



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

..... วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

..... ปริญญา

..... สัตวศาสตร์

..... สัตวบาล

..... สาขา

..... ภาควิชา

เรื่อง การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสม
ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

Estimation of Genetic Parameters on Carcass Traits in Crossbred Cattle
among Thai Native, Brahman and Charolais

นามผู้วิจัย นายภราดร โสภาวัดน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรณวดี โสพรรณรัตน์, วท.ค.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ศรเทพ ชัมวาสร, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(อาจารย์อัจฉรา ขยัน, Dr.Agr.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สมเกียรติ ประสานพานิช, วท.ค.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสม
ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

Estimation of Genetic Parameters on Carcass Traits in Crossbred Cattle
among Thai Native, Brahman and Charolais

โดย

นายภราดร โสภาวัดน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

พ.ศ. 2557

ภราดร โสภาวัดน์ 2557: การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ ปรินญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต (สัตวศาสตร์) สาขาสัตวศาสตร์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พรณวดี โสพรรณรัตน์, วท.ด. 65 หน้า

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ จำนวน 672 ตัว ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2550-2556 พบว่า เพศไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($P>0.05$) จำนวนลูกของพื้นแท้มิทธิพลต่อคะแนนไขมันแทรก ($P<0.05$) โดยโคที่มีพื้นแท้มิที่ 2 และ 3 มีคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคที่มีพื้นน้ำนม และกลุ่มการจัดการที่เกิดจากปัจจัยร่วมระหว่างปี-ฤดูกาลที่เข้าฟาร์มที่เลี้ยงมีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($P<0.01$) การประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนของลักษณะซากใช้วิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) และใช้ animal model ทำการวิเคราะห์ทีละลักษณะ (single trait analysis) พบว่า น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น และคะแนนไขมันแทรก มีค่าประมาณความแปรปรวนของลักษณะปรากฏเท่ากับ 1,485.40, 693.26, 662.99 กิโลกรัม², 3.85, 3.68 เปอร์เซ็นต์² และ 0.47 คะแนน² ตามลำดับ และมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.31, 0.31, 0.29, 0.04, 0.03 และ 0.14 ตามลำดับ ในกลุ่มโคพ่อพันธุ์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันระหว่างความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักมีชีวิตกับน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.89 ตามลำดับ ($P<0.05$) แต่ระหว่างน้ำหนักมีชีวิตกับคะแนนไขมันแทรกมีค่าเท่ากับ 0.02 ($P>0.05$) และโคพ่อพันธุ์ใน 10 เปอร์เซ็นต์ที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นสูงสุดและมีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกสูงสุดคิดเป็น 64.28 เปอร์เซ็นต์ (9 ตัว) และ 28.57 เปอร์เซ็นต์ (4 ตัว) ของโคพ่อพันธุ์ที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักมีชีวิตสูงสุด 10 เปอร์เซ็นต์แรก (14 ตัว) ดังนั้นการปรับปรุงลักษณะน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น สามารถคัดเลือกและมีผลตอบสนองต่อการคัดเลือกไปในทิศทางเดียวกัน แต่ถ้าต้องการปรับปรุงลักษณะน้ำหนักซากพร้อมกับลักษณะคะแนนไขมันแทรกต้องทำการพิจารณาทั้ง 2 ลักษณะควบคู่กัน

ลายมือชื่อผู้นิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Pharadorn Sopawat 2014: Estimation of Genetic Parameters on Carcass Traits in Crossbred Cattle among Thai Native, Brahman and Charolais. Master of Science (Animal Science), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Panwadee Sopannarath, Ph.D. 65 pages.

The objective of this study was to estimate genetic parameters on carcass traits in crossbred cattle among Thai Native, Brahman and Charolais from 672 records from years 2008 to 2013. It was found that effects of sex were not significant on all traits ($P>0.05$). Effects of pairs of permanent teeth were significant on marbling score, cattle with 2 and 3 pairs of permanent teeth have higher marbling score than cattle with primary teeth ($P<0.05$). Effects of contemporary group were significant on all traits ($P<0.01$). Variance components for single trait analyses were estimated by restricted maximum likelihood (REML) procedures with animal model. The estimates of phenotypic variance for final, hot carcass and cold carcass weights, dressing percentage of hot and cold carcass and marbling score were 1,485.40, 693.26, 662.99 kg², 3.85, 3.68 %² and 0.47 score², respectively. The estimates of heritability were 0.31, 0.31, 0.29, 0.04, 0.03 and 0.14, respectively. In sire group, Pearson's correlation coefficients between estimated breeding value (EBV) of final, hot carcass and cold carcass weights were significant (0.90 and 0.89, respectively), but the correlation between final weight and marbling score was not significant (0.02). The sires in the top 10% highest EBV for hot and cold carcass weights and for marbling score were 64.28% (9 heads) and 28.57% (4 heads) of the top 10% (14 heads) highest ranking sire based on final weight EBV. Selection base on final weight, hot carcass and cold carcass weights could be genetically improved in the same direction. However, the selection for improving both weight traits and marbling score trait should be considered simultaneously.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

___ / ___ / ___

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณวดี โสพรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร. ศรเทพ ชัมวาสร และอาจารย์ ดร. อัจฉรา ขยัน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนตรวจทาน แก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ประสานพานิช ประธานการสอบ และอาจารย์ ดร. นลินี อัมบุญตา ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ภาควิชาสัตวบาลทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปใช้ต่อไป และขอขอบพระคุณศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิต กระบือและโค สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สหกรณ์โคนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และฟาร์มโคนมของเกษตรกรที่ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่ออัครชัย คุณแม่สุปรานี และคุณณัฐพร ครอบครัว โสภาว์วัฒน์ ที่คอยให้ความช่วยเหลือห่วงใย และให้กำลังใจสนับสนุนในการศึกษามาตลอด ขอขอบคุณ น.ส.อารยา เจียรมาศ ว่าที่ร้อยตรีณัฐพงษ์ หวังทวิสุขกมล น.ส.ชาрина ชือแม นายวิศาล อดทน และพี่น้องสโมสรนิสิตสัตวบาลที่ได้มีส่วนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบแด่บิดา มารดา ครู อาจารย์ ผู้มีพระคุณทุกท่าน รวมถึงเกษตรกรไทยทุกคน

ภราดร โสภาว์วัฒน์

กรกฎาคม 2557

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	24
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	43
สรุป	43
ข้อเสนอแนะ	44
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	45
ภาคผนวก	57
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	65

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สีและพื้นผิวของเนื้อโคในแต่ละกลุ่มอายุ	6
2	อัตราพันธุกรรมและความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวก สะสมของลักษณะซากในโคเนื้อ	19
3	โครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาลักษณะซาก	26
4	ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์ พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์	26
5	อิทธิพลของเพศ จำนวนคู่ของพื้นแท้ กลุ่มการจัดการที่มีผลต่อลักษณะซากใน โคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์	31
6	ค่าเฉลี่ยลิสตแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะซากในโคเนื้อ ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์เพศผู้ตอนและ เพศเมีย	32
7	ค่าเฉลี่ยลิสตแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะซากในโคเนื้อ ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ที่มีพื้นน้ำนม พื้นแท้คู่ที่ 1, 2 และ 3	33
8	ค่าประมาณของความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะ ซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์	35
9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ (เนื้อเส้นทแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) ของ ลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ทั้งประชากร	37
10	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง ลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์เฉพาะพ่อพันธุ์	40
11	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย เรียงลำดับจากค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมในแต่ละลักษณะจากมาก ไปน้อย	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
1	ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในโครุ่นลูก (ที่มีบันทึก) ในปี 2553 – 2556	58
2	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักมีชีวิตจากมากไปน้อย	59
3	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักซากอ่อนจากมากไปน้อย	60
4	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักซากเย็นจากมากไปน้อย	61
5	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนจากมากไปน้อย	62
6	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากเย็นจากมากไปน้อย	63
7	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์ โดยเรียงลำดับตามลักษณะคะแนนไขมันแทรกจากมากไปน้อย	64

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไขมันแทรก อายุของโค และเกรดคุณภาพซาก	7
2	คะแนนไขมันแทรก 5 ระดับ ตามมาตรฐาน มกอช.6001-2547	25
3	การกระจายตัวของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น และคะแนนไขมันแทรก (ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ตามลำดับ) ในโครุ่นลูกในแต่ละปี ที่เข้ามา	39

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

FNW	=	น้ำหนักมีชีวิต
HCW	=	น้ำหนักซากอ่อน
CCW	=	น้ำหนักซากเย็น
HCP	=	เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน
CCP	=	เปอร์เซ็นต์ซากเย็น
MBS	=	คะแนนไขมันแทรก
REA	=	พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน
σ_p^2	=	ค่าประมาณความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
σ_a^2	=	ค่าประมาณความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม
σ_e^2	=	ค่าประมาณความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อน
h^2	=	ค่าอัตราพันธุกรรม
e^2	=	สัดส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
r_p	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ
r_G	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ
$COV_{P(XY)}$	=	ความแปรปรวนร่วมของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ X และ Y
$COV_{G(XY)}$	=	ความแปรปรวนร่วมของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ X และ Y
$\sigma_{P(X)}^2$	=	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะ X
$\sigma_{G(X)}^2$	=	ความแปรปรวนของความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะ X
$\sigma_{P(Y)}^2$	=	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะ Y
$\sigma_{G(Y)}^2$	=	ความแปรปรวนของความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะ Y

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสม ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

Estimation of Genetic Parameters on Carcass Traits in Crossbred Cattle among Thai Native, Brahman and Charolais

คำนำ

การเลี้ยงโคขุน เป็นการเลี้ยงโคเพื่อให้โคมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว มีน้ำหนักส่งฆ่า และลักษณะซากตรงตามความต้องการของตลาด ตลาดจึงนับว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดรูปแบบของการเลี้ยงโคขุน ปัจจุบันตลาดเนื้อโคขุนพัฒนาตามความต้องการของผู้บริโภค ในการบริโภคเนื้อโคที่มีคุณภาพดีขึ้น จึงทำให้รูปแบบการเลี้ยงโคขุนต้องมีการพัฒนาตามการเปลี่ยนแปลงของตลาด เพื่อผลิตโคขุนที่ให้ผลผลิตและมีคุณภาพตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ทั้งในกลุ่มธุรกิจโรงแรม ภัตตาคาร และห้างสรรพสินค้าในปริมาณเพิ่มขึ้น จากรายงานของกรมปศุสัตว์ในปี พ.ศ. 2554 ได้ประมาณปริมาณการบริโภคเนื้อโคจากข้อมูลจำนวนโคที่เข้ามา คิดเป็นค่าเฉลี่ยคนไทยบริโภคเนื้อโค 2.28 กิโลกรัมต่อคนต่อปี (กรมปศุสัตว์, 2555) จากจำนวนประชากรในประเทศไทย 66.2 ล้านคน (สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข, 2556) ประมาณปริมาณการบริโภคเนื้อโคเท่ากับ 160 ล้านกิโลกรัม ซึ่งประเทศไทยผลิตเนื้อโคได้ประมาณ 150 ล้านกิโลกรัม คิดเป็นเนื้อโคคุณภาพสูง 2 เปอร์เซนต์จากเนื้อโคทั้งหมด ประกอบกับเกษตรกรหันไปประกอบอาชีพเพาะปลูกแทนเนื่องจากสถานการณ์โคเนื้อที่มีราคาตกต่ำในปี พ.ศ. 2552 ทำให้ปริมาณเนื้อโคในประเทศลดลง (กรมปศุสัตว์, 2555) และพบว่ามี การนำเข้าเนื้อโคคุณภาพสูงเพิ่มขึ้นจาก 540 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2553 เป็น 916 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2554 (ศูนย์สารสนเทศการเกษตร, 2554) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาคุณภาพและขยายการผลิตโดยเฉพาะเนื้อโคขุน เพื่อตอบสนองความต้องการภายในประเทศและทดแทนการนำเข้าเนื้อโคคุณภาพสูงจากต่างประเทศ

โดยส่วนใหญ่เนื้อโคคุณภาพสูงในประเทศไทยผลิตจากโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ ใช้ระยะเวลาการขุน 6-12 เดือน (จุฑารัตน์ และ ญาณิน, 2548) และมีการเกรดซากซึ่งประกอบด้วย 1) เกรดคุณภาพ (quality grade) และ 2) เกรดผลผลิตซาก (yield grade) (สัญญาชัย, 2547) ซึ่งเกรดทั้งสองจะเป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพการผลิตของโคเนื้อ และคุณภาพของเนื้อโค ในการพัฒนาและขยายการผลิตเนื้อโคให้มีคุณภาพควรเริ่มจากการปรับปรุงพันธุ์

สัตว์เป็นพื้นฐาน การปรับปรุงพันธุ์สัตว์นั้นมีวัตถุประสงค์ คือ ทำให้สัตว์รุ่นลูกสามารถแสดงศักยภาพการผลิตรายได้ดีกว่าสัตว์รุ่นพ่อแม่ ซึ่งความสามารถที่แสดงออกนั้นมีผลจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม โดยพันธุกรรมเป็นปัจจัยที่ทำหน้าที่ควบคุมความสามารถในการให้ผลผลิตของสัตว์ และสามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ส่วนสภาพแวดล้อมเป็นปัจจัยที่เกื้อหนุนประสิทธิภาพการแสดงออกของพันธุกรรม แต่ไม่สามารถถ่ายทอดไปยังรุ่นต่อไปได้ ดังนั้นการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์จากพันธุกรรมสำหรับลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก แต่ในบางลักษณะไม่สามารถใช้ข้อมูลจากตัวพ่อและแม่พันธุ์ได้โดยตรง เช่น ลักษณะซาก จึงใช้ข้อมูลลักษณะซากของสัตว์ในรุ่นลูกเพื่อประมาณความสามารถทางพันธุกรรม (Estimated breeding value, EBV) ในลักษณะซากของพ่อแม่พันธุ์ แต่หากไม่มีการวางแผนในการทดสอบและเก็บข้อมูลลักษณะซากในสัตว์ในรุ่นลูกเพื่อใช้ในการพิจารณาคัดเลือกสัตว์จะส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของค่าประมาณ ดังนั้นในการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะซากจึงต้องมีการวางแผนในการทดสอบและเก็บข้อมูลให้เหมาะสม เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมและคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ในประชากรโคนอู่อุณหภูมิระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลต์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์
2. ประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์
3. ประเมินค่าความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

การตรวจเอกสาร

1. ระบบการผสมพันธุ์

การจัดระบบการผสมพันธุ์ของโคเนื้อขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการเลี้ยง โดยส่วนใหญ่การเลี้ยงโคเนื้อในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์คือการเลี้ยงแม่โคเพื่อผลิตลูกโคเนื้อเป็นโคขุน โดยใช้ระบบการผสมข้ามพันธุ์ (crossbreeding) พ่อแม่พันธุ์คนละพันธุ์มาผสมพันธุ์กันจะได้ลูกผสมมีความสามารถในการแสดงลักษณะบางลักษณะที่ดีกว่าค่าเฉลี่ยของพันธุ์สัตว์รุ่นพ่อแม่เพราะอิทธิพลจากเฮเทอโรซิส (heterosis) การผสมข้ามระหว่าง 2 พันธุ์และนำลูกผสมชั่วแรกทั้งหมดไปใช้ประโยชน์ในการผลิตเราเรียกว่า two-breed cross นอกจากนี้การผสมข้ามพันธุ์อาจใช้การผสมสลับ 2 พันธุ์ (two-breed rotational crossing) หรือผสมสลับ 3 พันธุ์ (three-breed rotational crossing) หมุนเวียนกันทำหน้าที่เป็นพ่อและแม่พันธุ์ (กรมปศุสัตว์, 2546; ศกร, 2551)

พื้นฐานการพัฒนาโคพันธุ์กำแพงแสนมาจากการผสมข้าม 3 พันธุ์ (three-breed cross) เพื่อใช้อิทธิพลจากเฮเทอโรซิสทั้ง 3 พันธุ์โดยใช้พ่อพันธุ์บราห์มันผสมกับแม่พันธุ์พื้นเมืองไทยได้ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองไทยกับบราห์มัน (พื้นเมืองไทย 50 เปอร์เซ็นต์ บราห์มัน 50 เปอร์เซ็นต์) ลูกผสมเพศเมียจะถูกคัดเลือกไปผสมกับพ่อพันธุ์ชาร์โรเลส์ได้ลูกผสม 3 พันธุ์ (พื้นเมืองไทย 25 เปอร์เซ็นต์ บราห์มัน 25 เปอร์เซ็นต์ ชาร์โรเลส์ 50 เปอร์เซ็นต์) โดยข้อดีของโคพันธุ์พื้นเมืองไทยคือ ทนต่อโรคและสภาพอากาศร้อนได้ดี มีความสมบูรณ์พันธุ์ แต่มีขนาดเล็กและเจริญเติบโตช้า และข้อดีของโคพันธุ์บราห์มัน คือ มีโครงร่างใหญ่และเจริญเติบโตเร็ว แต่มีปัญหาเรื่องความสมบูรณ์พันธุ์และคุณภาพเนื้อ จึงนำโคพันธุ์ชาร์โรเลส์เข้ามาช่วยในเรื่องคุณภาพเนื้อและผลผลิตซาก ดังนั้นมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จึงพยายามรักษาระดับสายเลือดโคพื้นเมืองไทยและบราห์มันไว้ 25 เปอร์เซ็นต์เพื่อลดปัญหาเรื่องโรคและให้ได้โครงร่างใหญ่ขึ้น โดยไม่เกิดปัญหาเรื่องความสมบูรณ์พันธุ์ในแม่พันธุ์ แต่โคพันธุ์ชาร์โรเลส์เป็นโคที่พัฒนาในเขตหนาว ไม่สามารถทนต่อสภาพอากาศร้อน จึงจำกัดระดับสายเลือดของพันธุ์ชาร์โรเลส์ไว้ไม่เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นทำการผสมและคัดเลือกพ่อและแม่พันธุ์ลูกผสม 3 พันธุ์ ต่อไปเรื่อย ๆ เพื่อเป็นพ่อและแม่พันธุ์เพื่อใช้ในการผลิตโคเนื้อ ในช่วงหลังจากรุ่น F_1 โคพันธุ์กำแพงแสนมีความผันแปรในเรื่องของรูปร่างและสีมาก สมาคมโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนจึงกำหนดมาตรฐานความเป็นเลิศของโคพันธุ์กำแพงแสนและแผนการผสมพันธุ์เพื่อให้เกิดพันธุ์แท้ขึ้น โดยใช้แนวทางเดียวกับที่ใช้ในพันธุ์เดราท์มาสเตอร์และพันธุ์แบรงกัส ในการนำลูกผสมเพศเมียที่มีลักษณะตรงตามมาตรฐานพันธุ์กำแพงแสนผสมกับลูกผสมเพศผู้ที่มีลักษณะตรงตามมาตรฐานพันธุ์กำแพงแสน (ปรารธนา, 2548) ลูกที่ได้จะสามารถ

จดทะเบียนเป็น F_2 เมื่อทำการผสมยครดบจนกระทั่งถึง F_5 จึงถือเป็นโคกำแพงแสนพันธุ์แท้ซึ่งระบบการผสมพันธุ์แบบนี้เรียกว่า composite หรือ synthetic breeding system (Gosey, 1991; Bourdon, 2000)

2. การแบ่งเกรดซากโคตามแบบสหรัฐอเมริกา

การเกรดซากของกระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture, USDA) เริ่มใช้ในปี ค.ศ.1927 โดยให้ความสำคัญต่อการมีไขมันแทรก (marbling) ดังนั้นซากโคที่ได้เกรดดีจึงมักเป็นโคเพศผู้ตอนที่เลี้ยงขุนเป็นระยะเวลานาน ทำให้มีอายุมากเมื่อเข้าโรงฆ่า ต่อมา USDA ได้ปรับปรุงเกรดมาตรฐานดังกล่าวให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคมากขึ้น จึงจำแนกเกรดของซากโคเป็น 2 ประเภทคือ 1) เกรดคุณภาพ (quality grade) โดยประเมินจากชนิดของซากและอายุโค ร่วมกับไขมันแทรก สี และพื้นผิวของเนื้อซึ่งมีผลต่อความพึงพอใจและความน่ารับประทานของผู้บริโภค เช่น ความนุ่ม รสชาติ กลิ่น ความชุ่มฉ่ำ รูปร่าง สี และความแน่นเนื้อ และ 2) เกรดผลผลิต (yield grade) เป็นตัววัดประสิทธิภาพการผลิตของโคเนื้อ และประมาณผลผลิตส่วนที่บริโภคได้ของซาก ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณเนื้อแดง โดยประเมินจากน้ำหนักซากอุ่นหรือซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่นหรือซากเย็น พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง ไขมันจากอวัยวะภายใน (สัญญา, 2547; กรมปศุสัตว์, 2552; USDA, 1997)

เกรดคุณภาพและผลผลิตพัฒนามาจากการสังเกต การวัดลักษณะซากบางลักษณะ และทำการจดบันทึกเป็นข้อมูลซากเพื่อนำมาใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการจำแนกเกรดซาก ซึ่งข้อมูลซากเหล่านี้สามารถเชื่อมโยงไปยังโคพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์รายตัวได้เพื่อช่วยในการคัดเลือกทางพันธุกรรมเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต และคุณภาพซากที่ดีขึ้น (Ríos-Utrera and Van Vleck, 2004)

2.1 เกรดคุณภาพซาก (quality grade)

เกรดคุณภาพซากแบ่งออกเป็น 8 เกรดดังนี้ เกรดชั้นดีเยี่ยม (prime) เกรดชั้นดี (choice) เกรดชั้นกลาง (select) เกรดชั้นทั่วไป (standard) เกรดชั้นตลาด (commercial) เกรดชั้นพื้นบ้าน (utility) เกรดชั้นต่ำ (cutter) และเกรดชั้นต่ำมาก (canner) โดยประเมินจากชนิดของซากได้แก่ โคเพศผู้ตอน (steer) โคสาว (heifer) แม่โค (cow) พ่อโคหนุ่ม (bullock) อายุไม่เกิน 30 เดือน และพ่อโค (bull) ร่วมกับคะแนนไขมันแทรก ความนุ่ม สีเนื้อ และอายุสัตว์ USDA กำหนดปัจจัยที่ใช้

ในการประเมินคุณภาพซากดังนี้ (Burson, 2005; Jensen, 2005; Zobell *et al.*, 2005; Hale *et al.*, 2010; Radunz, 2012)

2.1.1 อายุโค (maturity)

อายุเป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อเกรดคุณภาพซาก ในโคสามารถประมาณอายุได้จากอายุทางกายวิภาคของซากซึ่งถูกประเมินจาก จำนวนฟันแท้ ขนาด รูปร่าง กระบวนการสร้างกระดูกอ่อนและกระดูก สี พื้นผิวและความแน่นของเนื้อที่ตัดระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 อายุของซากถูกกำหนดด้วยตัวอักษร A (อายุน้อยที่สุด) ถึง E (อายุมากที่สุด) ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สีและพื้นผิวของเนื้อโคในแต่ละกลุ่มอายุ

Maturity	สีของเนื้อ	พื้นผิวของเนื้อ	อายุ (เดือน)
A	แดงสด	เรียบ	9-30
B	แดงคล้ำเล็กน้อย	เรียบ	30-42
C	แดงคล้ำเล็กน้อย	เรียบปานกลาง	42-60
D	แดงคล้ำปานกลาง	หยาบเล็กน้อย	60-84
E	แดงคล้ำ	หยาบ	> 84

ที่มา: Jensen (2005)

นอกจากนี้การให้อาหารและการเจริญเติบโตสามารถเปลี่ยนสีเนื้อให้คล้ำและเปลี่ยนพื้นผิวเนื้อให้หยาบ ดังนั้นจึงใช้การประเมินอายุซากจากสีและพื้นผิวของเนื้อร่วมกับลักษณะกระดูก ฟัน และกระบวนการสร้างกระดูกอ่อน

2.1.2 คะแนนไขมันแทรก (intramuscular fat or marbling scores)

ไขมันแทรก หมายถึง จุดของไขมันภายในเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อหรือเรียกว่า ลายมัน ไขมันแทรกเป็นปัจจัยสำคัญต่อความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ และรสชาติของเนื้อ ระดับของไขมันแทรกเป็นปัจจัยหลักในการกำหนดเกรดคุณภาพซาก ระดับของไขมันแทรกประเมินจากพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันบริเวณระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 การให้คะแนนไขมันแทรกตามมาตรฐาน USDA พิจารณาแบ่งเป็น 9 ระดับ ดังนี้ 1-abundant, 2-moderately abundant, 3-slightly abundant, 4-moderate,

5-modest, 6-small, 7-slight, 8-traces และ 9-practically devoid (Jensen, 2005; Radunz, 2012)

เมื่อนำระดับไขมันแทรกมาพิจารณาพร้อมกับกลุ่มอายุโคสามารถแบ่งเป็นเกรดคุณภาพซาก (ภาพที่ 1) เนื้อโคคุณภาพดีจะมีความแน่น (firmness) ของเนื้อแดง และไขมันไม่อ่อนนุ่มจนเยิ้ม มีขนาดเส้นใยกล้ามเนื้อที่เล็กละเอียด รูปร่างของซากมีการพัฒนาของกล้ามเนื้อ สีของเนื้อแดงมีสีแดงสดไม่มีสีคล้ำ ซึ่งเกิดจากความเครียดของโคก่อนฆ่า สีของไขมันมีสีขาว นอกจากนี้ในการจำแนกเกรดคุณภาพซากเนื้อสัตว์มีการจัดประเภทของสัตว์ให้อยู่ในประเภทเดียวกันซึ่งรวมถึงเพศด้วย เช่น เนื้อลูกโค เนื้อโคผู้ตอน เนื้อโคสาว เนื้อโคผู้ไม่ตอน เนื้อโคพ่อพันธุ์ เนื้อแม่โค (สัญญาชัย, 2547)

ระดับไขมัน แทรก**	อายุของโค*							
	A	B	C	D	E			
1	ชั้นเยี่ยม		ตลาด					
2								
3								
4	ดีมาก		พื้นบ้าน					
5								
6								
7	ดี		ชั้นต่ำ เนื้อกระป๋อง					
8	ทั่วไป							
9								

หมายเหตุ * อายุของโค, A = 9-30 เดือน, B = 30-42 เดือน, C = 42-60 เดือน, D = 60-84 เดือน, และ E = มากกว่า 84 เดือน

** ระดับไขมันแทรก, 1 = abundant, 2 = moderately abundant, 3 = slightly abundant, 4 = moderate, 5 = modest, 6 = small, 7 = slight, 8 = traces และ 9 = practically devoid

ภาพที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับไขมันแทรก อายุของโค และเกรดคุณภาพซาก

ที่มา: Zobell *et al.* (2005)

2.2 เกรดผลผลิตซาก (yield grade)

กระทรวงเกษตรสหรัฐอเมริกากำหนดเกรดผลผลิตซากไว้ 5 ระดับ (เกรด 1 ถึง 5) ตามเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงจากการตัดแต่งซากที่ได้มาจากส่วนของเนื้อไม่ติดกระดูก (boneless) หรือเนื้อติดกระดูกบางส่วน (semi-boneless) เป็นเปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่เลาะมันออกและตัดแต่งสำหรับขายปลีกแล้วต่อน้ำหนักซาก โดยแบ่งเป็นชิ้นส่วนจากเนื้อสะโพก (round) สันนอก (loin) สันหลัง (rib) และไหล่ (chuck) เกรด 1 จัดเป็นเกรดที่ให้ผลผลิตสูงสุด เกรด 5 จัดเป็นเกรดที่ให้ผลผลิตต่ำสุด เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินเกรดผลผลิตซากมีดังต่อไปนี้ (Burson, 2005; Jensen, 2005; Zobell *et al.*, 2005; Hale *et al.*, 2010; Radunz, 2012)

2.2.1 น้ำหนักซากอุ่นและน้ำหนักซากเย็น (hot carcass and cold carcass weights)

น้ำหนักซากอุ่น คือ น้ำหนักซากที่ชั่งทันทีหลังจากฆ่าก่อนนำไปแช่เย็น โดยไม่รวมน้ำหนักจากหนัง หัว ระบบทางเดินอาหาร และอวัยวะภายใน ในบางครั้งมักจะเรียกอีกชื่อว่า น้ำหนักซากสด น้ำหนักซากเย็น คือ น้ำหนักซากที่ทำการชั่งหลังจากนำซากไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 3 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 7 วัน น้ำหนักซากเย็นจะมีน้ำหนักน้อยกว่าน้ำหนักซากอุ่นเนื่องจากมีน้ำหนัที่สูญเสียไปของน้ำ น้ำหนักซากเย็นมีความสำคัญต่อมูลค่าของซากเพราะน้ำหนักซากเย็นเป็นน้ำหนักสุทธิในการซื้อขายผลผลิตซาก (สหกรณ์โคนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2555; Burson, 2005; Zobell *et al.*, 2005)

2.2.2 เปอร์เซ็นต์ซาก (dressing percentage)

เปอร์เซ็นต์ซากเป็นตัวบ่งชี้ผลผลิตอย่างหยาบเพราะมาจากสัดส่วนระหว่างน้ำหนักซากและน้ำหนักมีชีวิต โดยทั่วไปเปอร์เซ็นต์ซากของโคขุนอยู่ระหว่าง 55-60 เปอร์เซ็นต์ สามารถคำนวณเปอร์เซ็นต์ซากได้จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากเย็น}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

หรือ

$$\text{เปอร์เซ็นต์ซาก} = \frac{\text{น้ำหนักซากอ่อน} - 3\% \text{ ของน้ำหนักซากอ่อน}}{\text{น้ำหนักมีชีวิต}} \times 100$$

ในบางกรณีเปอร์เซ็นต์ซากจะระบุเฉพาะเจาะจงเป็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนซึ่งจะใช้น้ำหนักซากอ่อนหารด้วยน้ำหนักมีชีวิต หรือเปอร์เซ็นต์ซากเย็นจะใช้น้ำหนักซากเย็นหารด้วยน้ำหนักมีชีวิต โดยทั่วไปพบว่าเปอร์เซ็นต์ซากเย็นมีค่าน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ในซากเดียวกัน (Hale *et al.*, 2010)

2.2.3 พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ribeye area)

พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเป็นดัชนีชี้วัดปริมาณของเนื้อแดง (lean muscle) ที่เกี่ยวข้องกับซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณเนื้อแดง กล่าวคือ เมื่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้นปริมาณเนื้อแดงในซากจะเพิ่มขึ้น นอกจากนี้พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันยังเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดเกรดผลผลิตซาก เมื่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันเพิ่มขึ้นเกรดผลผลิตซากมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันวัดจากพื้นที่หน้าตัดของกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 นำมาวัดค่าพื้นที่โดยใช้ตารางหรือใช้กล้องถ่ายรูปที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ ซากโคแต่ละชิ้นจะมีขนาดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันแตกต่างกันทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ ขนาดของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันที่เหมาะสมคือ 65 ถึง 90 ตารางเซนติเมตรต่อน้ำหนักมีชีวิตของโค 350-600 กิโลกรัม (สัญญา, 2547)

2.2.4 ความหนาไขมันสันหลัง (backfat thickness)

ความหนาไขมันสันหลัง คือ ความหนาไขมันภายนอกหรือหุ้มของซาก ไขมันภายนอกซากเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดในธุรกิจค้าเนื้อปลีก ความหนาไขมันสันหลังวัดที่ $\frac{3}{4}$ ของความยาวกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ซึ่งตัดระหว่างซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 ก่อนไปทางลำตัว ความหนาไขมันสันหลังที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เปอร์เซ็นต์เนื้อและผลผลิตเนื้อขายปลีกลดลง ทำให้เกรดผลผลิตที่ต้องการลดลง เปอร์เซ็นต์เนื้อแดงเป็นเปอร์เซ็นต์ผลผลิตที่เกี่ยวข้องกับการตัดแต่ง ปริมาณไขมันภายนอกซากที่น้อยเกินไปจะไม่เป็นผลดีเพราะทำให้ความเหนียวเพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการหด

ตัวเมื่อได้รับความเย็น (cold shortening) โดยซากเย็นเร็วเกินไปเมื่อนำไปแช่เย็น ช่วงความหนาของไขมันสันหลังที่เหมาะสมคือ 0.5 ถึง 1.27 เซนติเมตร (สัญญาชัย, 2547)

2.2.5 ไขมันจากอวัยวะภายใน (internal fat)

ไขมันจากไต กระดูกเชิงกราน หัวใจ รวมเรียกว่าไขมันจากอวัยวะภายใน ไขมันจากอวัยวะภายในแสดงในรูปเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักซากอ่อนและใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดเกรดผลผลิต มีค่าโดยเฉลี่ยประมาณ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ซากที่มีไขมันจากอวัยวะภายในน้อยจะเป็นซากที่ดีกว่าซากที่มีไขมันจากอวัยวะภายในมาก เปอร์เซ็นต์ผลผลิตเนื้อขายปลีกจะลดลงเมื่อไขมันจากอวัยวะภายในเพิ่มขึ้น (Radunz, 2012)

2.2.6 ความนุ่มของเนื้อ (tenderness)

ความนุ่มของเนื้อเป็นลักษณะหนึ่งที่สำคัญในการผลิตของอุตสาหกรรมโคเนื้อ ถึงแม้ว่าความนุ่มของเนื้อไม่ถูกใช้ในการคำนวณเกรดผลผลิตและเกรดคุณภาพแต่มีความสำคัญต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค ความนุ่มของเนื้อวัดโดยเครื่องมือวัดแรงตัดผ่านเนื้อ มีชื่อว่า Warner-Bratzler ในอุตสาหกรรมเนื้อโคชั้นนำ เนื้อโคมีค่าแรงตัดผ่านเนื้อต่ำกว่า 8 ปอนด์ต่อชิ้นเนื้อ โดยชิ้นเนื้อจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีที่สะดวกในการประเมินความนุ่มของเนื้อ ดังนั้น การตัดสินใจเลือกซื้อเนื้อของร้านอาหารจึงมีเป้าหมายในการเลือกซื้อเพื่อตอบสนองความพึงพอใจแก่ลูกค้าโดยให้ความสำคัญแก่ความนุ่มเป็นปัจจัยหลัก (Burson, 2005)

ความนุ่มของเนื้อมีผลมาจากพันธุกรรมโค การจัดการก่อนและหลังฆ่าโค ซึ่งปัจจัยของการจัดการก่อนฆ่าโคที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโคได้แก่ อาหารสัตว์ ความเครียด และสุขภาพ ปัจจัยที่มีผลต่อความนุ่มของเนื้อโคหลังการฆ่าได้แก่ ระยะเวลาการบ่มซาก การกระตุ้นซาก ระดับค่า pH ของซาก อุณหภูมิที่ใช้ปรุงอาหาร และวิธีการปรุงอาหาร ปัจจุบันมีการพัฒนาเครื่องมือและเพิ่มงานวิจัยเกี่ยวกับระดับความนุ่มของเนื้อ รวมไปถึงการค้นหเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) เพื่อช่วยในการคัดเลือกโคที่มีเนื้อนุ่ม (Zobell *et al.*, 2005)

3. การแบ่งเกรดคุณภาพเนื้อโคตามมาตรฐานของไทย

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ของประเทศไทยใช้หลักเกณฑ์สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547) ในการแบ่งเกรดเนื้อตามมาตรฐาน มกอช.6001-2547 โดยเนื้อโคจะแบ่งออกเป็น 5 ชั้นคุณภาพ (quality grade) ตามลักษณะของสีเนื้อ สีไขมัน อายุสัตว์ และคะแนนของไขมันแทรกในกล้ามเนื้อ (marbling score) ซึ่งปริมาณไขมันแทรกในกล้ามเนื้อสามารถแบ่งออกเป็น 5 ระดับ จากการตรวจพินิจ ได้แก่ ไม่มีเลย (1) น้อยมาก (2) น้อย (3) ปานกลาง (4) และมาก (5) ดังนั้นการแบ่งเกรดเนื้อ 5 ชั้นคุณภาพจึงมีดังนี้ (ไชยวรรณ, 2553)

1. ชั้นดีเลิศ (prime) หมายถึง เนื้อโคที่ได้จากโคขุนอายุไม่เกิน 36 เดือน คะแนนไขมันแทรกระหว่าง 4 ถึง 5 ไขมันมีสีขาว เส้นใยกล้ามเนื้อค่อนข้างละเอียดและสีแดงสด (bright red)
2. ชั้นดีมาก (choice) หมายถึง เนื้อโคที่ได้จากโคขุนอายุไม่เกิน 36 เดือน คะแนนไขมันแทรกระหว่าง 2.5 ถึง 4.5 ไขมันมีสีขาวหรือสีครีม เส้นใยกล้ามเนื้อค่อนข้างละเอียดและสีแดง (red)
3. ชั้นดี (select) หมายถึง เนื้อโคที่ได้จากโคที่ผ่านการขุนหรือไม่ได้ผ่านการขุน และมีอายุไม่เกิน 42 เดือน คะแนนไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 1 ถึง 5 ไขมันมีสีครีมหรือสีเหลืองอ่อน เส้นใยกล้ามเนื้อหยาบเล็กน้อยและสีแดงคล้ำเล็กน้อย (slightly dark red)
4. ชั้นปานกลาง (commercial) หมายถึง เนื้อโคที่ได้จากโคที่ผ่านการขุนหรือไม่ได้ผ่านการขุนและมีอายุมากกว่า 42 เดือน มีคะแนนไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 2 ถึง 5 ไขมันมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยกล้ามเนื้อหยาบและสีแดงคล้ำปานกลาง (moderately dark red)
5. ชั้นพอใช้ (utility) หมายถึง เนื้อโคจากซากโคที่ไม่ได้ผ่านการขุน มีอายุมากกว่า 42 เดือน และมีคะแนนไขมันแทรกอยู่ระหว่าง 1 ถึง 3 ไขมันมีสีเหลืองอ่อน เส้นใยกล้ามเนื้อหยาบและสีแดงคล้ำ (dark red)

4. ปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะและคุณภาพซาก

4.1 อิทธิพลของเพศ

Glimp *et al.* (1971) ศึกษาในโคพันธุ์เฮลฟอร์ดและแองกัส พบว่า โคที่มีอวัยวะสมบูรณ์ โคที่มีอวัยวะผิดปกติตั้งแต่เกิด และโคเพศผู้ตอน มีความแตกต่างของน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง คะแนนไขมันแทรก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ โดยโคที่มีอวัยวะสมบูรณ์และโคที่มีอวัยวะผิดปกติตั้งแต่เกิดมีค่าลักษณะเหล่านั้นสูงกว่าโคเพศผู้ตอน ($P < 0.05$)

ซึ่งความสมบูรณ์ของอินทรมีผลต่อระดับฮอร์โมนเพศสอดคล้องกับ Gortsema *et al.* (1974) ศึกษาความแปรปรวนของระดับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงหลังการกระตุ้นทางเพศในโคเพศผู้ โคเพศผู้ถูกอินทรมัน และโคเพศผู้ตอน โดยโคเพศผู้และโคเพศผู้ที่มีอินทรมันมีระดับของพลาสมาเทสโทสเตอโรนสูงกว่าโคเพศผู้ตอน ทำให้โคทั้งสองประเภทนี้มีอัตราการเจริญเติบโตและน้ำหนักซากสูงกว่าโคเพศผู้ตอน แต่โคเพศผู้ตอนมีคะแนนไขมันแทรกพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และเปอร์เซ็นต์เนื้อแดงสูงกว่า เช่นเดียวกับการศึกษาของ Cross *et al.* (1984) รายงานว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างโคเพศผู้กับโคเพศผู้ตอนพบว่า โคเพศผู้มีน้ำหนักซาก ความสมบูรณ์ของเนื้อแดงและกระดูก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันสูงกว่าแต่มีคะแนนไขมันแทรก สีของเนื้อ คุณภาพซากและผลผลิตซาก USDA ต่ำกว่าโคเพศผู้ตอน

Rachma *et al.* (2000) รายงานว่า อิทธิพลจากพันธุกรรมของพ่อที่แตกต่างกัน อิทธิพลของเพศ อิทธิพลร่วมของเพศกับฤดูกาล และอิทธิพลร่วมของเพศกับปี มีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง ความหนาไขมันใต้ซี่โครง และคะแนนไขมันแทรก นอกจากนี้ Choat *et al.* (2006) ศึกษาอิทธิพลของเพศที่มีต่อลักษณะซากระหว่างโคเพศผู้ตอนกับโคสาวในโคพันธุ์แอ็งกัส และพันธุ์ซิมเมนทอล พบว่า โคเพศผู้ตอนมีค่าความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าโคสาว แต่ไม่มีความแตกต่างในลักษณะน้ำหนักซาก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก แต่เมื่อมีการเปรียบเทียบคุณภาพเนื้อพบว่า เนื้อโคเพศผู้ตอนมีค่าความนุ่ม จำนวนเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และรสชาติของเนื้อดีกว่าเนื้อโคสาว

4.2 อิทธิพลของพันธุ์ สายพันธุ์ พันธุกรรม

Glimp *et al.* (1971) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์เฮียฟอร์ดและแอ็งกัส พบว่า อิทธิพลจากพันธุ์มีผลต่อน้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง เปอร์เซ็นต์เนื้อ คะแนนไขมันแทรก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ และความนุ่มของเนื้อ และพบว่าโคพันธุ์เฮียฟอร์ดมีค่าน้ำหนักก่อนและหลังหย่านม อัตราการเจริญเติบโต น้ำหนักซาก เปอร์เซ็นต์ซาก ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน คะแนนไขมันแทรก ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ความนุ่ม และพื้นที่ผิวเนื้อแดงสูงกว่าโคพันธุ์แอ็งกัส Cross *et al.* (1984) ศึกษาลักษณะซากในโคพันธุ์ซิมเมนทอล ชาร์โรเลส์ เฮียฟอร์ด และแอ็งกัส พบว่า โคพันธุ์ซิมเมนทอลและชาร์โรเลส์มีน้ำหนักซากสูงกว่าโคพันธุ์เฮียฟอร์ด และแอ็งกัส แต่ในโคพันธุ์ซิมเมนทอลมีค่าลักษณะสีของเนื้อต่ำที่สุด ในส่วนของคะแนนไขมันแทรกและความหนาไขมันสันหลังโคพันธุ์แอ็งกัสมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์เฮียฟอร์ด ชาร์โรเลส์ และซิมเมนทอล ตามลำดับ ในส่วนของพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโคพันธุ์ชาร์โรเลส์มีค่าสูงที่สุด

รองลงมาคือพันธุ์ชิมเมนทอล แอ่งกัส และเฮียฟอร์ด ตามลำดับ นอกจากนี้ Plessis and Hoffman (2007) ศึกษาลักษณะซากในโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมชิมเมนทอล พันธุ์ลูกผสม Bonsmara และพันธุ์ Nguni พบว่า โคพันธุ์ลูกผสมชิมเมนทอลมีน้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักซากสูงที่สุด รองลงมาคือพันธุ์ลูกผสม Bonsmara และพันธุ์ Nguni ตามลำดับ โคพันธุ์ลูกผสมชิมเมนทอลและพันธุ์ Nguni มีความหนาไขมันสันหลังมากกว่าโคพันธุ์ลูกผสม Bonsmara แต่ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซาก ลักษณะคุณภาพเนื้อ และสีของเนื้อไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จุฑารัตน์ และ พรธนิภา (2552) ศึกษาคุณภาพเนื้อโคแต่ละประเภทที่เลี้ยงภายใต้ระบบการผลิตโคเนื้อของประเทศไทย พบว่า เนื้อโคขุนลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลส์มีปริมาณไขมันแทรกสูงสุดเมื่อเทียบกับโคขุนลูกผสมพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงแบบทั่วไปและเลี้ยงด้วยเปลือกสับประรดหมักเป็นแหล่งอาหารหยาบ และเนื้อโคพื้นเมืองไทยมีปริมาณไขมันแทรกน้อยที่สุด ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Warithitham *et al.* (2010) ที่ทดสอบคุณภาพของเนื้อโค โดยทำการประเมินคุณภาพเนื้อของโคเพศผู้ลูกผสมบราห์มันกับพื้นเมืองไทย และโคลูกผสมชาร์โรเลส์กับพื้นเมืองไทย เลี้ยงโดยให้อาหารหยาบแบบกินเต็มที่และให้อาหารข้น 1 กิโลกรัมต่อน้ำหนักตัว 100 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน เปรียบเทียบคุณภาพเนื้อที่มีน้ำหนักส่งฆ่า 500, 550 และ 600 กิโลกรัม พบว่า เนื้อโคลูกผสมชาร์โรเลส์กับพื้นเมืองไทยมีคะแนนไขมันแทรก ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อและสีของเนื้อสูงกว่าเนื้อโคลูกผสมบราห์มันกับพื้นเมืองไทย

4.3 อิทธิพลของฤดูกาลและปี

Rachma *et al.* (2000) ศึกษาในโคเพศผู้ตอนและโคสาวพันธุ์ Japanese Brown พบว่า อิทธิพลจากฤดูกาลที่เริ่มขุนมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลัง ($P<0.01$) แต่ไม่มีผลต่อคะแนนไขมันแทรก ($P>0.05$) โดยโคที่เริ่มขุนในฤดูหนาวมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง สูงกว่าโคที่เริ่มขุนในฤดูกาลอื่นๆ อิทธิพลร่วมระหว่างฤดูกาลกับปีที่เริ่มขุนมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรก อิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับปีและอิทธิพลร่วมระหว่างเพศกับฤดูกาลมีผลต่อพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลัง ($P<0.01$) นอกจากนี้พบว่าอิทธิพลจากอายุ น้ำหนักที่เริ่มขุน รวมทั้งระยะเวลาการขุนมีผลต่อความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรก

4.4 อิทธิพลของอายุเมื่อเข้าฆ่า

Cross *et al.* (1984) ศึกษาในโคพันธุ์ซิมเมนทอล ชาร์โรเลส์ เฮียฟอร์ด และแองกัส พบว่า อายุเมื่อเข้าฆ่ามีผลต่อลักษณะซาก โดยโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 18 เดือนมีน้ำหนักซากมากกว่า โคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 15 และ 12 เดือน นอกจากนี้ยังพบว่าโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 18 เดือนมีคะแนนไขมันแทรก ความหนาไขมันสันหลัง คุณภาพซากและผลผลิตซาก USDA มากกว่าโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 15 และ 12 เดือน ส่วนพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 12 เดือน มีค่าน้อยที่สุด โดยส่วนมากโคที่มีอายุเริ่มต้นการขุนมากมีพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และความหนาไขมันใต้ซี่โครงลดลง แต่จะมีคะแนนไขมันแทรกเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rachma *et al.* (2000) ในโคเพศผู้ตอนและโคสาวพันธุ์ Japanese Brown พบว่าอิทธิพลของอายุมีผลต่อความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรก

Plessis and Hoffman (2007) รายงานว่า อายุเมื่อเข้าฆ่ามีผลทำให้น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก ความหนาไขมันสันหลัง และสีของเนื้อมีความแตกต่างกัน โดยโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 30 เดือนมีน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซาก ความหนาไขมันสันหลังสูงกว่าโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 18 เดือน แต่ในด้านคุณภาพเนื้อเช่น สี กลิ่น ความชุ่มฉ่ำ รสชาติ และความนุ่ม โคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 18 เดือนดีกว่าโคที่มีอายุเมื่อเข้าฆ่า 30 เดือน ดังนั้นอายุเมื่อเข้าฆ่าของโคที่เหมาะสมจึงขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ การเลี้ยงและความต้องการของตลาด

4.5 อิทธิพลของฮอร์โมน

ในการขุนโคเพศผู้มักพบปัญหาคือโคเพศผู้มีความก้าวร้าว บางครั้งขวิดกันเองจนเกิดการบาดเจ็บ ทำให้ยากต่อการจัดการ สิ้นเปลืองค่ารักษา จึงมีการตอนโคเพศผู้เพื่อลดความก้าวร้าว และช่วยให้โคกินอาหารได้มาก แต่การลดฮอร์โมนเพศผู้โดยวิธีการตอนทำให้โคเกิดความเครียด และมีอาการบาดเจ็บจึงมีการพัฒนาเป็นการใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ที่ปลอดภัยลดระดับฮอร์โมนเพศผู้ในโคเนื้อแทน (ชลสิทธิ์, 2534) แต่ในปัจจุบันถูกห้ามใช้ในประเทศไทย นอกจากนี้พบว่าการนำฮอร์โมนมาใช้ในการเร่งการเจริญเติบโตของโคเนื้อ เช่น การใช้ growth hormone-releasing factor (GRFi), human serum albumin (HSAi), growth hormone-releasing factor analog (GRFa), thyrotropin-releasing hormone (TRH), Steroid และ Somatotropin เพื่อเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต เพิ่มปริมาณวัตถุดิบที่กินได้ และลดอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว และทำให้เนื้อมีความชุ่มฉ่ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากการสะสมไขมันแทรกในเส้นใยกล้ามเนื้อมากขึ้น จึงมีการนำฮอร์โมน

ดังกล่าวมาใช้ในการปรับปรุงลักษณะน้ำหนักรูปร่าง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ปริมาณไขมัน และคะแนนไขมันแทรก เป็นต้น (Enright *et al.*, 1993; Harvey *et al.*, 1993; Preston *et al.*, 1995)

4.6 อิทธิพลของชนิดอาหาร

Mandell *et al.* (1997) รายงานว่าการเสริมปลาป่น 5 เปอร์เซ็นต์ และ 10 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารชั้นของโคเพศผู้ตอน โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ที่ไม่ได้เสริมปลาป่น) มีระยะเวลาการให้อาหารเสริมปลาป่น 56 วัน 112 วัน และ 168 วัน พบว่า น้ำหนักโคขุนมีชีวิตก่อนฆ่า อัตราการเจริญเติบโต และ ปริมาณวัตถุแห้งที่กินได้ของโคเพศผู้ตอนที่ระดับการเสริมปลาป่น 5 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ลักษณะซาก (น้ำหนักซากอ่อน ความหนาไขมันสันหลัง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรก) ของโคเพศผู้ตอนมีค่าสูงที่สุดเมื่อเสริมอาหารด้วยระดับปลาป่น 5 เปอร์เซ็นต์

ไพโรจน์ และ ศรีจิตต์ (2541) ศึกษาวิธีการจัดการให้อาหารโคขุนในโคเพศผู้ลูกผสมชาร์โรเลต์ 50 เปอร์เซ็นต์และบราห์มัน 50 เปอร์เซ็นต์ เริ่มขุนที่อายุประมาณ 1 ปี น้ำหนักประมาณ 250 กิโลกรัม โดยแบ่งเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกช่วงน้ำหนัก 250-350 กิโลกรัม และระยะสองช่วงน้ำหนัก 350-450 กิโลกรัม โดยแบ่งการให้อาหารเป็น 3 กลุ่ม ตามอัตราส่วนของอาหารชั้นและอาหารหยาบดังนี้ ในระยะแรกกลุ่มที่ 1 อัตราส่วน 50 : 50 กลุ่มที่ 2 อัตราส่วน 60 : 40 กลุ่มที่ 3 อัตราส่วน 80 : 20 ในระยะสองทั้ง 3 กลุ่มให้ที่อัตราส่วน 80 : 20 เหมือนกันทั้งหมด พบว่า ในระยะแรกโคกลุ่มที่ 3 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าและระยะเวลาการขุนสั้นกว่าโคกลุ่มที่ 1 และ 2 ($P < 0.05$) แต่เมื่อสิ้นสุดระยะสองโคกลุ่มที่ 1 และ 2 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าและระยะเวลาการขุนสั้นกว่าโคกลุ่มที่ 3 ($P < 0.05$) โคกลุ่มที่ 3 มีอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 และ 2 และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนจากน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายพบว่าโคทั้ง 3 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นในระยะแรกไม่จำเป็นต้องเลี้ยงขุนด้วยอาหารชั้นในอัตราส่วนสูง เพื่อเป็นการลดต้นทุนค่าอาหาร และเริ่มให้อาหารชั้นเพิ่มขึ้นในระยะสอง โคจะมีการเจริญเติบโตทดแทนทำให้ได้น้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายสูงใกล้เคียงกัน

วรรณิ และคณะ (2553) ศึกษาผลของการเสริมกระถินสดและหมักต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและต้นทุนการผลิตโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน โดยใช้โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสนเพศผู้ตอน อายุไม่เกิน 2 ปี (น้ำหนักเฉลี่ย 310.44 ± 20.16 กิโลกรัม) เลี้ยงในโรงเรือนเปิด แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ให้อาหารผสมสำเร็จร่วมกับหญ้าขนสด (กลุ่มควบคุม) กลุ่มที่ 2 ให้อาหารผสม

สำเร็จร่วมกับหญ้าขนสดและเสริมด้วยกระถินสด กลุ่มที่ 3 ให้อาหารผสมสำเร็จร่วมกับหญ้าขนสดและเสริมด้วยกระถินหมัก ผลการศึกษาพบว่าโคกลุ่มที่ 3 มีปริมาณอาหารที่กินได้และอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าโคกลุ่มที่ 1 ($P < 0.05$) ทำให้โคที่เสริมกระถินหมักมีน้ำหนักมีชีวิตสุดท้ายสูงกว่า ในขณะที่ลักษณะเปอร์เซ็นต์ซาก เปอร์เซ็นต์ไขมัน เปอร์เซ็นต์ไขมันอวัยวะภายใน และคะแนนไขมันแทรกไม่แตกต่างกันในทางสถิติ ($P > 0.05$)

5. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจโดยส่วนใหญ่เป็นลักษณะปริมาณถูกควบคุมด้วยยีนจำนวนมากหลายคู่ สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะปรากฏ ลักษณะปรากฏโดยทั่วไปสามารถชั่ง ตวง และวัดค่าได้ ค่าสังเกตที่ได้จะมีความต่อเนื่อง (continuous variable) เช่น น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักหย่านม และน้ำหนักมีชีวิตก่อนฆ่า เป็นต้น (สมชัย, 2527; Falconer and Mackay, 1996) สามารถเขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$P = G + E$$

เมื่อ P = ลักษณะปรากฏ
 G = อิทธิพลเนื่องจากพันธุกรรม
 E = อิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อม

นอกจากนี้อิทธิพลเนื่องจากพันธุกรรมยังสามารถจำแนกออกได้เป็น อิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม (additive genetic effect หรือ breeding value) อิทธิพลทางพันธุกรรมเนื่องจากการข่มกันของยีนในตำแหน่งเดียวกัน (dominant genetic effect) และอิทธิพลทางพันธุกรรมเนื่องจากการข่มกันระหว่างยีนต่างตำแหน่ง (epistasis genetic effect) สำหรับอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อม สามารถจำแนกออกได้เป็น อิทธิพลของสภาพแวดล้อมถาวร (permanent environmental effect) และอิทธิพลของสภาพแวดล้อมชั่วคราว (temporary environmental effect) (สมชัย, 2549; Falconer and Mackay, 1996) โดยแสดงสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$P = A + D + I + E_p + E_t$$

เมื่อ	P	=	ลักษณะปรากฏ
	A	=	อิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม
	D	=	อิทธิพลทางพันธุกรรมเนื่องจากการข่มกันของยีนในตำแหน่งเดียวกัน
	I	=	อิทธิพลทางพันธุกรรมเนื่องจากการข่มกันระหว่างยีนต่างตำแหน่ง
	E_p	=	อิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวร
	E_t	=	อิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมชั่วคราว

จากอิทธิพลดังกล่าวสามารถหาค่าประกอบของความแปรปรวน (variance component) ได้เป็น (สมชัย, 2549; Falconer and Mackay, 1996; Mrode, 2005)

$$\sigma_p^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2 + \sigma_{E_p}^2 + \sigma_{E_t}^2$$

เมื่อ	σ_p^2	=	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
	σ_A^2	=	ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม
	σ_D^2	=	ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลของการข่มกันของยีนในตำแหน่งเดียวกัน
	σ_I^2	=	ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลของการข่มกันระหว่างยีนต่างตำแหน่ง
	$\sigma_{E_p}^2$	=	ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวร
	$\sigma_{E_t}^2$	=	ความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมชั่วคราว

5.1 อัตราพันธุกรรม (heritability, h^2)

อัตราพันธุกรรม หมายถึง อัตราส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 เป็นค่าเฉพาะของลักษณะปริมาณหนึ่งๆ ของประชากรใดประชากรหนึ่ง โดยค่าอัตราพันธุกรรมบอกให้ทราบว่าความแปรปรวนหรือความแตกต่างของอิทธิพลทางพันธุกรรมในประชากรนั้นมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะบ่งชี้ให้เห็นว่าควรจะเน้นการปรับปรุงด้านพันธุกรรมหรือด้านสิ่งแวดล้อม (สมชัย, 2527) ค่าอัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ ค่าอัตราพันธุกรรมน้อยกว่า 0.2 เป็นค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับต่ำ ลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ระหว่าง 0.2–0.4 เป็นค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลาง และลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมมากกว่า 0.4 เป็นค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ใน

ระดับสูง ถ้าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะใดๆ มีค่าน้อยกว่า 0.2 หมายความว่า การคัดเลือกจากความสามารถทางพันธุกรรมจะให้ผลตอบแทนช้า เพราะว่าลักษณะนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมมากกว่า ส่วนลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ระหว่าง 0.2 – 0.4 จะตอบสนองต่อการคัดเลือกได้ดี ถ้ามีการควบคุมสิ่งแวดล้อม และลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมที่สูงกว่า 0.4 จะให้ผลตอบแทนต่อการคัดเลือกได้ดี (Bourdon, 2000)

นอกจากนี้อัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คืออัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (heritability in broad sense) คือสัดส่วนความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และอัตราพันธุกรรมแบบแคบ (heritability in narrow sense) คือสัดส่วนความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ (สมชัย, 2527) โดยทั่วไปเมื่อกล่าวถึงอัตราพันธุกรรมจะหมายถึงอัตราพันธุกรรมแบบแคบ โดยอัตราพันธุกรรมและความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของลักษณะซากในโคเนื้อ แสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 อัตราพันธุกรรมและความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของลักษณะซากในโคนือ

พันธุ์	ประเทศ	โมเดล*	น้ำหนักซาก		เปอร์เซ็นต์ซาก		คะแนนไขมันแทรก		พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน		ความหนาไขมันสันหลัง		ที่มา
			σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	
เฮียฟอร์ด	อเมริกา	UAM		0.33		0.01							Reynolds <i>et al.</i> (1991)
ชาร์โรเลต์	แคนาดา	SM	44.34	0.09			0.04	0.26	23.88	0.38			Johnson <i>et al.</i> (1992)
เฮียฟอร์ด	อเมริกา	UAM		0.38		0.25		0.31		0.51			Veseth <i>et al.</i> (1993)
ลูกผสมหลากหลายพันธุ์	อเมริกา	SM		0.34		0.08		0.55		0.35		0.39	Gregory <i>et al.</i> (1995)
ลูกผสมเฮียฟอร์ด	อเมริกา	UAM	107.74	0.15	0.16	0.06	51.69	0.73	31.58	0.65	0.09	0.56	Wheeler <i>et al.</i> (1996)
แบรงกัส	อเมริกา	UAM	520.01	0.59					19.00	0.39	0.02	0.27	Moser <i>et al.</i> (1998)
ลูกผสมบราห์มัน	อเมริกา	BAM	240.00	0.30			0.16	0.26	35.00	0.49	0.03	0.20	Crews and Franke (1998)
ลูกผสมแอ่งกัส	นิวซีแลนด์	UAM		0.71		0.35				0.38			Morris <i>et al.</i> (1999)
ลูกผสมแอ่งกัส	นิวซีแลนด์	MAM		0.48		0.31				0.42			Morris <i>et al.</i> (1999)
ชาร์โรเลต์	ฝรั่งเศส	SM		0.31		0.43							Fouilloux <i>et al.</i> (1999)
Japanese brown	ญี่ปุ่น	SM						0.36		0.32		0.33	Rachma <i>et al.</i> (2000)
พื้นเมืองเกาหลี	เกาหลี	AM			2.53	0.64	0.32	0.31	24.57	0.31			Lee <i>et al.</i> (2000)
Japanese black	ญี่ปุ่น	UAM		0.15				0.49		0.02		0.15	Oikawa <i>et al.</i> (2000)
เฮียฟอร์ดและแอ่งกัส	ออสเตรเลีย	SM	250.59	0.33			1754.77	0.57	29.81	0.69	0.12	0.84	Wheeler <i>et al.</i> (2001)
ชิมเมนทอล	อเมริกา	MAM		0.32				0.12		0.26		0.10	Shank <i>et al.</i> (2001)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พันธุ์	ประเทศ	โมเดล*	น้ำหนักซาก		เปอร์เซ็นต์ซาก		คะแนนไขมันแทรก		พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน		ความหนาไขมันสันหลัง		ที่มา
			σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	
ลูกผสมหลากหลายพันธุ์	แคนาดา	MAM	522.00	0.47			0.23	0.35	41.70	0.45	1.41	0.41	Devitt and Wilton (2001)
แอ่งกัส	อเมริกา	MAM	472.73	0.48			31.74	0.45	0.47	0.42	0.07	0.35	Kemp <i>et al.</i> (2002)
ลูกผสมหลากหลายพันธุ์	อเมริกา	MAM		0.49				0.35		0.58		0.46	Splan <i>et al.</i> (2002)
บราห์มัน	อเมริกา	UAM	260.18	0.55	2.56	0.77	1207.56	0.44	16.81	0.44	10.56	0.63	Riley <i>et al.</i> (2002)
ชาร์โรเลส์	แคนาดา	UAM	276.90	0.32			11.34	0.34	35.43	0.43	3.17	0.38	Crews <i>et al.</i> (2004)
ชาร์โรเลส์	สวีเดน	BAM	223.00	0.22									Eriksson <i>et al.</i> (2004)
เฮียฟอร์ด	สวีเดน	BAM	367.00	0.50									Eriksson <i>et al.</i> (2004)
ลูกผสมหลากหลายพันธุ์	อเมริกา	UAM		0.52				0.46		0.57		0.46	Nephawe <i>et al.</i> (2004)
เฮียฟอร์ดและแอ่งกัส	อเมริกา	SM	123.21	0.17	0.32	0.15	1789.29	0.35	18.15	0.37	0.07	0.54	Wheeler <i>et al.</i> (2004)
เฮียฟอร์ดและแอ่งกัส	อเมริกา	SM	278.22	0.41	0.86	0.46	2508.00	0.59	38.07	0.67	0.16	0.86	Wheeler <i>et al.</i> (2005)
ลูกผสมหลากหลายพันธุ์	อเมริกา	UAM	225.05	0.27	0.75	0.19	0.14	0.40	16.27	0.24	0.02	0.20	Ríos-Utrera <i>et al.</i> (2005)
Japanese black	ญี่ปุ่น	UAM	928.90	0.44			1.42	0.32	14.34	0.32	0.26	0.41	Ibi <i>et al.</i> (2005)
Japanese black	ญี่ปุ่น	UAM		0.56				0.43		0.29		0.49	Ibi <i>et al.</i> (2006)
แอ่งกัส	ไอร์แลนด์	UAM	116.10	0.17									Hickey <i>et al.</i> (2007)
เฮียฟอร์ด	ไอร์แลนด์	UAM	115.50	0.18									Hickey <i>et al.</i> (2007)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

พันธุ์	ประเทศ	โมเดล*	น้ำหนักซาก		เปอร์เซ็นต์ซาก		คะแนนไขมันแทรก		พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน		ความหนาไขมันสันหลัง		ที่มา
			σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	σ_a^2	h^2	
ชาร์โรเลต์	ไอร์แลนด์	UAM	633.10	0.65									Hickey <i>et al.</i> (2007)
ลิมุซิน	ไอร์แลนด์	UAM	151.10	0.20									Hickey <i>et al.</i> (2007)
ซิมเมนทอล	ไอร์แลนด์	UAM	416.80	0.54									Hickey <i>et al.</i> (2007)
โฮลสไตน์	ไอร์แลนด์	MAM	147.40	0.18									Hickey <i>et al.</i> (2007)
Belgian Blue	ไอร์แลนด์	UAM	122.90	0.17									Hickey <i>et al.</i> (2007)
บราห์มัน	อเมริกา	UAM	483.01	0.57			1170.08	0.37	34.50	0.50	0.05	0.36	Smith <i>et al.</i> (2007)
ซิมเมนทอล	อเมริกา	MAM	287.73	0.33			1720.67	0.27	17.02	0.26	0.01	0.13	Rumph <i>et al.</i> (2007)
Japanese black	ญี่ปุ่น	UAM	827.34	0.37			3.34	0.59	27.12	0.43	0.11	0.22	Osawa <i>et al.</i> (2008)
Japanese black	ญี่ปุ่น	UAM		0.44				0.52		0.63		0.53	Arakawa <i>et al.</i> (2009)
เชียวฟอร์ดและแอ่งกัส	อเมริกา	SM	217.27	0.31	1.06	0.49	2854.76	0.65	39.82	0.81	0.12	0.61	Wheeler <i>et al.</i> (2010)
Japanese black	ญี่ปุ่น	BAM	123.30	0.61			30.4	0.49	0.204	0.51			Nogi <i>et al.</i> (2011)
Piemontese	อิตาลี	MAM	20.95	0.33									Boukha <i>et al.</i> (2011)
แอ่งกัส	แคนาดา	UAM		0.23				0.37		0.49		0.35	Mao <i>et al.</i> (2013)
ชาร์โรเลต์	แคนาดา	UAM		0.29				0.74		0.64		0.17	Mao <i>et al.</i> (2013)

*โมเดล: SM = sire model, UAM = univariate animal model, BAM = bivariate animal model, MAM = multivariate animal model

5.2 สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม

ลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดมีหลายลักษณะ ในแผนการปรับปรุงพันธุ์เมื่อคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จะส่งผลกระทบต่อลักษณะอื่นๆ ด้วย มีสาเหตุเนื่องมาจาก ความสัมพันธ์ร่วมทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะสองลักษณะมักเรียกกันสั้นๆ ว่า ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ (genetic correlation) ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง + 1 โดยค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ 2 ลักษณะ สามารถแบ่งเป็น 3 แบบ คือ ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) และค่าสหสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม (environmental correlation) (ศุภมิตร, 2548)

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของการแสดงออกของสองลักษณะ ส่วนค่าสหสัมพันธ์สิ่งแวดล้อมเป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะหนึ่ง กับสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่ออีกลักษณะหนึ่ง ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏจะมีความสัมพันธ์กับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและค่าสหสัมพันธ์สิ่งแวดล้อม (ศุภมิตร, 2548; Bourdon, 2000)

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เป็นค่าที่แสดงถึงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมหรือความสามารถทางพันธุกรรม (breeding value หรือ additive genetic value) ระหว่างสองลักษณะใดๆ มีสาเหตุจากการที่ยีนตำแหน่งหนึ่งมีผลในการควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotropy) หรือจากการที่ยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองนั้นอยู่บนตำแหน่งใกล้เคียงกันบนโครโมโซมเดียวกัน (linkage) ความสัมพันธ์ร่วมของอิทธิพลจากพันธุกรรมต่อลักษณะทั้ง 2 อาจเป็นแบบสนับสนุนซึ่งกันและกัน (synergistic effect) กล่าวคือ การคัดเลือกเน้นในลักษณะหนึ่งจะมีผล ทำให้อีกลักษณะหนึ่งดีขึ้นด้วย หรืออาจเป็นแบบตรงกันข้ามกัน (antagonistic effect) นั่นคือ การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะหนึ่งจะมีผลทำให้อีกลักษณะหนึ่งด้อยลง (สมชัย, 2527)

Rachma *et al.* (2000) ศึกษาลักษณะซากในโคพันธุ์ Japanese Brown โดยใช้ animal model พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับความหนาไขมันใต้ซี่โครง ความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรก มีค่าเท่ากับ 0.55, -0.14 และ 0.38 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างความหนาไขมันใต้ซี่โครงกับความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรก มีค่าเท่ากับ 0.17 และ 0.62 ตามลำดับ สำหรับสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างความหนาไขมันสันหลังกับคะแนนไขมันแทรก มีค่าเท่ากับ 0.05

Kemp *et al.* (2002) ศึกษาลักษณะซากในโคพันธุ์เองกัส โดยใช้โมเดล multivariate animal model พบว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักซากกับพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันแทรกมีค่าเท่ากับ 0.32, 0.49 และ 0.01 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันกับ ความหนาไขมันสันหลัง และคะแนนไขมันสันหลัง มีค่าเท่ากับ 0.09 และ -0.01 ตามลำดับ



อุปกรณ์และวิธีการ

1. ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลลักษณะซากของโคเนื้อลูกผสม 3 พันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย (Thai Native) บราห์มัน (Brahman) และชาร์โรเลส์ (Charolais) จำนวน 672 ข้อมูล โดยรวบรวมจากสหกรณ์โคนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำกัด และข้อมูลพันธุ์ประวัติจำนวน 1,410 ตัว รวบรวมจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณจากกลกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม และฟาร์มเกษตรกรที่เป็นสมาชิกของสหกรณ์ฯ ในระหว่างปี พ.ศ. 2550 - 2556 ข้อมูลที่รวบรวมได้สามารถจัดแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับลักษณะซาก ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวสัตว์ เพศ จำนวนคู่ของฟันแท้ ฟาร์มที่เลี้ยง วัน-เดือน-ปีที่ลงทะเลเบียน น้ำหนักเมื่อลงทะเลเบียน วัน-เดือน-ปีที่เข้าฆ่า น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน 2) ข้อมูลพันธุ์ประวัติ ประกอบด้วย หมายเลขประจำตัวสัตว์ หมายเลขพ่อพันธุ์ พันธุ์พ่อ หมายเลขแม่พันธุ์ และพันธุ์แม่

2. การจัดบันทึกข้อมูลลักษณะซาก

2.1 เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบวันเดือนปีเกิดของโคทุกตัวที่เข้ามาจึงใช้การพิจารณาจำนวนคู่ของฟัน ได้แก่ ฟันน้ำนม ฟันแท้คู่ที่ 1 ฟันแท้คู่ที่ 2 และฟันแท้คู่ที่ 3

2.2 การวัดข้อมูลน้ำหนักซากอุ่นโดยการชั่งน้ำหนักหลังการฆ่าทันทีหลังตัดแต่งเอาเครื่องใน หัว หาง หนัง และข้อเท้าออก น้ำหนักซากเย็นทำการชั่งน้ำหนักหลังจากเก็บซากไว้ในห้องเย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 7 วัน และคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ซากอุ่นและซากเย็น

2.3 การวัดคะแนนไขมันแทรกดูจากไขมันสะสมที่อยู่ในหน้าตัดกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ที่มองเห็นเป็นจุดหรือเส้นสีขาว โดยแบ่งเกรดไขมันตามมาตรฐาน มกอช.6001-2547 โดยมีคะแนนตั้งแต่ 1 คะแนน (ไม่มีเลย) 2 คะแนน (น้อยมาก) 3 คะแนน (น้อย) 4 คะแนน (ปานกลาง) และ 5 คะแนน (มาก) (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2547) ดังแสดงในภาพที่ 2



1 คะแนน (ไม่มี)



2 คะแนน (น้อยมาก)



3 คะแนน (น้อย)



4 คะแนน (ปานกลาง)



5 คะแนน (มาก)

ภาพที่ 2 คะแนนไขมันแทรก 5 ระดับ ตามมาตรฐาน มกอช.6001-2547

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547)

2.4 การวัดพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ribeye area) วัดที่ซากเลี้ยวหน้าบริเวณกล้ามเนื้อสันนอก (*Longissimus dorsi*) ระหว่างกระดูกซี่โครงคู่ที่ 12 และ 13 โดยใช้แผ่นกระดาษไขหรือพลาสติกบาง มาทาบบแล้วขีดเส้นรอบหน้าตัดเนื้อสันแล้วนำไปคำนวณพื้นที่จากเครื่องวัดพื้นที่ LI-3100C Area Meter โดยใช้หน่วยเป็น เซนติเมตร² (LI-COR, 2004)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1 ตรวจสอบโครงสร้างของข้อมูล

ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลพื้นฐานประวัติ ตรวจสอบการกระจายและความผิดปกติของข้อมูลน้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน จากโครงสร้างของข้อมูลที่นำมาใช้เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบวัน เดือน ปีเกิดของสัตว์ทุกตัวในประชากร จึงใช้การวิเคราะห์โดยจำแนกตามรายปีและฤดูกาลที่เข้ามา ได้แก่

ฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์-เดือนพฤษภาคม) ฤดูฝน (เดือนมิถุนายน-เดือนกันยายน) ฤดูหนาว (เดือนตุลาคม-เดือนมกราคม) (อารยา, 2551) คิดเป็นปัจจัยร่วมกับฟาร์ม 17 ฟาร์ม นำมาสร้างเป็นกลุ่มการจัดการ โดยพิจารณาเป็นปัจจัยร่วมระหว่างฟาร์ม ปี และฤดูกาลที่เข้ามา ตรวจสอบความเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มการจัดการโดยใช้พ้อยท์ที่ปรากฏในแต่ละกลุ่ม โดยมีโครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาลักษณะซากดังแสดงในตารางที่ 3 และข้อมูลสถิติพรรณนาของลักษณะซากดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 3 โครงสร้างของข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาลักษณะซาก

รายการ	จำนวน
จำนวนสัตว์ทั้งหมด (ตัว)	1,410
จำนวนลูกสัตว์ (ตัว)	672
จำนวนพ่อพันธุ์ (ตัว)	138
จำนวนแม่พันธุ์ (ตัว)	600
จำนวนกลุ่มการจัดการ (กลุ่ม)	75

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลต์

รายการ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม)	564	512.18	45.85	402.00	645.00
น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม)	668	314.12	31.21	232.50	399.00
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม)	663	307.68	30.68	228.10	395.30
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	563	61.24	2.37	53.90	70.02
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์)	557	59.97	2.30	52.93	68.61
คะแนนไขมันแทรก ¹ (คะแนน)	655	2.06	0.78	1.00	5.00
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (เซนติเมตร ²)	191	84.78	11.67	55.50	112.50

หมายเหตุ ¹ คะแนนไขมันแทรก (1 = ไม่มีเลย, 2 = น้อยมาก, 3 = น้อย, 4 = ปานกลาง, 5 = มาก)

3.2 ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่

นำข้อมูลที่ตรวจสอบความถูกต้องแล้วมาทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่ (fixed effect) ที่คาดว่าจะมีผลต่อลักษณะซาก ได้แก่ เพศ จำนวนคู่ของฟัน และกลุ่มการจัดการ โดยใช้คำสั่ง PROC GLM ประมาณค่าเฉลี่ยลิสตแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996) โดยใช้โมเดลทางสถิติดังต่อไปนี้

$$y_{ijkl} = \mu + S_i + T_j + C_k + e_{ijkl}$$

เมื่อ

y_{ijkl} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะ (overall mean)

S_i = อิทธิพลคงที่ของเพศที่ i (i = เพศผู้ต่อน และเพศเมีย)

T_j = อิทธิพลคงที่ของจำนวนคู่ของฟันแท้เมื่อเข้ามาที่ j (j = 0, 1, 2, 3)

C_k = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มการจัดการที่ k (k = 1, 2, 3, ..., 75)

e_{ijkl} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆ ที่ไม่ได้พิจารณาในโมเดลทางสถิติมีการกระจายแบบ NID (0, σ_e^2)

3.3 ประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน (variance and covariance component estimation)

ประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี Average Information Algorithm Restricted Maximum Likelihood (AI REML) โดยทำการวิเคราะห์ที่ละลักษณะ (single trait analysis) (Boldman *et al.*, 1995; Meyer and Smith, 1996; Meyer, 2006) ด้วยโปรแกรม WOMBAT (Meyer, 2007) โดยกำหนดโมเดลการวิเคราะห์ดังนี้

$$y = X\beta + Za + e$$

$$\text{โดยที่ } E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X\beta \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ เมื่อ } \text{var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & 0 \\ 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

$$\text{Var}(y) = ZGZ' + I\sigma_e^2 \quad \text{โดยที่} \quad G = A\sigma_a^2$$

เมื่อ

- y = เวกเตอร์ของค่าสังเกต ได้แก่ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน
- X = เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incident matrix) ระหว่างอิทธิพลคงที่กับค่าสังเกต
- β = เวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่เนื่องจากเพศ จำนวนคู่พันธุ์ และกลุ่มการจัดการ
- Z = เมทริกซ์ที่โยงความสัมพันธ์ (incident matrix) ระหว่างอิทธิพลสุ่มของพันธุกรรมแบบบวกสะสมจากตัวสัตว์กับค่าสังเกต
- a = เวกเตอร์ของอิทธิพลแบบสุ่มของพันธุกรรมแบบบวกสะสมของตัวสัตว์ (additive genetic effect)
- e = เวกเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อนของตัวสัตว์
- A = เมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ทางเครือญาติระหว่างสัตว์ในประชากร (numerator relationship matrix)
- I = เมทริกซ์ที่ประกอบด้วย 1 ในเส้นทแยงมุมและ 0 นอกเส้นทแยงมุม (identity matrix)
- σ_a^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม
- σ_e^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อน

ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ได้แก่ ค่าอัตราพันธุกรรม และสัดส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏดังสมการ

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_p^2}$$

$$e^2 = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_p^2}$$

- เมื่อ h^2 = ค่าอัตราพันธุกรรม
- e^2 = สัดส่วนของความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อนเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
- σ_p^2 = ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
- σ_a^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม
- σ_e^2 = ความแปรปรวนเนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อน

3.4 ทำนายค่าความสามารถทางพันธุกรรม (breeding value prediction)

ทำนายค่าความสามารถทางพันธุกรรมจากสมการ Henderson's Mixed Model

Equation (Henderson, 1984) ดังสมการ

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ a \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

โดย $\alpha = \frac{\sigma_c^2}{\sigma_a^2}$

ดังนั้นค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของสัตว์คำนวณได้จาก

$$\begin{bmatrix} \hat{b} \\ \hat{a} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + A^{-1}\alpha \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'y \\ Z'y \end{bmatrix}$$

ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมที่คำนวณได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของโครุ่นลูก (ที่มีบันทึก) นำค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของโครุ่นลูกมาวิเคราะห์ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาและสร้างเป็นกราฟจำแนกตามรายปีที่เข้ามาเพื่อศึกษาการกระจายตัวของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม และ 2) ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของโคพ่อพันธุ์ (ไม่มีบันทึก) โดยนำค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของโคพ่อพันธุ์จำนวน 10 เปอร์เซนต์จากโคพ่อพันธุ์ทั้งหมดในแต่ละลักษณะมาเรียงลำดับตามลักษณะต่างๆ

3.5 ประเมินค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏและค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์

ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ (estimation of phenotypic and genetic correlations coefficients)

ประมาณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation, r_p) และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ (genetic correlation, r_g) เพื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ลักษณะ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ คำนวณจากค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมจากกลุ่มโคทั้งประชากรและจากกลุ่มโคพ่อพันธุ์ โดยวิธี Pearson's correlation โดยใช้คำสั่ง PROC CORR ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1996) โดยมีสมการค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ดังนี้

$$r_G = \frac{COV_{G(XY)}}{\sqrt{\sigma_{G(X)}^2 \times \sigma_{G(Y)}^2}}$$

$$r_P = \frac{COV_{P(XY)}}{\sqrt{\sigma_{P(X)}^2 \times \sigma_{P(Y)}^2}}$$

เมื่อ

r_P	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ
r_G	=	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ
$COV_{P(XY)}$	=	ความแปรปรวนร่วมของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ X และ Y
$COV_{G(XY)}$	=	ความแปรปรวนร่วมของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ X และ Y
$\sigma_{P(X)}^2$	=	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะ X
$\sigma_{G(X)}^2$	=	ความแปรปรวนของความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะ X
$\sigma_{P(Y)}^2$	=	ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของลักษณะ Y
$\sigma_{G(Y)}^2$	=	ความแปรปรวนของความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะ Y

ผลและวิจารณ์

อิทธิพลของปัจจัยคงที่

จากการทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่ตามโมเดลที่กำหนด พบว่า อิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ($P>0.05$) อิทธิพลของจำนวนคูของพื้แท้ที่มีผลต่อคะแนนไขมันแทรก ($P<0.05$) และอิทธิพลของกลุ่มการจัดการซึ่งประกอบด้วยปัจจัยร่วมระหว่างฟาร์มที่เลี้ยง-ปี-ฤดูกาลที่โคเข้ามามีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 5 เนื่องมาจากสภาพพื้นที่ ภูมิอากาศ ปริมาณน้ำฝน และการจัดการฟาร์มในแต่ละปีมีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Johnson *et al.* (1992) และ Crews *et al.* (2004) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์ รายงานว่า การจัดการฟาร์มในแต่ละปีและฤดูกาลที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

ตารางที่ 5 อิทธิพลของเพศ จำนวนคูของพื้แท้ กลุ่มการจัดการที่มีผลต่อลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

ลักษณะที่ศึกษา	P-Value		
	เพศ	จำนวนคูของพื้แท้	กลุ่มการจัดการ
น้ำหนักมีชีวิต	0.18	0.05	<0.01
น้ำหนักซากอ่อน	0.18	0.36	<0.01
น้ำหนักซากเย็น	0.11	0.59	<0.01
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	0.78	0.83	<0.01
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น	0.95	0.72	<0.01
คะแนนไขมันแทรก	0.29	<0.05	<0.01
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	0.36	0.79	<0.01

นอกจากนี้อิทธิพลของกลุ่มการจัดการที่เกิดจากฟาร์มที่เลี้ยงและฤดูกาลที่เข้ามาเดียวกันมีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังในโคลูกผสมระหว่างพันธุ์บราห์มันและแองกัส (Moser *et al.*, 1998) และในโคลูกผสมพันธุ์ซิมเมนทอลชาร์โรเลส์ แองกัส และเชลเลอร์ (Devitt and Wilton, 2001) นอกจากนี้การศึกษาของ Riley *et al.*

(2002) พบว่า อิทธิพลของเพศ อายุของโค การจัดการ และวันเดือนปีที่เข้ามามีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและความหนาไขมันสันหลังในประชากรโคเนื้อพันธุ์บราห์มัน

ข้อมูลของประชากรโคเนื้อที่ใช้ในการศึกษาค้างนี้กำหนดเงื่อนไขของโคที่ส่งเข้ามาต้องมี น้ำหนักมีชีวิตขั้นต่ำ 350 กิโลกรัมทั้งเพศผู้ตอนและเพศเมีย จึงทำให้อิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางที่ 6) ถึงแม้ว่าจะมีการปรับอิทธิพลของจำนวนคู่ของพื้นแท่งและปี-ฤดูกาลที่เข้ามาแล้วก็ตาม การใช้จำนวนคู่ของพื้นแท่งเป็นเพียงการปรับเบื้องต้นเท่านั้นเพราะเป็นไปได้ว่าโคที่มีอายุแตกต่างกันแต่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มเดียวกันถ้าหากมีอายุแตกต่างกันน้อยกว่า 1 ปี หรือโคที่มีอายุเท่ากันแต่ถูกจัดอยู่ในกลุ่มถ้าหากมีการงอกของฟันแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Choat *et al.* (2006) ในประชากรโคเนื้อพันธุ์เองกัสและซิมเมนทอลเพศผู้ตอนและเพศเมีย อิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน พื้นที่หน้าตัดเนื้อสันและคะแนนไขมันแทรก

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ยลิสดสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลต์เพศผู้ตอนและเพศเมีย

ลักษณะที่ศึกษา	เพศผู้ตอน	เพศเมีย
น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม)	511.25 ± 3.18	522.11 ± 7.94
น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม)	312.66 ± 2.07	319.67 ± 5.22
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม)	306.17 ± 2.03	314.50 ± 5.18
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	60.96 ± 0.17	60.84 ± 0.41
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์)	59.71 ± 0.16	59.68 ± 0.41
คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)	2.04 ± 0.06	2.19 ± 0.14
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (เซนติเมตร ²)	83.97 ± 1.94	86.52 ± 2.83

โคที่มีพื้นแท่งที่ 2 และ 3 มีคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคที่มีพื้นแท่งน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติกับโคที่มีพื้นแท่งที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 7 จำนวนคู่ของพื้นแท่งของโคมีความสัมพันธ์กับอายุ (ปรารภนา, 2533) โคที่มีอายุไม่เกิน 2.5 ปี (พื้นแท่งและพื้นแท่งที่ 1) นั้นร่างกายของโคมีการสะสมกล้ามเนื้ออย่างรวดเร็วเพื่อเข้าสู่ช่วงโตเต็มวัย

ทำให้ไม่เห็นความแตกต่างทางสถิติของคะแนนไขมันแทรกจากอิทธิพลของจำนวนคู่ของฟันแท้ แต่เมื่อโคอายุมากขึ้นมีการสะสมของไขมันเพิ่มขึ้นทำให้คะแนนไขมันแทรกสูงขึ้นด้วยจึงทำให้เห็นว่าโคที่มีฟันแท้ 2-3 คู่แตกต่างจากโคที่มีฟันแท้ 1 คู่ (ญานิน และคณะ, 2547, 2550) การศึกษาของ Wilson *et al.* (1993) ในโคเนื้อพันธุ์แองกัสกลุ่มโคเพศผู้ตอนที่มีช่วงอายุ 3-4 ปี พบว่า อายุที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน คะแนนไขมันแทรก และความหนาไขมันสันหลัง แต่ในช่วงอายุ 4-5 ปี อายุที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนไขมันแทรกและความหนาไขมันสันหลัง ในโคเนื้อพันธุ์ซิมเมนทอลอิทธิพลของอายุมีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก และความหนาไขมันสันหลัง (Shank *et al.*, 2001) และมีผลต่อน้ำหนักซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และความหนาไขมันสันหลังในโคเนื้อพันธุ์แองกัส (Kemp *et al.*, 2002)

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยลิสตแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของลักษณะซากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ที่มีฟันน้ำนม ฟันแท้คู่ที่ 1, 2 และ 3

ลักษณะที่ศึกษา	จำนวนคู่ของฟันแท้			
	0	1	2	3
น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม)	525.17 ± 5.58	517.45 ± 5.02	508.72 ± 5.36	515.37 ± 8.48
น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม)	319.79 ± 3.61	314.89 ± 3.29	313.99 ± 3.48	315.99 ± 5.47
น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม)	313.16 ± 3.56	309.67 ± 3.24	308.41 ± 3.45	310.10 ± 5.36
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	60.72 ± 0.29	60.85 ± 0.26	60.92 ± 0.28	61.12 ± 0.44
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์)	59.47 ± 0.28	59.67 ± 0.26	59.74 ± 0.27	59.91 ± 0.43
คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)	1.92 ± 0.10 ^u	2.05 ± 0.09 ^u	2.18 ± 0.09 ⁿ	2.29 ± 0.14 ⁿ
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (เซนติเมตร ²)	86.77 ± 2.11	85.65 ± 2.19	86.73 ± 2.54	81.82 ± 5.31

หมายเหตุ ^{n,u} ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันที่มีด้วยด้วยตัวอักษรที่ต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

องค์ประกอบของความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซาก

ค่าประมาณของความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ดังแสดงในตารางที่ 8 โดยค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักซากอ่อน และน้ำหนักซากเย็น อยู่ในช่วง 0.29-0.31 ลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็น อยู่ในช่วง 0.03-0.04 และคะแนนไขมันแทรกเท่ากับ 0.14 แต่เนื่องจากลักษณะพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน มีจำนวนข้อมูลลูกในแต่ละพ่อหรือแม่น้อยมากจึงทำให้ไม่สามารถประมาณความแปรปรวน เนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมได้จึงไม่สามารถประมาณค่าอัตราพันธุกรรมได้

ค่าประมาณของความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น และคะแนนไขมันแทรก เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Crews and Kemp (2001) ในโคเนื้อลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลส์ มีค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏของน้ำหนักรูปร่าง 718 กิโลกรัม² และคะแนนไขมันแทรก 0.49 คะแนน² และค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่างและคะแนนไขมันแทรกมีค่าเท่ากับ 0.38 และ 0.55 ตามลำดับ และการศึกษาของ Pabiou *et al.* (2009) ในโคเนื้อลูกผสมพันธุ์ชาร์โรเลส์ มีค่าความแปรปรวนของลักษณะปรากฏและค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่างเท่ากับ 845.06 กิโลกรัม² และ 0.48 ตามลำดับ แต่ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นเป็นสัดส่วนที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักรูปร่างหรือซากเย็นกับน้ำหนักรูปร่างในรูปแบบเปอร์เซ็นต์ ทำให้ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์ซากได้รับอิทธิพลทั้งจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมจากทั้ง 2 ลักษณะ ค่าอัตราพันธุกรรมจึงมีค่าต่ำจัดเป็นค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ (Rios-Utrera and Van Vleck, 2004) ถึงแม้ว่าจะมีการแปลงข้อมูล (transform) ก็ไม่สามารถปรับปรุงค่าอัตราพันธุกรรมได้

ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่างในโคเนื้อพันธุ์แทชาร์โรเลส์มีค่าเท่ากับ 0.22 (Eriksson *et al.*, 2004) และ 0.65 ± 0.21 (Hickey *et al.*, 2007) ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่างเย็นในโคเนื้อพันธุ์ลูกผสมชาร์โรเลส์มีค่าเท่ากับ 0.48 ± 0.21 (Pabiou *et al.*, 2009) การศึกษาของ Mao *et al.* (2013) ในโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์มีค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่าง พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกมีค่าเท่ากับ 0.29, 0.64 และ 0.74 ตามลำดับ และ Wulf *et al.* (1996) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์และลิมวูชิน พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีค่าเท่ากับ 0.15, 0.10, 0.21, 0.16 และ 0.52 ตามลำดับ

ตารางที่ 8 ค่าประมาณของความแปรปรวนและค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากใน
โคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์

ลักษณะที่ศึกษา	องค์ประกอบความแปรปรวน ¹			หน่วย	ค่าพารามิเตอร์ ¹	
	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2		h^2	e^2
น้ำหนักมีชีวิต	461.74	1,023.66	1,485.40	(กก. ²)	0.31 ± 0.18	0.69 ± 0.18
น้ำหนักซากอ่อน	217.48	475.79	693.26	(กก. ²)	0.31 ± 0.16	0.69 ± 0.16
น้ำหนักซากเย็น	188.90	474.09	662.99	(%) ²	0.29 ± 0.16	0.71 ± 0.16
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	0.17	3.68	3.85	(กก. ²)	0.04 ± 0.13	0.96 ± 0.13
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น	0.09	3.58	3.68	(%) ²	0.03 ± 0.13	0.97 ± 0.13
คะแนนไขมันแทรก	0.07	0.41	0.47	(คะแนน ²)	0.14 ± 0.13	0.86 ± 0.13
พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน	ne*	ne	111.87	(ชม. ⁴)	ne	ne

หมายเหตุ ¹ σ_a^2 = ค่าประมาณความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม,
 σ_e^2 = ค่าประมาณความแปรปรวนเนื่องจากความคลาดเคลื่อน, σ_p^2 = ค่าประมาณความ
 แปรปรวนของลักษณะปรากฏ, h^2 = ค่าอัตราพันธุกรรม, e^2 = สัดส่วนของความ
 แปรปรวนเนื่องจากค่าความคลาดเคลื่อนเทียบกับความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ
 * ne = ค่าที่ไม่สามารถประมาณได้

ในขณะที่ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อนและน้ำหนักมีชีวิตสุดท้าย พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกในโคเนื้อลูกผสมพันธุ์เซียฟอร์ดมีค่าเท่ากับ 0.34, 0.46, 0.31 และ 0.32 ตามลำดับ (Koch *et al.*, 2004) ค่าอัตราพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกในโคเนื้อพันธุ์ซิมเมนทอล ซอทฮอร์น และเซียฟอร์ดมีค่าเท่ากับ 0.68 (Dikeman *et al.*, 2005) และค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากเย็น พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และคะแนนไขมันแทรกในโคเนื้อพันธุ์วากิวมีค่าเท่ากับ 0.61 ± 0.09 , 0.49 ± 0.08 และ 0.51 ± 0.08 (Nogi *et al.*, 2011) ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากเย็นในโคเนื้อพันธุ์ Chianina มีค่าเท่ากับ 0.64 ± 0.14 (Sarti *et al.*, 2013) จากการเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อนและน้ำหนักซากเย็นในโคเนื้อพันธุ์ชาร์โรเลส์อยู่ในช่วง 0.22-0.48 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรมของประชากรที่ศึกษา แต่ในลักษณะคะแนนไขมันแทรก พบว่า มีค่าต่ำกว่าประชากรอื่น แสดงให้เห็นว่าในประชากรที่ศึกษานี้ อิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมมีผลต่อลักษณะคะแนนไขมันแทรกมากกว่าอิทธิพลทางพันธุกรรม

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏและสหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักรูขี้นก น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างทุกลักษณะที่ศึกษา ยกเว้นพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน (ตารางที่ 9) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นมีทิศทางเป็นบวกสูงและมีค่าเท่ากับ 0.93 และ 0.93 ตามลำดับ แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสันมีค่าต่ำกว่า 0.12, 0.12 และ 0.36 ตามลำดับ สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น และระหว่างน้ำหนักซากอ่อนกับน้ำหนักซากเย็น มีทิศทางในทางบวกเหมือนกันและมีค่าเท่ากับ 0.92, 0.91 และ 0.99 ตามลำดับ สอดคล้องกับการศึกษาของ Crews and Kemp (2001) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับน้ำหนักซากอ่อนมีค่าเท่ากับ 0.82 และการศึกษาของ Kemp *et al.* (2002) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับน้ำหนักซากอ่อนมีค่าเท่ากับ 0.96 ดังนั้นถ้าต้องการคัดเลือกโคที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักรูขี้นกหรือน้ำหนักซากเย็นสูง สามารถคัดเลือกจากค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักรูขี้นกได้และมีโอกาสได้โคที่มีค่าน้ำหนักรูขี้นกและซากเย็นสูงตามไปด้วย เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมสูงและไปในทิศทางเดียวกัน แต่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักรูขี้นกกับเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็นมีค่าต่ำ

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะ (เหนือเส้นทแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) ของลักษณะซากในโคเนื้อ ลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลต์ทั้งประชากร

ลักษณะที่ศึกษา ¹	FNW	HCW	CCW	HCP	CCP	MBS
FNW	-	0.92*	0.91*	0.20*	0.20*	0.03
HCW	0.93*	-	0.99*	0.52*	0.52*	0.04
CCW	0.93*	0.99*	-	0.53*	0.53*	0.02
HCP	0.12*	0.49*	0.49*	-	0.99*	-0.06*
CCP	0.12*	0.48*	0.48*	0.99*	-	-0.06*
MBS	-0.01	0.00	0.00	0.08*	0.08*	-
REA	0.36*	0.48*	0.48*	0.49*	0.47*	-0.14

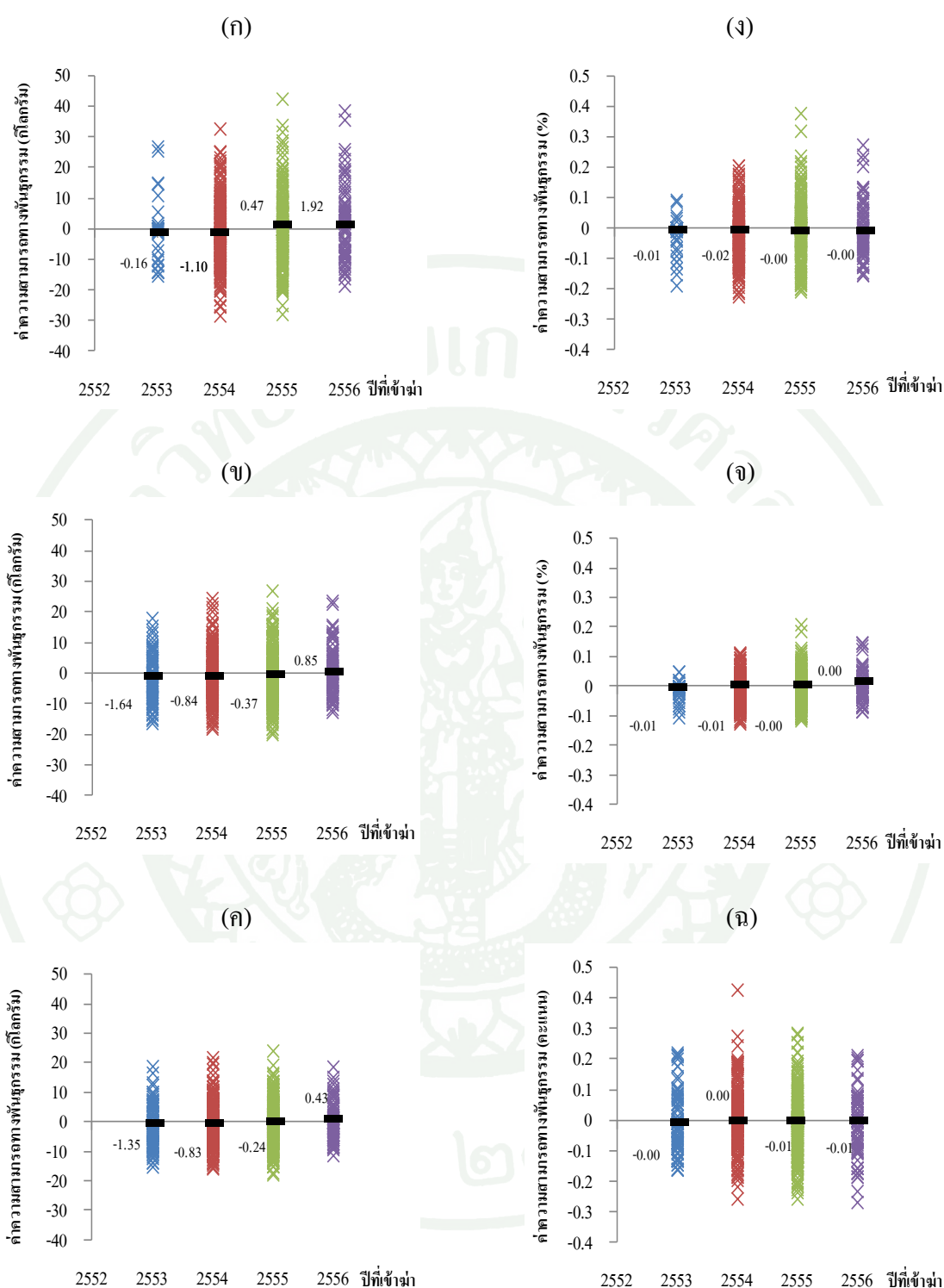
หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต, HCW = น้ำหนักซากอ่อน, CCW = น้ำหนักซากเย็น, HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน, CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น, MBS = คะแนนไขมันแทรก และ REA = พื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน

* มีความแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏและสหสัมพันธ์ความสามารถทางระหว่างคะแนนไขมันแทรกกับลักษณะอื่นๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หรือมีค่าบวกกลับในระดับต่ำ (ตารางที่ 9) ดังนั้นถ้าต้องการคัดเลือกโคที่มีคะแนนไขมันแทรกสูง จำเป็นต้องคัดเลือกจากโคที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกสูงเท่านั้น การศึกษาของ Crews *et al.* (2001) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างคะแนนไขมันแทรกกับน้ำหนักมีชีวิตเท่ากับ -0.03 และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างคะแนนไขมันแทรกกับน้ำหนักซากอ่อนเท่ากับ -0.21 (Crews *et al.*, 2004) และ 0.27 (Kemp *et al.*, 2002) ดังนั้นการคัดเลือกโคที่มีน้ำหนักมีชีวิตสูงมีโอกาสดำเนินการได้โคที่มีน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นสูงด้วย แต่อาจได้หรือไม่ได้โคที่มีคะแนนไขมันแทรกสูง

การกระจายของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมในโครุ่นลูก (ที่มีบันทึก)

เนื่องจากผู้วิจัยไม่ทราบวัน เดือน ปีเกิดที่แน่นอนของโคทุกตัวจึงนำค่ามาวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนาของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของโครุ่นลูกจำแนกตามรายปีที่เข้ามาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2555 - 2556 (ตารางผนวกที่ 1) และนำค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมในแต่ละลักษณะ มาสร้างเป็นกราฟ เพื่อศึกษาการกระจายตัวของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมตั้งแต่ปีพ.ศ. 2553 - 2556 (ภาพที่ 3) พบว่า ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำนมมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน และเปอร์เซ็นต์ซากเย็นมีการกระจายตัวลดลง แต่มีค่าเฉลี่ยของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าเฉลี่ยของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกมีค่าเพิ่มขึ้นและลดลงไม่มีทิศทางแน่นอน แต่อย่างไรก็ตามในทุกลักษณะมีการกระจายของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมในโครุ่นลูกที่นำมาเข้ามาในแต่ละปี



ภาพที่ 3 การกระจายตัวของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักรูปร่าง น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน เปอร์เซ็นต์ซากเย็น และคะแนนไขมันแทรก (ก, ข, ค, ง, จ และ ฉ ตามลำดับ) ในโครุ่นลูกในแต่ละปีที่เข้ามา

เนื่องจากโครูนลูก (ที่มีบันทึก) หรือโคขุนไม่สามารถนำมาใช้เป็นพ่อและแม่พันธุ์ ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของตัวมันเองไม่ได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกจึงวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง 2 ลักษณะเฉพาะกลุ่มโคพ่อพันธุ์ของลักษณะน้ำนมมีชีวิตกับลักษณะน้ำนมนักชาก่อนและชากเย็น เปอร์เซ็นต์ชาก่อนและชากเย็น และคะแนนไขมันแทรก (ตารางที่ 10) พบว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำนมมีชีวิตกับลักษณะน้ำนมนักชาก่อนและชากเย็นมีค่าเท่ากับ 0.90 และ 0.89 ตามลำดับ มีทิศทางบวกเหมือนกันและจัดอยู่ในระดับสูง แสดงว่าการใช้พ่อพันธุ์ที่มีน้ำนมมีชีวิตสูงมีโอกาสได้ลูกโคที่มีน้ำนมนักชาก่อนและชากเย็นสูงด้วย ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างคะแนนไขมันแทรกกับลักษณะอื่นๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ทำให้การปรับปรุงลักษณะคะแนนไขมันแทรกต้องพิจารณาจากลักษณะคะแนนไขมันแทรกเท่านั้น ดังนั้นการคัดเลือกโคที่มีน้ำนมมีชีวิตสูงมีโอกาสได้โคที่มีน้ำนมนักชาก่อนและชากเย็นสูงด้วย แต่อาจได้หรือไม่ได้โคที่มีคะแนนไขมันแทรกสูง

ตารางที่ 10 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันของความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะชากในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลต์เฉพาะพ่อพันธุ์

ลักษณะที่ศึกษา ¹	FNW	HCW	CCW	HCP	CCP	MBS
FNW	-	0.90*	0.89*	0.21	0.21	0.02
HCW		-	0.98*	0.52*	0.53*	0.03
CCW			-	0.53*	0.54*	0.02
HCP				-	0.99*	-0.10
CCP					-	-0.08
MBS						-

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำนมมีชีวิต, HCW = น้ำนมนักชาก่อน, CCW = น้ำนมนักชากเย็น, HCP = เปอร์เซ็นต์ชาก่อน, CCP = เปอร์เซ็นต์ชากเย็น และ MBS = คะแนนไขมันแทรก

* มีความแตกต่างจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

การนำค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของกลุ่มโคพ่อพันธุ์ไปใช้ในการคัดเลือกโคเป็นพ่อพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะต่างๆ โดยการจัดอันดับค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมใน

โคฟัพันธุ์ตามลักษณะต่างๆ โดยคัดเลือกจาก 10 เปอร์เซนต์แรกจากโคฟัพันธุ์ทั้งหมด (ตารางที่ 11) พบว่า ฟ็อพันธุ์ที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักรมีชีวิตสูงสุด 14 อันดับแรก มีจำนวน 64.28 เปอร์เซนต์ (9 ตัว) เป็นฟ็อพันธุ์ที่มีความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อน และซากเย็นสูงสุดใน 14 อันดับแรก สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักรมีชีวิตกับน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นเป็นค่าบวกสูง

ตารางที่ 11 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มฟ็อพันธุ์โดยเรียงลำดับจากค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมในแต่ละลักษณะจากมากไปน้อย

ลำดับที่	FNW ¹		HCW ¹		CCW ¹		HCP ¹		CCP ¹		MBS ¹	
	SireID	EBV	SireID	EBV	SireID	EBV	SireID	EBV	SireID	EBV	SireID	EBV
1	54	28.40	58	19.19	58	17.13	36	0.26	36	0.16	35	0.24
2	89	22.35	54	15.57	36	14.25	105	0.23	105	0.12	98	0.23
3	16	20.47	89	14.23	89	13.57	75	0.17	75	0.09	40	0.20
4	58	20.13	36	13.78	57	12.08	111	0.14	57	0.08	30	0.15
5	75	12.97	55	13.43	55	12.05	57	0.13	111	0.08	89	0.14
6	118	12.84	111	12.50	111	11.14	40	0.12	40	0.07	52	0.12
7	36	12.00	57	12.49	16	10.98	49	0.12	49	0.07	100	0.12
8	57	10.68	16	12.15	120	10.19	58	0.11	58	0.06	55	0.10
9	90	10.51	120	11.07	54	9.76	117	0.10	117	0.05	112	0.10
10	132	9.63	40	9.86	40	6.87	93	0.09	93	0.05	6	0.08
11	40	9.33	103	7.61	66	6.73	119	0.08	63	0.05	36	0.08
12	3	9.30	75	6.39	103	6.30	115	0.08	119	0.05	115	0.08
13	29	8.27	3	6.32	75	5.87	63	0.07	115	0.04	54	0.08
14	77	7.46	136	6.01	3	5.62	44	0.06	44	0.03	129	0.08

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักรมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซนต์ซากอ่อน (เปอร์เซนต์),
CCP = เปอร์เซนต์ซากเย็น (เปอร์เซนต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

² SireID = หมายเลขประจำตัวฟ็อพันธุ์

³ EBV = ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม

ถึงแม้ว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักมีชีวิตกับคะแนนไขมันแทรกไม่มีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม เมื่อมีการคัดเลือกจากโคพ่อพันธุ์ที่มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักมีชีวิตสูงสุด 14 อันดับแรกจะพบว่าจำนวน 28.57 เปอร์เซ็นต์ (4 ตัว) เป็นพ่อพันธุ์ที่มีความสามารถทางพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกสูงสุด 14 อันดับแรกด้วย

ดังนั้นในการจัดอันดับเพื่อนำไปใช้ในการคัดเลือกสัตว์เพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์หากพิจารณาเพียงลักษณะใดลักษณะหนึ่งก็จะมีการเรียงลำดับแตกต่างกัน ทั้งนี้จึงต้องพิจารณาตามวัตถุประสงค์ของการคัดเลือกว่าต้องการคัดเลือกพ่อพันธุ์ไว้ใช้ในลักษณะใด เช่น การคัดเลือกใช้พ่อพันธุ์เพื่อให้โครุ่นลูกมีลักษณะคะแนนไขมันแทรกดีขึ้นควรให้ความสำคัญกับค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะคะแนนไขมันแทรก แต่ถ้าต้องการให้โครุ่นลูกมีลักษณะน้ำหนักมีชีวิตหรือน้ำหนักซากดีขึ้น สามารถคัดเลือกโคพ่อพันธุ์จากน้ำหนักมีชีวิตหรือน้ำหนักซากก็ได้ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อต้องการปรับปรุง 2 ลักษณะที่ไม่มีความสัมพันธ์กันก็มีความเป็นไปได้ที่จะปรับปรุงควบคู่กันไปโดยต้องพิจารณาทั้ง 2 ลักษณะไปพร้อมๆกัน

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะซากของประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ พบว่า อิทธิพลของเพศไม่มีผลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา อิทธิพลของจำนวนคู่ของพื้นแท่งเป็นปัจจัยที่ผลต่อคะแนนไขมันแทรก โดยโคที่มีพื้นแท่งที่ 2 และ 3 มีคะแนนไขมันแทรกสูงกว่าโคที่มีพื้นแท่ง 1 และอิทธิพลของกลุ่มการจัดการที่เกิดจาก ปัจจัยร่วมระหว่างปี-ฤดูกาลที่เข้ามา กับการจัดการของแต่ละฟาร์มที่เลี้ยงโค มีอิทธิพลต่อน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อนและซากเย็น เปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น คะแนนไขมันแทรก และพื้นที่หน้าตัดเนื้อสัน ค่าอัตราพันธุกรรมของ น้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นจัดเป็นค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลางมีค่าเท่ากับ 0.31, 0.31 และ 0.29 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมของเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนและซากเย็น และคะแนนไขมันแทรกจัดเป็นค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำมีค่าเท่ากับ 0.04, 0.03 และ 0.14 ตามลำดับ ในกลุ่มโคพ่อพันธุ์ มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักมีชีวิตกับน้ำหนักซากอ่อน และซากเย็นอยู่ในระดับสูง ในขณะที่ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมระหว่าง คะแนนไขมันแทรกกับลักษณะอื่นๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการเรียงลำดับพ่อพันธุ์จำนวน 10 เปอร์เซ็นต์แรกตามลักษณะต่างๆ จากมากไปน้อยพบว่าพ่อพันธุ์ที่มีค่าทำนายความสามารถทาง พันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อนและซากเย็นสูงสุดคิดเป็น 64.28 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าทำนาย ความสามารถทางพันธุกรรมของคะแนนไขมันแทรกสูงสุดคิดเป็น 28.57 เปอร์เซ็นต์ของโคพ่อพันธุ์ที่ มีค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของน้ำหนักมีชีวิตสูงสุด ดังนั้นถ้าต้องการโคที่มีน้ำหนัก ซากอ่อนและซากเย็นสูงสามารถคัดเลือกจากโคที่มีน้ำหนักมีชีวิตสูงได้ และถ้าต้องการโคที่มีคะแนน ไขมันแทรกสูงด้วยต้องพิจารณาลักษณะคะแนนไขมันแทรกควบคู่กันไป

ข้อเสนอแนะ

1. ในการเก็บข้อมูลควรมีการจดบันทึกวัน เดือน ปีเกิดของโคทุกตัว จะสามารถระบุอายุโคที่เข้ามาได้แม่นยำขึ้น หรือมีการกำหนดน้ำหนักเริ่มขุนของโครวมทั้งระยะเวลาในการขุน จะช่วยลดความอคติที่เกิดจากอายุเริ่มขุนไม่เท่ากัน น้ำหนักเริ่มขุนไม่เท่ากัน และระยะเวลาในการขุนไม่เท่ากันได้

2. การเก็บข้อมูลลักษณะซากทุกลักษณะควรเป็นข้อมูลที่เก็บก่อนการตัดแต่งซาก เพื่อเป็นการลดอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อม (การตัดแต่ง) ลง เพราะเป็นค่าที่เกิดจากตัวสัตว์และมีความใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า ทำให้ข้อมูลที่เก็บมามีความถูกต้องมากขึ้นและมีความคลื่อนลดลง

3. การทำนายค่าอัตราพันธุกรรมและค่าความสามารถทางพันธุกรรมใช้การวิเคราะห์จากองค์ประกอบความแปรปรวน แต่เนื่องจากโคพ่อพันธุ์บางตัวมีจำนวนลูกที่ให้ข้อมูลซากน้อย ทำให้ค่าความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมและค่าความสามารถทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์ที่ทำนายได้มีค่าความคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นการวางแผนในการปรับปรุงพันธุ์ควรมีการกำหนดจำนวนลูกต่อพ่อพันธุ์ 1 ตัว (progeny groups) อาจช่วยให้การทำนายค่าความแปรปรวนเนื่องจากอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมและค่าความสามารถทางพันธุกรรมมีค่าใกล้เคียงความเป็นจริงมากขึ้น

4. การนำค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมไปใช้เพื่อการคัดเลือกพ่อพันธุ์ ถ้าลักษณะที่ต้องการคัดเลือกไม่มีความสัมพันธ์กันหรือมีค่าสหสัมพันธ์ความสามารถทางพันธุกรรมติดลบ ควรต้องมีการประมาณค่าทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ในการสร้างดัชนีการคัดเลือก (selection index) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจสำหรับการคัดเลือกสัตว์เป็นพ่อพันธุ์

5. จากการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวางแผนการปรับปรุงพันธุ์ในการสร้างโคเนื้อพันธุ์แท้จากพันธุกรรมของโคพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ให้มีลักษณะซากดีและสามารถเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมในประเทศไทย แต่การศึกษาโดยการเก็บข้อมูลลักษณะซากเพียงด้านเดียวใช้ระยะเวลานาน ดังนั้นการศึกษาลักษณะอื่นๆที่ส่งผลต่อลักษณะซากร่วมด้วย เช่น ลักษณะน้ำหนักเริ่มขุน การเจริญเติบโตในสภาวะการขุน และลักษณะคุณภาพซากที่ต้องการของตลาด เป็นต้น เพื่อดูความสัมพันธ์ของแต่ละลักษณะจะช่วยให้บรรลุวัตถุประสงค์การปรับปรุงพันธุ์ได้เร็วยิ่งขึ้น นอกจากนี้การศึกษาลักษณะต่างๆเหล่านี้ควบคู่ไปกับผลตอบแทนที่ได้รับหรือความต้องการของตลาดจะทำให้การปรับปรุงพันธุ์สร้างผลกำไรต่อการผลิตโคเนื้อได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมปศุสัตว์. 2546. การเลี้ยงโคเนื้อเชิงธุรกิจ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2552. การผลิตเนื้อโคคุณภาพ. กลุ่มวิจัยและพัฒนาโคเนื้อ กองบำรุงพันธุ์สัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.
- _____. 2555. ยุทธศาสตร์โคเนื้อ 2555-2559. คณะกรรมการยุทธศาสตร์โคเนื้อ สำนักส่งเสริมและพัฒนาระบบการปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.
- จุฬารัตน์ เศรษฐกุล และ ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ. 2548. คุณภาพเนื้อโคภายใต้ระบบการผลิตและการตลาดของประเทศไทย. บริษัทสุพีเรียฟรินดิงเฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.
- _____ และ พรณิภา ศิวะพิรุฬห์เทพ. 2552. คุณค่าเนื้อโคไทย. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ชลสิทธิ์ เจตนาเสน. 2534. การขุนโคลูกผสมอเมริกันบราห์มันโดยเกษตรกรรายย่อย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ไชยวรรณ วัฒนจันทร์. 2553. คุณภาพเนื้อสัตว์และการตรวจสอบ. แหล่งที่มา:
[http://www.natres.psu.ac.th/department/animalScience/515-408/515-408\(521001\),](http://www.natres.psu.ac.th/department/animalScience/515-408/515-408(521001),)
 28 พฤศจิกายน 2554.
- ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, จุฬารัตน์ เศรษฐกุล, กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ มัลลย์ จงเจริญ. 2547. การเลี้ยงโคเนื้อคุณภาพสูงจากโคเลือดชาร์โรเลส์ : คุณภาพซากและคุณภาพเนื้อ, น. 298-306. ใน รายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42 (สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ญาณิน โอภาสพัฒนกิจ, จุฑารัตน์ เศรษฐกุล, กันยา ตันติวิสุทธิกุล และ วิจิต พรหมอินทร์. 2550. ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพซากของโคขุนภายใต้ระบบการผลิตของสหกรณ์โคนอื่อกำแพงแสน, น. 171-178. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาสัตวและสัตวแพทยศาสตร์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ปรารธนา พุกกะศรี. 2533. การเลี้ยงโคขุน. ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

_____. 2548. โคนอื่อกำแพงแสน: โคนอื่อกำแพงแรกของประเทศไทย. ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาทกกลิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ไพโรจน์ ศิริสม และ ศรีจิตต์ สิมารักษ์. 2541. โครงการสร้างโคนอื่อกำแพงแสน การขุนโคลูกผสมชาร์โรเลส์-บราห์มัน 50% (โคนอื่อกำแพงแสน) เพื่อสนองตลาดนอื่อกำแพงแสน, น. 13-19. ใน รายงานผลงานค้นคว้าและวิจัยการผลิตสัตว์ ประจำปี 2541. กรมปศุสัตว์, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วรรณิ ชิวปริษา, อรรถวุฒิ ปลัดพรหม, วันสพงษ์ สิงห์พูล, ปรีชา โชคปมิตต์กุล, ทวีพร เรืองพริ้ม, และ สุริยะ สะวานนท์. 2553. ผลของการเสริมกระดิ่งต่อสมรรถภาพการผลิต ลักษณะซากและต้นทุนการขุนโคนอื่อกำแพงแสนเพศผู้ตอน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, นครปฐม.

ศกร คุณวุฒิฤทธิธรรม. 2551. เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (002331). ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศุภมิตร เมฆฉาย. 2548. เอกสารประกอบการสอนวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ศูนย์สารสนเทศการเกษตร. 2554. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2554. ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สมชัย จันทะสวาท. 2527. การปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. พันธุศาสตร์สถิติในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวบาล
คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สหกรณ์โคนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2555. ราคารับซื้อซากโคขุนของสหกรณ์ฯ ประกาศใช้
ณ วันที่ 1 พฤษภาคม 2555. สหกรณ์โคนมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน จำกัด, นครปฐม.

สัญญา จตุรสีทธา. 2547. การจัดการเนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร
แห่งชาติ มกอช. 6001-2547. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข. 2556. สรุปสถิติที่สำคัญ พ.ศ. 2556.
สำนักนโยบายและยุทธศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข กระทรวงสาธารณสุข, นนทบุรี.

อารยา เจริญมาศ. 2551. การเปรียบเทียบโมเดลเพื่อใช้ในการประมาณอิทธิพลทางพันธุกรรมของ
น้ำหนักรกเกิด และน้ำหนักหย่านมในโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน
และชาร์โรเลส์. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Arakawa, A., H. Iwaisaki and K. Anada. 2009. Estimation of breeding values from large-sized
routine carcass data in Japanese Black cattle using Bayesian analysis. **J. Anim. Sci.** 80:
617-623.

Boldman, K.G., L.A. Kreise, L.D. Van Vleck, C.P. Van Tassel and S.D. Kachman. 1995.

A manual for use of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variance and Covariance. USDA, ARS, Clay center, NE.

Boukha, A., V. Bonfatti, A. Cecchinato, A. Albera, L. Gallo, P. Carnier and G. Bittante. 2011. Genetic parameters of carcass and meat quality traits of double muscled Piemontese cattle. **Meat Sci.** 89: 84-90.

Bourdon, R.M. 2000. **Understanding Animal Breeding.** 2nd Ed. Prentice-Hall, London.

Burson, D.E. 2005. **RP 357 Quality and Yield Grades for Beef Carcasses.** Available Source: <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1354&context=extensionhist>, 25 December 2012.

Choat, W.T., J.A. Paterson, B.M. Rainey, M.C. King, G.C. Smith, K.E. Belk and R.J. Lipsey. 2006. The effects of cattle sex on carcass characteristics and Longissimus muscle palatability. **J. Anim. Sci.** 84: 1820-1826.

Crews, D.H., Jr. and D.E. Franke. 1998. Heterogeneity of variances for carcass traits by percentage Brahman inheritance. **J. Anim. Sci.** 76: 1803-1809.

Crews, D.H., Jr. and R.A. Kemp. 2001. Genetic parameters for ultrasound and carcass measures of yield and quality among replacement and slaughter beef cattle. **J. Anim. Sci.** 79: 3008-3020.

Crews, D.H., Jr., M. Lowerison, N. Caron and R.A. Kemp. 2004. Genetic parameters among growth and carcass traits of Canadian Charolais cattle. **Can. J. Anim. Sci.** 84: 589-597.

Cross, H.R., J.D. Crouse and M.D. Macneil. 1984. Influence of breed, sex, age and electrical stimulation on carcass and palatability traits of three bovine muscles. **J. Anim. Sci.** 58: 1358-1365.

- Devitt, C.J. and J.W. Wilton. 2001. Genetic correlation estimates between ultrasound measurements on yearling bulls and carcass measurements on finished steers. **J. Anim. Sci.** 79: 2790-2797.
- Dikeman, M.E., E.J. Pollak, Z. Zhang, D.W. Moser, C.A. Gill and E.A. Dressler. 2005. Phenotypic ranges and relationships among carcass and meat palatability traits for fourteen cattle breeds, and heritabilities and expected progeny differences for Warner-Bratzler shear force in three beef cattle breeds. **J. Anim. Sci.** 83: 2461-2467.
- Enright, W.J., D.J. Prendiville, L.J. Spicer, P.R. Stricker, A.P. Moloney, T.F. Mowles and R.M. Campbell. 1993. Effects of growth hormone-releasing factor and (or) thyrotropin-releasing hormone on growth, feed efficiency, carcass characteristics, and blood hormones and metabolites in beef heifers. **J. Anim. Sci.** 71: 2395-2405.
- Eriksson, S., A. Näsholm, K. Johansson and J. Philipsson. 2004. Genetic relationships between calving and carcass traits for Charolais and Hereford cattle in Sweden. **J. Anim. Sci.** 82: 2269-2276.
- Falconer, D.S. and T.F.C. Mackay. 1996. **Introduction to Quantitative Genetics.** 4th Ed. Longman Group Ltd., London.
- Fouilloux, M.N., G. Renand, J. Gaillard and F. Menissier. 1999. Genetic parameters of beef traits of Limousin and Charolais progeny-tested AI sires. **Genet. Sel. Evol.** 31: 465-489.
- Glimp, H.A., M.E. Dikeman, H.J. Tuma, K.E. Gregory and L.V. Cundiff. 1971. Effect of sex condition on growth and carcass traits of male Hereford and Angus cattle. **J. Anim. Sci.** 33: 1242.

- Gortsema, S.R., J.A. Jacobs, R.G. Sasser, T.L. Gregory and R.C. Bull. 1974. Effect of endogenous testosterone on production and carcass traits in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 39: 680-685.
- Gosey, J.A. 1991. Crossbreeding systems and the theory behind composite breeds. **Proc. Range Beef Cow Symposium XII**. University of Nebraska, Lincoln.
- Gregory, K.E., L.V. Cundiff and R.M. Koch. 1995. Genetic and phenotypic (co)variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 1920-1926.
- Hale, D.S., K. Goodson and J.W. Savell. 2010. **Beef Quality and Yield Grades**. Department of Animal Science Texas Agrilife Extension Service College Station, Texas.
- Harvey, R.W., J.D. Armstrong, E.P. Heimer and R.M. Campbell. 1993. Feedlot performance, carcass characteristics, hormones, and metabolites in steers actively immunized against growth hormone-releasing factor. **J. Anim. Sci.** 80: 2209-2213.
- Henderson, C.R. 1984. **Linear model applications for animal breeding**. University of Guelph Press., Guelph.
- Hickey, J.M., M.G. Keane, D.A. Kenny, A.R. Cromie and R.F. Veerkamp. 2007. Genetic parameters for EUROP carcass traits within different groups of cattle in Ireland. **J. Anim. Sci.** 85: 314-321.
- Ibi, T., H. Hirooka, A.K. Kahi, Y. Sasae and Y. Sasaki. 2005. Genotype $\times$ environment interaction effects on carcass traits in Japanese Black cattle. **J. Anim. Sci.** 83: 1503-1510.

- Ibi, T., A.K. Kahi and H. Hirooka. 2006. Effect of carcass price fluctuations on genetic and economic evaluation of carcass traits in Japanese Black cattle. **J. Anim. Sci.** 84: 3204-3211.
- Jensen, W. 2005. **Understanding Beef Carcass Evaluation.** University of California Cooperative Extension, California.
- Johnson, D.J., L.L. Benyshek, J.K. Bertrand, M.H. Johnson and G.M. Weiss. 1992. Estimates of genetic parameters for growth and carcass traits in Charolais cattle. **Can. J. Anim. Sci.** 72: 493-499.
- Kemp, D.J., W.O. Herring and C.J. Kaiser. 2002. Genetic and environmental parameters for steer ultrasound and carcass traits. **J. Anim. Sci.** 80: 1489-1496.
- Koch, R.M., L.V. Cundiff, K.E. Gregory and L.D. Van Vleck. 2004. Genetic response to selection for weaning weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.** 82: 668-682.
- Lee, J.W., S.B. Choi, J.S. Kim, J.F. Keown and L.D. Van Vleck. 2000. Parameter estimates for genetic effects on carcass traits of Korean native cattle. **J. Anim. Sci.** 78: 1180-1190.
- LI-COR. 2004. **LI-3100C Area Meter fast, precise, easy operation LI-COR biosciences.**
Available Source: http://www.licor.com/env/pdf/area_meters/LI-3100C_brochure.pdf,
4 July 2014.
- Mandell, I.B., J.G. Buchanan-Smith, B.J. Holub and C.P. Campbell. 1997. Effects of fish meal in beef cattle diets on growth performance, carcass characteristics and fatty acid composition of Longissimus muscle. **J. Anim. Sci.** 75: 910-919.
- Mao, F., L. Chen, M. Vinsky, E. Okine, Z. Wang, J. Basarab, D.H. Crews, Jr. and C. Li. 2013. Phenotypic and genetic relationships of feed efficiency with growth performance,

ultrasound, and carcass merit traits in Angus and Charolais steers. **J. Anim. Sci.** 91: 2067-2076.

Meyer, K. 2006. **WOMBAT - A program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood user notes.** Animal Genetics and Breeding Unit, Armidale.

Meyer, K. 2007. WOMBAT - A tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **J. Zhejiang. Univ.-Sci. B.** 8: 815-821.

Meyer, K. and S.P. Smith. 1996. Restricted maximum likelihood estimation for animal models using derivatives of the likelihood. **Genet. Sel.** 28: 23-49.

Morris, C.A., N.G. Cullen and D.G. McCall. 1999. Genetic and phenotypic relationships among carcass measurements in beef cattle. **N. Z. J. Agric. Res.** 42: 415-421.

Moser, D.W., J.K. Bertrand, I. Misztal, L.A. Kriese and L.L. Benyshek. 1998. Genetic parameter estimates for carcass and yearling ultrasound measurements in Brangus cattle. **J. Anim. Sci.** 76: 2542-2548.

Mrode, R.A. 2005. **Linear Model for the Prediction of Animal Breeding Value.** 2nd Ed. Cromwell Press, Trowbridge.

Nephawe, K.A., L.V. Cundiff, M.E. Dikeman, J.D. Crouse and L.D. Van Vleck. 2004. Genetic relationships between sex-specific traits in beef cattle: Mature weight, weight adjusted for body condition score, height and body condition score of cows, and carcass traits of their steer relatives. **J. Anim. Sci.** 82:647-653.

Nogi, T., T. Honda, F. Mukai, T. Okagaki and K. Oyama. 2011. Heritabilities and genetic correlations of fatty acid compositions in Longissimus muscle lipid with carcass traits in Japanese Black cattle. **J. Anim. Sci.** 89: 615-621.

- Osawa, T., K. Kuchida, S. Hidaka and T. Kato. 2008. Genetic parameters for image analysis traits on *M. longissimus thoracis* and *M. trapezius* of carcass cross section in Japanese Black steers. **J. Anim. Sci.** 86: 40-46.
- Oikawa, T., T. Sanehira, K. Sato, Y. Mizoguchi, H. Yamamoto and M. Baba. 2000. Genetic parameters for growth and carcass traits of Japanese Black (Wagyu) cattle. **J. Anim. Sci.** 71: 59-64.
- Pabiou, T., W.F. Fiske, A. Nasholm, A.R. Cromie, M.J. Drennan, M.G. Keane and D.P. Berry. 2009. Genetic parameters for carcass cut weight in Irish beef cattle. **J. Anim. Sci.** 87: 3865-3876.
- Plessis, I.D. and L.C. Hoffman. 2007. Effect of slaughter age and breed on the carcass traits and meat quality of beef steers finished on natural pastures in the arid subtropics of South Africa. **S. Afr. J. Anim. Sci.** 37 (3): 143-153.
- Preston, R.L., S.J. Bartle, T.R. Kasser, J.W. Day, J.J. Veenhunizen and C.A. Baile. 1995. Comparative effectiveness of somatotropin and anabolic steroids in feedlot steers. **J. Anim. Sci.** 73: 1038-1047.
- Rachma, T.D.S., H. Harada and R. Fukuhara. 2000. Genetic and environmental effects on carcass traits of Japanese Brown cattle. **Asian. Austral. J. Anim. Sci.** 13 (1): 1-5.
- Radunz, A. 2012. **Live Cattle Evaluation for Carcass Traits and Grid Marketing Basics.** UW Extension Wisconsin Beef Information Center. Available Source: <http://fyi.uwex.edu/wbic/files/2010/11/Live-Cattle-Evaluation-for-Carcass-Traits-and-Grid-Marketing-Basics.pdf>, 11 October 2012.
- Reynolds, W.L., J.J. Urick, D.A. Veseth, D.D. Kress, T.C. Nelsen and R.E. Short. 1991. Genetic parameters by son-sire covariances for growth and carcass traits of Hereford bulls in a nonselected herd. **J. Anim. Sci.** 69: 1000-1007.

Riley, D.G., C.C. Chase, Jr., A.C. Hammond, R.L. West, D.D. Johnson, T.A. Olson and S.W.

Coleman. 2002. Estimated genetic parameters for carcass traits of Brahman cattle.

J. Anim. Sci. 80: 955-962.

Rios-Utrera, A. and L.D. Van Vleck. 2004. Heritability estimates for carcass traits of cattle: a

review. **Faculty Papers and Publications in Animal Science.** Animal Science

Department, University of Nebraska, Lincoln.

_____, L.V. Cundiff, K.E. Gregory, R.M. Koch, M.E. Dikeman, M. Koohmaraie and

L.D. Van Vleck. 2005. Genetic analysis of carcass traits of steers adjusted to age, weight, or fat thickness slaughter endpoints. **J. Anim. Sci.** 83: 764-776.

Rumph, J.M., W.R. Shafer, D.H. Crews, Jr., R.M. Enns, R.J. Lipsey, R.L. Quaas and E.J. Pollak.

2007. Genetic evaluation of beef carcass data using different endpoint adjustments.

J. Anim. Sci. 85: 1120-1125.

SAS. 1996. **SAS/STAT Software Release.** 6.12. SAS Institute Inc., Cary. North Carolina.

Sarti, F.M., C. Pieramati, E. Lubricchio, A. Giontella, E. Lasagna and F. Panella. 2013. Genetic

parameters for the weights and yields of carcass cuts in Chianina cattle. **J. Anim. Sci.**

91: 4099-4103.

Shanks, B.C., M.W. Tess, D.D. Kress and B.E. Cunningham. 2001. Genetic evaluation of

carcass traits in Simmental-sired cattle at different slaughter end points. **J. Anim. Sci.**

79: 595-604.

Smith, T., J.D. Domingue, J.C. Paschal, D.E. Franke, T.D. Bidner and G. Whipple. 2007.

Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. **J. Anim. Sci.** 85:

1377-1384.

- Splan, R.K., L.V. Cundiff, M.E. Dikeman and L.D. Van Vleck. 2002. Estimates of parameters between direct and maternal genetic effects for weaning weight and direct genetic effects for carcass traits in crossbred cattle. **J. Anim. Sci.** 80: 3107-3111.
- USDA. 1997. **United States Standards for Grades of Carcass Beef.** Agricultural Marketing Service, USDA, Washington, D.C.
- Veseth, D.A., W.L. Reynolds, J.J. Urick, T.C. Nelsen, R.E. Short and D.D. Kress. 1993. Paternal half-sib heritabilities and genetic, environmental, and phenotypic correlation estimates from randomly selected Hereford cattle. **J. Anim. Sci.** 71: 1730-1736.
- Waritthitham, A., C. Lambertz, H.J. Langholz, M. Wicke and M. Gauly. 2010. Muscle fiber characteristics and their relationship to water holding capacity of *Longissimus dorsi* muscle in Brahman and Charolais crossbred bulls. **Asian. Austral. J. Anim. Sci.** 23 (5): 665-671.
- Wheeler, T.L., L.V. Cundiff, R.M. Koch and J.D. Crouse. 1996. Characterization of biological types of cattle (Cycle IV): carcass traits and longissimus palatability. **J. Anim. Sci.** 74: 1023-1035.
- Wheeler, T.L., L.V. Cundiff, S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2001. Characterization of biological types of cattle (Cycle V): Carcass traits and longissimus palatability. **J. Anim. Sci.** 79: 1209-1222.
- Wheeler, T.L., L.V. Cundiff, S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2004. Characterization of biological types of cattle (Cycle VI): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **J. Anim. Sci.** 82: 1177-1189.
- Wheeler, T.L., L.V. Cundiff, S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2005. Characterization of biological types of cattle (Cycle VII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **J. Anim. Sci.** 83: 196-207.

- Wheeler, T.L., L.V. Cundiff, S.D. Shackelford and M. Koohmaraie. 2010. Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and longissimus palatability traits. **J. Anim. Sci.** 88: 3070-3083.
- Wilson, D.E., R.L. Willham, S.L. Northcutt and G.H. Rouse. 1993. Genetic parameters for carcass traits estimated from Angus field records. **J. Anim. Sci.** 71: 2365-2370.
- Wulf, D.M., J.D. Tatum, R.D. Green, J.B. Morgan, B.L. Golden and G.C. Smith. 1996. Genetic influences on beef longissimus palatability in Charolais and Limousine sired, steers and heifers. **J. Anim. Sci.** 74: 2394-2405.
- Zobell, D.R., D. Whittier and L. Holmgren. 2005. **Beef Quality and Yield Grading.** Cooperative Extension Utah State University, Utah.



ตารางผนวกที่ 1 ข้อมูลสถิติเชิงพรรณนาของค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะ
ซากในโครุ่นลูก (ที่มีบันทึก) ในปี 2553 – 2556

ลักษณะที่ศึกษา		ปี			
		2553	2554	2555	2556
	จำนวน (ตัว)	87	225	280	80
น้ำหนักมีชีวิต	ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม)	-15.29	-28.35	-28.88	-18.59
	ค่าสูงสุด (กิโลกรัม)	26.95	32.83	42.60	38.74
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	-0.16	-1.10	0.47	1.92
น้ำหนักซากอ่อน	ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม)	-16.29	-18.10	-19.92	-12.64
	ค่าสูงสุด (กิโลกรัม)	18.06	24.57	27.01	23.65
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	-1.64	-0.84	-0.37	0.85
น้ำหนักซากเย็น	ค่าต่ำสุด (กิโลกรัม)	-15.08	-15.69	-17.74	-11.24
	ค่าสูงสุด (กิโลกรัม)	18.95	21.95	24.21	18.79
	ค่าเฉลี่ย (กิโลกรัม)	-1.35	-0.83	-0.24	0.43
เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน	ค่าต่ำสุด (เปอร์เซ็นต์)	-0.19	-0.22	-0.21	-0.16
	ค่าสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	0.09	0.21	0.38	0.27
	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	-0.01	-0.02	-0.00	-0.00
เปอร์เซ็นต์ซากเย็น	ค่าต่ำสุด (เปอร์เซ็นต์)	-0.10	-0.13	-0.11	-0.08
	ค่าสูงสุด (เปอร์เซ็นต์)	0.05	0.11	0.21	0.15
	ค่าเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์)	-0.01	-0.01	-0.00	0.00
คะแนนไขมันแทรก	ค่าต่ำสุด (คะแนน)	-0.16	-0.26	-0.26	-0.27
	ค่าสูงสุด (คะแนน)	0.22	0.43	0.29	0.21
	ค่าเฉลี่ย (คะแนน)	-0.01	0.00	-0.01	-0.01

ตารางผนวกที่ 2 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักมีชีวิตจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัว พ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	GOBORI	28.40	15.57	9.76	-0.11	-0.04	0.08
2	MOGAR	22.35	14.23	13.57	-0.03	-0.02	0.14
3	AG-015	20.47	12.15	10.98	0.00	0.00	0.01
4	JACQOAROL	20.13	19.19	17.13	0.11	0.06	-0.16
5	KU47026	12.97	6.39	5.87	0.17	0.09	-0.16
6	SAVANT	12.84	5.62	2.05	0.04	0.01	-0.04
7	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
8	INDIANA	10.68	12.49	12.08	0.13	0.08	-0.04
9	MS3-47499	10.51	3.15	3.58	-0.09	-0.05	0.01
10	TOPGRADE	9.63	0.72	1.26	0.01	0.01	-0.06
11	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
12	28/49	9.30	6.32	5.62	0.02	0.01	0.03
13	CC47053	8.27	1.44	1.90	-0.12	-0.07	-0.21
14	KU51016	7.46	5.42	5.07	0.04	0.02	-0.05

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ตารางผนวกที่ 3 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักซากอ่อนจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัว พ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	JACQOAROL	20.13	19.19	17.13	0.11	0.06	-0.16
2	GOBORI	28.40	15.57	9.76	-0.11	-0.04	0.08
3	MOGAR	22.35	14.23	13.57	-0.03	-0.02	0.14
4	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
5	GOLIBRI	-	13.43	12.05	-	-	0.10
6	PR42001	6.47	12.50	11.14	0.14	0.08	-0.07
7	INDIANA	10.68	12.49	12.08	0.13	0.08	-0.04
8	AG-015	20.47	12.15	10.98	0.00	0.00	0.01
9	SKYMONT	-	11.07	10.19	-	-	-0.03
10	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
11	OCNER	-	7.61	6.30	-	-	-0.08
12	KU47026	12.97	6.39	5.87	0.17	0.09	-0.16
13	28/49	9.30	6.32	5.62	0.02	0.01	0.03
14	WG47002	-	6.01	4.88	-	-	-0.01

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ตารางผนวกที่ 4 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะน้ำหนักซากเย็นจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัว พ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	JACQOAROL	20.13	19.19	17.13	0.11	0.06	-0.16
2	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
3	MOGAR	22.35	14.23	13.57	-0.03	-0.02	0.14
4	INDIANA	10.68	12.49	12.08	0.13	0.08	-0.04
5	GOLIBRI	-	13.43	12.05	-	-	0.10
6	PR42001	6.47	12.50	11.14	0.14	0.08	-0.07
7	AG-015	20.47	12.15	10.98	0.00	0.00	0.01
8	SKYMONT	-	11.07	10.19	-	-	-0.03
9	GOBORI	28.40	15.57	9.76	-0.11	-0.04	0.08
10	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
11	KU3-45048	-	-0.93	6.73	-	-	-0.05
12	OCONER	-	7.61	6.30	-	-	-0.08
13	KU47026	12.97	6.39	5.87	0.17	0.09	-0.16
14	28/49	9.30	6.32	5.62	0.02	0.01	0.03

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ตารางผนวกที่ 5 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากอ่อนจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัว พ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
2	P4814	-11.16	0.58	0.03	0.23	0.12	0.01
3	KU47026	12.97	6.39	5.87	0.17	0.09	-0.16
4	PR42001	6.47	12.50	11.14	0.14	0.08	-0.07
5	INDIANA	10.68	12.49	12.08	0.13	0.08	-0.04
6	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
7	CLUB	0.45	4.66	4.29	0.12	0.07	0.00
8	JACQOAROL	20.13	19.19	17.13	0.11	0.06	-0.16
9	SAC247	-5.56	-0.26	-0.50	0.10	0.05	0.07
10	MS47499	-17.36	-7.01	-6.30	0.09	0.05	-0.04
11	SF50002	-5.37	-0.52	-0.35	0.08	0.05	0.00
12	RUSS	-8.68	-2.82	-1.99	0.08	0.04	0.08
13	KPV313E	5.24	4.80	5.04	0.07	0.05	-0.09
14	CHA-500	-5.99	-2.11	-2.15	0.06	0.03	0.07

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ตารางผนวกที่ 6 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะเปอร์เซ็นต์ซากเย็นจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัว พ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
2	P4814	-11.16	0.58	0.03	0.23	0.12	0.01
3	KU47026	12.97	6.39	5.87	0.17	0.09	-0.16
4	INDIANA	10.68	12.49	12.08	0.13	0.08	-0.04
5	PR42001	6.47	12.50	11.14	0.14	0.08	-0.07
6	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
7	CLUB	0.45	4.66	4.29	0.12	0.07	0.00
8	JACQOAROL	20.13	19.19	17.13	0.11	0.06	-0.16
9	SAC247	-5.56	-0.26	-0.50	0.10	0.05	0.07
10	MS47499	-17.36	-7.01	-6.30	0.09	0.05	-0.04
11	KPV313E	5.24	4.80	5.04	0.07	0.05	-0.09
12	SF50002	-5.37	-0.52	-0.35	0.08	0.05	0.00
13	RUSS	-8.68	-2.82	-1.99	0.08	0.04	0.08
14	CHA-500	-5.99	-2.11	-2.15	0.06	0.03	0.07

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอุ่น (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอุ่น (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ตารางผนวกที่ 7 ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมของลักษณะซากในกลุ่มพ่อพันธุ์โดย
เรียงลำดับตามลักษณะคะแนนไขมันแทรกจากมากไปน้อย

ลำดับที่	หมายเลขประจำตัวพ่อพันธุ์	ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม					
		FNW ¹	HCW ¹	CCW ¹	HCP ¹	CCP ¹	MBS ¹
1	CC49075	6.20	-0.04	0.02	-0.11	-0.06	0.24
2	NN45003	-4.48	-7.90	-6.56	-0.19	-0.10	0.23
3	CHA-198E	9.33	9.86	6.87	0.12	0.07	0.20
4	CC47121	-8.42	-8.23	-7.10	-0.16	-0.08	0.15
5	MOGAR	22.35	14.23	13.57	-0.03	-0.02	0.14
6	EDITION	-6.38	-0.59	-1.29	0.04	0.02	0.12
7	NN4903	-1.03	-2.74	-2.44	-0.06	-0.03	0.12
8	GOLIBRI	-	13.43	12.05	-	-	0.10
9	PR47007	-	-9.55	-8.75	-	-	0.10
10	44/02	-15.50	-11.39	-10.10	-0.05	-0.02	0.08
11	CC49093	12.00	13.78	14.25	0.26	0.16	0.08
12	RUSS	-8.68	-2.82	-1.99	0.08	0.04	0.08
13	GOBORI	28.40	15.57	9.76	-0.11	-0.04	0.08
14	TANAN	1.96	1.64	1.58	0.02	0.01	0.08

หมายเหตุ ¹ FNW = น้ำหนักมีชีวิต (กิโลกรัม), HCW = น้ำหนักซากอ่อน (กิโลกรัม),
CCW = น้ำหนักซากเย็น (กิโลกรัม), HCP = เปอร์เซ็นต์ซากอ่อน (เปอร์เซ็นต์),
CCP = เปอร์เซ็นต์ซากเย็น (เปอร์เซ็นต์) และ MBS = คะแนนไขมันแทรก (คะแนน)

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	ภราดร โสภาวัดน์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	16 เมษายน 2531
สถานที่เกิด	ต.บางกรวย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (สัตวศาสตร์) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานตีพิมพ์ทางวิชาการ	การศึกษาลักษณะซากและรายได้ของโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 52 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 4 – 7 กุมภาพันธ์ 2557 คำพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตซากในประชากรโคเนื้อลูกผสมระหว่างพันธุ์พื้นเมืองไทย บราห์มัน และชาร์โรเลส์ การประชุมวิชาการสัตวศาสตร์แห่งชาติครั้งที่ 3 มหาวิทยาลัยเชียงใหม่และมหาวิทยาลัยแม่โจ้ 8 – 10 เมษายน 2557
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-