



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

“การศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลร่วมของสับปะรด
ในสูตรอาหาร : กรณีศึกษาสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด”

โดย

นายรณชัย สิริไกรพงษ์ และคณะ

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

กันยายน 2562

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ

“การศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลร่วมของสับปะรด
ในสูตรอาหาร: กรณีศึกษาสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด”

คณะผู้วิจัย

1. รศ.ดร.รณชัย สิทธิไกรพงษ์
2. ดร.อจธรา ลักษณะานุกูล
3. ผศ.ดร.สินีนานา พลโยราช
4. ผศ.ดร.จันทร์พร เจ้าทรัพย์
5. ผศ.ดร.น.สพ.จำลอง มิตรชาวไทย

สังกัด

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย สกว.ไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

สารบัญ

สารบัญ.....	ก
สารบัญตาราง.....	ข
สารบัญรูป.....	ง
บทสรุปสำหรับผู้บริหาร.....	1
Executive Summary.....	3
บทคัดย่อ.....	6
Abstract.....	9
กิตติกรรมประกาศ.....	13
บทที่ 1 บทนำ	
ปัญหาและความสำคัญของปัญหา.....	14
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	15
ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย.....	15
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด.....	16
พันธุ์โคเนื้อคุณภาพที่สำคัญ.....	17
อาหารสำหรับโคขุน.....	18
ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตสับปะรดแปรรูป.....	19
ผลิตร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอนไซม์โบรมีเลน.....	21
ผลกระทบของการใช้เอนไซม์โบรมีเลนต่อระบบทางเดินอาหารของสัตว์.....	21
การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดเป็นแหล่งอาหารสำหรับโค.....	23
อิทธิพลของการบ่มเนื้อต่อความนุ่มของเนื้อ.....	26
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	
ระเบียบวิธีวิจัย.....	29
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
การทดลองที่ 1 การศึกษาข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.....	39
การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรดซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด.....	51
การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด..	64
บทที่ 5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	72
เอกสารอ้างอิง.....	76
ภาคผนวก.....	86

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 ปริมาณโภชนะ แร่ธาตุ และวิตามิน ที่พบในสับปะรด 100 กรัม.....	19
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีผลพลอยได้และเปลือกสับปะรด (%ของวัตถุแห้ง).....	21
ตารางที่ 2.3 แสดงผลการศึกษาปริมาณโปรตีนไทโรซีน ที่ ระหว่างสายพันธุ์ที่ระยะการบ่มต่างกัน.....	27
ตารางที่ 3.1 การเตรียมเจล TGX stain-Free gel สำหรับ SDS-PAGE.....	37
ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี (ม.ย. 57 - พ.ค. 60) ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สำหรับโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว.....	39
ตารางที่ 4.2 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพ ลูกผสมชาโรเลส์ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.....	42
ตารางที่ 4.3 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพ ลูกผสมวากิวของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.....	43
ตารางที่ 4.4 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ (เฉพาะซีกซ้าย) ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.....	49
ตารางที่ 4.5 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมวากิว (เฉพาะซีกซ้าย) ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.....	50
ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบวัตถุดิบอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหาร อาหารข้น และอาหารหยาบที่ใช้ ในการทดลอง.....	52
ตารางที่ 4.7 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 400-500 กิโลกรัม).....	54
ตารางที่ 4.8 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 500-600 กิโลกรัม).....	55
ตารางที่ 4.9 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 600-650 กิโลกรัม).....	56
ตารางที่ 4.10 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 400-650 กิโลกรัม).....	57
ตารางที่ 4.11 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพ ลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง.....	59
ตารางที่ 4.12 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ ที่ใช้ทดลอง.....	60
ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง.....	61
ตารางที่ 4.14 ลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลอง.....	62
ตารางที่ 4.15 การย่อยได้ของโภชนะในอาหารของโคทดลองในแต่ละระยะน้ำหนัก.....	63
ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ pH อุณหภูมิ และ สี ในเนื้อโคลูกผสม ชาโรเลส์ทดลองที่ระยะการบ่ม 7 วัน (n=10).....	65

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ 4.17	ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบทางเคมีของ เนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ ที่ระยะการบ่ม 7 วัน (n=10)	66
ตารางที่ 4.18	อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่ม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไอน้ำ ระหว่างการปรุงสุก และ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง (Mean±SE).....	66
ตารางที่ 4.19	อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ คอลลาเจนที่ไม่ละลาย คอลลาเจนรวม และ เปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจน (Mean±SE).....	67
ตารางที่ 4.20	ความเข้มข้นของแถบโปรตีนโทรโปนิน ที ขนาด 37 และ 30 กิโลดาลตัน จากเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ระยะ การบ่มต่างกัน.....	68
ตารางที่ 4.21	อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่อสัดส่วนของกรดไขมัน (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ใน กล้ามเนื้อสันนอก ของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง.....	69
ตารางที่ 4.22	อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อค่าการออกซิเดชันของไขมันเนื้อ (TBARs) และ สัดส่วนของ Tetradecanal, Pentadecanal และ Hexadecanal (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคขุน ลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง.....	71

สารบัญรูป

ภาพที่ 2.1 แสดงผลพลอยได้จากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง (ที่มา: จินดา, 2547).....	20
ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของผลสับปะรดและผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรด.....	20
ภาพที่ 2.3 แสดงภาพรวมของกระบวนการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ของสารโบรมีน.....	22
ภาพที่ 2.4 Visible Mb redox interconversions บริเวณผิวหน้าของเนื้อ.....	25
ภาพที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อภายหลังการบ่ม.....	28
ภาพที่ 3.1 แผนการศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ และต้นทุนอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว ของโคขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีผลพลอยได้ และผลิตผลร่วมจากสับปะรดเป็นส่วนประกอบ.....	30
ภาพที่ 3.2 แผนการศึกษาลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ ของโคขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีผลพลอยได้และผลิตผลร่วมจากสับปะรดเป็นส่วนประกอบ.....	30
ภาพที่ 3.3 ระดับไขมันแทรกในเนื้อ (Beef Marbling Scores : BMS) ระดับ 1-5 ตามเกณฑ์ของ มกอช.6001-2547 สำหรับโคลูกผสมชาโรเลส์ (ก) และ ระดับ 1-12 ตามเกณฑ์ของ USDA สำหรับโคลูกผสมวากิว(ข).....	31
ภาพที่ 4.1 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของคะแนนไขมันแทรก (ก) อายุ (ข) และน้ำหนักมีชีวิต (ค) ของโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว.....	44
ภาพที่ 4.2 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของ % ซากอ่อน (ก) % ซากเย็น (ข) ราคาซื้อ/ซาก (ค) และราคาซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว (ง) ของโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว.....	45
ภาพที่ 4.3 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของคะแนนไขมันแทรก (ก) อายุ (ข) และน้ำหนักมีชีวิต (ค) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ (1) และโคลูกผสมวากิว (2) โดยจำแนกตามขนาดของฟาร์ม.....	46
ภาพที่ 4.4 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของ % ซากอ่อน (ก) % ซากเย็น (ข) ราคาซื้อ/ซาก (ค) และราคาซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว (ง) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ (1) และโคลูกผสมวากิว (2) โดยจำแนก ตามขนาดของฟาร์ม.....	47
ภาพที่ 4.5 แสดงแถบโปรตีนโทรโปนิน ที ขนาด 37 และ 30 กิโลดาลตัน จากเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ระยะการบ่ม ต่างกัน.....	67

บทสรุปสำหรับผู้บริหาร

ในปี 2564 ประเทศไทยจะเปิดการค้าเสรีโคเนื้อกับประเทศออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ซึ่งส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมการผลิตโคเนื้อของไทยในหลายๆ ด้าน โดยเฉพาะศักยภาพในการแข่งขันด้านราคา เกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อจึงควรยกระดับการเลี้ยงให้มีมาตรฐานสูงขึ้น โดยมีต้นทุนการเลี้ยงหรือผลิตโคเนื้อที่สามารถแข่งขันในตลาดได้ สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด เป็นสหกรณ์ที่เป็นต้นแบบธุรกิจแบบ Demand Driven โดยมุ่งเน้นการจัดการตลอดห่วงโซ่อุปทานทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยมีความโดดเด่นด้วยการสร้างคุณค่า และมูลค่าเพิ่มจากการบริการอาหาร สร้างอุปสงค์ในตลาดเฉพาะ มีการประยุกต์ใช้นวัตกรรมด้านเนื้อโค และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ และนวัตกรรมบริการร้านอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าแก่ชิ้นส่วนหลัก และชิ้นส่วนรองได้สูง ซึ่งตอบสนองความต้องการผู้บริโภคตามสภาวะเศรษฐกิจ และสังคม ในช่วงปี 2554 – 2558 มีมูลค่าธุรกิจเฉลี่ย 92.8 ล้านบาท ข้อมูลปัจจุบันของสหกรณ์ฯ พบว่าสุระสิงห์ฟาร์มเป็นสมาชิกรายใหญ่ของสหกรณ์ฯ ที่มีการส่งโคเข้าโรงฆ่าคิดเป็นร้อยละ 40 ของโคที่เข้าฆ่าทั้งหมดในกลุ่มสมาชิก และประมาณร้อยละ 53 ของโคในกลุ่มที่มีเนื้อคุณภาพสูงเป็นโคจากฟาร์มสุระสิงห์ โดยฟาร์มสุระสิงห์เป็นฟาร์มโคขุนคุณภาพรายใหญ่ของประเทศที่มีการจัดการด้านอาหารอย่างโดดเด่นด้วยการใช้แหล่งอาหารหลักจากเศษเหลือของโรงงานแปรรูปสับปะรดและโรงงานสกัดเอนไซม์โบริมีเลนจากสับปะรด จึงเป็นต้นแบบสำหรับการนำทรัพยากรทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ซึ่งเหมาะกับประเทศไทยเนื่องจากประเทศเรามีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่และทรัพยากรโดยเฉพาะน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ อย่างไรก็ตามการเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตรเพื่อใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์ ควรพิจารณาถึงคุณค่าทางโภชนาการเป็นหลัก และรวมถึงปริมาณที่ผลิตได้และราคาประกอบด้วย เพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืนในการใช้เป็นแหล่งอาหาร จากข้อมูลของซากโคที่เข้าฆ่าในช่วงกลางปี 2559 ถึง กลางปี 2560 พบว่าโคขุนคุณภาพสูงจากฟาร์มสุระสิงห์ที่เลี้ยงด้วยผลผลิตร่วมของสับปะรด (Pineapple co-products) มีคะแนนไขมันแทรก (Marbling score) เฉลี่ย สูงกว่าโคขุนคุณภาพสูงจากฟาร์มสมาชิกอื่นๆ ของสหกรณ์ฯ ทั้งโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ (Charolais) และโคขุนลูกผสมวากิว (Wagyu) จึงมีความเป็นไปได้ที่การใช้ผลผลิตร่วมของสับปะรดในอาหาร ช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ และโคขุนลูกผสมวากิว การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรดคือ เปลือกและเหง้าสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลผลิตร่วมของสับปะรด คือ แป้งที่ได้จากโรงงานผลิตเอนไซม์โบริมีเลน ในสูตรอาหารชั้น สำหรับเลี้ยงโคขุนคุณภาพต่อลักษณะการศึกษาดังนี้ 1) พัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์ฯ ย้อนหลัง 3 ปี 2) สมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนา และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคขุนคุณภาพ ศึกษาลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ และ 3) คุณภาพเนื้อทางกายภาพและเคมีบางประการ ระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อบางประการ ปริมาณกรดไขมัน และการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation ในเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ โดยคาดว่าจะได้นวัตกรรมของระบบการเลี้ยงโคขุนคุณภาพ และอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบจากผลพลอยได้โรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับปะรด และใช้ผลผลิตร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอนไซม์โบริมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารชั้น ดำเนินการทดลองโดยใช้โคเนื้อลูกผสมเพศผู้ ตอ 2 กลุ่ม คือ โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์จำนวน 15 ตัว และโคเนื้อลูกผสมวากิวจำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองประมาณ 400 กิโลกรัม โคทดลองได้รับอาหารแบบเต็ม (ad libitum) คือ อาหารชั้นที่ผลิตขึ้นเองเพื่อใช้ในฟาร์ม ซึ่งมีแป้งที่เป็นผลผลิตร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตโบริมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร และอาหารหยาบเป็นอาหารหมักจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด โดยทำการเลี้ยงโคทดลองไปจนได้น้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัม จากนั้นนำโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ส่งโรงฆ่ามาตรฐาน และบ่มซากเป็นเวลา 7 และ 14 วัน เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ การศึกษาประกอบด้วย 3 การทดลอง โดยมีผลการทดลอง ประกอบด้วย 1) การทดลองที่ 1 การศึกษาย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี พบว่าฟาร์มขนาดใหญ่

มากเป็นฟาร์มที่ใช้ผลพลอยได้และผลิตผลร่วมของสับปะรดในการเลี้ยงโคเป็นหลัก ผลิตโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวที่มีระดับคะแนนไขมันแทรกสูงที่สุด ส่งผลให้ราคาซื้อขายซึ่งเพิ่มขึ้นตามระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูงขึ้น สำหรับการศึกษาพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์ฯ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี พบว่าโคลูกผสมวากิวมีคะแนนไขมันแทรกที่มากขึ้นตามปีที่ศึกษา ส่งผลให้ราคาซื้อขายต่อซากและราคาซื้อขายต่อน้ำหนักตัวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยทั้งโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีแนวโน้มที่เกษตรกรผู้เลี้ยงส่งโคเข้ามาที่น้ำหนักตัวสูงมากกว่าในอดีต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในโคทดลองในฟาร์มขนาดใหญ่มาก มีระดับคะแนนไขมันแทรก น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง และปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี อย่างชัดเจน ในขณะที่โคลูกผสมชาโรเลส์ของทุกขนาดฟาร์มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย 2) การทดลองที่ 2 การศึกษามรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสันฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรดซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ (0.88 ± 0.1 กิโลกรัม/วัน) มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคลูกผสมวากิว (0.71 ± 0.1 กิโลกรัม/วัน) โดยโคลูกผสมวากิว (370 วัน) ใช้ระยะเวลาการเลี้ยงจนถึงน้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัม นานกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ (278 วัน) โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโต และการย่อยได้ของโปรตีนหายาสูงกว่า แต่มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในการเลี้ยงและการใช้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีประสิทธิภาพการย่อยได้ของไขมันสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ โคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองมีปริมาณซากอ่อนร้อยละ 59.52 ซากเย็นร้อยละ 58.05 เนื้อชิ้นส่วนใหญ่อ้อยละ 65.01 มีคะแนนไขมันแทรกเฉลี่ย 1.87 และได้รับผลตอบแทนทั้งหมดเฉลี่ย 75,528.07 บาท/ตัว โดยไม่พบผลทางลบต่อลักษณะกระเพาะรูเมนและลักษณะสันฐานวิทยาของลำไส้เล็ก ทั้งส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย และการทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุน ผลการตรวจคุณภาพเนื้อพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ผ่านการบ่มซากไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน มีค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ค่า pH อุณหภูมิ และสีเนื้อ อยู่ในช่วงของค่าปกติ ในขณะที่ระยะเวลาการบ่มไม่มีอิทธิพลต่อการสูญเสีย น้ำระหว่างการบ่ม และค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุก แต่ทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันส่วนใหญ่ในเนื้อ แต่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation เพิ่มขึ้น โดยมีค่า TBARs สูงขึ้น ดังนั้นจากการวิจัยครั้งนี้ได้เน้นวัตรกรรมระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด (เปลือกและเหง้า) เป็นแหล่งอาหารหายา ร่วมกับการใช้ผลิตผลร่วมของสับปะรด (แป้ง) ที่ได้จากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมิเลน ในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุนคุณภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคพร้อมทั้งส่งผลให้ได้อัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่มีสีเนื้อสว่างและมีปริมาณไขมันในเนื้อสูง

Executive Summary

In 2021, Thailand will open a free trade area (FTA) for beef cattle with Australia and New Zealand which will affect the Thai beef industry in many aspects, especially in terms of cost competitiveness. The farmers should therefore increase the level of beef cattle rearing to a higher standard for beef cattle production with cost competitiveness in beef market. Beef Cluster Cooperative Limited (BCC) is a cooperative model as a demand driven business model for consumers need and economic status, focusing on management throughout all supply chain; upstream, midstream and downstream, with outstanding value added to beef products and food services, creating demand in a particular market, applying innovation in beef and meat technology and in restaurant services to add value for both whole-sale cut and retail cut. During 2011 – 2015, BCC had an average business value of 92.8 million Baht. From the current information from BCC, Sura Sing farm is the largest membered farm of the BCC delivering beef cattle to the slaughterhouse consisting of approximately 40% of total slaughtered beef cattle of the BCC and approximately 53% of total slaughtered high quality beef cattle. The Sura Sing Farm is a big beef farm in Thailand, with outstanding nutrition managements by using main feed sources from the by-products of the pineapple processing factory and the co-products of the factory of bromelain enzyme extraction from pineapple. Therefore, the Sura Sing farm is a prototype for the utilization of rural agricultural resources available for a more cost-effective and sustainable application. This is suitable for Thailand as the country is limited in terms of land and resources, especially water, for producing pasture for livestock. However, choosing of agricultural by-products or industrial waste from agricultural processing factories for animal feed sources should consider primarily not only the nutritional values, but the quantity produced also and the appropriate price to create sustainability for using as a feed source. From the information on beef carcasses during the mid-of year 2016 to the mid-of year 2017, it was found that high quality beef cattle from the Sura Sing farm fed with pineapple co-products had higher average marbling score than those from other BCC members for both Charolais and Wagyu crossbred beef cattle. Hence, there is a possibility that using co-products of pineapples for feed to increase production performance potential for both Charolais and Wagyu crossbred beef cattle. The current study was aimed to investigate the influence of feeding pineapple by-products (peel and rhizome) from pineapple processing factory as roughage source diet and co-products of pineapple (starch) from a factory producing bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient in a concentrate diet for quality beef cattle in several aspects. The objectives of this study consist of 1) development of carcass quality, carcass grading and return from beef carcasses obtained from farm members of the Beef Cluster Cooperative Limited (BCC) from a retrospective study of 3 years from the BCC database, 2) production performance, nutrient digestibility, feed cost/gain of Charolais and Wagyu crossbred beef cattle, gross rumen pathology, small intestine histology, carcass quality and return from beef carcasses of Charolais crossbred beef cattle, 3) some physical and chemical aspects of meat quality, influence of beef ageing periods on some meat quality, fatty acid content, and lipid oxidation of beef from Charolais crossbred beef steer. Which were expected to get the innovation of quality cattle farming system and the identity of quality beef raised by pineapple by-products from pineapple processing factory as roughage source diet and co-products of

pineapple from a factory producing bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient in a concentrate diet. The study used 2 crossbred beef steers; Charolais and Wagyu crossbred, where 15 for each crossbred were used. Initial body weight of experimental beef steers were approximately 400 kg. All experimental beef steers were *ad libitum* offered with in house concentrate diet containing 14% crude protein (CP) and 78% total digestible nutrients (TDN) by adding co-products of pineapple (starch) from factory which produced bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient, and with roughage diet as silage made from pineapple by-products from the pineapple processing factory. The experiment lasted until the experimental beef steers had a body weight of approximately 650 kg. Subsequently, the experimental Charolais crossbred beef steers were slaughtered at a standard slaughterhouse and then beef carcasses were incubated for 7 and 14 days for carcass and meat quality investigation. The present study consists of 3 experiments which results obtained from these experiments are as the followings. The experiment 1; the retrospective study for the development of carcass quality, carcass grading and return from beef cattle carcasses obtained from farm members of the Beef Cluster Cooperative Limited (BCC) for a 3 years data set by data collecting and information analysis. The results showed both Charolais and Wagyu crossbred beef carcasses in the very big farm had the highest value of marbling score. Wagyu crossbred beef carcasses (3.57) had a higher marbling score than that of Charolais crossbred beef carcasses (1.91), resulting in the increase of returns for the higher marbling score. For the development of carcass quality, carcass grading and return from beef cattle carcasses obtained from farm members of the BCC from the retrospective study of 3 years from the BCC database, Wagyu crossbred beef carcasses had higher marbling score with studied year, resulting in higher buying price per carcass and per body weight. Wagyu crossbred beef cattle was delivered to the slaughterhouse at a higher age than Charolais crossbred beef cattle. However, beef farmers tend to deliver both Charolais and Wagyu crossbred beef cattle to the slaughterhouse at higher body weight compared to the past year. This is in accordance to the results from the experimental beef cattle in the very big farm size having obviously higher marbling score, live body weight, carcass weight before cutting and whole sale cut, compared to those obtained from the retrospective data of 3 years. In the meantime, Charolais crossbred beef cattle in all farm sizes had only minor changes for carcass quality, carcass grading and return from beef carcasses during the 3 years retrospective study. The experiment 2; the study on production performance, nutrient digestibility, feed cost per gain of Charolais and Wagyu crossbred beef cattle, gross rumen pathology, small intestine histology, carcass quality and return from beef carcasses of Charolais crossbred cattle. The results showed that Charolais crossbred steer (0.88 ± 0.1 kg/day) had significantly higher growth rate than Wagyu crossbred steer (0.71 ± 0.1 kg/day). Wagyu crossbred steer (370 days) had a longer rearing period than Charolais crossbred steer (278 days) to reach a body weight of approximately 650 kg. Charolais crossbred steer had higher growth rate and crude protein digestibility, but lower total feed cost and feed cost per gain, whereas higher fat digestibility was found in Wagyu crossbred beef cattle. The results showed that Charolais crossbred steer had 59.52% hot carcass, 58.05% chilled carcass and 65.01% whole sale cut, with total returns of 75,528.07 Baht/cattle. There were no adverse effects on gross rumen morphology and small intestine histology for duodenum, jejunum and ileum parts. The experiment 3, the study on some physical and chemical meat quality, and influence of beef ageing periods on meat tenderness, collagen

solubility, troponin T degradation, fatty acid content, and lipid oxidation of beef in Charolais crossbred steer. The results of meat quality after the ageing period of 7 days, beef from Charolais crossbred steer had value of chemical composition, pH, temperature and color in the normal range of each. Beef ageing period had no influence on purge loss, cooking loss of beef and main fatty acid content in beef, but lower shear force value and higher lipid oxidation as TBARs value increased.

Therefore, from this research, the innovation of rearing quality beef cattle system by feeding pineapple by-products (peel and rhizome) from pineapple processing factory as roughage source diet and co-products of pineapple (starch) from a factory producing bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient in a concentrate diet shows that no affecting to production performance, nutrient digestion, carcass and meat quality of beef cattle as well as resulting in the identity of quality beef with a bright color and high fat content of meat.

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรดคือ เปลือกและหัวสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ของสับปะรด คือ แป้งที่ได้จากโรงงานผลิตเอนไซม์โบรมีเลน ในสูตรอาหารชั้น สำหรับเลี้ยงโคขุนคุณภาพต่อลักษณะการศึกษาดังนี้ 1) พัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์ฯ ย้อนหลัง 5 ปี 2) สมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคขุนคุณภาพ ศึกษาลักษณะเฉพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซากของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ และ 3) คุณภาพเนื้อทางกายภาพและเคมีบางประการ ระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อบางประการ ปริมาณกรดไขมัน และการเกิดปฏิกิริยา Lipid oxidation ในเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ ดำเนินการทดลองโดยใช้โคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอน 2 กลุ่ม คือ โคเนื้อลูกผสมสายเลือดชาโรเลส์และบราห์มัน (มีสายเลือดชาโรเลส์ไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 15 ตัว และ โคเนื้อลูกผสมสายเลือดวากิว ชาโรเลส์และบราห์มัน (มีสายเลือดวากิวไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองประมาณ 400 กิโลกรัม โคทดลองได้รับอาหารแบบเต็มที (*ad libitum*) คือ อาหารชั้นที่ผลิตขึ้นเองเพื่อใช้ในฟาร์ม มีโภชนะโปรตีนหยาบร้อยละ 14, ปริมาณการย่อยได้ของโภชนะทั้งหมด (TDN) ร้อยละ 78 ซึ่งมีแป้งที่เป็นผลิตภัณฑ์ของสับปะรดจากโรงงานผลิตโบรมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร และอาหารหยาบเป็นอาหารหมักจากผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด ได้แก่ กากเยื่อที่ได้จากการผลิตโบรมีเลนและเปลือกสับปะรดจากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง โดยทำการเลี้ยงโคทดลองไปจนได้น้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัม จากนั้นนำโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ส่งโรงฆ่ามาตรฐาน และบ่มซากเป็นเวลา 7 และ 14 วัน เพื่อศึกษาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ การศึกษาประกอบด้วย 3 การทดลอง คือ การทดลองที่ 1 การศึกษาย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด จากการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี แต่สามารถรวบรวมข้อมูลได้จริงเพียง 3 ปีย้อนหลัง เนื่องจากไม่สามารถกู้คืนข้อมูลก่อนหน้านี้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของสหกรณ์ฯ การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักของโคขุนต่างสายพันธุ์ ลักษณะเฉพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรดซาก ของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ และการทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ ลักษณะคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมีบางประการของกล้ามเนื้อสันนอก และอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อความนุ่มของเนื้อ การละลายได้ของคอลลาเจน การสลายตัวของโทรโปนิน ที องค์ประกอบของกรดไขมัน และการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลองที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด ผลการศึกษาพบดังนี้

การทดลองที่ 1 สามารถแบ่งกลุ่มฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ ออกได้เป็น 4 ขนาด คือ ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (ผลิต 4500 ตัว/ปี) ฟาร์มขนาดใหญ่ (ผลิต 101-400 ตัว/ปี) ฟาร์มขนาดกลาง (ผลิต 30 - 100 ตัว/ปี) และฟาร์มขนาดเล็ก (ผลิต <30 ตัว/ปี) ทั้งนี้ฟาร์มขนาดใหญ่มากเป็นฟาร์มที่ใช้ผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ของสับปะรดในการเลี้ยงโคเป็นหลัก โดยโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวในฟาร์มขนาดใหญ่มากมีระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูงที่สุด และโคลูกผสมวากิว (3.57) มีค่าระดับคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ (1.91) ส่งผลให้ราคาซื้อขายซึ่งเพิ่มขึ้นตามระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูงขึ้น สำหรับการศึกษาพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์ฯ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี พบว่าโคลูกผสมวากิวมีคะแนนไขมันแทรกที่มากขึ้นตามปีที่ศึกษา ส่งผลให้ราคาซื้อขายต่อซากและราคาซื้อขายต่อน้ำหนักตัวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยที่โคลูกผสมวากิวมีอายุสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ และทั้งโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีแนวโน้มที่เกษตรกรผู้เลี้ยงส่งโคเข้ามาที่น้ำหนักตัวสูงมากกว่าในอดีต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในโคทดลองในฟาร์มขนาดใหญ่มาก ที่โคลูกผสมชาโรเลส์มีระดับคะแนนไขมันแทรก น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง และปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี อย่างชัดเจน ในขณะที่โคลูกผสมชาโรเลส์ของทุกขนาดฟาร์มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและเป็นไปในทิศทางเดียวกัน

ของคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุน ในช่วงเวลาย้อนหลัง 3 ปี ของการศึกษานี้ ยกเว้นฟาร์มขนาดเล็กที่มีแนวโน้มผลิตโคลูกผสมชาโรเลส์ที่มีคุณภาพด้อยลง ส่งผลให้ผลตอบแทนจากการรับซื้อโคลดลง ส่วนการผลิตโคลูกผสมวากิว พบว่าฟาร์มขนาดใหญ่มากผลิตโคที่มีคะแนนไขมันแทรกได้สูงขึ้นและผลตอบแทนจากการรับซื้อโคสูงขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้จะมีแนวโน้มของ %ซากอ่อน และ %ซากเย็น ลดลงเหมือนกับฟาร์มขนาดเล็กก็ตาม ทั้งนี้ฟาร์มทุกขนาดที่ทำการศึกษานี้มีการผลิตโคลูกผสมวากิวที่มีอายุมากขึ้น สำหรับข้อมูลการตัดแต่งชิ้นส่วนของซากโคลูกผสมวากิว โดยภาพรวมผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับโคลูกผสมชาโรเลส์ กล่าวคือ โคขุนคุณภาพจากฟาร์มขนาดใหญ่มีน้ำหนักซากโค ปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ และไขมัน ที่สูงกว่าฟาร์มขนาดกลางและขนาดเล็ก และสัดส่วนของเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ เศษเนื้อรวม กระดูก และไขมัน มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ละขนาดฟาร์ม

การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักของโคขุนลูกผสมต่างสายพันธุ์ คุณภาพซาก ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก และผลตอบแทนจากเกรดซากของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ เมื่อพิจารณาสมรรถภาพการผลิตและการย่อยได้ของโภชนะในอาหารของโคทดลองตลอดระยะเวลาการเลี้ยงในช่วงน้ำหนัก 400-650 กิโลกรัม พบว่าโคลูกผสมทั้งสองกลุ่มทดลองมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นและสิ้นสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยที่โคลูกผสมวากิวมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (263.8 ± 29.6 กิโลกรัม) สูงกว่ากลุ่มโคลูกผสมชาโรเลส์ (243.5 ± 36.1 กิโลกรัม) เล็กน้อย แต่โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว (0.88 ± 0.1 และ 0.71 ± 0.1 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ) ทั้งนี้เนื่องจากโคลูกผสมวากิวใช้ระยะเวลาการเลี้ยงจนถึงน้ำหนัก 650 กิโลกรัม นานกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ (370 และ 278 วัน ตามลำดับ) เมื่อพิจารณาปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์มีปริมาณการกินอาหารชิ้นและอาหารหยาบทั้งในรูปน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินได้วัตถุแห้งของอาหารและปริมาณการกินได้อินทรีย์วัตถุของอาหาร ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามโคลูกผสมชาโรเลส์มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักทั้งในรูปของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของอาหารดีกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว ส่งผลให้โคลูกผสมชาโรเลส์มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในการขุนและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว ($23,681.70 \pm 741.70$, $30,615.30 \pm 921.83$ บาท/ตัว และ 99.10 ± 13.90 , 117.30 ± 12.10 บาท/กิโลกรัมน้ำหนักเพิ่ม ตามลำดับ) โคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองมีปริมาณซากอ่อนร้อยละ 59.52 ซากเย็นร้อยละ 58.05 เนื้อชิ้นส่วนใหญ่ร้อยละ 65.01 กระดูกร้อยละ 10.59 และไขมันร้อยละ 9.66 มีคะแนนไขมันแทรกเฉลี่ย 1.87 ได้ราคาซื้อขาย 118.20 บาท/กิโลกรัมน้ำหนักมีชีวิต หรือ 203.67 บาท/กิโลกรัมน้ำหนักซาก ได้ผลตอบแทนทั้งหมดเฉลี่ย 75,528.07 บาท/ตัว ผลการประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนของซากโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลอง พบว่ามีสัดส่วนของโคที่มีลักษณะกระเพาะรูเมนที่ปกติร้อยละ 64.29 ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก ทั้งส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย มีค่าความสูงของวิลโล ความลึกของคริปต์ และอัตราส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของคริปต์ มากที่สุดที่ลำไส้เล็กส่วนกลาง โดยความลึกของคริปต์ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างลำไส้เล็กทั้งสามส่วน ในขณะที่ความสูงของวิลโลของลำไส้เล็กส่วนกลางมีค่ามากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้นและส่วนปลาย ($P<0.05$) ในขณะที่อัตราส่วนความสูงของวิลโลต่อความลึกของคริปต์ของลำไส้เล็กส่วนกลางมีค่ามากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้น ($P<0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่าง ($P>0.05$) กับลำไส้เล็กส่วนปลาย ผลการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในโคทดลองทั้งสองกลุ่ม พบว่าที่น้ำหนักตัว 400 กิโลกรัม โคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของวัตถุแห้ง อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด และพลังงานไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันสูงกว่า ($P<0.05$) โคลูกผสมชาโรเลส์ที่น้ำหนักตัว 500 และ 600 กิโลกรัม ในขณะที่พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์มีการย่อยได้ของโปรตีนหยาบสูงกว่าโคลูกผสมวากิวที่น้ำหนักตัว 500 กิโลกรัม ($P<0.05$)

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อบางประการทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด ผลการศึกษพบว่า กล้ามเนื้อสันนอกโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ผ่านการบ่มซากไว้เป็นระยะเวลา 7 วัน มีค่าเฉลี่ย

องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อดังนี้ ความชื้นร้อยละ 67.89 วัตถุแห้งร้อยละ 32.11 อินทรีย์วัตถุร้อยละ 98.89 โปรตีนหยาบ ร้อยละ 21.52 ไขมันร้อยละ 9.28 และเถ้าร้อยละ 1.11 มีค่าเฉลี่ย pH 5.47 อุณหภูมิเนื้อ 12.28 องศาเซลเซียส ค่าสีของเนื้อ L* 42.60 a* 19.47 และ b* 16.72 ในขณะที่ระยะเวลาการบ่มไม่มีอิทธิพลต่อค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการบ่ม และค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุก แต่พบว่า มีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ($P < 0.01$) โดยระยะเวลาการบ่มที่ 21 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่าระยะเวลาการบ่มที่ 7 และ 14 วัน ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อการละลายได้ของปริมาณคอลลาเจน ($P > 0.05$) แต่มีอิทธิพลต่อการสลายตัวของโทรโปนิน ที่ โดยพบว่า ปริมาณโทรโปนิน ที่ ขนาด 37 กิโลดาลตัน ที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีแนวโน้มสูงที่สุด ในขณะที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน มีแนวโน้มต่ำที่สุด ส่วนผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายของโทรโปนิน ที่ ขนาด 30 กิโลดาลตัน นั้น พบว่า มีปริมาณสูงสุดที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน ($P < 0.01$) ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันส่วนใหญ่ในเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง ($P > 0.05$) ยกเว้นปริมาณกรดไขมัน Palmitoleic acid (C16:1) และ Linoleic acid (C18:2n6c) โดยเมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นจะมีปริมาณกรดไขมัน C16:1 เพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) ซึ่งมีค่า 2.29, 4.57 และ 4.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่กรดไขมัน C18:2n6c มีปริมาณลดลง ($P < 0.01$) ซึ่งมีค่า 3.04, 0.69 และ 0.82 เปอร์เซ็นต์ ในเนื้อที่มีระยะเวลาการบ่ม 7 14 และ 21 วันตามลำดับ สำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคทดลองที่ระยะเวลาการบ่ม 7 และ 14 วัน ใช้วิธีการวัด 2 เทคนิค คือ 2-Thiobarbituric Acid Reaction Substances (TBARs) และ การวัดค่า Tetradecanal, Pentadecanal และ Hexadecanal ด้วยเครื่อง Gas Chromatography / Mass Selective Detector (GCMS) พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อมานานขึ้นค่า TBARs จะเพิ่มขึ้น ($P < 0.01$) ซึ่งมีค่า 0.06 และ 0.69 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อปริมาณของ Tetradecanal, Pentadecanal และ Hexadecanal ในเนื้อ ($P > 0.05$)

จากการวิจัยครั้งนี้สรุปได้ว่าสามารถใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับประรดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับประรดในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุนคุณภาพ ส่งผลให้ 1) โคขุนลูกผสมวากิวมีระดับไขมันแทรกและผลตอบแทนสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ 2) โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโต และการย่อยได้ของโปรตีนหยาบสูงกว่า แต่มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในการเลี้ยงและการให้อาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ โดยไม่ส่งผลเสียต่อลักษณะกระเพาะรูเมนและลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคลูกผสมชาโรเลส์ และ 3) สำหรับเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ ระยะเวลาการบ่มเนื้อไม่มีผลต่อการสูญเสีย น้ำระหว่างการบ่ม และค่าการสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุก แต่ทำให้ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันส่วนใหญ่ในเนื้อ แต่มีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันมากขึ้น โดยมีค่า TBARs สูงขึ้น ดังนั้นจากการวิจัยครั้งนี้ได้นวัตกรรมระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับประรด (เปลือกและเหง้า) เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับประรด (แบ่ง) ที่ได้จากโรงงานผลิตเอนไซม์โบริมเอนในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุนคุณภาพ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนาคุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคพร้อมทั้งส่งผลให้ได้อัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่มีสีเนื้อสว่างและมีปริมาณไขมันในเนื้อสูง

Abstract

The current study was aimed to investigate influence of feeding pineapple by-products (peel and rhizome) from pineapple processing factory as roughage source diet and co-products of pineapple (starch) from a factory producing bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient in a concentrate diet for quality beef cattle. The study aspects consist of 1) development of carcass quality, carcass grading and return from beef carcasses obtained from farm members of the Beef Cluster Cooperative Limited (BCC) from a retrospective study of 5 years from the BCC database, 2) production performance, nutrient digestibility, feed cost per gain of Charolais and Wagyu crossbred beef cattle, gross rumen pathology, small intestine histology, carcass quality and return from carcasses of Charolais crossbred beef cattle, 3) some physical and chemical aspects of meat quality, fatty acid content, and lipid oxidation of beef from Charolais crossbred beef steers. The study used 2 crossbred beef steers; Charolais (Charolais with > 50% × Brahman) and Wagyu (Wagyu with > 50% × Charolais × Brahman) crossbred, where 15 for each crossbred were used. Initial body weight of experimental beef steers was approximately 400 kg. All experimental beef steers were *ad libitum* offered with in house concentrate diet containing 14% crude protein (CP) and 78% total digestible nutrients (TDN) by adding co-products of pineapple (starch) from factory which produced bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient, and with roughage diet as silage made from pineapple by-products from the pineapple processing factory (pineapple fiber left-over from bromelain enzyme extraction factory and pineapple peels from pineapple can factory). The experiment lasted until the experimental beef steers had a body weight of approximately 650 kg. Subsequently, the experimental Charolais crossbred beef steers were slaughtered at a standard slaughterhouse and then beef carcasses were chilled for 7 and 14 days for carcass and meat quality investigation. The present study consists of 3 experiments, which are the experiment 1; the retrospective study for the development of carcass quality, carcass grading and return from beef cattle carcasses obtained from farm members of the Beef Cluster Cooperative Limited (BCC) for a 5 years data set by data collecting and information analysis, but the data can be collected for 3 years, since previous data cannot be recovered from the BCC's computer, the experiment 2; the study on production performance, nutrient digestibility, feed cost per gain of Charolais and Wagyu crossbred beef cattle, gross rumen pathology, small intestine histology, carcass quality and return from beef carcasses of Charolais crossbred cattle, the experiment 3; the study on some physical and chemical aspects of meat quality, and influence of beef ageing periods on meat tenderness, collagen solubility, troponin T degradation, fatty acid content, and lipid oxidation of beef in experimental Charolais crossbred steer fed with diets containing by-products and co-products from the pineapple factory. The results were found as the followings.

The experiment 1; The beef farm members of the BCC can be classified as 4 farm sizes; 1) very big farm size (producing 4,500 beef/year) 2) big farm size (producing 101-400 beef/year) 3) medium farm size (producing 30-100 beef/year) and 4) small farm size (producing <30 beef/year). By-products and co-products of pineapple were used in the very big farm as main diet sources. Both Charolais and Wagyu crossbred beef carcasses in the very big farm had the highest value of marbling score. Wagyu crossbred beef carcasses (3.57) had higher marbling score

than that of Charolais crossbred beef carcasses (1.91), resulting in the increase of returns for the higher marbling score. For the development of carcass quality, carcass grading and return from beef cattle carcasses obtained from farm members of the BCC from the retrospective study of 3 years from the BCC database, Wagyu crossbred beef carcasses had higher marbling score with studied year, resulting in higher buying price per carcass and per body weight. Wagyu crossbred beef cattle was delivered to the slaughterhouse at a higher age than Charolais crossbred beef cattle. However, beef farmers tend to deliver both Charolais and Wagyu crossbred beef cattle to the slaughterhouse at higher body weight compared to the past year. This is in accordance to the results from the experimental beef cattle in the very big farm size having obviously higher marbling score, live body weight, carcass weight before cutting and whole sale cut, compared to those obtained from the retrospective data of 3 years. In the meantime, Charolais crossbred beef cattle in all farm sizes had only minor changes for carcass quality, carcass grading and return from beef carcasses during the 3 year retrospective study, however the small farm size had a tendency of lower quality of beef cattle, resulting in lower return from beef carcasses. In the very big farm size, Wagyu crossbred beef cattle had higher marbling score and return from beef carcasses, although there was a trend of lower % warm and % cold carcasses, similar to those in the small farm size. All beef farm size produced Wagyu crossbred beef cattle with higher age. For beef cutting information, generally Wagyu crossbred beef carcasses had similar changes to Charolais crossbred beef cattle in terms of higher beef carcasses, whole sale cut and fat content found in the very big farm size when compared to medium and small farm sizes while there are no difference for the proportion of whole sale cut, lean, total scrap, bone and fat found in all beef farm sizes.

The experiment 2; The study on production performance, nutrient digestibility, feed cost per gain of Charolais and Wagyu crossbred steers, carcass quality, gross rumen pathology, small intestine histology and return from beef carcasses of Charolais crossbred cattle. When considering production performance and nutrient digestibility of the experimental beef steers during rearing period; between body weight 400 kg to 650 kg, the results showed that the initial weight and final weight were not significantly different ($P>0.05$) between Charolais crossbred and Wagyu crossbred steers. However, Wagyu crossbred steer (263.8 ± 29.6 kg) had a slightly higher value of body weight gain than that of Charolais crossbred steer (243.5 ± 36.1 kg), whereas Charolais crossbred steer had significantly higher ($P<0.01$) growth rate than Wagyu crossbred steer (0.88 ± 0.1 and 0.71 ± 0.1 kg/day, respectively) as Wagyu crossbred steer consumed more during the rearing period than Charolais crossbred steer (370 and 278 days, respectively). When total feed intake was considered, Charolais crossbred steer had lower ($P<0.05$) intake for both concentrate and roughage as both fresh and dry basis feed from those of Wagyu crossbred steer. However, total feed intake of dry matter and organic matter had no difference ($P>0.05$) between both experimental groups. In the meantime, Charolais crossbred steer has a better efficiency of feed conversion ratio ($P<0.01$) than Wagyu crossbred steer for both fresh and dry basis of feed, resulting in Charolais crossbred steer has lower total feed cost ($23,681.70\pm741.70$ and $30,615.30\pm921.83$ Baht/cattle) and feed cost per gain (FCG) (99.10 ± 13.90 and 117.30 ± 12.10 Baht/kg) ($P<0.01$) than Wagyu crossbred steer. The results have shown that Charolais crossbred steer had 59.52% hot carcass, 58.05% chilled carcass, 65.01% whole sale cut, 10.59% bone content

and 9.66% fat content, They have an average marbling score of 1.87, buying price of 118.20 Baht/BW kg which equals to 203.67 Baht/kg of carcass weight and total returns of 75,528.07 Baht/cattle. For the results of gross rumen pathology, the proportion of steers having normal gross rumen morphology was 64.29%. For the results of small intestine histology, the highest values of villous height (VH), crypt depth (CD) and ratio of VH:CD were found at the jejunum part from all 3 studied parts of the small intestine (duodenum, jejunum and ileum). The VH of the jejunum part had a higher ($P<0.05$) value than that of the duodenum and ileum parts while the ratio of VH:CD of the jejunum part had a higher ($P<0.05$) value than that of duodenum part but there was no difference ($P>0.05$) in value from that of ileum part. For efficiency of nutrient digestibility of both experimental Charolais and Wagyu crossbred beef steers, the results have shown that there were no difference ($P>0.05$) for digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and gross energy (GE) at the period of 400 kg BW, while Wagyu crossbred steer had higher fat digestibility ($P<0.05$) than Charolais crossbred steer at the period of 500 and 600 kg BW, conversely Charolais crossbred steer had higher crude protein digestibility ($P<0.05$) than Wagyu crossbred steer at the period of 500 kg BW.

The experiment 3; The study on some physical and chemical aspects of meat quality and fatty acid content for beef in Charolais crossbred steer. The results of nutritive values for *Longissimus dorsi* (LD) muscle of experimental Charolais crossbred steer were found that chemical composition of LD muscles with ageing periods at 7 day contained moisture (67.89%), dry matter (32.11%), organic matter (98.89%), crude protein (21.52%), ether extract (9.28%) and ash (1.11%), including values of pH 5.47, beef temperature of 12.28 degree celcius, and meat colour of L^* 42.60, a^* 19.47 and b^* 16.72. The results of the influence of ageing periods on meat tenderness, collagen solubility, troponin-T degradations, fatty acid content and lipid oxidation of beef from Charolais crossbred steer were found, as mentioned in the following. Ageing period had no effect on purge loss, and cooking loss while shear force value at 21 days of ageing was significantly lower than that of ageing period at 7 and 14 days ($P<0.01$). The ageing period did not affect collagen solubility in the present study ($P>0.05$). The content of troponin T (37 kDa) at 7 days of ageing tend to be higher than that of 21 days while the degradation product (30 kDa) was the highest at 21 days of ageing ($P<0.01$). The ageing period did not affect the content of main fatty acids in beef used for the current study ($P>0.05$), except for Palmitoleic acid (C16:1) and Linoleic acid (C18:2n6c). As ageing period increased, the content of C16:1 was elevated ($P<0.01$) to 2.29%, 4.57% and 4.70% at ageing period of 7, 14 and 21 days, respectively, while the content of C18:2n6c was depressed ($P<0.01$) to 3.04%, 0.69% and 0.82% at 7, 14 and 21 days ageing period, respectively. For lipid oxidation results of beef with ageing periods of 7 and 14 days by using 2 techniques of 2-Thiobarbituric Acid Reaction Substances (TBARs), and measurements of Tetradecanal, Pentadecanal and Hexadecanal by the use of gas chromatography with Mass Selective Detector (GCMS), the results have demonstrated that when ageing period increased, the TBARs values were increased ($P<0.01$) to 0.06% and 0.69% for 7 and 14 days ageing period, respectively, whereas there was no effect of ageing period on contents of Tetradecanal, Pentadecanal and Hexadecanal in beef ($P>0.05$).

The conclusion of the present study could be that using pineapple by-products from pineapple factory as a roughage source diet and co-products of pineapple as feed for quality beef cattle resulted in 1) Wagyu crossbred beef cattle having higher marbling score and higher return when compared with Charolais crossbred beef cattle, 2) higher growth rate and crude protein digestibility, but lower total feed cost and feed cost per gain in Charolais crossbred beef cattle, whereas higher fat digestibility found in Wagyu crossbred beef cattle, including no any adverse effects on gross rumen morphology and villous morphology of small intestine in Charolais crossbred beef cattle, and 3) for Charolais crossbred beef, there were no effect of beef ageing period on purge loss, cooking loss for beef and content of main fatty acids in beef, but results in lower shear force value and higher lipid oxidation as TBARs value increased. Therefore, from this research, the innovation of rearing quality beef cattle system by feeding pineapple by-products (peel and rhizome) from pineapple processing factory as roughage source diet and co-products of pineapple (starch) from a factory producing bromelain enzyme extraction from pineapple as a main ingredient in a concentrate diet shows that no affecting to production performance, nutrient digestion, carcass and meat quality of beef cattle as well as resulting in the identity of quality beef with a bright color and high fat content of meat.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “การศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลร่วมของสับปะรดในสูตรอาหาร : กรณีศึกษา สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด” เป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการวิจัย “การขยายโอกาสธุรกิจเนื้อโคไทย” ได้รับเงินสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561-2562 ฝ่ายเกษตร โดยมี รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล เป็นผู้ประสานงานชุดโครงการ ซึ่งคณะผู้วิจัยขอขอบคุณผู้ประสานงานชุดโครงการและคณะทำงานที่ให้คำแนะนำ และช่วยสนับสนุนการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณคุณวิบูลย์ ไวยสุระสิงห์ เจ้าของสุระสิงห์ฟาร์ม อ.บ้านค่าย จ.ระยอง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ โคเนื้อ ทดลอง อาหารทดลอง งบประมาณ และสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ในการทดลอง

ขอขอบคุณสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด คุณสิทธิพร บุรณันท์ และเจ้าหน้าที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูล กระบวนการฆ่าและตัดแต่งซาก และผลตอบแทนจากการรับซื้อซากโคทดลอง ตลอดจนการเก็บตัวอย่างเนื้อ

ขอขอบคุณนักศึกษาระดับปริญญาตรีและบัณฑิตศึกษา หลักสูตรสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นางสาวจิราวรรณ ชนังศรี นายอัชสิทธิ์ รัตนจรัสโรจน์ นางสาวเกวลี เตื่อโพธิ์ นางสาวจันทมนิ เชื้อทอง นางสาวนุชนารถ กาญจนสมบัติ นางสาวสุธินี สมบัติเจริญ และนางสาวรัชมี นามภักดี

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร และภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การสนับสนุนด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ และสถานที่ ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพอาหารสัตว์และคุณภาพเนื้อสัตว์ทดลอง

สุดท้ายขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนทุนในการศึกษาวิจัยนี้

คณะผู้วิจัย

กันยายน 2562

บทที่ 1

บทนำ

ปัญหาและความสำคัญของปัญหา

สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด เป็นสหกรณ์ที่จัดตั้งในปี 2553 เป็นต้นแบบธุรกิจแบบ Demand Driven โดยมุ่งเน้นการจัดการตลอดห่วงโซ่อุปทานทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยมีความโดดเด่นด้วยการสร้างคุณค่า และมูลค่าเพิ่มจากการบริการอาหาร สร้างอุปสงค์ในตลาดเฉพาะ มีการประยุกต์ใช้นวัตกรรมด้านเนื้อโค และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ นวัตกรรมบริการร้านอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าแก่ชิ้นส่วนหลัก และชิ้นส่วนรองได้สูง ซึ่งตอบสนองความต้องการผู้บริโภคตามสภาวะเศรษฐกิจ และสังคม ปัจจุบันสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจัดตั้งขึ้นเป็นเวลา 7 ปีแต่นับว่าเป็นสหกรณ์ที่ผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพมากเป็นอันดับสองของประเทศ ในปี 2558 มีส่วนแบ่งตลาดโคขุนคุณภาพ ประมาณ 2,000 ตัว โดยผลการดำเนินการธุรกิจของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ ในช่วงปี 2554 – 2558 มีมูลค่าธุรกิจเฉลี่ย 92.8 ล้านบาท ข้อมูลปัจจุบันของสหกรณ์ฯ พบว่าสุระสิงห์ฟาร์มเป็นสมาชิกรายใหญ่ของสหกรณ์ฯ ที่มีการส่งโคเข้าโรงฆ่าคิดเป็นร้อยละ 40 ของโคที่เข้าฆ่าทั้งหมดในกลุ่มสมาชิก และประมาณร้อยละ 53 ของโคขุนกลุ่มที่มีเนื้อคุณภาพสูงเป็นโคจากฟาร์มสุระสิงห์ จึงจัดได้ว่าฟาร์มสุระสิงห์เป็นฟาร์มโคขุนคุณภาพรายใหญ่ของประเทศที่มีการจัดการครบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีการจัดการด้านอาหารด้วยการใช้แหล่งอาหารหยาบเกือบทั้งหมด จากเศษเหลือของโรงงานแปรรูปสับปะรดและโรงงานสกัดเอนไซม์โบรมีเลนจากสับปะรด มีการเสริมอาหารหยาบอื่นๆ เช่น หญ้าเนเปียร์ ต้นข้าวโพด เป็นต้น เป็นต้นแบบสำหรับการนำทรัพยากรทางการเกษตรที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ถึงแม้ว่าการจัดการด้านอาหารสำหรับโคขุนในประเทศผู้เลี้ยงโคขุนคุณภาพที่สำคัญเช่นออสเตรเลียและนิวซีแลนด์จะเน้นการขุนโคด้วยหญ้าหรืออาหารหยาบที่มีคุณภาพสูงเป็นหลัก แต่สำหรับประเทศไทยเนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่และทรัพยากรโดยเฉพาะน้ำสำหรับการเพาะปลูกพืชอาหารสัตว์ จึงมักประสบปัญหาขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูการ วิธีการแก้ปัญหาทางหนึ่ง คือการเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปทางการเกษตร ที่ยังมีคุณภาพสูงมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบ ซึ่งนอกจากเรื่องคุณค่าทางโภชนาการที่ต้องพิจารณาเป็นหลักแล้ว ยังต้องพิจารณาถึงปริมาณที่ผลิตได้และราคาประกอบด้วย เพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืนในการใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบ

จากรายงานการศึกษาการใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโค สามารถใช้ได้ทั้งส่วนเปลือก หัว ต้น และใบสับปะรด ที่เหลือจากโรงงานแปรรูปสับปะรดและโรงงานสกัดเอนไซม์โบรมีเลน (Bromelain) จากสับปะรด ซึ่ง ส่งผลให้โคขุนมีสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นและต้นทุนการผลิตต่ำกว่าการใช้เศษเหลือทางการเกษตรอื่นๆ เช่น ข้าวโพดหมัก หญ้าเนเปียร์หมัก เป็นต้น ทั้งนี้ น่าจะเป็นผลมาจากผลพลอยได้จากสับปะรดมีค่าพลังงานรวม คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (แป้งและน้ำตาล) เป็นองค์ประกอบอยู่ค่อนข้างสูง นอกจากนี้มีรายงานพบการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยเยื่ออาหาร ส่งผลให้การใช้ประโยชน์จากโภชนาการมีประสิทธิภาพสูงขึ้น รวมทั้งอาจส่งผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก จากข้อมูลซากโคที่เข้าฆ่าในช่วงกลางปี 2559 ถึง กลางปี 2560 พบว่าโคขุนคุณภาพสูงจากฟาร์มสุระสิงห์ที่เลี้ยงด้วยผลพลอยร่วมของสับปะรด (Pineapple co-products) มีคะแนนไขมันแทรก (Marbling score) เฉลี่ย สูงกว่าโคขุนคุณภาพสูงจากฟาร์มสมาชิกอื่นๆ ของสหกรณ์ฯ ทั้งโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ (Charolais) และโคขุนลูกผสมวากิว (Wagyu) ซึ่งโคในกลุ่มสมาชิกสหกรณ์ฯ (มีระดับสายเลือดของพันธุ์ใกล้เคียงกัน) จึงมีความเป็นไปได้ที่การใช้ผลพลอยร่วมของสับปะรดในอาหาร ช่วยเพิ่มศักยภาพการผลิตของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ และโคขุนลูกผสมวากิว ซึ่งโคลูกผสมวากิวเป็นสายพันธุ์ที่มีมูลค่าเพิ่มของเนื้อสูงกว่าสายพันธุ์ชาโรเลส์ มีโอกาสสร้างผลตอบแทนได้สูงกว่า นอกจากนี้จากการศึกษาก่อนหน้านี้พบว่าเนื้อโคขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากสับปะรดมีเนื้อสีสว่างขึ้นและมีความนุ่มมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับคุณภาพเนื้อของโคขุนจากสุระสิงห์ฟาร์ม นับเป็นอัตลักษณ์ที่สำคัญของ

เนื้อโคขุนที่เลี้ยงด้วยผลิตร่วมของสับปะรด แต่อย่างไรก็ตามยังขาดการศึกษาวิจัยเชิงลึกเกี่ยวกับคุณภาพเนื้อโคขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้และ/หรือผลิตร่วมจากสับปะรด ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้กระทำให้ขึ้นเพื่อศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตร่วมของสับปะรดในสูตรอาหารสำหรับเลี้ยงโคขุนลูกผสมชาโรเลส์และโคขุนลูกผสมวากิว โดยจะทำการศึกษาด้านสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนา ต้นทุนอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของการเลี้ยงโคขุนคุณภาพสูง

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรดคือ เปลือกและเหง้าสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลิตร่วมของสับปะรด คือ แป้งที่ได้จากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมิเลน ในสูตรอาหารขึ้น สำหรับเลี้ยงโคขุนคุณภาพต่อลักษณะด้านต่างๆ ดังนี้
 - 1.1 สมรรถภาพการผลิต การใช้ประโยชน์ของโภชนา ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซากของโคขุนต่างสายพันธุ์
 - 1.2 ลักษณะกระเพาะรูเมน และลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคขุนต่างสายพันธุ์
2. เพื่อศึกษาพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์ฯ ย้อนหลัง 5 ปี

ระยะเวลาและสถานที่ในการดำเนินการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

18 เดือน จากวันที่ 1 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560 ถึง 30 เมษายน พ.ศ. 2562

สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

- 1) สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม
- 2) สุระสิงห์ฟาร์ม อ.บ้านค่าย จ.ระยอง
- 3) โรงฆ่าโคมาตรฐาน ประกอบบิฟ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี
- 4) คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
- 5) คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อจำกัด

ความเป็นมาและความสำคัญของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด (2559) รายงานว่าสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ทำการก่อตั้งโดยจดทะเบียนเมื่อวันที่ 23 ธันวาคม 2553 เป็นต้นแบบธุรกิจแบบ Demand Driven โดยมุ่งเน้นการจัดการตลอดห่วงโซ่อุปทานทั้งต้นน้ำ กลางน้ำ และปลายน้ำ โดยมีความโดดเด่นด้วยการสร้างคุณค่า และมูลค่าเพิ่มจากบริการอาหาร สร้างอุปสงค์ในตลาดเฉพาะมีการประยุกต์ใช้นวัตกรรมด้านเนื้อโค เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ และนวัตกรรมบริการร้านอาหารเพื่อเพิ่มคุณค่า และมูลค่าแก่ชิ้นส่วนหลักและรองได้สูง และตอบสนองความต้องการผู้บริโภคตามภาวะเศรษฐกิจ และสังคมปัจจุบัน จวบจนสิ้นปี 2558 มีสมาชิกทั้งสิ้น 91 ราย มีพื้นที่การดำเนินงานทั่วราชอาณาจักร สมาชิกสหกรณ์ฯ มี 2 กลุ่ม คือสมาชิกที่เป็นบุคคล และนิติบุคคล (ตัวแทนจากสหกรณ์/ชุมนุมสหกรณ์)

จุดเด่นของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ มีดังนี้

- 1) ต้นแบบธุรกิจโคเนื้อที่เป็น Demand driver business model ที่มีการผลิตตลอดห่วงโซ่อุปทานไปจนถึงผู้บริโภค (Butcher shop และร้านอาหาร)
- 2) มีการใช้นวัตกรรมเพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าของสินค้า
- 3) มีต้นแบบการบริหารจัดการการเลี้ยงโคขุนคุณภาพอย่างเป็นธุรกิจ ระบุธรรม โดยเฉพาะสุระสิงห์ฟาร์ม
- 4) มีต้นแบบบริหารจัดการเครือข่ายการเลี้ยงโคต้นน้ำและกลางน้ำที่ประสบความสำเร็จ ของสหกรณ์โคเนื้อปางศิลาทอง
- 5) มีการนำเอาผลพลอยได้ทางการเกษตรจากโรงงานแปรรูปสับประรดในพื้นที่มาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบในการเลี้ยงโคขุนอย่างเป็นรูปธรรม
- 6) มีโอกาสที่จะนำเอาระบบตรวจสอบย้อนกลับ (Traceability) มาใช้ได้อย่างสมบูรณ์แบบ
 - มีการผลิตโคต้นน้ำ
 - มีโรงฆ่าและโรงตัดแต่ง
 - มี Butcher shop
- 7) มีการดำเนินนโยบายทำตลาดเชิงรุก ขยายฐานการตลาดไปสู่ตลาดเนื้อโคที่มีความต้องการสูงของประเทศ (ตลาดระดับกลาง) เพื่อรักษาตลาดเนื้อโคภายในประเทศจากการรุกเข้าของเนื้อโคนำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย
- 8) มีนโยบายของการสร้างแบรนด์เนื้อโคขุนคุณภาพที่มีอัตลักษณ์ด้านเนื้อที่ดีต่อสุขภาพ (Healthy beef)

ข้อมูลเกี่ยวกับสุระสิงห์ฟาร์ม

สุระสิงห์ฟาร์มเป็นสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ที่มีการนำเอาผลพลอยได้และ/หรือผลิตผลร่วมของสับประรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับประรด คือ โรงงานผลิตสับประรดกระป๋อง และ โรงงานผลิตเอนไซม์ไบโมีเลน มาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบและใช้ในสูตรอาหารสำหรับขุนโคซึ่งสุระสิงห์ฟาร์มถือเป็นสมาชิกรายใหญ่ของสหกรณ์ฯ ที่มีการส่งโคเข้าโรงฆ่าของสหกรณ์ฯ คิดเป็นร้อยละ 40 ของโคที่เข้าฆ่าทั้งหมด และคิดเป็นประมาณร้อยละ 53 ของโคขุนลูกผสมสายพันธุ์คุณภาพเนื้อสูง

จากการรวบรวมข้อมูลของโคจากสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ที่ส่งเข้าฆ่า ในช่วงเวลาประมาณ 1 ปี คือ กลางปี 2559 ถึง กลางปี 2560 โดยคัดเลือกรายการโคที่เข้าฆ่าเฉพาะที่เป็นโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ และโคเนื้อลูกผสมวากิว พบว่ามีจำนวนโคทั้งหมด 1,399 ตัว แบ่งเป็นโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ จำนวน 1,365 ตัว (เพศผู้ 1,121 ตัว และเพศเมีย 244 ตัว) และโคเนื้อลูกผสมวากิว จำนวน 34 ตัว เมื่อจำแนกตามกลุ่มฟาร์มที่ส่งโคเข้าฆ่า พบว่า 740 ตัว เป็นโคจากฟาร์มสุระสิงห์ และ 645 ตัว เป็นโคจากฟาร์มอื่นๆ ที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า

1) โคจากฟาร์มสุระสิงห์มีคะแนนไขมันแทรก (Marbling score) เฉลี่ย สูงกว่าโคจากฟาร์มอื่นๆ ทั้งโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้และเพศเมีย และโคเนื้อลูกผสมวากิว โดยทั้งสุระสิงห์ฟาร์มและฟาร์มอื่นๆ ผลิตโคเนื้อลูกผสมวากิวที่มีคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ แต่อย่างไรก็ตามโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้และเพศเมียในฟาร์มสุระสิงห์มีคะแนนไขมันแทรกไม่แตกต่างกัน (2.14 ± 0.84 และ 2.06 ± 0.81 ตามลำดับ) ในขณะที่โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศเมียจากฟาร์มอื่นๆ (1.74 ± 0.78) มีคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ (1.49 ± 0.69)

2) น้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ยและคุณภาพซาก (น้ำหนักซากสด, % ซากเย็น, % ซากสดและน้ำหนักซากรวม) ของโคจากฟาร์มสุระสิงห์ไม่มีความต่างกันระหว่างโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้และเพศเมีย ตรงข้ามกับโคจากฟาร์มอื่นๆ ที่โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศเมียมีน้ำหนักมีชีวิตและคุณภาพซากที่ดีกว่าเพศผู้ แต่อย่างไรก็ตามโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ไม่มีความแตกต่างของน้ำหนักมีชีวิตและคุณภาพซากกับโคเนื้อลูกผสมวากิวทั้งในฟาร์มสุระสิงห์และฟาร์มอื่นๆ และเมื่อเทียบเฉพาะโคเนื้อลูกผสมวากิวระหว่างสุระสิงห์ฟาร์มกับฟาร์มอื่นๆ พบว่าน้ำหนักมีชีวิตเฉลี่ยและคุณภาพซากไม่แตกต่างกัน โดยโคเนื้อลูกผสมวากิวจากสุระสิงห์ฟาร์มมีค่าน้อยกว่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลของโคจากฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ดังกล่าวข้างต้น ปัจจัยที่น่าจะส่งผลกระทบทำให้ไขมันแทรก คุณภาพซากของโค และรายได้ของฟาร์ม ระหว่างฟาร์มสุระสิงห์และฟาร์มอื่นๆ แตกต่างกัน น่าจะมีอิทธิพลหลักมาจากสายพันธุ์หรือระดับเลือดของโคลูกผสม และอาหารที่ใช้ในแต่ละฟาร์ม (Ana et al., 2013) รวมไปถึงปัจจัยเสริมอื่นๆ เช่น สภาพและวิธีการเลี้ยง สภาวะแวดล้อม เป็นต้น โดยระดับสายพันธุ์ของโคในฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อใกล้เคียงกัน การจัดการด้านอาหารของฟาร์มสุระสิงห์ซึ่งมีการใช้ผลพลอยได้และ/หรือผลิตผลร่วมของสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับปะรดเป็นหลัก จึงน่าจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้โคเนื้อที่เลี้ยงในฟาร์มแสดงสมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของสายพันธุ์ออกมาได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้การผลิตโคเนื้อลูกผสมวากิวมีแนวโน้มว่าจะมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาวิจัยเกี่ยวกับผลของการใช้ผลิตผลร่วมของสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับปะรดต่อสมรรถภาพการผลิต การใช้ประโยชน์ของโภชนาคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ ตลอดจนผลตอบแทนจากการเลี้ยงโคขุนคุณภาพ เพื่อเกษตรกรสามารถนำข้อมูลไปใช้ประกอบการตัดสินใจและวางแผนในการดำเนินธุรกิจการเลี้ยงโคเนื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะก่อให้เกิดความยั่งยืนของอาชีพการเลี้ยงโคเนื้อต่อไป

พันธุ์โคเนื้อคุณภาพที่สำคัญ

1. โคพันธุ์ชาโรเลส์; โคพันธุ์ชาโรเลส์มีถิ่นกำเนิดที่ประเทศฝรั่งเศส จัดว่าเป็นโคเนื้อที่มีขนาดใหญ่ เพศผู้โตเต็มที่มีน้ำหนักตัว 1,000-1,200 กิโลกรัม เพศเมีย 800-850 กิโลกรัม แม่โคให้ลูกที่มีน้ำหนักแรกเกิดสูง 45 กิโลกรัม และน้ำหนักตัวเมื่อหย่านมสูง 270-300 กิโลกรัม มีการเจริญเติบโตเร็ว 1.0-1.2 กิโลกรัมต่อวัน เมื่ออายุได้ 15 เดือน บางตัวมีน้ำหนักถึง 500 กิโลกรัม โคพันธุ์ชาโรเลส์ มีลักษณะทั่วไปลำตัวมีสีขาวถึงสีครีม อาจมีผิวหนังสีแดงโดยเฉพาะบริเวณรอบจมูก ตา และใต้ท้อง รูปร่างยาวเพรียว มีขาสั้น ลำตัวลึก มีเปอร์เซ็นต์ซากสูง คุณภาพซากดีมาก เนื้อมีคุณภาพดี นิยมนำมาผสมพันธุ์กับโคลูกผสมบราห์มัน เพื่อเลี้ยงเป็นโคขุน ส่วนใหญ่มีระดับเลือดของพันธุ์ชาโรเลส์ 50% จากรายงานของ Opatpatanakit and Sethakul (2010) ระบุว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ น้ำหนักตัว 623 กิโลกรัม มีซากอ่อนเฉลี่ยร้อยละ 58 เนื้อแดงเฉลี่ยร้อยละ 68 กระดูกเฉลี่ยร้อยละ 13.3 ไขมันเฉลี่ยร้อยละ 13.08 Sethakul et al. (2008) รายงานว่าโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่ผ่านการขุนด้วยอาหารข้นนานถึง 12-14 เดือนมีปริมาณไขมันสูงที่สุด (ร้อยละ 8.58) สูงกว่าเนื้อโคขุนบราห์มันที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากสับปะรด (ร้อยละ 2.87) โคขุนบราห์มันทั่วไป (ร้อยละ 1.83) และเนื้อโคพื้นเมืองน้อยที่สุด (ร้อยละ 0.77) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์มีค่าต่ำที่สุด (5.10 กก) ตามด้วยเนื้อโคขุนบราห์มันที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากสับปะรด (11.88 กก.) โคขุนบราห์มันทั่วไป (15.53 กก) และโคพื้นเมืองมากที่สุด (15.78 กก) นอกจากนี้ยังพบว่าเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์มีสีสว่าง ($L^* = 38.76$) ค่าสีแดง ($a^* = 21.49$) และค่าสีเหลือง ($b^* = 8.56$) มากที่สุดด้วย

2. โคพันธุ์วากิว หมายถึง โคเนื้อสายพันธุ์ญี่ปุ่น ซึ่งประกอบด้วย Japanese Black, Japanese Brow, Japanese Poll และ Japanese Shorthorn ซึ่งประชากรโคเนื้อกว่าร้อยละ 85 เป็น Japanese Black ประมาณร้อยละ 10 เป็น

Japanese Brow และ ประมาณร้อยละ 3 เป็น Japanese Shorthorn ส่วน Japanese Poll มีน้อยมาก เพียงร้อยละ 0.1 ดังนั้นเมื่อก้าวถึงโคพันธุ์วากิวโดยทั่วไปจะหมายถึง Japanese Black

โคพันธุ์วากิวเป็นโคที่มีต้นกำเนิดมาจากโคที่ใช้งานในด้านการเกษตร ดังนั้นจึงถูกคัดเลือกให้สรีระที่มีความทนทาน การคัดเลือกนี้ต้องการให้สัตว์นี้มีเซลล์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling) มาก เพื่อเป็นแหล่งที่พร้อมให้พลังงาน ในปลายศตวรรษที่ 18 จึงได้ปรับปรุงพันธุ์ในครั้งแรก โดยนำเข้าพ่อพันธุ์ Shorthorn และ Devon เพื่อนำมาปรับปรุงในด้านลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญ 2-3 ลักษณะ ต่อมาได้มีการนำพันธุ์โคเข้ามาอีก โดยรัฐบาล จังหวัด และบริษัท เช่น พันธุ์ Brown Swiss, Simmental, Ayrshire, Aberdeen Angus และโคเกาหลี่ซึ่งถูกนำไปใช้ในแต่ละจังหวัดหรือในแต่ละท้องถิ่นต่าง ๆ กัน ทำให้พันธุ์กรรมของโคยุโรปกระจายอยู่ในโคญี่ปุ่นแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่และการผสมพันธุ์ยังอยู่ในกลุ่มประชากรในพื้นที่เดียวกัน โควากิวจึงถูกคัดเลือกมาจากโคพื้นเมืองที่มีการผสมข้ามกับโคสายพันธุ์ยุโรป และได้เริ่มมีการคัดเลือกสายพันธุ์เฉพาะพื้นที่ในช่วงทศวรรษ 1910 ในปี 1919 รัฐบาลญี่ปุ่นได้เริ่มให้มีการปรับปรุงพันธุ์โคญี่ปุ่น โดยเริ่มการคัดเลือกพันธุ์และจดทะเบียนโค โดยพัฒนาพันธุ์ตามโปรแกรมการพัฒนาโคเนื้อสมัยใหม่ที่เป็นสายเลือดชิด ซึ่งเริ่มในปี 1950 โดยใช้โคที่มีอยู่เดิมในพื้นที่นั้นๆ และได้เริ่มมีการทดสอบลักษณะของลูก แต่การทดสอบลักษณะของลูกที่ทำในระดับประเทศ เริ่มในปี 1968 โดยมีการบันทึกผลการทดสอบลงในทะเบียนประวัติด้วย แต่การใช้ Breeding Value Evaluation เริ่มในปี 1990 และได้ดำเนินการพัฒนาพันธุ์โคอย่างต่อเนื่อง และเป็นระบบ โดย Wagyu Registry Association ดังนั้น โควากิวจึงมีลักษณะรูปร่างที่มีความแปรปรวนมากตามโคสายพันธุ์ยุโรปที่นำเข้ามาผสม สายพันธุ์หลักของโควากิว มีสีดำ ถูกจำแนกออกไปตามถิ่นกำเนิดตามภูมิภาคของญี่ปุ่น จุดเด่นของโคพันธุ์วากิว คือ มีไขมันแทรกสูง ไขมันมีองค์ประกอบที่นุ่ม โดยมีสัดส่วนของไขมันไม่อิ่มตัวสูง มีรสชาติดี เนื้อละเอียดกว่า ไม่มีไขมันหุ้มสันมากเกินไป หน้าตาดกกล้ามเนื้อสันใหญ่ ผลผลิตสูง คลอดง่าย ความสมบูรณ์พันธุ์สูง เชื่อง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้กว้าง เพศเมียถึงวัยเจริญพันธุ์เร็ว

การผลิตโคเนื้อญี่ปุ่นจากโควากิว ส่วนใหญ่จะเป็น Japanese Black ซึ่งเป็นที่รู้จักโดยทั่วไป คือ Kobe beef และ Matsusaka beef ซึ่งเป็นการผลิตโคเนื้อระบบการขุนที่เฉพาะเจาะจง จนเป็นที่รู้จักกันทั่วโลก โดยลูกโควากิวจะถูกเลี้ยงดูอย่างดี ตั้งแต่แรกเกิดจนถึงอายุ 8-10 เดือน น้ำหนักประมาณ 290 กก. แล้วจะนำออกขายในตลาดโดยระบบประมูลให้แก่ผู้ที่ต้องการนำไปขุนต่อ ในช่วงขุนจะใช้เวลาอีกประมาณ 20 เดือน โดยการขุนจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือช่วงแรกจะเร่งให้โตเร็ว จนอายุได้ 2 ปี จึงขุนให้โตช้าลงแต่เกิดไขมันแทรกสูง จนน้ำหนักสุดท้ายประมาณ 680 กิโลกรัม จึงส่งโรงฆ่า ราคาซากขึ้นอยู่กับคุณภาพตามระดับไขมันแทรกและสีของเนื้อ ซึ่งเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญ และการซื้อขายซากก็จะใช้ระบบประมูลเช่นกัน โดยเกรดคุณภาพสูงสุดคือ A5

จากการรายงานของ Gotoh et al. (2014) พบว่าค่าเฉลี่ยของซากโค Japanese Black และ Holstein ส่งฆ่าที่อายุ 26-30 เดือน มีค่าอยู่ที่ 725 กิโลกรัม และ 470 กิโลกรัม ตามลำดับ คุณภาพซากของโค Japanese Black ที่อายุ 26 เดือน มีค่า 47.7% muscle, 41.7% fat, และ 10.6% bone ซึ่งมีร้อยละของไขมันสูงกว่าสายพันธุ์ Belgian Blue, German Angus และ Holstein (Gotoh et al., 2009) ในระบบการขุนแบบ Conventional ของโคสายพันธุ์ Japanese Black (n=65) โดยค่าเฉลี่ยของ moisture, crude fat, และ crude protein ในกล้ามเนื้อส่วน *Longissimus thoracis* ของกระดูกสันหลังคู่ที่ 12 มีค่าเท่ากับ $47.1 \pm 5.8\%$, 38.4 ± 7.7 และ $13.9 \pm 19\%$ ตามลำดับ (National Livestock Breeding Center, unpublished, 2010) และพบว่าค่าเปอร์เซ็นต์ intramuscular fat ของโคสายพันธุ์ Japanese Black มีค่าสูงกว่าร้อยละ 30 (Horie et al., 2009; Albrecht et al., 2011) นอกจากนี้ Gotoh et al. (2014) ยังรายงานว่าโคสายพันธุ์ Japanese Black มีค่า Beef Marbling Standard (BMS) เฉลี่ยในปี 2011 อยู่ที่ 5.8

อาหารสำหรับโคขุน

แหล่งอาหารหยาบที่นิยมนำมาใช้ในระบบการผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้อง ได้แก่ หญ้าพืชอาหารสัตว์ ถั่วอาหารสัตว์ต่างๆ ผลพลอยได้ทางการเกษตร และเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับหญ้าและถั่วอาหารสัตว์ (2 กลุ่มแรก) เริ่มมีข้อจำกัดในการใช้มากขึ้น เพราะทั้งหญ้าอาหารสัตว์และถั่วอาหารสัตว์ต้องใช้พื้นที่สำหรับการเพาะปลูกที่มากพอ ในการผลิตอาหารหยาบได้เพียงพอต่อความต้องการของสัตว์ หรือหากมีพื้นที่ที่จำกัดผู้ผลิตเองต้องมีการวางแผนเพื่อการใช้พื้นที่อย่างเต็มประสิทธิภาพเพื่อให้ได้อาหารหยาบที่เพียงพอเช่นกัน ปัจจุบันผู้ผลิตสัตว์เคี้ยวเอื้องจึงได้หันมาให้ความสำคัญต่อการนำใช้ผลพลอยได้และ/

หรือผลิตผลร่วมจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้มาเป็นแหล่งอาหารหยาบและ/หรือผสมในอาหารชั้นสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้องมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศที่มีผลไม้หลากหลายชนิดและมีปริมาณมากเพียงพอ

จากการวิเคราะห์พื้นที่ประเทศไทยของกรมพัฒนาที่ดิน โดยใช้ข้อมูลจากดาวเทียม Landsat-5 ระบบ TM ร่วมกับการตรวจสอบภาคสนาม พบว่า มีพื้นที่ในการปลูกสับปะรดครอบคลุม 21 จังหวัดทั่วประเทศ รวมพื้นที่ในการปลูกสับปะรดทั้งสิ้น 902,178 ไร่ ภาคตะวันออกครอบคลุม 5 จังหวัด ได้แก่ ระยอง ชลบุรี ตราด ฉะเชิงเทรา และจันทบุรี ถือได้ว่าเป็นแหล่งผลิตสับปะรดรายใหญ่ภูมิภาคหนึ่งของประเทศ โดยมีอัตราการผลิตรวมคิดเป็นร้อยละ 35.43 ของการผลิตทั้งหมดในประเทศไทย มีพื้นที่ในการปลูกรวม 319,702 ไร่ โดยมีจังหวัดระยองเป็นผู้ผลิตรายใหญ่ มีพื้นที่ในการปลูกรวม 184,781 ไร่ มีผลผลิตต่อปี 1,241,458.40 ตัน พันธุ์สับปะรดที่นิยมปลูก คือ ปัตตาเวีย และตราดสีทอง (กรมพัฒนาที่ดิน, 2549)

สับปะรดเป็นผลไม้เขตร้อนที่มีคุณสมบัติที่น่าสนใจและมีคุณค่าทางโภชนาการที่มีความเฉพาะตัว ซึ่งถือได้ว่าเป็นแหล่งของวิตามินบี วิตามินซี folate และ pantothenic acid (ดังตารางที่ 2. นอกจากนั้นยังเป็นแหล่งของแร่ธาตุที่สำคัญอีกหลายชนิด เช่น แคลเซียม (Ca), ฟอสฟอรัส (P), เหล็ก (I), แมกนีเซียม (Mn) และ ทองแดง (Cu) ที่ติดอีกด้วย สับปะรดจึงถูกจัดให้เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพ (Romallo et al., 2012) วิตามินและแร่ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในสับปะรดมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) โดยเฉพาะวิตามิน C และ Cu ที่สามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคต่างๆ มากมาย เช่น โรคหัวใจ หลอดเลือดแข็งตัว และมะเร็ง เป็นต้น (Devakate et al., 2009; บุหรณ์, 2556) จากตารางที่ 1A แสดงองค์ประกอบของวิตามินและแร่ธาตุที่สำคัญที่พบในสับปะรด

ตารางที่ 2.1 ปริมาณโภชนะ แร่ธาตุ และวิตามิน ที่พบในสับปะรด 100 กรัม

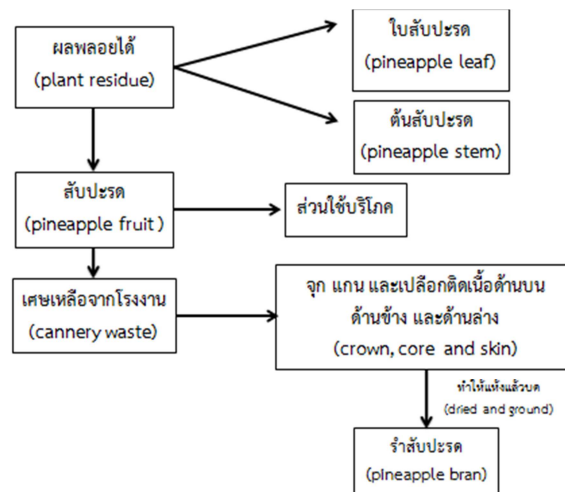
Item	Amount	Item	Amount
Nutrient		Vitamin	
Energy	52 calories	Vitamin A	130 I.U
Dietary fibre	1.40 g	Vitamin B 1	0.079 mg
Carbohydrate	13.7 g	Vitamin B 2	0.031 mg
Protein	0.54 g	Vitamin B 3	0.489 mg
Mineral		Vitamin B 6	0.110 mg
Iron	0.28 mg	Vitamin C	24 mg
Magnesium	12 mg		
Calcium	16 mg		
Potassium	150 mg		
Phosphorus	11 mg		
Zinc	0.10 mg		

ที่มา: Hossain et al. (2015)

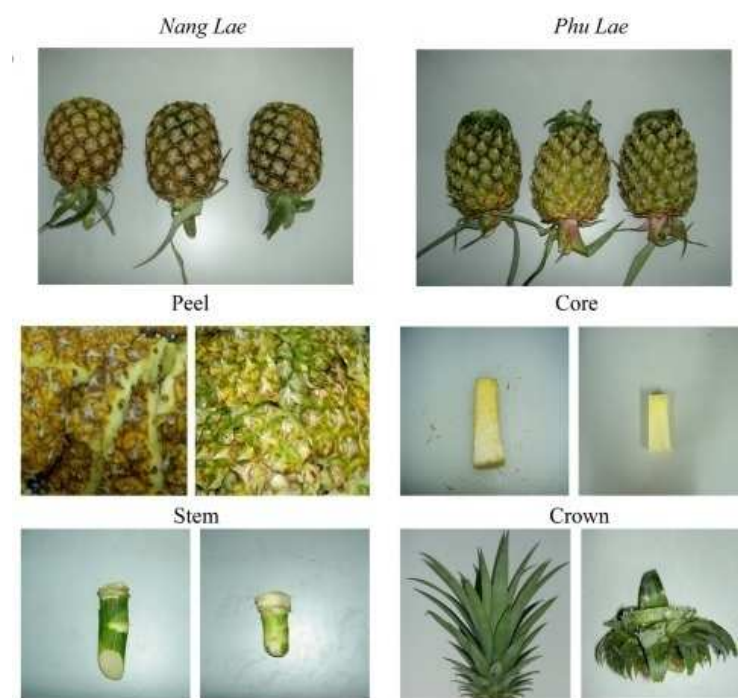
ผลพลอยได้จากโรงงานผลิตสับปะรดแปรรูป

สับปะรดนำมาใช้เป็นวัตถุดิบป้อนเข้าสู่อุตสาหกรรมสับปะรดแปรรูป เช่น น้ำสับปะรด สับปะรดกระป๋อง แยมสับปะรด เป็นต้น อุตสาหกรรมสับปะรดแปรรูปต่างๆ เหล่านี้สามารถทำรายได้ให้กับประเทศไทยมากกว่าปีละหลายหมื่นล้านบาท และประเทศไทยเป็นประเทศที่มีการส่งออกสับปะรดกระป๋องเป็นอันดับ 1 ของโลก มีส่วนแบ่งการตลาดคิดเป็นร้อยละ 45-50 ในส่วนของเศษเหลือของสับปะรดจากโรงงานผลิตสับปะรดแปรรูปสามารถนำมาใช้ในการผลิตปุ๋ยสัตว์ได้เป็นอย่างดี โดยผลพลอยได้ต่างๆ เหล่านี้จะมียุทธศาสตร์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกันไปและเรียกแตกต่างกันไป เช่น เปลือกสับปะรดหรือกากสับปะรดประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ เปลือกด้านข้าง ส่วนหัว ส่วนล่าง ไส้ (แกนกลาง) และเศษเนื้อ (ภาพที่ 2.1 และ ภาพที่ 2.2) อาจจะมีส่วนใดส่วนหนึ่ง

มากขึ้นแล้วแต่โรงงานผู้ผลิต ผลพลอยได้ที่ได้จากการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ เหล่านี้ สามารถแยกเป็นส่วนที่เป็นเปลือกและแกน คิดเป็นร้อยละ 25-35 ของผลสับปะรดทั้งหมด (Larrauri et al, 1997) จากรายงานของงานวิจัยก่อนหน้านี้ พบว่าผลพลอยได้ของ สับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมมีเยื่อใย (dietary fiber) สูงถึงร้อยละ 75.8 ซึ่งมีส่วนที่เป็น water-insoluble fiber rich fraction (WIFF) ร้อยละ 42 ของเยื่อใยทั้งหมด WIFF มีลักษณะพิเศษที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของลำไส้ (Fung et al, 2010; Zhuang et al, 2012) ปัจจุบันนักวิจัยได้หันมาให้ความสำคัญในความสัมพันธ์ของอาหารเยื่อใย โดยการเสริม WIFF ช่วยเพิ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Microflora) มากขึ้น (Huang et al., 2014) ช่วยการปรับสมดุลของลำไส้ด้วยอาหารเยื่อใยนั้น สามารถช่วยกระตุ้นการทำงานของ Micro villi ที่ผนังของลำไส้ และเพิ่มความหลากหลายของ Micro flora จึงช่วยลดปริมาณของ เชื้อที่ก่อโรคลงได้ (Rodriguez-Cabezas et al., 2010)



ภาพที่ 2.1 แสดงผลพลอยได้จากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง (ที่มา: จินดา, 2547)



ภาพที่ 2.2 แสดงลักษณะของผลสับปะรดและผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรด (ที่มา: Ketnawa et al., 2012)

ส่วนประกอบทางเคมีที่ได้จากผลพลอยได้ของสับปะรดหรือเปลือกสับปะรดมีค่าแตกต่างกัน โดยทั่วไปเปลือกสับปะรดสดจากโรงงานทำสับปะรดกระป๋องจะมีปริมาณน้ำอยู่สูง มีค่า pH อยู่ระหว่าง 3.2-3.4 ซึ่งถ้าหากนำเอาส่วนนี้ไปทำอาหารหมักจะช่วยให้กระบวนการหมักเกิดขึ้นได้เร็วยิ่งขึ้น (Perez et al., 1996) มีเยื่อใยที่ละลายได้ (Total digestibility net; TDN) ประมาณร้อยละ 65-74 ปริมาณน้ำตาลที่พบส่วนใหญ่เป็นพวกซูโครส (70%) กลูโคส (20%) และฟรุคโตส (10%) ถือว่าเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สัตว์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย (Muller, 1978) แต่จะมีโปรตีน แร่ธาตุ และวิตามินอีต่ำ (Muller, 1974) จากตารางที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบทางเคมีของส่วนต่างๆ ของผลพลอยได้จากโรงงานผลิตแปรรูปสับปะรดที่ได้มีการวิเคราะห์ไว้ก่อนหน้านี้

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบส่วนประกอบทางเคมีผลพลอยได้และเปลือกสับปะรด (%ของวัตถุดิบ)

ชนิดพืช	วัตถุดิบ	โปรตีน	NDF	ADF	ลิกนิน	แหล่งที่มา
เปลือกสับปะรด	10.83	6.00	57.32	27.54	2.89	จินดาและปรัชญา(2542)
ลูกสับปะรด	19.26	7.50	50.57	25.87	2.67	จินดาและปรัชญา(2542)
ลูกสับปะรด	20.16	10.19	56.38	31.58	-	ปรัชญาและคณะ (2544)
ต้นและใบสับปะรด	16.67	6.30	53.90	30.80	3.54	ปรัชญาและคณะ (2542)
ใบสับปะรด	18.91	6.59	39.44	24.25	3.10	ปรัชญาและคณะ (2541)

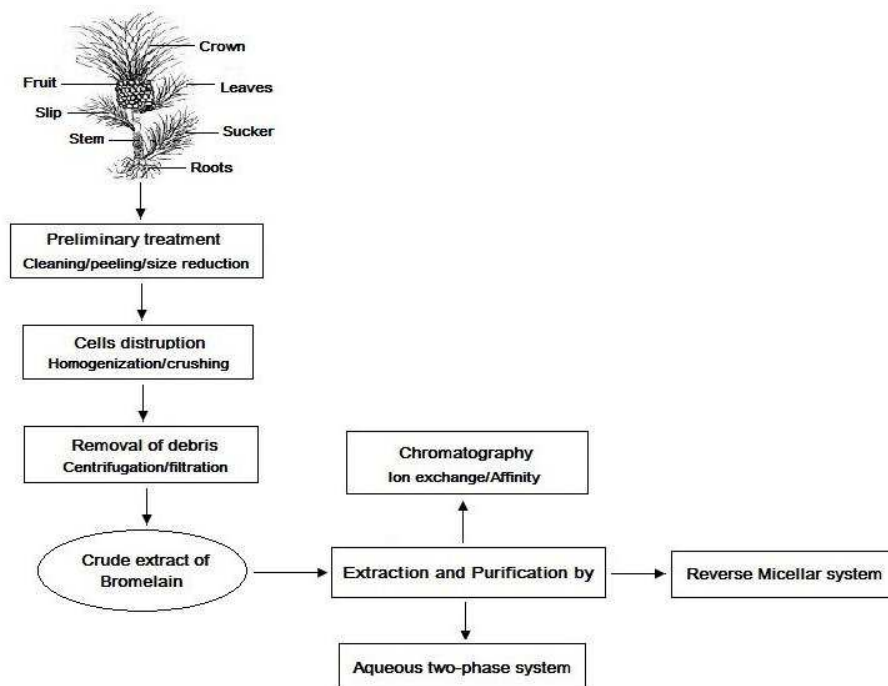
แหล่งเยื่อใยที่ได้จากผักและผลไม้เป็นอีกแหล่งที่สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งอาหารเยื่อใยในการเลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นแหล่งเยื่อใยที่มีความน่าสนใจ คือ ยังคงมีปริมาณของเยื่อใยที่สูงอยู่และมีส่วนประกอบของสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยในเรื่องของสุขภาพได้อีกด้วย (Deng et al., 2011; Martineze et al. 2012)

ผลิตผลร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอนไซม์โบรมีเลน

นอกจากสับปะรดแปรรูป เช่น สับปะรดกระป๋อง น้ำสับปะรด แยมสับปะรด ฯลฯ แล้ว ประเทศไทยยังจัดเป็นประเทศผู้ผลิตและส่งออกโบรมีเลนรายใหญ่ของโลก โดยสามารถผลิตได้ปริมาณมากกว่า 120 ตัน/ปี ซึ่งคิดเป็นมูลค่ากว่า 200 ล้านบาท ส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศทั้งหมด ประเทศที่มีการสั่งซื้อโบรมีเลนที่สำคัญจากประเทศไทย ได้แก่ สวิตเซอร์แลนด์ อิตาลี เยอรมัน และ สหรัฐอเมริกา (ยุทธพงศ์ และ วชิรา, 2538) เนื่องจากประเทศไทยมีการผลิตสับปะรดมากทำให้ผู้ประกอบการในการผลิตโบรมีเลนมาลงทุนสร้างโรงงาน จำนวน 2 แห่ง คือ บริษัท เกรทฟู้ด (ไบโอเคม) จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ในจังหวัดสมุทรสาคร และบริษัทหงษ์มาว “ไบโอเคมคอล” จำกัด ตั้งอยู่ในจังหวัดระยอง โดยที่ผ่านมาจะเห็นได้ว่าลำต้นสับปะรดจัดเป็นส่วนเหลือทิ้งที่ไม่มีราคา เกษตรกรจะต้องซัดขึ้นมาเพื่อนำไปทิ้งภายหลังจากที่เก็บเกี่ยวผลผลิตไปแล้ว 2-3 ครั้ง เพื่อทำการปลูกใหม่ แต่ในปัจจุบันลำต้นสับปะรดที่ปลูกเปลือกและทำความสะอาดเรียบร้อยแล้วสามารถขายได้ในราคากิโลกรัมละ 2 บาท โดยโรงงานผู้ผลิตโบรมีเลน และจากการผลิตโบรมีเลนจะได้ผลิตผลร่วมของสับปะรด เนื่องจากวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต คือ เหง้า ใบ และรากสับปะรดจะถูกสกัดเอาโบรมีเลน (ดังแสดงในภาพที่ 2.3) ผลิตผลร่วมที่ได้จะมีแบ่งเป็นองค์ประกอบหลัก จึงน่าจะเป็นแหล่งอาหารพลังงานที่ดีสำหรับสัตว์

ผลกระทบการใช้เอนไซม์โบรมีเลนต่อระบบทางเดินอาหารของสัตว์

ผลพลอยได้และ/หรือผลิตผลร่วมของสับปะรดจากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรดยังคงมีเอนไซม์ที่สำคัญคือ โบรมีเลน (Bromelain) และซิสทีนโปรตีเอส (Cysteine protease) โดยมีผลการศึกษาเกี่ยวกับเอนไซม์โบรมีเลนจำนวนมาก รายงานว่าโบรมีเลนเป็นเอนไซม์ที่มีสรรพคุณหลายด้าน โดยเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับทางด้านสุขภาพ คือ สรรพคุณช่วยการสมานของแผล สรรพคุณด้านการอักเสบ สรรพคุณด้านการเกิดท้องเสียและสรรพคุณช่วยในการทำงานของระบบทางเดินอาหาร (Ketnawa et al., 2012) จากรายงานของ Ketnawa et al. (2012) พบว่าในผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมสับปะรดส่วนของลูกสับปะรดมีสัดส่วนของเอนไซม์โบรมีเลนสูงที่สุด รองลงมาเป็นส่วนเปลือกสับปะรด แต่ปริมาณเปลือกมีปริมาณผลผลิตสูงกว่า จึงน่าจะเป็นแหล่งสำคัญของเอนไซม์โบรมีเลน



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพรวมของกระบวนการสกัดและการทำให้บริสุทธิ์ของสารโบรมีเลน (ที่มา: Zoya et al., 2016)

การศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดและ/หรือการใช้เอนไซม์โบรมีเลนในสัตว์มีคอนข้างจำกัด โดยส่วนใหญ่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดต่อสมรรถภาพการผลิตโดยเฉพาะในโค ซึ่งผลที่ได้เป็นไปในทางบวก คือ ช่วยเพิ่มสมรรถภาพการเจริญเติบโตของโค แต่อย่างไรก็ตามจากการตรวจสอบเอกสารพบว่า เอนไซม์โบรมีเลนเป็นส่วนประกอบที่สำคัญจากผลพลอยได้จากสับปะรด ที่มีส่วนช่วยเพิ่มสมรรถภาพการผลิตของโค ดังนั้น เอนไซม์โบรมีเลนมีคุณสมบัติในการย่อยสลายโปรตีน (Proteolytic activity) โดยมีคุณสมบัติที่สำคัญที่ต่างจากเอนไซม์ย่อยโปรตีนจากตับอ่อน คือ เอนไซม์โบรมีเลนสามารถทำงานในช่วงความเป็นกรดต่างที่กว้างกว่า (pH 4.5 – 9.8) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้กับผู้ป่วยรายที่มีภาวะพร่องเอนไซม์เปปซินและ/หรือทริปซิน ตลอดจนในรายที่มีภาวะพร่องเอนไซม์จากตับอ่อน (Roxas, 2008) การใช้เอนไซม์โบรมีเลนเพื่อการหมักในอาหารไก่ เนื้อพบว่าช่วยย่อยสลายโปรตีนที่ทำให้เกิดการแพ้ (Allergenic protein) ได้ และเมื่อนำไปเสริมในอาหารสำหรับไก่เนื้อพบว่าไม่มีผลกระทบในทางลบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อ (Li et al., 2014) และจากการศึกษาของ Chandler and Mynott (1998) พบว่าน่าจะสมารถนำเอนไซม์โบรมีเลนมาใช้ในการป้องกันโรคท้องเสียจากเชื้อ *E. coli* ชนิด enterotoxin (ETEC) ได้ เนื่องจากเอนไซม์โบรมีเลนสามารถยับยั้งตัวรับต่อ ETEC ของลูกสุกรได้ชั่วคราว ส่งผลให้ช่วยป้องกันการเกิดท้องเสียจาก ETEC ได้ ดังนั้น เอนไซม์โบรมีเลนในผลพลอยได้จากสับปะรดจึงน่าจะมีบทบาทสำคัญต่อการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบทางเดินอาหาร และการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนะ ซึ่งสามารถวัดผลได้จากสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก (Villous and crypt morphology) โดยสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zitnan et al. (2008) พบว่าขนาดของลำไส้เล็กและสัณฐานวิทยาของเยื่อลำไส้เล็กมีผลสำคัญต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตและการใช้อาหาร โดยเฉพาะลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum) ที่มีส่วนเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมและปริมาณโภชนะหรือสารอาหารที่ย่อยได้ แต่อย่างไรก็ตามจากการศึกษาของ Ketnawa et al. (2012) พบว่าสารสกัดหยาบจากผลพลอยได้จากสับปะรดส่วนต่างๆ มีค่าความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วงประมาณ 4.0 – 5.2 ซึ่งเป็นผลมาจากกรดซิตริกและมาลิกที่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ดังนั้นภาวะความเป็นกรดที่ต่ำนี้อาจส่งผลกระทบต่อความเป็นกรดต่างในกระเพาะรูเมนซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการหมักและการทำงานของกระเพาะรูเมน ดังนั้นสภาพลักษณะของกระเพาะรูเมนจึงช่วยบ่งถึงประสิทธิภาพในการดูดซึม Volatile fatty acids และ/หรือกรดแลคติก ดังรายงานของ Rezac (2013) ว่าการตรวจวัดลักษณะของกระเพาะรูเมนที่โรงฆ่าอาจจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมการผลิตโคขุน โดยเฉพาะสำหรับสัตวแพทย์ นักโภชนาการ และการจัดการด้านอาหาร

การใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดเป็นแหล่งอาหารสำหรับโค

การใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดต่อการให้ผลผลิตในโค

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการนำเอาผลพลอยได้จากโรงงานสับปะรดมาใช้เป็นแหล่งอาหารสัตว์กันมากขึ้น ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ศึกษาถึงการใช้ผลพลอยได้จากโรงงานสับปะรดเพื่อเป็นแหล่งอาหารโคเนื้อและโคนม ระยะแรกได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลายในโคนมโดยการใช้เปลือกสับปะรดเพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบทั้งให้กินในรูปแบบสดและแห้ง (เวชสิทธิ์ และคณะ, 2541; จินดา, 2547; สุขชาติ, 2553) ถ้าโคกินเปลือกสับปะรดสดอย่างเดียว โคจะสามารถกินได้วันละประมาณ 30-45 กิโลกรัม ขึ้นกับขนาดของโค และไม่ว่าจะใช้เสริมหรือใช้แทนหญ้า จำเป็นต้องเสริมวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารข้น ช่วยเพิ่มคุณค่าทางอาหารด้วย เพื่อให้สัตว์ได้รับโภชนาต่างๆ ครบตามความต้องการ เช่น ฟางข้าว เมล็ดฝ้าย กากยางพารา มันเส้น ปลาช่อน ข้าว ข้าวโพด ยอดอ้อย รำข้าว ข้าวโพดบด หรือใบกระถิน เป็นต้น วันละ 2-3 กิโลกรัม และควรเสริมแร่ธาตุโดยเฉพาะเกลือแกง โดยตั้งให้กินเป็นอิสระก็ได้ โคจะสามารถรักษาน้ำหนัก และเจริญเติบโตได้พอสมควร แต่ถ้าเลี้ยงโคในลักษณะขุน คือ ให้เพิ่มน้ำหนักร้อยละประมาณ 0.80-1.00 กิโลกรัมขึ้นไป การใช้อาหารเสริมโภชนาควรเป็นในรูปอาหารข้นที่มีคุณค่าทางอาหารสูง อาหารข้นควรพิจารณาใช้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่หาได้ง่ายในท้องถิ่นและมีราคาถูก (จินดา, 2547) และในอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย คือ ใช้เปลือกสับปะรดในรูปแบบการหมัก (สุวรรณกมล และคณะ, 2552; อัฒม์และคณะ, 2552; สุวรรณกมล, 2553; Suksathit, 2011) การหมักเปลือกสับปะรดเป็นการเก็บถนอมเปลือกสับปะรดซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกที่สุดสำหรับเกษตรกรรายย่อย เปลือกสับปะรดจะมีวัตถุแห้งต่ำมากประมาณร้อยละ 10-12 เป็นระดับที่ไม่เหมาะสมต่อการหมัก จึงต้องมีการเติมวัตถุดิบอาหารบางชนิดเพื่อเพิ่มวัตถุแห้งให้อยู่ที่ระดับร้อยละ 28-30 ซึ่งเป็นสภาพการหมักที่ดีและเพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารโดยเฉพาะโปรตีนและพลังงาน ควรเลือกใช้วัตถุดิบอาหารที่มีในท้องถิ่น หาได้ง่ายและราคาถูก เช่น มูลไก่ รำข้าว ข้าวโพด ยูเรีย กากน้ำตาล เป็นต้น (จินดาและคณะ, 2530; จินดา, 2547; สุวรรณกมล และคณะ, 2552; สุวรรณกมล, 2553) การใช้เปลือกสับปะรดสำหรับเลี้ยงโคจะให้ผลตอบแทนได้ดีขึ้นเมื่อให้ร่วมกับอาหารข้นและจะให้ผลดีขึ้นอีกเมื่อให้ในรูปแบบอาหารผสมสำเร็จ (Total Mixed Ration, TMR) โดยคำนวณคุณค่าทางโภชนาให้เพียงพอต่อความต้องการในการให้ผลผลิต โดยเฉพาะในโคนมที่กำลังให้น้ำนมสามารถให้ผลผลิตน้ำนมได้ดีกว่าการให้กินเปลือกสับปะรดแยกกับอาหารข้น ทั้งนี้เนื่องจากอาหารผสมสำเร็จเป็นอาหารที่นำอาหารหยาบและอาหารข้นมาผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสมและตรงตามความต้องการของโค เพื่อนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและให้ผลผลิต (จินดา, 2547) นอกจากนี้ ศิวพรและเมธา (2556) รายงานว่าการเสริมเปลือกสับปะรดร่วมกับฟางข้าวในสัดส่วน 90:10 เหมาะสมในการเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคนม โดยส่งผลต่อการย่อยได้ของเยื่อใยและนิเวศวิทยาในกระเพาะรูเมน

นอกจากเปลือกสับปะรดแล้วยังสามารถใช้ต้น เหง้า และใบสับปะรด เพื่อเป็นแหล่งอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนทดแทนแหล่งอาหารหยาบอื่นๆ ได้โดยไม่ทำให้ผลผลิตแตกต่างกัน (ปรัชญาและคณะ, 2542) นอกจากนี้การใช้เปลือกและเหง้าสับปะรดร่วมกับอาหารข้นในโคนมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าและใช้ระยะเวลาในการขุนสั้นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับอาหารข้นร่วมกับผลพลอยได้จากข้าวโพด (อัฒม์และคณะ, 2552) เนื่องจากผลพลอยได้จากสับปะรดหมักมีค่าพลังงานรวมและมีคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่ายจากพวกแป้งและน้ำตาลสูงกว่าผลพลอยได้จากข้าวโพดหมักโดยเฉพาะน้ำตาลเชิงเดี่ยว ได้แก่ กลูโคส ฟรุคโตส และซูโครส (Muller, 1974; 1978) รวมทั้งผลพลอยได้จากสับปะรดหมักมีค่าการย่อยได้สูงกว่าผลพลอยได้จากข้าวโพดหมัก จึงทำให้สัตว์ได้รับโภชนาเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในร่างกายได้มากกว่า ส่งผลต่อการให้ผลผลิตที่ดีกว่า อย่างไรก็ตามการใช้เหง้าสับปะรดในโคยังมีการศึกษาค่อนข้างน้อย จึงจำเป็นต้องศึกษาการนำเศษเหลือของสับปะรดและผลพลอยจากสับปะรดมาใช้เป็นแหล่งอาหารโคมากขึ้น

การใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดต่อคุณภาพซากโค

ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ผลพลอยได้จากสับปะรดต่อคุณภาพซากโค ยังมีรายงานการศึกษาที่น้อย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเบื้องต้นของ อัฒม์และคณะ (2552) พบว่าการใช้ผลพลอยได้จากสับปะรด (เปลือกและเหง้าสับปะรด) ร่วมกับอาหารข้นส่งผลให้ได้เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่าการใช้ผลพลอยได้จากข้าวโพดร่วมกับอาหารข้น โดยมีไขมันรวมต่ำกว่า จึงส่งผลให้สัดส่วนของเนื้อแดงรวมต่อไขมันรวมมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ใช้ผลพลอยได้จากข้าวโพดร่วมกับอาหารข้นในแม่โคนม ในขณะที่ สุขชาติ (2553) รายงานว่า น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า มีเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงและพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันของโคพื้นเมืองใต้ที่ได้รับเปลือกสับปะรดหมักมีค่าต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับโคพื้นเมืองใต้ที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้ง ทั้งนี้เนื่องจากโคพื้นเมืองใต้ที่ได้รับเปลือกสับปะรดหมักมีไขมันสูง

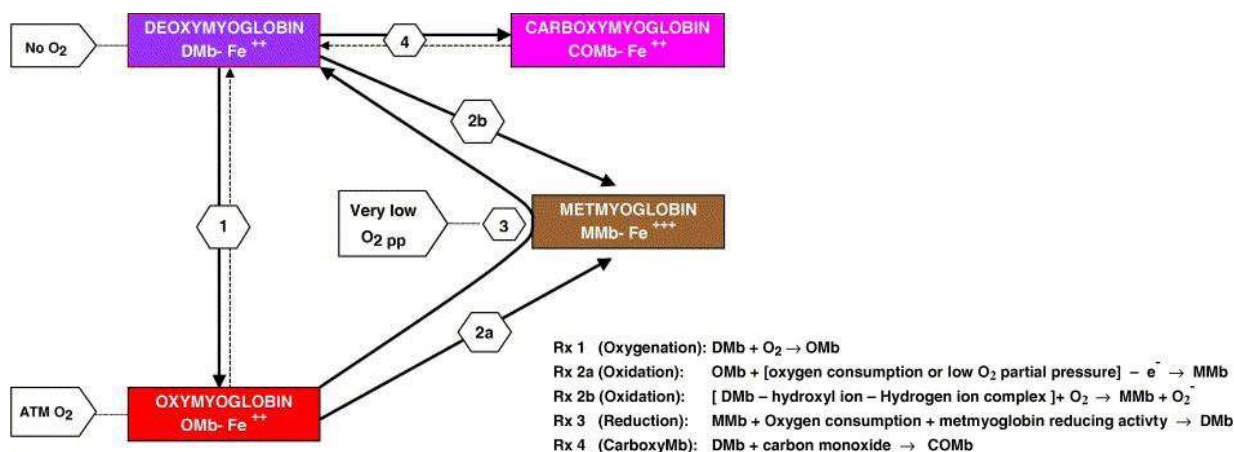
กว่าโคพื้นเมืองที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งประมาณร้อยละ 2 เปลือกสับปรดมีความสามารถในการย่อยได้และความหนาแน่นของพลังงานสูง ประกอบกับโคพื้นเมืองที่ได้รับเปลือกสับปรดหมักมีปริมาณการกินได้ของไขมันที่ย่อยได้สูงกว่า และมีระดับความเข้มข้นของกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมนสูงกว่าโคพื้นเมืองที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้ง (สุชาติ, 2553) สอดคล้องกับการรายงานของ Suksathit (2011) ที่พบว่า กลุ่มโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับเปลือกสับปรดหมักส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์กลุ่มที่ย่อยเยื่อได้แก่ *Fibrobacter succinogenes* และ *Ruminococcus flavefaciens* เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ใช้หญ้าแพงโกล่าแห้ง ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้จะใช้ประโยชน์จากอาหารเยื่อเพื่อผลิตกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมน ซึ่งกรดอะซิติกเป็นตัวกลางในการสังเคราะห์ไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เมธา, 2553)

การใช้ผลพลอยได้จากสับปรดต่อคุณภาพเนื้อโค

ปัจจุบันการศึกษาถึงผลของผลพลอยได้จากสับปรดต่อคุณภาพเนื้อยังมีการศึกษาที่น้อยมากเช่นกัน ศวรรณกมล และคณะ(2552)ได้ศึกษาถึงผลของการบ่มต่อคุณภาพเนื้อของโคนมอายุมากที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปรดหมักหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปรดหมักมีคุณภาพเนื้อดีกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยข้าวโพดหมักโดยสีเนื้อมีความสว่างสดใสกว่าและมีเนื้อมีความนุ่มเพิ่มมากขึ้นโดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการใช้เปลือกสับปรดเป็นอาหารสามารถเพิ่มการสะสมของไขมันแทรกในเนื้อโค (อัฒม์และคณะ, 2552) หรือกรณีที่โคที่เลี้ยงด้วยเปลือกสับปรดมีเนื้อนุ่มเพิ่มขึ้นหลังการบ่มอาจเนื่องจากการย่อยสลายของโปรตีนมากขึ้น โดยเฉพาะโปรตีนโทรโปนิน ที ซึ่งมีรายงานว่าหลังการบ่มจะสลายตัวแล้วให้ผลผลิตขนาด 30 kDa (Ho et al., 1996) ทั้งนี้ Aberle et al. (1981) รายงานว่าโคขุนที่ได้รับอาหารพลังงานสูงเป็นเวลานานโดยเฉพาะโคที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงก่อนฆ่า จะส่งผลต่อการคงตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันและการสลายตัวของโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ นอกจากนั้นยังมีอัตราการสังเคราะห์โปรตีนที่เพิ่มสูงขึ้นและมักมีคอลลาเจนสร้างขึ้นใหม่ซึ่งคอลลาเจนสร้างขึ้นใหม่นี้จะมีส่วนที่เป็น intermolecular cross-link น้อย ซึ่งอาจส่งผลต่อเนื้อนุ่มขึ้นได้ นอกจากนี้การเลี้ยงด้วยอาหารที่มีพลังงานสูงยังมิผลให้การสะสมของไขมันแทรกที่สูงในกล้ามเนื้อของโค (Aberle et al., 1981; De Smet et al., 2000) ในขณะเดียวกัน สุชาติ (2553) ได้ศึกษาถึงการใช้เปลือกสับปรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบต่อคุณภาพเนื้อโคพื้นเมืองภาคใต้ขุนพบว่า ค่า pH ของเนื้อที่ 24 ชั่วโมงหลังสัตว์ตายมีค่าต่ำ (5.58) ในขณะที่ความสว่างของสีและไขมันในเนื้อเยื่อมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ใช้หญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบ มากไปกว่านั้น สุริยะและคณะ (2559) ได้ศึกษาเปรียบเทียบแหล่งอาหารหยาบในการขุนโคนมเพศผู้ตอน 3 ชนิด ได้แก่ หญ้าเนเปียร์หมัก ข้าวโพดพร้อมฝักหมัก และเปลือกและเหง้าสับปรดหมัก พบว่ากลุ่มที่ได้รับเปลือกและเหง้าสับปรดหมักจะมีระดับไขมันแทรกเฉลี่ยมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเปลือกผสมเหง้าสับปรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบที่มีพลังงาน แป้ง และโภชนะที่ย่อยได้ง่ายอยู่สูงแต่มีปริมาณโปรตีน และเยื่อใยโดยเฉพาะเยื่อใยขนาดยาวอยู่ต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับหญ้าเนเปียร์หมักและข้าวโพดพร้อมฝักหมัก

การใช้ผลพลอยได้จากสับปรดต่อคุณภาพเนื้อโคในด้านสุขภาพ

การเกิดปฏิกิริยา Oxidation ไขมันที่เกิดขึ้นในเนื้อสัตว์ (Meat food) มีความเกี่ยวข้องกับเสถียรภาพของสีและการเกิดกลิ่นหืนของเนื้อ (Descalzo et al., 2004) ซึ่งการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันจะเริ่มจากการปฏิกิริยา Oxidation ของ Myoglobin เป็น Metmyoglobin ทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนจากสีแดง (Red) เป็นสีน้ำตาล (Unattractive brown) ดังนั้นสีเนื้อที่แสดงออกมาให้เห็นจะเป็นการสมมูลของการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของ Myoglobin และ ปฏิกิริยา Reduction ของ Metmyoglobin (Hur et al., 2003) จากภาพที่ 2.4 แสดงถึงปฏิกิริยา Oxidation-Reduction ของ Myoglobin และ Metmyoglobin ที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหน้าของเนื้อที่สัมผัสกับอากาศ จากการศึกษาของ Greene (1969) ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันกับการก่อตัวของ Metmyoglobin นอกจากนั้นยังมีงานวิจัยอื่นๆ ที่รายงานถึงอัตราการเปลี่ยนสีของเนื้อสัตว์ว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับอัตราการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของ myoglobin และเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมัน (Yin and Faustman, 1993) นอกจากนั้น Schaefer et al. (1995) รายงานว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันละลายในน้ำได้ดีกว่าละลายในสารประกอบหลัก และสามารถที่จะเข้าไปใน Cytoplasm ได้ จากนั้นมีผลให้ปฏิกิริยา Oxidation ของ Myoglobin เกิดเร็วขึ้น นอกจากสีของเนื้อที่เปลี่ยนแปลงไปแล้ว ปฏิกิริยา Oxidation ยังมีผลต่อ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และคุณค่าทางอาหารของเนื้อสัตว์อีกด้วย (Mansour, 2000)



ภาพที่ 2.4 Visible Mb redox interconversions บริเวณผิวหน้าของเนื้อ

ที่มา: Mancini and Hunt (2005)

ในผลิตภัณฑ์เนื้อสดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันสามารถเริ่มโดยมี stressors ที่สำคัญที่อยู่ทั้งภายในเซลล์ คือ เอนไซม์ และภายนอกเซลล์ คือ ออกซิเจน แต่ stressor ที่มีความสำคัญที่สุด คือ ออกซิเจนที่ไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (Reactive Oxygen Species; ROP) รวมถึง free radicals และ peroxide (Morrissey et al., 1998) ผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยา Oxidation ไขมันในเนื้อที่พบส่วนใหญ่จะเป็น Aldehyde ที่สำคัญ 4 รูป คือ Tetradecanal, Pentadecanal, Hexadecanal และ 2-hexadecanal โดยมี Pentadecanal และ 2-hexadecanal เป็นผลผลิตหลัก นอกจากนั้น หากเนื้อและผลิตภัณฑ์จากเนื้อเก็บถูกไว้ในสภาวะ aerobic จะทำให้เกิดปฏิกิริยา Oxidation ไขมันในเนื้อมากยิ่งขึ้น (Bourdillon et al., 2014) แต่การเกิดปฏิกิริยา Oxidation โดย ROP สามารถขัดขวางได้โดยสารต้านอนุมูลอิสระที่เป็นเอนไซม์และไม่ใช่เอนไซม์ ในส่วนสารต้านอนุมูลอิสระที่ไม่ใช่เอนไซม์มีการศึกษาและนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์มากกว่า 50 ปี แล้ว เพื่อลดปัญหาที่เกิดจากปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (Cuvelier et al., 1994) วิธีการใช้ Antioxidants ในรูปแบบวิตามินลงในอาหาร เช่น การศึกษาของ Liu et al. (1995) และ Mitsumoto et al. (1995) ที่เสริมวิตามินอี (α -tocopherol) ในอาหารโคขุนเพศผู้ตอน พบว่า เนื้อโคกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินอีมีสีเนื้อโคดีกว่ากลุ่มที่ไม่ได้เสริม และสามารถลดการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันในเนื้อได้ นอกจาก α -tocopherol แล้ว ยังมีสารชนิดอื่นๆ ที่มีผลต่อการลดการเกิดปฏิกิริยา Oxidation ของไขมันได้เช่นกัน ในธรรมชาติมีสาร Antioxidant หลายชนิด คือ วิตามินอี วิตามินซีและแคโรทีนอยด์ เช่น แคโรทีนไลโคพีน (Block et al., 1992) รวมทั้ง phenolic compounds ที่เป็นสารที่พบได้ทั่วไปในพืชเกือบทุกชนิด ปัจจุบันมีการวิจัยเพื่อสกัดสารจากพืชสำหรับใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ หรือ ยับยั้งการเกิดปฏิกิริยา Oxidation และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้เกิดปฏิกิริยา Oxidation

สับปะรด (*Ananas comosus* [L.] Merr., family Bromeliaceae) เป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยวิตามินเอ วิตามินซี flavonoids, tannins, polyphenolic compounds, Organic acid และ monosaccharides และ disaccharides ละลายได้มากกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ (Ferreira et al., 2016; Jovanovic et al., 2018) ในสับปะรดมีสารต้านอนุมูลอิสระเป็นองค์ประกอบอยู่หลายชนิด (ดังแสดงในตารางที่ 1) เช่น วิตามินซี แอมกานีส สังกะสี วิตามินบี 1 และ วิตามินบี 6 ซึ่งวิตามินซีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่พบอยู่ในสับปะรดในปริมาณค่อนข้างสูง (78.87 มก.) จากการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่าสับปะรดมี anti-oxidant activity มากกว่าผลไม้ชนิดอื่น (Gradner et al., 2000) ซึ่งสามารถที่จะช่วยในเรื่องสุขภาพของผู้บริโภคได้ คือ ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง โรคหัวใจ ฯลฯ สารต้านอนุมูลอิสระลดการเกิดปฏิกิริยา oxidation ไขมัน โปรตีน และ nucleic acid ในเซลล์ร่างกายของผู้บริโภคได้

นอกจากนั้น Mayes (2002) รายงานว่า วิตามินซียังมีความจำเป็นในกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกายของสัตว์ กระตุ้นการสังเคราะห์ collagen, adrenalin และน้ำดี จากผลการศึกษาในประเทศไทยยังพบว่าสับปะรดมีปริมาณของเบต้าแคโรทีนอยู่ระหว่าง 1.41-8.40 ug/100g Fresh Weight ขึ้นอยู่กับพันธุ์และพื้นที่เพาะปลูก (สุทธิวัลย์ และคณะ, 2553) นอกจากนี้วิตามินซีเป็น Antioxidant ตามธรรมชาติที่ถูกดูดซึมได้ในปริมาณสูง ซึ่งต่างกับ Phenolic compounds ที่จะถูกเมแทบอลิซึมอย่างรวดเร็วทำให้วิตามินซีมีบทบาทในการเป็น Antioxidant ที่สำคัญที่สุดที่สามารถป้องกันเซลล์จากการเกิดปฏิกิริยา Oxidation จาก ROS ภายในเซลล์ได้ (Gardner et al., 2000) ในส่วน β -carotene เป็น Antioxidant ที่ละลายในไขมันอีกชนิดหนึ่งที่มีความสำคัญที่จะทำหน้าที่เป็น Antioxidant ในพื้นที่ที่ไม่มีน้ำ คือ ภายในเซลล์ ซึ่งแตกต่างกับ α -tocopherol ที่จะทำหน้าที่ในบริเวณพื้นผิว (membrane surface) (Fukuzawa et al., 1998) อย่างไรก็ตามแม้ว่า β -carotene จะมีบทบาทในการเป็น Antioxidant ที่น้อยกว่า α -tocopherol แต่ Antioxidant ทั้ง 2 ชนิด จะเสริมประสิทธิภาพในการทำงานต่อกันได้ โดยจะมีบริเวณในการทำหน้าที่แตกต่างกัน (Tsuchihashi et al., 1995) จากการศึกษาของ Lahučký et al. (2005) พบว่า เมื่อทำการเสริมวิตามินซีในอาหารสุกรทำให้เนื้อสุกรที่ได้มีค่า drip loss และ pH ลดลง และจากการศึกษาของ Eichenberger et al. (2004) และ Gebert et al. (2006) พบว่าการเสริมวิตามินอี และวิตามินซีในอาหารสุกรทำให้เนื้อสุกรมีค่า oxidative stability เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Castellini et al. (2001) ที่พบว่า กระต่ายที่ได้รับวิตามินอีและวิตามินซีเสริมในอาหารมีผลให้เนื้อมีค่า lipid stability ที่เพิ่มขึ้น และจากการศึกษาของ Skrivan et al. (2012) พบว่า เมื่อมีการเสริมวิตามินซีลงในสูตรอาหารไก่เนื้อในระดับที่สูงขึ้นมีผลให้มีการสะสมวิตามินซีในเนื้อไก่ที่เพิ่มสูงขึ้นด้วยเช่นกัน และลดการเกิด lipid oxidation ในเนื้อไก่ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วันนอกจากนั้นมีการใช้วิตามินซีเป็นสารเคลือบผิวของผลิตภัณฑ์เนื้อเพื่อทำให้สีของผลิตภัณฑ์ในตู้แสดงสินค้าสวยงามขึ้น (Mitsumoto et al., 1991) และมีการเติมวิตามินซีในอาหารเพื่อป้องกันการเกิด oxidation (Shahidi and Wanasundara, 1992) จากการศึกษาของ Naveena et al. (2006) นำเอาเนื้อกระบือเคลือบด้วยวิตามินซีร่วมกับกรดแลคติก พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 องศาเซลเซียส และเนื้อมีค่า CIE a* เพิ่มขึ้น นอกจากนั้นยังมีผลต่อค่า sensory color และ odour ของเนื้อที่ดีขึ้นอีกด้วยจากรายงานข้างต้นที่กล่าวมาแสดงให้เห็นคุณสมบัติของวิตามินต่างๆ ในการผลิตโคขุนโดยใช้ผลพลอยได้จากสับปะรด จึงน่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งในการเพิ่มปริมาณวิตามินที่โคจะได้รับ ซึ่งเป็นผลดีต่อทั้งตัวสัตว์ คุณภาพเนื้อ และผู้บริโภค จากรายงานของ Matsui (2012) พบว่าการเสริมวิตามินซีในอาหารสำหรับโคมีผลทำให้เนื้อโคพันธุ์ Japanese black มีไขมันแทรกสูงขึ้น และในช่วงขุนโคนี้เป็นช่วงที่โคมีภาวะ Oxidative stress ซึ่งการเสริมวิตามินซี ในอาหารให้สูงขึ้นในช่วงขุนจะช่วยลดปัญหานี้ได้ อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาของ สุชาติ (2553) ทำการเปรียบเทียบผลของการใช้เปลือกสับปะรดหมักกับหญ้าแพงโกล่าแห้งต่อองค์ประกอบกรดไขมันในเนื้อโคพันธุ์เมืองภาคใต้ พบว่า โคพันธุ์เมืองกลุ่มที่ได้เปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบมีปริมาณของกรดไขมันโอเลอิก (C18:1) สูงกว่า โคกลุ่มที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) แต่ในโคกลุ่มที่ได้รับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบมีปริมาณของกรดไขมันลิโนเลนิก (C18:3) และ CLA สูงกว่าซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) จากผลการศึกษาของ Selani et al. (2016) โดยใช้น้ำมันคาโนลาร่วมกับเปลือกสับปะรด (by-product) เป็นส่วนผสมในเบอร์เกอร์เนื้อวัว พบว่า ปริมาณของคอเลสเตอรอลลดลง และคุณภาพของกรดไขมันในเบอร์เกอร์ดีขึ้นเนื่องจากสัดส่วนของ PUFA/SFA เพิ่มขึ้น และสัดส่วนของ n-6/n-3 ลดลง ซึ่งจากการศึกษานี้เป็นการแสดงให้เห็นว่าเบอร์เกอร์เนื้อวัวที่มีการใช้น้ำมันคาโนลาร่วมกับเปลือกสับปะรดเป็นส่วนประกอบนั้นเป็นอาหารสุขภาพ

อิทธิพลของการบ่มเนื้อต่อความนุ่มของเนื้อ

การบ่มเนื้อมีผลต่อการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที

การย่อยสลายโปรตีนในกล้ามเนื้อเป็นผลมาจากการทำงานของกลุ่มเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยสลายโปรตีน โดยจะทำให้โปรตีนเกิดการสลายตัว ส่งผลทำให้กล้ามเนื้อเกิดความนุ่ม Ho et al. (1997) รายงานว่า ผลจากการย่อยสลายโปรตีน

ในกลุ่มไมโอไฟบริลลาร์ ส่วนใหญ่มักจะพบ polypeptide ขนาด 30 กิโลดาลตัน และพบได้ในกล้ามเนื้อทุกชนิดภายหลังสัตว์ตาย ในขณะเดียวกันพบว่าโปรตีน โทรโปนิน ที่ จะมีปริมาณลดลง และมีความสัมพันธ์กับความนุ่มของเนื้อที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน Pearson and young (1989) กล่าวว่า ระยะเวลาในการบ่มซากจะช่วยให้เอนไซม์ที่มีอยู่ในกล้ามเนื้อออกมาทำการย่อยสลายโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อ นอกจากจะเป็นการปรับปรุงความนุ่มของเนื้อแล้ว ยังให้รสชาติที่ดีอีกด้วย ซึ่งโดยปกติแล้วจะทำการบ่มเนื้อที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส แต่ในบางกรณีจะทำการบ่มซากที่อุณหภูมิ 14 - 15 องศาเซลเซียส

Marino et al. (2013) รายงานว่าพันธุ์โคมีอิทธิพลต่อปริมาณโปรตีนโทรโปนิน ที่ โดยพบว่าพันธุ์ Podolian มีปริมาณโทรโปนิน ที่ มากกว่า Friesian และโคลูกผสม ในทุกระยะการบ่ม ($P < 0.001$) ส่วนอิทธิพลของการบ่มนั้นพบว่าการบ่ม 1 และ 7 วัน มีปริมาณของโปรตีนโทรโปนิน ที่ มากกว่าที่การบ่ม 14 และ 21 วัน ($P < 0.001$) ส่วนผลผลิตจากการสลายตัวของโปรตีน โทรโปนิน ที่ ขนาด 32 - 27 กิโลดาลตัน นั้นพบอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุ์และระยะการบ่ม โดยพบว่าพันธุ์ Podolian ที่ระยะการบ่ม 7 14 และ 21 วัน มีปริมาณผลผลิตจากการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ มากกว่าที่ระยะการบ่ม 1 วัน ในโคลูกผสมพบว่าผลผลิตจากการสลายตัวของโปรตีน โทรโปนิน ที่ ที่ระยะการบ่ม 1 วัน ต่ำกว่าระยะการบ่ม 7 14 และ 21 วัน ในขณะที่โค Friesian ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างระยะการบ่ม นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมระหว่างสายพันธุ์และระยะเวลาการบ่ม โดยพบว่าโค Friesian โคลูกผสม มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หลังการบ่มเพียง 7 วัน จากนั้นยังพบว่า ไม่ต่างกันทางสถิติที่การบ่ม 7 14 และ 21 วัน ส่วนโค Podolian นั้นพบว่า ค่าแรงตัดผ่านเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกระยะการบ่ม (ตารางที่ 2.3)

ตารางที่ 2.3 แสดงผลการศึกษาปริมาณโปรตีนโทรโปนิน ที่ ระหว่างสายพันธุ์ที่ระยะการบ่มต่างกัน

Trait	Breed	Ageing				SEM	P value		
		1	7	14	21		Breed	Aging	BreedXAging
Tn-T	Podolian	8.33 ^{aA}	7.68 ^{aA}	6.95 ^{bA}	5.85 ^{cA}	0.22	***	***	NS
	Friesian	6.08 ^{aB}	5.96 ^{aB}	5.15 ^{bB}	5.12 ^{bB}				
	Crossbreed	6.02 ^{aB}	6.08 ^{aB}	5.35 ^{bB}	5.05 ^{bB}				
32-27 kDa	Podolian	1.23 ^c	2.14 ^{Ab}	2.5 ^{Aa}	2.92 ^{Aa}	0.22	***	***	*
	Friesian	1.15	1.20 ^B	1.35 ^B	1.55 ^B				
	Crossbreed	1.28 ^b	2.10 ^{Aa}	2.55 ^{Aa}	2.72 ^{Aa}				
WBSF, kg/cm ²	Podolian	6.65 ^{aA}	5.91 ^{bA}	5.0 ^c	4.35 ^d	0.22	***	***	***
	Friesian	5.85 ^{aB}	5.12 ^{bB}	4.58 ^b	4.19 ^b				
	Crossbreed	5.75 ^{aB}	5.04 ^{bB}	4.2 ^b	4.15 ^b				
Total collagen, mg/g	Podolian	2.58	2.48	2.70	2.62	0.45	NS	NS	NS
	Friesian	3.88	3.76	3.66	3.42				
	Crossbreed	2.87	2.47	2.58	2.4				

NS = not significant; Tn-T = Troponin T

* = $P < 0.05$; ** = $P < 0.01$; *** = $P < 0.001$

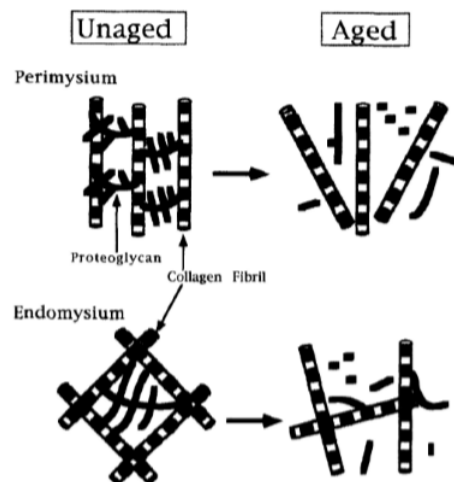
a, b, c $P < 0.05$ in the row (aging effect), ^{A, B, C} $P < 0.05$ in the column (breed effect)

ที่มา : Marino et al. (2013)

การบ่มเนื้อมีผลต่อการสลายตัวของคอลลาเจน

คอลลาเจน คือ โปรตีนโครงสร้างที่สำคัญของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เป็นส่วนประกอบของเส้นใย คอลลาเจน (collagen fiber) และเส้นใยเรติคิวลาร์ (reticular fiber) คอลลาเจนแบ่งได้ 2 ชนิด ตามการละลายเมื่อได้รับความร้อน ซึ่งคอลลาเจนที่สามารถละลายได้เมื่อได้รับความร้อน เรียกว่า soluble collagen และคอลลาเจนที่ไม่ละลายเมื่อได้รับความร้อน เรียกว่า insoluble collagen ความแข็งแรงและคุณสมบัติที่ไม่ละลายของเส้นใยคอลลาเจนเป็นผลมาจาก intermolecular cross linkage ซึ่งชนิดของการเกิด cross links ภายในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน แบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ heat-soluble bond และ heat-insoluble bond (Kerry and Ledward, 2002) เมื่อนำไปต้มคอลลาเจนจะเปลี่ยนเป็นเจลาติน (gelatin) ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ โดย soluble collagen มีการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของคอลลาเจนยังไม่แข็งแรงมากนัก จึงสามารถแตกตัวและละลายได้เมื่อได้รับความร้อน แต่ insoluble collagen จะมีการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของคอลลาเจนที่แข็งแรงและมีจำนวน cross links มาก ทำให้ไม่ละลายเมื่อได้รับความร้อน ดังนั้นถ้ามีสัดส่วนของ insoluble collagen อยู่ปริมาณสูงก็จะทำให้นเนื้อนั้นมีความเหนียวมากขึ้น (Nishimura et al., 1999)

ในระหว่างการบ่มเนื้อคอลลาเจนมีการละลายได้เพิ่มขึ้นในระหว่างการบ่มเนื้อ โดยระบุว่าโครงสร้างของคอลลาเจนที่อยู่ในเยื่อหุ้มชั้นเพอริไมเซียที่ห่อหุ้มมัดเส้นใยกล้ามเนื้อ รวมทั้งโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ในกล้ามเนื้อถูกทำลายในระหว่างการบ่มเนื้อ จึงทำให้นเนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น Nishimura et al. (1996) ดังภาพที่ 2.5 แต่อย่างไรก็ตามบางรายงานระบุว่าไม่พบอิทธิพลของการบ่มเนื้อต่อการสลายตัวของคอลลาเจน ถึงแม้ว่าจะบ่มเนื้อไว้นานถึง 21 วัน (Marino et al., 2013)



ภาพที่ 2.5 การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในกล้ามเนื้อภายหลังการบ่ม (ที่มา: Nishimura et al., 1996)

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

ระเบียบวิธีวิจัย

สัตว์ทดลอง

โคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอน 2 กลุ่ม คือ โคเนื้อลูกผสมสายเลือดชาโรเลสและบราห์มัน (โดยมีสายเลือดชาโรเลสไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 15 ตัวและ โคเนื้อลูกผสมสายเลือดวากิว ชาโรเลสและบราห์มัน (โดยมีสายเลือดวากิวไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์) จำนวน 15 ตัว น้ำหนักเริ่มทดลองประมาณ 400 กิโลกรัม ทั้งนี้สายพันธุ์โคสำหรับการทดลองพิจารณาจากลักษณะแสดงออกของโคสายพันธุ์ชาโรเลสโดยผู้ที่มีประสบการณ์และส่วนโคเนื้อลูกผสมวากิวเกิดจากการผสมระหว่างแม่โคลูกผสมสายพันธุ์ชาโรเลสและพ่อพันธุ์วากิวภายในฟาร์มทดลอง

อาหารทดลองและการให้อาหาร

โคเนื้อทดลองจะได้รับอาหารวันละ 2 เวลา คือ เวลาประมาณ 07.30 น. และ 16.00 น. โดยได้รับอาหารแบบเต็มที่ (*ad libitum*) มีน้ำสะอาด และแร่ธาตุก้อนให้กินตลอดเวลา อาหารที่ได้รับแบ่งออกเป็น

- 1) อาหารข้น ผลิตขึ้นเองเพื่อใช้ในฟาร์ม มีโภชนะ 14% CP, 78% TDN ซึ่งมีแบ่งที่เป็นผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตโบรมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร
- 2) อาหารหยาบ เป็นผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด ได้แก่กากเยื่อที่ได้จากการผลิตโบรมีเลนและเปลือกสับปะรดจากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง บางช่วงได้รับหญ้าเนเปียร์สด และ/หรือต้นข้าวโพดสด

การทดลองครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย ดังนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

ทำการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง 5 ปี ของฟาร์มโคขุนที่เป็นสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด เพื่อศึกษาพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยรายงานผลในเชิงพรรณนา

การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรดซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

ทำการเลี้ยงโคขุนลูกผสมชาโรเลสและโคขุนลูกผสมวากิว จากน้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 350 กิโลกรัม โดยผูกให้โคยืนโรงภายในโรงเรือนที่มีการระบายอากาศไม่ค่อยดี ได้รับอาหารเต็มที่จนโคมีน้ำหนักประมาณ 400 กิโลกรัม ทำการย้ายโคไปผูกยืนโรงที่โรงเรือนที่มีการระบายอากาศดี ได้รับอาหารโคขุนแบบเต็มที่จนกระทั่งโคมีน้ำหนักประมาณ 650 กิโลกรัมเป็นการสิ้นสุดการทดลอง (ภาพที่ 3.1)

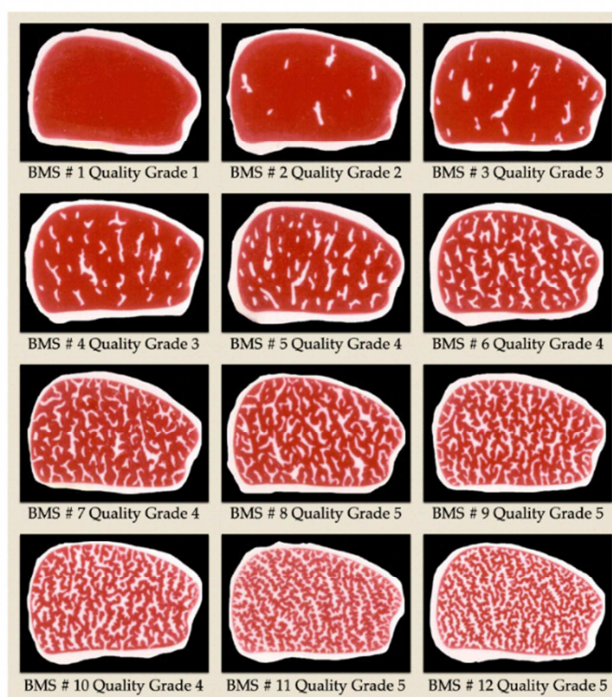
การบันทึกข้อมูล

ทำการบันทึกข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิต คือ น้ำหนักเริ่มต้น (ประมาณ 400 กิโลกรัม) ช่วงกลาง (ประมาณ 500 กิโลกรัม) และ ช่วงท้าย (ประมาณ 600 กิโลกรัม) ของการทดลอง รวมทั้งช่วงส่งเข้าฆ่า (ประมาณ 650 กิโลกรัม) จำนวนวันที่ใช้เลี้ยงในแต่ละช่วงของการทดลอง ปริมาณและราคาอาหารที่กินตลอดการทดลองทั้ง อาหารหยาบและอาหารข้น

นำโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองทั้งหมดเข้าฆ่าที่โรงฆ่าโคมาตรฐานประกอบบิฟ อ.บ้านโป่ง จ.ราชบุรี ประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนด้วยสายตา (ตามวิธีของ Rezac, 2013) โดยเกณฑ์ที่ใช้ประเมินและรูปร่างตัวอย่างกระเพาะรูเมนตามเกณฑ์ที่ใช้ประเมินแสดงในภาพที่ 16 และเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อส่วนลำไส้เล็กใน 10 % buffer formalin เพื่อใช้ในการศึกษาสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก (ตามวิธีของ Zitnan et al., 2008) (ภาพที่ 3.2) นำซากโคไปแช่เป็นเวลา 7 วัน ที่สภกรณ์เครื่องชำโคเนื้อ จำกัด ทำการศึกษาลักษณะซากและการเกิดซากที่โรงตัดแต่งของสภกรณ์เครื่องชำโคเนื้อ จำกัด อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม (ภาพที่ 3.2) ทำการบันทึกข้อมูลด้านคุณภาพซากและผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซาก คือ น้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น น้ำหนักชิ้นส่วนจากการตัดแต่ง น้ำหนักเนื้อแดง ไขมัน และกระดูก โดยเกรดซากโคพิจารณาจากปริมาณไขมันแทรก (Marbling score) (ดังภาพที่ 3.3) กล่าวคือ ระดับไขมันแทรกในเนื้อระดับ 1-5 ตาม มกอช.6001-2547 สำหรับโคลูกผสมชาโรเลส์ (ก) และ ระดับ 1-12 ตามเกณฑ์ของ USDA สำหรับโคลูกผสมวากิว และผลตอบแทนจากการจำหน่ายซากโคที่เข้าฆ่า



ก



ข

ภาพที่ 3.3 ระดับไขมันแทรกในเนื้อ (Beef Marbling Scores : BMS) ระดับ 1-5 ตามเกณฑ์ของ มกอช.6001-2547 สำหรับโคลูกผสมชาโรเลส์ (ก) และ ระดับ 1-12 ตามเกณฑ์ของ USDA สำหรับโคลูกผสมวากิว (ข)

การทดลองที่ 2.2 การประเมินประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของโภชนาแบบรวมของโคขุนลูกผสมต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตผลร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารหยาบ อาหารข้น และอาหารที่เหลือ 5 วันสุดท้ายของแต่ละช่วงน้ำหนัก (400, 500 และ 600 กิโลกรัม) โดยทำการสุ่มอาหารข้นและอาหารหยาบจากกรรไกรให้อาหารจำนวน 5 จุด แล้วนำตัวอย่างทั้ง 5 วันมารวมกัน จากนั้นทำการสุ่มอีกครั้งในปริมาณประมาณ 1 กิโลกรัม เพื่อใช้เป็นตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมี ส่วนอาหารที่เหลือจะทำการชั่งในตอนเช้าวันถัดไป โดยเก็บตัวอย่าง 3 ช่วง คือ ช่วงต้นเริ่มการทดลอง คือน้ำหนักประมาณ 400 กิโลกรัม ช่วงกลางคือน้ำหนักประมาณ 500 กิโลกรัม และช่วงปลายคือน้ำหนักประมาณ 600 กิโลกรัม

ส่วนการเก็บตัวอย่างมูลโค ทำการสุ่มเก็บมูลโคที่ถ่ายออกมาใหม่ๆ (หากโคไม่ถ่ายมูลในช่วงเก็บตัวอย่าง จะทำการล้วงจากทวารหนักเพื่อเก็บตัวอย่างมูล) วันละ 2 ครั้ง (เช้า-บ่าย) ครั้งละประมาณ 200 กรัม เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกันจากโคทดลองแบบรายตัว นำอาหารหยาบ อาหารข้น อาหารเหลือจากการกินและมูลโคที่เก็บได้ไปแช่ที่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป หลังจากเก็บตัวอย่างครบ 5 วัน นำตัวอย่างมูลมารวมกันแล้วสุ่มไปอบที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส จนแห้ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาค่าประกอบทางเคมีตามวิธีการของ AOAC (1998) วิเคราะห์หาพลังงานด้วยเครื่อง Bomb Calorimeter และทำการวิเคราะห์หาปริมาณตัวบ่งชี้ภายใน (internal indicator) คือ เถ้าที่ไม่ละลายในกรด (acid insoluble ash, AIA) ตามวิธีของ Van Keulen and Young (1997) เพื่อนำมาคำนวณหาสัมประสิทธิ์การย่อยได้ตามวิธีของ Schnider and Flat (1975) โดยใช้สมการดังนี้

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของวัตถุดิบ (\%)} = 100 - 100 \times \frac{(\%AIA \text{ ในอาหาร})}{(\%AIA \text{ ในมูล})}$$

$$\text{สัมประสิทธิ์การย่อยได้ของโภชนา (\%)} = 100 - 100 \times \frac{(\%AIA \text{ ในอาหาร} \times \% \text{ โภชนาในมูล})}{(\%AIA \text{ ในมูล} \times \% \text{ โภชนาในอาหาร})}$$

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตผลร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพ

นำตัวอย่างเนื้อสันนอกจากซากซีกซ้ายของโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ทดลองทุกตัวภายหลังการบ่มที่ 7 14 และ 21 วัน มาทำการศึกษาคูณภาพเนื้อทางกายภาพตามรายการดังต่อไปนี้

การวัด pH

ทำการวัดค่า pH ของกล้ามเนื้อสันนอกที่ระยะการบ่ม 7 วันหลังสัตว์ตาย ด้วยเครื่องวัด pH (Model SG2 - ELK Seven Go™, Mettler Toledo International Inc., China)

การวัดสี

วัดค่าสีของเนื้อที่ระยะการบ่ม 7 วัน ภายหลังจากสัตว์ตาย โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อมาตัดส่วนเปิดหน้าตัดของเนื้อสันออกประมาณ 1 เซนติเมตรและปล่อยให้ผิวหน้าตัดของชิ้นเนื้อสัมผัสกับอากาศประมาณ 45 นาที จากนั้นทำการวัดสีบริเวณหน้าตัดของชิ้นเนื้อด้วยเครื่องวัดสี (CR-400, Minolta Co., Ltd., Japan) ซึ่งจะแสดงผลในรูปแบบของค่า L* (lightness; ค่าความสว่าง) a* (redness; ค่าสีแดง) และ b* (yellowness ; ค่าสีเหลือง)

การวัดเปอร์เซ็นต์การสูญเสีย น้ำระหว่างการปรุงสุกและการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ

วิเคราะห์เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันระหว่างการปรุงสุกและการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ตามวิธีที่แนะนำโดย Boccard et al. (1981) ทำการศึกษาความนุ่มของเนื้อโดยวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ที่ระยะเวลาการบ่มที่ 7 14 และ 21 วัน นำตัวอย่างเนื้อที่แช่แข็งมาทำละลายโดยเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างชิ้นเนื้อก่อนต้ม บันทึกเป็นน้ำหนักเริ่มต้น (W1) บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อในถุงร้อน นำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิโดยใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที หรือต้มจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นนำถุงที่บรรจุตัวอย่างชิ้นเนื้อที่ผ่านการทำให้สุกแล้วไปทำให้เย็น โดยการแช่ในน้ำแบบให้น้ำไหลผ่านนาน 30 นาที หรือจนกระทั่งได้อุณหภูมิใจกลางเนื้อลดลงเหลือประมาณ 32 องศาเซลเซียส แล้วจึงนำชิ้นเนื้อออกจากถุง ชั่งน้ำหนักผิวเนื้อให้แห้งเล็กน้อย และชั่งน้ำหนักอีกครั้ง บันทึกเป็นน้ำหนักสุดท้าย (W2) นำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันระหว่างการปรุงสุกตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไขมันระหว่างการปรุงสุก} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100$$

จากนั้นนำตัวอย่างชิ้นเนื้อไปทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยนำตัวอย่างชิ้นเนื้อที่เย็นแล้วมาตัดตามแนวยาวของเส้นใยกล้ามเนื้อเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด กว้าง×ยาว×สูง เท่ากับ 1×3×1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ตัวอย่างละ 10 ชิ้น แล้วนำไปวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (shear force) ด้วยเครื่อง Texture analyzer (EZ-SX, Shimadzu, Japan) โดยกำหนดหน่วยเป็นกิโลกรัม

การศึกษาคุณภาพเนื้อทางเคมี

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 วัน มาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์โปรตีน ไขมัน ความชื้น และ เถ้า ตามวิธีที่แนะนำโดย AOAC (1998)

การวิเคราะห์องค์ประกอบของกรดไขมัน

นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน มาทำการวิเคราะห์หาส่วนประกอบของกรดไขมัน (Fatty acid profile) ด้วยเทคนิค Gas chromatography (GC) ดัดแปลงตามวิธีการของ Cequiez-Sanchez et al. (2008) มีขั้นตอนดังนี้

การสกัดไขมัน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ชั่งตัวอย่างเนื้อประมาณ 5.00 กรัม ใส่ในขวดรูปชมพู่
- เติมน้ำ Chloroform : Methanol (2:1) ปริมาณ 30 มิลลิลิตรโดยช่วงที่ทำการปั่นด้วยความเร็วสูงด้วยเครื่อง Homogenizer (Ika, Switzerland) 2 นาทีจะเติม Chloroform : Methanol (2:1) ลงในตัวอย่าง 20 มิลลิลิตร จากนั้นล้างหัวปั่นด้วย Chloroform : Methanol (2:1) อีก 10 มิลลิลิตร เพื่อชะเอาตัวอย่างที่ติดอยู่ที่หัวปั่นให้ลงในขวดรูปชมพู่
- เทตัวอย่างเนื้อที่ผ่านการปั่นละเอียดแล้วใส่กรวยแยก (separatory funnel) เติมน้ำ Chloroform 10 มิลลิลิตรและ Deionize water 10 มิลลิลิตรลงในขวดรูปชมพู่แล้วเทสารใส่กรวยแยก
- เติมน้ำ 0.58%NaCl 25 มิลลิลิตรและตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
- ทำการไขแยกส่วนที่เป็น Chloroform lipid ใส่ขวดก้นกลม (Round bottom flasks) และนําระเหยให้แห้งด้วยเครื่อง Rotary Evaporator
- ใช้ Chloroform ล้างขวดก้นกลมโดยทำการปรับปริมาตรสุดท้ายให้ได้ 10 มิลลิลิตร

กระบวนการ Methylation มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- ตูดสารตัวอย่างออกมา 2 มิลลิลิตรใส่ในขวดฝาเกลียว และเติม internal standard (C19) จำนวน 200 ไมโครลิตรและนำไปประเหยแห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน

- เติม 0.5 NNaOH/MeOH ปริมาตร 3 มิลลิลิตรทำการ vortex และนำไปต้มเป็นเวลา 30 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

- เติม 10% BF₃ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ทำการ vortex และนำไปต้มเป็นเวลา 10 นาที ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

- เติม Deionize water 2 มิลลิลิตรกับ Hexane 1 มิลลิลิตรทำการ vortex แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 2,500 รอบ/นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 นาที ตูดส่วนใสใส่ขวด vial และเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน ทำเหมือนเดิม 3 รอบเก็บตัวอย่างไว้ในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส

- เติม Hexane 1 มิลลิลิตร ลงในขวด vial ของตัวอย่าง และนำตัวอย่างไปวิเคราะห์หึ่งค์ประกอบของกรดไขมันด้วยเครื่อง Gas Chromatography (Agilent 7890B) ใช้ FID detector ด้วย Column SPTM-2560, 100 m x 0.25 mm I.D., 0.20 µm film

การกำหนดสภาวะเครื่อง GC ดังนี้

- Carrier gas: He

- Injector: 1 µl, split 10:1

- Column flow: N2 1.3 ml/min

- Make up flow: N2 25 ml/min, H2 30 ml/min, Air zero 300 ml/min

การวิเคราะห์ค่าการเกิดออกซิเดชันของไขมันเนื้อ

- นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 และ 14 วัน มาทำการวิเคราะห์หาการเกิดออกซิเดชันของเนื้อด้วยเทคนิค 2-Thiobarbituric Acid Reaction Substances (TBARS) ตามวิธีการของ Ke et al. (1977) มีขั้นตอนดังนี้

- นำตัวอย่างเนื้อที่ผ่านการแช่แข็งที่ -20 องศาเซลเซียส มาละลายที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็น เวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นบดเนื้อตัวอย่างด้วยเครื่องบดละเอียด นำตัวอย่างที่บดแล้วตัวอย่างละ 10 กรัม มาปั่นผสมด้วยเครื่อง homogenizer (Ultra turrax® T25 Basic, 10G, IKA, Staufen Germany) ที่ความเร็ว 13,500 รอบต่อนาที ในอ่างน้ำแข็ง (ice bath) เป็นเวลา 15 วินาที ร่วมกับ 9% perchloric acid (เย็น) 15 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร (เย็น)

- จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง (กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 2 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 110 มิลลิเมตร) ลงในหลอดทดลองแล้วเติมน้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร (vortex) จากนั้นใช้ปิเปตดูดสารละลายที่ได้มา 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองขนาด 18x150 มิลลิเมตร เติม TBA solution 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน เก็บในที่มืดเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง เพื่อให้เกิดสี เมื่อครบตามระยะเวลาตามที่กำหนดนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร

- ทำกราฟมาตรฐานของสารละลาย MDA ในเนื้อ โดยนำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5 และ 3.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร จากนั้นนำสารละลาย stock MDA ที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 530 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณสมการถดถอย

$$y = ax + b$$

โดย ค่า y เป็นค่าการดูดกลืนแสง และค่า x เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย stock MDA

ทำการคำนวณค่า TBARS value จากสมการ

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

เมื่อ 72 = น้ำหนักโมเลกุลของ MDA
X = ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร
10 = จำนวนเท่าของการเจือจางสารละลายที่ได้จากการสกัด

การวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจน (collagen content)

นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน มาทำการวิเคราะห์หาปริมาณคอลลาเจน (collagen content) โดยดัดแปลงตามวิธีของ Hill (1966) นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่แช่แข็งมาทำละลายโดยเก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมงมาบดด้วยเครื่องบดละเอียด จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักตัวอย่างที่บดแล้วตัวอย่างละ 4.0 กรัม ลงในหลอดทดลอง แล้วเติม ringer solution (NaCl 1.914 กรัม CaCl₂ 0.073 กรัม KCl 0.224 กรัม 1 ลิตร) 20 มิลลิลิตร นำไปปั่นด้วยเครื่อง homogenizer จนชิ้นเนื้อละเอียด จากนั้นนำตัวอย่างไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 77 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 66 นาที แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที เมื่อครบกำหนดทำการปิเปตเอาส่วนใส (supernatant) ใส่หลอดทดลอง 17 มิลลิลิตร เติม 12 N HCl 17 มิลลิลิตร และนำส่วนที่ตกตะกอน (pellet) มาใส่ในหลอดทดลอง เติม 6 N HCl 25 มิลลิลิตรแล้วนำตัวอย่างไปต้มในอ่างน้ำมันควบคุมอุณหภูมิ (oil bath) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ 3 ชั่วโมงแรกเขย่าหลอดตัวอย่างทุกๆ 30 นาที เมื่อครบตามระยะเวลาที่กำหนดเติม activated carbon ลงในหลอดตัวอย่าง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 111 ปรับค่าความเป็นกรด - ด่างให้อยู่ในช่วง 4.5 - 7.5 ปรับปริมาตรในแต่ละตัวอย่างให้เป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำหลอดที่ได้จากส่วนตกตะกอนมาเจือจาง โดยปิเปตสารตัวอย่างคอลลาเจนที่ไม่ละลายมา 500 ไมโครลิตรผสมกับน้ำกลั่น 2.5 มิลลิลิตร แล้วจึงดูดของเหลวที่ได้จากการสกัดตัวอย่างทั้งหมด ทั้งคอลลาเจนที่ละลายได้และไม่ละลายมา 400 ไมโครลิตร เติม oxidant solution 200 ไมโครลิตร (สาร a 7% chloramine T, สาร b Acetate buffer Citric acid monohydrate 5 กรัม, acetic acid 1.2 กรัม, Sodium acetate trihydrate 12 กรัม, NaOH 3.4 กรัม/100 มิลลิลิตร) ผสมให้เข้ากันวางทิ้งไว้ 20 นาที จากนั้นเติม color reagent 200 ไมโครลิตร (P-dimethylamine 10 กรัม, 70% perchloric acid 30 มิลลิลิตร, H₂O 5 มิลลิลิตร, 2-propanal 65 มิลลิลิตร/100 มิลลิลิตร) เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที หลังจากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 550 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (iMarkTM; BioRad, USA) จากนั้นนำผลที่ได้ไปคำนวณกราฟมาตรฐานใช้ความเข้มข้นของไฮดรอกซีโพรลีนเท่ากับ 0 1 2 3 4 5 6 7 ไมโครกรัมของไฮดรอกซีโพรลีนต่อมิลลิกรัม และคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณคอลลาเจน (มิลลิกรัม/กรัมของเนื้อสด)} = \frac{c \times f \times 100 \times 8}{1000 \times w}$$

โดย c = ความเข้มข้นของไฮดรอกซีโพรลีน

f = อัตราส่วนของการเจือจางสารละลายที่ได้จากการย่อย

โดย Soluble collagen = 1 และ Insoluble collagen = 6

w = น้ำหนักตัวอย่างเนื้อ

การวัดการสลายตัวของโทรโปนิน ที่ ด้วยเทคนิค Western blot

นำตัวอย่างเนื้อสันนอกที่ผ่านการบ่มเป็นเวลา 7 14 และ 21 วัน มาทำการตรวจวัดการสลายตัวของโทรโปนิน ที่ ด้วยเทคนิค Western blot โดยเริ่มจากการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของโปรตีนโทรโปนิน ที่ โดยเริ่มจากการสกัดตัวอย่างโดยนำตัวอย่างเนื้อที่ผ่านการบดใช้ในโตรเจนเหลว ซึ่งลงในหลอดทดลอง 0.2 กรัม เติม extraction buffer (50 mM tris pH 7.5 6.057 กรัม, 5 mM EDTA 1.86 กรัม, Distilled water 1 ลิตร) 2 มิลลิลิตร แล้วปั่นด้วยเครื่องปั่นละเอียด (T25 Ika, Switzerland) จากนั้นปั่นสารละลายตัวอย่างแยกเป็น 2 หลอด 1) ปั่นสารละลายตัวอย่างจำนวน 200 ไมโครลิตร มาเติม sample buffer (Glycerol 2 มิลลิลิตร, 1M Tris-HCl pH 6.8 1.25 มิลลิลิตร, 10% SDS 4 มิลลิลิตร, 1M DTT 0.15 กรัม/มิลลิลิตร/2 ลิตร) จำนวน 200 ไมโครลิตร 2) ปั่นสารละลายตัวอย่างจำนวน 100 ไมโครลิตร เติม 0.1 M NaOH อีก 900 ไมโครลิตร เพื่อนำไปวัดความเข้มข้นของโปรตีน

การวัดความเข้มข้นของโปรตีนที่สกัดได้จากแต่ละตัวอย่าง ด้วยเทคนิค Lowry โดยแต่ละตัวอย่างทำการวัด 2 ซ้ำ แล้วนำไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน (standard curve) ที่เจือจางของ Bovine serum albumin (BSA; Sigma, UK) ด้วย 0.1 M NaOH ให้มีความเข้มข้น ระหว่าง 0 - 90 ไมโครกรัม จากนั้นปั่น 50 ไมโครลิตรของสารละลายมาตรฐาน ตัวอย่างที่เจือจางด้วย 0.1 M NaOH จนมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงเดียวกับสารละลายมาตรฐาน และใช้ 0.1 M NaOH เป็น blank ลงในหลุมของ microplate แล้วเติม solution A (Na_2CO_3 2% (w/v) 5 มิลลิลิตร, CuSO_4 1% (w/v) 0.5 มิลลิลิตร, KNaTartate 0.5 มิลลิลิตร) ลงไป 50 ไมโครลิตร ผสมสารให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที แล้วเติม solution B (0.1 M NaOH 5 มิลลิลิตร, Folin Ciocalteu reagent 0.5 มิลลิลิตร) ลงไป 50 ไมโครลิตรเช่นกัน ผสมสารให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 20 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง microplate reader (Tecan Sunrise, UK) จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ของ BSA ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณหาสมการถดถอยเชิงเส้น $Y = ax \pm b$ โดยค่า Y เป็นค่าการดูดกลืนแสงและค่า x เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย BSA และทำการคำนวณหาความเข้มข้นของโปรตีนตัวอย่าง โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นของกราฟมาตรฐาน

การทำอิเล็กโทรโฟรีซิส นำหลอดตัวอย่างมาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดให้นำตัวอย่างไปหยอดลงในช่องว่างของเจลที่เตรียมไว้ดังตารางที่ 3.1 โดยเครื่องแยกโปรตีนแบบแนวตั้ง ให้เจลช่องที่ 1 เป็นโปรตีนมาตรฐาน (protein marker) เพื่อใช้เปรียบเทียบกับน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนตัวอย่าง และช่องที่ 2 เป็นต้นไปเป็นโปรตีนตัวอย่าง โดยใช้ตัวอย่าง 10 ไมโครลิตรต่อช่องว่างของเจล ต่ออุปกรณ์สำหรับทำอิเล็กโทรโฟรีซิส จากนั้นใส่ running buffer (10X Tris 8.33 กรัม, Glycine 2 กรัม, SDS 5 กรัม, Water 1 ลิตร) สำหรับทำอิเล็กโทรโฟรีซิสที่ส่วนบนและส่วนล่างของแอมเบอร์ ใส่สารละลายโปรตีนที่เตรียมไว้ลงในช่องว่างของเจล ต่อข้อไฟฟ้ากับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า เปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยใช้กระแสไฟฟ้า 200 โวลต์ เป็นเวลา 45 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนด ปิดเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และนำเจลออกจากแผ่นกระจกใสในภาชนะ นำเจลไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง (ChemiDoc™ Touch Imaging System; BioRad, USA) จากนั้นต่อมานำเจลที่ได้แล้ว เข้าสู่เทคนิค Western blot ต่อไป

การทำ Western blot ดำเนินการโดยย้ายโปรตีนจากเจลไปสู่แผ่นเมมเบรน polyvinylidene difluoride (PVDF; BioRad, USA) โดยเครื่องเคลื่อนย้ายโปรตีน (Biorad, USA) โดยใช้กระแสไฟฟ้า 200 มิลลิแอมป์ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ใช้ Western blot buffer เป็นตัวพากระแสไฟฟ้า เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำแผ่นเมมเบรนไปถ่ายภาพด้วยเครื่อง Gel Doc (Biorad, USA) ใช้โปรแกรม Image Lab เพื่อถ่ายภาพ แล้วนำไปวัดความเข้มของแถบโปรตีนทั้งหมด เสร็จแล้วนำแผ่นเมมเบรนไป block ด้วย 5% skim milk – TBST (skim milk 5 กรัมผสมกับ 1x TBST 100 มิลลิลิตร) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จึงนำแผ่นเมมเบรนมาแช่ในแอนติบอดี (antibody) ที่ 1 (anti-troponin T) ที่เจือจาง 1:15,000 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ เป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นนำแผ่นเมมเบรนเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสประมาณ 12 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างด้วย skim milk 1 เปอร์เซนต์ (skim milk 1 กรัมผสมกับ 1x TBST 100 มิลลิลิตร) 5 ครั้งๆ ละ 10 นาที จากนั้นทำการแช่แผ่นเมมเบรนใน

แอนติบอดีตัวที่ 2 (anti-mouse IgG) ที่เจือจาง 1:7,500 ไมโครลิตร จากนั้นเขย่าเป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วล้างแผ่นเมมเบรนด้วย 1% skim milk – TBST 5 ครั้งๆ ละ 10 นาที และล้างด้วย 1x TBST และหยด substrate (TMB) รอจนกว่าจะเห็นแถบโปรตีน (ขั้นตอนนี้ไม่ควรโดนแสง) ให้หยุดปฏิกิริยาด้วยน้ำกลั่นแล้วนำแผ่นเมมเบรนไปถ่ายรูปด้วยเครื่อง ChemiDocTM Touch Imaging System (Biorad, USA)

ตารางที่ 3.1 การเตรียมเจล TGX stain-Free gel สำหรับ SDS-PAGE

	1.0 mm Bio-Rad Glass Plates	
	Stacker	Resolver
	-	3 ml
Resolver B	-	3 ml
Stacker A	1 ml	-
Stacker B	1 ml	-
TEMED	2 μ l	3 μ l
10% APS	10 μ l	30 μ l

ที่มา: Biorad, USA

วิเคราะห์ความเข้มของแถบโปรตีนโทรโปนิน ที่ ที่มีขนาด 37 กิโลดาลตัน และขนาด 30 กิโลดาลตัน ด้วยโปรแกรม Image Lab 5.1 จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราส่วนระหว่างแถบโปรตีนทั้งหมดกับแถบโปรตีน โทรโปนิน ที่ และผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายของโปรตีนที่ขนาด 30 กิโลดาลตัน โดยใช้สูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{Normalized Quantity} = \frac{\text{Relative Quantity of Target Protein}}{\text{Relative Quantity of Total Protein Lane}}$$

เมื่อ Relative Quantity of Target Protein คือ ค่าแถบโปรตีนโทรโปนิน ที่
Relative Quantity of Total Protein Lane คือ ค่าแถบโปรตีนทั้งหมด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลสมรรถภาพการผลิต และการย่อยได้ของโภชนะในอาหาร โดยมีแบบพหุนทางสถิติ ดังนี้

$$\begin{aligned} Y_{ij} &= \mu + A_i + \epsilon_{ij} \\ Y_{ij} &= \text{ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา} \\ \mu &= \text{ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา} \\ A_i &= \text{อิทธิพลของพันธุ์โคลูกผสมที่เลี้ยงขุน} \\ \epsilon_{ij} &= \text{ค่าความคลาดเคลื่อน} \end{aligned}$$

เปรียบเทียบอิทธิพลของปัจจัยที่ศึกษาโดยใช้สถิติแบบพหุนทางเส้นตรงทั่วไป (General linear model, GLM) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยในรูป Least Squares Means (LSM) โดยการใช้ pdiff ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการบ่มเนื้อ โดยมีแบบพหุนทางสถิติ ดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + A_i + \epsilon_{ij}$$

โดยที่ Y_{ij} คือ ค่าสังเกตใด ๆ ของลักษณะที่ทำการวิเคราะห์

μ คือ ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ต้องการศึกษา

A_i คือ อิทธิพลของระยะการบ่มที่ i , $i = 7, 14$ และ 21 วัน

ϵ_{ij} คือ ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

สำหรับการรายงานผลการศึกษาลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพเนื้อทางกายภาพ และ องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ ใช้การรายงานผลในเชิงพรรณนา

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิจารณ์

การทดลองที่ 1 การศึกษาข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการทางด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

การศึกษาข้อมูลย้อนหลังเกี่ยวกับพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์ฯ ย้อนหลัง 5 ปี แต่รวบรวมข้อมูลได้จริงเพียง 3 ปีย้อนหลัง เนื่องจากไม่สามารถกู้คืนข้อมูลก่อนหน้านี้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ของสหกรณ์ฯ ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังต้องใช้ระยะเวลาในเตรียมและการวิเคราะห์ค่อนข้างนาน ซึ่งจากการเก็บรวบรวมข้อมูลซากโคขุนย้อนหลัง 3 ปี ของฟาร์มโคขุนที่เป็นสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลในระหว่างเดือนมิถุนายน 2557 ถึง พฤษภาคม 2560 พบว่าโคของสมาชิกสหกรณ์ฯ ที่ส่งเข้ามาในช่วงเวลาย้อนหลัง 3 ปี มีจำนวน 5,936 ตัว โดยสามารถจำแนกได้เป็นโคเนื้อจำนวน 4,368 ตัว และโคนมจำนวน 1,568 ตัว โคเนื้อสายพันธุ์ลูกผสมชาร์โรเลส์เป็นสายพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงกันโดยมีจำนวนรวม 4,214 ตัว ในขณะที่โคเนื้อสายพันธุ์ลูกผสมวากิวมีจำนวน 103 ตัว และโคเนื้อสายพันธุ์อื่นๆ จำนวน 51 ตัว (ดังตารางที่ 4.1) และเมื่อจำแนกจำนวนโคเป็นรายปีที่ส่งเข้ามา พบว่าจำนวนโคในแต่ละปีมีจำนวนใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 4.1) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงคัดเลือกโคลูกผสมชาร์โรเลส์และโคลูกผสมวากิวมาใช้ในการศึกษาคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคขุน

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลทั่วไปที่ได้จากการรวบรวมข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี (ม.ย. 57 - พ.ค. 60) ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สำหรับโคลูกผสมชาร์โรเลส์และโคลูกผสมวากิว

	จำนวน (ตัว)	ร้อยละ (%)
จำนวนโคเข้ามาทั้งหมด	5,936	100.0
เพศผู้	4,477	75.4
เพศเมีย	1,459	24.6
จำแนกตามสายพันธุ์		
โคเนื้อลูกผสมชาร์โรเลส์	4,214	71.0
โคเนื้อลูกผสมวากิว	103	1.7
โคเนื้อลูกผสมสายพันธุ์อื่นๆ	51	0.9
โคนม	1,568	26.4
จำแนกตามปีที่บันทึกข้อมูล	จำนวนโคลูกผสมชาร์โรเลส์ (ตัว)	จำนวนโคลูกผสมวากิว (ตัว)
ปีที่ 1 (ม.ย.57-พ.ค.58)	1,344	35
ปีที่ 2 (ม.ย.58-พ.ค.59)	1,504	33
ปีที่ 3 (ม.ย.59-พ.ค.60)	1,366	35

จากตารางที่ 4.1 จำนวนโคลูกผสมชาร์โรเลส์มีจำนวนมากกว่าโคลูกผสมวากิวหลายเท่าตัว จึงแยกวิเคราะห์คุณภาพซาก (น้ำหนักซากอ่อน % ซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น % ซากเย็น น้ำหนักหนัง น้ำหนักสูญเสีย และ % การสูญเสียน้ำหนัก) เกรดซาก (คะแนนไขมันแทรก) และผลตอบแทนที่ได้รับ (ราคาซื้อ/กก. ราคาซื้อ/ซาก และ ราคาซื้อ/กก.น้ำหนักตัว) ตามสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 4.2 และ 4.3 โดยแบ่งกลุ่มโคตามกำลังการผลิตโคของฟาร์ม (ขนาดฟาร์ม) ออกเป็น 4 กลุ่ม

คือ ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (ผลิต 4500 ตัว/ปี) (Ashton et al., 2016) ฟาร์มขนาดใหญ่ (ผลิต 101-400 ตัว/ปี) ฟาร์มขนาดกลาง (ผลิต 30 – 100 ตัว/ปี) และฟาร์มขนาดเล็ก (ผลิต <30 ตัว/ปี) (Sarakul et al., 2016)

โคลูกผสมซาโรเลสส์ (ตารางที่ 4.2) ในฟาร์มขนาดใหญ่มากมีค่าของระดับคะแนนไขมันแทรกที่มากที่สุด จึงส่งผลได้ราคาซื้อขายสูงขึ้นไปด้วย เนื่องจากราคาซื้อขายโคของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด กำหนดโดยใช้ระดับคะแนนไขมันแทรก โดยโคลูกผสมซาโรเลสส์จากฟาร์มขนาดใหญ่มากมีน้ำหนักตัวมีชีวิตต่ำที่สุด ซึ่งน่าจะเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพซากด้านอื่นๆ คือ น้ำหนักซากอ่อนและเย็น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อคำนวณเป็นสัดส่วนหรือร้อยละของน้ำหนักเริ่มต้น จะมีค่าที่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นในการวิเคราะห์ในระดับลึกมากยิ่งขึ้น อาจจำเป็นต้องใช้สถิติสำหรับการวิเคราะห์เพื่อควบคุมหรือลดผลกระทบจากตัวแปรรบกวนหรือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุเต็มวัย น้ำหนักตัว การผสมไขมัน ยังจำเป็นต้องศึกษาต่อไป

สำหรับโคลูกผสมวากิวถึงจะมีข้อมูลจำนวนไม่มากนัก แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูล (ตารางที่ 4.3) พบว่าค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของพารามิเตอร์ต่างๆ ที่วัดไม่สูงมากและมีค่าส่วนใหญ่ใกล้เคียงโคลูกผสมซาโรเลสส์ ในภาพรวมคุณภาพซากของโคลูกผสมวากิวจากฟาร์มขนาดต่างๆ กันในการศึกษานี้ มีค่าใกล้เคียงกัน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าโคลูกผสมวากิวจากฟาร์มขนาดใหญ่มากมีระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูงที่สุด โคลูกผสมวากิวมีค่าระดับคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์ ซึ่งน่าจะเป็นอิทธิพลของสายพันธุ์ร่วมกับคุณภาพของการจัดการเกี่ยวกับการเลี้ยงโค และด้วยระดับไขมันแทรกที่สูงของโคลูกผสมวากิว จึงส่งผลให้ราคาซื้อขายโคต่อหน่วยสูงขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะในฟาร์มขนาดใหญ่มาก พบว่ามีโอกาสได้กำไรจากราคาซื้อขายต่อหน่วยที่สูงกว่าโคลูกผสมวากิวจากฟาร์มขนาดอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ทางสถิติอาจจำเป็นต้องใช้เพื่อควบคุมหรือลดผลกระทบจากตัวแปรรบกวนหรือจากปัจจัยอื่นๆ เช่น อายุเต็มวัย น้ำหนักตัว การผสมไขมัน ซึ่งยังจำเป็นต้องศึกษาต่อไป

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณภาพซากของโคลูกผสมซาโรเลสส์และโคลูกผสมวากิว (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) แม้ว่าโคลูกผสมวากิว (3.57) มีระดับคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์ (1.91) แต่ไม่สามารถเปรียบเทียบได้โดยตรง เนื่องจากการประเมินระดับไขมันแทรกในเนื้อของโคลูกผสมซาโรเลสส์พิจารณาตามเกณฑ์ของ มกอช.6001-2547 (ระดับคะแนน 1-5) ในขณะที่การประเมินระดับไขมันแทรกในเนื้อของโคลูกผสมวากิวพิจารณาตามเกณฑ์ของ (ระดับคะแนน 1-12) ทั้งนี้คะแนนไขมันแทรกของโคลูกผสมซาโรเลสส์และโคลูกผสมวากิวอยู่ในระดับที่ไม่สูง (1.91 จากระดับคะแนนสูงสุด 5 และ 3.57 จากระดับคะแนนสูงสุด 12 ตามลำดับ) น่าจะเป็นผลมาจากสายพันธุ์โคเป็นลูกผสมและอายุของโค โดยควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงระดับไขมันแทรกในเนื้อโคที่ผู้บริโภคต้องการ เพื่อนำมาปรับปรุงหรือพัฒนาการผลิตโคเนื้อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามสายพันธุ์หรือระดับเลือดของโคลูกผสม อายุของโค และอาหารที่ใช้ในแต่ละฟาร์ม เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อระดับคะแนนไขมันแทรก (Ana et al., 2013) โดยจากรายงานก่อนหน้านี้พบว่าอิทธิพลของสายพันธุ์โควากิวมีประสิทธิภาพในการผสมไขมันที่สูง (Mears et al., 2001; Yamada et al., 2007) ส่งผลให้ราคาซื้อขายซึ่งผันแปรตามระดับคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าตามไปด้วย โดยโคลูกผสมวากิวจากฟาร์มขนาดใหญ่มีราคาซื้อขายต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับฟาร์มขนาดอื่นๆ (ตารางที่ 4.3) ซึ่งเป็นผลมาจากคะแนนระดับไขมันแทรกของซากโคจากฟาร์มขนาดใหญ่ต่ำที่สุด จึงส่งผลให้ราคาซื้อขายต่ำที่สุด แต่อย่างไรก็ตามโคลูกผสมวากิวมีอายุที่ส่งฆ่าสูงกว่าและขนาดตัวใหญ่กว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์ ซึ่งเป็นปัจจัยประกอบสำคัญที่ส่งผลให้มีช่วงเวลาในการผสมไขมันนานกว่า โดยเฉพาะในปัจจุบันฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ มีแนวโน้มที่จะส่งโคเข้าฆ่าที่น้ำหนักตัวมากกว่าในอดีต ทั้งนี้เมื่อเชื่อมโยงผลของสมรรถภาพการผลิตที่ศึกษาในการทดลองที่ 2 ที่พบว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์มีอัตราการเจริญเติบโต และการย่อยได้ของโปรตีนหยาบสูงกว่า แต่มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในการเลี้ยง และการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันสูงกว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์ ทำให้โคลูกผสมซาโรเลสส์เจริญเติบโตถึงน้ำหนักเข้าฆ่าได้เร็วกว่า โคลูกผสมวากิวจะมีระยะเวลาในการผสมไขมันแทรกได้นานกว่าโคลูกผสมซาโรเลสส์

จากตารางที่ 4.2 และ 4.3 เมื่อเปรียบเทียบระดับคะแนนไขมันแทรกของโคลูกผสมซาโรเลสส์และโคลูกผสมวากิวที่เลี้ยงในฟาร์มขนาดใหญ่และฟาร์มขนาดใหญ่มาก ซึ่งมีการจัดการฟาร์มและการเลี้ยงใกล้เคียงกัน ยกเว้นการจัดการด้านอาหาร

ซึ่งฟาร์มขนาดใหญ่มากให้อาหารชั้นที่มีการเสริมแป้งจากเหง้าสับปะรด (ประมาณร้อยละ 22) และอาหารหยาบที่มีเหง้าและเปลือกสับปะรด เป็นอาหารหลัก (ดังแสดงในตารางที่ 4.2) ในขณะที่ฟาร์มขนาดใหญ่ให้อาหารชั้นสำหรับโคเนื้อทั่วไปซึ่งไม่มีการเสริมแป้งจากเหง้าสับปะรด และอาหารหยาบส่วนใหญ่เป็นอาหารหยาบตามฤดูกาลที่ไม่ใช่ผลพลอยได้จากโรงงานสับปะรด จึงมีความเป็นไปได้ที่แป้งจากเหง้าสับปะรดทั้งในอาหารชั้นและอาหารหยาบที่โคได้รับจากการเลี้ยงในฟาร์มขนาดใหญ่มาก ส่งผลให้มีการสะสมไขมันในกล้ามเนื้อหรือไขมันแทรกมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทบทวนวรรณกรรมของ Park et al. (2018) รายงานว่าพลังงานที่เพิ่มขึ้นในอาหารสำหรับโคเนื้อช่วยเพิ่มการสะสมไขมันแทรกในเนื้อ

สำหรับการศึกษาพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยเมื่อใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ของสมาชิกทั้งหมด มาเปรียบเทียบแบบรายปีระหว่างโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว (ดังภาพที่ 4.1 และ 4.2) พบว่าโคลูกผสมวากิวมีคะแนนไขมันแทรกที่มากขึ้นตามเวลาส่งผลให้ราคาซื้อขายต่อซาก และราคาซื้อขายต่อน้ำหนักตัวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยที่โคลูกผสมวากิวมีอายุส่งฆ่าสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ และทั้งโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีแนวโน้มที่เกษตรกรผู้เลี้ยงส่งโคเข้ามาที่น้ำหนักตัวสูงมากกว่าในอดีต จึงเป็นผลให้เกิดแรงจูงใจจากค่าตอบแทนที่ได้รับสูงขึ้นตามคะแนนไขมันแทรกที่เพิ่มมากขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็นของทั้งโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีลักษณะแกว่งเล็กน้อยในช่วงแคบๆ ซึ่งอาจต้องทำการศึกษาวิจัยในประเด็นนี้เพิ่มเติม เมื่อจำแนกเปรียบเทียบตามขนาดของฟาร์ม (ภาพที่ 4.3 และ 4.4) พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ของทุกขนาดฟาร์มมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยและเป็นไปในทิศทางเดียวกันในช่วงเวลาย้อนหลัง 3 ปี ของการศึกษานี้ ยกเว้นฟาร์มขนาดเล็กที่มีแนวโน้มผลิตโคลูกผสมชาโรเลส์ที่มีคุณภาพด้อยลง ส่งผลให้ผลตอบแทนจากการรับซื้อโคลดลง ส่วนการผลิตโคลูกผสมวากิวพบว่าฟาร์มขนาดใหญ่มากผลิตโคที่มีคะแนนไขมันแทรกได้สูงขึ้นและผลตอบแทนจากการรับซื้อโคสูงขึ้นตามไปด้วย ถึงแม้จะมีแนวโน้มของ เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็นลดลงเหมือนกับฟาร์มขนาดเล็กก็ตาม ทั้งนี้ฟาร์มทุกขนาดที่ทำการศึกษาได้มีการผลิตโคลูกผสมวากิวที่มีอายุมากขึ้น ทั้งนี้ฟาร์มขนาดใหญ่มากมีแนวโน้มของการเพิ่มระดับคะแนนไขมันของโคลูกผสมวากิว (ภาพที่ 4.3 ก2) เมื่อเปรียบเทียบกับฟาร์มขนาดอื่นๆ น่าจะเป็นผลมาจากการจัดการการเลี้ยงโค การจัดการภายในฟาร์ม โดยเฉพาะด้านอาหาร ที่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่า

ตารางที่ 4.2 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

	ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (จำนวนโค 2,115 ตัว, 1 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนโค 829 ตัว, 1 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนโค 502 ตัว, 5 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนโค 768 ตัว, 57 ฟาร์ม)	ฟาร์มทั้งหมด (จำนวนโค 4,214 ตัว, 64 ฟาร์ม)
คะแนนไขมันแทรก*	2.06 ± 0.94	1.71 ± 0.95	1.75 ± 0.78	1.80 ± 0.98	1.91 ± 0.94
อายุ**, ปี	3.35 ± 1.12	3.06 ± 0.93	3.15 ± 0.91	3.02 ± 0.88	3.21 ± 1.03
น้ำหนักมีชีวิต, กิโลกรัม	570.67 ± 67.48	600.34 ± 87.17	629.10 ± 85.61	599.23 ± 79.87	588.67 ± 78.84
น้ำหนักซากอุ่น, กิโลกรัม	336.85 ± 43.05	353.49 ± 56.64	366.83 ± 54.44	352.53 ± 51.18	346.55 ± 50.02
% ซากอุ่น	59.02 ± 2.66	58.80 ± 2.48	58.25 ± 2.16	58.77 ± 2.20	58.84 ± 2.50
น้ำหนักซากเย็น***, กิโลกรัม	329.13 ± 42.47	345.28 ± 55.92	357.41 ± 53.39	343.73 ± 50.08	338.34 ± 49.15
% ซากเย็น	57.66 ± 2.68	57.42 ± 2.53	56.74 ± 2.17	57.31 ± 2.22	57.44 ± 2.53
น้ำหนักหนัง, กิโลกรัม	44.42 ± 8.37	48.03 ± 9.31	50.28 ± 10.13	48.21 ± 8.47	46.52 ± 9.07
% หนัง	7.78 ± 1.47	8.00 ± 1.55	7.99 ± 1.61	8.05 ± 1.41	7.90 ± 1.54
น้ำหนักสูญเสีย****, กิโลกรัม	7.72 ± 1.46	8.21 ± 1.51	9.42 ± 2.15	8.80 ± 1.96	8.22 ± 1.77
% การสูญเสียน้ำหนัก	2.31 ± 0.42	2.35 ± 0.43	2.58 ± 0.57	2.50 ± 0.45	2.38 ± 0.46
ราคารับซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักซาก, บาท/กิโลกรัม	208.33 ± 16.83	206.30 ± 15.51	203.46 ± 8.08	205.97 ± 14.95	206.92 ± 15.51
ราคารับซื้อ/ซาก, บาท/ซาก	68,633 ± 11,040	71,424 ± 14,057	72,745 ± 11,386	70,967 ± 12,859	70,097 ± 12,162
ราคารับซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	119.02 ± 16.34	118.53 ± 11.51	115.45 ± 6.48	118.11 ± 10.92	118.33 ± 3.71

* คะแนนไขมันแทรก (Marbling score) ตามเกณฑ์ของ มกอช.6001-2547: ระดับ 1 ไม่มีไขมันแทรก, ระดับ 5 ไขมันแทรกมาก

** ประเมินอายุโดยพิจารณาจากการงอกของฟันแท้

*** น้ำหนักซากเย็นหลังจากแช่เย็นเป็นเวลา 7 วัน

**** น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง – น้ำหนักรวมของทุกชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.3 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพลูกผสมวากิวของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

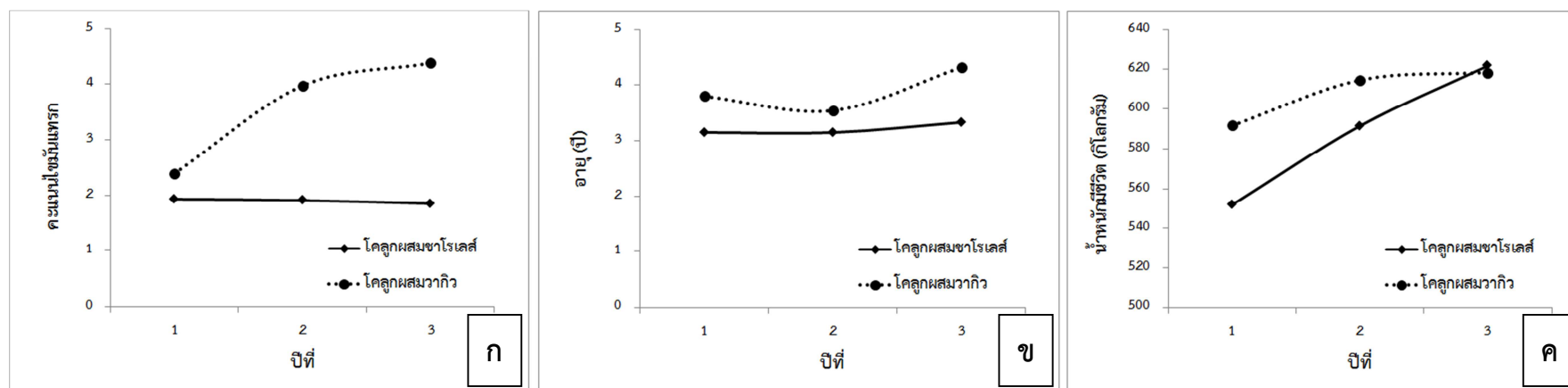
	ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (จำนวนโค 37 ตัว, 1 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนโค 23 ตัว, 1 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนโค 22 ตัว, 1 ฟาร์ม)	ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนโค 21 ตัว, 10 ฟาร์ม)	ฟาร์มทั้งหมด (จำนวนโค 103 ตัว, 13 ฟาร์ม)
คะแนนไขมันแทรก*	4.78 ± 2.21	2.15 ± 1.14	3.32 ± 1.21	3.57 ± 1.89	3.57 ± 2.03
อายุ**, ปี	4.11 ± 0.84	3.61 ± 1.08	4.23 ± 0.69	3.48 ± 1.12	3.89 ± 0.97
น้ำหนักมีชีวิต, กิโลกรัม	609.97 ± 79.67	615.43 ± 90.06	591.55 ± 77.36	613.62 ± 102.30	608.00 ± 85.75
น้ำหนักซากอุ่น, กิโลกรัม	362.18 ± 52.06	359.31 ± 54.66	350.12 ± 50.32	360.30 ± 62.31	358.58 ± 53.90
% ซากอุ่น	59.31 ± 2.38	58.38 ± 2.24	59.11 ± 1.69	58.73 ± 3.44	58.94 ± 2.47
น้ำหนักซากเย็น***, กิโลกรัม	353.54 ± 51.35	351.42 ± 54.17	341.49 ± 48.86	352.43 ± 61.24	350.27 ± 53.03
% ซากเย็น	57.88 ± 2.46	57.09 ± 2.32	57.66 ± 1.69	57.44 ± 3.47	57.57 ± 2.52
น้ำหนักหนัง, กิโลกรัม	41.89 ± 7.02	44.22 ± 7.05	43.45 ± 7.15	47.67 ± 8.32	43.92 ± 7.53
% หนัง	6.87 ± 1.15	7.19 ± 1.15	7.35 ± 1.21	7.77 ± 1.36	7.22 ± 1.24
น้ำหนักสูญเสีย****, กิโลกรัม	8.65 ± 1.82	7.89 ± 1.60	8.63 ± 2.04	7.87 ± 2.18	8.32 ± 1.91
% การสูญเสียน้ำหนัก	2.41 ± 0.50	2.22 ± 0.46	2.46 ± 0.39	2.20 ± 0.57	2.34 ± 0.49
ราคาซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักซาก, บาท/กิโลกรัม	280.41 ± 77.59	210.43 ± 24.02	228.18 ± 41.04	245.24 ± 52.00	246.46 ± 62.52
ราคาซื้อ/ซาก, บาท/ซาก	100,114 ± 34,803	73,961 ± 13,883	77,558 ± 14,521	87,993 ± 30,061	86,985 ± 28,457
ราคาซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	154.10 ± 59.70	120.18 ± 14.89	131.53 ± 23.52	140.95 ± 31.33	139.03 ± 42.28

* คะแนนไขมันแทรก (Marbling score) ตามเกณฑ์ของ USDA: ระดับ 1 ไม่มีไขมันแทรก (poor), ระดับ 12 ไขมันแทรกสูงมาก (very abundant)

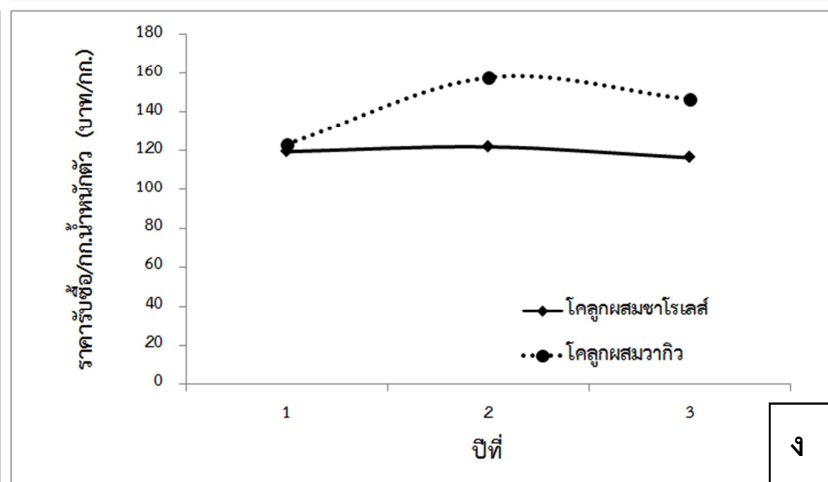
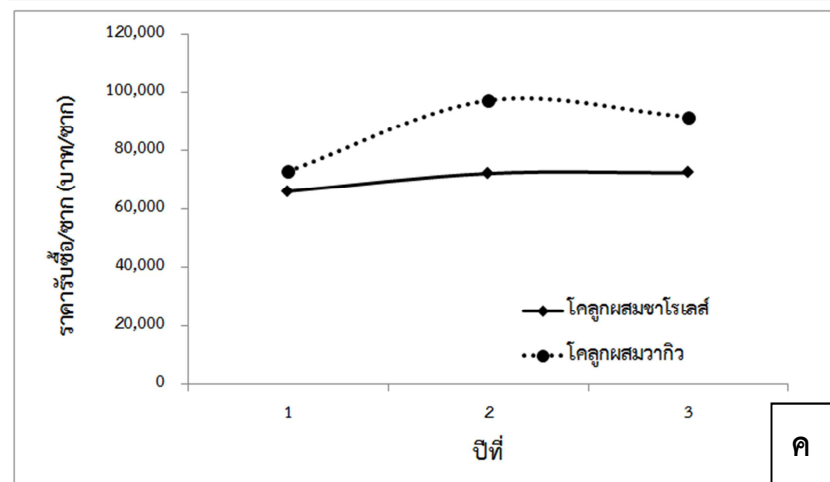
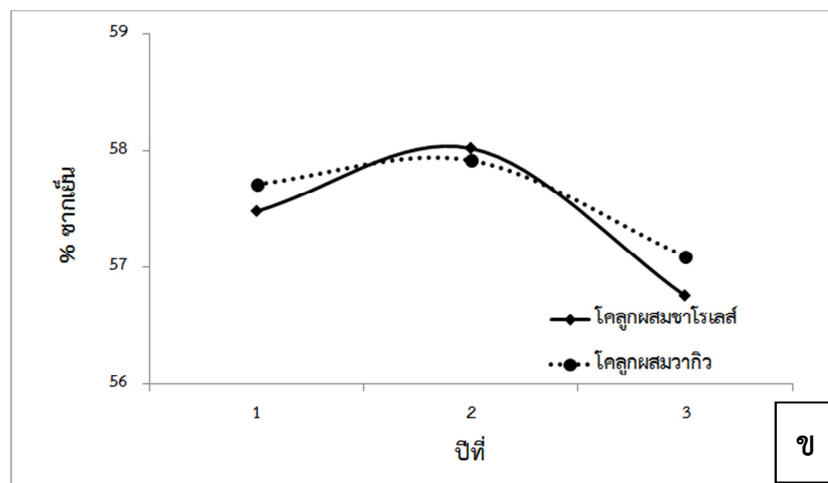
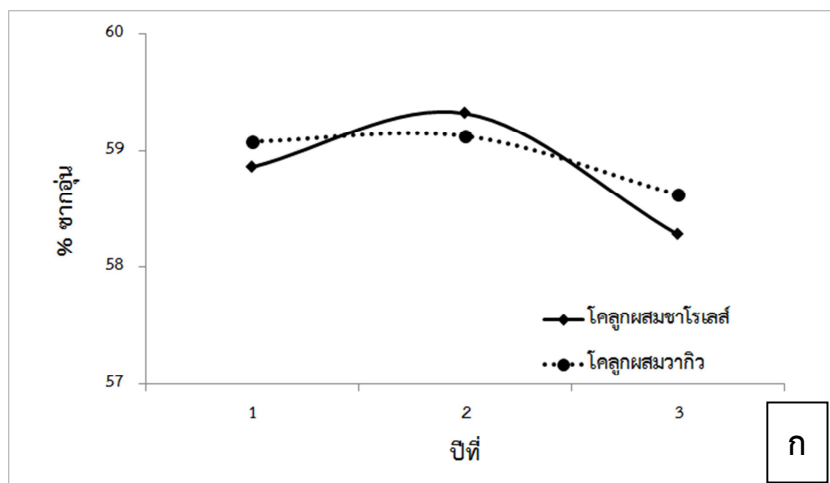
** ประเมินอายุโดยพิจารณาจากการรอกของฟันแท้

*** น้ำหนักซากเย็นหลังจากแช่เย็นเป็นเวลา 7 วัน

**** น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง – น้ำหนักรวมของทุกชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง

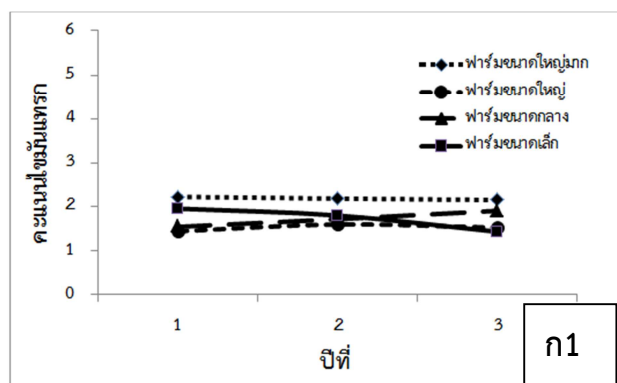


ภาพที่ 4.1 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของคะแนนไขมันแทรก (ก) อายุ (ข) และน้ำหนักมีชีวิต (ค) ของโคอุกผสมชาโรเลส์และโคอุกผสมวากิว

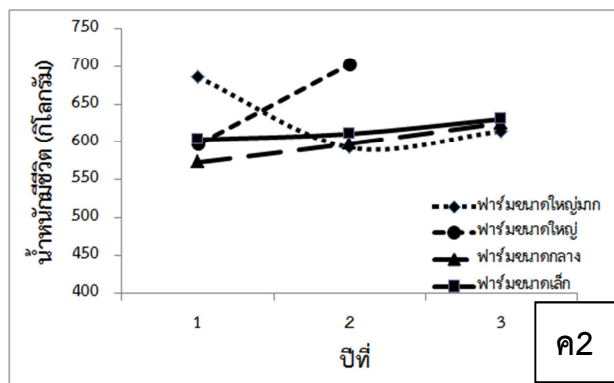
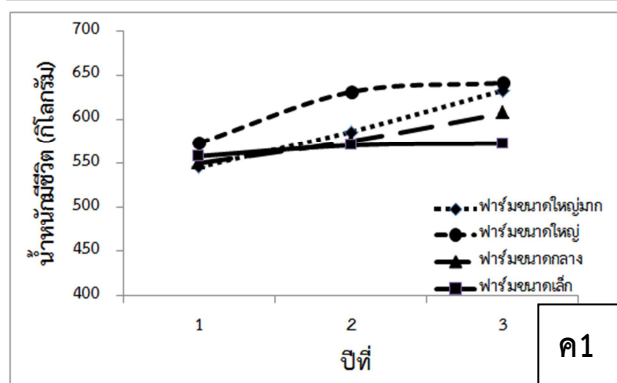
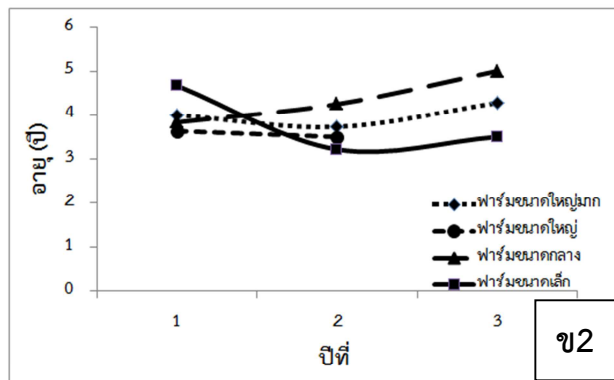
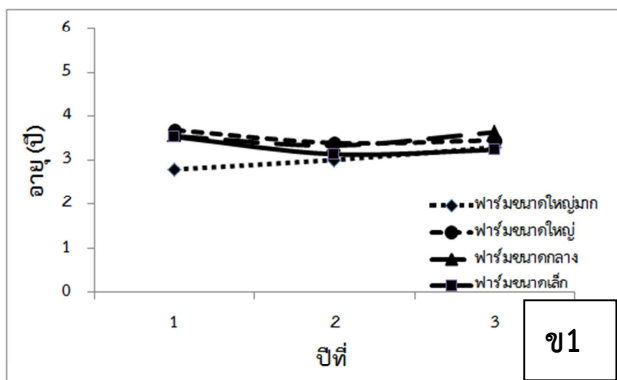
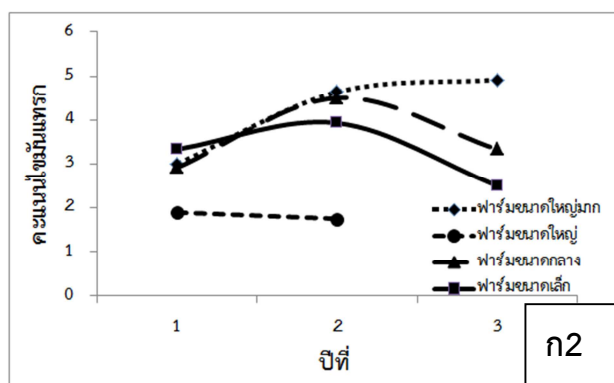


ภาพที่ 4.2 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของ % ชากอ่อน (ก) % ชากเย็น (ข) ราคาซื้อขาย/ชาก (ค) และราคาซื้อขาย/กิโลกรัม น้ำหนักตัว (ง) ของโคโลงผสมชาโรเลสและโคโลงผสมวากิว

โคลูกผสมชาโรเลส์

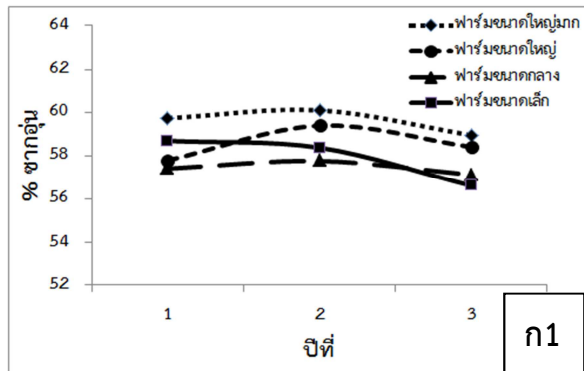


โคลูกผสมวากิว

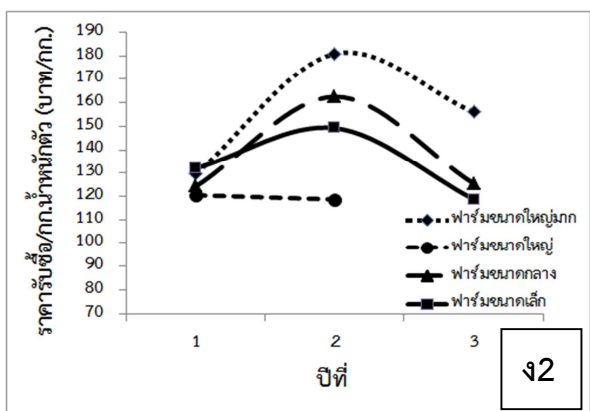
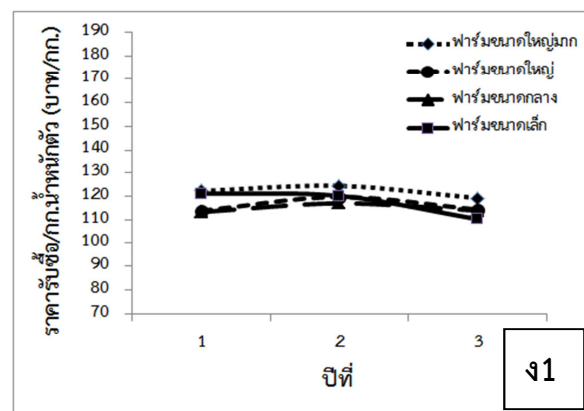
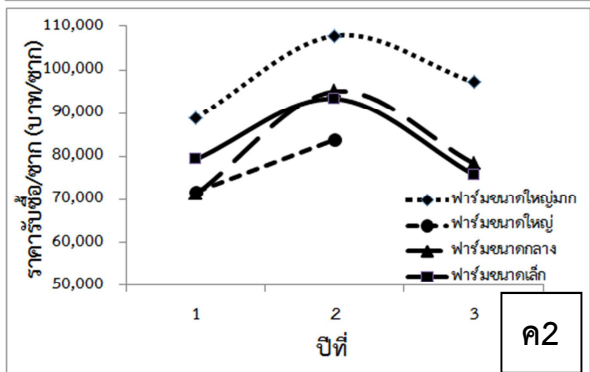
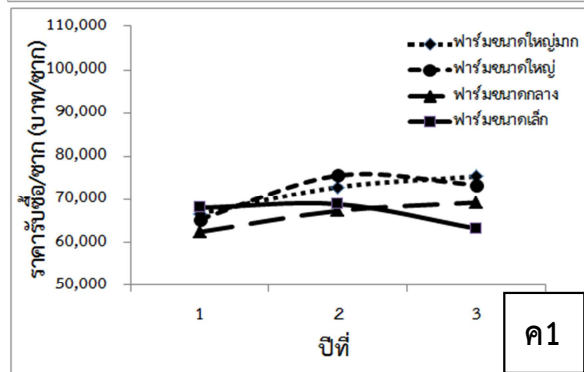
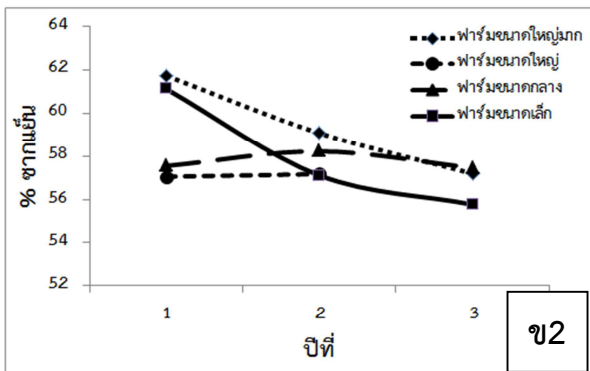
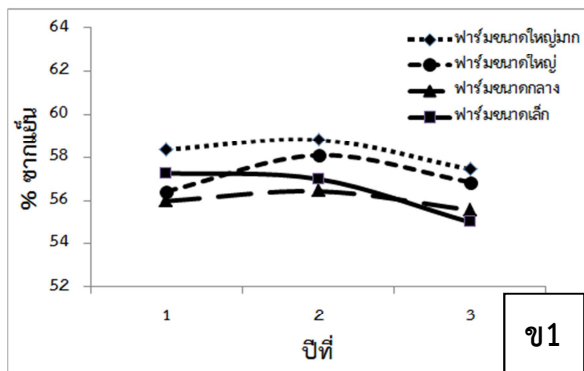
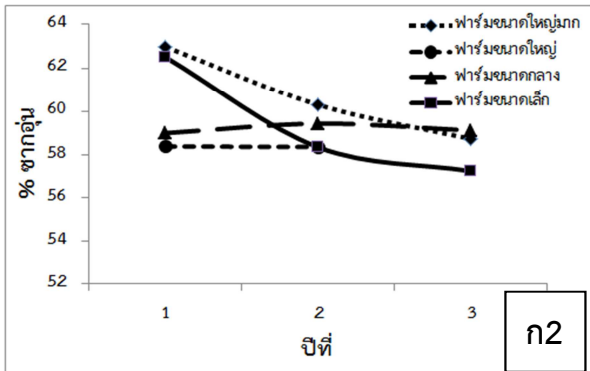


ภาพที่ 4.3 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของคณณนณนณนณน (ก) อายุ (ข) และน้ำนมมีชีวิต (ค) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ (1) และโคลูกผสมวากิว (2) โดยจำแนกตามขนาดของฟาร์ม

โคลูกผสมชาโรเลส์



โคลูกผสมวากิว



ภาพที่ 4.4 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี แบบรายปี ของ % ซากอ่อน (ก) % ซากเย็น (ข) ราคาซื้อ/ซาก (ค) และ ราคาซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว (ง) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ (1) และโคลูกผสมวากิว (2) โดยจำแนกตามขนาดของฟาร์ม

จากข้อมูลของซากโคย้อนหลังของฟาร์มโคขุนที่เป็นสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด พบว่ามีจำนวนซากของซากโคที่เข้ามาทั้งหมด 4,558 ซาก โดยข้อมูลย้อนหลังที่ได้รับมีการจัดเรียงที่กระจายกันมาก และมีการตัดแต่งซากที่ต่างกันของแต่ละซากหรือแม้แต่ในซากเดียวกัน เช่น แยกซากออกเป็น 4 ส่วน แต่บางส่วนตัดแต่งไม่ครบทุกรายละเอียด บางซากมีการจำหน่ายแบบยกซาก เป็นต้น จึงจำเป็นต้องเลือกซากเพียงซากเดียว คือ ซากซ้าย เพื่อให้ได้จำนวนซากหรือหน่วยทดลองที่มีการตัดแต่งชิ้นส่วนครบทุกรายละเอียด ซึ่งจากการคัดกรองและจัดเรียงข้อมูลพบว่ามีจำนวนซากที่ตัดแต่งครบทุกรายละเอียด (แต่บางชิ้นส่วนรวมกระดูกด้วย) จำนวน 2,185 ซาก แบ่งเป็นซากของโคลูกผสมชาโรเลส์จำนวน 2,164 ซาก และซากของโคลูกผสมวากิวจำนวน 21 ซาก (ดังตารางที่ 4.4 และ 4.5) โดยจำนวนซากของซากโคลูกผสมวากิวที่มีการตัดแต่งชิ้นส่วนเนื้อครบทุกรายละเอียดมีจำนวนค่อนข้างน้อย อาจจะเป็นผลมาจากการจำหน่ายแบบยกซากเป็นสาเหตุหลัก

จากข้อมูลการตัดแต่งชิ้นส่วนของซากโคลูกผสมชาโรเลส์ (ตารางที่ 4.4) โดยภาพรวมโคขุนคุณภาพจากฟาร์มขนาดใหญ่มากและฟาร์มขนาดใหญ่มีน้ำหนักซากโค ปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ และไขมัน ที่สูงกว่าฟาร์มขนาดกลางและขนาดเล็ก แต่เมื่อเทียบเป็นสัดส่วนร้อยละของน้ำหนักซาก พบว่ามีสัดส่วนของชิ้นเนื้อตัดแต่ง (เนื้อชิ้นส่วนใหญ่ เศษเนื้อชิ้นใหญ่ เศษเนื้อรวม กระดูก ไขมัน และข้อขา) มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ละขนาดฟาร์ม สำหรับข้อมูลการตัดแต่งชิ้นส่วนของซากโคลูกผสมวากิว (ตารางที่ 4.5) โดยภาพรวมผลเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับโคลูกผสมชาโรเลส์ กล่าวคือ โคขุนคุณภาพจากฟาร์มขนาดใหญ่มีน้ำหนักซากโค ปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ และไขมัน ที่สูงกว่าฟาร์มขนาดกลางและขนาดเล็ก และสัดส่วนของเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ เศษเนื้อชิ้นใหญ่ เศษเนื้อรวม กระดูก ไขมัน และข้อขา มีปริมาณที่ใกล้เคียงกันในแต่ละขนาดฟาร์ม ทั้งนี้สัดส่วนของชิ้นเนื้อตัดแต่งที่มีความต่างกันชัดเจนระหว่างโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว คือ โคลูกผสมชาโรเลส์มีสัดส่วนของเนื้อชิ้นส่วนใหญ่สูงกว่าโคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีสัดส่วนของไขมันสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ ทั้งนี้จะเป็นผลมาจากสายพันธุ์ของโค (Gotoh et al., 2009; 2018) โดยมีอิทธิพลร่วมจากอายุของโค ลูกผสมวากิวที่เข้าฆ่าที่อายุน้อยกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ สอดคล้องกับผลของคะแนนไขมันแทรกที่สูงกว่าของโคลูกผสมวากิว (ตารางที่ 4.2 และ 4.3) การสะสมไขมันที่สูงกว่าของโคสายพันธุ์วากิวน่าจะเป็นผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภค เนื่องจากโคสายพันธุ์วากิวแทบจะมีแนวโน้มสะสมกรดไขมันไม่อิ่มตัวเชิงเดี่ยว (Monounsaturated fatty acids) สูงกว่าโคเนื้อสายพันธุ์อื่นๆ (Gotoh et al., 2018) สำหรับ % การสูญเสียน้ำหนักซาก ซึ่งมีค่าติดลบของโคลูกผสมชาโรเลส์ในทุกขนาดฟาร์มตารางที่ 4.4 และโคลูกผสมวากิวในฟาร์มขนาดเล็กในตารางที่ 4.5 น่าจะเป็นผลมาจากความแตกต่างของความละเอียด (scale) ของการชั่งจากเครื่องชั่งซากกับเครื่องชั่งชิ้นส่วน เนื่องจากในขณะเดียวกัน % การสูญเสียน้ำหนักซาก มีค่าเป็นบวก สำหรับโคลูกผสมวากิวในฟาร์มขนาดใหญ่มากและในฟาร์มขนาดกลางในตารางที่ 4.5 และในโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง (ตารางที่ 4.12)

ตารางที่ 4.4 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาร์โรเลส์ (เฉพาะซีกซ้าย) ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

รายการ	ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (จำนวนซาก 627 ซาก)	ฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนซาก 561 ซาก)	ฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนซาก 225 ซาก)	ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนซาก 751 ซาก)	ฟาร์มทั้งหมด (จำนวนซาก 2,164 ซาก)
น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง*, กิโลกรัม	184.14 ± 20.18	183.52 ± 26.29	164.85 ± 23.08	160.26 ± 23.50	173.68 ± 25.90
เนื้อชิ้นส่วนใหญ่**, กิโลกรัม	117.99 ± 13.25	116.51 ± 16.49	104.91 ± 14.91	101.25 ± 15.26	110.43 ± 16.48
เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่, กิโลกรัม	19.06 ± 3.15	19.27 ± 3.17	17.91 ± 3.08	17.60 ± 3.37	18.49 ± 3.31
เศษเนื้อรวม, กิโลกรัม	5.05 ± 2.01	4.92 ± 1.75	4.26 ± 1.53	4.40 ± 1.78	4.71 ± 1.84
กระดูก, กิโลกรัม	19.47 ± 2.76	21.23 ± 3.07	19.76 ± 3.15	20.49 ± 3.38	20.31 ± 3.18
ไขมัน, กิโลกรัม	20.65 ± 5.23	19.97 ± 6.46	16.64 ± 5.00	15.03 ± 5.52	18.11 ± 6.18
ข้อขา, กิโลกรัม	2.45 ± 0.62	2.36 ± 0.56	2.18 ± 0.51	2.23 ± 0.58	2.32 ± 0.58
% เนื้อชิ้นส่วนใหญ่**	64.08 ± 2.13	63.54 ± 2.16	63.65 ± 1.96	63.21 ± 2.78	63.60 ± 2.39
% เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่	10.36 ± 1.35	10.55 ± 1.32	10.89 ± 1.31	11.00 ± 1.44	10.69 ± 1.39
% เศษเนื้อรวม	2.75 ± 1.07	2.68 ± 0.86	2.59 ± 0.86	2.74 ± 0.97	2.71 ± 0.96
% กระดูก	10.59 ± 1.10	11.63 ± 1.24	12.02 ± 1.23	12.86 ± 1.69	11.80 ± 1.65
% ไขมัน	11.19 ± 2.44	10.74 ± 2.54	10.05 ± 2.46	9.27 ± 2.63	10.29 ± 2.65
% ข้อขา	1.33 ± 0.29	1.29 ± 0.23	1.32 ± 0.26	1.41 ± 0.37	1.34 ± 0.31
% การสูญเสียจากการตัดแต่ง***	-0.28 ± 0.95	-0.46 ± 0.82	-0.52 ± 1.00	-0.46 ± 0.99	-0.41 ± 0.94

* คัดเฉพาะซากซีกซ้าย

** บางชิ้นส่วนรวมน้ำหนักเนื้อติดกระดูกด้วย คือ ริมซี่ด ทับโคน และซี่โครง

*** น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง – น้ำหนักรวมของทุกชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง

ตารางที่ 4.5 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมวากิว (เฉพาะซีกซ้าย) ของสมาชิกสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด

รายการ	ฟาร์มขนาดใหญ่มาก (จำนวนซาก 6 ซาก)	ฟาร์มขนาดใหญ่ (จำนวนซาก 0 ซาก)	ฟาร์มขนาดกลาง (จำนวนซาก 3 ซาก)	ฟาร์มขนาดเล็ก (จำนวนซาก 12 ซาก)	ฟาร์มทั้งหมด (จำนวนซาก 21ซาก)
น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง*, กิโลกรัม	197.50 ± 31.18	NA	181.90 ± 11.67	178.85 ± 26.81	182.88 ± 27.32
เนื้อชิ้นส่วนใหญ่**, กิโลกรัม	107.35 ± 18.84	NA	102.95 ± 9.00	102.50 ± 13.04	103.46 ± 14.03
เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่, กิโลกรัม	17.20 ± 4.33	NA	16.13 ± 0.77	17.10 ± 2.01	16.90 ± 2.66
เศษเนื้อรวม, กิโลกรัม	9.40 ± 1.42	NA	8.29 ± 1.00	8.23 ± 3.87	8.33 ± 3.06
กระดูก, กิโลกรัม	24.21 ± 2.37	NA	23.63 ± 3.74	23.48 ± 1.98	23.67 ± 2.26
ไขมัน, กิโลกรัม	35.26 ± 11.10	NA	28.14 ± 3.48	25.37 ± 13.40	27.77 ± 12.51
ข้อขา, กิโลกรัม	2.33 ± 0.61	NA	2.32 ± 0.48	2.31 ± 0.39	2.36 ± 0.45
% เนื้อชิ้นส่วนใหญ่**	54.38 ± 4.12	NA	56.54 ± 1.33	57.65 ± 5.04	56.90 ± 4.63
% เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่	8.65 ± 1.36	NA	8.88 ± 0.17	9.75 ± 1.75	9.36 ± 1.57
% เศษเนื้อรวม	4.86 ± 1.04	NA	4.55 ± 0.26	4.47 ± 1.88	4.48 ± 1.52
% กระดูก	12.38 ± 1.14	NA	12.95 ± 1.52	13.35 ± 2.06	13.14 ± 1.79
% ไขมัน	17.73 ± 4.52	NA	15.59 ± 2.95	13.58 ± 6.26	14.68 ± 5.69
% ข้อขา	1.17 ± 0.16	NA	1.27 ± 0.18	1.33 ± 0.42	1.32 ± 0.35
% การสูญเสียจากการตัดแต่ง***	0.82 ± 1.63	NA	0.22 ± 0.45	-0.12 ± 0.85	0.13 ± 1.15

* คิดเฉพาะซีกซ้าย

** บางชิ้นส่วนรวมน้ำหนักเนื้อติดกระดูกด้วย คือ ริมเช็ด ทีโบน และซี่โครง

*** น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง – น้ำหนักรวมของทุกชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง

NA = ไม่มีข้อมูล

การทดลองที่ 2 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อ และผลตอบแทนจากเกรตซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตผลร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

การทดลองที่ 2.1 การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กคุณภาพซาก และผลตอบแทนจากเกรตคุณภาพซากของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตผลร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

จากการศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการผลิตของโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิว เมื่อเริ่มทำการทดลองใช้โคลูกผสมสายพันธุ์ละ 15 ตัว แต่ในระหว่างทำงานทดลองมีโคทดลองบางตัวที่ป่วยและไม่สามารถทำการรักษาได้ทางทีมผู้วิจัยจึงได้ทำการคัดโคป่วยเหล่านั้นออกจากการทดลอง ทำให้เหลือจำนวนโคลูกผสมชาโรเลส์จำนวน 14 ตัวและโคลูกผสมวากิวจำนวน 12 ตัวที่ใช้ในการทดลอง โดยโคลูกผสมทั้งสองสายพันธุ์จะเริ่มเข้าขุนที่น้ำหนักเริ่มต้นประมาณ 400 กิโลกรัม มีการฉีดยาถ่ายพยาธิทั้งภายนอกและภายในพร้อมทั้งวิตามิน AD₃E ก่อนเริ่มการทดลอง โคทดลองจะได้รับอาหารชั้นที่ประกอบไปด้วย กากปาล์ม กากถั่วเหลือง กากเปียร์ เปลือกถั่วเหลือง แป้งเหล้าสับปะรด และพรีมิกซ์ ส่วนประกอบของอาหารชั้นดังแสดงในตารางที่ 4.6 ส่วนแหล่งของอาหารหยาบใช้หญ้าและเปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก และใช้แหล่งวัตถุดิบที่หาได้ตามฤดูกาลมาเสริมในบางช่วงเป็นระยะเวลานั้นๆ เช่น ใบปาล์ม เปลือกข้าวโพด ชังข้าวโพด ต้นข้าวโพดสับ หญ้าเนเปียร์สับ เป็นต้น โดยเลี้ยงโคในโรงเรือนเปิด ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 07.30 น. และ 16.00 น. ซึ่งจะทำให้ให้น้ำกินเต็มที่ก่อนคอกอาหารทุกครั้ง ทำการเลี้ยงโคขุนลูกผสมทั้งสองสายพันธุ์จนกระทั่งได้น้ำหนัก 650 กิโลกรัม

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้เลี้ยงโคทดลอง (ตารางที่ 4.6) พบว่าอาหารชั้นมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ วัตถุแห้ง (Dry matter, DM) อินทรีย์วัตถุ (Organic matter, OM) โปรตีนหยาบ (Crude protein, CP) ไขมัน (Ether extract, EE) เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง (Neutral detergent fiber, NDF) และ เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด (Acid detergent fiber, ADF) และพลังงานรวมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 90.10%, 95.40%, 17.20%, 7.00%, 51.60% 33.80% และ 4,361.10 cal/g ของวัตถุแห้งตามลำดับ และอาหารหยาบมีค่าเท่ากับ 29.10%, 97.10%, 4.50%, 0.80%, 44.10% 22.10% และ 3,858.70 cal/g ของวัตถุแห้งตามลำดับ

การศึกษาสมรรถภาพการผลิตของโคทดลอง

สมรรถภาพการผลิต ประสิทธิภาพการใช้อาหารและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวของโคทดลองในช่วงน้ำหนัก 400-500 กิโลกรัม 500-600 กิโลกรัม, 600-650 กิโลกรัม และ 400-650 กิโลกรัม แสดงในตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9 และ 4.10 ตามลำดับ จะเห็นว่าในระยะนี้โคทดลองทั้งสองสายพันธุ์มีน้ำหนักตัวเริ่มต้นและน้ำหนักตัวสิ้นสุดไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นในช่วงแรกของการเจริญเติบโต (ช่วงน้ำหนัก 400-500 กิโลกรัม) พบว่าโคลูกผสมวากิวน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (132.5 ± 51.9 กิโลกรัม) สูงกว่า ($P < 0.05$) กลุ่มโคลูกผสมชาโรเลส์ (113.3 ± 21.4 กิโลกรัม) ในขณะที่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติในโคทดลองระยะอื่นๆ (ช่วง 500-600 กิโลกรัม, 600-650 กิโลกรัม และ 400-650 กิโลกรัม) โคลูกผสมชาโรเลส์จะมีจำนวนวันที่เลี้ยงจนได้น้ำหนักสิ้นสุดทุกช่วงน้ำหนักน้อยกว่าโคลูกผสมวากิว ส่งผลให้เมื่อพิจารณาถึงอัตราการเจริญเติบโตพบว่าโคที่มีน้ำหนักในช่วง 400-500 กิโลกรัม, 600-650 กิโลกรัม และ 400-650 กิโลกรัมของโคลูกผสมชาโรเลส์ (1.23 ± 0.2 , 0.74 ± 0.3 และ 0.88 ± 0.1 กิโลกรัม/วัน, ตามลำดับ) มีค่าสูงกว่า ($P < 0.01$) โคลูกผสมวากิว (0.85 ± 0.1 , 0.51 ± 0.16 และ 0.71 ± 0.1 กิโลกรัม/วัน, ตามลำดับ) ทั้งนี้อัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าของโคลูกผสมชาโรเลส์อาจเนื่องมาจากโคลูกผสมชาโรเลส์มีประสิทธิภาพในการสะสมกล้ามเนื้อสูง ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีประสิทธิภาพในการสะสมไขมันสูง (Mir et al., 1999) โดยประสิทธิภาพการสะสมไขมันที่สูงส่งผลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นน้อยกว่าการสะสมของ

ตารางที่ 4.6 องค์ประกอบวัตถุดิบอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบอาหาร อาหารชั้น และอาหารหยาบที่ใช้ในการทดลอง

รายการ	เหง้าสับปะรด	เปลือกสับปะรด	เหง้าและแบ่ง สับปะรด	แบ่งจากเหง้า สับปะรด
องค์ประกอบทางเคมี, %				
วัตถุแห้ง (จากน้ำหนักสด)	21.42	11.7	40.73	44.82
	-----% ของวัตถุแห้ง-----			
อินทรีย์วัตถุ	88.32	75.77	89.5	90.5
โปรตีนหยาบ	4.31	5.15	3.6	1.56
ไขมัน	1.29	1.41	0.66	0.02
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	60.97	60.72	43.29	15.54
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	29.66	43.01	21.92	1.67
พลังงานรวม, cal/g	2,793.16	3,564.37	3,610.42	3,415.97
	อาหารชั้น	อาหารหยาบ*		
องค์ประกอบวัตถุดิบอาหาร, %				
กากปาล์ม	39.60	-		
กากถั่วเหลือง	17.60	-		
กากเบียร์	13.20	-		
ผิวถั่วเหลือง	6.60	-		
แบ่งเหง้าสับปะรด	22.00	-		
พรีมิกส์	1.00	-		
เปลือกสับปะรด	-	50.00		
เหง้าสับปะรด	-	50.00		
ราคา, บาท/กิโลกรัม	12.00	1.60		
องค์ประกอบทางเคมี, %				
วัตถุแห้ง (จากน้ำหนักสด)	90.10	29.10		
	-----% ของวัตถุแห้ง-----			
อินทรีย์วัตถุ	95.40	97.10		
โปรตีนหยาบ	17.20	4.50		
ไขมัน	7.00	0.80		
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	51.60	44.10		
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	33.80	22.10		
พลังงานรวม, cal/g	4,361.10	3,858.70		

* อาหารหยาบ= แหล่งอาหารหยาบโดยทั่วไปใช้เปลือกสับปะรด 50% และเหง้าสับปะรด 50% โดยมีการเสริมหญ้าเนเปียร์ เปลือกข้าวโพด และต้นข้าวโพดสับ ในบางช่วงเวลาเป็นระยะเวลานานๆ

เซลล์กล้ามเนื้อ (Owens et al., 1995) เนื่องจากเนื้อเยื่อทั้งสองนี้มีลักษณะเฉพาะของค่า gravity, water associations และ energy density ที่แตกต่างกัน (Mir et al., 1999) จึงส่งผลให้น้ำหนักตัวของโคลูกผสมวากิวเพิ่มขึ้นซ้ำ ทั้งนี้สอดคล้องกับปริมาณการกินได้ (ตารางที่ 4.7, 4.9 และ 4.10) และการย่อยได้ของโภชนะ (ตารางที่ 4.15) โดยโคลูกผสมชาโรเลส์มีการกินได้ของโภชนะโดยเฉพาะอย่างยิ่งการกินได้ของเยื่อใย NDF สูงกว่า ($P<0.01$) ในขณะที่การกินได้ของเยื่อใย ADF ต่ำกว่า ($P<0.05$) โคลูกผสมวากิว ซึ่งอาจเป็นผลให้โคลูกผสมวากิวนำกรดไขมันที่ระเหยได้โดยเฉพาะ C2 เพื่อนำไปสร้างไขมัน นอกจากนี้อัตราการเจริญเติบโตของโคลูกผสมวากิวมีค่าใกล้เคียงกับที่รายงานไว้โดย Mir et al. (1999) ซึ่งได้ทำการศึกษาถึงอัตราการเจริญเติบโตของโคลูกผสมวากิวกับโคสายพันธุ์ยุโรปเพศผู้ตอน ที่ระดับเล็ดโควากิว 50 เปอร์เซ็นต์ โดยขุนที่น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 491 (ปีที่ 1) และ 532 (ปีที่ 2) กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ 0.75 และ 1.10 กิโลกรัม/วัน ตามลำดับ ซึ่งการเจริญเติบโตที่ 0.75 กิโลกรัม/วัน ใกล้เคียงกับผลการศึกษาค้างนี้ แต่ต่างจากอัตราการเจริญเติบโตที่ 1.10 กิโลกรัม/วัน แสดงว่ามีหลายปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต เช่น อาหารและการจัดการ นอกจากสายพันธุ์ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่ออัตราการเจริญเติบโต

เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุและวัตถุแห้งของอาหารในทุกช่วงระยะน้ำหนัก (ตารางที่ 4.7, 4.8, 4.9 และ 4.10) โคลูกผสมทดลองทั้งสองสายพันธุ์จะมีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุและวัตถุแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณการกินได้ของเยื่อใย NDF ของโคลูกผสมชาโรเลส์มีค่าสูงกว่า ($P<0.01$) ในขณะที่ปริมาณการกินได้ของเยื่อใย ADF และพลังงานรวมมีค่าต่ำกว่า ($P<0.05$) รวมทั้งโคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันดีกว่า (ตารางที่ 4.15) ในขณะที่โคลูกผสมชาโรเลส์มีการย่อยได้ของโปรตีนหยาบสูงกว่า (ตารางที่ 4.15) ดังนั้นโคลูกผสมชาโรเลส์จึงน่าจะนำโภชนะที่ได้รับสูงกว่าไปสร้างกล้ามเนื้อเป็นส่วนใหญ่ ในขณะที่โคลูกผสมวากิวจะนำโภชนะที่ได้รับสูงกว่าไปสร้างไขมันเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้โคลูกผสมวากิวมีระดับไขมันในเนื้อสูงถึง 9.28% (ตารางที่ 4.17) สอดคล้องกับการรายงานของ Tumwasorn (2007) ที่ว่าอัตราการเจริญเติบโตจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อโคได้รับโภชนะเพิ่มสูงขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งโภชนะโปรตีนและพลังงาน

อัตราการเจริญเติบโตของโคลูกผสมชาโรเลส์ในงานทดลองครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับที่ได้รายงานไว้โดย Thiwaratkoon et al. (2018) ที่รายงานว่า โคลูกผสมพื้นเมืองและชาโรเลส์ 50% (พื้นเมือง x ชาโรเลส์) อายุเริ่มต้นเข้าขุนเฉลี่ย 2 ปี 6 เดือน ถึง 2 ปี 8 เดือน น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 319-395 กิโลกรัม ได้รับอาหารชั้น 14%CP และอาหารหยาบอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) 2 ครั้งต่อวัน เลี้ยงขุนเป็นระยะเวลา 8-10 เดือน จนได้น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย 543-687 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโต 866 กรัม/วัน และยังสอดคล้องกับค่าที่ได้รายงานไว้โดย Waritthitham et al. (2010) ที่ รายงานว่าอัตราการเจริญเติบโตของโคลูกผสมพื้นเมือง x ชาโรเลส์เพศผู้เริ่มขุนที่น้ำหนักเริ่มต้น 316 ± 35.1 กิโลกรัม ด้วยอาหารชั้นอัดเม็ด ข้าวโพด ฟางข้าว หญ้าและเศษเหลือทางการเกษตรตามฤดูกาลมีอัตราการเจริญเติบโตอยู่ที่ 884 กรัม/วัน จากรายงานข้างต้นในโคลูกผสมพื้นเมืองและชาโรเลส์ (พื้นเมือง x ชาโรเลส์) จะเห็นว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง มีอัตราการเจริญเติบโต (880 กรัม/วัน) ใกล้เคียงมากกับรายงานของ Waritthitham et al. (2010) (884 กรัม/วัน) แต่สูงกว่ารายงานของ Thiwaratkoon et al. (2018) (866 กรัม/วัน) น่าจะเป็นผลเนื่องจากระบบการเลี้ยง อาหารที่ให้ และการจัดการฟาร์มที่แตกต่างกัน

อย่างไรก็ตามสายพันธุ์โคที่แตกต่างกันจะส่งผลกระทบต่อระยะเวลาการขุน น้ำหนักเริ่มต้น ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตต่อตัวต่อวัน คุณภาพซากและส่วนประกอบของซาก ความหนาของชั้นไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์ไขมัน และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่แตกต่างกัน (ธนพรและคณะ, 2560)

ตลอดระยะเวลาการทดลองช่วงน้ำหนัก 400-650 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.10) จะเห็นว่าโคลูกผสมชาโรเลส์จะมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า ($P<0.01$) มีปริมาณการกินอาหารชั้น และอาหารหยาบ ทั้งในรูปของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากโคลูกผสมวากิวใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ ในขณะที่โคลูกผสมทั้งสองสายพันธุ์มีปริมาณการกินได้ของอินทรีย์วัตถุและวัตถุแห้งในอาหาร (กิโลกรัม/ตัว/วัน) ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

($P>0.05$) จึงส่งผลให้โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมวากิว นอกจากนั้นจะเห็นว่าต้นทุนค่าอาหารที่ใช้เลี้ยงทั้งหมด (บาท/ตัว) และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว (บาท/กิโลกรัม) ในโคลูกผสมวากิวมีค่าสูงกว่า ($P<0.01$) โคลูกผสมชาโรเลส์

ตารางที่ 4.7 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 400-500 กิโลกรัม)

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์	โคลูกผสมวากิว	P-value
จำนวนโค	14	12	
จำนวนวันที่เลี้ยง, วัน	92	156	
น้ำหนักตัวเริ่มต้น, กิโลกรัม	398.6±27.1	382.5±28.3	0.153
น้ำหนักตัวสิ้นสุด, กิโลกรัม	511.8±27.9	515.0±22.2	0.754
น้ำหนักตัวเพิ่ม, กิโลกรัม	113.3±21.4	132.5±51.9	0.031
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, กิโลกรัม/วัน	1.23±0.2	0.85±0.1	<0.001
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักสด			
อาหารข้น	546.1±4.3	900.7±14.1	<0.001
อาหารหยาบ	1,084.6±90.7	1,723.0±177.5	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	1,630.8±90.3	2,623.7±180.8	<0.001
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง			
อาหารข้น	492.1±3.9	811.5±12.7	<0.001
อาหารหยาบ	307.7±35.3	501.39±51.7	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	799.8±35.3	1,312.9±55.5	<0.001
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)			
วัตถุดิบแห้ง	8.7±0.38	8.4±0.36	0.070
อินทรีย์วัตถุ	8.4±0.37	8.1±0.34	0.072
โปรตีนหยาบ	1.5±0.07	1.5±0.06	0.070
ไขมัน	0.6±0.03	0.6±0.02	0.070
เยื่อใย NDF	8.0±0.43	4.1±0.16	<0.001
เยื่อใย ADF	2.6±0.09	2.7±0.08	0.002
พลังงานรวม	2.4±0.2	2.5±0.1	<0.001
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักสด)	14.8±2.5	20.2±4.4	0.001
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักแห้ง)	7.3±1.2	10.2±2.2	<0.001
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว	8,289.1±148.5	13,526.8±394.8	<0.001
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	75.4±12.7	105.3±22.3	<0.001

$P>0.05$ = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, $P<0.05$ =แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, $P<0.01$ =แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ, $P<0.001$ =แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

ตารางที่ 4.8 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 500-600 กิโลกรัม)

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์	โคลูกผสมวากิว	P-value
จำนวนโค	14	12	
จำนวนวันที่เลี้ยง, วัน	125	122	
น้ำหนักตัวเริ่มต้น, กิโลกรัม	511.8±27.9	515.0±22.2	0.754
น้ำหนักตัวสิ้นสุด, กิโลกรัม	597.0±34.9	599.3±28.4	0.855
น้ำหนักตัวเพิ่ม, กิโลกรัม	85.2±19.1	84.3±30.7	0.920
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, กิโลกรัม/วัน	0.68±0.2	0.69±0.2	0.878
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักสด			
อาหารข้น	647.3±12.3	618.7±29.0	0.003
อาหารหยาบ	1,675.8±180.5	1,585.1±196.5	0.232
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	2,323.1±184.3	2,202.2±204.9	0.126
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง			
อาหารข้น	583.2±11.0	557.3±26.1	0.003
อาหารหยาบ	456.7±114.6	461.3±57.2	0.901
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	1,039.9±115.5	1,019.4±69.0	0.596
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)			
วัตถุดิบแห้ง	8.3±0.92	8.4±0.57	0.906
อินทรีย์วัตถุ	8.0±0.9	8.0±0.54	0.918
โปรตีนหยาบ	1.4±0.16	1.4±0.10	0.922
ไขมัน	0.6±0.06	0.6±0.04	0.922
เยื่อใย NDF	8.3±0.65	4.0±0.26	<0.001
เยื่อใย ADF	2.4±0.21	2.6±0.15	0.029
พลังงานรวม	2.4±0.2	2.4±0.1	0.947
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักสด)	28.6±6.6	27.5±5.8	0.649
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักแห้ง)	12.8±2.9	12.7±2.6	0.969
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว	10,448.8±358.9	10,021.7±405.5	0.009
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	129.0±31.2	124.2±24.8	0.672

P>0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, P<0.05=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.01=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ, P<0.001=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ

ตารางที่ 4.9 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 600-650 กิโลกรัม)

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์	โคลูกผสมวากิว	P-value
จำนวนโค	14	12	
จำนวนวันที่เลี้ยง, วัน	61	92	
น้ำหนักตัวเริ่มต้น, กิโลกรัม	597.0±34.9	599.3±28.4	0.855
น้ำหนักตัวสิ้นสุด, กิโลกรัม	642.1±15.1	646.3±32.9	0.521
น้ำหนักตัวเพิ่ม, กิโลกรัม	45.07±15.1	46.9±19.4	0.209
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, กิโลกรัม/วัน	0.74±0.3	0.51±0.16	<0.001
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักสด			
อาหารข้น	301.0±21.9	437.4±5.88	<0.001
อาหารหยาบ	891.8±103.8	1,187.9±115.01	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	1,192.8±113.5	1,625.3±155.71	<0.001
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง			
อาหารข้น	271.2±19.7	394.1±5.30	<0.001
อาหารหยาบ	242.3±68.7	345.7±45.11	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	513.5±74.9	739.8±45.95	<0.001
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)			
วัตถุดิบแห้ง	8.4±1.23	8.0±0.50	0.330
อินทรีย์วัตถุ	8.1±1.19	7.7±0.48	0.333
โปรตีนหยาบ	1.5±0.21	1.4±0.09	0.330
ไขมัน	0.6±0.09	0.6±0.03	0.330
เยื่อใย NDF	8.7±0.83	3.9±0.22	<0.001
เยื่อใย ADF	2.4±0.29	2.4±0.11	0.531
พลังงานรวม	2.4±0.3	2.3±0.1	0.262
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักสด)	31.8±20.9	38.6±15.5	0.974
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักแห้ง)	13.7±9.2	17.7±7.1	0.727
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว	5,038.9±357.7	7,149.7±264.64	<0.001
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	133.3±82.7	171.36±70.2	0.761

P>0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, P<0.05=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.01=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ, P<0.001=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ

ตารางที่ 4.10 สมรรถภาพการผลิตและการใช้อาหาร (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคทดลอง (ช่วงน้ำหนักตัว 400-650 กิโลกรัม)

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์	โคลูกผสมวากิว	P-value
จำนวนโค	14	12	
จำนวนวันที่เลี้ยง, วัน	278	370	
น้ำหนักตัวเริ่มต้น, กิโลกรัม	398.6±27.1	382.5±28.3	0.153
น้ำหนักตัวสิ้นสุด, กิโลกรัม	642.1±15.1	646.3±32.9	0.521
น้ำหนักตัวเพิ่ม, กิโลกรัม	243.5±36.1	263.8±29.6	0.172
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, กิโลกรัม/วัน	0.88±0.1	0.71±0.1	0.034
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักสด			
อาหารข้น	1,488.4±34.7	1,952.2±39.15	<0.001
อาหารหยาบ	3,637.8±325.1	4,493.3±471.45	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	5,126.3±335.3	6,445.3±476.18	<0.001
ปริมาณการกินอาหาร, กิโลกรัม/น้ำหนักแห้ง			
อาหารข้น	1,341.1±31.2	1,758.5±35.52	<0.001
อาหารหยาบ	1,002.7±205.5	1,307.6±137.19	<0.001
รวม (อาหารข้นและอาหารหยาบ)	2,343.8±210.6	3,066.5±144.52	<0.001
ปริมาณการกินได้ (กิโลกรัม/ตัว/วัน)			
วัตถุดิบแห้ง	8.4±0.76	8.3±0.39	0.561
อินทรีย์วัตถุ	8.1±0.74	8.0±0.38	0.561
โปรตีนหยาบ	1.6±0.13	1.4±0.07	0.558
ไขมัน	0.6±0.05	0.6±0.03	0.558
เยื่อใย NDF	8.3±0.53	4.0±0.17	<0.001
เยื่อใย ADF	2.4±0.71	2.6±0.09	0.021
พลังงานรวม	2.4±0.2	2.4±0.1	0.472
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักสด)	21.6±3.1	24.7±2.8	0.383
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (น้ำหนักแห้ง)	9.8±1.5	11.7±7.1	0.063
ต้นทุนค่าอาหารทั้งหมด, บาท/ตัว	23,681.7±741.7	30,615.3±921.83	0.015
ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	99.1±13.9	117.3±12.1	0.065

P>0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, P<0.05=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.01=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.001=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ

การศึกษาสมรรถภาพการผลิต ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กคุณภาพซาก ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซาก คุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ ของโคขุนต่างสายพันธุ์ที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สับปะรดสามารถทำได้เพียงในโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ เนื่องจากการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคลูกผสมวากิวเพศผู้ ที่ได้จากสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด พบว่าโคลูกผสมวากิวของฟาร์มขนาดใหญ่มากที่เข้าร่วม

โครงการครั้งนี้ (สุระสิงห์ฟาร์ม อำเภอบ้านค่าย จังหวัดระยอง) มีข้อมูลโคลูกผสมวากิวที่เข้าฆ่าตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2558 – เดือนมีนาคม 2562 มีน้ำหนักมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มมากขึ้น และมีคะแนนไขมันแทรกเพิ่มสูงขึ้นตามมาด้วย ส่งผลให้เกษตรกรมีรายได้ที่รับสูงขึ้น ประกอบกับผลการศึกษาในโครงการวิจัยนี้ พบว่าโคลูกผสมวากิวของฟาร์มที่ใช้ทดลอง ใช้เวลา 370 วัน ในการเพิ่มน้ำหนักตัว จากน้ำหนักเริ่มต้นทดลองเฉลี่ย 382.5 กิโลกรัม เป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ย 646.3 กิโลกรัม หรือประมาณ 12 เดือน ซึ่งสอดคล้องกับที่คาดการณ์ไว้ในโครงการวางแผนการทดลอง แต่ด้วยเกษตรกรเจ้าของฟาร์มมีนโยบายส่งโคเนื้อลูกผสมวากิวเข้าฆ่าที่น้ำหนักตัวประมาณ 800 กิโลกรัม ด้วยเหตุผลด้านค่าตอบแทนที่ได้รับในสัดส่วนที่สูงขึ้นจากคะแนนระดับไขมันที่คาดว่าสูงขึ้น ซึ่งหากโคลูกผสมวากิวมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงน้ำหนักตัวมากกว่า 650 กิโลกรัม (เท่ากับช่วงน้ำหนักตัว 600-650 กิโลกรัม ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโต 0.51 ± 0.16 กิโลกรัม/วัน ดังตารางที่ 4.9) จะต้องใช้เวลาในการศึกษาวิจัยต่อไปอีกโดยประมาณ 10 เดือน $((800-650) / 0.51 = 294 \text{ วัน})$ โลูกผสมวากิวจึงจะมีน้ำหนักและคะแนนไขมันแทรกที่เหมาะสมส่งผลให้ได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพซาก ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซาก ลักษณะกระเพาะรูเมน ลักษณะสันฐานวิทยาของลำไส้เล็ก คุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อ ของโคลูกผสมวากิวทดลอง ไม่สามารถดำเนินการได้ภายในระยะเวลาที่กำหนดไว้ในแผนดำเนินการของโครงการ จึงได้ดำเนินการยื่นขอยุติกิจกรรมการศึกษาคุณภาพซาก, ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซาก ลักษณะกระเพาะรูเมน คุณภาพเนื้อ และลักษณะสันฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคลูกผสมวากิวทดลอง จาก สกว. ซึ่งได้รับการอนุมัติให้ยุติกิจกรรมดังกล่าวแล้ว (ภาพที่ 14ผ และ 15ผ) ส่งผลให้ไม่สามารถเปรียบเทียบผลการศึกษาในด้านต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ระหว่างโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงเสนอผลการศึกษาส่วนนี้ของโคลูกผสมชาโรเลส์ในเชิงพรรณนา หรือเปรียบเทียบผลของระยะเวลาการบ่มในกรณีการตรวจวัดคุณภาพเนื้อ (ทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมัน) ของเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์เท่านั้น

การศึกษาคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้จากซากโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง

คุณภาพซากของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง ครั้งนี้ซึ่งดำเนินการทดลองในฟาร์มขนาดใหญ่มาก เมื่อนำผลการการศึกษาที่ได้จากโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองเปรียบเทียบกับข้อมูลย้อนหลังของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่เลี้ยงในฟาร์มขนาดใหญ่เหมือนกันแสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าอายุเข้าฆ่าของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง (2.93 ปี) มีค่าต่ำกว่าชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง (3.35 ปี) น่าจะเป็นปัจจัยสำคัญส่งผลให้ระดับคะแนนไขมันแทรกของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองต่ำกว่าตามไปด้วย (ระดับคะแนนไขมันแทรกของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองและโคลูกผสมชาโรเลส์จากข้อมูลย้อนหลัง เท่ากับ 1.87 และ 2.06 ตามลำดับ) (Pacheco et al., 2011) ในขณะที่น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น น้ำหนักหนัง และราคารับซื้อ/ซาก ของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองมีค่าสูงกว่าชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งแสดงถึงขนาดโคทดลองมีขนาดตัวใหญ่ขึ้นและให้ผลตอบแทนมากขึ้นเมื่อเทียบกับชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง ทั้งนี้ เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ราคารับซื้อ/กิโลกรัม และราคารับซื้อ/กิโลกรัม น้ำหนักตัว มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างทั้งสองชุดนี้ แสดงถึงสัดส่วนของซากและผลตอบแทนต่อน้ำหนักของซากหรือน้ำหนักตัวไม่เปลี่ยนแปลง แต่โคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองมีน้ำหนักตัวที่มากกว่าและขนาดซากที่ใหญ่กว่าโคลูกผสมชาโรเลส์จากข้อมูลย้อนหลัง ถึงแม้จะมีอายุที่เข้าฆ่าต่ำกว่า ส่งผลให้ผลตอบแทนที่ได้รับสุทธิของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองจึงมีแนวโน้มสูงกว่าชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการศึกษาพัฒนาการด้านซากโค ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี (มิถุนายน 2557 – พฤษภาคม 2560) ดังแสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4 ในฟาร์มขนาดใหญ่มาก พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ทดลองมีระดับคะแนนไขมันแทรก น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง และปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี อย่างชัดเจน

สำหรับผลการตัดแต่งชิ้นส่วนของซากโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง ที่ดำเนินการทดลองในฟาร์มขนาดใหญ่มาก เมื่อนำผลการศึกษาที่ได้จากโคที่ใช้ทดลองเปรียบเทียบกับข้อมูลย้อนหลังของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่เลี้ยงในฟาร์มขนาดใหญ่มาก เช่นกัน แสดงในตารางที่ 4.11 พบว่าระดับคะแนนไขมันแทรกของโคทดลอง (1.89) น้อยกว่าโคของฟาร์มจากข้อมูลย้อนหลัง (2.06) น่าจะเป็นผลมาจากอายุเข้าฆ่าของโคเป็นอิทธิพลหลัก โดยโคทดลองมีอายุเข้าฆ่า (2.93 ปี) ซึ่งน้อยกว่าอายุเข้าฆ่าของโคจากข้อมูลย้อนหลัง (3.35 ปี) (Ana et al., 2013) ในขณะที่การเลี้ยง สายพันธุ์โค และอาหาร ของโคทดลองและโคจากข้อมูลย้อนหลังมีความใกล้เคียงกัน จากตารางที่ 4.12 พบว่าน้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง ปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ และเศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ ของชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองมีค่าสูงกว่าชุดโคของข้อมูลย้อนหลัง แต่ชุดโคที่ใช้ทดลองมีค่าสัดส่วนของ

ตารางที่ 4.11 คุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนที่ได้ (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) จากซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์ (จำนวนโค 14 ตัว)	โคลูกผสมชาโรเลส์ จากข้อมูลย้อนหลัง (จำนวนโค 2,115 ตัว)
คะแนนไขมันแทรก*	1.87 ± 0.52	2.06 ± 0.94
อายุ**, ปี	2.93 ± 0.59	3.35 ± 1.12
น้ำหนักมีชีวิต, กิโลกรัม	638.73 ± 46.81	570.67 ± 67.48
น้ำหนักซากอุ่น, กิโลกรัม	380.26 ± 30.03	336.85 ± 43.05
% ซากอุ่น	59.52 ± 1.17	59.02 ± 2.66
น้ำหนักซากเย็น, กิโลกรัม	370.88 ± 29.30	329.13 ± 42.47
% ซากเย็น	58.05 ± 1.15	57.66 ± 2.68
น้ำหนักหนัง, กิโลกรัม	49.13 ± 6.59	44.42 ± 8.37
% หนัง	7.69 ± 0.81	7.78 ± 1.47
น้ำหนักสูญเสีย, กิโลกรัม	9.38 ± 1.01	7.72 ± 1.46
% การสูญเสียน้ำหนัก	2.47 ± 0.19	2.31 ± 0.42
ราคารับซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักซาก, บาท/กิโลกรัม	203.67 ± 5.16	208.33 ± 16.83
ราคารับซื้อ/กิโลกรัมน้ำหนักตัว, บาท/กิโลกรัม	118.20 ± 2.68	119.02 ± 16.34
ราคารับซื้อ/ซาก, บาท/ซาก	75,528.07 ± 6,136.54	68,633 ± 11,040
ต้นทุนค่าโคนำเข้ามาเลี้ยง และค่าอาหาร ก่อนการขุน โดยเฉลี่ย***, บาท/ตัว	33,250.00	NA
ต้นทุนค่าอาหารขึ้นและอาหารหยาบ, บาท/ตัว	27,527.78 ± 911.96	NA
รายรับหลังจากหักต้นทุนค่าโคและอาหาร, บาท/ตัว ***	14,860.75 ± 5,827.40	NA

* คะแนนไขมันแทรก (Marbling score) ตามเกณฑ์ของ มกอช.6001-2547: ระดับ 1 ไม่มีไขมันแทรก, ระดับ 5 ไขมันแทรกมาก

** ประเมินอายุโดยพิจารณาจากการออกของฟันแท้

*** ต้นทุนค่าโคนำเข้ามาเลี้ยงที่น้ำหนักตัวประมาณ 200 กิโลกรัม ราคาตัวละ 25,000 บาท และค่าอาหารก่อนการขุน จากน้ำหนักตัวประมาณ 200 ถึง 400 กิโลกรัม ประมาณตัวละ 8,250 บาท (รวมเป็นต้นทุนค่าโคเริ่มเลี้ยงและค่าอาหารก่อนเข้าขุน ตัวละ 33,250 บาท)

NA = ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 4.12 ชิ้นส่วนจากการตัดแต่งซาก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง และจากข้อมูลย้อนหลัง โดยแสดงเฉพาะซากซีกซ้าย

	โคลูกผสมชาโรเลส์ (จำนวนโค 14 ซาก)	โคลูกผสมชาโรเลส์จากข้อมูลย้อนหลัง (จำนวนโค 627 ซาก)
น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง, กิโลกรัม	187.47 ± 14.97	184.14 ± 20.18
เนื้อชิ้นส่วนใหญ่*, กิโลกรัม	121.84 ± 9.31	117.99 ± 13.25
เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่, กิโลกรัม	21.41 ± 3.05	19.06 ± 3.15
เศษเนื้อรวม, กิโลกรัม	3.27 ± 0.86	5.05 ± 2.01
กระดูก, กิโลกรัม	19.85 ± 2.28	19.47 ± 2.76
ไขมัน, กิโลกรัม	18.02 ± 3.17	20.65 ± 5.23
ข้อขา, กิโลกรัม	2.40 ± 0.32	2.45 ± 0.62
% เนื้อชิ้นส่วนใหญ่*	65.01 ± 1.01	64.08 ± 2.13
% เศษเนื้อชิ้นส่วนใหญ่	11.39 ± 0.98	10.36 ± 1.35
% เศษเนื้อรวม	1.73 ± 0.38	2.75 ± 1.07
% กระดูก	10.59 ± 0.91	10.59 ± 1.10
% ไขมัน	9.66 ± 1.76	11.19 ± 2.44
% ข้อขา	1.28 ± 0.16	1.33 ± 0.29
% การสูญเสียจากการตัดแต่ง**	0.34 ± 0.53	-0.28 ± 0.95

* บางชิ้นส่วนรวมน้ำหนักเนื้อติดกระดูกด้วย

** น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง – น้ำหนักรวมของทุกชิ้นส่วนหลังการตัดแต่ง

เศษเนื้อรวม และไขมัน มีค่าต่ำกว่าชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง ในขณะที่ค่าสัดส่วนของกระดูกและข้อขามีค่าใกล้เคียงกันระหว่างโคทั้งสองชุด ทั้งนี้เมื่อเทียบสัดส่วนของการตัดแต่งชิ้นส่วนโดยคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักซาก พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ทั้งสองชุดนี้มีค่าสัดส่วนชิ้นส่วนจากการตัดแต่งใกล้เคียงกัน แสดงถึงขนาดตัวของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองเพิ่มขึ้น แต่สัดส่วนขององค์ประกอบร่างกายยังคงเดิม ยกเว้นสัดส่วนของไขมันของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง (ร้อยละ 9.66) มีค่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับชุดโคลูกผสมชาโรเลส์ของข้อมูลย้อนหลัง (ร้อยละ 11.19) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากอายุเข้าฆ่าที่ต่ำกว่าของชุดโคที่ใช้ทดลองดังกล่าวไว้ข้างต้น โดยรายรับที่ได้จากการขายซากโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองเฉลี่ยเท่ากับ $75,528.07 \pm 6,136.54$ บาท/ซาก ในการเลี้ยงต้นทุนค่าอาหารข้นและอาหารหยาบเฉลี่ยเท่ากับ $27,527.78 \pm 911.96$ บาท/ตัว ส่งผลให้รายรับหลังจากหักต้นทุนค่าอาหารเฉลี่ยเท่ากับ $48,110.75 \pm 5,827.40$ บาท/ตัว และเมื่อหักค่าพันธุ์โคนำเข้ามาเลี้ยงที่น้ำหนักตัวประมาณ 200 กิโลกรัม ราคาตัวละ 25,000 บาท และต้นทุนอาหารช่วงก่อนการขุน จากน้ำหนักตัวประมาณ 200 ถึง 400 กิโลกรัม ประมาณตัวละ 8,250 บาท รวมเป็นต้นทุนค่าโคเริ่มเลี้ยงและค่าอาหารก่อนเข้าขุน ตัวละ 33,250 บาท ทำให้รายรับหลังจากหักต้นทุนค่าโคและอาหาร เท่ากับ $14,860.75 \pm 5,827.40$ บาท/ตัว ซึ่งการคิดคำนวณรายรับในการศึกษาครั้งนี้ นำเฉพาะต้นทุนค่าโคและค่าอาหารมาคำนวณเท่านั้น เนื่องจากเป็นต้นทุนหลักในการเลี้ยงโค โดยหากต้องการคำนวณต้นทุนที่แท้จริงของฟาร์มจำเป็นต้องเก็บข้อมูลของฟาร์มด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น ค่าแรงงานคนเลี้ยง ค่าใช้จ่ายในการจัดการเลี้ยง ค่าเสื่อมโรงเรือน เป็นต้น เพื่อนำมาใช้ประกอบการคำนวณ ดังนั้นหากฟาร์มเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพอื่นที่มีสภาพการเลี้ยงและการบริหารจัดการที่ด้อยประสิทธิภาพกว่าฟาร์มที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ย่อมมีรายรับต่อตัวโคน้อยลง

ลักษณะกระเพาะรูเมนและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก

ผลการประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนของซากโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง (ตารางที่ 4.13) พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองมีลักษณะกระเพาะรูเมนอยู่ในเกณฑ์ปกติ (Normal) จำนวน 9 ตัว และอยู่ในเกณฑ์ผิดปกติเล็กน้อย (Mild) จำนวน 5 ตัว (ดังแสดงในภาพที่ 12ผ) โดยคิดเป็นสัดส่วนของโคที่มีลักษณะกระเพาะรูเมนที่ปกติร้อยละ 64.29 (9/14) สอดคล้องกับรายงานของ Rezac (2013) ที่รายงานว่าโคมีลักษณะกระเพาะรูเมนที่ปกติร้อยละ 64.8 โดยสัดส่วนของโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลองที่มีลักษณะกระเพาะรูเมนผิดปกติพบร้อยละ 35.71 มีลักษณะผิดปกติแบบเล็กน้อย (Mild) ในขณะที่ไม่พบความผิดปกติแบบรุนแรง (Severe) และแบบพบแผลเป็น (Scar) ในชุดโคที่ใช้ทดลองครั้งนี้ บ่งชี้ว่าไม่มีผลกระทบต่อน้ำของกระเพาะรูเมนที่รุนแรงจากเชื้อจุลินทรีย์และภาวะกรดสูงในกระเพาะรูเมน ดังนั้นการจัดการการเลี้ยงและอาหารที่ใช้เลี้ยงโคในฟาร์มโคขุนคุณภาพทดลองแห่งนี้ ซึ่งใช้ผลิตผลร่วมของสับปรดในสูตรอาหารเป็นหลัก ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตของกระเพาะรูเมนที่รุนแรง และสอดคล้องกับการผลิตโคเนื้อทั่วไปในสหรัฐอเมริกา (Rezac, 2013)

ตารางที่ 4.13 ผลการประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนของซากโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ที่ใช้ทดลอง

ลักษณะกระเพาะรูเมน	ร้อยละ (จำนวนโคที่พบ/จำนวนโคทั้งหมด)
ปกติ (Normal)	64.29 (9/14)
ผิดปกติเล็กน้อย (Mild)	35.71 (5/14)
ผิดปกติรุนแรง (Severe)	0.00 (0/14)
ผิดปกติแบบพบแผลเป็น (Scar)	0.00 (0/14)

ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก ทั้งส่วนต้น ส่วนกลาง และส่วนปลาย มีค่าความสูงของวิลไล ความลึกของครีปต์ และอัตราส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของครีปต์ ซึ่งมีค่ามากที่สุดที่ลำไส้เล็กส่วนกลาง (ตารางที่ 4.14) โดยความลึกของครีปต์ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างลำไส้เล็กทั้งสามส่วน ในขณะที่ความสูงของวิลไลของลำไส้เล็กส่วนกลางมากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้นและส่วนปลาย ($P < 0.05$) อัตราส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของครีปต์ของลำไส้เล็กส่วนกลางมากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้น ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) กับลำไส้เล็กส่วนปลาย (ตารางที่ 4.14) ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กในการศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานก่อนหน้านี้ ซึ่งรายงานว่าลำไส้เล็กส่วนกลางมีค่าของความยาววิลไลและอัตราส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของครีปต์สูงกว่าลำไส้เล็กส่วนต้นและส่วนปลาย (Zitnan et al., 2008; Schäff et al., 2018) เนื่องจากลำไส้เล็กส่วนกลางทำหน้าที่หลักทั้งในการย่อยและดูดซึมโภชนา เมื่อเปรียบเทียบกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองกับค่าอ้างอิงของโคเนื้อชาโรเลส์จากรายงานของ Zitnan et al. (2008) พบว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันต่ำกว่า ($P < 0.05$) และมีอัตราส่วนของความสูงของวิลไลต่อความลึกของครีปต์สูงกว่า ($P < 0.05$) ซึ่งอัตราการเจริญเติบโตที่ต่างกันน่าจะเป็นผลมาจากระดับสายพันธุ์ที่ต่างกัน เนื่องจากโคทดลองเป็นโคเนื้อลูกผสมในขณะที่โคที่ใช้อ้างอิงเป็นโคเนื้อชาโรเลส์พันธุ์แท้ โดยอัตราส่วนของความสูงของวิลไลต่อความลึกของครีปต์ของโคทดลองที่สูงกว่า อาจเป็นผลมาจากการปรับตัวของพื้นผิวลำไส้เล็กของโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองเพื่อเพิ่มความสามารถในการย่อยและดูดซึมโภชนา แต่อย่างไรก็ตามอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่อาจส่งผลกระทบต่อการศึกษาครั้งนี้ จึงควรทำการศึกษาวิจัยต่อไป แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษเกี่ยวกับลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก ทำให้ทราบว่าการจัดการการเลี้ยง และอาหารที่ใช้ผลิตผลร่วมของสับปรดในสูตรอาหารเป็นหลัก ไม่ส่งผลกระทบต่อลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของโคลูกผสมชาโรเลส์

ตารางที่ 4.14 ลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลอง

ลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็ก	
ความสูงของวิลไล, μm	
ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum)	417.34 ± 21.38^a
ลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum)	616.90 ± 49.92^b
ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)	490.95 ± 22.15^a
ความลึกของคริปต์, μm	
ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum)	193.87 ± 11.77^a
ลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum)	224.97 ± 12.34^a
ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)	196.11 ± 9.35^a
ความสูงของวิลไล : ความลึกของคริปต์	
ลำไส้เล็กส่วนต้น (duodenum)	2.28 ± 0.14^a
ลำไส้เล็กส่วนกลาง (jejunum)	2.76 ± 0.13^b
ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)	2.59 ± 0.13^{ab}

^{ab} ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรยกต่างกันในกลุ่มเดียวกัน (ของแต่ละค่าที่วัด) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การทดลองที่ 2.2 การประเมินการย่อยได้ของโภชนะ และต้นทุนอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว ในโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ และโคขุนลูกผสมวากิวที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

ผลการศึกษาการย่อยได้ของโภชนะในโคทดลองที่น้ำหนักตัว 400 500 และ 600 กิโลกรัม (ตารางที่ 4.15) พบว่าประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด และพลังงานรวมของโคลูกผสมทั้งสองสายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) การย่อยได้ของโภชนะโปรตีนหยาบในโคลูกผสมชาโรเลส์มีค่าสูงกว่าโคลูกผสมวากิวที่น้ำหนักตัว 500 กิโลกรัมและค่าเฉลี่ยทุกระยะน้ำหนัก ($P < 0.05$) ส่งผลให้โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโตที่สูงกว่าโคลูกผสมวากิว ($P < 0.01$) (ตารางที่ 4.7, 4.9, 4.10) สอดคล้องกับงานทดลองของ Tumwasorn (2007) ที่รายงานว่าเมื่อโคได้รับโภชนะโปรตีนเพิ่มสูงขึ้นจะส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ในขณะที่โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันในอาหารสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ที่น้ำหนักตัว 500 กิโลกรัม, 600 กิโลกรัมและค่าเฉลี่ยทุกระยะน้ำหนัก ($P < 0.05$) สอดคล้องกับการรายงานของ Ueda et al. (2007) ที่กล่าวว่า โควากิวเมื่อได้รับอาหารที่ประกอบด้วยเมล็ดธัญพืชปริมาณที่สูงในระยะสุดท้ายของการขุน จะส่งผลต่อการเพิ่มเซลล์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (intramuscular fat; IMF) ส่งผลทำให้เกรดคุณภาพเนื้อเพิ่มสูงขึ้น (McGee et al., 2013)

ตารางที่ 4.15 การย่อยได้ของโภชนะในอาหารของโคทดลองในแต่ละระยะน้ำหนัก

รายการ	โคลูกผสมชาโรเลส์ (จำนวนโค 14 ตัว)	โคลูกผสมวากิว (จำนวนโค 12 ตัว)	P-value
การย่อยได้ของโภชนะ, %			
น้ำหนักตัว 400 กิโลกรัม			
วัตถุดิบแห้ง	77.95 ± 0.55	77.85 ± 0.51	0.623
อินทรีย์วัตถุ	75.59 ± 4.43	73.94 ± 5.53	0.460
โปรตีนหยาบ	61.16 ± 8.33	56.80 ± 8.28	0.194
ไขมัน	69.85 ± 3.58	72.12 ± 3.18	0.101
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	69.05 ± 6.38	67.64 ± 7.44	0.612
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	64.45 ± 6.11	59.96 ± 7.08	0.100
พลังงานรวม	73.31± 6.2	71.64± 5.9	0.492
น้ำหนักตัว 500 กิโลกรัม			
วัตถุดิบแห้ง	69.27 ± 3.89	68.03 ± 7.70	0.600
อินทรีย์วัตถุ	69.95 ± 3.73	68.91 ± 7.60	0.655
โปรตีนหยาบ	60.34 ± 6.41	54.62 ± 5.08	0.020
ไขมัน	64.01 ± 7.58	68.87 ± 2.02	0.041
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	56.17 ± 3.72	55.54 ± 9.09	0.813
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	55.47 ± 3.14	53.87 ± 5.69	0.373
พลังงานรวม	66.37± 5.11	65.40± 6.29	0.668
น้ำหนักตัว 600 กิโลกรัม			
วัตถุดิบแห้ง	62.84 ± 10.68	60.29± 4.29	0.447
อินทรีย์วัตถุ	63.69 ± 10.74	58.68 ± 5.02	0.152
โปรตีนหยาบ	55.15 ± 10.05	53.71 ± 5.04	0.660
ไขมัน	68.61 ± 7.94	74.64 ± 6.02	0.042
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	56.51 ± 11.27	54.50 ± 4.79	0.572
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	51.87 ± 13.14	50.65 ± 7.99	0.782
พลังงานรวม	77.97± 9.36	75.67± 5.09	0.455
เฉลี่ยของช่วงน้ำหนักตัว 400 – 600 กิโลกรัม			
วัตถุดิบแห้ง	70.02 ± 3.6	68.72± 2.9	0.322
อินทรีย์วัตถุ	69.74 ± 4.2	67.18 ± 4.0	0.124
โปรตีนหยาบ	58.88 ± 4.2	55.04 ± 4.2	0.029
ไขมัน	67.49 ± 4.0	71.87 ± 2.5	0.003
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง	60.57 ± 4.5	59.22 ± 4.8	0.464
เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด	57.26 ± 4.5	54.83 ± 4.7	0.190
พลังงานรวม	72.55± 2.9	70.90± 3.2	0.186

P>0.05 = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, P<0.05=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.01=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ, P<0.001=แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งยวดทางสถิติ

การทดลองที่ 3 การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพและทางเคมี และองค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนที่ได้รับอาหารที่มีส่วนประกอบของผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์สับปะรด

การศึกษาคุณภาพเนื้อทางกายภาพบางประการ ในเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์

ค่า pH และ สี ของเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์

ผลการศึกษาค้นพบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลองที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากสับปะรดที่ผ่านการบ่มซากไว้ 7 วันมีค่าเฉลี่ย ของค่า pH 5.47 อุณหภูมิของเนื้อ 12.28 องศาเซลเซียส ค่าสีของเนื้อ L^* 42.60 a^* 19.47 และ b^* 16.72 ดังตารางที่ 4.16 จุฑารัตน์ และคณะ (2553) รายงานว่าเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์เพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารข้น โดยมีหญ้าสดและฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบมีค่า pH L^* a^* และ b^* เท่ากับ 5.50 40.26 22.59 และ 9.86 ตามลำดับ ซึ่งค่า pH ไม่แตกต่างจากผลการศึกษาค้นครั้งนี้ แต่พบว่าผลการทดลองครั้งนี้มีค่า L^* และ b^* สูงกว่า ในขณะที่ a^* ต่ำกว่า ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแหล่งอาหารหยาบที่ต่างกันโดยการศึกษาครั้งนี้เลี้ยงขุนโคด้วยอาหารข้นที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบ ซึ่งจุฑารัตน์ และคณะ (2553) ได้รายงานกรณีของเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์บราห์มันที่มีหญ้าและฟางข้าวเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก จะมีค่า L^* ที่ต่ำกว่า เนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์บราห์มันที่มีเปลือกสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบหลัก สอดคล้องกับ สุริยะ และคณะ (2560) ที่ศึกษาคุณภาพเนื้อโคนมเพศผู้ขุนที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างกัน คือ 1) อาหารผสมครบส่วนที่มีหญ้าเนเปียร์หมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ 2) อาหารผสมครบส่วนที่มีต้นข้าวโพดพร้อมฝักหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ และ 3) อาหารผสมครบส่วนที่มีเปลือกผสมแห้งสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่าค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัต์ตายของกลุ่มที่ 3 มีแนวโน้มต่ำกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.1$) โดยเท่ากับ 5.58 5.72 และ 5.56 ในขณะที่ ค่า L^* และ b^* ของกลุ่มที่มีเปลือกผสมแห้งสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ มีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นแม้จะไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยค่า L^* เท่ากับ 35.95 41.30 และ 43.30 ส่วนค่า b^* เท่ากับ 11.33 13.02 และ 14.50 สำหรับเนื้อโคที่ได้รับอาหารกลุ่ม 1 2 และ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสูตรอาหารที่ 3 ที่มีเปลือกผสมแห้งสับปะรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่ย่อยง่าย (nitrogen free extract) และพลังงานรวม (gross energy) สูงกว่ากลุ่มอื่น จึงส่งผลทำให้โคกลุ่มนี้ได้รับพลังงานจากอาหารสูงกว่ากลุ่มอื่น หลังสัต์ตายพลังงานที่สูงกว่าที่ค้างอยู่ในเนื้อจึงเปลี่ยนเป็นกรดแลคติกได้มากกว่า จึงส่งผลให้ค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงหลังสัต์ตายต่ำกว่า และมีผลทำให้ค่า L^* สูงกว่า

สีเนื้อมีความสัมพันธ์กับค่า pH โดยเนื้อโคที่มีปัญหาสีคล้ำหรือที่เรียกว่า dark cutting จะมีค่า ultimate pH มากกว่า 5.6 ในขณะที่เนื้อโคปกติจะมีค่าระหว่าง pH 5.4 – 5.6 (Young and Gregory, 2001) Page et al. (2001) รายงานว่าเมื่อเกรดคุณภาพเนื้อโคสูงขึ้น ค่า pH จะลดลง ค่าความสว่างของเนื้อจะเพิ่มขึ้น และความแปรปรวนของค่า pH และค่า L^* ลดลงด้วย โดย เกรด Standard: pH = 5.57 ± 0.25 , L^* = 38.48 ± 3.10 ; Select: pH = 5.52 ± 0.20 , L^* = 38.92 ± 2.64 ; Choice: pH = 5.48 ± 0.09 , L^* = 40.06 ± 2.45 ; Prime: pH = 5.49 ± 0.07 , L^* = 42.67 ± 2.31 ส่วนความแปรปรวนของสีและ pH พบว่าเกรด select ความแปรปรวนสองเท่าของเกรด choice ส่วน Murray (1989) รายงานว่าเนื้อโคที่มีสีต่างกัน คือ 1+ (extremely light), 2 (slightly to moderate light), 3 (normal), 4 (slightly to extremely dark) มีค่า L^* เท่ากับ 36.2 34.6 32.0 และ 28.8 ค่า a^* เท่ากับ 21.5 21.9 20.8 และ 17.5 ส่วนค่า b^* เท่ากับ 9.9 10.4 8.6 และ 6.0 ตามลำดับ โดยค่า L^* ของแต่ละกลุ่มต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่า a^* ของกลุ่มที่ 4 น้อยกว่ากลุ่มอื่น ($P < 0.05$) และ ค่า b^* ของ 1+ และ 2 ไม่ต่างกัน แต่มากกว่า 3 ส่วน 4 น้อยที่สุด ($P < 0.05$) ถึงแม้ว่า Murray จะรายงานการลดลงของค่า L^* a^* และ b^* ตามระดับความเข้มของสีเนื้อที่เพิ่มขึ้น แต่เป็นที่น่าสนใจกว่าค่า L^* a^* b^* ของ Murray ค่อนข้างต่ำกว่าผลการศึกษาในระยะหลัง เช่น Page et al. (2001)

โดยสรุปคุณภาพเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลร่วมของสับปรดในสูตรอาหาร มีคุณภาพเนื้อในเรื่องของสีเนื้อที่ดี เนื่องจากเนื้อมีความสว่างสดใสจากค่า L^* ที่สูง (42.6) ในขณะที่มีค่า pH ต่ำ (5.47) สอดคล้องกับการศึกษาของ Page et al. (2001) ที่ระบุว่าเนื้อโคเกรดที่ดีที่สุดคือเกรด prime มีค่า L^* (42.67) และ pH (5.49) ใกล้เคียงกับการทดลองครั้งนี้

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของ pH อุณหภูมิ และ สี ในเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ ทดลองที่ระยะการบ่ม 7 วัน (n=10)

Trait	Mean	SD	Min	max
pH	5.47	0.03	5.45	5.53
temperature	12.28	0.73	11.20	13.50
L^*	42.60	1.76	39.92	45.14
a^*	19.47	2.78	17.71	27.05
b^*	16.72	1.05	14.81	18.02

การศึกษาคุณภาพเนื้อทางเคมีบางประการ ในเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่ากล้ามเนื้อสันนอกของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์เพศผู้ตอนที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตผลร่วมของสับปรดและผลพลอยได้จากสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบที่ผ่านการบ่มซากไว้ 7 วันมีค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีดังนี้ ความชื้น 67.89% วัตถุแห้ง 32.11% อินทรีย์วัตถุ 98.89% โปรตีนหยาบ 21.52% ไขมัน 9.28% และเถ้า 1.11% แสดงในตารางที่ 4.17

ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตผลร่วมของสับปรดและผลพลอยได้จากสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบนั้นมีปริมาณไขมันในเนื้อสูงกว่าข้อมูลโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เคยศึกษามาก่อนหน้านี้ ดังรายงานของ วิจิต (2549) ที่ระบุว่าโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในกล้ามเนื้อสันนอก เฉลี่ย 4.62 เปอร์เซ็นต์ และ ปิยชินทร์ (2551) รายงานว่าเนื้อโคขุนกำแพงแสนซึ่งเป็นโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์เช่นกันมีไขมันในเนื้อเฉลี่ย 4.55 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ จันทรพร และคณะ (2562) ที่รายงานว่โคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคขุนโพธิ์ยางคำ มีไขมันในเนื้อเฉลี่ย 4.95 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การศึกษาครั้งนี้โคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตผลร่วมของสับปรดและผลพลอยได้จากสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบนั้นมีปริมาณไขมันเฉลี่ย 9.28 เปอร์เซ็นต์ โดยในโคทดสอบที่มีปริมาณไขมันต่ำสุดคือ 3.24 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณสูงสุดคือ 16.78 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าสูงมาก นอกจากนี้แล้วยังพบว่าในโคทดสอบทั้ง 10 ตัวมีเพียง 2 ตัวที่มีปริมาณไขมันต่ำเฉลี่ย 3.84 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่อีก 8 ตัวมีปริมาณไขมันที่สูงเฉลี่ย 10.63 เปอร์เซ็นต์ โดยการที่โคขุนสะสมไขมันในเนื้อที่มากกว่าการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารโดยทั่วไป ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากอาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ดังนั้นการเลี้ยงโคด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตผลร่วมของสับปรดและผลพลอยได้จากสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบน่าจะจัดว่าเป็นนวัตกรรมอาหารที่สามารถช่วยเพิ่มการสะสมไขมันในเนื้อโคขุนได้ ซึ่งถือว่าเป็นแนวทางในการช่วยเพิ่มคุณภาพเนื้อ นอกจากนี้ปริมาณไขมันในเนื้อที่สูงในการศึกษาครั้งนี้สัมพันธ์กับค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อที่สูงด้วย ซึ่งค่า b^* เท่ากับ 16.72 ในขณะที่ จันทรพร และคณะ (2562) ที่รายงานว่โคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคขุนโพธิ์ยางคำ เนื้อโคมีค่า b^* 13.04 ส่วนค่าความสว่างใสของเนื้อ หรือ ค่า L^* นั้น พบว่โคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตผลร่วมของสับปรดและผลพลอยได้จากสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบครั้งนี้เนื้อที่มีความสว่างใส คือมีค่า L^* สูง เฉลี่ยเท่ากับ 42.6 ในขณะที่ วิจิต (2549) รายงานว่โคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน เนื้อมีค่า L^* ที่การบ่มไว้ 7 วันเฉลี่ยเท่ากับ 38.71 ปิยชินทร์ (2551) รายงานว่

เนื้อโคขุนกำแพงแสนมีค่า L^* เฉลี่ยเท่ากับ 40.71 แต่อย่างไรก็ตามค่า L^* จากการศึกษาครั้งนี้ใกล้เคียงกับรายงานของ จันทร์พร และคณะ (2562) ที่พบว่าค่า L^* เฉลี่ยเท่ากับ 42.28

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ย ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่าสัมประสิทธิ์ขององค์ประกอบทางเคมีของเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ ที่ระยะการบ่ม 7 วัน (n=10)

องค์ประกอบทางเคมี, %	mean	SD	min	max
ความชื้น	67.89	3.25	62.59	72.52
วัตถุแห้ง	32.11	3.25	27.48	37.41
อินทรีย์วัตถุ	98.89	0.06	98.82	99.00
โปรตีนหยาบ	21.52	1.1	19.57	22.77
ไขมัน	9.28	4.28	3.24	16.78
เถ้า	1.11	0.06	1.00	1.18

การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์

การศึกษาระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อพบว่า ค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการปิ้งสุก ค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่ม และ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ของเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารข้นที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ของสับปะรดและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบ พบว่า อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มไม่ส่งผลต่อการสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่มและค่าการสูญเสียไอน้ำระหว่างการปิ้งสุก แต่พบว่า ระยะเวลาการบ่มมีอิทธิพลต่อค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยพบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ระยะการบ่ม 7 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อสูงกว่าที่ระยะการบ่ม 21 วัน ($P < 0.01$) ในขณะที่ระยะการบ่ม 14 วัน มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อไม่แตกต่างจากกลุ่มอื่น ($P > 0.05$) โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ เท่ากับ 8.92 7.85 และ 6.77 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.18 ซึ่งสอดคล้องกับ Marino et al. (2013) ที่รายงานว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อของสันนอกลดลงตามระยะการบ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) มีค่าเท่ากับ 6.95 5.58 4.55 และ 3.45 กิโลกรัม สำหรับระยะการบ่ม 1 7 14 และ 21 วัน ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังสอดคล้องกับ Steen et al. (1997) ที่รายงานว่าการบ่มเนื้อสันนอกโคไว้ 1 5 8 และ 12 วัน พบว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อจะลดลงตามระยะเวลาการบ่มที่เพิ่มขึ้น

ตารางที่ 4.18 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่ม เปอร์เซ็นต์การสูญเสียไอน้ำระหว่างการปิ้งสุก และ ค่าแรงตัดผ่านเนื้อของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะการบ่ม (วัน)			P value
	7	14	21	
การสูญเสียไอน้ำระหว่างการบ่ม (%)	-	2.55±0.48	3.04±0.71	0.826
การสูญเสียไอน้ำระหว่างการปิ้งสุก (%)	23.67±3.22	23.74±2.36	23.04±2.69	0.125
ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (กิโลกรัม)	8.92 ^a ±1.47	7.85 ^{ab} ±1.36	6.77 ^b ±1.04	0.006

^{ab} ตัวอักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) หรือ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$)

ในเรื่องของความนุ่มของเนื้อโค Young and Gregory (2001) ระบุว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ในนิวซีแลนด์ในระหว่าง ปี คศ. 1990 ยอมรับว่าเนื้อโคที่นุ่มจะมีค่าตัดผ่านเนื้อไม่เกิน 6 กิโลกรัม ในขณะที่เนื้อที่เหนียวคือเนื้อที่มีค่าแรงตัดผ่านเนื้อเกิน

10 กิโลกรัม ดังนั้นผลการทดลองครั้งนี้พบว่าหลังการบ่มเนื้อไว้ 21 วัน เนื้อโคลูกผสมชาร์โรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์รวมของสับปะรดและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาดน้ำจะมีระดับความนุ่มที่ใกล้เคียงกับที่ผู้บริโภคมองว่านุ่มมากที่สุด โดยมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อ 6.77 กิโลกรัม ในขณะที่ Huffman et al., (1996) Boleman et al., (1997) และ Miller et al., (2001) ระบุว่าค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งระดับความนุ่มของเนื้อคือ 4 กิโลกรัม ซึ่งระดับความนุ่มเพิ่มขึ้นตามค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลง และเนื้อมีเหนียวเพิ่มขึ้นตามค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่เพิ่มขึ้น

การศึกษาอิทธิพลของความนุ่มของเนื้อต่อการละลายได้ของคอลลาเจนในเนื้อของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลส์

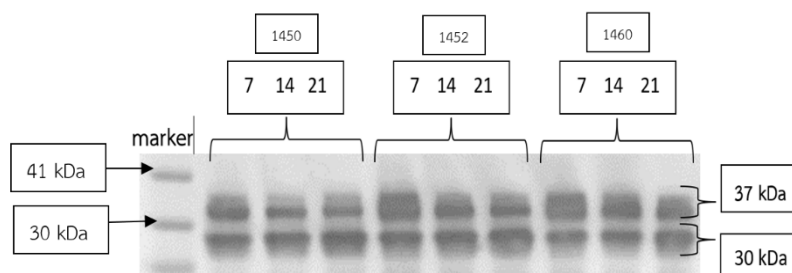
การศึกษาอิทธิพลของความนุ่มต่อการละลายได้ของคอลลาเจนในเนื้อสันนอกตามระยะการบ่มที่ 7 14 และ 21 วัน พบว่า คอลลาเจนที่ละลายได้ คอลลาเจนที่ไม่ละลาย คอลลาเจนรวมและเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจน ที่ระยะการบ่มทั้ง 3 ระยะ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 4.19 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Marino et al. (2013) ที่พบว่า คอลลาเจนรวมของกล้ามเนื้อสันนอกในทุกๆ ระยะการบ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ขัดแย้งกับรายงานของ Nishimura et al., (1995) และ Purslow (2005) ที่ระบุว่า คอลลาเจนมีการละลายได้จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นในระหว่างการบ่มเนื้อ โดยระบุว่าโครงสร้างของคอลลาเจนที่อยู่ในเยื่อหุ้มชั้นเพอร์ไมเซียที่ห่อหุ้มมัดเส้นใยกล้ามเนื้อ รวมทั้งโครงสร้างของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่อยู่ในกล้ามเนื้อจะถูกทำลายในระหว่างการบ่มเนื้อ

ตารางที่ 4.19 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อปริมาณคอลลาเจนที่ละลายได้ คอลลาเจนที่ไม่ละลาย คอลลาเจนรวม และเปอร์เซ็นต์การละลายได้ของคอลลาเจน

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะการบ่ม (วัน)			P value
	7	14	21	
คอลลาเจนที่ละลายได้ (มิลลิกรัม/กรัม)	0.22±0.02	0.21±0.03	0.20±0.04	0.411
คอลลาเจนที่ไม่ละลาย (มิลลิกรัม/กรัม)	1.90±0.16	1.68±0.34	1.64±0.31	0.270
คอลลาเจนรวม (มิลลิกรัม/กรัม)	2.21±0.19	1.82±0.35	1.81±0.31	0.150
% คอลลาเจนที่ละลายได้	10.39±0.47	10.57±2.08	9.71±1.74	0.590

การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที ในเนื้อของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลส์

การศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที ในโคขุนลูกผสมชาร์โรเลส์ ในระยะเวลาการบ่มที่ 7 14 และ 21 ด้วยเทคนิค Western blot พบแถบโปรตีนเกิดขึ้นสองแถบ แถบบนมีขนาด 37 กิโลดาลตัน และแถบล่างมีขนาด 30 กิโลดาลตัน ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 แสดงแถบโปรตีนโทรโปนิน ที ขนาด 37 และ 30 กิโลดาลตัน จากเนื้อโคลูกผสมชาร์โรเลส์ที่ระยะการบ่มต่างกัน

จากการศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มที่มีผลต่อการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ เนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ทดลอง พบว่า โปรตีนโทรโปนิน ที่ ขนาด 37 กิโลดาลตัน ที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีแนวโน้มที่จะสูงที่สุด ในขณะที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน มีแนวโน้มต่ำที่สุด ($P = 0.051$) ส่วนผลผลิตที่ได้จากการย่อยสลายของโปรตีนโทรโปนิน ที่ คือโพลีเปปไทด์ ขนาด 30 กิโลดาลตันนั้น พบว่าที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วันมีปริมาณต่ำกว่าที่ระยะเวลาการบ่ม 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 4.20 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Marino et al. (2013) ที่รายงานว่าเนื้อสันนอกของโคลูกผสมที่ผ่านระยะเวลาการบ่มไว้ 7 14 และ 21 วันมีปริมาณโปรตีนโทรโปนิน ที่ ลดลง ในขณะที่ผลผลิตจากการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับที่ระยะเวลาการบ่ม 1 วัน

ระยะเวลาการบ่มเนื้อมีอิทธิพลต่อการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ โดยพบว่าเปอร์เซ็นต์การสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ มีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่ม ในเรื่องของความนุ่มของเนื้อที่เกิดขึ้นหลังการบ่มเนื้อนั้น Koochmarai (1996) อธิบายว่าความนุ่มของเนื้อที่เกิดขึ้นหลังสัตว์ตายในระหว่างการเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิประมาณ 1–4 องศาเซลเซียส เกิดขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ในเนื้อ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มเอนไซม์คัลเพน ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ calpain 1 calpain 2 และตัวยับยั้งการทำงานของเอนไซม์นี้ คือ calpastatin ที่ทำให้เกิดการย่อยสลายของโปรตีนหลายชนิดในเนื้อเป็นผลทำให้เนื้อมีความนุ่มเพิ่มขึ้น Huff-Lonergan et al. (1996) รายงานว่าโปรตีนเส้นใยกล้ามเนื้อที่ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ calpain 1 และ calpain 2 ได้แก่ เดสมิน (desmin) เนบูลิน (nebulin) ไตติน (titin) และ โปรตีนโทรโปนิน (troponin T) แต่โปรตีนที่สำคัญที่ถูกย่อยสลาย คือ โปรตีนโทรโปนินที่ โดยโปรตีนนี้มีขนาดโมเลกุลระหว่าง 32 - 37 กิโลดาลตัน (Muroya et al., 2006) หลังจากถูกย่อยสลายจะเกิดผลผลิตโพลีเปปไทด์ขนาด 30 กิโลดาลตัน โดยพบในเนื้อโคที่ผ่านการบ่มซึ่งผลผลิตที่ได้จากการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนินที่นี้จะมีสหสัมพันธ์เชิงลบอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่าแรงตัดผ่านเนื้อ (Ho et al., 1996; Muroya et al., 2006) สอดคล้องกับการศึกษาของ Steen et al. (1997) ที่รายงานว่าโปรตีนโทรโปนินที่ มีปริมาณลดลง ในขณะที่ โพลีเปปไทด์ขนาด 30 กิโลดาลตันมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการบ่มเนื้อที่นานขึ้น

ตารางที่ 4.20 ความเข้มของแถบโปรตีนโทรโปนิน ที่ ขนาด 37 และ 30 กิโลดาลตัน จากเนื้อโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ระยะการบ่มต่างกัน

ลักษณะที่ศึกษา	ระยะการบ่ม(วัน)			P value
	7	14	21	
37 กิโลดาลตัน	0.24±0.06	0.20±0.05	0.19±0.04	0.051
30 กิโลดาลตัน	0.18±0.07 ^a	0.21±0.06 ^{ab}	0.25±0.05 ^b	0.039

^{ab} ตัวอักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

โดยสรุปในการทดลองครั้งนี้ พบว่าการบ่มเนื้อไว้ 21 วันมีผลทำให้ความนุ่มของเนื้อเพิ่มขึ้น ซึ่งความนุ่มที่เพิ่มขึ้นนี้น่าจะเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนในกลุ่มโมโอไฟบริลลาร์มากกว่าการสลายตัวของคอลลาเจนซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ดังที่พบการเพิ่มขึ้นของผลผลิตจากการสลายตัวของโปรตีนโทรโปนิน ที่ ขนาด 30 กิโลดาลตันหลังการบ่มไว้ 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่พบอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อการสลายตัวของคอลลาเจน

อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์

องค์ประกอบของกรดไขมันในเนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง ที่ได้รับผลิตผลร่วมของสับปะรดในอาหารชั้น และผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาด ดังแสดงในตารางที่ 4.21 พบว่า ที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน กรดไขมันที่มี

ตารางที่ 4.21 อิทธิพลของระยะเวลาในการบ่มต่อสัดส่วนของกรดไขมัน (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ในกล้ามเนื้อสันนอก ของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง (ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

สัดส่วนของกรดไขมัน (% ของกรดไขมันทั้งหมด)	ระยะเวลาในการบ่ม (วัน)			P-value
	7	14	21	
Lauric acid (C12:0)	0.16 ±0.03	0.20 ±0.33	0.23 ±0.33	0.335
Myristic acid (C14:0)	0.79 ±0.32	0.17 ±0.32	0.18 ±0.32	0.305
Myristoleic acid (C14:1)	3.51 ±0.30	4.10 ±0.30	4.37 ±0.30	0.127
Pentadecenoic acid (C15:1)	0.85 ±0.18	1.02 ±0.18	1.06 ±0.18	0.671
Palmitic acid (C16:0)	30.44 ±0.49	30.67 ±0.49	30.47 ±0.49	0.937
Palmitoleic acid (C16:1)	2.29 ±0.50 ^b	4.57 ±0.50 ^a	4.70 ±0.50 ^a	0.003
Heptadecenoic acid (C17:1)	0.68 ±0.05	0.77 ±0.05	0.69 ±0.05	0.379
Stearic acid (C18:0)	10.61 ±0.61	10.81 ±0.61	10.68 ±0.61	0.971
Elaidic acid (C18:1n9t)	0.77 ±0.10	1.05 ±0.10	0.92 ±0.10	0.155
Oleic acid (C18:1n9c)	40.25 ±0.60	39.59 ±0.60	39.84 ±0.60	0.732
Linoleic acid (C18:2n6c)	3.04 ±0.40 ^a	0.69 ±0.04 ^b	0.82 ±0.04 ^b	<0.001
Linolelaidic acid (C18:2n6t)	1.06 ±0.15	0.85 ±0.15	0.82 ±0.15	0.468
Saturated Fatty Acid (SFA)	42.00 ±0.90	42.85 ±0.90	41.55 ±0.90	0.938
Monounsaturated Fatty Acid (MUFA)	11.13 ±0.66	12.20 ±0.66	12.59 ±0.66	0.289
Polyunsaturated Fatty Acid (PUFA)	41.31 ±0.54	40.44 ±0.54	40.66 ±0.54	0.502
PUFA/SFA	0.99 ±0.03	0.97 ±0.03	0.98 ±0.03	0.919

SAF = C12:0+C14:0+C16:0+C18:0, MUFA = C14:1+C16:1+C17:1+C18:1n9t+C18:1n6c, PUFA = C18:2n6t+C18:2n6c

^{ab} ตัวอักษรยกที่ต่างกันในแต่ละแถวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$)

สัดส่วนค่อนข้างสูง คือ C18:1n9c (40.25 เปอร์เซ็นต์) สอดคล้องกับรายงานของ Chaiwang et al. (2015) ที่ทำการศึกษาองค์ประกอบของกรดไขมันในกล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* ของโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ 75 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้รับหญ้าขนเป็นอาหารหยากับโคพันธุ์พื้นเมืองไทยที่เลี้ยงแบบปล่อยแปลง พบว่า ที่ระยะเวลาการบ่ม 7 วัน เนื้อโคทั้ง 2 สายพันธุ์มีสัดส่วนของกรดไขมัน C18:1n9c สูงที่สุด (36.62 และ 39.91 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) และสอดคล้องกับรายงานของ สุชาติ (2553) ที่ศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของกรดไขมันใน กล้ามเนื้อ *Longissimus dorsi* ของโคพันธุ์พื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับเปลือกสับปะรดหมักกับหญ้าแพงโกล่าแห้งเป็นแหล่งอาหารหลัก พบว่า สัดส่วนของกรดไขมันที่พบมากที่สุดภายในเนื้อโค คือ C18:1n9c โดยในกลุ่มโคที่ได้เปลือกสับปะรดหมักมีค่าที่สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) (41.32 และ 34.74 กรัมต่อ 100 กรัมของกรดไขมันทั้งหมด ตามลำดับ) ส่วนกรดไขมันชนิด C18:0 ในงานทดลองครั้งนี้มีสัดส่วนอยู่ที่ 10.61 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสัดส่วนใกล้เคียงกับงานวิจัยของ สุชาติ (2553) ที่รายงานว่าเนื้อโคพันธุ์พื้นเมืองที่ได้รับเปลือกสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยามีสัดส่วนกรดไขมัน C18:0 ที่ระดับ 13.10 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สัดส่วนของกรดไขมัน C18:0 ในการทดลองครั้งนี้มีค่าน้อยกว่างานศึกษาของ Chaiwang et al. (2015) ที่รายงานว่า เนื้อโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ 75 เปอร์เซ็นต์ มีสัดส่วนกรดไขมัน C18:0 ที่ระดับ 19.36 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงกรดไขมันชนิดอื่นๆ พบว่ามีสัดส่วนไม่แตกต่างกัน ($P>0.05$)

เมื่อนำกล้ามเนื้อสันนอกทำการบ่มที่ระยะเวลาแตกต่างกัน คือ 7 14 และ 21 วัน พบว่า สัดส่วนกรดไขมัน C12:0, C14:0, C14:1, C15:1, C16:0, C17:1, C18:0, C18:1n9c และ C18:2n6c มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่สัดส่วนกรดไขมัน C16:1 มีค่าที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) กล่าวคือ เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นจาก 7 14 และ 21 วัน มีผลให้สัดส่วนของกรดไขมัน C16:1 เพิ่มขึ้นตามไปด้วย (2.29 4.57 และ 4.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) สอดคล้องกับการศึกษาของ Sosin-Bzducha and Puchala (2017) ที่ทำการศึกษาสัดส่วนของกรดไขมันในเนื้อโคสด 2 สายพันธุ์ คือ สายพันธุ์ Polish Red และ Polish White ทำการบ่มเป็นระยะเวลา 2 และ 21 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นส่งผลให้สัดส่วนของกรดไขมัน C16:1 มีสัดส่วนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยสัดส่วนของกรดไขมัน C16:1 เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาบ่มที่นานขึ้น (2.02 และ 2.76 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนี้น่าจะเป็นผลมาจากการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวตามรายงานของ Wen (2013) ที่ทำการศึกษาวีธีการบ่มเนื้อโคแบบ Hang dry aging ที่ระยะเวลาการบ่มที่ 10 และ 21 วัน พบว่า กรดไขมันชนิด C16:1 มีสัดส่วนเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้น (2.59 และ 2.87 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) โดยสัดส่วนของกรดไขมันชนิดอื่นๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และจากการทดลองครั้งนี้จะเห็นว่าสัดส่วนของกรดไขมัน C18:2n6c เมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นสัดส่วนกรดไขมัน C18:2n6c ลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ในขณะที่ระยะเวลาการบ่ม 14 กับ 21 วัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) การลดลงของกรดไขมัน C18:2n6c สอดคล้องกับรายงานของ Adeyemi et al. (2015) ซึ่งอธิบายว่าเนื้อแพะมีสัดส่วนของกรดไขมัน C18:2n6 และกรดไขมันในกลุ่ม PUFA ลดลง แต่กรดไขมันกลุ่ม SFA มีสัดส่วนสูงขึ้น ภายหลังการบ่มเนื้อเป็นเวลา 8 วัน เป็นผลมาจากการเกิดออกซิเดชันของไขมัน ซึ่งมีสาเหตุจากการลดลงของปริมาณวิตามินที่มีคุณสมบัติต้านสารอนุมูลอิสระ เพียงแต่ในการศึกษาครั้งนี้ C18:2n6c และอาจรวมถึงกรดไขมันกลุ่ม PUFA ถูกออกซิไดซ์เปลี่ยนไปเป็นกรดไขมัน C16:1 เป็นส่วนใหญ่ เมื่อพิจารณาถึงกลุ่มของกรดไขมัน พบว่าระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันกลุ่ม SFA, MUFA, PUFA และ PUFA/SFA ($P>0.05$) ซึ่งน่าจะเป็นผลมาจากการลดลงของ C18:2n6c และการเพิ่มขึ้นของ C16:1 มีสัดส่วนคิดเป็นประมาณ 0.2 – 0.3 เปอร์เซ็นต์ในช่วงการบ่มเนื้อ 14 และ 21 วัน เป็นค่าการเปลี่ยนแปลงในสัดส่วนที่น้อยมาก

อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน

จากการทดลองครั้งนี้จะเห็นว่าค่า TBARS ที่พบในกล้ามเนื้อสันนอกของโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลองภายหลังระยะเวลาการบ่ม 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.06 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง และเมื่อระยะเวลาในการบ่มเนื้อนานขึ้นค่า TBARS เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยมีค่าเท่ากับ 1.81 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาการบ่มมีผลต่อค่า TBARS ในเนื้อ แสดงในตารางที่ 4.22 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ladeira et al. (2014) ที่ทำการบ่มเนื้อวัวที่ 0 7 และ 21 วัน พบว่า เมื่อระยะเวลาการบ่มนานขึ้นค่า TBARS มีค่าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) นอกจากนั้นจากการศึกษาของ Descalzo et al. (2005) ได้ทำการศึกษาการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในเนื้อโคสดที่ได้รับอาหารที่มีระดับของ Antioxidant ได้แก่ วิตามินซี, α -tocopherol และ β -carotene พบว่า ปริมาณของ Antioxidant มีความสัมพันธ์เชิงลบกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเนื้อสด คือ เมื่อสัตว์ได้รับ Antioxidant ในปริมาณที่เพิ่มขึ้น ค่า TBARS ที่วัดได้จะมีปริมาณที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.0001$) (0.28 และ 0.09 มก. MDA/กก.ตัวอย่างตามลำดับ) และยังพบว่ากรดไขมันชนิด PUFA ยังมีความสัมพันธ์เชิงลบกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ($P<0.0001$) คือ เมื่อปริมาณของกรดไขมันชนิด PUFA (10.32 และ 7.29 กรัม/100 กรัมเนื้อสด) ในเนื้อมีปริมาณสูง ค่า TBARS (0.09 และ 0.28 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง) สัดส่วนของ Pentadecanal (0.12 และ 0.21 $\mu\text{g/กรัม}$) Hexadecanal (0.37 และ 0.78 $\mu\text{g/กรัม}$) Octanal (0.31 และ 0.66 $\mu\text{g/กรัม}$) และ Hexanal (0.96 และ 1.62 $\mu\text{g/กรัม}$) จะมีค่าที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.001$) แต่จากการทดลองครั้งนี้ พบว่าระยะเวลาในการบ่มเนื้อไม่มีผล ($P>0.05$) ต่อสัดส่วนของผลผลิตที่ได้จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันโดยมีสัดส่วนของ

ตารางที่ 4.22 อิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อค่าการออกซิเดชันของไขมันเนื้อ (TBARs) และ สัดส่วนของ Tetradecanal, Pentadecanal และ Hexadecanal (ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง

	ระยะการบ่ม (วัน)		P-value
	7	14	
TBARs (mg. MDA/Kg. Sample)	0.06±0.17 ^b	1.81±0.16 ^a	<0.001
Tetradecanal	1.44±1.11	1.13±0.84	0.520
Pentadecanal	1.60±1.75	0.87±0.72	0.249
Hexadecanal	0.97±1.84	0.93±0.49	0.917

^{ab} ตัวอักษรยกที่ต่างกันแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.001)

Tetradecanal (1.44 และ 1.33 เปอร์เซ็นต์) Pentadecanal (1.16 และ 0.87 เปอร์เซ็นต์) และ Hexadecanal (0.97 และ 0.93 เปอร์เซ็นต์) ในเนื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 4.22 การเปลี่ยนแปลงของค่า TBARs ในระหว่างการเก็บรักษาเกิดขึ้นเนื่องจากกลุ่มคาร์บอนิล ได้แก่ มาโลนัลดีไฮด์ ซึ่งเป็นสารที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันทำปฏิกิริยากับสาร Thiobarbituric acid ส่งผลให้ค่า TBARs เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น (Obanu et al.,1976) โดยทั่วไปค่า TBARs ที่มากกว่า 3 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง ทำให้ผู้บริโภครับรู้กลิ่นแปลกปลอมทางประสาทสัมผัสต่ออาหารได้ และหากค่า TBARs มีค่ามากกว่า 7 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าไขมันมีการเสื่อมคุณภาพมากขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีกลิ่นที่รุนแรงมากขึ้น (Tanikawa, 1985 อ้างโดย Lohalaksanadech and Kachenpakdee, 2011) แต่ Shamberger et al. (1977) ได้รายงานว่าค่า TBARs ที่ยอมรับได้สำหรับอาหารทั่วไปมีค่าไม่เกิน 20 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง โดยผลจากการศึกษาครั้งนี้ค่า TBARs ที่วัดได้มีค่าต่ำกว่า 3 มก. MDA/กก.ตัวอย่าง ที่ไม่มีผลต่อการรับรู้กลิ่นแปลกปลอมของผู้บริโภค

โดยสรุปผลการศึกษานี้ พบว่าจากการศึกษาข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี (มิถุนายน 2557 ถึง พฤษภาคม 2560) ของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ฟาร์มขนาดใหญ่มากที่สุดที่เลี้ยงโคเนื้อคุณภาพด้วยการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมจากสับปะรดเป็นอาหารหลักได้เนื้อโคที่มีระดับไขมันแทรกที่สูงกว่าฟาร์มขนาดอื่นๆ ที่ใช้อาหารหยาบทั่วไปในการเลี้ยงโค โดยภาพรวมของฟาร์มที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ มีการพัฒนาเลี้ยงโคที่มีคุณภาพซากดีขึ้นในช่วงการศึกษาย้อนหลัง 3 ปี ส่วนการศึกษาโดยใช้โคลูกผสมทดลองพบว่าโคทดลองน้ำหนัก 400-650 กิโลกรัม โคลูกผสมชาโรเลส์มีสมรรถภาพการเจริญเติบโต และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่า แต่ต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว รวมทั้งในช่วงน้ำหนักตัว 400-600 กิโลกรัม โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันสูงกว่า แต่การย่อยได้ของโปรตีนหยาบต่ำกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ ระบบการเลี้ยงโคลูกผสมชาโรเลส์ด้วยอาหารชั้นที่มีส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ร่วมจากสับปะรดและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบนั้น ไม่มีผลกระทบทางลบกับลักษณะกระเพาะรูเมนและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก พร้อมทั้งได้รับผลตอบแทนต่อซากโคสูงกว่าค่าเฉลี่ยในช่วงย้อนหลัง 3 ปี นอกจากนี้ยังได้เนื้อโคขุนคุณภาพสูง เนื่องจากมีปริมาณไขมันในเนื้อสูง โดยเนื้อมีสีของเนื้อมีความสว่าง เนื่องจากมีค่า L* และ b* สูง โดยไม่มีผลต่อองค์ประกอบของกรดไขมันและการเกิดออกซิเดชันของกรดไขมันส่วนใหญ่นั้นระบบการเลี้ยงโคขุนด้วยผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรดเป็นแหล่งอาหารหยาบร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมิเลนในสูตรอาหารชั้น จัดว่าเป็นนวัตกรรมที่สามารถนำมาใช้เลี้ยงโคขุนคุณภาพเพื่อให้ได้เนื้อที่มีอัตลักษณ์สีสว่างและไขมันในเนื้อสูง

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรดคือ เปลือกและเหง้าสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด คือ แป้งที่ได้จากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมิเลน ในสูตรอาหารชั้นสำหรับเลี้ยงโคขุนคุณภาพสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

1. ฟาร์มขนาดใหญ่มากเป็นฟาร์มที่ใช้ผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดในการเลี้ยงโคเป็นหลัก ผลิตโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวที่มีระดับคะแนนไขมันแทรกสูงที่สุด ส่งผลให้ราคาซื้อขายเพิ่มขึ้นตามระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูงขึ้น สำหรับการศึกษาพัฒนาการด้านคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทนจากซากโคขุนของสมาชิกสหกรณ์ฯ โดยใช้ข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี พบว่าโคลูกผสมวากิวมีคะแนนไขมันแทรกที่มากขึ้นตามปีที่ศึกษา ส่งผลให้ราคาซื้อขายต่อซากและราคาซื้อขายต่อน้ำหนักตัวสูงขึ้นตามไปด้วย โดยทั้งโคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีแนวโน้มที่เกษตรกรผู้เลี้ยงส่งโคเข้าหาที่น้ำหนักตัวสูงมากกว่าในอดีต ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในโคทดลองในฟาร์มขนาดใหญ่มาก มีระดับคะแนนไขมันแทรก น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากก่อนตัดแต่ง และปริมาณเนื้อชิ้นส่วนใหญ่ มีค่าสูงกว่าค่าที่ได้จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี อย่างชัดเจน ในขณะที่โคลูกผสมชาโรเลส์ของทุกขนาดฟาร์มมีการเปลี่ยนแปลงค่าดังกล่าวข้างต้นเพียงเล็กน้อย

2. โคลูกผสมชาโรเลส์มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่า แต่มีปริมาณการกินอาหารชั้นและอาหารหยาบทั้งในรูปน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว ในขณะที่โคทั้งสองกลุ่มมีปริมาณการกินได้วัตถุดิบของอาหารและปริมาณการกินได้อินทรีย์วัตถุของอาหาร ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามโคลูกผสมชาโรเลส์มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักทั้งในรูปของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของอาหารดีกว่าโคลูกผสมวากิว ส่งผลให้โคลูกผสมชาโรเลส์มีต้นทุนค่าอาหารทั้งหมดในการขุนและต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัวต่ำกว่าโคลูกผสมวากิว รวมทั้งโคลูกผสมวากิวใช้ระยะเวลาการเลี้ยงจนถึงน้ำหนัก 650 กิโลกรัมมากกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์

เนื้อโคขุนลูกผสมชาโรเลส์ทดลองมีคะแนนไขมันแทรกเฉลี่ย 1.87 ได้ราคาซื้อขาย 118.20 บาท/กิโลกรัม น้ำหนักมีชีวิต หรือ 203.67 บาท/กิโลกรัม น้ำหนักซาก ได้ผลตอบแทนทั้งหมดเฉลี่ย 75,528.07 บาท/ตัว โดยเมื่อหักต้นทุนค่าโคเริ่มเลี้ยงและค่าอาหารก่อนเข้าขุน ทำให้มีรายรับสุทธิเท่ากับ 14,860.75 บาท/ตัว โดยไม่พบความผิดปกติของลักษณะกระเพาะรูเมน และลักษณะสันฐานวิทยาลัยได้เล็กของซากโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลอง

ที่น้ำหนักตัวเฉลี่ย 400 กิโลกรัม โคลูกผสมชาโรเลส์และโคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของวัตถุดิบ อินทรีย์วัตถุ เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกลาง เยื่อใยที่ละลายในสารละลายที่เป็นกรด และพลังงานในอาหารไม่มีความแตกต่างกัน แต่โคลูกผสมวากิวมีการย่อยได้ของไขมันสูงกว่าโคลูกผสมชาโรเลส์ที่น้ำหนักตัวเฉลี่ย 500 และ 600 กิโลกรัม ในขณะที่โคลูกผสมชาโรเลส์มีการย่อยได้ของโปรตีนหยาบสูงกว่าโคลูกผสมวากิวที่น้ำหนักตัวเฉลี่ย 500 กิโลกรัม

3. กล้ามเนื้อสันนอกโคลูกผสมชาโรเลส์ทดลองที่ผ่านการบ่มเป็นระยะเวลา 7 วัน มีปริมาณไขมันในเนื้อค่อนข้างสูง มีค่าความสว่าง L^* และค่าสีเหลือง b^* สูง ในขณะที่ระยะเวลาการบ่มไม่มีอิทธิพลต่อค่าการสูญเสียไขมันระหว่างการบ่ม และค่าการสูญเสียไขมันระหว่างการปรุงสุก แต่พบว่าเมื่ออุณหภูมิของค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยค่าแรงตัดผ่านเนื้อมีค่าต่ำลงเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อมานานขึ้น ระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อการละลายได้ของปริมาณคอลลาเจน แต่มีผลต่อการสลายตัวของโทรโปนิน ที โดยปริมาณโทรโปนิน ที ขนาด 37 กิโลดาลตัน มีปริมาณลดลงในขณะที่โทรโปนิน ที ขนาด 30 กิโลดาลตัน มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อมานานขึ้น โดยระยะเวลาการบ่มไม่มีผลต่อสัดส่วนของกรดไขมันส่วนใหญ่ในเนื้อโคลูกผสมพันธุ์ชาโรเลส์ทดลอง ยกเว้นปริมาณกรดไขมัน C16:1 และ C18:2n6c โดยเมื่อระยะเวลาการบ่มที่นานขึ้นจะมีปริมาณกรดไขมัน C16:1 เพิ่มขึ้น ในขณะที่กรดไขมัน C18:2n6c มีปริมาณลดลง สำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเนื้อโคทดลอง พบว่าเมื่อระยะเวลาการบ่มเนื้อมานานขึ้นค่า TBARs จะเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีผลต่อปริมาณของ Tetradecanal, Pentadecanal และ Hexadecanal ในเนื้อ

นวัตกรรมระบบการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด (เปลือกและเหง้า) เป็นแหล่งอาหารหยาบ ร่วมกับการใช้ผลพลรวมของสับปะรด (แป้ง) ที่ได้จากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมีเลนในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคขุนคุณภาพ มีความเหมาะสมในการเลี้ยงโคขุนคุณภาพเพื่อได้น้ำมันสีสว่างและมีปริมาณไขมันในเนื้อสูง จะต้องคำนึงถึงปริมาณที่ผลิตได้และ ราคาของเปลือก เหง้า และแป้งสับปะรด เพื่อก่อให้เกิดความยั่งยืนในการใช้เป็นแหล่งอาหารสำหรับโค

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการทำงานวิจัยโครงการวิจัยนี้พบปัญหาและอุปสรรคที่ทางนักวิจัยไม่สามารถควบคุมได้ดังนี้

1. โคทดลองโดยเฉพาะโคลูกผสมชาโรเลส์ที่ไม่ได้ผลิตขึ้นเองในฟาร์มทดลอง จึงไม่สามารถระบุได้ว่ามีสายเลือดโคพันธุ์ชาโรเลส์ที่ถูกต้องได้ อาศัยความชำนาญของเกษตรกรผู้เลี้ยง (มีเลือดโคชาโรเลส์ไม่ต่ำกว่า 50 %) ในการคัดเลือกโคลูกผสมดังกล่าวเข้าทดลอง
2. ในระหว่างการทดลองมีโคป่วยและต้องคัดออกจากการทดลอง ไม่สามารถเก็บข้อมูลและศึกษาต่อได้หลายตัว กล่าวคือมีโคทดลองลูกผสมชาโรเลส์จำนวน 1 ตัว และโคลูกผสมวากิวจำนวน 3 ตัว
3. โคทดลองลูกผสมวากิวมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ต้องใช้เวลาในเลี้ยงจนกระทั่งได้น้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง 650 กิโลกรัม) ค่อนข้างนาน (370 วัน) และเมื่อถึงน้ำหนักสิ้นสุดการทดลองแล้วก็ไม่สามารถที่จะนำเข้าโรงฆ่าเพื่อศึกษาคุณภาพซาก ลักษณะกระเพาะรูเมนและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก และคุณภาพเนื้อได้ เนื่องจากเกษตรกรเจ้าของฟาร์มทดลองเปลี่ยนแผนการผลิตโดยจะทำการส่งโคลูกผสมวากิวเข้าฆ่าเมื่อน้ำหนักตัวที่เหมาะสม (ประมาณ 750 ถึง 800 กิโลกรัม) และเนื่องจากโคลูกผสมวากิวมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการขุนนานขึ้น (ใช้เวลาเลี้ยงต่อไปอีกประมาณ 8 ถึง 10 เดือน) เพื่อให้ได้ค่าคะแนนไขมันแทรกที่สูงขึ้น ส่งผลให้ได้รับค่าตอบแทนสูงขึ้นตามไปด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาคุณภาพซาก เกรดซาก และผลตอบแทน จากข้อมูลย้อนหลัง 3 ปี ที่ได้จากโรงตัดแต่งของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด มีข้อมูลมาก แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อให้ได้ข้อมูลซากที่สมบูรณ์ครบถ้วน ทุกชิ้นส่วนตัดแต่งได้ค่อนข้างน้อย เนื่องจากลักษณะการตัดแต่งเพื่อการจำหน่ายของทางสหกรณ์ฯ มีหลายรูปแบบตามคำสั่งซื้อของลูกค้า เช่น โคตัวเดียวกันตัดแต่งแตกต่างกันระหว่างซากซิกซายและซิกขวา หรือบางครั้งมีการขายยกซาก ดังนั้นการรวบรวมข้อมูลจึงต้องใช้ข้อมูลจากซากซิกใดซิกหนึ่งเพื่อให้ข้อมูลด้านซากสมบูรณ์ครบถ้วนมาใช้ในการวิเคราะห์
2. โคลูกผสมวากิวมีอัตราการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำ และการนำเข้าฆ่าของโคลูกผสมวากิวไม่ได้ขึ้นอยู่กับน้ำหนักตัว แต่ยังคงพิจารณาถึงความพร้อมและเหมาะสมของร่างกายโคแต่ละตัว เพื่อให้ได้ซากที่มีระดับคะแนนไขมันแทรกที่สูง ส่งผลให้ได้รับค่าตอบแทนสูงขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงต้องใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงโคลูกผสมวากิวมากขึ้น
3. ในการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกซึ่งเป็นส่วนที่มีมูลค่าสูง เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ และอิทธิพลของระยะเวลาการบ่มต่อคุณภาพเนื้อ ทำให้ได้ตัวอย่างเนื้อมาในปริมาณไม่มาก และเนื้อส่วนที่เหลือจากการตัดแต่งทำให้จำหน่ายได้ในราคาที่ลดลง
4. จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบอัตลักษณ์ของการเลี้ยงและเนื้อของโคขุนคุณภาพ ที่ใช้ผลพลอยได้และผลผลิตผลรวมของสับปะรดในสูตรอาหาร แต่ยังขาดการเปรียบเทียบกับผลของการให้อาหารทั่วไปที่ใช้เลี้ยงโคขุนคุณภาพ ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไป จึงควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลของการให้อาหารที่ใช้ผลพลอยได้และผลผลิตผลรวมของสับปะรดเปรียบเทียบกับอาหารทั่วไปที่เกษตรกรใช้เลี้ยงโคขุนคุณภาพ

5. สกว.หรือแหล่งสนับสนุนทุนวิจัย ควรจะสนับสนุนให้มีการศึกษาคุณภาพซาก ลักษณะกระเพาะรูเมนและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก และคุณภาพเนื้อของโคขุนลูกผสมวากิวที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมจากสับปะรดเป็นอาหารหลักต่อไปเนื่องจากข้อมูลส่วนนี้ยังไม่มีการศึกษาในประเทศไทย นอกจากนี้ปัจจุบันเกษตรกรได้มีการนำเทคโนโลยีระบบการควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนด้วยการระเหยของน้ำ (Evaporative cooling system) มาใช้ในการเลี้ยงโคขุนคุณภาพ จึงควรให้มีการสนับสนุนการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของโรงเรือนที่ควบคุมอุณหภูมิต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะ คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคขุนคุณภาพต่อไป

ผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

1. ได้นวัตกรรมของระบบการเลี้ยงโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับปะรดเป็นอาหารหยาบ และใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารชั้น
2. ได้อัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบจากผลพลอยได้โรงงานอุตสาหกรรมผลิตผลิตภัณฑ์จากสับปะรด และใช้ผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตเอโนไซม์โบรมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารชั้น
3. ทราบถึงอิทธิพลของสายพันธุ์เนื้อลูกผสมสายเลือดชาโรเลส์ และโคเนื้อลูกผสมสายเลือดวากิวต่อสมรรถภาพการผลิต การย่อยได้ของโภชนะในอาหาร และต้นทุนค่าอาหารในการเพิ่มน้ำหนักตัว ตลอดจนผลตอบแทนที่ได้รับจากการเกิดซากในการผลิตเนื้อโคคุณภาพ
4. ทราบถึงสัดส่วนของต้นทุนค่าอาหารและสายพันธุ์ต่อผลตอบแทนที่ได้รับตามเกรดซาก คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อของโคขุนคุณภาพลูกผสมชาโรเลส์ ที่ได้รับนวัตกรรมระบบการให้อาหารในฟาร์มที่ใช้ทดลอง
5. ทราบแนวทางในการศึกษาวิจัยการใช้ผลพลอยได้และผลิตภัณฑ์ร่วมจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรในการใช้เป็นแหล่งอาหารเลี้ยงโคขุน เพื่อผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคต่อไป

ผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัย

1. เกษตรกรสามารถนำผลการศึกษาวิจัยที่ได้ไปปรับและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับการเลี้ยงโคขุนในฟาร์มของตนเองโดยเฉพาะกลุ่มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด และเกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ข้างเคียง รวมทั้งเกษตรกรทั่วไปที่สนใจในธุรกิจการเลี้ยงโคขุนที่มีคุณภาพและมูลค่าสูง
2. หน่วยงานภาครัฐสามารถนำผลการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้ภายในหน่วยงานของตนเอง เช่น กรมปศุสัตว์ และนำผลการศึกษาวิจัยไปใช้ประกอบการส่งเสริม และ/หรือ อบรมเกษตรกรในการเลี้ยงโคขุนที่มีคุณภาพและมูลค่าสูง
3. ภาคเอกชนสามารถนำผลการศึกษาวิจัยไปประยุกต์ใช้ในธุรกิจการเลี้ยงโคขุน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของฟาร์มให้สูงขึ้นและผลิตเนื้อโคที่มีคุณภาพและมูลค่าสูงขึ้นส่งผลให้ผลตอบแทนทางธุรกิจมากขึ้น
4. สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด สามารถนำผลการศึกษาวิจัยไปใช้เป็นแนวทางในการปรับการดำเนินงานให้เหมาะสมมากขึ้น และพัฒนากิจการให้ดียิ่งขึ้น
5. โรงงานแปรรูปสับปะรดและโรงงานสกัดเอโนไซม์จากสับปะรด สามารถลดค่าใช้จ่ายและปริมาณเศษเหลือจากโรงงานได้ ซึ่งจะเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบที่ได้จากงานวิจัย

1. เพิ่มคุณภาพชีวิตของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคขุนคุณภาพและเพิ่มคุณภาพของสิ่งแวดล้อมและชุมชนให้สูงขึ้น
2. เพิ่มปริมาณโคเนื้อคุณภาพ สอดรับกับการขยายโอกาสด้านการตลาดโคเนื้อของประเทศ

3. การบริหารจัดการเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การส่งเสริมและพัฒนาอุตสาหกรรมโคเนื้อทั้งระบบ (ทั้งด้านการรักษาตลาดการบริโภคเนื้อโคไทย ด้านการกระตุ้นการเพิ่มประชากรโคเนื้อและเนื้อโค และด้านการบริหารจัดการพืชอาหารสัตว์และอาหารสัตว์สำหรับโคเนื้อ)

เอกสารอ้างอิง

- กรมพัฒนาที่ดิน. 2549. รายงานการสำรวจและคาดการณ์ผลผลิตสับปะรด ประจำปี 2549 โดยใช้เทคโนโลยีสำรวจระยะไกล และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์. ส่วนวิเคราะห์สภาพการใช้ที่ดินที่ 2, สำนักสำรวจดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, กรมพัฒนาที่ดิน, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- จันทร์พร เจ้าทรัพย์ ภัทรพงศ์ จันทร์เจริญ วิเชษฐ ยาทองไชย มาลัย จงเจริญ กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ สุขสถิต พิสิษฐ์ สัษฐา. 2562. ระบบการบริหารจัดการโซ่อุปทานเนื้อโคขุนโพนยางคำเพื่อความสามารถในการแข่งขัน. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว. ประจำปี 2562.
- จินดา สนิทวงศ์ ณ อยุธยา. 2547. การใช้เศษเหลือและผลพลอยได้จากสับปะรดเป็นอาหารสำหรับสัตว์เคี้ยวเอื้อง รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2547. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รหัส 007-04 - 47 หน้า 562 - 581.
- จินดา สนิทวงศ์ฯ จีระวัชร เข้มสวัสดิ์ ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ และ ชาญชัย มณีคุณย์. 2530. การใช้วัสดุพลอยได้การเกษตรเลี้ยงโค. รายงานประจำปี. 2530. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ รหัส 13-0103-31 หน้า 272-284.
- จินดา สนิทวงศ์ฯ และ ปรัชญา ปรัชญลักษณ์. 2542. การใช้จุลินทรีย์สับปะรดเสริมอาหารหยาบสำหรับโครีดนมในฟาร์มเกษตรกรรายย่อย. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รหัส 014-06-42: หน้า 133 -142.
- จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ ปิยะชนิด อินทรพรอุดม และ ปิยะดา ทวีศรี. 2553. คุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ระบบการผลิตเนื้อโคและระยะเวลาการบ่มที่แตกต่างกัน. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า ปีที่ 28 ฉบับที่ 2 (ฉบับพิเศษ).
- ธนาพร บุญมี นิราภรณ์ ชัยวัง ญัฐพันธ์ กันธิยะและสัณชัย จตุรสิทธา. 2560. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการขุน คุณภาพซากและเนื้อของโคลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับชาร์โรเลส์ แบล็คแองกัส และบราห์มัน. วารสารเกษตร 33(3):451 - 462.
- บุหรัน พันธุ์สวรรค์. 2556. สารต้านอนุมูลและการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ปีที่ 21 ฉบับที่ 3. หน้า 278-286.
- ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ มนตรี เขาวลิต และ ประเสริฐ กาลวิบูลย์. 2542. การใช้ต้นและใบสับปะรดเสริมหญ้าสดในอาหารโครีดนม. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2542. กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ รหัส 014-06-42 หน้า 143-152.
- ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ ประเทศ ปุ้ยพันธุ์วงศ์ และ จันทนา บุญศิริ . 2541. การใช้ใบสับปะรดเป็นอาหารสำหรับโคขุน. รายงานผลงานวิจัยประจำปีกองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ รหัส 014-08-41.
- ปรัชญา ปรัชญลักษณ์ สมศักดิ์ เกาทอง และ วิโรจน์ วนาสิทธชัยวัฒน์. 2544. การใช้จุลินทรีย์สับปะรดเป็นอาหารหยาบสำหรับโคขุน. รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2544 กองอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ หน้า 153-163.
- ปิยะนิตร์ อินทรพรอุดม. 2551. คุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองและโคลูกผสมพันธุ์ต่างๆ ภายใต้ระบบการผลิตเนื้อโคในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวศาสตร์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 102 หน้า.
- เมธา วรรณพัฒน์. 2553. โภชนศาสตร์สัตว์เคี้ยวเอื้อง. โรงพิมพ์พันธ์พิบูลย์, กรุงเทพฯ. 387 หน้า.
- ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และวรา พริ้งสุกละ. 2538. การศึกษาการปรับปรุงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเอ็นไซม์โบรมีเลนด้วยรังสีแกมมา. กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ, สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

- วิชิต พรหมอินทร์. 2549. คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคเนื้อกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวศาสตร์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร. 142 หน้า.
- เวชสิทธิ์ โทบุราณ ฉลอง วชิราภากร และวลัยลักษณ์ แก้ววงษา. 2541. ผลของเศษเหลือสับปรดเป็นแหล่งอาหารหยาบในอาหารผสมสำเร็จต่อสมรรถนะการผลิตของโคเนื้อพันธุ์ผสมพื้นเมืองขบราห์มัน. แก่นเกษตร 26:202-209.
- ศวรรณมกล น้อยดัด. 2553. ผลของระยะเวลาในการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับปรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ศวรรณมกล น้อยดัดรุจิณ ลิมสุวานิช และ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. ผลของการบ่มต่อคุณภาพเนื้อแม่โคนมขุนที่เลี้ยงด้วยผลพลอยได้จากเปลือกสับปรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 1 ประจำปี 2552, 17-18 ธันวาคม 2552, โรงแรมรามารการ์เด็นส์ กรุงเทพฯ.
- ศิวพร แพงคำและเมธา วรรณพัฒน์. 2556. การศึกษานิวเคลียร์ยูเรเนียมและรูปแบบกระบวนการหมักของโคเนื้อที่ได้รับเปลือกสับปรด ร่วมกับฟางข้าวเป็นอาหารหยาบหลัก. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว. (MRG5080367).
- สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด. 2559. รายงานผลการดำเนินงาน ปี 2559. กรุงเทพฯ: สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด.
- สุชาติ สุขสถิตย์. 2553. ผลของเปลือกสับปรดต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อของโคพื้นเมืองภาคใต้ขุน. วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิตมหาวิทยาลัขอนแก่น. ภาควิชาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัขอนแก่น. ขอนแก่น.
- สุทธิวัลย์ สีทาธีรพงษ์ เทพกรณ์วาริช ศรีละอองและพันธ์สิริ สุทธิลักษณ์. 2553. สารออกฤทธิ์สำคัญในสับปรดพันธุ์ที่ผลิตเพื่อการค้าในประเทศไทย ภายใต้ชุดโครงการ “สมุนไพรเพื่อคุณภาพชีวิต”. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว. (RDG5120085) ประจำปี 2553.
- สุริยะ สะวานนท์ คงปฐม กาญจนเสริม ภูมิพงศ์ บุญแสน ทวีพร เรืองพริ้ม และ ศศิธร นาคทอง. 2559. โครงการแนวทางการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าลูกผสมโคนมเพศผู้สู่การผลิตโคขุนคุณภาพ (ระยะที่ 2). รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สกว. ประจำปี 2559.
- สุริยะ สะวานนท์ คงปฐม กาญจนเสริม ภูมิพงศ์ บุญแสน ทวีพร เรืองพริ้ม และ ศศิธร นาคทอง. 2560. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการ แนวทางการบริหารจัดการเพื่อเพิ่มมูลค่าลูกโคนมเพศผู้สู่การผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพ (ระยะที่ 2). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยแห่งชาติ.
- อัมภ์ ภูแจ้ง ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ และจุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2552. สมรรถภาพการผลิตและคุณภาพซากของแม่โคนมขุนที่ใช้ผลพลอยได้จากสับปรดหรือข้าวโพดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ. การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ครั้งที่ 1 วันที่ 17-18 ธันวาคม พ.ศ. 2552. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 23-28.
- Aberle, E.D., E.S. Reeves, M.D. Judge, R.E. Hunsley. and T.W. Perry. 1981. Palatability and muscle characteristics of cattle with controlled weight gain time on a high energy diet. Journal of Animal Science. 52 : 757-763.
- Adeyemi, K.D., A.B. Sabow, R.M. Shittu, R. Karim, S.A. Karsani and A.Q. Sazili. 2015. Impact of chill storage on antioxidant status, lipid and protein oxidation, color, drip loss and fatty acids of semimembranosus muscle in goats. CyTA - Journal of Food. 14 (3): 405-414.

- Albrecht, E., T. Gotoh, F. Ebara, J.X. Xu, T. Viergutz, G. Nuernberg, S. Maak and J. Wegner. 2011. Cellular conditions for intramuscular fat deposition in Japanese Black and Holstein steers. *Meat Science*. 89:13–20.
- Ana, G., V. Valero, M. Campo, M. Ma and S. Carlos. 2013. Some factors that affect ruminant meat quality: from the farm to the fork: Review. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35(4): 335-347.
- AOAC. 1998. Official Method of Analysis. 15th Edition, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Ashton, D., Oliver, M. and Valle, H. 2016. Australian beef: financial performance of beef farms, 2013-14 to 2015-16, ABARES research report 16.10, Canberra, September. CC BY 3.0.
- Boccard, R., Buchter, L., Casteels, M., Cosentino, E., Dransfield, E. and Hood, D.E. 1981. "Procedures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments." *Livestock Production Science*. 8 : 385-397.
- Boleman, S.J.; Boleman, S.L.; Miller, R.K.; Taylor, J.F.; Cross, H.R.; Wheeler, T.L.; Koohmaraie, M.; Shackelford, S.D.; Miller, M.F.; West, R.L.; Johnson, D.D.; Savell, J.W. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1521-1524, 1997.
- Bourdillon, M.T., B.A. Ford, A.T. Knulty, C.N. Gray, M. Zhang, D.A. Ford and R.D. McCulla. 2014. Oxidation of Plasmalogen, Low-Density Lipoprotein, and RAW 264.7 Cells by Photoactivatable Atomic Oxygen Precursors. *Photochem Photobiol*. 90(2): 386–Fruit, Vegetables and Cancer Prevention: A Review of the Epidemiological Evidence. *Nutrition and Cancer*. 18(1): 1-29.
- Castellini, C., A. Dal Bosco and M. Bernardini. 2001. Improvement of lipid stability of rabbit meat by vitamin E and C administration. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 81: 46–53.
- Cequiez-Sanchez, E., C. Rodriguez, A.G. Ravelo and R. Zarate. 2008. Dichloromethane as a solvent for lipid extraction and assessment of lipid classes and fatty acids from samples of different natures. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 56: 4297-4303.
- Chaiwang, N., S. Jaturasitha, K. Sringam, M. Wicke and M. Kreuzer. 2015. Comparison of the Fatty Acid Profiles of the Meat of Crossbreds with 75% Charolais Blood Proportion and Thai Indigenous Upland Cattle. *CMU Journal of Natural Science*. 14(2): 199-205.
- Chandler, D. and T. Mynott. 1998. Bromelain protects piglets from diarrhoea caused by oral challenge with K88 positive enterotoxigenic *Escherichia coli*. *Gut*. 43(2): 196–202.
- Cuvelier, M. E., C.Berset, and H. Richard. 1994. Antioxidant constituents in sage (*Salvia officinalis*). *Journal of Agriculture & Food Chemistry*. 42: 665–669.
- De Smet, S., E.C. Webb, E. Claeys, L. Uytterhaegen and D.I. Demeyer. 2000. Effect of dietary energy and protein levels on fatty acid composition of intramuscular fat in double-muscled Belgian Blue bulls. *Meat Science*. 56: 73-79.
- Deng, Q., M. H. Penner and Y. Zhao. 2011. Chemical composition of dietary fiber and polyphenol of five different varieties of wine grape pomace skins. *Food Research International*. 44(9): 2712-2720.

- Descalzo, A.M., E.M. Insani, A. Biolatto, A.M. Sancho, P.T. Garcia, N.A. Pensel and J.A. Josifovich. 2005. Influence of pasture or grain-based diets supplemented with vitamin E on antioxidant/oxidative balance of Argentine beef. *Meat Science* 70: 35–44.
- Devakate, R. V., V.V. Patil, S.S. Waje and B. N. Thorat. 2009. Purification and drying of bromelain. *Seperation and Purification Technology*. 64: 259-264.
- Eichenberger, B., H. P.Pfirter, C.Wenk and S. Gebert. 2004. Influence of dietary vitamin E and C supplementation on vitamin E and C content and thiobarbituric acid reactive substances (TBARS) in different tissues of growing pigs. *Archives of Animal Nutrition*. 58: 195–208.
- Fung, W.Y., K.H. Yuen and M.T. Liong. 2010. Characterization of fibrous residues from agrowastes and the production of nanofibers. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 58: 8077-8084.
- Gardner, P.T., T.A.C. White, D.B. McPhail, G.G. Duthie. 2000. The relative contribution of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. *Food Chemistry*. 68: 471–474.
- Gebert, S., B.Eichenberger, H. P.Pfirter and C. Wenk. 2006. Influence of different dietary vitamin C levels on vitamin E and C content and oxidative stability in various tissues and stored mLongissimus dorsi of growing pigs. *Meat Science*. 73: 362–367.
- Ferreira, E.A, H.E. Siqueira, E.V.V. Boas, V.A.S. Hermes and A. DE O. Rios. 2016. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Pineapple Fruit of Different Cultivars. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal-SP*. 38(n.3): e-146.
- Fukuzawa, K., Y. Inokami, A.Tokumura, J. Terao and A. Suzuki. 1998. Rate constants for quenching singlet oxygen and activities for inhibiting lipid peroxidation and carotenoids and α -tocopherol in liposomes. *Lipids*, 33(8): 751–756.
- Greene, B. E. (1969). Lipid oxidation and pigment changes in raw beef. *Journal of Food Science*. 34: 110–113.
- Gotoh, T., E. Albrecht, F. Teuscher, K. Kawabata, K. Sakashita, H. Iwamoto and J. Wegner. 2009. Differences in muscle and fat accretion in Japanese Black and European cattle. *Meat Science*. 82: 300–308.
- Gotoh, T., T. Nishimura, K. Kuchida and H. Mannen. 2018. The Japanese Wagyu beef industry: current situation and future prospects—A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 31(7): 933-950.
- Gotoh, T., H. Takahashi, T. Nishimura, K. Kuchida and H. Mannen. 2014. Meat produced by Japanese Black cattle and Wagyu. *Animal Frontiers*. pp 46-54.
- Hill F. 1966. The solubility of intramuscular collagen in meat animals of various ages. *Journal of Food Science* 31: 161-166.
- Ho C.Y., M.H. Stromer and R.M. Robson. 1996. Effect of electrical stimulation on postmortem titin, nebulin, desmin, and troponin-T degradation and ultrastructural changes in bovine longissimus muscle. *Journal of Animal Science* 4: 1563–1575.

- Ho, C.Y., M. H., Stromer, G., Rouse, and R. M., Robson. 1997. Effects of electrical stimulation and postmortem storage on changes in titin, nebulin, desmin, troponin-T, and muscle ultrastructure in *Bos indicus* crossbred cattle. *Journal of Animal Science*. 75 : 366 - 367.
- Horii, H., Y. Sakurai, Y. Kanbe, K. Kasai, K. Ono, T. Asada, T. Mori, M. Kobayashi, A. Iguchi, M. Yamada, M. Hayashi and K. Hodate. 2009. Relationship between Japanese Beef Marbling Standard numbers and intramuscular lipid in *M. longissimus thoracis* of Japanese Black steers from 1996 to 2004. *Nihon Chikusan Gakkaiho*. 80(1): 55–61.
- Hossain, Md. F., S. Akhtar and M. Anwar. 2015. Nutritional value and medicinal benefits of pineapple. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*. 4(1): 84-88.
- Huang, Y.-L., Y.-H.Tsai and C.-J.Chow. 2014. Water-insoluble fiber-rich fraction from pineapple peel improves intestinal function in hamsters: evidence from cecal and fecal indicators. *Nutrition Research*. 34(4): 346-354.
- Huff-Lonergan, E., T. Mitsuhashi, D. D. Beekman, F. C. Parrish, Jr., D. G. Olson, and R. M. Robson. 1996. Proteolysis of specific muscle structural proteins by μ -calpain at low pH and temperature is similar to degradation in postmortem bovine muscle. *Journal of Animal Science*. 74: 993–1008.
- Huffman, K.L., M.F. Miller, L.C. Hoover, C.K. Wu, H.C. Brittin and C.B. Ramsey. 1996. Effect of beef tenderness on consumer satisfaction with steaks consumed in the home and restaurant. *Journal of Animal Science*. 74: 91-97.
- Hur, S.J., B.W. Ye, J.L. Lee, Y.L. Ha, G.B. Park and S.T. Joo. 2003. Effects of conjugated linoleic acid on color and lipid oxidation of beef patties during cold storage. *Meat Science*. 66: 771–775.
- Ito, R.H., I.N. do Prado, P.P. Rotta, M.G. de Oliveira, R.M. do Prado and J.L. Moletta. 2012. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *longissimus dorsi* muscle of young bulls from four genetic groups finished in feedlot. *R. Bras. Zootec*. 41(2): 384-391.
- Jovanović, M., M. Milutinović, M. Kostić, B. Miladinović, N. Kitić, S. Branković and D. Kitić. 2018. Antioxidant capacity of pineapple (*Ananas comosus* (L.) Merr.) extracts and juice. *Lekovite Sirovine*. 38: 27-30.
- Ke, P.J., Ackman, R.J., Linke, B.H., and Nash, D.M. 1977. Differential lipid oxidation in various parts of frozen mackerel. *Journal of Food Technology*. 12: 37–47.
- Kerry, J. and Ledward, D. 2002. *Meat Processing Improving Quality*. Cambridge: Woodhead publishing.
- Ketnawa, S., P. Chaiwut and S. Rawdkuen. 2012. Pineapple wastes: A potential source for bromelain extraction. *Food and Bioproducts Processing*. 90(3): 385-391.
- Koohmaraie M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*. 43, suppl. 1, 193-201.
- Ladeira, M.M., L.C. SANTAROSA, m.l. Chizzotti, E.M. Ramos, O.R. Machado Neto, D.M. Oliveira, J.R.R. Carvalho, L.S. Lopes and J.S. Ribeiro. 2014. Fatty acid profile, color and lipid oxidation of meat from young bull fed ground soybean or rumen protected fat or without monensin. *Meat Science*. 96: 597-605.

- Lahučky, R., I. Bahelka, K. Novotná and K. Vašíčková. 2005. Effects of dietary vitamin E and vitamin C supplementation on the level of α -tocopherol and L-ascorbic acid in muscle and on the antioxidative status and meat quality of pigs. *Czech Journal of Animal Science*. 50: 175–184
- Larrauri, L.A, P. Ruperez and F.S. Caixto. 1997. Pineapple shell as a source of dietary fiber with associated polyphenol. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 45(10): 4028-4031.
- Li, C.-Y., J.-J. Lu, C.-P. Wu and T.-F. Lien. 2014. Effects of probiotics and bromelain fermented soybean meal replacing fish meal on growth performance, nutrient retention and carcass traits of broilers. *Livestock Science*. 163: 94-101.
- Liu, Q., M.C. Lanari and D.M. Schaefer. 1995. A review of dietary vitamin E supplementation for improvement of beef quality. *Journal of Animal Science*. 73(10): 3131–3140.
- Lohalaksanadech, S. and N. Kachenpakdee. 2011. Study on shelf life of fried soft-shell crab. *Journal of Fisheries Technology Research*. 5(2): 105-110.
- Mancini, R.A. and M.C. Hunt. 2005. Current research in meat color. *Meat Science*. 71: 100–121.
- Mansour, M.M.F. (2000): Nitrogen containing compounds and adaptation of plants to salinity stress. *Biological Plant*., 43: 491–500.
- Marino, R., M. Albenzio, A. della Malva, A. Santillo, P. Loizzo, and Sevi A. 2013. Proteolytic pattern of myofibrillar protein and meat tenderness as affected by breed and aging time. *Meat Science*. 95 : 281 - 287.
- McGee, M., C.M. Welch , J.B. Hall , P.A. Small, and R.A. Hill. 2013. Evaluation of Wagyu for residual feed intake: Optimizing feed efficiency, growth, and marbling in Wagyu cattle. *The Professional Animal Scientist* 29:51–56.
- Mears, G. J, P. S. Mir, D. R. C. Bailey and S. D. M. Jones. 2001. Effect of Wagyu genetics on marbling, backfat and circulating hormones in cattle. *Canadian Journal of Animal Science*. 81: 65–73.
- Miller, M.F.; Carr, M.A.; Ramsey, C.B.; Crockett, K.L.; Hoover, L.C. Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *Journal of Animal Science*, v.79, p.3062-3068, 2001.
- Mir, P.S., D.R.C. Bailey, Z. Mir, T. Entz, S.D.M. Jones, W.M. Rober Tson, R.J. Weselake and F.J. Lozeman. 1999. Growth, carcass and meat quality characteristics of beef cattle with 0, 50 and 75 percent Wagyu genetic influence. *Canadian Journal of Animal Science*. 79(2): 129-137.
- Mitsumoto, M., R.G. Cassens, D.M. Schaefer and K.K. Scheller. 1991. Pigment stability improvement in beef steaks by ascorbic acid application. *Journal of Food Science*, 56: 857–858.
- Mitsumoto, M., R.N. Arnold, D.M. Schaefer and R.G. Cassens. 1995. Dietary vitamin E supplementation shifted weight loss from drip to cooking loss in fresh beef longissimus during display. *Journal of Animal Science*. 73(8): 2289–2294.
- Morrissey, P.A., P.J.A. Sheehy, K. Galvin, J.P. Kerry and D.J. Buckley. 1998. Lipid stability in meat and meat products. *Meat Science*. 49(Suppl. 1): S73–S86.
- Müller, Z.O. 1974. Feasibility studies on the utilization of pineapple wastes. Singapore, Mimeographed report.

- Müller, Z.O. 1978. Feeding potential of pineapple waste for cattle. *Revue Mondiale de Zootechnie*. 25: 25-29.
- Muroya, S., Nakajima, I., Oe, M. and Chikuni, K. 2006. Difference in postmortem degradation pattern among troponin T isoforms expressed in bovine longissimus, diaphragm, and masseter muscles. *Meat Science*. 72 : 245 - 251.
- Murray AC (1989) Factors affecting beef color at time of grading. *Canadian Journal of Animal Science* 69, 347–355. doi:10.4141/cjas89-039
- Naveena, B.M., M. Muthukumar, A.R. Sen, Y. Babji and T.R.K. Murthy. 2006. Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. *Meat Science*. 74: 409-415.
- Nishimura T., Hattori A., Takahashi K., Structural weakening of intramuscular connective tissue during conditioning of beef. 1995. *Meat Science* 39 : 127-133.
- Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. 1999. Structural changes in intramuscular connective tissue during the fattening of Japanese black cattle: effect of marbling on beef tenderization. *Journal of Animal Science*. 77 : 93 - 104.
- Nishimura, T., Hattori, A. and Takahashi, K. 1996. Relationship between Degradation of Proteoglycans and Weakening of the intramuscular connective tissue during post-mortem ageing of beef. *Meat Science*. 42 : 251 - 260.
- Opatpatanakit Y. and J. Sethakul. Natural beef from Thai Native Cattle: from farmers to consumers. Proceeding of the 14th Animal Science Congress of the Asean-Australasian Association of Animal Production Societies (AAP) August 23 -27, 2010. Pintung, Taiwan.
- Osothongs, M., J. Khemsawat, M. Sarakul, D. Jattawa, T. Suwanasopee, and S. Koonawootrittriron. 2016. Current situation of beef industry in Thailand. Proceeding of International Symposium: “Dairy Cattle Beef Up Beef Industry in Asia: Improving Productivity and Environmental Sustainability” 19 August 2016, Swissotel Le Concorde, Bangkok, Thailand, pp. 5-8.
- Owens, F.N., D.R. Gill, D.S. Secrist and S.W. Coleman. 1995. Review of some aspects of growth and development of feedlot cattle. *Journal of Animal Science*. 73(10): 3152–3172.
- Pacheco, P.S., J. Restle, A. Filho, D.C. Alves Filho, I.L. Brondani, L.L. Pascoal, F. Kuss, L.F.G. Menezes and J.N. Neiva. 2011. Carcass physical composition and meat quality of Charolais cattle of different categories. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 40(11): 2597-2605.
- Page J.K., Wulf D.M., Schwotzer T.R. (2001): A survey of beef muscle color and pH. *Journal of Animal Science*. 79: 678–687.
- Park, S.J., S.H. Beak, D. Jung, S.Y. Kim, I.H. Jeong, M.Y. Piao, H.J. Kang, D.M. Fassah, S.W. Na, S.P. Yoo and M. Baik. 2018. Genetic, management, and nutritional factors affecting intramuscular fat deposition in beef cattle - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 31(7): 1043–1061. doi:10.5713/ajas.18.0310.
- Pearson, A. M., and R. B. Young. 1989. *Muscle and meat biochemistry*. San Diego, CA: Academic Press, Inc

- Purslow, P.P. 2005. Intramuscular connective tissue and its role in meat quality. *Meat Science*. 70: 435-447.
- Perez, A.G., Olias, C. Sanz and J.M. Olias. 1996. Furanos in strawberries: Evolution during ripening and postharvest shelf life. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 44: 3620-3624.
- Pineapple.The Worlds Healthiest Food. 2017. <http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=34#healthbenefits>
- Rezac, D.J. 2013. Gross pathology monitoring of cattle at slaughter. Ph.D .thesis .Kansas state university, Manhattan, Kansas.141 pp.
- Rodríguez-Cabezas, M.E., D. Camuesco, B. Arribas, N. Garrido-Mesa, M. Comalada, E. Bailón, M. Cueto-Sola, P. Utrilla, E. Guerra-Hernández, C. Pérez-Roca, J. Gálvez and A. Zarzuelo. 2010. The combination of fructooligosaccharides and resistant starch shows prebiotic additive effects in rats. *Clinical Nutrition* .29(6): 832-839.
- Romallo, L.A and R.H. Mascheroni. 2012. Quality evaluation of pineapple fruit during drying process. *Food and Bioproducts Processing*. 90(2): 275-283.
- Roxas, M. 2008. The role of enzyme supplementation in digestive disorders.*Alternative Medicine Review*. 13(4): 307 - 314.
- Shamberger, R. J., B. A. Shamberger and C. E. Willis. 1977. Malonaldehyde content of food. *Journal of Nutrition*. 107(8): 1404-1409.
- Schaefer, D. M., Q. Liu, C. Faustman and M.C. Yin. 1995. Supranutritional administration of vitamins E and C improves antioxidant status of beef. *Journal of Nutrition*. 125: 1792-1798.
- Schäff, C.T., J. Gruse, J. Maciej, R. Pfuhl, R. Zitnan, M. Rajskey, and H.M. Hammon. 2018. Effects of feeding unlimited amounts of milk replacer for the first 5 weeks of age on rumen and small intestinal growth and development in dairy calves. *Journal of Dairy Science*. 101(1): 783-793.
- Schnider, B.H. and Flat W.P. 1975.The evaluation of feeds through digestibility experiments. Athens: The University of Georgia Press. 423p.
- Shahidi, F.and P.K.J.P.D. Wanasundara. 1992. Phenolic antioxidants.*Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 32: 67-103.
- Selani,M.M., G.A.N. Shirado, G.B.Margiotta,M.L. Rasea, A.C. Marabesi,S.M.S. Piedade, C.J. ontreras-Castillo, S.G. Canniatti-Brazaca. 2016. Pineapple by-product and canola oil as partial fat replacers in low-fat beefburger: Effects on oxidative stability, cholesterol content and fattyacid profile. *Meat Science*. 115: 9-15.
- Sethakul, J., Y. Opatpatanakit, P. Sivapirunthep and P. Intrapornudom. 2008. Beef quality under production systems in Thailand. Proceeding of the 13th Animal Science Congress of the Asean-Australasian Association of Animal Production Societies (AAAP) September 22-26, 2008. Hanoi, Vietnam.
- Skrivan, M., M.Marounek, M. Englmaierova and E. Skrivanova. 2012. Influence of dietary vitamin C and selenium, alone and in combination, on the compositionand oxidative stability of meat of broilers. *Food Chemistry*. 130: 660-664.

- Sosin-Bzducha, E. and M. Puchala. 2017. Effect of breed and aging time on physicochemical and organoleptic quality of beef and its oxidative stability. *Archive in Animal Breeding*. 60: 191–198.
- Steen, D., Claeys, E., Uytterhaegen, L., De Smet, S. and Demeyer, D. 1997. Early post-mortem conditions and the calpain/calpastatin system in relation to tenderness of double-muscled beef. *Meat Science*. 45 : 307 – 319.
- Suksathit, S., C. Wachirapakorn, and Y. Opatpatanakit. 2011. Effects of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. 33 (3): 281-289.
- Tsuchihashi, H., M. Kigoshi, M. Iwatsuki and E. Niki. 1995. Action of b-carotene as antioxidant against lipid peroxidation. *Archives of Biochemistry & Biophysics* 323(1): 137–147.
- Thiwaratkoon, P., P. Sivapirunthep, K. Tuntivisoottikul, R. Sitthigripong, M. Chongcharoen, and C. Chaosap. 2018. Influence of charolais sires and seasons on growth performance and carcass characteristics in crossbred steers. *International Journal of Agricultural Technology*. 14(7): 2097-2106.
- Tumwasorn, S. 2007. Effect of amount of concentrate on profit margin in fattening beef cattle to avoid poverty under Thai village conditions. In *Proceedings of the animals science research. The 45th annual conference* (pp. 80–86). Bangkok, Thailand: Kasetsart University.
- Ueda, Y., A. Watanabe, M. Higuchi, H. Shingu, S. Kushibiki, and M. Shinoda. 2007. Effects of intramuscular fat deposition on the beef traits of Japanese Black steers (Wagyu). *Anim. Sci. J.* 78:189–194.
- van Keulen, J.V. and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*. 44: 282.
- Waritthitham, A., C. Lambertz, H.-J. Langholz, M. Wicke, M. Gauly. 2010. Assessment of beef production from Brahman x Thai native and Charolais x Thai native crossbred bulls slaughtered at different weights. I: Growth performance and carcass quality. *Meat Science* 85: 191–195.
- Wen, J. 2013. Lipid oxidation in differently aged beef: use of static headspace gas chromatographic and 2-thiobarbituric acid reactive substance methods (TBARS). Master thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 1-30.
- Yamada, T., S.-I. Kawakami and N. Nakanishi. 2007. Effects of fattening periods on the expression of adipogenic transcription factors in Wagyu beef cattle. *Meat Science*. 76(2): 289-294,
- Yin, M.C. and C. Faustman, 1993. The influence of temperature, pH, and phospholipid composition upon the stability of myoglobin and phospholipid: a liposome model. *Journal of Agriculture & Food Chemistry*. 41: 853–857.
- Young O.A. and N.G. Gregory. 2001. Carcass processing : factors affecting quality. In *Meat science and applications*. Hue Y.H., WK Nip, R.W. Rogers, O.A. Young. Marcel Dekker, Inc. New York Basel. pp 277.
- Zitnan, R., J. Voigt, S. Kuhla, J. Wegner, A. Chudy, U. Schoenhusen, M. Brna, M. Zupcanova and H. Hagemeister. 2008. Morphology of small intestinal mucosa and intestinal weight change with metabolic type of

- cattle. Veterinarni Medicina. 53(10): 525–532.
- Zoya, M., N. Ali, M. Hamid and H. Ikram. 2016. Bromelain: methods of extraction, purification and therapeutic applications. Brazilian Archives of Biology and Technology, 59: e16150010. Epub May 06, 2016.
- Zhuang, Y.L., Y.F. Zhang and L.P. Sun. 2012. Characteristics of fibre-rich powder and antioxidant activity of pitaya (*Hylocereus undatus*) peels. International Journal of Food Science and Technology. 47: 1279–1285.

ภาคผนวก

ภาพที่ 1ผ บทความนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติ
(การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีเนื้อสัตว์ ครั้งที่ 6)

ความสำเร็จของการผลิตเนื้อสัตว์บนพื้นฐานของเทคโนโลยีนวัตกรรม
Meat Production Success Based on Innovation Technology

คุณภาพซากของโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์และโคเนื้อลูกผสมวากิวเพศผู้ตอน
ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่มีอาหารหยาบหรือผลพลอยได้จากสับประตเป็นพื้นฐาน
Carcass Quality of Charolais-crossbred and Wagyu-crossbred Beef Steer Fed either Roughage
or Pineapple By-product Based Ration

จำลอง มิตรชาวไทย¹ อัจฉรา ลักขณานุกุล¹ สีนินาญ พลโยราช¹
จันทร์พร เจ้าทรัพย์² และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์¹

Jamlong Mitchaothai¹, Achara Lukkananukool¹, Sineenart Polyorach¹,
Chanporn Chaosap² and Ronachai Sithigripong¹

¹ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

²ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

¹Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

²Department of Agricultural Education, Faculty of Industrial Education and Technology,
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

*Corresponding author: jamlong.mi@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์และโคเนื้อลูกผสมวากิวที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่มีอาหารหยาบหรือผลพลอยได้จากสับประตเป็นพื้นฐานต่อคุณภาพซากของโค โดยใช้ข้อมูลจากสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด ซึ่งเป็นข้อมูลของโคที่ส่งเข้ามาในช่วงเวลาเดือนพฤษภาคม 2559 ถึง พฤษภาคม 2560 และเป็นข้อมูลของโคขุนลูกผสมเพศผู้ตอนสายเลือดชาโรเลส์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 และโคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอนสายเลือดวากิวไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 จำแนกฟาร์มโคขุนคุณภาพเนื้อสูงของสหกรณ์ฯ ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ 1) ฟาร์มที่เลี้ยงโคโดยใช้อาหารหยาบเป็นพื้นฐาน (อาหารหยาบ) และ 2) ฟาร์มที่เลี้ยงโคโดยใช้ผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับประตเป็นแหล่งอาหารหยาบ (อาหารผลพลอยได้จากสับประต) ผลการศึกษาพบว่า น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่นและเย็น และเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและเย็น ของโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารผลพลอยได้จากสับประตสูงกว่า ($P<0.05$) โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ที่เลี้ยงด้วยอาหารหยาบ และผลการศึกษาพบว่าทั้งโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ ($P<0.001$) และโคเนื้อลูกผสมวากิวเพศผู้ ($P<0.05$) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผลพลอยได้จากสับประตมีระดับคะแนนไขมันแทรก (2.14 และ 5.22 ตามลำดับ) ที่สูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารหยาบ (1.49 และ 3.30 ตามลำดับ) ดังนั้นการเลี้ยงโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ด้วยอาหารที่มีผลพลอยได้จากสับประตเป็นพื้นฐาน ส่งผลให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่นและเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและเย็น และไขมันแทรก สูงกว่าการเลี้ยงด้วยอาหารหยาบ และการเลี้ยงโคเนื้อด้วยอาหารที่มีผลพลอยได้จากสับประตเป็นพื้นฐาน มีผลเพิ่มไขมันแทรกในโคเนื้อลูกผสมวากิวเพศผู้

คำสำคัญ: คุณภาพซาก โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ โคเนื้อลูกผสมวากิว อาหารหยาบ ผลพลอยได้จากสับประต

Abstract

The current study was aimed to investigate influence of feeding Charolais-crossbred and Wagyu-crossbred beef steer with either roughage or pineapple by-product based ration on carcass quality. Data of slaughtered beef steer during May 2016 to May 2017 were obtained from the Beef Cluster Cooperative Limited. Data of >50% Charolais-crossbred and >50% Wagyu-crossbred beef steers were included for this study. Beef steer farms were classified into 2 main categories as 1) the farms using normal roughage based ration; Roughage diet and 2) farms using pineapple by-product based ration; Pineapple diet. The results have found that live body weight, warm and chilled carcass weight, and percentage of warm and chilled carcass of the Charolais-crossbred beef steer fed with the Pineapple diet were higher ($P<0.05$) than those fed with the Roughage diet. The results also found The Charolais-crossbred ($P<0.001$) and the Wagyu-crossbred ($P<0.05$) beef steers fed the Pineapple diet had higher marbling score (2.14 and 5.22, respectively) than those fed the Roughage diet (1.49 and 3.30, respectively), while no significant influence of the studied diets was detected in the Wagyu-crossbred beef steers for these measurement. Therefore, rearing Charolais-crossbred beef steer with pineapple by-product based ration would improve live body weight, warm and chilled carcass weight, percentage of warm and chilled carcass and marbling, whereas feeding with pineapple by-product based ration would only increase marbling for Wagyu-crossbred beef steers.

Keywords: Carcass quality, Charolais-crossbred, Wagyu-crossbred, Roughage, Pineapple by-product

บทนำ

การผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพสูงในประเทศไทยนิยมใช้โคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์หรือโคลูกผสมสายเลือดยุโรปอื่นๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่สูงขึ้นในการบริโภคเนื้อโคขุนคุณภาพสูง ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรเริ่มมีการผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพที่มีไขมันแทรกสูงโดยการเลี้ยงโคลูกผสมสายเลือดวากิว (Wagyu) ของประเทศญี่ปุ่น กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อคุณภาพของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด เป็นกลุ่มตัวอย่างของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อคุณภาพสายพันธุ์ของชาโรเลส์เป็นหลัก และเริ่มมีการผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพสูงโดยการเลี้ยงโคลูกผสมวากิว ทั้งนี้การผลิตเนื้อโคขุนคุณภาพสูงมีต้นทุนหลักมาจากอาหารข้นและอาหารหยาบ โดยในประเทศไทยผู้เลี้ยงโคขุนคุณภาพที่สำคัญ เช่น ออสเตอร์เลียมและนิวซีแลนด์ จะเน้นเรื่องการขุนโคด้วยหญ้าหรืออาหารหยาบที่มีคุณภาพสูงเป็นหลัก แต่สำหรับประเทศไทยมีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่และทรัพยากรโดยเฉพาะน้ำสำหรับการเพาะปลูก จึงมักประสบปัญหาขาดแคลนอาหารหยาบในช่วงฤดูการ ซึ่งอาหารหยาบนี้เป็นตัวแปรด้านต้นทุนที่สำคัญ ดังนั้นในปัจจุบันกลุ่มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด โดยเฉพาะในภาคตะวันออก จึงเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสัตว์ปศุสัตว์ที่ยังมีคุณภาพสูงมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโคขุนคุณภาพสูง ซึ่งปรัชญาและคณะ (2542) รายงานว่าสามารถใช้ต้นเหง้า และใบสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนทดแทนแหล่งอาหารหยาบอื่นๆ ได้ โดยการใช้เปลือกและเหง้าสับปะรดร่วมกับอาหารข้นในโคนมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าและใช้ระยะเวลาในการขุนสั้นกว่าการใช้ผลพลอยได้จากข้าวโพด (อัทธิพล และคณะ, 2552) ประกอบกับ Suksathit et al. (2011) รายงานว่า กลุ่มโคพื้นเมืองภาคใต้ที่ได้รับเปลือกสับปะรดหมัก มีปริมาณการกินได้ของไขมันที่น้อยได้สูงขึ้น และมีการเพิ่มขึ้นของจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดอะซิติกในกระเพาะรูเมน ซึ่งกรดอะซิติกเป็นตัวกลางในการสังเคราะห์ไขมันในสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เมฆา, 2553) ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการนำผลพลอยได้จากสับปะรดมาใช้เลี้ยงโคเนื้อคุณภาพสูง โดยมีคุณภาพซากที่ดีและมีไขมันแทรกในเนื้อที่ยอมรับได้ ซึ่งข้อมูลด้านคุณภาพซาก

ลักษณะสัณฐานวิทยาลำไส้เล็กของโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหาร ที่มีผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด

Villous morphology of small intestine of Charolais crossbred beef cattle
raised by pineapple co-product diet

จำลอง มิตรชาวไทย^{1*}, อัจฉรา ลักขณานุกุล¹, สีนินาฏ พลโยราช¹,
จันทร์พร เจ้าทรัพย์² และ รณชัย สิทธิไกรพงษ์¹

Jamlong Mitchaothai^{1*}, Achara Lukkananukool¹, Sineenart Ployorach¹,
Chanporn Chaosap² and Ronachai Sitthigripong¹

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด โดยใช้เนื้อลูกผสมชาโรเลส์เพศผู้ตอนจำนวน 15 โดยเลี้ยงแบบผูกยืนในโรงเรือนเปิด โคเนื้อทดลองได้รับอาหารที่มีผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด โดยได้รับอาหารแบบเต็มที่และชั่งน้ำหนักตัวทุกเดือน จนโคมีน้ำหนักพร้อมส่งเข้าชำที่โรงชำโคมาตรฐาน จากนั้นเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อส่วนลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ส่วนกลาง (Jejunum) และส่วนปลาย (Ileum) เพื่อตรวจวัดความสูงของวิลไล และความลึกของคริปต์ ผลการศึกษาพบว่าโคทดลองมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 860.92 กรัมต่อวัน ความสูงของวิลไลของลำไส้เล็กส่วนกลางมากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้นและส่วนปลาย ($P < 0.05$) อัตราส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของคริปต์ของลำไส้เล็กส่วนกลางมากกว่าลำไส้เล็กส่วนต้น ($P < 0.05$) แต่ไม่มีความแตกต่าง ($P > 0.05$) ความลึกของคริปต์ระหว่างลำไส้เล็กทั้งสามส่วน โดยมีแนวโน้ม ($P = 0.073$) ของความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างอัตราการเจริญเติบโตกับอัตราส่วนความสูงของวิลไลต่อความลึกของคริปต์ของลำไส้เล็กส่วนกลาง ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ที่ได้รับอาหารที่มีผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรดเป็นหลัก ไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตและลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโค

คำสำคัญ: ลักษณะสัณฐานวิทยา, ลำไส้เล็ก, อาหารที่มีผลิตภัณฑ์ร่วมของสับปะรด, โคลูกผสมชาโรเลส์

ABSTRACT: The aim of this study was conducted to study villous morphology of small intestine. For Charolais crossbred beef cattle raised by pineapple co-product diet. Total 15 Charolais crossbred beef cattle were used for the current study and were caged in an opened barn. The experiment cattle were ad libitum offered by diet based on pineapple co-product and all cattle were monthly measured for body weight. The cattle were slaughtered at a standard slaughterhouse when slaughtered weight obtained. Samples of small intestine at segment of duodenum, jejunum and ileum were collected to determine villous height and crypt depth. Results of the present study have showed that average daily gain was

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร 2ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

Department of Animal Production Technology and Fisheries, Faculty of Agricultural Technology, 2Department of Agricultural Education, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520

* Corresponding author: jamlong.mi@kmitl.ac.th

860.92 g/day. For small intestine morphology, villous height at jejunum was higher than ($P<0.05$) that of them at duodenum and ileum. The ratio of villous height (VH) and crypt depth (CD) at jejunum was higher than ($P<0.05$) that of them at duodenum. However, there was no difference ($P>0.05$) of the VH: CD ratio among all 3 studied segments of small intestine. Average daily gain tended ($P=0.073$) to be positive relationship with the ratio of VH: CD at jejunum. Therefore, the current study could be concluded that no any adverse effect of feeding pineapple co-product diet to Charolais crossbred beef cattle on growth performance and villous morphology of small intestine.

Keywords: Villous morphology, Small intestine, Charolais crossbred, Pineapple co-product diet

บทนำ

การผลิตเนื้อโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ได้รับความนิยมจากเกษตรกรเพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคที่เพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้การผลิตโคเนื้อที่มีต้นทุนหลักมาจากอาหารข้นและอาหารหยาบ ปัจจุบันเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อจึงเลือกใช้วัสดุเหลือจากการเกษตรเป็นแหล่งอาหารสำหรับโคเนื้อเพื่อลดต้นทุนการผลิต โดยเฉพาะในภาคตะวันออกของประเทศไทยซึ่งมีการเพาะปลูกสับปะรดเป็นจำนวนมาก เกษตรกรจึงเลือกใช้ผลพลอยได้ทางการเกษตรหรือเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปสับปะรดที่ยังมีคุณภาพสูงมาใช้เป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับเลี้ยงโคเนื้อ โดยสามารถใช้ต้น เหง้า และใบสับปะรด เป็นแหล่งอาหารหยาบในช่วงที่ขาดแคลนทดแทนแหล่งอาหารหยาบอื่นๆ ได้ (ปรัชญา และคณะ, 2542) จากรายงานของ อัทธัม และคณะ (2552) รายงานว่าการใช้เปลือกและเหง้าสับปะรดร่วมกับอาหารข้นในโคนม ส่งผลให้อัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าและใช้ระยะเวลาในการขุนสั้นกว่าการใช้ผลพลอยได้จากข้าวโพด ซึ่งการเจริญเติบโตที่สูงขึ้น น่าจะเป็นผลมาจากการย่อยและการดูดซึมโภชนาที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จากการศึกษานี้ของ Zitan et al. (2008) ในโคเนื้อชาโรเลส์พันธุ์แท้ และการศึกษาของ Gallo et al. (2014) ในโคเนื้อชาโรเลส์พันธุ์แท้ และโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับสมรรถนะการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก แต่อาหารที่โคทดลองได้รับจากการศึกษาทั้งสองงานเป็นวัตถุดิบอาหารที่ใช้เป็นปกติ ดังนั้นจึงยังขาดข้อมูลเกี่ยวกับสมรรถนะการเจริญเติบโตและสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคเนื้อลูกผสมชาโรเลส์ที่ได้รับอาหารที่มีผลพลรวมของสับปะรดเป็นหลัก

วิธีการศึกษา

รูปแบบการวิจัยและตัวอย่างโคทดลอง

การศึกษานี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงพรรณนา โดยใช้โคเนื้อลูกผสมเพศผู้ตอนจำนวน 15 ตัว เป็นโคเนื้อลูกผสมสายเลือดชาโรเลส์และบราห์มัน โดยมีสายเลือดชาโรเลส์ไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 นำหนักเริ่มทดลองเฉลี่ย 398.57 ± 7.01 กก.

วิธีการในทดลองและการเก็บข้อมูล

ดำเนินการทดลองโดยเลี้ยงโคทดลองแบบผูกยืนโรงในโรงเรือนเปิด ที่มีการระบายอากาศดี ซึ่งเป็นโรงเรือนของฟาร์มโคเนื้อแห่งหนึ่ง โคเนื้อทดลองได้รับอาหารตอนเช้าและเย็น โดยได้รับอาหารแบบเต็มที่ (ad libitum) อาหารที่ได้รับแบ่งออกเป็นอาหารข้น ผลิดขึ้นเองเพื่อใช้ในฟาร์ม มีระดับโปรตีนรวมร้อยละ 14 ซึ่งมีแบ่งที่เป็นผลผลิตร่วมของสับปะรดจากโรงงานผลิตโบรมีเลนเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหาร ส่วนอาหารหยาบเป็นผลพลอยได้จากโรงงานแปรรูปสับปะรด ได้แก่ กากเยื่อที่ได้จากการผลิตโบรมีเลน และเปลือกสับปะรดจากโรงงานผลิตสับปะรดกระป๋อง ซึ่งน้ำหนักตัวของโคทดลองทุก ๆ เดือน จนกระทั่งโคมีน้ำหนักพร้อมส่งเข้าฆ่าที่ 677.50 ± 13.81 กก. โดยส่งโคทดลองเข้าฆ่าที่โรงฆ่าโคมาตรฐาน พร้อมเก็บตัวอย่างชิ้นเนื้อส่วนลำไส้เล็กใน 10% Buffer formalin เพื่อใช้ในการศึกษาสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ส่วนกลาง (Jejunum) และส่วนปลาย (Ileum) จากนั้นเตรียมตัวอย่างชิ้นเนื้อเพื่อวิเคราะห์ตามวิธีของ Zitan et al. (2008) แล้ววัดความสูงของวิลไล และความลึกของคริปต์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

ภาพที่ 3ผ โรงเรือนสำหรับเลี้ยงโคทดลอง



ภาพที่ 4ผ การให้อาหาร



ภาพที่ 5ผ อาหารสำหรับโคทดลอง



ภาพที่ 6ผ การชั่งน้ำหนักโคทดลอง



ภาพที่ 7ผ การเก็บตัวอย่างอาหารและมูลของโคทดลอง



ภาพที่ 8ผ การตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างอาหารและมูลของโคทดลอง



ภาพที่ 9ผ โคทดลองลูกผสมชาโรเลส์ (ก) และโคลูกผสมวากิว (ข) ที่น้ำหนักตัว 600 กิโลกรัม



ก

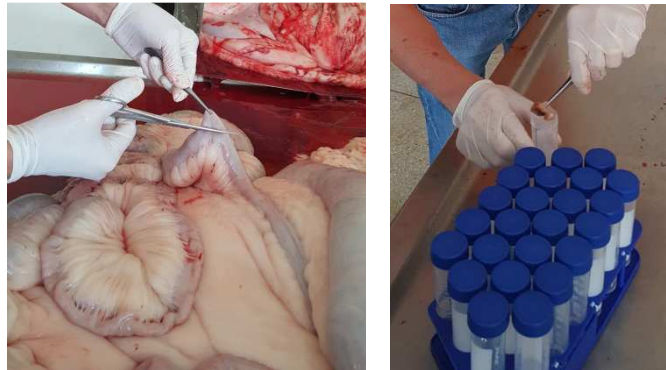


ข

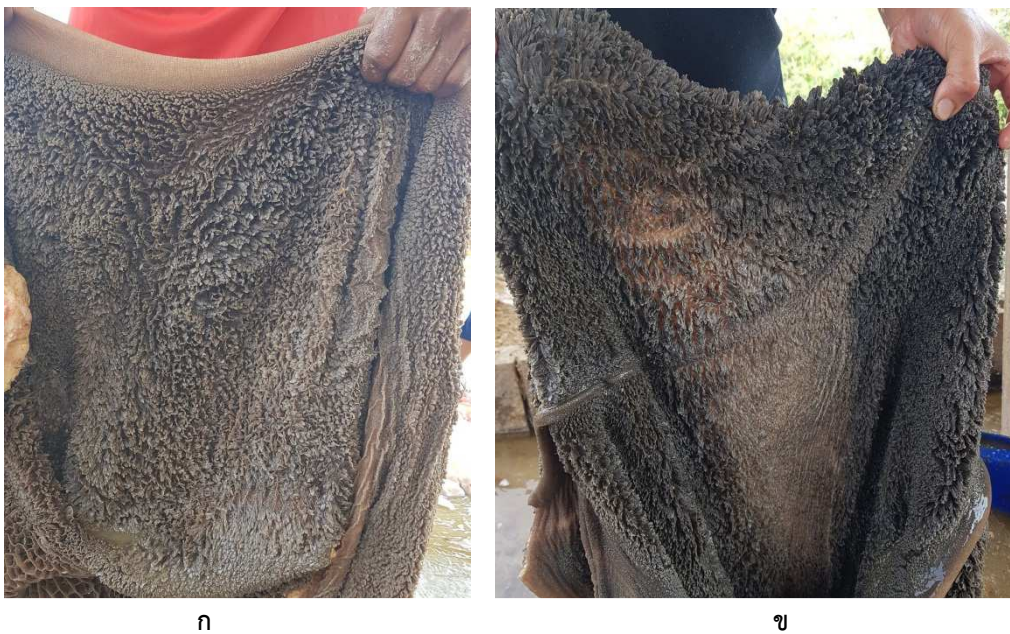
ภาพที่ 10ผ การชั่งน้ำหนักโค และการส่งโคเข้าฆ่า ที่โรงฆ่าโคมาตรฐาน



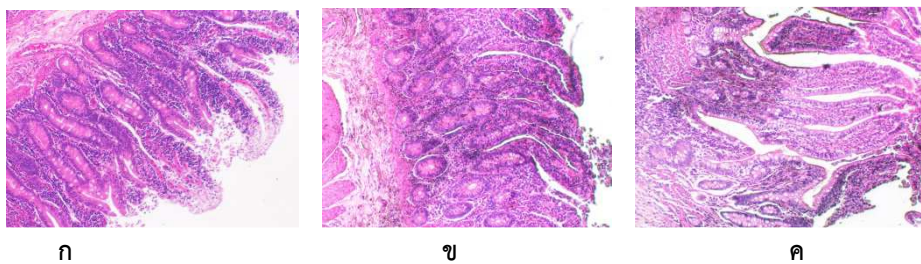
ภาพที่ 11ผ การเก็บตัวอย่างเพื่อการตรวจลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก



ภาพที่ 12ผ แสดงรูปตัวอย่างจากการทดลองที่มีผลการประเมินลักษณะกระเพาะรูเมนอยู่ในเกณฑ์ปกติ (ก) และผิดปกติแบบเล็กน้อย (ข)



ภาพที่ 13ผ ลักษณะสัณฐานวิทยาของลำไส้เล็ก (40x) ที่บริเวณส่วนต้น (duodenum) (ก), ส่วนกลาง (jejunum) (ข) และส่วนปลาย (ileum) (ค) ของโคลูกผสมชาโรเลส์



ภาพที่ 14ผ เอกสารขอเสนอปรับการดำเนินกิจกรรมในโครงการฯ



ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมงคณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Department of Animal Production Technology and Fisheries
Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang Chalongkrung Rd., Ladkrabang, Bangkok 10520 THAILAND
Tel : (662) 0-23298519 Fax : (662) 0-2398519

ที่ศธ. ๐๕๒๔.๐๕(๓).๑/๐๓๒

๔ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๒

เรื่อง ขอเสนอปรับการดำเนินกิจกรรมในโครงการ “การศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลรวมของ
สับประรดในสูตร อาหาร : กรณีศึกษา สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด”

เรียน ผู้อำนวยการสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ฝ่ายเกษตร

ด้วยคณะผู้วิจัยโครงการ “การศึกษาอัตลักษณ์ของเนื้อโคขุนคุณภาพที่ใช้ผลิตผลรวมของสับประรดในสูตร
อาหาร : กรณีศึกษา สหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด” (รหัสโครงการ RDG๖๑๒๐๐๐๒) ซึ่งในขณะนี้ได้ดำเนินการ
ศึกษาสมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ได้ของโภชนาของทั้งโคขุนผสมชาโรเลส์และโคขุนผสม
วากิวเรียบร้อยแล้ว พบปัญหาสำคัญ คือ โคขุนผสมวากิว ๕๐% มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำกว่าโคขุนผสมชาโรเลส์ และ
จากการวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงที่ผ่านมาทางสหกรณ์เครือข่ายโคเนื้อ จำกัด พบว่าการกำหนดน้ำหนักโคขุนผสมวากิว
เข้าเชือดที่ ๖๕๐ กิโลกรัมตามแผนงานเดิม มีผลทำให้ระดับการสะสมไขมันแทรกต่ำ ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้
ผลตอบแทนไม่คุ้มค่ากับการลงทุน จึงมีนโยบายให้ฟาร์มทดลองที่เข้าร่วมโครงการขยายเวลาการเลี้ยงโคขุนผสมวากิว
ไปจนกระทั่งมีระดับไขมันแทรกในระดับสูงสุด ซึ่งคาดว่าจะอาจต้องใช้เวลาในการขุนนานขึ้นจากกำหนดการเดิมอีก
ประมาณ ๘ ถึง ๑๐ เดือน อาจส่งผลให้มีปัจจัยรบกวนผลการทดลองที่นอกเหนือจากอิทธิพลของสายพันธุ์ ซึ่งอาจมีผล
ต่อการแปลผลและสรุปผลความต่างของโคสองสายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้

ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงเสนอขอยุติการศึกษาเกี่ยวกับคุณภาพซาก ผลตอบแทนจากเกรดคุณภาพซาก
ลักษณะกระเพาะรูเมน คุณภาพเนื้อ และลักษณะสันฐานวิทยาของลำไส้เล็กของโคขุนผสมวากิวทดลอง ซึ่งจะส่งผลให้
สามารถดำเนินกิจกรรมงานวิจัยได้ทันตามระยะเวลาในสัญญา ทั้งนี้ผลการศึกษาที่ไม่สามารถดำเนินการได้ของโค
ขุนผสมวากิว จะทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบกับผลการศึกษาของโคขุนผสมชาโรเลส์ได้ ทางคณะผู้วิจัยจึงมีแนวทาง
นำเสนอผลการศึกษาส่วนนี้ของโคขุนผสมชาโรเลส์ในเชิงพรรณนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รศ.ดร.รณชัย สิทธิกรพงษ์)

หัวหน้าโครงการวิจัย

ภาพที่ 15ผ เอกสารแจ้งผลการอนุมัติเบื้องต้นในการยุติบางกิจกรรม จากฝ่ายเกษตร สกว.

ข้อความที่ได้รับจากคุณโยธกา ปัชชา เจ้าหน้าที่บริหารโครงการฝ่ายเกษตร

จาก: Yothaka Puchcha <yothaka@trf.or.th>

Date: จ. 13 พ.ค. 2019 เวลา 14:53

Subject: Re: หนังสือชี้แจงเพิ่มเติมประกอบการพิจารณายุติกิจกรรมบางกิจกรรมในโครงการฉบับแก้ไข

To: นายรณชัย สิทธิไกรพงษ์ <ksronach@gmail.com>

เรียน รศ.ดร.รณชัย

จดหมายที่อาจารย์ได้ส่งมาเพื่อขออนุมัติยุติบางกิจกรรม ได้ผ่านการอนุมัติเบื้องต้นจากฝ่ายเกษตร เรียบร้อยแล้วค่ะ
ทั้งนี้ โครงการมีกำหนดการสิ้นสุดวันที่ 30 เมษายน 2562 จึงรบกวนอาจารย์ดำเนินการปิดโครงการโดยส่งเล่ม (ร่าง) รายงานฉบับสมบูรณ์มายัง
ฝ่ายเกษตร สกว. ภายในวันที่ 15 ก.ค. 2562 ค่ะ

หมายเหตุ

เนื่องจาก สกว. เปลี่ยนเป็น สกสว. ทำให้ไม่สามารถเบิกจ่ายเงินงวดได้ ทั้งนี้ หากระบบเปิดใช้งานได้ตามปกติ จะดำเนินการเบิกเงินงวดที่ 3 ให้
โครงการฯ ต่อไปค่ะ

จึงเรียนเพื่อทราบและดำเนินการ

ขอแสดงความนับถือ

โยธกา ปัชชา

นางสาวโยธกา ปัชชา

เจ้าหน้าที่บริหารโครงการฝ่ายเกษตร

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

โทร. 02 278 8200 ต่อ 8367 แฟกซ์ 02 278-8218

E-mail : yothaka@trf.or.th

ภาพที่ 16ผ แสดงเกณฑ์การประเมินที่ใช้ประเมินพร้อมรูปลักษณะกระเพาะรูเมนตามเกณฑ์ที่ใช้ประเมิน

Gross rumen pathology at slaughter

0 (Normal) = The lumen of the rumen exhibits a normal, healthy appearance. Papillae population appears healthy and lush. No signs of inflammation, ulceration, or scarring is present.

1 (Mild) = A consolidated area of the rumen epithelium with sparse, short (<0.5 cm), or denuded papillae.

2 (Severe) = Focal or multifocal or diffuse active, unhealed ulcerative lesions.

3 (Scar) = A healed or resolved rumenitis lesion is visible. Healed lesions include scars and often have a “star” appearance.



0 (Normal)



1 (Mild)



2 (Severe)



3 (Scar)