วิทยานิพนธ์

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจบางลักษณะในโคกำแพงแสน

ESTIMATION OF GENETIC PARAMETER FOR SOME ECONOMIC TRAITS IN KAMPHAENG SAEN BEEF CATTLE

นายกนก เชาวภาษี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์สัตว์)

ปริญญา

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ | สัตวบาล

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจบางลักษณะในโคกำแพงแสน

Estimation of Genetic Parameter for Some Economic Traits in Kamphaeng Saen Beef Cattle

นามผู้วิจัย นายกนก เชาวภาษี

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์วาณี ชัยวัฒนสิน, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(อาจารย์อมรรัตน์ โมพี, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เสกสม อาตมางกูร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์วินัย อาจคงหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 26 **เดือน** กุมภาพันธ์ **พ.ศ.** 2551

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจบางลักษณะในโคกำแพงแสน

Estimation of Genetic Parameter for Some Economic Traits in Kamphaeng Saen Beef Cattle

โดย

นายกนก เชาวภาษี

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์สัตว์)
พ.ศ. 2551

กนก เชาวภาษี 2551: การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจบางลักษณะในโคกำแพงแสน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (การปรับปรุงพันธุ์สัตว์) สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์วาณี ชัยวัฒนสิน, Ph.D. 120 หน้า

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษารวบรวมจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเก็บบันทึกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2523 ถึง 2551 ประกอบด้วยลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (birth weight, BW) จำนวน 2,997 ข้อมูล น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (adjusted 205-day weaning weight, WW) จำนวน 2,057 ข้อมูล น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (adjusted 365-day weight, YW) จำนวน 499 ข้อมูล อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (preweaning average daily gain, ADG) จำนวน 2,057 ข้อมูล อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (age at first calving, AFC) จำนวน 400 ข้อมูล และระยะห่างของการให้ลูก (caving interval, CI) จำนวน 596 ข้อมูล ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) โดยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป VCE 5.1.2 และค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value, EBV) วิเคราะห์โดยวิธี best linear unbiased prediction (BLUP) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 BeefPack 2.5

ผลการศึกษาพบว่าค่าอัตราพันธุกรรม (direct additive heritability) ของลักษณะ BW, WW, YW, ADG, AFC และ CI มีค่าอยู่ในช่วง 0.228 ถึง 0.398, 0.082 ถึง 0.337, 0.264, 0.061 ถึง 0.289, 0.071 และ 0.090 ตามลำดับ ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องมาจากแม่ (maternal additive heritability) ของลักษณะ BW, WW และ ADG มีค่าเท่ากับ 0.153 0.261 และ 0.240 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ BW กับ WW, BW กับ YW, BW กับ ADG, BW กับ CI, WW กับ YW, WW กับ ADG, WW กับ CI, YW กับ ADG, YW กับ AFC และ ADG กับ CI มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวก และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ BW กับ AFC, WW กับ AFC, YW กับ CI, ADG กับ AFC และ AFC กับ CI มีค่าสหสัมพันธ์เป็นลบ ค่า EBV ของลักษณะ BW, WW และ ADG มีค่าอยู่ในช่วง -7.10 ถึง +7.46 กิโลกรัม, -32.98 ถึง +46.50 กิโลกรัม และ -137.80 ถึง +197.48 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

กนก เชาวภาษี — ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

๒ / ๑๐ / ๕๑

Kanok Chaovapasee 2008: Estimation of Genetic Parameter for Some Economic Traits in Kamphaeng Saen Beef Cattle. Master of Science (Animal Breeding), Major Field: Animal Breeding, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Associate Professor Wanee Chaiwatanasin, Ph.D. 120 pages.

The data in this study were collected during year 1986 to 2008 of Buffalo and Beef Production Research and Development Center, Suwanvajokkasikit Animal Research and Development Institute, and included birth weight (BW) 2,997 records, adjusted 205-day weaning weight (WW) 2,057 records, adjusted 365-day weight (YW) 499 records, preweaning average daily gain (ADG) 2,057 records, age at first calving (AFC) 400 records and calving interval (CI) 596 records. The objectives of this research were to estimate genetic parameters by Restricted Maximum Likelihood (REML) using VCE 5.1.2 software and to estimate breeding values (EBV) of the traits by best linear unbiased prediction (BLUP) using BLUPF90 BeefPack 2.5 software.

The direct additive heritabilities for BW, WW, YW, ADG, AFC and CI were 0.228 to 0.398, 0.082 to 0.337, 0.264, 0.061 to 0.289, 0.071 and 0.090, respectively. The maternal additive heritabilities for BW, WW and ADG were 0.153, 0.261 and 0.240, respectively. The genotypic correlations between BW and WW, BW and YW, BW and ADG, BW and CI, WW and YW, WW and ADG, WW and CI, YW and ADG, YW and AFC, and ADG and CI were found to be positive. The negative genotypic correlations found between BW and AFC, WW and AFC, YW and CI, ADG and AFC, and AFC and CI. The EBV for BW, WW and ADG were -7.10 to +7.46 kg, -32.98 to +46.50 kg and -137.80 to +197.48 g/day, respectively.

Kanok Chaovapasee Wanee Chaiwatanasin 02 / 05 / 08

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงต่อรองศาสตราจารย์ ดร.วาณี ชัยวัฒนสิน ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการวางแผนการวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.อมรรัตน์ โมพี กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก รองศาสตราจารย์ ดร.เนรมิตร สุขมณี อาจารย์ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย และ ดร.สัจจา ระหว่างสุข อาจารย์ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุลวงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ นักวิชาการ และเจ้าหน้าที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโคสถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ทุกท่าน ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ และความร่วมมือรวบรวมข้อมูลจากฟาร์มต่าง ๆ

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้การอบรมสั่งสอนตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ และ น้อง ๆ ที่ช่วยเป็นกำลังใจ ช่วยเหลือ และประสานงานติดต่อขอข้อมูลตลอดการทดลอง

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ชาย ที่ให้การอบรมสั่งสอน ให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษามาโดยตลอด และเป็นกำลังใจที่สำคัญอย่างยิ่งในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

กนก เชาวภาษี

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	36
อุปกรณ์	36
วิธีการ	36
ผลและวิจารณ์	44
สรุปและข้อเสนอแนะ	87
สรุป	87
ข้อเสนอแนะ	87
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	88
ภาคผนวก	96
ประวัติการศึกษา	120

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW)	7
2	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW)	11
3	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW)	15
4	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)	19
5	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC)	21
6	ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะระยะห่างของการให้ลูก (CI)	22
7	ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_G) และสหสัมพันธ์ปรากฏ (r_P) ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) กับน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)	26
8	ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_G) และสหสัมพันธ์ปรากฏ (r_P) ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) กับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)	29
9	ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_G) และสหสัมพันธ์ปรากฏ (r_P) ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) กับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC)	31
10	ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_G) และสหสัมพันธ์ปรากฏ (r_P) ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) กับระยะห่างของการให้ลูก (CI)	34
11	ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกในโคกำแพงแสน	46

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
12	อิทธิพลของ เพศ (sex) ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด (HYS) ระดับการพัฒนา (D) และอายุของแม่เมื่อคลอดลูก (AOD) ที่มีผลต่อลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน	49
13	ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน โดยแยกตามอิทธิพลของระดับการพัฒนา (D)	50
14	ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (เส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ในวงเล็บ) ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทะแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)	51
15	ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (เส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ในวงเล็บ) ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทะแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ค่าอัตราพันธุกรรม (เส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)	56
17	ค่าอัตราพันธุกรรม (เส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)	57
18	ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)	71
19	ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)	72
20	ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)	73
21	ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)	74
22	ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)	76

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

23 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2) 78

ตารางผนวกที่

1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน โดยแยกตามอิทธิพลของระดับการพัฒนา (D) 97

2 ค่า P-value สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1) 99

3 ค่า P-value สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2) 100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
4	ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน จำแนกอายุของแม่เมื่อคลอดลูก	101
5	ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน จำแนกตามเพศ	102
6	ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน(YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน จำแนกตามฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	103

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ขั้นตอนการวางแผนการผสมพันธุ์ของโคกำแพงแสน	4
2	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) สำหรับแบบหุ่นที่ 1	82
3	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) สำหรับแบบหุ่นที่ 1	82
4	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) สำหรับแบบหุ่นที่ 1	83
5	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BWM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2	84
6	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WWM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2	85
7	การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADGM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2	86

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะทางเศรษฐกิจบางลักษณะในโคกำแพงแสน

Estimation of Genetic Parameter for Some Economic Traits in Kamphaeng Saen Beef Cattle

คำนำ

ลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (birth weight) น้ำหนักเมื่อหย่านม (weaning weight) น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (yearling weight) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (preweaning average daily gain) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (age at first calving) และระยะห่างของการให้ลูก (calving interval) เป็นลักษณะปริมาณ (quantitative traits) ที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ ซึ่งการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ทำให้เกิดความผันแปรของลักษณะที่ต่อเนื่อง และเป็นลักษณะที่สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะ (สมชัย, 2549)

การปรับปรุงพันธุกรรมของลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจจำเป็นต้องทราบค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม (genetic parameter) เช่น ค่าอัตราพันธุกรรม (heritability) ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation) และค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value, EBV) ซึ่งนำไปใช้ในกระบวนการคัดเลือกเพื่อหาสัตว์ที่มีลักษณะดีเด่น และคัดเลือกสัตว์ดังกล่าวไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ในชั่วต่อไป เนื่องจากยังไม่มีการรายงานค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในโคกำแพงแสน ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประมาณค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกในโคกำแพงแสน ซึ่งใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม เช่น ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกในโคกำแพงแสน

2. เพื่อทำนายคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมในโคกำแพงแสน

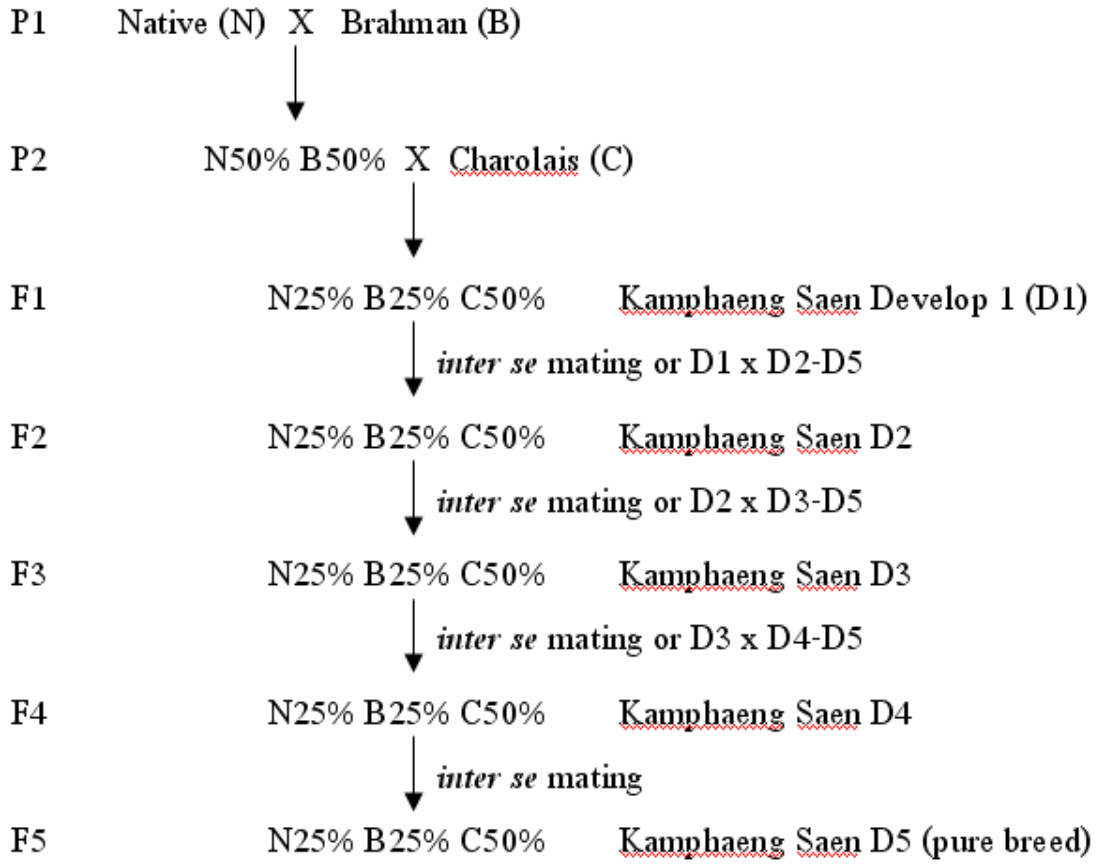
การตรวจเอกสาร

1. โคกำแพงแสน

โคกำแพงแสนเป็นโคลูกผสม 3 พันธุ์ที่เกิดจากการผสมระหว่างโคพันธุ์พื้นเมือง (25 เปอร์เซ็นต์) โคพันธุ์ Brahman (25 เปอร์เซ็นต์) และโคพันธุ์ Charolais (50 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งมีแบบแผนการผสมพันธุ์ดังภาพที่ 1 โดยโคกำแพงแสนที่ระดับการพัฒนาที่ 5 (D5) ควรมีลักษณะประจำพันธุ์ ดังนี้ ขนสีครีมถึงเหลืองทอง ขนสั้นและเป็นมัน จมูกและริมฝีปากกว้าง น้ำหนักโตเต็มวัยเพศผู้ 750 กิโลกรัม น้ำหนักโตเต็มวัยเพศเมีย 450 กิโลกรัม ลำตัวยาว กระดูซี่โครงกางพอสมควร แนวสันหลังตรงแข็งแรง ลำตัวลึกพอสมควร กล้ามเนื้อมีมากและมีไขมันหุ้มเพียงบาง ๆ สันหลังกว้าง สะโพกหนาและลึก และนิสัยเชื่อง (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548)

2. ค่าอัตราพันธุกรรม (heritability, h^2)

อัตราพันธุกรรมของลักษณะใดลักษณะหนึ่งเป็นค่าสัดส่วนของความแปรปรวน (variance) ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมต่อความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ และเป็นค่าเฉพาะสำหรับประชากรหนึ่ง ๆ ทั้งนี้เพราะประชากรสัตว์ที่ต่างกันย่อมมีองค์ประกอบทางพันธุกรรม และอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ต่างกัน ลักษณะปริมาณลักษณะต่างกันยิ่งจะมีค่าอัตราพันธุกรรมแตกต่างกัน (สมชัย, 2549) แต่การแสดงออกของโคเนื้อในบางลักษณะ อาจไม่ได้มีผลมาจากอิทธิพลแบบบวกสะสม (direct additive heritability, h_a^2) เพียงอย่างเดียว แต่อาจมีอิทธิแบบบวกสะสมเนื่องมาจากแม่ (maternal additive heritability, h_m^2) เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดและน้ำหนักเมื่อหย่านม โดยอิทธิแบบบวกสะสมเนื่องมาจากแม่จะมีส่วนช่วยในการแสดงออกของยีนในตัวลูกโคเนื้อ เช่น ปริมาณการให้น้ำนมของแม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของลูก (Javier, 2004) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาอิทธิพลของแม่ต่อลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการวางแผนการผสมพันธุ์ของโคกำแพงแสน

ที่มา: ดัดแปลงจากศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2548)

ค่าอัตราพันธุกรรมมีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ เช่น ใช้เพื่อกำหนดลักษณะและจำนวนลักษณะในการปรับปรุงครั้งนั้น ๆ กำหนดวิธีการคัดเลือกรวมถึงการเลือกใช้ข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ใช้เพื่อการกำหนดระบบการผสมพันธุ์ (mating system) สำหรับปรับปรุงลักษณะที่เน้นเพื่อการคัดเลือก และใช้ร่วมกับพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมอื่น ๆ เพื่อคำนวณดัชนีการคัดเลือก (selection index) เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการเปรียบเทียบคัดเลือกสัตว์ไว้ทำพันธุ์ (สมชัย, 2549)

2.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1991 ถึง 2007 พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด มีค่าระดับต่ำ 2 ค่า และระดับปานกลาง 36 ค่า และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจาก

อิทธิพลของแม่ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด มีค่าระดับต่ำ 24 ค่า และระดับปานกลาง 1 ค่า มีรายละเอียดดังนี้

ก. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ รายงานโดย วัชรินทร์ (2540) ศึกษาในโคพันธุ์ Brahman จำนวน 467 ข้อมูล โดยใช้วิธี restricted maximum likelihood (REML) ในแบบหุ่น sire model ได้เท่ากับ 0.22 และ Gregory *et al.* (1995a) ศึกษาในโคทั้งหมด 9 พันธุ์ คือ Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh จำนวน 1,153 ข้อมูล โดยใช้วิธี derivative free REML (DFREML) ในแบบหุ่น sire-maternal grandsire model ได้เท่ากับ ($h^2 \pm$ SE) 0.24 ± 0.10

ข. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.54 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 1

ค. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับต่ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.22 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 1

ง. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับปานกลาง รายงานโดย Kriese *et al*. (1991) ศึกษาในโคพันธุ์ Hereford จำนวน 8,528 ข้อมูล โดยใช้แบบหุ่น sire-maternal grandsire model มีค่าเท่ากับ 0.28

2.2 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1991 ถึง 2007 พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม มีค่าระดับต่ำ 11 ค่า และระดับปานกลาง 28 ค่า และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม มีค่าระดับต่ำ 24 ค่า และระดับปานกลาง 2 ค่า มีรายละเอียดดังนี้

ก. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-0.24 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 2

ข. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.26-0.53 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 2

ค. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-0.24 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 2

ง. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับปานกลาง รายงานโดยวุฒิพงษ์และคณะ (2550) ศึกษาในประชากรโคพื้นเมือง จำนวน 2,020 ข้อมูล โดยใช้แบบหุ่น animal model ได้เท่ากับ 0.26 และ Kriese *et al.* (1991) ศึกษาในโคพันธุ์ Hereford จำนวน 10,153 ข้อมูล โดยใช้แบบหุ่น sire-maternal grandsire model ได้เท่ากับ 0.25

2.3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1995 ถึง 2006 พบว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี มีค่าระดับต่ำ 1 ค่า ระดับปานกลาง 13 ค่า และระดับสูง 2 ค่า มีรายละเอียดดังนี้

ก. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ คือ 0.20 ซึ่งศึกษาโดย Meyer *et al.* (2004) ในโคเนื้อพันธุ์ Australian Hereford จำนวน 33,410 ข้อมูล โดยใช้วิธี average information REML (AIREML) และ DFREML ในแบบหุ่น animal model

ข. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.28-0.53 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 3

ค. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับสูง Iwaisaki *et al.* (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ Gelbvieh จำนวน 3,216 ข้อมูล โดยใช้วิธี gibbs sampling ในแบบหุ่น multitrait model ได้เท่ากับ ($h^2 \pm$ SD) 0.59 ± 0.15 และ MacNeil (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ CGC (1/2 Red Angus 1/4 Charolais และ 1/4 Tarentaise) จำนวน 4,626 ข้อมูล โดยใช้วิธี DFREML ในแบบหุ่น animal model ได้เท่ากับ ($h^2 \pm$ SD) 0.58 ± 0.04

ตารางที่ 1 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
สมมาตร และคณะ (2541)	Brahman	12,856	2	ไม่ระบุ	0.30	-	-
พรรณวดี และคณะ (2542)	Brahman	588	2	REML	0.44 (0.23)	-	-
วุฒิพงษ์ และคณะ (2550)	พื้นเมือง	2,022	7	AIREML	0.38 (0.08)	0.19 (0.03)	-
Kriese *et al*. (1991)	Hereford	8,528	1	ไม่ระบุ	0.45	0.28	-0.47
	Brangus	7,804	1	ไม่ระบุ	0.28	0.19	-0.58
Gregory *et al.* (1995a)	Composites	441	2	DFREML	0.26 (0.17)	-	-
	All breed	1,594	2	DFREML	0.25 (0.08)	-	-
Gregory *et al.* (1995b)	Purebreds	4,115	2	DFREML	0.54 (0.06)	-	-
	Composites	3,421	2	DFREML	0.37 (0.05)	-	-
	All breed	7,536	2	DFREML	0.44 (0.04)	-	-
Gregory *et al.* (1995c)	Purebreds	4,661	2	DFREML	0.48 (0.05)	-	-
	Composites	3,106	2	DFREML	0.36 (0.06)	-	-
	All breed	7,761	2	DFREML	0.42 (0.04)	-	-
MacNeil (1998)	CGC	ไม่ระบุ	7	DFREML	0.28	0.02	-
Varona *et al.* (1999a)	Gelbvieh	26,006	3, 4, 5, 6	GS	0.25-0.27	0.05-0.06	-0.29 ถึง -0.31
Varona *et al.* (1999b)	Gelbvieh	26,006	3, 4, 5, 6	GS	0.25-0.27	0.05-0.06	-0.30 ถึง -0.36

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
MacNeil (2003)	CGC	5,083	8	DFREML	0.49 (0.04)	0.11 (0.03)	-
Eriksson *et al.* (2004a)	Charolais	60,309	3, 9	REML	0.48-0.51	0.11-0.12	-0.34 ถึง -0.39
	Hereford	30,789	3, 9	REML	0.50-0.51	0.06-0.07	-0.27 ถึง -0.31
Eriksson *et al.* (2004b)	Charolais	59,182	9	REML	0.39	0.11	-
	Hereford	27,051	9	REML	0.43	0.14	-
Javier (2004)	Simmental-Brahman	3,986	7	AIREML	0.40	0.12	-0.63
Koch *et al*. (2004)	Hereford	9,547	9	DFREML	0.46	0.11	-
Meyer *et al.* (2004)	Austrlian Hereford	31,756	7	DFREML,AIREML	0.42	0.10	-
Phocas and Laloe (2004)	Charolais	237,147	10	AIREML	0.33 (0.01)	0.11 (0.01)	-0.41
	Maine-Anjou	37,956	10	AIREML	0.28 (0.03)	0.11 (0.01)	-0.59
	Limousin	116,177	10	AIREML	0.38 (0.02)	0.10 (0.01)	-0.49
	Blonde d'Aquitaine	82,417	10	AIREML	0.37 (0.02)	0.08 (0.02)	-0.39
Sapp *et al*. (2004)	Gelbvieh	19,119	ไม่ระบุ	GS	0.39	0.09 (0.01)	-
Aziz *et al.* (2005)	Japanese Black	11,815	11	GS	0.38 (0.06)	0.04 (0.01)	-
Iwaisaki *et al.* (2005)	Gelbvieh	18,900	12	GS	0.52	0.08	-0.46
		18,900	13	GS	0.51	0.06	-0.37

ตารางที่ 1 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
MacNeil (2005)	CGC	5,083	7	DFREML	0.46	0.10 (0.02)	-
Gutierrez *et al.* (2006)	Asturiana de los	27,639	3	DFREML	0.40 (0.03)	0.22 (0.02)	-0.35
	Valles	27,639	14	DFREML	0.34 (0.03)	0.21 (0.02)	-0.27
Gutierrez *et al.* (2007)	Asturiana de los	35,310	15	DFREML	0.39 (0.03)	0.21 (0.02)	-0.34
	Valles						

พันธุ์โค* CGC = 1/2 Red Angus 1/4 Charolais และ 1/4 Tarentaise, Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds+Composites

แบบหุ่น‡ 1 = sire-maternal grandsire model, 2 = sire model, 3 = univariate linear animal model, 4 = univariate linear-threshold animal model, 5 = bivariate linear-linear animal model, 6 = correlated linear-threshold model, 7 = animal model, 8 = liner model, 9 = bivariate linear animal model, 10 = sire-dam within maternal grandsire model, 11 = random regression model, 12 = multitrait model,13 = linear spline-random regression model, 14 = univariate linear animal model with permanent environment และ 15 = mixed linear model

วิธีการ† REML = restricted maximum likelihood, AIREML = average information REML และ DFREML = derivative free REML

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability, h_m^2 = maternal additive heritability, r_{am} = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์กับอิทธิพลของแม่ และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
วัชรินทร์ (2540)	Brahman	43	2	REML	0.29	-	-
สมมาตร และคณะ (2541)	Brahman	12,856	2	ไม่ระบุ	0.33	-	-
วุฒิพงษ์ และคณะ (2550)	พื้นเมือง	2,022	4	AIREML	0.29 (0.08)	0.26 (0.07)	-0.48 (0.15)
Kriese *et al*. (1991)	Hereford	10,153	1	ไม่ระบุ	0.33	0.25	-0.15
	Brangus	9,144	1	ไม่ระบุ	0.19	0.14	-0.38
Notter *et al*. (1992)	Angus	44,357	2	REML	0.30-0.53	-	-
Gregory *et al.* (1995a)	Purebreds	1,153	2	DFREML	0.33 (0.10)	-	-
	Composites	441	2	DFREML	0.31 (0.17)	-	-
	All breed	1,594	2	DFREML	0.34 (0.09)	-	-
Gregory *et al.* (1995b)	Purebreds	4,115	2	DFREML	0.27 (0.04)	-	-
	Composites	3,421	2	DFREML	0.27 (0.05)	-	-
	All breed	7,536	2	DFREML	0.35 (0.04)	-	-
Gregory *et al.* (1995c)	Purebreds	4,661	2	DFREML	0.38 (0.05)	-	-
	Composites	3,106	2	DFREML	0.21 (0.04)	-	-
	All breed	7,761	2	DFREML	0.32 (0.03)	-	-

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
Johnston and Bunter (1996)	Angus	2,716	4	DFREML	0.35 (0.07)	-	-
Shepard *et al.* (1996)	Angus	2,183	2	EMREML	0.19	0.24	-0.56
Mattos *et al.* (2000)	Hereford in USA	2,322,722	4	EMREML	0.24	0.16	-0.42
	Hereford in Canada	487,661	4	EMREML	0.20	0.16	-0.35
	Hereford in Uruguay	102,986	4	EMREML	0.23	0.18	-0.50
Carlos and Vargas (2000)	Brahman	892	4	DFREML	0.31	0.18	-
MacNeil (2003)	CGC	4,902	5	DFREML	0.30 (0.04)	0.19 (0.04)	-
Javier (2004)	Simmental-Brahman	2,545	4	AIREML	0.33	0.19	-0.67
Koch *et al*. (2004)	Hereford	9,547	6	DFREML	0.17	0.18	-0.28
Meyer *et al.* (2004)	Australian Hereford	36,228	4	DFREML, AIREML	0.13	0.11	-
Phocas and Laloe (2004)	Charolais	191,463	7	AIREML	0.13 (0.01)	0.09 (0.01)	-0.41
	Maine-Anjou	27,052	7	AIREML	0.20 (0.03)	0.07 (0.02)	-0.09
	Limousin	101,775	7	AIREML	0.26 (0.02)	0.12 (0.01)	-0.22
	Blonde d'Aquitaine	54,402	7	AIREML	0.28 (0.02)	0.13 (0.02)	-0.22

ตารางที่ 2 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
Iwaisaki *et al.* (2005)	Gelbvieh	14,077	9	GS	0.36	0.13	-0.43
			10	GS	0.28	0.11	-0.33
MacNeil (2005)	CGC	4,902	4	DFREML	0.47 (0.03)	0.13 (0.02)	-
Roughsedge *et al.* (2005)	Limousin	20,444	13, 14	AIREML	0.21 (0.04)	0.07 (0.01)	-0.19
	Simmental	23,475	13, 14	AIREML	0.27 (0.06)	0.07 (0.01)	-0.43
	Aberdeen Angus	11,740	13, 14	AIREML	0.30 (0.04)	0.07 (0.01)	-0.36
	South Devon	22,654	13, 14	AIREML	0.26 (0.04)	0.07 (0.01)	-0.72
Gutierrez *et al.* (2006)	Asturiana de los	27,639	3	DFREML	0.43 (0.04)	0.12 (0.02)	-0.40
	Valles	27,639	11	DFREML	0.31 (0.03)	0.09 (0.02)	-0.20
Gutierrez *et al.* (2007)	Asturiana de los	29,381	12	DFREML	0.45 (0.04)	0.14 (0.03)	-0.44
	Valles						

พันธุ์โค* CGC = 1/2 Red Angus 1/4 Charolais และ 1/4 Tarentaise, Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds+Composites

แบบหุ่น[‡] 1 = sire-maternal grandsire model, 2 = sire model, 3 = univariate linear animal model, 4 = animal model, 5 = liner model, 6 = bivariate linear animal model, 7 = sire-dam within maternal grandsire model, 8 = random regression model, 9 = multitrait model,10 = linear spline-random regression model, 11 = univariate linear animal model with permanent environment, 12 = mixed linear model, 13 = bivariate linear sire- maternal grandsire model และ 14 = multivariate linear sire- maternal grandsire model

วิธีการ[†] REML = restricted maximum likelihood, AIREML = average information REML, DFREML = derivative free REML, EMREML = expectation Maximization REML และ GS = gibbs sampling

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability, h_m^2 = maternal additive heritability, r_{am} = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์กับอิทธิพลของแม่ และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 3 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)
Gregory *et al.* (1995b)	Purebreds	4,115	1	DFREML	0.40 (0.05)
	Composites	3,421	1	DFREML	0.28 (0.05)
	All breed	7,536	1	DFREML	0.35 (0.04)
Gregory *et al.* (1995c)	Purebreds	4,661	1	DFREML	0.43 (0.05)
	Composites	3,106	1	DFREML	0.31 (0.05)
	All breed	7,761	1	DFREML	0.38 (0.04)
Johnston and Bunter (1996)	Angus	2,506	2	DFREML	0.48 (0.08)
MacNeil (1998)	CGC	ไม่ระบุ	2	DFREML	0.31
Stelzleni *et al.* (2002)	Brangus	1,170	2	DFREML	0.53
MacNeil (2003)	CGC	4,626	3	DFREML	0.49 (0.05)
Koch *et al*. (2004)	Hereford	8,605	4	DFREML	0.42
Iwaisaki *et al.* (2005)	Gelbvieh	3,216	5	GS	0.48 (0.08)
Williams *et al.* (2006)	Hereford, Angus และ Shorthorn	502	2	DFREML	0.45

พันธุ์โค* CGC = 1/2 Red Angus 1/4 Charolais และ 1/4 Tarentaise, Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds+Composites

แบบหุ่น‡ 1 = sire model, 2 = animal model, 3 = liner model, 4 = bivariate linear animal model และ 5 = linear spline-random regression model

วิธีการ† DFREML = derivative free restricted maximum likelihood และ GS = gibbs sampling

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

2.4 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1973 ถึง 2006 พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม มีค่าระดับต่ำ 4 ค่า และระดับปานกลาง 14 ค่า และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม มีค่าระดับต่ำ 3 ค่า และระดับปานกลาง 1 ค่ามีรายละเอียดดังนี้

ก. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.13-0.24 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 4

ข. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลาง มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.51 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 4

ค. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.14 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 4

ง. ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ระดับปานกลาง รายงานโดย MacNeil *et al.* (1992) ซึ่งศึกษาในโคพันธุ์ Hereford จำนวน 4,427 ข้อมูล ในแบบหุ่น animal model ได้เท่ากับ 0.28

2.5 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

จากการตรวจเอกสาร ระหว่างปี 1999 ถึง 2005 พบว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก มีค่าระดับต่ำ 8 ค่า และระดับปานกลาง 2 ค่า มีรายละเอียดดังนี้

ก. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.24 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 5

ข. ค่าอัตราพันธุกรรมระดับปานกลาง Goyache and Gutierrez (2001) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ Asturiana de los Valles ได้เท่ากับ 0.27 และ Roughsedge *et al.* (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์

Limousin จำนวน 17,269 ข้อมูล โดยใช้วิธี AIREML ในแบบหุ่น random regression model และ multitrait model ได้เท่ากับ ($h^2 \pm$ SE) 0.27 ± 0.05

2.6 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะระยะห่างของการให้ลูก

จากการตรวจเอกสาร ระหว่างปี 1999 ถึง 2007 พบว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะระยะห่างของการให้ลูก มีค่าระดับต่ำ 9 ค่าอยู่ระหว่าง 0.01 – 0.13 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 6

จากงานทดลองข้างต้น ความแตกต่างของค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะใดลักษณะหนึ่งอาจมีผลเนื่องมาจาก 1) ความแปรปรวนทางพันธุกรรม เนื่องมาจากอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม (Gregory *et al*.,1995b,c; Aziz *et al*., 2005) 2) พันธุ์โค และขนาดประชากร (Mattos *et al*., 2000; Aziz *et al*., 2005; Iwaisaki *et al*., 2005) และ 3) แบบหุ่น และวิธีการในการวิเคราะห์ (Aziz *et al*., 2005; Iwaisaki *et al*., 2005; Gutierrez *et al*., 2006) เช่น การศึกษาในประชากรโคเนื้อพันธุ์เดียวกัน ใช้แบบหุ่น และวิธีการวิเคราะห์เหมือนกัน แต่ในเวลา หรือสภาพแวดล้อมที่ต่างกันจะส่งผลให้ความแปรปรวนทางพันธุกรรม เนื่องจากอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม และการแสดงออกของลักษณะแต่ละลักษณะมีค่าเปลี่ยนแปลงจึงทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
วัชรินทร์ (2540)	Brahman	104	1	REML	0.46	-	-
Koch *et al.* (1973)	Hereford	3,462	ไม่ระบุ	ANOVA	0.13-0.21	-	-
Burfening *et al.* (1978)	Simmental	5,578	1	ไม่ระบุ	0.28-0.51	-	-
Nelsen and Kress (1979)	Angus	2,113	1	LS	0.38 (0.06)	-	-
	Hereford	1,379	1	LS	0.41 (0.08)	-	-
MacNeil *et al*. (1992)	Hereford	4,427	3	ไม่ระบุ	0.25	0.28	-
Gregory *et al.* (1995a)	Purebreds	1,153	1	DFREML	0.35 (0.10)	-	-
	Composites	441	1	DFREML	0.30 (0.17)	-	-
	All breed	1,594	1	DFREML	0.35 (0.09)	-	-
Gregory *et al.* (1995b)	Purebreds	4,115	1	DFREML	0.32 (0.05)	-	-
	Composites	3,421	1	DFREML	0.24 (0.04)	-	-
	All breed	7,536	1	DFREML	0.38 (0.04)	-	-
Gregory *et al.* (1995c)	Purebreds	4,661	1	DFREML	0.33 (0.03)	-	-
	Composites	3,106	1	DFREML	0.35 (0.04)	-	-
	All breed	7,767	1	DFREML	0.24 (0.05)	-	-

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)	h_m^2 (SE)	r_{am}
Sapp *et al*. (2004)	Gelbvieh	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	GS	0.27	0.14	-0.35
Gutierrez *et al.* (2006)	Asturiana de los	27,639	2	DFREML	0.32 (0.03)	0.01 (0.01)	-0.73
	Valles	27,639	4	DFREML	0.23 (0.03)	0.01 (0.01)	-0.52

พันธุ์โค* Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds + Composites

แบบหุ่น‡ 1 = sire model, 2 = univariate linear animal model, 3 = animal model และ 4 = univariate linear animal model with permanent environment

วิธีการ† REML = restricted maximum likelihood, DFREML = derivative free REML, ANOVA = analysis of variance, GS = gibbs sampling และ LS = least squares

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability, h_m^2 = maternal additive heritability, r_{am} = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์กับอิทธิพลของแม่ และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 5 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)
Frazier *et al*. (1999)	Angus	200,090	1	DFREML	0.22
Gutierrez *et al.* (2002)	Asturiana de los Valles	2,533	1	REML	0.24 (0.02)
Martinez-Velazquez *et al*. (2003)	All breed	4,835	1	DFREML	0.08 (0.04)
Oyama *et al.* (2004)	Japanese Black	31,734	1	EMREML	0.20
Forni and Albuquerque (2005)	Nelore	53,191	2	REML	0.06-0.08
Roughsedge *et al.* (2005)	Simmental	9,895	3, 4	AIREML	0.24 (0.05)
	Aberdeen Angus	9,304	3, 4	AIREML	0.23 (0.06)
	South Devon	6,871	3, 4	AIREML	0.07 (0.04)

พันธุ์โค* Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds+Composites

แบบหุ่น‡ 1 = animal model, 2 = bivariate linear animal model, 3 = random regression model และ 4 = multitrait model

วิธีการ† REML = restricted maximum likelihood, AIREML = average information REML, DFREML = derivative free REML และ EMREML = expectation maximization REML

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตารางที่ 6 ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะระยะห่างของการให้ลูก (CI)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค	จำนวนข้อมูล	แบบหุ่น‡	วิธีการ†	h_a^2 (SE)
Frazier *et al*. (1999)	Angus	203,880-410,187	1	DFREML	0.01–0.03
Goyache and Gutierrez (2001)	Asturiana de los Valles	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	ไม่ระบุ	0.12
Gutierrez *et al.* (2002)	Asturiana de los Valles	2,533	1	REML	0.13 (0.02)
Oyama *et al.* (2004)	Japanese Black	27,563	1	EMREML	0.05
Roughsedge *et al.* (2005)	Limousin	17,269	2, 3	AIREML	0.04 (0.02)
	Simmental	9,895	2, 3	AIREML	0.10 (0.04)
	Aberdeen Angus	9,304	2, 3	AIREML	0.09 (0.04)
	South Devon	6,871	2, 3	AIREML	0.13 (0.06)
Gutierrez *et al.* (2007)	Asturiana de los Valles	34,406	4	DFREML	0.12 (0.01)

แบบหุ่น‡ 1 = animal model, 2 = random regression model, 3 = multitrait model และ 4 = mixed linear model

วิธีการ† REML = restricted maximum likelihood, AIREML = average information REML, DFREML = derivative free REML และ EMREML = expectation maximization REML

พารามิเตอร์ h_a^2 = direct additive heritability และ SE = ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

3. ค่าสหสัมพันธ์ (correlation)

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation, r_G) เป็นความสัมพันธ์ร่วมทางพันธุกรรมระหว่างสองลักษณะ มีสาเหตุมาจากการที่ยีนตำแหน่งหนึ่งมีผลในการควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ (pleiotropy) และจากการที่ยีนหรือกลุ่มของยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองมีตำแหน่งอยู่บนโคโมโซมเดียวกัน (linkage) และความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะ 2 ลักษณะอาจเกิดเนื่องจากสัตว์ตัวหนึ่งอาจได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมือนกัน ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองจึงวัดด้วยค่าสหสัมพันธ์ปรากฏ (phenotypic correlation, r_p) ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ร่วมที่มีสาเหตุมาจากพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม (สมชัย, 2549)

ค่าสหสัมพันธ์มีประโยชน์ต่อการปรับปรุงพันธุ์ เช่น 1) การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะหนึ่งจะมีผลกระทบต่ออีกลักษณะหนึ่งอย่างไร 2) ใช้การคัดเลือกทางอ้อมในกรณีที่ลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน และลักษณะที่ต้องการปรับปรุงมีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ จึงคัดเลือกสัตว์จากอีกลักษณะหนึ่ง ที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงกว่า และมีความสัมพันธ์กับลักษณะที่ต้องการปรับปรุง และ 3) ใช้ร่วมกับพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมอื่นในการสร้างสมการคัดเลือก (สมชัย, 2549)

3.1 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านม

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1955 ถึง 2007 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านม แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ 19 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.69 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 27 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.75 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 7

3.2 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1955 ถึง 2005 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ 12 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.14 ถึง 0.50 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 16 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.16 ถึง 0.75 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 7

3.3 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1955 ถึง 2003 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ 6 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.08 ถึง 0.27 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 7 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10 ถึง 0.55 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 7

3.4 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1955 ถึง 2005 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ 12 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.47 ถึง 0.83 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 14 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.54 ถึง 0.98 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 8

3.5 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1955 ถึง 1982 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ 6 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.97 ถึง 0.99 และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 6 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.95 ถึง 0.99 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 8

3.6 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

Koch and Clark (1955) รายงานค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมเท่ากับ 0.44 และ 0.51 ตามลำดับ และ Massey and Benyshek (1982) รายงานค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

และพันธุกรรม ระหว่างลักษณะทั้งสองในประชากรโคพันธุ์ Limousin เท่ากับ 0.70 และ 0.86 ตามลำดับ

3.7 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

Bourdon and Brinks (1982) รายงานค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกในประชากรโคเนื้อพันธุ์ Red Angus, Angus และ Hereford มีค่าเท่ากับ -0.17 และ 0.12 และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏและพันธุกรรมระหว่างลักษณะทั้งสองในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ 0.47 และ 0.56 ตามลำดับ (Kahi and Hirooka, 2005)

3.8 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1982 ถึง 2005 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม กับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 6 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง -0.24 ถึง 0.12 และสหสัมพันธ์ปรากฏ 1 ค่า ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 9

3.9 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

จากการตรวจเอกสาร พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 5 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง -0.18 ถึง -0.06 และสหสัมพันธ์ปรากฏ 1 ค่าซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 9

ตารางที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) กับน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	BW x WW		BW x YW		BW x ADG	
		r_G	r_p	r_G	r_P	r_G	r_P
Koch and Clark (1955)	ไม่ระบุ	0.63	0.69	0.40	0.34	0.46	0.21
Koch *et al.* (1973)	Hereford	0.41-0.53	0.35-0.43	-	-	0.10-0.28	0.18-0.27
Burfening *et al.* (1978)	Simmental	0.33	0.34	-	-	0.17	0.19
Nelsen and Kress (1979)	Angus	0.53	0.39	-	-	0.42	0.23
	Hereford	0.37	0.30	-	-	0.17	0.13
Massey and Benyshek (1982)	Limousin	0.61	0.25	0.52	0.26	0.45	0.08
Knights *et al.* (1984)	Angus	0.59	0.35	0.57	0.43	-	-
Alenda and Martin (1987)	Angus	0.36-0.57	0.34-0.40	0.45-0.75	0.35-0.37	-	-
Kriese *et al.* (1991)	Hereford	0.32	-	-	-	-	-
	Brangus	0.14	-	-	-	-	-
	Hereford + Brangus	-	0.37	-	-	-	-
Meyer *et al.* (1993)	Hrerford	0.70	0.50	0.68	0.37	-	-
	Wokalup	0.75	0.54	0.70	0.50	-	-
Eler *et al.* (1995)	Nelore	0.23	0.15	0.16	0.14	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	BW x WW		BW x YW		BW x ADG	
		r_G	r_p	r_G	r_P	r_G	r_P
Gregory *et al.* (1995a)	All breed	0.29	0.36	-	-	-	-
Gregory *et al.* (1995b)	All breed	0.24	0.15	0.36	0.42	-	-
Gregory *et al.* (1995c)	All breed	0.34	0.40	0.33	0.42	-	-
MacNeil *et al.* (1998)	Hereford	-	-	0.58	-	-	-
Demeke *et al.* (2003)	Bos indicus	0.66		0.50	-	0.55	
MacNeil (2003)	CGC	-	-	0.71	-	-	-
Koch *et al*. (2004)	Hereford	0.53	0.34	0.57	0.43	-	-
Meyer *et al.* (2004)	Australian Hereford	0.62-0.66	0.30	0.51-0.54	0.29	-	-
Phocas and Laloe (2004)	Charolais	0.39	-	-	-	-	-
	Maine-Anjou	0.26	-	-	-	-	-
	Limousin	0.44	-	-	-	-	-
	Blonde d'Aquitaine	0.31	-	-	-	-	-
Iwaisaki *et al.* (2005)	Gelbvieh	0.49	-	0.5	-	-	-
Kahi and Hirooka (2005)	Japanese Black	0.52	0.43	-	-	-	-
Gutierrez *et al.* (2007)	Asturiana de los Valles	0.37	-	-	-	-	-

ตารางที่ 7 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	BW x WW		BW x YW		BW x ADG	
		r_G	r_p	r_G	r_P	r_G	r_P
Meyer (nd)	Angus	0.65-0.66	0.35-0.40	0.53-0.59	0.32-0.36	-	-

พันธุ์โค* CGC = 1/2 Red Angus 1/4 Charolais และ 1/4 Tarentaise, Composites = MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus), Purebreds = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh และ Braunvieh, All breed = Purebreds+Composites

พารามิเตอร์ r_G = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และ r_P = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

ตารางที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) กับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	WW x YW		WW x ADG	
		r_G	r_p	r_G	r_P
Koch and Clark (1955)	ไม่ระบุ	0.54	0.47	0.98	0.98
Koch *et al.* (1973)	Hereford	-	-	0.95-0.96	0.98
Burfening *et al.* (1978)	Simmental	-	-	0.99	0.99
Nelsen and Kress (1979)	Angus	-	-	0.96	0.98
	Hereford	-	-	0.97	0.97
Massey and Benyshek (1982)	Limousin	0.85	0.75	0.98	0.99
Knights *et al*. (1984)	Angus	0.79	0.71	-	-
Alenda and Martin (1987)	Angus	0.76-0.89	0.71-0.77	-	-
Meyer *et al.* (1993)	Hrerford	0.88	0.76	-	-
	Wokalup	0.98	0.83	-	-
Eler *et al*. (1995)	Nelore	0.74	0.70	-	-
Gregory *et al.* (1995b)	All breed	0.70	0.78	-	-
Gregory *et al.* (1995c)	All breed	0.84	0.82	-	-
Koch *et al*. (2004)	Hereford	0.81	0.75	-	-

ตารางที่ 8 (ต่อ)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค*	WW x YW		WW x ADG	
		r_G	r_p	r_G	r_P
Meyer *et al.* (2004)	Australian Hereford	0.90-0.92	0.73	-	-
Iwaisaki *et al.* (2005)	Gelbvieh	0.60	-	-	-
Meyer (nd)	Angus	0.84-0.89	0.59-0.71	-	-

พันธุ์โค* All breed = Hereford, Angus, Red Poll, Limousin, Simmental, Charolais, Pinzgauer, Gelbvieh, Braunvieh, MARCI (1/4 Braunvieh, 1/4Charolais, 1/4Limousin, 1/8Hereford และ 1/8Angus), MARCII (1/4Gelbvieh, 1/4Simmental, 1/4Hereford และ 1/4Angus) และ MARCIII (1/4Red Poll, 1/4Pinzgauer, 1/4Hereford และ 1/4Angus)

พารามิเตอร์ r_G = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และ r_P = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

ตารางที่ 9 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (YW) กับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค	WW x AFC		YW x AFC	
		r_G	r_p	r_G	r_p
Bourdon and Brinks (1982)	Red Angus, Angus และ Hereford	-0.22	-	-0.17	-0.02
Kahi and Hirooka (2005)	Japanese Black	-0.05	-0.04	-	-
Roughsedge *et al.* (2005)	Limosin	-0.07	-	-0.18	
	Simmental	0.12	-	-0.11	
	Aberdeen Angus	-0.24	-	-0.17	
	South Devon	-0.15	-	-0.06	

พารามิเตอร์ r_G = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และ r_P = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

3.10 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูก

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1991 ถึง 2007 พบว่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ -0.36 ในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black (Kahi and Hirooka, 2005) และ 0.15 ในประชากรโคพันธุ์ Asturiana de los Valles (Gutierrez *et al.*, 2007) และสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทั้งสองในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ -0.42 (Kahi and Hirooka, 2005)

3.11 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก

จากการตรวจเอกสารในระหว่างปี 1991 ถึง 2007 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก แบ่งเป็นสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม 7 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง -0.68 ถึง 0.75 และสหสัมพันธ์ปรากฏ 1 ค่า ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 10

3.12 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปีกับระยะห่างของการให้ลูก

จากการตรวจเอกสาร พบว่า Roughsedge *et al.* (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ Limousin, Simmental, Aberdeen Angus และ South Devon ประมาณค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 400 วันกับระยะห่างของการให้ลูกได้เท่ากับ 0.32, 0.00, -0.17 และ -0.07 ตามลำดับ

3.13 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

จากการตรวจเอกสาร พบว่า Kahi and Hirooka (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ Japanese Black ประมาณค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ

อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในช่วงการทดสอบลูกกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกได้เท่ากับ 0.08 และ 0.07 ตามลำดับ

3.14 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก

จากการศึกษาของ Kahi and Hirooka (2005) ในโคเนื้อพันธุ์ Japanese Black พบว่าลักษณะทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์กันทั้งทางพันธุกรรม และลักษณะปรากฏ (0.00)

3.15 ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูก

จากการตรวจเอกสารระหว่างปี 1999 ถึง 2005 พบว่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูกแบ่งออกเป็นสหสัมพันธ์ลักษณะทางพันธุกรรม 8 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง -0.93 ถึง 0.25 และสหสัมพันธ์ปรากฏ 2 ค่า มีค่าอยู่ระหว่าง -0.06 ถึง 0.17 ซึ่งรายละเอียดของผู้ศึกษาแสดงไว้ในตารางที่ 10

จากงานทดลองข้างต้น ความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์อาจมีผลเนื่องมาจาก 1) จำนวนข้อมูล พันธุ์โค ประเทศที่เลี้ยง และการจัดการที่ต่างกันย่อมทำให้ค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้มีค่าแตกต่างกัน (Gutierrez *et al*., 2002; Oyama *et al.*, 2004; Roughsedge *et al*., 2005) และ 2) วิธีการประมาณค่าความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม (Covariance) ที่ต่างกัน (Frazier *et al*., 1999; Meyer *et al*., 2004; Roughsedge *et al*., 2005)

ตารางที่ 10 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านม (WW) และอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) กับระยะห่างของการให้ลูก (CI)

แหล่งที่มา	พันธุ์โค	WW x CI		AFC x CI	
		r_G	r_P	r_G	r_P
Newman and Deland (1991)	-	0.75	-	-	-
Frazier *et al*. (1999)	Angus	-	-	-0.93 ถึง -0.06	-0.06 ถึง -0.10
Gutierrez *et al.* (2002)	Asturiana de los Valles	-	-	0.23	-
Oyama *et al.* (2004)	Japanese Black	-	-	0.25	-
Kahi and Hirooka (2005)	Japanese Black	-0.10	-0.09	0.05	0.17
Roughsedge *et al.* (2005)	Limousin	0.15	-	-0.07	-
	Simmental	0.00	-	-0.35	-
	Aberdeen Angus	-0.17	-	-0.13	-
	South Devon	0.36	-	-0.71	-
Gutierrez *et al.* (2007)	Asturiana de los Valles	-0.68	-	-	-

พารามิเตอร์ r_G = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และ r_P = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

4. คุณค่าการผสมพันธุ์ (breeding value, BV)

คุณค่าการผสมพันธุ์ เป็นค่าที่ประมาณขึ้นมาจากข้อมูลลักษณะปรากฏ และข้อมูลพันธุ์ประวัติของสัตว์ จึงทำให้นักปรับปรุงพันธุ์เรียกค่านี้ว่า estimated breeding value (EBV)

ค่า EBV คือ ค่าที่แสดงถึงอิทธิพลเนื่องจากผลจากการรวมสะสมของยีนที่มีผลต่อลักษณะใด ๆ ของสัตว์ตัวหนึ่ง ๆ เป็นค่าที่สามารถถ่ายทอดจากรุ่นพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกได้

ค่าอิทธิพลคงที่ และค่าอิทธิพลสุ่ม จัดเป็นพารามิเตอร์ในแบบหุ่นคณิตศาสตร์ที่ต้องประมาณค่า โดยการประมาณค่าอิทธิพลคงที่เรียกว่า estimation ส่วนการประมาณค่าอิทธิพลสุ่มเรียกว่า prediction และค่าของอิทธิพลคงที่ และอิทธิพลแบบสุ่มที่ประมาณได้เรียกว่า estimator และ Predictor ตามลำดับ วิธีการประมาณค่าอิทธิพลสุ่มนั้นมีหลายวิธีด้วยกัน แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือวิธี best linear unbiased prediction (BLUP) พัฒนาโดย Henderson (1984) ที่สามารถประมาณค่าอิทธิพลคงที่และทำนายอิทธิพลสุ่มได้พร้อม ๆ กัน โดยสมการใช้ทำนายตัวแปรสุ่ม เช่น คุณค่าการผสมพันธุ์ จะอยู่ในรูปเส้นตรง ค่าประมาณอิทธิพลคงที่ และค่าทำนายอิทธิพลสุ่มที่ได้เป็นค่าที่ไม่มีอคติ และความน่าจะเป็นของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงกับค่าทำนายมีค่าสูงสุด หรือความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนมีค่าน้อยที่สุด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ข้อมูลโคกำแพงแสนที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลระหว่างปี พ.ศ. 2523 ถึง 2551 ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งรวบรวมข้อมูลจาก 11 ฟาร์ม คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโคฯ ล้อสุกลฟาร์ม มั่นแก่นฟาร์ม นันทราฟาร์ม เทียบประทานพรฟาร์ม ไทยเสรีฟาร์ม หนูเนียมฟาร์ม ฟาร์มชวนชื่น แสงสว่างฟาร์ม วัลลภฟาร์ม และฟาร์มแสงพรมทิพย์

2. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมวิเคราะห์ด้วยวิธี REML ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป VCE 5.1.2 (Kovac and Groeneveld, 2003) ค่า EBV วิเคราะห์ด้วยวิธี best linear unbiased prediction (BLUP) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 BeefPack 2.5 (Duangjinda *et al.*, 2004) และเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

วิธีการ

1. ข้อมูลที่ใช้ศึกษา

ข้อมูลโคกำแพงแสนที่รวบรวมได้ประกอบด้วยลักษณะน้ำหนักแรกคลอดจำนวน 3,160 ข้อมูล น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันจำนวน 2,151 ข้อมูล น้ำหนักเมื่ออายุ 365 วันจำนวน 638 ข้อมูล อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมจำนวน 2,151 ข้อมูล อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกจำนวน 412 ข้อมูล และระยะห่างของการให้ลูกจำนวน 663 ข้อมูล โดยมีพันธุ์ประวัติ 6,633 บันทึก

การปรับน้ำหนักเมื่อหย่านม 205 วัน และปรับน้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี (365วัน) ตามวิธีของ Legates and Warwick (1990) ดังสมการ (1) และ (2) ตามลำดับ

1.1 น้ำหนักเมื่อหย่านม ใช้สมการปรับน้ำหนักหย่านม 205 วัน ดังนี้

$$\text{น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน} = \frac{\text{WW - BW}}{\text{อายุที่ชั่งน้ำหนักหย่านม}} \times 205 + \text{BW} \qquad (1)$$

โดยที่ WW = น้ำหนักที่ชั่งเมื่อหย่านม
BW = น้ำหนักแรกคลอด

1.2 น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี ใช้สมการปรับน้ำหนักเมื่ออายุ 365 วัน ดังนี้

$$\text{น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน} = \frac{\text{YW - WW}}{\text{อายุที่ชั่งน้ำหนัก 1 ปี}} \times 160 + \text{WWA} \qquad (2)$$

โดยที่ YW = น้ำหนักที่ชั่งเมื่ออายุ 1 ปี
WW = น้ำหนักที่ชั่งเมื่อหย่านม
WWA = น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันตามอายุของแม่

2. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

2.1 การกระจายของข้อมูล และตรวจสอบข้อมูลที่มีความผิดปกติ

ตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1996) โดยใช้คำสั่ง PROC MEANS และ PROC UNIVARIATE ดังนั้นจำนวนข้อมูลของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้จึงมี 2,997 2,057 499 2,057 400 และ 596 ข้อมูลตามลำดับ และการกระจายของข้อมูลของลักษณะดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 17 ถึง 50 กิโลกรัม, 67.34 ถึง 305.89 กิโลกรัม, 152.27 ถึง 350.30 กิโลกรัม, 263.27 ถึง 1,350.20 กรัมต่อวัน 1.62 ถึง 6.61 ปี และ 304 ถึง 1840 วันตามลำดับ

2.2 วิเคราะห์ทดสอบอิทธิพลของปัจจัยคงที่

ทดสอบอิทธิพลคงที่ที่คาดว่าจะมีผลต่อลักษณะที่ศึกษา เช่น เพศ (sex) ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด (herd-year-season) ระดับการพัฒนา (develop) และอายุของแม่เมื่อคลอดลูก (age of dam) โดยฤดูที่เกิดแบ่งเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูร้อน (เดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคม) ฤดูฝน (เดือนมิถุนายนถึงเดือนกันยายน) และฤดูหนาว (เดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม) ระดับการพัฒนาแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ระดับที่ 1, 2, 3, 4 และ 5 และอายุของแม่เมื่อคลอดลูกแบ่งเป็น 5 ระดับคือ 2 ปี 3 ปี 4 ปี 5 ถึง 9 ปี และ 10 ปีขึ้นไป โดยวิธีการ least square ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1996) เพื่อนำปัจจัยคงที่ที่มีผลต่อลักษณะที่ศึกษาไปใช้ในแบบหุ่นจำลองทางสถิติในขั้นตอนการวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม และค่าคุณค่าการผสมพันธุ์

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

วิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม เช่น ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม (σ_A^2) ค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือ (σ_e^2) ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ (σ_p^2) ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกตามแบบหุ่นเส้นตรงทางสถิติ 2 แบบหุ่น โดยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป VCE 5.1.2 (Kovac and Groeneveld, 2003)

1) แบบหุ่นที่ 1 (animal model)

$$y = Xb + Zu + e \qquad (3)$$

โดยที่ y = เวคเตอร์ (vector) ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก

b = เวคเตอร์ของอิทธิพลคงที่ (fixed effects) ประกอบด้วย เพศ ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด ระดับการพัฒนา และอายุของแม่เมื่อคลอดลูก

u = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่ม (random effect) สำหรับตัวสัตว์

e = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มส่วนที่เหลือ (residual error)

X,Z = อินซิเดนซ์เมทริกซ์ (incidence matrices) อิทธิพลคงที่ และอิทธิพลสุ่มสำหรับตัวสัตว์ ตามลำดับ

โครงสร้างของความแปรปรวนคือ

$$\text{var}\begin{bmatrix} u \\ e \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} \text{G} & 0 \\ 0 & \text{I}\sigma_e^2 \end{pmatrix}; \text{เมื่อ } \text{G} = \text{A}\sigma_A^2$$

$$= \begin{pmatrix} \text{A}\sigma_A^2 & 0 \\ 0 & \text{I}\sigma_e^2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

เมื่อ A = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสัตว์ในประชากร (numerator relationship matrix)

I = identity matrix

σ_A^2 = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม

σ_e^2 = ค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือ

ดังนั้น mixed model equations (MME) นำเสนอโดย Henderson (1984) สำหรับ animal model ดังสมการที่ 5

$$\begin{bmatrix} \text{X}'\text{X} & \text{X}'\text{Z} \\ \text{Z}'\text{X} & \text{Z}'\text{Z}+\text{A}^{-1}\dfrac{\sigma_e^2}{\sigma_A^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{X}'y \\ \text{Z}'y \end{bmatrix} \quad (5)$$

เมื่อ A^{-1} = ส่วนกลับของเมทริกซ์ A

2) แบบหุ่นที่ 2 (animal model with maternal effect)

$$y = \mathbf{X}b + \mathbf{Z}_1u + \mathbf{Z}_2m + e \quad (6)$$

โดยที่ y = เวคเตอร์ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

b = เวคเตอร์ของอิทธิพลคงที่ประกอบด้วย เพศ ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด และระดับการพัฒนา

u = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มสำหรับตัวสัตว์

m = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่ (maternal effect)

e = เวคเตอร์ของอิทธิพลสุ่มส่วนที่เหลือ

X, Z_1, Z_2 = อินซิเดนซ์เมทริกซ์อิทธิพลคงที่ อิทธิพลสุ่มสำหรับตัวสัตว์ และอิทธิพลสุ่มเนื่องจากอิทธิพลของแม่ตามลำดับ

โครงสร้างของความแปรปรวนคือ

$$\text{var}\begin{bmatrix} u \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{pmatrix} A\sigma_A^2 & A\sigma_{AM} & 0 \\ A\sigma_{AM} & A\sigma_M^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{pmatrix} \quad (7)$$

เมื่อ A = เมทริกซ์ของความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสัตว์ในประชากร

I = identity matrix

σ_A^2 = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม

σ_e^2 = ค่าความแปรปรวนส่วนที่เหลือ

σ_M^2 = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่

σ_{AM} = ค่าความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์กับอิทธิพลของแม่

ดังนั้น MME นำเสนอโดย Henderson (1984) สำหรับ animal model with maternal effect ดังสมการที่ 8

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z_1 & X'Z_2 \\ Z_1'X & Z_1'Z_1+A^{-1}\frac{\sigma_e^2}{\sigma_A^2} & Z_1'Z_2+A^{-1}\frac{\sigma_e^2}{\sigma_{AM}} \\ Z_2'X & Z_2'Z_1+A^{-1}\frac{\sigma_e^2}{\sigma_{AM}} & Z_2'Z_2+A^{-1}\frac{\sigma_e^2}{\sigma_M^2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b \\ m \\ u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'y \\ Z_1'y \\ Z_2'y \end{bmatrix} \quad (8)$$

ค่าอัตราพันธุกรรม (h_a^2) และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ (h_m^2) คำนวณได้จากสมการที่ 9 และ 10 ตามลำดับ

$$h_a^2 = \frac{\sigma_A^2}{\sigma_P^2} \quad (9)$$

เมื่อ σ_A^2 = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรม

σ_P^2 = ค่าความแปรปรวนลักษณะปรากฏ

$$h_m^2 = \frac{\sigma_M^2}{\sigma_P^2} \quad (10)$$

เมื่อ σ_M^2 = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่

σ_P^2 = ค่าความแปรปรวนลักษณะปรากฏ

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ คำนวณได้จากสูตร

$$r_{P(X,Y)} = \frac{cov_P(X,Y)}{\sqrt{\sigma^2_{P(X)}}\sqrt{\sigma^2_{P(Y)}}} \quad (11)$$

เมื่อ $r_{P(X,Y)}$ = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะ X และ Y

$cov_P(X,Y)$ = ค่าความแปรปรวนลักษณะปรากฏร่วมระหว่างลักษณะ X และ Y

$\sigma^2_{P(X)}$ = ความแปรปรวนลักษณะปรากฏของลักษณะ X

$\sigma^2_{P(Y)}$ = ความแปรปรวนลักษณะปรากฏของลักษณะ Y

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ ($S.E.(r_p)$) คำนวณได้จากสูตร

$$S.E.(r_p)=\sqrt{\frac{1-r_p^2}{n-2}} \quad (12)$$

เมื่อ r_P = ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

n = จำนวนค่าสังเกต

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม คำนวณได้จากสูตร

$$r_{G(X,Y)}=\frac{cov_G(X,Y)}{\sqrt{\sigma^2_{G(X)}}\sqrt{\sigma^2_{G(Y)}}} \quad (13)$$

เมื่อ $r_{G(X,Y)}$ = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะ X และ Y

$cov_G(X,Y)$ = ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมร่วมระหว่างลักษณะ X และ Y

$\sigma^2_{G(X)}$ = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะ X

$\sigma^2_{G(Y)}$ = ความแปรปรวนทางพันธุกรรมของลักษณะ Y

ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ($S.E.(r_G)$) คำนวณได้จากสูตร

$$S.E.(r_G)=\frac{1-r_G^2}{\sqrt{2}}\sqrt{\frac{S.E.(h^2_X)S.E.(h^2_Y)}{h^2_X h^2_Y}} \quad (14)$$

เมื่อ r_G = ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

$S.E.(h^2_X)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ X

$S.E.(h^2_Y)$ = ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ Y

h^2_X = ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ X

h^2_Y = ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะ Y

2.4 การทำนายคุณค่าการผสมพันธุ์

การทำนายคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม ทำนายค่าตามแบบหุ่นจำลองทางสถิติที่ 1 และ 2 คำนวณจากวิธี BLUP ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90 BeefPack 2.5 (Duangjinda *et al.*, 2004)

3. สถานที่และระยะเวลาทำการวิจัย

สถานที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค สถาบันสุวรรณวาจกกสิกิจเพื่อการค้นคว้าและพัฒนาปศุสัตว์และผลผลิตจากสัตว์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และวิเคราะห์ข้อมูลนี้ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ซึ่งใช้ระยะเวลาทำการวิจัยตั้งแต่เดือนสิงหาคม 2550 ถึงเดือนมกราคม 2551

ผลและวิจารณ์

1. ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก

ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกของโคกำแพงแสนในการศึกษาครั้งนี้ ดังแสดงในตารางที่ 11

ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดของประชากรโคกำแพงแสนมีค่าเท่ากับ (mean±SD) 29.47±5.29 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรโคเนื้อประเทศไทย พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับประชากรโคลูกผสม (Brahman 25% Charolais 50% และโคพื้นเมือง 25%) มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 29.06±6.87 กิโลกรัม (วริษา, 2539) แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดในประชากรโคพันธุ์ Brahman มีค่าเท่ากับ (mean±SE) 27.78±3.56 กิโลกรัม (สมมาตร และคณะ, 2541) และประชากรโคพื้นเมืองซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 14.2 ถึง 17.7 กิโลกรัม (กิตติ, 2546; วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในการศึกษาครั้งนี้ จากรายงานฉบับอื่นอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของระดับสายเลือดของโคพันธุ์ Charolais

ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันของประชากรโคกำแพงแสนมีค่าเท่ากับ (mean±SD) 155.36±32.76 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับโคลูกผสม (Brahman 25% Charolais 50% และพื้นเมือง 25%) มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 145.93±37.70 กิโลกรัม (วริษา, 2539) และโคพันธุ์ Brahman มีค่าเท่ากับ (mean±SE) 153.11±18.83 กิโลกรัม (สมมาตร และคณะ, 2541) แต่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดในประชากรโคพื้นเมืองซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 80.2 ถึง 117.7 กิโลกรัม (กิตติ, 2546; วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์

ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันของประชากรโคกำแพงแสนมีค่าเท่ากับ (mean±SD) 254.17±53.44 กิโลกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานของ วัชรินทร์ (2540) ศึกษาในโคพันธุ์ Brahman มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 195.66±47.31 กิโลกรัม และประชากรโคพื้นเมืองซึ่งมีค่า

อยู่ในช่วง 111.7 ถึง 126.7 กิโลกรัม (กิตติ, 2546) ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์

ค่าเฉลี่ยของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมของประชากรโคกำแพงแสนที่ศึกษามีค่าเท่ากับ (mean±SD) 625.00±152.85 กรัมต่อวันซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรโคเนื้อประเทศไทย พบว่าใกล้เคียงกับโคลูกผสม (Brahman 25% Charolais 50% และโคพื้นเมือง 25%) ที่มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 0.56±0.19 กิโลกรัมต่อวัน (วริษา, 2539) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมในประชากรโคพันธุ์ Brahman ที่มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 0.868±0.48 กิโลกรัมต่อวัน (วัชรินทร์, 2540) และมีค่าสูงกว่าประชากรโคพื้นเมืองซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 323.0 ถึง 470.8 กรัมต่อวัน (กิตติ, 2546) ซึ่งสาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์ดังที่กล่าวข้างต้น

ค่าเฉลี่ยของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกของประชากรโคกำแพงแสนที่ศึกษา มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 3.44±1.05 ปี ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่ารายงานของ Gutierrez *et al.* (2002) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Asturiana de los Valles (2.91 ปี) Oyama *et al.* (2004) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Japanese Black (2.1 ปี) Forni and Albuquerque (2005) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Nelore (2.92 ปี) และ Roughsedge *et al.* (2005) ศึกษาในโคพันธุ์ Aberdeen Angus Limousin Simmental และ South Devon มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 2.64±0.25, 2.78±0.26, 2.74±0.38 และ 2.62±0.27 ปี ตามลำดับ สาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์ คุณภาพของอาหารข้น และการจัดการเลี้ยงดู

ค่าเฉลี่ยของลักษณะระยะห่างของการให้ลูกของประชากรโคกำแพงแสนที่ศึกษา มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 587.52±258.54 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประชากรโคเนื้อต่างประเทศ พบว่ามีค่าสูงกว่ารายงานของ Gutierrez *et al.* (2002; 2007) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Asturiana de los Valles (398.6 ถึง 488.03 วัน) Oyama *et al.* (2004) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 402.4±65.79 วัน และ Roughsedge *et al.* (2005) ศึกษาในโคพันธุ์ Aberdeen Angus, Limousin, Simmental และ South Devon มีค่าเท่ากับ (mean±SD) 391±63, 402±58, 397±54 และ 398±63 วัน ตามลำดับ สาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์ คุณภาพของอาหารข้น และการจัดการเลี้ยงดู

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกในโคกำแพงแสน

ลักษณะ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย±SD
น้ำหนักแรกคลอด (กิโลกรัม)	2,997	29.47±5.29
น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (กิโลกรัม)	2,057	155.36±32.76
น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (กิโลกรัม)	499	254.17±53.44
อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (กรัม/วัน)	2,057	625.00±152.85
อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (ปี)	400	3.44±1.05
ระยะห่างของการให้ลูก (วัน)	596	587.78±258.40

2. อิทธิพลที่มีผลต่อลักษณะที่ศึกษา

เพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ365 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 12 ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ วริษา (2539) ที่ศึกษาในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม และกิตติ (2546) ที่ศึกษาในประชากรโคพื้นเมืองในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิดมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก ($P<0.01$) ดังแสดงในตารางที่ 12 สอดคล้องกับรายงานของ วริษา (2539) ที่ศึกษาอิทธิพลของปีที่เกิดในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม กิตติ (2546) ที่ศึกษาในประชากรโคพื้นเมืองในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม และ Gutierrez *et al.* (2002; 2007) ที่ศึกษาในโคพันธุ์ Asturiana de los Valles ในลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก

ระดับการพัฒนามีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม และอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 17

ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square ตามระดับการพัฒนา (ตารางที่ 13) พบว่าระดับการพัฒนาที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับการพัฒนาที่ 1 ($P<0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างระดับการพัฒนาที่ 2, 3, 4 และ 5 จะมีแนวโน้มคงที่ ($P>0.05$) ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในระดับการพัฒนาที่ 3, 4 และ 5 มีจำนวนข้อมูลน้อย จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับการพัฒนาดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูง

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square ของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (ตารางที่ 13) พบว่า ระดับการพัฒนาที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับการพัฒนาที่ 1 และ 3 ($P<0.05$) ซึ่งความแตกต่างระหว่างระดับพัฒนาที่ 2 และ 3 อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากระดับการพัฒนาที่ 3 มีการผสม-พันธุ์ระหว่างเครือญาติ จึงทำให้ค่าอัตราเลือดชิด (inbreed) มีค่าสูง ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมเลือดชิด (inbreeding depression) และความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในระดับการพัฒนาที่ 3 และ 4 มีจำนวนข้อมูลน้อย จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับการพัฒนาดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูง

ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square ตามระดับการพัฒนา 1, 2 และ 3 (ตารางที่ 13) พบว่าระดับการพัฒนาที่ 1 และ 2 มีแนวโน้มคงที่ ($P>0.05$) แต่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับการพัฒนาที่ 3 ($P<0.05$) อย่างไรก็ตามข้อมูลในการศึกษาลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันยังมีจำนวนข้อมูลน้อย จึงทำให้ค่าเฉลี่ย least square แยกตามระดับการพัฒนามีความน่าเชื่อถือต่ำ

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ตารางที่ 13) พบว่า ระดับการพัฒนาที่ 2 มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระดับการพัฒนาที่ 1 และ 3 ($P<0.05$) ซึ่งความแตกต่างระหว่างระดับพัฒนาที่ 2 และ 3 อาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน คือ เกิดความเสื่อมของลักษณะเนื่องจากการผสมเลือดชิด ในระดับการพัฒนาที่ 3 และความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในระดับ

การพัฒนาที่ 3 และ 4 มีจำนวนข้อมูลน้อย จึงทำให้ค่าเฉลี่ยของระดับการพัฒนาดังกล่าวมีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูง

ลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย least square ตามระดับการพัฒนา 1, 2, 3 และ 4 (ตารางที่ 13) พบว่ามีแนวโน้มคงที่ (P=0.04) แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลในการศึกษาลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก ยังมีจำนวนข้อมูลน้อย จึงทำให้ค่าเฉลี่ย least square แยกตามระดับการพัฒนามีความน่าเชื่อถือต่ำ

อายุของแม่เมื่อคลอดลูกมีอิทธิพลต่อน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (P<0.01) ดังแสดงในตารางที่ 12 สอดคล้องกับรายงานของ วริษา (2539) ที่ศึกษาอิทธิพลของอายุของแม่เมื่อคลอดลูกในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม และกิตติ (2546) ที่ศึกษาในประชากรโคพื้นเมืองในลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านม น้ำหนักเมื่ออายุ 1 ปี และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ดังนั้นอิทธิพลคงที่สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมจึงประกอบด้วย อิทธิพลของเพศ ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด ระดับการพัฒนา และอายุของแม่เมื่อคลอดลูก ส่วนอิทธิพลคงที่สำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน ประกอบด้วย เพศ ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด และระดับการพัฒนา ในขณะที่อิทธิพลคงที่สำหรับลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกประกอบด้วย ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด และระดับการพัฒนา และอิทธิพลคงที่สำหรับลักษณะระยะห่างของการให้ลูก คือ ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด

3. ค่าความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม

ค่าความแปรปรวน (variance component) และความแปรปรวนร่วม (covariance component) ทางพันธุกรรม และลักษณะปรากฏ ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก ที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 เพื่อใช้ใน

การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าว แสดงในตารางที่ 14 และ 15 ตามลำดับ

ตารางที่ 12 อิทธิพลของ เพศ (sex) ฝูงสัตว์-ปีที่เกิด-ฤดูที่เกิด (HYS) ระดับการพัฒนา (D) และอายุของแม่เมื่อคลอดลูก (AOD) ที่มีผลต่อลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน

traits	sex		HYS		D		AOD	
	ระดับ	P-value	ระดับ	P-value	ระดับ	P-value	ระดับ	P-value
BW	2	<0.0001	222	<0.0001	5	0.0023	5	<0.0001
WW	2	0.0017	125	<0.0001	4	<0.0001	5	<0.0001
YW	2	<0.0001	65	<0.0001	4	<0.0001	5	0.8053
ADG	2	0.0057	125	<0.0001	4	<0.0001	5	0.0017
AFC	1	-	113	<0.0001	4	0.0351	5	0.6960
CI	1	-	82	<0.0001	3	0.2660	5	0.7131

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน โดยแยกตามอิทธิพลของระดับการพัฒนา (D)

traits	D	จำนวนข้อมูล	LS mean±SE
BW	1	1,415	28.43±0.25[a]
	2	1,252	29.16±0.24[bc]
	3	284	28.45±0.37[ac]
	4	40	27.05±0.92[a]
	5	6	30.17±2.11[ac]
WW	1	1,087	147.30±1.57[bd]
	2	809	153.56±1.48[a]
	3	148	136.41±2.64[ce]
	4	13	138.36±8.22[ade]
YW	1	258	239.18±4.62[a]
	2	178	233.61±4.31[a]
	3	56	212.88±6.10[b]
	4	7	214.35±16.08[ab]
ADG	1	1,087	619.22±7.28[b]
	2	809	647.04±6.88[a]
	3	148	571.12±12.22[c]
	4	13	589.10±38.07[abc]
AFC	1	206	3.23±0.11[a]
	2	165	3.64±0.12[bc]
	3	24	3.61±0.24[ac]
	4	5	3.85±0.59[ac]
CI	1	418	536.57±32.61
	2	158	591.20±34.27
	3	20	516.67±73.85

[a, b, c, d] แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 14 ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (เส้นทแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ในวงเล็บ) ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทะแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ลักษณะ	BW	WW	YW	ADG	AFC	CI
BW	10.43 (26.19)	33.03	8.32	106.28	-0.55	48.62
WW	48.90	256.18 (759.70)	115.59	1,073.17	-1.63	598.83
YW	27.97	619.61	353.71 (1,332.22)	582.90	1.05	-902.93
ADG	114.20	3,429.80	2,753.60	4,681.03 (16,195.80)	-7.04	2,554.79
AFC	-0.43	1.17	-1.52	7.30	0.06 (0.81)	-9.58
CI	-88.50	-211.00	-719.00	-193.60	-7.20	5,339.83 (59,489.90)

ตารางที่ 15 ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (เส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ในวงเล็บ) ความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทะแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ลักษณะ *	BW_D	BW_M	WW_D	WW_M	ADG_D	ADG_M
BW_D	5.31 (23.32)	-1.31	15.17	8.80	50.23	51.16
BW_M		3.58	-3.32	14.26	-11.14	51.17
WW_D	49.15		60.81 (742.89)	-2.74	234.90	-11.96
WW_M				194.14	-58.85	844.23
ADG_D	126.10		3,341.90		950.58 (15,694.00)	-232.78
ADG_M						3,760.88

* D = direct effect, M = maternal effect

4. ค่าอัตราพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม อายุที่ให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 (animal model) ดังแสดงในตารางที่ 16 ส่วนค่าอัตราพันธุกรรม และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากแม่ ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 (animal model with maternal effect) ดังแสดงในตารางที่ 17

4.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 ($h^2 \pm SE$ = 0.398±0.033) มีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 ($h_a^2 \pm SE$ = 0.228±0.039) โดยอิทธิพลเนื่องจากแม่จะส่งผลให้ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องมาจากตัวสัตว์ลดลง จึงทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมจากแบบหุ่นที่ 2 มีค่าน้อยกว่าแบบหุ่นที่ 1 ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมทั้ง 2 แบบหุ่นมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกับการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของโคเนื้อในประเทศไทย (0.25 ถึง 0.44) (วริษา, 2539; สมมาตร และคณะ, 2541; พรรณวดี และคณะ, 2542; กิตติ, 2546; วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) และค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องมาจากแม่ (h_m^2) มีค่าเท่ากับ ($h_m^2 \pm SE$) 0.153±0.017 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษาในประชากรโคพื้นเมือง (0.19) โดยวุฒิพงษ์ และคณะ (2550) ประชากรโคพันธุ์ Brangus (0.19) โดย Kriese *et al.* (1991) และประชากรโคพันธุ์ Charolais (0.11-0.12) (Eriksson *et al.* 2004a, b; Phocas and Laloe, 2004) แต่อย่างไรก็ตามค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดจากการศึกษาครั้งนี้มีค่าต่ำกว่ารายงานในประชากรโคพันธุ์ Gelbvieh (0.51 ถึง 0.52) ที่ศึกษาโดย Iwaisaki *et al.* (2005) สาเหตุของความแตกต่างอาจเนื่องมาจากแบบหุ่น (Aziz *et al*., 2005; Iwaisaki *et al*., 2005; Gutierrez *et al.*, 2006) พันธุ์สัตว์ (Mattos *et al*., 2000; Aziz *et al*., 2005; Iwaisaki *et al.*, 2005) ความแปรปรวนทางพันธุกรรมในประชากร (Gregory *et al*.,1995b,c; Aziz *et al*., 2005) และการจัดการที่มีความเหมาะสมของแม่พันธุ์ (Javier, 2004)

4.2 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 ($h^2 \pm SE$ = 0.337±0.044) มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของประชากร

โคพื้นเมืองไทย (0.29) (วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) และโคพันธุ์ Brahman (0.33) (สมมาตร และคณะ, 2541) ค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 (h_a^2 ±SE = 0.082±0.029) มีค่าน้อยกว่าค่าอัตราพันธุกรรมของฝูงโคเนื้อ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (0.17) (วริษา, 2539) และโคพื้นเมือง (0.18 ถึง 0.30) (กิตติ, 2546) ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากแม่ (h_m^2) มีค่าเท่ากับ (h_m^2 ±SE) 0.261±0.020 มีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในประชากรโคพื้นเมือง (0.26) โดยวุฒิพงษ์ และคณะ (2550) แต่มีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องจากแม่ที่รายงานในประชากรโคพันธุ์ Brahman (0.18) (Carlos and Vargas, 2000) และโคพันธุ์ Charolais (0.09) (Phocas and Laloe, 2004) เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากทั้งสองแบบหุ่นพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนเนื่องมาจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากแบบหุ่นที่ 1 ได้มีการรวมอิทธิพลของแม่เข้าไปด้วย เช่น ความสามารถในการผลิตน้ำนม (วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) จึงทำให้ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากแบบหุ่นที่ 1 มีค่าความแปรปรวนสูงกว่าค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากแบบหุ่นที่ 2

4.3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน มีค่าเท่ากับ (h^2 ±SE) 0.266±0.177 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของโคพื้นเมือง (0.18 ถึง 0.22) รายงานโดย กิตติ (2546) แต่มีค่าต่ำกว่ารายงานค่าอัตราพันธุกรรมในประชากรโคพันธุ์ Hereford, Gelbvieh, Angus และ Shorthorn ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.42 ถึง 0.48 (Koch *et al*., 2004; Iwaisaki *et al.,* 2005; Williams *et al.,* 2006) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมในประชากรที่ศึกษามีค่าสูงทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่คำนวณได้มีค่าสูง (Gregory *et al*.,1995b,c; Aziz *et al*., 2005) และจำนวนค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่อพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อยจึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูง

4.4 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 (h^2 ±SE = 0.289±0.044) มีค่าใกล้เคียงกับรายงานค่าอัตราพันธุกรรมของประชากรโคพื้นเมือง (0.16 ถึง 0.26) ที่ศึกษาโดย กิตติ (2546) แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำกว่า

รายงานของประชากรโคพันธุ์ Brahman (0.46) ที่ศึกษาโดย วัชรินทร์ (2540) ค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 (h_a^2 = 0.061) มีค่าใกล้เคียงกับรายงานค่าอัตราพันธุกรรมในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน (0.13) ที่ศึกษาโดย วริษา (2539) ค่าอัตราพันธุกรรมเนื่องมาจากแม่ (h_m^2) มีค่าเท่ากับ (mean±SE) 0.240±0.021 ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานค่าอัตราพันธุกรรมของกิตติ (2546) ที่ศึกษาในประชากรโคพื้นเมือง (0.14 ถึง 0.21) เมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากทั้งสองแบบหุ่นพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 มีค่าสูงกว่าค่าอัตราพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องมาจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากแบบหุ่นที่ 1 ได้มีการรวมอิทธิพลของแม่เข้าไปด้วย จึงทำให้ค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 มีค่ามากกว่าค่าความแปรปรวนทางพันธุกรรมเนื่องมาจากตัวสัตว์ที่วิเคราะห์ได้จากแบบหุ่นที่ 2

4.5 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก มีค่าเท่ากับ (h^2 ±SE) 0.071±0.095 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับประชากรโคพันธุ์ Nelore (0.06 ถึง 0.08) ที่รายงานโดย Forni and Albuquerque (2005) และประชากรโคพันธุ์ South Devon (0.07) ที่รายงานโดย Roughsedge *et al.* (2005) แต่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำกว่ารายงานในประชากรโคพันธุ์ Simmental (0.24) และประชากรโคพันธุ์ Aberdeen Angus (0.23) ที่รายงานโดย Roughsedge *et al.* (2005) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และจำนวนค่าเฉลี่ยของข้อมูลต่อพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อยจึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าสูง

4.6 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะระยะห่างของการให้ลูก

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก มีค่าเท่ากับ (h^2 ±SE) 0.090±0.046 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานค่าอัตราพันธุกรรมในประชากรโคพันธุ์ Asturina de los Valles (0.12 ถึง 0.13) (Goyache and Gutierrez, 2001; Gutierrez *et al*., 2002; 2007) โดยค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะระยะห่างของการให้ลูกอยู่ในระดับต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงลักษณะดังกล่าวจะมีความก้าวหน้าช้า และควรมีการปรับปรุงสภาพแวดล้อมไปพร้อมกัน เช่น การจัดการด้านอาหาร และการเลี้ยงดู

ตารางที่ 16 ค่าอัตราพันธุกรรม (เส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ลักษณะ	BW	WW	YW	ADG	AFC	CI
BW	0.398 (0.033)	0.639 (0.073)	0.137 (0.190)	0.481 (0.091)	-0.694 (0.300)	0.206 (0.179)
WW	0.347 (0.021)	0.337 (0.044)	0.384 (0.167)	0.980 (0.004	-0.417 (0.365)	0.512 (0.240)
YW	0.150 (0.044)	0.616 (0.035)	0.266 (0.177)	0.453 (0.178)	0.229 (0.626)	-0.657 (0.460)
ADG	0.175 (0.022)	0.978 (0.005)	0.593 (0.036)	0.289 (0.044)	-0.420 (0.378)	0.511 (0.248)
AFC	-0.093 (0.050)	0.047 (0.050)	-0.046 (0.050)	0.064 (0.050)	0.071 (0.095)	-0.535 (0.551)
CI	-0.071 (0.041)	-0.031 (0.041)	-0.081 (0.045)	0.006 (0.045)	-0.033 (0.050)	0.090 (0.046)

parentheses is standard error

ตารางที่ 17 ค่าอัตราพันธุกรรม (เส้นทแยงมุม) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ลักษณะ*	BW_D	BW_M	WW_D	WW_M	ADG_D	ADG_M
BW_D	0.228 (0.039)	-0.301 (0.113)	0.844 (0.050)	0.274 (0.075)	0.707 (0.140)	0.362 (0.108)
BW_M		0.153 (0.017)	-0.225 (0.133)	0.541 (0.129)	-0.191 (0.130)	0.441 (0.081)
WW_D	0.373 (0.020)		0.082 (0.029)	-0.025 (0.194)	0.977 (0.013)	-0.025 (0.124)
WW_M				0.261 (0.020)	-0.137 (0.132)	0.988 (0.001)
ADG_D	0.247 (0.021)		0.979 (0.005)		0.061 (0.029)	-0.123 (0.242)
ADG_M						0.240 (0.021)

* D = direct effect, M = maternal effect

parentheses is standard error

5. ค่าสหสัมพันธ์

5.1 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน น้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม น้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก น้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูก น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับระยะห่างของการให้ลูก น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับระยะห่างของการให้ลูก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก และอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูกที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 16 ส่วนค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 17

1) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 ($r_G \pm SE = 0.639 \pm 0.073$) มีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 ($r_G \pm SE = 0.844 \pm 0.050$) โดยความแตกต่างดังกล่าวมีสาเหตุเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลแบบบวกสะสมกับอิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องมาจากแม่มีค่าเป็นลบ ส่งผลให้ความแปรปรวนระหว่างอิทธิพลแบบบวกสะสมมีค่าสูงขึ้น ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมในโคพื้นเมืองที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.53 ถึง 0.92 (กิตติ, 2546; วุฒิพงษ์และคณะ, 2550) แต่มีค่าสูงกว่ารายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมในประชากรโคพันธุ์ Brangus (0.14) และประชากรโคพันธุ์ Charolais (0.39) ที่ศึกษาโดย Kriese *et al.* (1991) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจาก

พันธุ์สัตว์ การจัดการด้านอาหาร เช่น คุณภาพของอาหารหยาบ และความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (Koch *et al.*, 2004) รวมทั้งการปรับอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อม ทำให้ตัดอิทธิพลร่วมระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมออกไป ดังนั้นหากทำการคัดเลือกโคที่มีน้ำหนักแรกคลอดสูง อาจทำให้น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันของโคสูงขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามหากน้ำหนักแรกคลอดสูงขึ้นอาจส่งผลทำให้เกิดการคลอดยาก เนื่องจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างน้ำหนักแรกคลอดกับความคลอดง่าย (calving ease) ที่ศึกษาโดย Gutierrez *et al.* (2007) มีความสัมพันธ์กันระดับปานกลาง (0.604) ในขณะค่าความสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างการคลอดง่ายกับน้ำหนักเมื่อหย่านมอยู่ในระดับต่ำ (0.358)

2) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.137±0.190 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ารายงานในประชากรโคพื้นเมืองที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.34 ถึง 0.88 (กิตติ, 2546) ความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันที่ใช้ในการวิเคราะห์มีเพียง 499 ข้อมูล จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

3) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 1 (r_G±SE = 0.481±0.091) มีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์จากแบบหุ่นที่ 2 (r_G±SE = 0.707±0.140) โดยมีสาเหตุเนื่องมาจากค่าความแปรปรวนร่วมระหว่างอิทธิพลแบบบวกสะสมกับอิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องจากแม่มีค่าเป็นลบเช่นเดียวกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านม ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมของ Tumwasorn (1977) ศึกษาในประชากรโคเนื้อพันธุ์ Brahman และลูกผสม Brahman (0.54-0.76) แต่สูงกว่ารายงานค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในประชากรโคเนื้อพันธุ์ Gelbvieh (0.40) ซึ่งรายงานโดย Sapp *et al.* (2004) และประชากรโคเนื้อพันธุ์ Angus (0.42) รายงานโดย Nelsen and Kress (1979) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดขึ้นเนื่องมาจากพันธุ์สัตว์ การจัดการ และความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะทั้งสอง หากทำการคัดเลือกโคที่มี

น้ำหนักแรกคลอดสูง อาจทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสูงขึ้น อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำนมของแม่โค ซึ่งมีบทบาทต่อการเจริญเติบโตของลูกโค (วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550)

4) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.694 ±0.300 (ตารางที่ 16) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวมีทิศทางตรงข้ามกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black (0.56) ที่ศึกษาโดย Kahi and Hirooka (2005) ความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกที่ใช้ในการวิเคราะห์มีเพียง 400 ข้อมูล จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

5) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.206 ±0.179 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Asturiana de los Valles (0.15) ที่ศึกษาโดย Gutierrez *et al.* (2007) และ Gutierrez *et al.* (2006) รายงานว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูกอาจจะมีความสัมพันธ์กันอยู่ในระดับต่ำ

6) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.384±0.167 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าต่ำกว่ารายงานในประชากรโคพื้นเมือง ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.74 ถึง 0.89 (กิตติ, 2546) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

7) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าใกล้เคียงกัน คือ (r_G±SE) 0.980±0.004 และ 0.977±0.013 ตามลำดับ โดยสาเหตุที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์ได้ทั้ง 2 แบบหุ่นมีค่าสูงหรือใกล้เคียงกัน เนื่องจากน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันมีผลมาจากน้ำหนักแรกคลอด และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะทั้งสองสอดคล้องกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Hereford, Simmental, Angus และ Limousin ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.95 ถึง 0.99 (Koch *et al.,* 1973; Burfening *et al.,* 1978; Nelsen and Kress, 1979; Massey and Benyshek, 1982) ดังนั้นหากทำการคัดเลือกโคที่มีน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันสูง มีผลทำให้โคมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสูงขึ้น

8) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.417 ±0.365 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานในประชากรโคพันธุ์ Limousin (-0.07), Simmental (0.12), Aberdeen Angus (-0.24) และ South Devon (-0.15) ที่ศึกษาโดย Roughsedge *et al.* (2005) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนเนื่องมาจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จำนวนน้อย จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

9) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.512 ± 0.240 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานในประชากรโคพันธุ์ Limousin (0.15), Simmental (0.00), Aberdeen Angus (-0.17) และ South Devon (-0.36) ที่ศึกษาโดย Roughsedge *et al.* (2005) ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทั้งสองมีทิศทางตรงข้ามกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Asturiana de los Valles (-0.68) ที่ศึกษาโดย Gutierrez *et al.* (2007) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจาก

ความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

10) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.453±0.178 (ตารางที่ 16) ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานของ Koch and Clark (1955) มีค่าเท่ากับ 0.51 แต่ต่ำกว่ารายงานในประชากรโคพันธุ์ Limousin (0.86) ที่ศึกษาโดย Massey and Benyshek (1982) โดยความแตกต่างอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากแบบหุ่นที่ใช้แตกต่างกัน ซึ่งจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะทั้งสองแสดงว่า การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงให้โคมีลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสูงขึ้น อาจส่งผลให้โคมีน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันมีค่าสูงขึ้น

11) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.229±0.626 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Limosin (-0.18), Simmental (-0.11), Aberdeen Angus (-0.17) และ South Devon (-0.06) ที่ศึกษาโดย Roughsedge *et al.* (2005) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลในการวิเคราะห์มีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าสูง

12) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.657±0.460 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานการศึกษาในประชากรโคเนื้อทั้ง 4 พันธุ์ คือ Limousin, Simmental, Aberdeen Angus และ South Devon มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเท่ากับ 0.32, 0.00, -0.17 และ -0.07 ตามลำดับ (Roughsedge *et al*., 2005) ซึ่งความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างและจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของลักษณะทั้งสองมีน้อย จึงทำให้ค่าที่ได้ขาดความแม่นยำ

13) ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.420±0.378 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีทิศทางตรงข้ามและมีค่าสูงกว่ารายงานของ Kahi and Hirooka (2005) ที่ศึกษาในประชากรโคเนื้อพันธุ์ Japanese Black ประมาณค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมได้เท่ากับ 0.08 โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่รายงานโดย Kahi and Hirooka (2005) เป็นค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในช่วงทดสอบลูกกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก ซึ่งอยู่คนละช่วงกับรายงานการศึกษาครั้งนี้

14) ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.511±0.248 (ตารางที่ 16) ซึ่งแตกต่างกับ Kahi and Hirooka (2005) ศึกษาในโคเนื้อพันธุ์ Japanese Black พบว่าลักษณะทั้งสองไม่มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (0.00) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเช่นเดียวกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก คือ ค่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในช่วงทดสอบลูกกับระยะห่างของการให้ลูก ซึ่งเป็นค่าคนละช่วงกับรายงานการศึกษาครั้งนี้

15) ลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.535±0.551 (ตารางที่ 16) ซึ่งมีค่าสูงกว่ารายงานในประชากรโคเนื้อพันธุ์ Limousin (-0.07) และ Aberdeen Angus (-0.13) (Roughsedge *et al*., 2005) ความแตกต่างของค่าสหสัมพันธ์ดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่างและจำนวนข้อมูลที่ใช้ในวิเคราะห์ของทั้งสองลักษณะมีน้อย จึงทำให้ค่าที่ได้ขาดความแม่นยำ

5.2 ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะในการศึกษาครั้งนี้จากแบบหุ่นที่ 1 และแบบหุ่นที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 16 และ 17 ตามลำดับ

1) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏที่วิเคราะห์หากเป็นข้อมูลชุดเดียวกัน วิเคราะห์แบบหุ่นใดก็ตาม ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกันเสมอโดยค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.347±0.021 และ 0.373±0.020 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.639±0.073 และ 0.844±0.050 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ 17) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพื้นเมืองมีค่าอยู่ในช่วง 0.22 ถึง 0.54 (กิตติ, 2546; วุฒิพงษ์ และคณะ, 2550) และประชากรโคพันธุ์ Japanese Black (0.43) ที่ศึกษาโดย Kahi and Hirooka (2005)

2) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.150±0.044 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.137±0.190 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลน้อยมากที่ทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Nelore (0.14) (Eler *et al*., 1995) แต่มีค่าต่ำกว่าค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏในประชากรโคพื้นเมือง (0.27 ถึง 0.54) (กิตติ, 2546) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจเกิดเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง (Koch *et al*., 2004) และข้อมูลน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันที่ใช้ในการวิเคราะห์มีเพียง 499 ข้อมูล จึงทำให้ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏที่คำนวณได้มีค่าความ-คลาดเคลื่อนมาตรฐานสูง

3) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.175±0.022 และ 0.247±0.021 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ 17) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.481±0.091 และ 0.707±0.140 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ 17) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Hereford (0.13 ถึง 0.27), Simmental (0.19) และ Angus (0.23) (Koch *et al.,* 1973; Burfening *et al.,* 1978; Nelsen and Kress, 1979)

4) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) -0.093±0.050 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.694±0.300 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีทิศทางตรงข้ามกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Red Angus, Angus และ Hereford มีค่าเท่ากับ 0.12 (Bourdon and Brinks, 1982) โดยความแตกต่างดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกที่ใช้ในการวิเคราะห์มีน้อย จึงทำให้ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ และทางพันธุกรรมที่คำนวณได้มีค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสูง

5) ลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักแรกคลอดกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) -0.071±0.041 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.206±0.179 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีค่าต่ำกว่ารายงานการทดลองในประชากรโคพันธุ์

Japanese Black มีค่าเท่ากับ -0.42 (Kahi and Hirooka, 2005) โดยสาเหตุของความแตกต่างอาจเกิดจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกที่ใช้ในการวิเคราะห์มีเพียง 596 ข้อมูล ทำให้ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏที่คำนวณได้มีความแม่นยำต่ำ

6) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.616±0.035 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ 0.384±0.167 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม เนื่องจากน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันไม่มีอิทธิพลของแม่เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นความสัมพันธ์ดังกล่าวที่เพิ่มขึ้นอาจเกิดเนื่องมาจากการจัดการด้านอาหารหยาบ และการเสริมอาหารข้น ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันสอดคล้องกับรายงานในประชากรโคพื้นเมือง มีค่าอยู่ในช่วง 0.37 ถึง 0.87 (กิตติ, 2546) แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ยังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อย

7) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.978±0.005 และ 0.979±0.005 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ 17) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่วิเคราะห์ด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.980±0.004 และ 0.977±0.013 ตามลำดับ (ตารางที่ 16 และ 17) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลน้อยมากที่ทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับประชากรโคเนื้อพันธุ์ Hereford, Simmental, Angus และ Limousin ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.97 ถึง 0.99 (Koch *et al.,* 1973; Burfening *et al.,* 1978; Nelsen and Kress, 1979; Massey and Benyshek, 1982)

8) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.047±0.050 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.417±0.365 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวมีทิศทางตรงข้ามกับรายงานการทดลองในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ -0.04 (Kahi and Hirooka, 2005) ซึ่งอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อย จึงทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานมีค่าสูง

9) ลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) -0.031±0.041 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.512±0.240 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ของลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวมีค่าใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ -0.09 (Kahi and Hirooka, 2005)

10) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.593±0.036 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.453±0.178 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลน้อยมากที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวมีค่าต่ำกว่ารายงานในโคพันธุ์ Limousin (0.70) (Massey and Benyshek, 1982) ความแตกต่างดังกล่าวอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อนจากการสุ่มตัวอย่าง และค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันมีจำนวนน้อย

11) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) -0.046±0.050 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.229±0.626 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวใกล้เคียงกับรายงานการทดลองในประชากรโคพันธุ์ Red Angus, Angus และ Hereford มีค่าเท่ากับ -0.02 (Bourdon and Brinks, 1982) แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้มีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของทั้งสองลักษณะมีจำนวนน้อย

12) ลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วันกับระยะห่างของการให้ลูกอยู่ในระดับต่ำคือ (r_P±SE) -0.081±0.045 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.657±0.460 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และค่าที่ได้มีความแม่นยำในระดับต่ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาของลักษณะทั้งสองมีจำนวนน้อย

13) ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) 0.064±0.050 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.420±0.378 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลที่ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวใกล้เคียงกับรายงานการทดลองในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ 0.07 (Kahi and Hirooka, 2005)

14) ลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูก

จากผลการศึกษาพบว่าลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมกับระยะห่างของการให้ลูกไม่มีความสัมพันธ์กันในลักษณะปรากฏ เพราะค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทั้งสองต่ำมาก (r_P±SE = 0.006±0.045) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) 0.511±0.248 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวใกล้เคียงกับรายงานในประชากรโคพันธุ์ Japanese Black มีค่าเท่ากับ 0.00 (Kahi and Hirooka, 2005) แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ยังมีความน่าเชื่อถืออยู่ในระดับต่ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษามีจำนวนน้อย

15) ลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูก

ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรกกับระยะห่างของการให้ลูกมีค่าเท่ากับ (r_P±SE) -0.033±0.050 (ตารางที่ 16) ในขณะที่ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีค่าเท่ากับ (r_G±SE) -0.535±0.551 (ตารางที่ 16) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมมีผลทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะทั้งสองแตกต่างออกไปจากค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะดังกล่าวใกล้เคียงกับรายงานในโคพันธุ์ Angus มีค่าอยู่ในช่วง -0.06 ถึง -0.10 (Frazier *et al*., 1999) เนื่องจากลักษณะทั้งสองมีความสัมพันธ์กันต่ำจึงอาจสรุปได้ว่าการปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่งไม่ส่งผลต่ออีกลักษณะหนึ่ง

6. ค่าคุณค่าการผสมพันธ์ และการจัดเรียงลำดับสัตว์

เนื่องจากค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมูลต่อพ่อพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูกมีค่าต่ำทำให้ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวที่คำนวณได้มีความน่าเชื่อถือต่ำ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงวิเคราะห์ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ และการจัดเรียงอันดับสัตว์ เฉพาะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมด้วยแบบหุ่นที่ 1 และ 2

6.1 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์

คุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสำหรับแบบหุ่นที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง -7.10 ถึง +7.46 กิโลกรัม, -32.98 ถึง +46.05 กิโลกรัม และ -137.80 ถึง +197.48 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมเท่ากับ (mean±SD) 0.06±2.03 กิโลกรัม, 0.18±8.59 กิโลกรัม และ -0.03±34.70 กรัมต่อวันตามลำดับ ในขณะที่คุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสำหรับแบบหุ่นที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง -3.87 ถึง +5.15 กิโลกรัม, -12.92 ถึง +12.61 กิโลกรัม และ -46.71 ถึง +42.73 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมเท่ากับ 0.04±2.03 กิโลกรัม, 0.19±2.73 กิโลกรัม และ 0.10±9.05 กรัมต่อวันตามลำดับ ส่วนคุณค่าการผสมพันธุ์เนื่องจากแม่ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมสำหรับแบบหุ่นที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง -6.10 ถึง -1.83 กิโลกรัม, -22.78 ถึง +35.49 กิโลกรัม และ -99.67 ถึง +143.69 กรัมต่อวัน ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยของคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะดังกล่าวมีค่าเท่ากับ -5.40±0.70 กิโลกรัม, 2.20±6.17 กิโลกรัม และ 8.94±24.88 กรัมต่อวัน ตามลำดับ

6.2 การจัดเรียงลำดับสัตว์

คุณค่าการผสมพันธุ์ที่ได้จากกระบวนการ BLUP โดยใช้โปรแกรม BLUPF90 BeefPack 2.5 นำมาจัดเรียงลำดับ (rank) จากมากไปหาน้อย จากนั้นพิจารณาลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วันเป็นหลัก เพื่อหาสัตว์ที่มีคุณค่าทางพันธุกรรมที่ดีใช้เป็นพ่อแม่พันธุ์ทดแทนในชั่วต่อไป แสดงผลการจัดเรียงลำดับคุณค่าการผสมพันธุ์ในโคกำแพงแสน 15 อันดับแรกสำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม ดังตารางที่ 18, 19 และ 20 ตามลำดับสำหรับแบบหุ่นที่ 1 ส่วนการจัดเรียงลำดับคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับแบบหุ่นที่ 2 แสดงในตารางที่ 21, 22 และ 23 ตามลำดับ

ตารางที่ 18 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ID	BW		WW		ADG	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU43027	+7.46 (0.32)	1	+16.94 (0.28)	93	+43.32 (0.26)	285
CC47053	+6.88 (0.53)	2	+15.47 (0.41)	122	+47.00 (0.38)	245
KU44062	+6.27 (0.26)	3	+15.18 (0.22)	128	+50.06 (0.19)	207
CC50020	+6.14 (0.29)	4	+7.78 (0.12)	502	+19.88 (0.11)	735
K12-36/244	+5.96 (0.32)	5	+20.16 (0.29)	47	+56.86 (0.27)	138
KU48046	+5.95 (0.27)	6	+4.92 (0.08)	769	+19.48 (0.07)	751
NN48025	+5.94 (0.32)	7	+14.11 (0.25)	157	+38.92 (0.22)	351
CC50068	+5.91 (0.29)	8	+5.07 (0.12)	748	+11.67 (0.11)	985
TS49004	+5.89 (0.26)	9	+7.31 (0.11)	543	+29.04 (0.10)	549
K11-39/425	+5.85 (0.41)	10	+7.76 (0.37)	504	+11.03 (0.33)	1,005
K11-31/45	+5.75 (0.31)	11	+16.72 (0.28)	98	+55.09 (0.25)	155
KU48001	+5.65 (0.27)	12	+7.04 (0.23)	561	+16.60 (0.20)	841
CC50032	+5.62 (0.32)	13	+6.07 (0.27)	654	+10.91 (0.14)	1,008
KU47052	+5.60 (0.33)	14	+15.61 (0.29)	119	+50.21 (0.26)	204
K11-33/123	+5.59 (0.29)	15	+17.56 (0.26)	80	+60.55 (0.23)	119

ตารางที่ 19 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ID	BW		WW		ADG	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-0.62 (0.29)	1,835	+46.50 (0.23)	1	+197.48 (0.20)	1
CC48097	+4.23 (0.29)	78	+44.28 (0.25)	2	+164.24 (0.22)	2
TS48087	+1.94 (0.27)	537	+34.61 (0.23)	3	+140.17 (0.20)	3
KU46002	+1.88 (0.30)	559	+31.19 (0.20)	4	+128.81 (0.18)	6
KU45060	-1.07 (0.24)	2,072	+31.06 (0.19)	5	+133.29 (0.17)	5
NN48008	+3.69 (0.33)	134	+30.37 (0.25)	6	+112.20 (0.22)	9
CC50005	+4.73 (0.28)	49	+29.85 (0.24)	7	+110.16 (0.21)	11
KU48015	+1.72 (0.28)	607	+29.30 (0.23)	8	+112.38 (0.20)	8
TS48088	+2.47 (0.28)	357	+29.04 (0.22)	9	+110.58 (0.20)	10
KU48008	-1.87 (0.33)	2,423	+29.03 (0.28)	10	+133.85 (0.25)	4
KU43052	+2.46 (0.31)	360	+27.29 (0.26)	11	+116.42 (0.24)	7
K11-33/105	+4.02 (0.29)	93	+27.08 (0.26)	12	+95.70 (0.23)	25
CC44051	+3.11 (0.32)	225	+26.89 (0.26)	13	+98.58 (0.24)	21
K11-35/181	+2.79 (0.31)	289	+26.26 (0.27)	14	+104.62 (0.24)	15
K12-34/144	+1.97 (0.29)	523	+24.62 (0.26)	15	+99.22 (0.23)	20

ตารางที่ 20 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ID	BW		WW		ADG	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-0.62 (0.29)	1,835	+46.05 (0.23)	1	+197.48 (0.20)	1
CC48097	+4.23 (0.29)	78	+44.28 (0.25)	2	+164.24 (0.22)	2
TS48087	+1.94 (0.27)	537	+34.61 (0.23)	3	+140.17 (0.20)	3
KU48008	-1.87 (0.33)	2,423	+29.03 (0.28)	10	+133.85 (0.25)	4
KU45060	-1.07 (0.24)	2,072	+31.06 (0.19)	5	+133.29 (0.17)	5
KU46002	+1.88 (0.30)	559	+31.19 (0.20)	4	+128.81 (0.18)	6
KU43052	+2.46 (0.31)	360	+27.29 (0.26)	11	+116.42 (0.24)	7
KU48015	+1.72 (0.28)	607	+29.30 (0.23)	8	+112.38 (0.20)	8
NN48008	+3.69 (0.33)	134	+30.37 (0.25)	6	+112.20 (0.22)	9
TS48088	+2.47 (0.28)	357	+29.04 (0.22)	9	+110.58 (0.20)	10
CC50005	+4.73 (0.28)	49	+29.85 (0.24)	7	+110.16 (0.21)	11
CC45062	-0.88 (0.28)	1,970	+23.44 (0.24)	26	+107.92 (0.21)	12
TS48085	-0.93 (0.30)	1,993	+23.38 (0.22)	27	+107.78 (0.19)	13
K12-30/42	-1.15 (0.31)	2,102	+24.27 (0.26)	18	+107.50 (0.24)	14
K11-35/181	+2.79 (0.31)	289	+26.26 (0.27)	14	+104.62 (0.24)	15

ตารางที่ 21 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ID	BW_D		WW_D		ADG_D	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
CC47053	+5.15 (0.39)	1	+5.52 (0.16)	67	+15.96 (0.15)	70
K12-36/283	+4.40 (0.21)	2	+7.31 (0.11)	16	+14.84 (0.09)	89
K12-36/244	+3.91 (0.23)	3	+6.59 (0.13)	30	+14.48 (0.11)	100
CC50068	+3.82 (0.19)	4	+2.47 (0.05)	520	+7.40 (0.04)	561
K11-31/68	+3.76 (0.33)	5	+6.71 (0.19)	26	+14.03 (0.18)	118
CC50020	+3.74 (0.19)	6	+2.75 (0.05)	449	+7.65 (0.03)	534
CC50032	+3.70 (0.21)	7	+2.77 (0.06)	441	+7.25 (0.04)	577
K12-37/294	+3.60 (0.23)	8	+6.00 (0.13)	43	+12.32 (0.11)	185
CC50007	+3.53 (0.20)	9	+3.94 (0.09)	212	+10.40 (0.07)	290
TS49004	+3.45 (0.16)	10	+2.61 (0.05)	484	+8.44 (0.05)	464
CC49134	+3.43 (0.17)	11	+4.65 (0.07)	133	+12.31 (0.05)	188
K12-34/161	+3.43 (0.22)	12	+5.93 (0.13)	44	+12.53 (0.12)	179
CC50067	+3.30 (0.18)	13	+2.65 (0.04)	475	+7.97 (0.03)	507
K12-36/223	+3.30 (0.21)	14	+3.81 (0.11)	235	+4.82 (0.09)	870
CC50084	+3.29 (0.21)	15	+2.10 (0.06)	649	+3.54 (0.05)	1,029

* D = direct effect

ตารางที่ 21 (ต่อ)

ID	BW_M		WW_M		ADG_M	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
CC47053	-6.05 (0.03)	2,363	+5.26 (0.05)	889	+11.77 (0.05)	1,297
K12-36/283	-6.28 (0.12)	2,565	+9.02 (0.14)	296	+39.50 (0.14)	267
K12-36/244	-4.93 (0.12)	666	+10.08 (0.15)	214	+29.70 (0.14)	509
CC50068	-5.66 (0.07)	1,833	+2.15 (0.09)	1,530	+1.30 (0.08)	1,861
K11-31/68	-6.05 (0.16)	2,361	+5.08 (0.18)	920	+26.61 (0.17)	635
CC50020	-5.09 (0.06)	865	+4.13 (0.08)	1,087	+5.83 (0.07)	1,635
CC50032	-5.17 (0.06)	969	+2.23 (0.06)	1,516	-4.77 (0.06)	2,121
K12-37/294	-4.82 (0.12)	558	+13.24 (0.15)	90	+48.77 (0.14)	142
CC50007	-5.82 (0.07)	2,059	+6.31 (0.08)	694	+21.05 (0.08)	869
TS49004	-5.26 (0.04)	1,118	+5.25 (0.05)	892	+21.00 (0.05)	872
CC49134	-5.51 (0.03)	1,573	+8.25 (0.05)	397	+23.94 (0.04)	742
K12-34/161	-5.69 (0.14)	1,871	+5.40 (0.16)	865	+9.54 (0.16)	1,405
CC50067	-5.52 (0.05)	1,588	+3.44 (0.05)	1,230	+10.83 (0.04)	1,344
K12-36/223	-6.55 (0.12)	2,704	+11.74 (0.14)	138	+55.89 (0.13)	86
CC50084	-6.10 (0.06)	2,413	+8.51 (0.08)	368	+37.47 (0.07)	306

* M = maternal effect

ตารางที่ 22 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ID	BW_D		WW_D		ADG_D	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-1.10 (0.18)	2,453	+12.61 (0.07)	1	+42.73 (0.06)	1
CC48097	+2.22 (0.18)	86	+10.67 (0.08)	2	+29.85 (0.06)	3
KU48008	-0.77 (0.23)	2,207	+8.90 (0.11)	3	+31.24 (0.08)	2
K11-33/105	+2.57 (0.19)	45	+8.17 (0.11)	4	+21.55 (0.10)	20
K12-41/567	-0.83 (0.26)	2,245	+7.95 (0.16)	5	+27.48 (0.15)	4
TS48087	+1.17 (0.16)	445	+7.91 (0.07)	6	+24.45 (0.06)	10
KU44031	+1.49 (0.21)	292	+7.71 (0.10)	7	+23.43 (0.08)	14
CC49125	+1.87 (0.19)	157	+7.71 (0.09)	8	+22.78 (0.07)	16
KU45060	-0.78 (0.13)	2,219	+7.58 (0.05)	9	+24.13 (0.04)	12
KU43052	+1.08 (0.21)	493	+7.56 (0.11)	10	+25.39 (0.09)	7
K12-35/204	+2.78 (0.23)	30	+7.50 (0.14)	11	+20.27 (0.13)	27
TS48088	+1.83 (0.17)	166	+7.48 (0.07)	12	+22.72 (0.06)	17
K12-35/201	+1.20 (0.22)	427	+7.48 (0.13)	13	+18.99 (0.11)	39
NN48008	+1.21 (0.23)	418	+7.47 (0.09)	14	+19.32 (0.08)	33
KU42074	-0.52 (0.22)	935	+7.38 (0.12)	15	+23.75 (0.11)	13

* D = direct effect

ตารางที่ 22 (ต่อ)

ID	BW_M		WW_M		ADG_M	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-4.71 (0.06)	456	+20.30 (0.07)	11	+78.77 (0.07)	17
CC48097	-5.10 (0.07)	873	+16.74 (0.10)	40	+66.84 (0.09)	47
KU48008	-4.87 (0.10)	598	+14.92 (0.12)	55	+65.92 (0.11)	52
K11-33/105	-5.00 (0.10)	750	+13.43 (0.14)	86	+51.56 (0.13)	110
K12-41/567	-7.87 (0.20)	2,822	-7.03 (0.26)	2,666	-27.08 (0.24)	2,681
TS48087	-5.41 (0.04)	1,380	+17.50 (0.06)	26	+68.06 (0.05)	43
KU44031	-5.31 (0.10)	1,201	+8.28 (0.11)	394	+28.56 (0.11)	561
CC49125	-4.79 (0.08)	522	+5.58 (0.10)	835	+15.67 (0.10)	1,105
KU45060	-5.40 (0.02)	1,361	+23.64 (0.04)	4	+98.00 (0.04)	4
KU43052	-5.70 (0.11)	1,882	+6.30 (0.10)	695	+23.32 (0.10)	774
K12-35/204	-5.47 (0.16)	1,510	+3.68 (0.17)	1,177	+1.50 (0.16)	1,850
TS48088	-6.17 (0.05)	2,472	+12.88 (0.05)	103	+47.46 (0.05)	156
K12-35/201	-6.07 (0.14)	2,381	+7.96 (0.16)	439	+25.95 (0.16)	655
NN48008	-4.65 (0.16)	395	+6.09 (0.15)	728	+29.95 (0.14)	503
KU42074	-4.52 (0.08)	297	+10.38 (0.08)	201	+43.08 (0.08)	212

* M = maternal effect

ตารางที่ 23 ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ค่าความแม่นยำ (ACC) และอันดับสัตว์ (rank) สำหรับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) 15 อันดับแรก (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ID	BW_D		WW_D		ADG_D	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-1.10 (0.18)	2,453	+12.61 (0.07)	1	+42.73 (0.06)	1
KU48008	-0.77 (0.23)	2,207	+8.90 (0.11)	3	+31.24 (0.08)	2
CC48097	+2.22 (0.18)	86	+10.67 (0.08)	2	+29.85 (0.06)	3
K12-41/567	-0.83 (0.26)	2,245	+7.95 (0.16)	5	+27.48 (0.15)	4
KU43023	+0.49 (0.51)	965	+7.11 (0.29)	21	+27.32 (0.33)	5
KU43011	-0.98 (0.25)	2,363	+7.27 (0.15)	17	+26.39 (0.13)	6
KU43052	+1.08 (0.21)	493	+7.56 (0.11)	10	+25.39 (0.09)	7
CC44034	-0.55 (0.20)	2,012	+6.26 (0.13)	39	+25.33 (0.12)	8
CC45062	+0.20 (0.17)	1,261	+7.25 (0.08)	18	+25.26 (0.06)	9
TS48087	+1.17 (0.16)	445	+7.91 (0.07)	6	+24.45 (0.06)	10
TS45002	-0.47 (0.32)	1,950	+5.64 (0.20)	61	+24.29 (0.19)	11
KU45060	-0.78 (0.13)	2,219	+7.58 (0.05)	9	+24.13 (0.04)	12
KU42074	+0.52 (0.22)	935	+7.38 (0.12)	15	+23.78 (0.11)	13
KU44031	+1.49 (0.21)	292	+7.71 (0.10)	7	+23.43 (0.08)	14
K12-41/535	+0.78 (0.36)	708	+6.59 (0.22)	29	+22.93 (0.20)	15

* D = direct effect

ตารางที่ 23_ (ต่อ)

ID	BW_M		WW_M		ADG_M	
	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank	EBV (ACC)	rank
KU48061	-4.71 (0.06)	456	+20.37 (0.07)	11	+78.77 (0.07)	17
KU48008	-4.87 (0.10)	598	+14.92 (0.12)	55	+65.92 (0.11)	52
CC48097	-5.10 (0.07)	873	+16.74 (0.10)	40	+66.84 (0.09)	47
K12-41/567	-7.87 (0.20)	2,822	-7.03 (0.26)	2,666	-27.08 (0.24)	2,681
KU43023	-3.87 (0.10)	63	+18.04 (0.11)	21	+71.80 (0.11)	31
KU43011	-5.59 (0.10)	1,719	+5.73 (0.11)	809	+23.18 (0.10)	780
KU43052	-5.70 (0.11)	1,882	+6.30 (0.10)	695	+23.32 (0.10)	774
CC44034	-4.51 (0.08)	290	+9.77 (0.08)	231	+37.86 (0.08)	298
CC45062	-6.31 (0.07)	2,588	+4.37 (0.09)	1,053	+23.34 (0.09)	770
TS48087	-5.41 (0.04)	1,380	+17.50 (0.06)	26	+68.06 (0.05)	43
TS45002	-4.04 (0.08)	99	+17.47 (0.09)	27	+67.30 (0.09)	45
KU45060	-5.40 (0.02)	1,361	+23.64 (0.04)	4	+98.00 (0.04)	4
KU42074	-4.52 (0.08)	297	+10.38 (0.08)	201	+43.08 (0.08)	212
KU44031	-5.31 (0.10)	1,201	+8.28 (0.11)	394	+28.56 (0.11)	561
K12-41/535	-6.50 (0.16)	2,686	-4.36 (0.16)	2,518	-24.92 (0.15)	2,654

* M = maternal effect

การจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (แบบหุ่นที่ 1) กับการจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ สำหรับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (แบบหุ่นที่ 1) ในอันดับที่ 1, 2 และ 3 เป็นโคตัวเดียวกัน (ตารางที่ 19) คือ KU48061, CC48097 และ TS48087 ตามลำดับ แต่โคในอันดับที่ 4 ถึง 11 ตามการจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ของทั้งสองลักษณะ คือโคในชุดเดียวกัน (KU446002, KU45060, NN48008, CC50005, KU48015, TS48088, KU48008 และ KU43052) ซึ่งอาจมีการสลับตำแหน่งกัน แต่ถ้าพิจารณาการจัดเรียงค่า EBV ในโคทั้ง 11 ตัวนี้ (KU48061, CC48097, TS48087, KU446002, KU45060, NN48008, CC50005, KU48015, TS48088, KU48008 และ KU43052) สำหรับลักษณะ

น้ำหนักเมื่อแรกคลอดพบว่าอยู่ในอันดับที่ 1835, 78, 537, 559, 2072, 134, 49, 607, 357, 2423 และ 360 ตามลำดับ

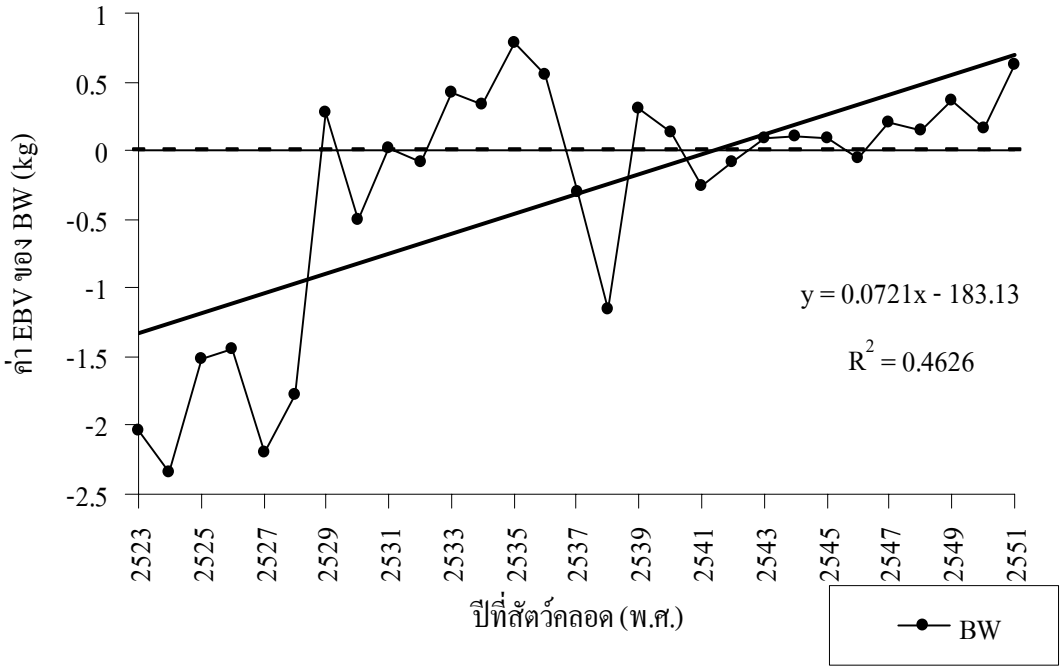
การจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (แบบหุ่นที่ 2) กับการจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ สำหรับลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (แบบหุ่นที่ 2) ในอันดับที่ 1 เป็นโคตัวเดียวกัน (ตารางที่ 22) คือ KU48061 แต่ในอันดับที่ 2 และ 3 เป็นโคชุดเดียวกัน คือ KU43023 และ KU48008 ซึ่งอาจมีการสลับตำแหน่งกัน แต่ถ้าพิจารณาการจัดเรียงค่า EBV ในโคทั้ง 3 ตัวนี้ (KU48061, KU43023 และ KU48008) สำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อแรกคลอดพบว่าอยู่ในอันดับที่ 2453, 86 และ 2207 ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการจัดเรียงค่าคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมตามแบบหุ่นที่ 1 และแบบหุ่นที่ 2 พบว่าโคส่วนใหญ่ใน 15 อันดับแรกเป็นโคชุดเดียวกัน โดยเฉพาะโคอันดับที่ 1 และ 2 เป็นโคตัวเดียวกัน คือ KU48061 และ CC48097 ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตามค่าที่ได้ส่วนใหญ่ยังมีความแม่นยำอยู่ในระดับต่ำ หากต้องการนำค่าดังกล่าวไปใช้ควรพิจารณาข้อมูลจากประชากรที่มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติมากขึ้น ซึ่งจะเพิ่มค่าความแม่นยำของค่า EBV ในการคัดเลือกให้สูงขึ้น

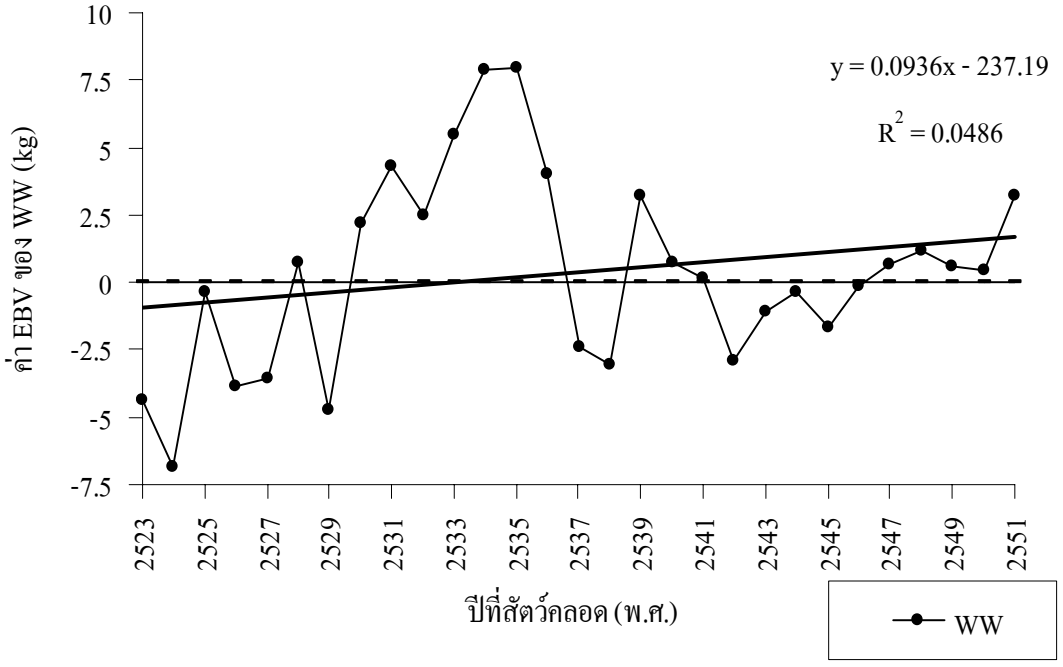
6.3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม

ค่าทำนายคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน กับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม โดยแยกข้อมูลตามปี สามารถแสดงในรูปกราฟเพื่อดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม ได้ดังภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 4 สำหรับแบบหุ่นที่ 1 และภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 7 สำหรับแบบหุ่นที่ 2 ตามลำดับ พบว่าแนวโน้มทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมเมื่อวิเคราะห์ตามแบบหุ่นที่ 1 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 2, 3 และ 4) โดยมีลักษณะรูปกราฟเช่นเดียวกับรายงานของ วริษา (2539) ที่ศึกษาแนวโน้มทางพันธุกรรมของทั้ง 3 ลักษณะในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ในขณะที่แนวโน้มทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอดที่วิเคราะห์ตามแบบหุ่นที่ 2 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 5) แต่แนวโน้มทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมที่วิเคราะห์ตามแบบหุ่นที่ 2 มีค่าลดลง (ภาพที่ 6 และ 7) ซึ่งแตกต่างจากแบบหุ่นที่ 1 โดยความแตกต่างอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการคัดเลือกโคเพื่อปรับปรุง

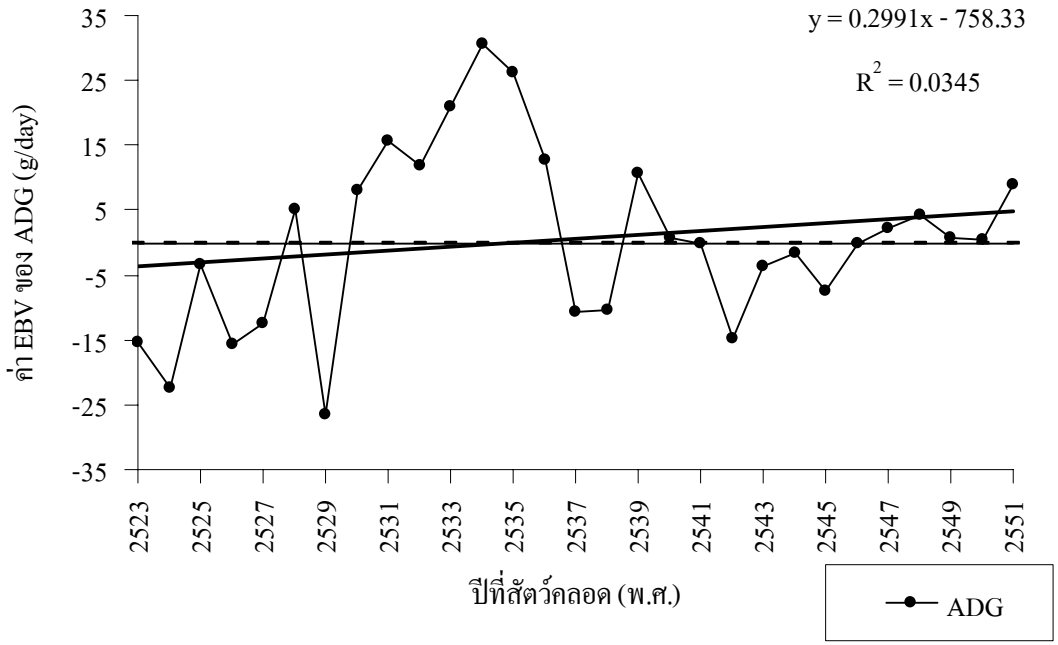
ลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมได้คัดเลือกโคจากอิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์เพียงอย่างเดียว แต่ลักษณะทั้งสามได้มีอิทธิพลเนื่องจากแม่เข้ามาเกี่ยวข้อง โดยเฉพาะลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม จึงทำให้เมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมด้วยแบบหุ่นที่ 1 มีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับการวิเคราะห์แนวโน้มของลักษณะดังกล่าวด้วยแบบหุ่นที่ 2 ที่มีแนวโน้มที่ลดลง ส่วนแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม โดยแยกข้อมูลตามปี สามารถแสดงในรูปกราฟ (ภาพที่ 5 ถึงภาพที่ 6) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และเมื่อพิจารณาภาพที่ 2 ถึงภาพที่ 7 พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าทำนายคุณค่าการผสมพันธุ์ของทั้ง 3 ลักษณะในช่วงปี พ.ศ. 2534 ถึง 2535 มีค่าสูงที่สุด และค่าเฉลี่ยของค่าทำนายคุณค่าการ-ผสมพันธุ์ของลักษณะดังกล่าวมีค่าลดลงระหว่างปี พ.ศ. 2536 ถึงพ.ศ. 2538 โดยอาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมพันธุ์ในแต่ละปี บางปีพ่อพันธุ์มีคุณค่าการ-ผสมพันธุ์สูง แต่บางปีพ่อพันธุ์มีคุณค่าการผสมพันธุ์ต่ำ ซึ่งหมายความว่ากลุ่มพ่อพันธุ์ในช่วงปีดังกล่าวมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะด้อยกว่ากลุ่มพ่อพันธุ์ในปีอื่น ๆ (วริยา, 2539) แต่อย่างไรก็ตามแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม และแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ที่คำนวณได้ยังมีความแม่นยำต่ำ



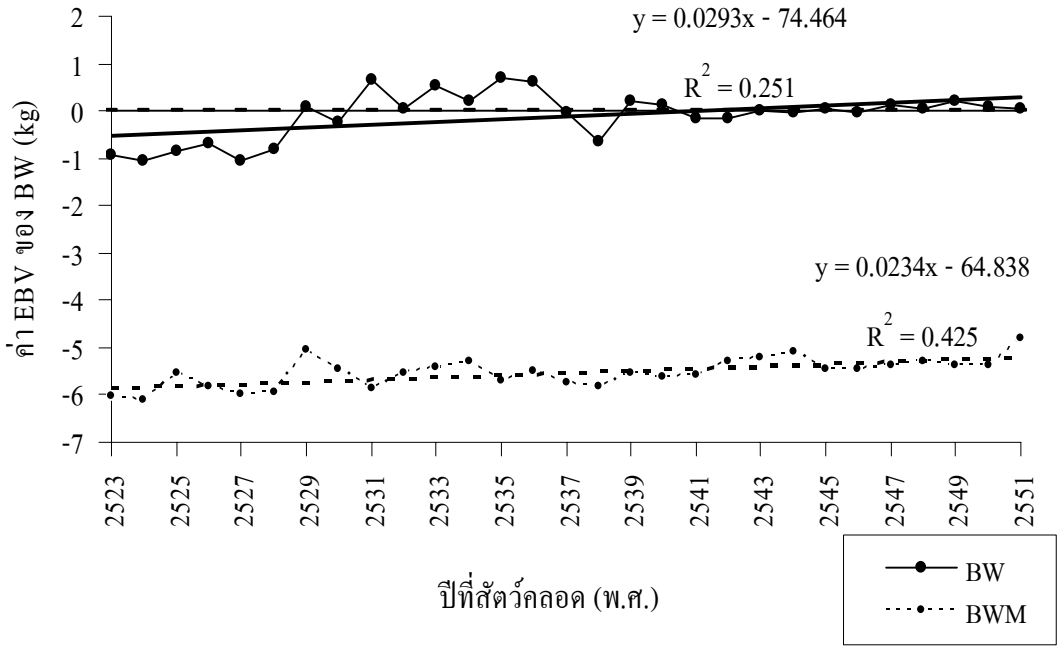
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) สำหรับแบบหุ่นที่ 1



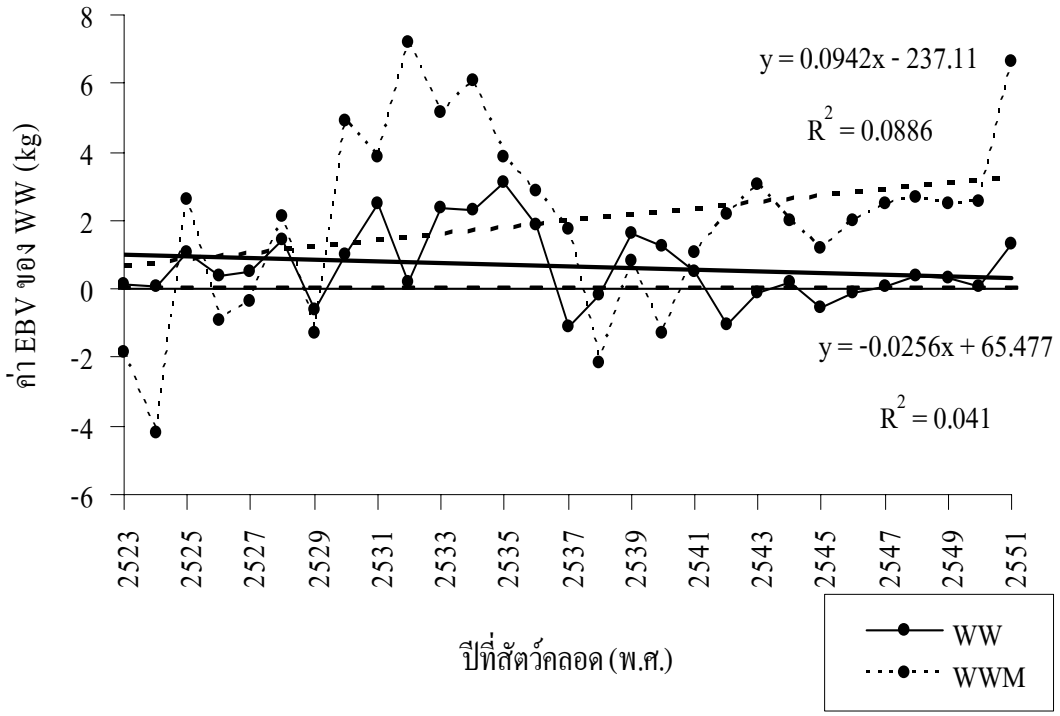
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) สำหรับแบบหุ่นที่ 1



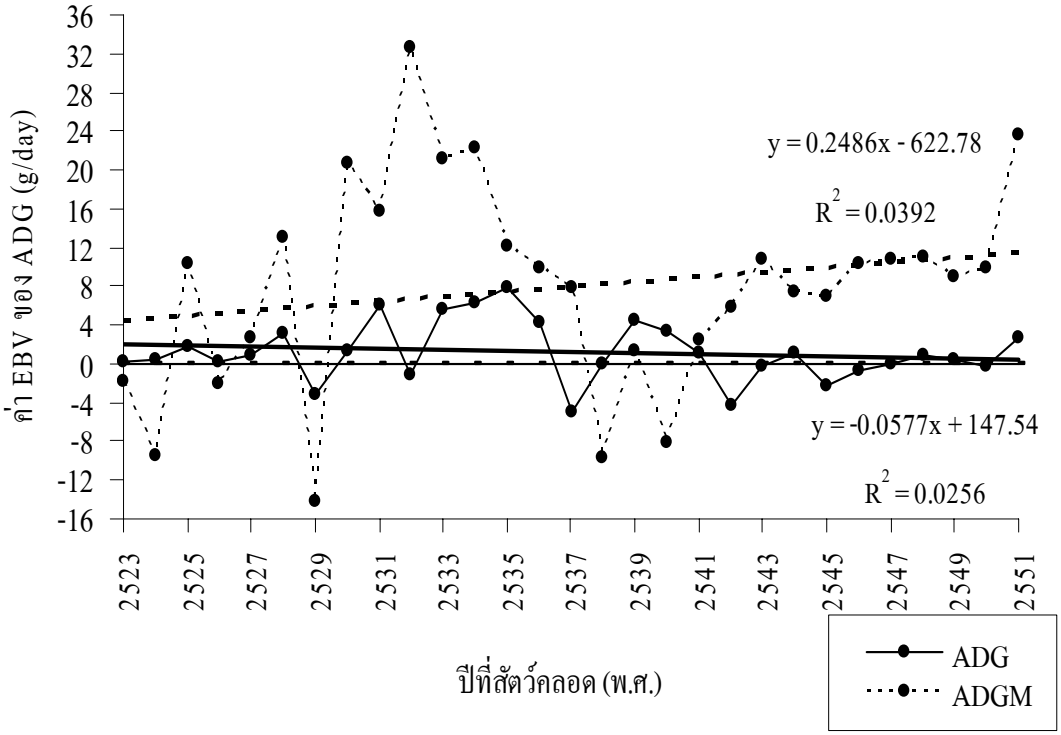
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) สำหรับแบบหุ่นที่ 1



ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BWM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2



ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WWM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) และการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมเนื่องจากอิทธิพลของแม่ของลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADGM) สำหรับแบบหุ่นที่ 2

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะสมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม) สำหรับแบบหุ่นที่ 1 พบว่ามีค่าระดับปานกลาง ในขณะที่แบบหุ่นที่ 2 พบว่ามีค่าระดับต่ำ ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะการสืบพันธุ์ (อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก) พบว่ามีค่าระดับต่ำ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์โดยวิธีผสมข้ามจะส่งผลต่อความก้าวหน้าทางพันธุกรรมถ้าสามารถควบคุมอิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการแสดงออกของลักษณะ เช่น การจัดการด้านอาหาร โรงเรือน และการป้องกันโรคที่ดี

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะสมรรถภาพการผลิต (น้ำหนักแรกคลอด น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม) มีค่าเชิงบวก การปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่งอาจทำให้อีกลักษณะหนึ่งดีขึ้น

การประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ของโคกำแพงแสนจากแบบหุ่นที่ 1 และ 2 พบว่าโคส่วนใหญ่ใน 15 อันดับเป็นโคชุดเดียวกัน แต่ค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ที่ได้ส่วนใหญ่ยังมีความแม่นยำอยู่ในระดับต่ำ หากต้องการนำค่าดังกล่าวไปใช้ควรพิจารณาข้อมูลจากประชากรที่มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติกันมากขึ้น เพื่อเพิ่มความแม่นยำของค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ในการคัดเลือกให้สูงขึ้น

การคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะน้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านมควรมีปรับอิทธิพลเนื่องจากแม่ ซึ่งหากไม่มีการปรับอิทธิพลดังกล่าวอาจทำให้แนวโน้มทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวมีค่าลดลง

ข้อเสนอแนะ

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก และระยะห่างของการให้ลูก มีความแม่นยำต่ำ ควรพิจารณาข้อมูลจากประชากรขนาดใหญ่ที่มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติ ซึ่งจะทำให้ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กิตติ อรรคฮาต. 2546. การจำแนกกลุ่มสายพันธุ์และการประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการเจริญเติบโตและสัดส่วนร่างกายในโคพื้นเมืองไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พรรณวดี จิตประสาน, ศรเทพ ธัมวาสร และ เกชา คูหา. 2542. การประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะน้ำหนักแรกเกิดในโคเนื้อของฟาร์มลุงเชาว์ จ.สุพรรณบุรี, น. 205-210. ***ใน*** **รายงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37 (สาขาสัตว์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วริษา รักษาศรี. 2539. แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการเจริญเติบโตในฝูงโคเนื้อมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วัชรินทร์ คำมุงคุณ. 2540. การประเมินค่าการผสมพันธุ์ของโคเนื้อนำเข้าจากต่างประเทศภายใต้ระบบการผลิต ในหมู่บ้าน ในจังหวัดอ่างทองและอุทัยธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วุฒิพงษ์ อินทรธรรม, ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ และ พรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2550. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสำหรับน้ำหนักแรกเกิดและหย่านมของโคพื้นเมืองไทยสายตะวันออกเฉียงเหนือ, น. 87-94. *ใน* **รายงานประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45 (สาขาสัตว์)**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมชัย จันทร์สว่าง. 2549. **พันธุศาสตร์สถิติในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์.** ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมมาตร สุวรรณมาโจ, จรรยา ลีรัตนชัย, มณีรัตน์ ผัดอิ่นแก้ว และ เอก วิทูรพงศ์. 2541. การปรับปรุงโคพันธุ์บราห์มันในหน่วยงานของกรมปศุสัตว์ 15. ปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักแรกเกิดและหย่านมในโคพันธุ์ไทยบราห์มัน, น. 84-96. *ใน* **รายงานผลงานวิจัย งานค้นคว้า**

และวิจัยการผลิตสัตว์ประจำปี พ.ศ. 2541 สาขาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์และการจัดการฟาร์ม. กรมปศุสัตว์, กรุงเทพ.

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตกระบือและโค มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2548. **โคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

Alenda, R. and T.G. Martin. 1987. Genetic parameters and consequences of selection for growth traits in a beef herd selected for yearling weight. **J. Anim. Sci**. 64: 366-372.

Aziz, M.A., S. Nishida, K. Suzuki and A. Nishida. 2005. Estimation of direct and maternal genetic and permanent environmental effects for weights from birth to 356 days of age in a herd of Japanese Black cattle using random regression. **J. Anim. Sci**. 83: 519-530.

Bourdon, R.M. and J.S. Brinks. 1982. Genetic, environmental and phenotypic relationships among gestation length, birth weight, growth traits and age at first calving in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 55: 543-553.

Burfening, P.J., D.D. Kress, R.L. Friedrich and D.D. Vaniman. 1978. Phenotypic and genetic relationships between calving ease, gestation length, birth weight and preweaning growth. **J. Anim. Sci.** 47: 595-600.

Carlos, A. and L. Vargas. 2000. **Estimation of phenotypic and genetic relationships among hip height and productive and reproductive performance in Brahman cattle.** Florida, USA.

Duangjinda, M., I. Misztal, and S. Tsurata. 2004. **BLUPF90 BeefPack: User's Manual**. the university of Georgia and Khon kean university.

Demeke, S., F.W.C. Neser and S.J. Schoeman. 2003. Variance components and genetic parameters for early growth traits in a mixed population of purebred *Bos indicus* and crossbred cattle. **Livest. Prod. Sci.** 84:11-21.

Eler, J.P., L.D. Van Vleck, J.B.S. Ferraz and R.B. Lobo. 1995. Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 3253-3258.

Eriksson, S., A. Nasholm, K. Johansson and J. Philipsson. 2004a. Genetic parameters for calving difficulty, stillbirth, and birth weight for Hereford and Charolais at first and later parities. **J. Anim. Sci.** 82: 375-383.

_____, _____, _____ and _____. 2004b. Genetic relationships between calving and carcass traits for Charolais and Hereford cattle in Sweden. **J. Anim. Sci.** 82: 2269-2276.

Forni, S. and L.G. Albuquerque. 2005. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight trait in Nelore cattle. **J. Anim. Sci.** 83: 1511-1515.

Frazier, E.L., L.R. Sprott, J.O. Sanders, P.F. Dahm, J.R. Couch and J.W. Turner. 1999. Sire marbling score expected progeny difference and weaning weight maternal expected progeny difference associations with age at first calving and calving interval in Angus beef cattle. **J. Anim. Sci.** 77: 1322-1328.

Goyache, F. and J.P. Gutierrez. 2001. Heritability of reproductive traits in Asturiana de los Valles beef cattle breed. **Arch. Tierz.** 44: 489-496.

Gregory, K.E., L.V. Cundiff and R.M. Koch. 1995a. Genetic and phenotypic (co)variances for growth and carcass traits of purebred and composite populations of beef cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 2235-2242.

_____, _____ and _____. 1995b. Genetic and phenotypic (co)variances for production traits of intact male populations of purebred and composite beef cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 2235-2242.

_____, _____ and _____. 1995c. Genetic and phenotypic (co)variances for production traits of female populations of purebred and composite beef cattle. **J. Anim. Sci.** 73: 2235-2242.

Gutierrez, J.P., I. Alvarez, I. Fernandez, L.J. Royo, J. Diez and F. Goyache. 2002. Genetic relationships between calving date, calving interval, age at first calving and type traits in beef cattle. **Livest. Prod. Sci.** 78: 215-222.

_____, I. Fernandez, I. Alvarez, L.J. Royo and F. Goyache. 2006. Sire x contemporary group interactions for birth weight and preweaning growth traits in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. **J. Livsci.** 99: 61-68.

_____, F. Goyache, I. Fernandez, I. Alvarez and L.J. Royo. 2007. Genetic relationships among calving ease, Calving interval, birth weight, and weaning weight in the Asturiana de los Valles beef cattle breed. **J. Anim. Sci.** 85: 69-75.

Henderson, C.R. 1984. **Applications of Linear Models in Animal Breeding.** University of Guelph Press, Guelph, Canada.

Iwaisaki, H., S. Tsuruta, I. Misztal and J.K. Bertrand. 2005. Genetic parameters estimated with multitrait and linear spline-random regression models using Gelbvieh early growth data. **J. Anim. Sci.** 83: 757-763.

Javier, R.A. 2004. **Mexican Simmental-Brahman genetic characterization, Genetic parameters and Genetic trends.** Florida, USA.

Johnston, D.J. and K.L Bunter. 1996. Days to calving in Angus cattle: Genetic and environmental effect, and covariances with other traits. **Livest. Prod. Sci.** 45: 13-22.

Kahi, A.K. and H. Hirooka. 2005. Genetic and economic evaluation of Japanese Black (Wagyu) cattle breeding schemes. **J. Anim. Sci.** 83: 2021-2032.

Knights, S.A., R.L. Baker, D. Gianola and J.B. Gibb. 1984. Estimates of heritabilities and of genetic and phenotypic correlations among growth and reproductive traits in yearling Angus bulls. **J. Anim. Sci.** 58: 887-8

Koch, R.M. and R.T. Clark. 1955. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. **J. Anim. Sci.** 14: 979-996.

_____, L.V. Cundiff, K.E. Gregory and G.E. Dickerson. 1973. Genetic and phenotypic relations associated with preweaning and postweaning growth of Hereford bulls and heifers. **J. Anim. Sci.** 36: 235-239.

_____, _____, _____ and L.D. Van Vleck. 2004. Genetic response to selection for weaning or yearling weight or yearling weight and muscle score in Hereford cattle: Efficiency of gain, growth, and carcass characteristics. **J. Anim. Sci.** 82: 668-682.

Kovac, M. and E. Groeneveld. 2003. **VCE-5 User's Guide and reference manual Version 5.1.** Institite of Animal Husbandry and Animal Behavior, Federal Agriculture Research Center, 31535 Neustadt 1, Hoeltystrasse 10, Germany.

Kriese, L.A., J.K. Bertrand and L.L. Benyshek. 1991. Age adjustment factors, heritabilities and genetic correlations for scrotal circumference and related growth traits in Hereford and Brangus breed. **J. Anim. Sci.** 69: 478-489.

Legates, J.E. and E.J. Warwick. 1990. **Breeding and Improvement of Farm Animals.** McGRAW-HILL publishing company, New York.

MacNeil, M.D., J.J. Urick, S. Newman and B.W. Knapp. 1992. Selection for Postweaning growth in inbred Hereford cattle: the Fort Keogh, Montana line 1 example. **J. Anim. Sci.** 70: 723-733.

_____, J.J. Urick and W.M. Snelling. 1998. Comparison of Selection by Independent Culling Levels for Below-Average Brith Weight and High Yearling Weight with Mass Selection for Hight Yearling Weight in Line 1 Hereford Cattle. **J. Anim. Sci.** 76: 458-467.

_____. 2003. Genetic evaluation of an index of birth weight and yearling weight to improve efficiency of beef production. **J. Anim. Sci.** 81: 2425-2433.

_____. 2005. Genetic evaluation of the ratio of calf weaning weight to cow weight. **J. Anim. Sci.** 83: 794-802.

Martinez-Velazquez, V.G., K.E. Gregory, G.L. Bennett and L.D. Van Vleck. 2003. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive trait. **J. Anim. Sci.** 81: 395-401.

Massey, M.E. and L.L. Benyshek. 1982. Genetic, phenotypic and environmental correlations among performance traits estimated from Limousin field data. **J. Anim. Sci.** 54: 46-50.

Mattos, D., I. Misztal and J.K. Bertrand. 2000. Variance and covariance components for weaning weight for Herefords in three countries. **J. Anim. Sci.** 78: 33-37.

Meyer, K., M.J. Carrick and B.J.P. Donnelly. 1993. Genetic parameter for growth traits of Australian beef cattle from a multibreed selection experiment. **J. Anim. Sci.** 71: 2614-2622.

_____, J.J. David and G. Hans-Ulrich. 2004. Estimates of the complete genetic covariance matrix for traits in multi-trait genetic evaluation of Australian Hereford cattle. **Australian Journal of Agricultural Research.** 55: 195-210.

_____. nd. **Estimates of genetic parameters and breeding values for New Zealand and Australian Angus cattle.** Animal Genetic and Breeding Unit, University of New England. USA.

Nelsen, T.C. and D.D. Kress. 1979. Estimates of heritabilities and correlations for production characters of Angus and Hereford calves**. J. Anim. Sci**. 48: 286-292.

Newman, S. and M.P. Deland. 1991. Lifetime productivity of crossbred cows 2. Age and weight at first oestrus, calf birth weight, assisted calvings, calving interval and reproduction rate. **Australian journal of experimental Agriculture.** 31: 293-300.

Notter, D.R., B. Tier and K. Meyer. 1992. Sire x herd interactions for weaning weight in beef cattle. **Anim. Sci.** 70: 2359-2365.

Oyama, K., T. Katsuta, K. Anada and F. Mukai. 2004. Genetic parameters for reproductive performance of breeding cows and carcass traits of fattening animals in Japanese Black (Wagyu) cattle. **Anim. Sci.** 78: 195-201.

Phocas, F. and D. Laloe. 2004. Genetic parameters for birth and weaning trait in French specialized beef cattle breeds. **Livest. Prod. Sci.** 89: 121-128.

Roughsedge, T., P.R. Amer, R. Thompson and G. Simm. 2005. Genetic parameters for a maternal breeding goal in beef production. **J. Anim. Sci.** 83: 2319-2329.

Sapp, R.L., R. Rekaya and J.K. Bertrand. 2004. Trait scores in first-parity Gelbvieh cows: Relationship with suspensory score and calf growth traits. **J. Anim. Sci**. 82: 2277-2284.

SAS. 1996. **The SAS System for Windows: Release 6.12**. SAS Institute Inc., Cary North Carolina. USA.

Shepard, H.H., R.D. Green, B.L. Golden, K.E. Hamlin, T.L. Perkins and J.B. Diles. 1996. Genetic parameter of live animal ultrasonic measures of retail yield indicators in yearling breeding cattle. **J. Anim. Sci.** 74: 761-768.

Stelzleni, A.M., T.L. Perkins, A.H. Brown Jr., F.W. Pohlman, Z.B. Johnson and B.A. Sandelin. 2002. Genetic parameter estimates of yearling live animal ultrasonic measurements in Brangus cattle. **J. Anim. Sci.** 80: 3150-3153.

Tumwasorn, S. 1977. Genetic and phenotypic parameters of some traits in Brahman and Brahman crossbred. M.S. Thesis. Kasetsart University, Bangkok.

Varona, L., I. Misztal and J.K. Bertrand. 1999a. Threshold-Linear Versus Linear-Linear Analysis of Brith Weight and Calving Ease Using an Animal Model: I. Variance Component Estimation. **J. Anim. Sci.** 77: 1994-2002.

_____, _____ and _____. 1999b. Threshold-Linear Versus Linear-Linear Analysis of Brith Weight and Calving Ease Using an Animal Model: II. Comparison. **J. Anim. Sci**. 77: 2003-2007.

William, C.B., G.L. Bennett, T.G. Jenkins, L.V. Cundiff and C.L. Ferrell. 2006. Using simulation models to predict feed intake: Phenotypic and genetic relationships between observed and predicted values in cattle. **J. Anim. Sci.** 84: 1310-1316.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน โดยแยกตามอิทธิพลของระดับการพัฒนา (D)

ลักษณะที่ศึกษา	D	จำนวนข้อมูล	mean±SD
BW	1	1,415	29.39±4.89
	2	1,252	29.70±5.67
	3	284	29.20±5.50
	4	40	27.26±4.33
	5	6	27.83±4.62
WW	1	1,087	152.28±29.46
	2	809	161.46±35.01
	3	148	145.97±37.44
	4	13	140.21±30.03
YW	1	258	261.30±52.11
	2	178	252.22±53.24
	3	56	232.11±54.36
	4	7	216.98±46.11
ADG	1	1,087	603.49±137.30
	2	809	659.49±159.66
	3	148	599.34±187.47
	4	13	569.74±128.19
AFC	1	206	3.38±1.06
	2	165	3.48±1.06
	3	24	3.62±0.97
	4	5	3.29±0.73

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ลักษณะที่ศึกษา	D	จำนวนข้อมูล	mean±SD
CI	1	418	576.73±246.77
	2	158	601.49±283.74
	3	20	710.35±263.01

SD = standard deviation

ตารางผนวกที่ 2 ค่า P-value สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 1)

ลักษณะ	BW	WW	YW	ADG	AFC	CI
BW		0.639 (0.073)**	0.137 (0.190)^{ns}	0.481 (0.091)**	-0.694 (0.300)*	0.206 (0.179)^{ns}
WW	0.347 (0.021)**		0.384 (0.167)*	0.980 (0.004)**	-0.417 (0.365)^{ns}	0.512 (0.240)*
YW	0.150 (0.044)**	0.616 (0.035)**		0.453 (0.178)*	0.229 (0.626)^{ns}	-0.657 (0.460)^{ns}
ADG	0.175 (0.022)**	0.978 (0.005)**	0.593 (0.036)**		-0.420 (0.378)^{ns}	0.511 (0.248)*
AFC	-0.093 (0.050)^{ns}	0.047 (0.050)^{ns}	-0.046 (0.050)^{ns}	0.064 (0.050)^{ns}		-0.535 (0.551)^{ns}
CI	-0.071 (0.041)^{ns}	-0.031 (0.041)^{ns}	-0.081 (0.045)^{ns}	0.006 (0.045)^{ns}	-0.033 (0.050)^{ns}	

parentheses is standard error

^{ns} = non-significant (P>0.05)

* = P<0.05

** = P<0.01

ตารางผนวกที่ 3 ค่า P-value สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือเส้นทแยงมุม) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (ใต้เส้นทแยงมุม) สำหรับลักษณะน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน (สำหรับแบบหุ่นที่ 2)

ลักษณะ*	BW_D	BW_M	WW_D	WW_M	ADG_D	ADG_M
BW_D		-0.301 (0.113)*	0.844 (0.050)**	0.274 (0.075)**	0.707 (0.140)**	0.362 (0.108)**
BW_M			-0.225 (0.133)^{ns}	0.541 (0.129)**	-0.191 (0.130)^{ns}	0.441 (0.081)**
WW_D	0.373 (0.020)**			-0.025 (0.194)^{ns}	0.977 (0.013)**	-0.025 (0.124)^{ns}
WW_M					-0.137 (0.132)^{ns}	0.988 (0.001)**
ADG_D	0.247 (0.021)**		0.979 (0.005)**			-0.123 (0.242)^{ns}
ADG_M						

* D = direct effect, M = maternal effect

parentheses is standard error

ns = non-significant (P>0.05)

* = P<0.05

** = P<0.01

ตารางผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน จำแนกตามอายุของแม่เมื่อคลอดลูก

อายุของแม่เมื่อคลอดลูก	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
2 ปี	26.93	0.72	135.88	4.31	232.10	10.97	635.10	19.96	3.65	0.36	508.94	136.16
3 ปี	27.69	0.58	135.20	2.95	222.25	8.18	587.69	13.67	3.48	0.22	559.81	48.72
4 ปี	29.12	0.57	141.42	2.97	222.40	7.28	589.00	13.77	3.64	0.21	525.98	49.48
5 – 9 ปี	30.30	0.53	155.49	2.44	226.48	5.10	617.84	11.31	3.47	0.18	588.87	29.28
> 10 ปี	29.22	0.58	151.55	2.73	222.02	6.58	603.48	12.63	3.67	0.23	557.13	41.93

ตารางผนวกที่ 5 ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) ในโคกำแพงแสน จำแนกตามเพศ

เพศ	ลักษณะที่ศึกษา							
	BW		WW		YW		ADG	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
เพศผู้	29.30	0.53	145.87	2.477	235.84	5.87	614.61	11.48
เพศเมีย	28.00	0.52	141.95	2.447	214.26	5.05	598.64	11.34

ตารางผนวกที่ 6 ค่าเฉลี่ย least square (LS mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับน้ำหนักแรกคลอด (BW) น้ำหนักเมื่อหย่านมปรับ 205 วัน (WW) น้ำหนักเมื่อปรับ 365 วัน (YW) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันก่อนหย่านม (ADG) อายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (AFC) และระยะห่างของการให้ลูก (CI) ในโคกำแพงแสน จำแนกตามฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
1	-	-	-	-	-	-	-	-	4.69	0.67	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	2.54	0.66	286.28	245.99
3	27.31	3.49	-	-	-	-	-	-	2.33	0.92	-	-
4	26.88	3.50	-	-	-	-	-	-	1.59	0.92	-	-
5	35.48	4.93	240.27	27.52	-	-	1057.46	126.73	-	-	-	-
6	29.24	2.86	183.04	15.89	-	-	807.34	73.15	-	-	-	-
7	26.98	1.91	173.13	10.54	-	-	756.98	48.52	-	-	-	-
8	30.34	1.51	187.52	8.25	-	-	785.10	38.01	-	-	-	-
9	27.41	2.06	191.36	12.38	-	-	844.08	57.01	-	-	-	-
10	28.62	3.49	168.96	19.41	-	-	713.09	89.37	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	3.44	0.49	542.20	95.97

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
12	-	-	-	-	-	-	-	-	3.99	0.42	509.10	106.26
13	31.49	2.87	-	-	-	-	-	-	3.20	0.38	432.52	74.97
14	22.83	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	27.78	2.25	162.51	13.85	-	-	665.74	63.78	3.65	0.42	474.02	110.50
16	27.17	1.50	155.27	9.38	-	-	644.13	43.18	3.03	0.48	434.54	146.35
17	27.58	1.20	183.98	8.55	243.47	17.79	811.00	39.34	3.11	0.35	396.76	142.66
18	25.20	1.20	164.70	6.80	-	-	731.72	31.33	3.25	0.33	426.54	176.53
19	24.03	1.29	152.84	11.38	-	-	673.27	52.40	3.20	0.41	496.23	245.34
20	25.43	1.32	148.34	7.42	-	-	649.15	34.16	3.41	0.41	-	-
21	25.51	1.07	165.98	6.04	-	-	732.65	27.80	3.31	0.92	-	-
22	26.88	1.92	135.63	10.56	-	-	591.95	48.62	3.62	0.92	-	-
23	27.56	1.40	155.42	8.53	-	-	669.16	39.25	-	-	-	-
24	27.38	0.99	146.55	5.92	-	-	628.07	27.26	2.85	0.92	-	-
25	28.62	1.44	158.85	8.89	-	-	668.09	40.95	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
26	27.06	1.16	151.80	7.21	-	-	659.09	33.18	-	-	-	-
27	28.23	1.18	164.04	6.41	-	-	709.77	29.52	-	-	-	-
28	26.44	1.26	73.22	27.33	-	-	285.09	125.83	-	-	-	-
29	25.67	1.36	140.09	12.41	-	-	601.34	57.14	-	-	-	-
30	27.98	1.11	198.36	7.18	-	-	871.63	33.08	-	-	-	-
31	23.75	2.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	36.26	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
33	25.95	2.24	193.74	27.33	-	-	875.65	125.84	-	-	-	-
34	27.42	1.45	161.83	7.92	206.17	17.13	695.93	36.49	5.45	0.67	-	-
35	28.57	0.81	154.11	4.29	228.22	10.58	650.98	19.77	4.27	0.33	541.92	67.23
36	28.66	1.07	130.64	6.08	208.83	14.07	538.32	28.01	3.81	0.39	513.08	87.13
37	28.10	0.92	137.85	4.98	207.28	10.71	577.40	22.93	4.24	0.39	555.54	108.49
38	28.22	1.03	136.13	5.70	243.35	11.90	564.76	26.26	5.04	0.67	559.35	177.38
39	28.92	1.04	136.56	5.60	272.58	9.52	566.34	25.81	4.03	0.67	668.35	177.38

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
40	28.79	1.06	134.41	5.70	277.55	9.11	556.08	26.24	2.38	0.41	517.38	82.39
41	28.37	1.04	144.08	5.59	269.63	14.00	605.37	25.72	3.19	0.92	348.73	176.95
42	27.03	1.18	163.39	6.69	309.38	14.80	704.51	30.81	2.41	0.66	580.41	175.25
43	27.99	0.85	142.05	4.61	278.47	10.17	597.27	21.23	3.19	0.56	524.85	147.77
44	28.66	0.72	147.18	3.68	288.36	7.71	620.31	16.94	3.27	0.35	559.15	89.48
45	31.37	1.08	141.98	6.24	233.41	13.82	576.21	28.75	2.03	0.66	561.85	245.65
46	28.28	0.91	134.70	5.01	245.27	10.63	556.80	23.05	2.33	0.66	-	-
47	29.14	0.74	127.27	3.87	252.04	10.89	520.70	17.81	2.84	0.67	-	-
48	29.31	0.87	130.03	4.58	287.46	8.95	531.12	21.07	-	-	-	-
49	28.98	0.99	128.18	5.45	287.34	9.22	524.90	25.12	-	-	-	-
50	28.32	0.80	126.23	4.37	248.70	9.71	519.85	20.11	-	-	-	-
51	27.49	0.97	129.02	5.48	-	-	535.74	25.21	-	-	-	-
52	29.50	0.87	133.28	4.85	275.55	36.65	549.26	22.31	-	-	-	-
53	29.68	0.79	119.05	8.18	226.78	21.58	491.43	37.66	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
54	30.63	0.85	166.69	4.49	307.35	10.28	704.12	20.66	-	-	-	-
55	32.20	1.17	175.66	6.36	295.03	26.11	738.57	29.29	-	-	-	-
56	31.78	0.80	153.49	4.20	326.19	18.72	634.51	19.34	-	-	-	-
57	27.78	0.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
58	27.52	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	30.61	1.70	154.07	9.39	-	-	642.05	43.24	-	-	-	-
60	27.15	4.91	-	-	-	-	-	-	4.37	0.92	-	-
61	28.65	3.49	-	-	-	-	-	-	5.33	0.67	-	-
62	28.15	4.91	-	-	-	-	-	-	6.50	0.92	-	-
63	31.15	4.91	-	-	-	-	-	-	5.44	0.92	-	-
64	28.15	4.91	-	-	-	-	-	-	2.67	0.92	383.52	147.77
65	25.04	3.50	-	-	-	-	-	-	2.07	0.67	362.51	120.52
66	32.05	4.93	-	-	-	-	-	-	1.94	0.94	477.15	266.01
67	32.48	4.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
68	29.78	3.49	-	-	-	-	-	-	2.40	0.66	329.23	245.34
69	32.13	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70	28.53	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
71	31.03	2.86	-	-	-	-	-	-	2.29	0.92	-	-
72	31.04	2.49	-	-	-	-	-	-	2.50	0.66	-	-
73	28.96	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
74	32.79	4.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
75	30.38	2.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
76	30.09	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
77	31.45	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
78	29.09	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
79	34.15	4.91	-	-	-	-	-	-	6.30	0.92	-	-
80	28.40	4.91	-	-	-	-	-	-	2.63	0.92	-	-
81	31.78	3.49	-	-	-	-	-	-	4.68	0.66	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
82	29.40	4.91	-	-	-	-	-	-	4.14	0.92	-	-
83	29.15	4.91	-	-	-	-	-	-	3.22	0.92	-	-
84	32.38	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
85	30.15	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
86	26.81	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
87	27.99	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
88	27.62	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
89	37.32	2.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
90	41.28	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
91	21.70	2.07	-	-	-	-	-	-	-	-	549.60	130.48
92	20.20	2.50	-	-	-	-	-	-	4.18	0.67	873.66	117.54
93	22.28	4.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
94	23.04	2.87	109.98	15.92	-	-	465.46	73.29	-	-	-	-
95	26.50	3.50	-	-	-	-	-	-	4.94	0.92	719.90	178.75

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
96	24.49	1.92	116.90	10.57	-	-	496.47	48.68	4.14	0.67	663.47	106.41
97	26.89	2.49	101.59	27.40	-	-	399.31	126.15	3.19	0.92	720.24	149.42
98	18.15	4.91	91.21	27.33	-	-	398.81	125.84	-	-	-	-
99	22.20	3.49	93.60	19.40	-	-	391.07	89.34	-	-	-	-
100	23.72	2.24	94.23	15.91	-	-	366.56	73.24	-	-	-	-
101	25.16	1.92	109.47	15.92	-	-	432.64	73.30	-	-	-	-
102	23.77	2.50	169.03	27.33	-	-	744.29	125.84	3.24	0.92	718.85	147.77
103	28.83	1.92	108.79	10.60	-	-	439.44	48.81	4.28	0.56	469.72	72.18
104	21.63	2.06	107.06	12.45	-	-	436.26	57.31	-	-	-	-
105	32.37	2.50	131.97	19.41	-	-	515.52	89.35	4.07	0.55	714.24	98.55
106	21.06	3.49	100.66	19.41	-	-	438.28	89.37	3.12	0.92	-	-
107	33.82	2.87	149.13	15.91	151.97	36.65	593.30	73.23	3.41	0.67	525.59	244.86
108	29.16	1.40	148.58	7.42	172.15	36.59	627.67	34.14	4.11	0.92	512.67	72.61
109	32.83	4.91	174.15	27.33	-	-	728.65	125.83	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
110	29.53	0.96	140.46	5.20	-	-	579.14	23.94	3.63	0.36	576.32	71.28
111	30.62	1.70	150.01	9.91	-	-	625.13	45.63	3.51	0.49	631.42	69.97
112	25.75	2.50	177.31	12.43	-	-	793.20	57.25	4.35	0.55	721.23	118.25
113	28.30	1.03	136.54	5.84	-	-	565.13	26.90	2.87	0.49	712.87	76.90
114	27.46	2.87	169.77	19.41	-	-	737.05	89.36	-	-	-	-
115	25.76	0.99	124.69	5.36	152.43	36.87	522.58	24.69	4.45	0.41	881.87	73.32
116	27.72	2.49	117.73	13.82	-	-	490.28	63.64	-	-	369.90	246.64
117	25.91	2.05	154.10	11.34	-	-	667.24	52.21	3.59	0.92	619.28	148.34
118	26.12	1.13	133.42	6.10	-	-	566.30	28.07	4.36	0.55	444.19	101.11
119	27.55	1.70	131.14	9.37	-	-	563.27	43.15	-	-	-	-
120	31.04	2.05	137.25	11.35	-	-	558.47	52.25	-	-	-	-
121	29.81	1.15	175.47	6.36	-	-	750.71	29.29	4.77	0.92	388.23	147.26
122	28.66	2.06	162.55	11.35	187.55	37.57	695.61	52.25	4.62	0.94	546.15	156.70
123	27.78	4.92	197.50	27.38	-	-	925.35	126.06	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
124	29.13	0.97	165.81	5.41	-	-	707.08	24.89	4.02	0.45	574.59	97.05
125	30.78	1.91	171.55	11.34	-	-	731.23	52.20	3.33	0.92	-	-
126	28.56	1.08	149.06	6.05	176.37	21.56	634.90	27.85	4.06	0.40	631.50	77.90
127	28.76	0.97	136.25	5.49	164.60	26.15	561.89	25.30	4.34	0.33	650.84	65.86
128	30.12	1.80	119.69	10.55	-	-	475.90	48.59	4.21	0.55	609.32	116.14
129	27.82	1.03	140.03	5.75	173.68	15.60	592.84	26.46	4.48	0.49	668.66	90.41
130	30.55	1.14	121.84	6.67	171.03	18.78	481.51	30.72	4.22	0.36	559.12	70.55
131	28.74	3.49	129.25	19.39	207.69	36.78	533.99	89.26	-	-	-	-
132	28.80	1.01	117.41	6.15	169.78	26.01	481.34	28.34	4.71	0.34	696.18	62.30
133	26.56	1.20	113.14	6.82	152.50	37.09	465.50	31.39	3.39	0.49	545.98	69.53
134	29.28	1.49	118.22	8.52	-	-	473.38	39.21	4.07	0.55	470.98	129.89
135	25.53	1.04	131.02	6.12	156.74	36.59	558.48	28.17	3.45	0.49	472.98	85.35
136	28.93	1.20	110.36	7.63	-	-	440.61	35.11	5.52	0.66	1202.76	246.98
137	24.78	2.49	107.61	13.80	-	-	442.92	63.52	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
138	27.14	1.06	133.68	6.00	189.05	18.94	569.70	27.61	3.17	0.35	747.09	68.45
139	28.23	1.28	115.56	7.37	250.72	11.81	463.56	33.92	2.24	0.92	439.56	120.42
140	29.67	1.80	114.69	9.36	242.37	14.49	460.24	43.11	4.36	0.92	853.96	178.41
141	25.17	0.93	138.75	5.07	220.31	26.20	598.04	23.36	3.71	0.35	970.86	87.93
142	27.10	1.05	135.37	7.88	-	-	560.80	36.30	5.21	0.33	468.30	79.80
143	32.65	2.49	126.68	27.34	158.37	36.72	535.73	125.89	4.34	0.92	581.46	178.41
144	25.83	1.10	146.06	6.15	-	-	630.68	28.31	4.38	0.66	717.96	246.39
145	31.03	1.03	144.64	6.01	232.22	13.72	591.54	27.69	4.33	0.66	451.61	145.40
146	26.51	1.70	142.41	11.32	208.97	18.80	591.10	52.11	3.58	0.92	355.78	149.08
147	25.82	0.97	136.62	5.07	211.14	14.51	589.01	23.35	3.90	0.66	435.76	179.23
148	26.71	1.92	114.90	11.40	215.20	17.20	475.49	52.48	4.52	0.92	661.85	245.65
149	30.18	1.49	168.74	8.91	238.35	21.52	711.63	41.03	3.21	0.66	449.98	144.00
150	29.02	1.11	150.43	6.49	233.12	21.37	632.54	29.90	3.30	0.43	608.79	104.45
151	28.59	1.14	118.86	6.69	196.77	26.29	485.37	30.79	3.23	0.55	372.91	175.25

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
152	23.99	2.24	129.34	12.40	182.84	36.86	552.46	57.11	2.61	0.92	-	-
153	27.51	1.20	172.06	7.18	217.49	18.97	748.59	33.04	3.52	0.49	641.25	145.22
154	28.52	1.22	132.97	19.40	212.61	36.65	534.35	89.34	2.67	0.45	-	-
155	26.26	1.70	-	-	-	-	-	-	2.25	0.93	-	-
156	27.87	0.99	129.90	6.04	182.44	12.20	543.74	27.81	3.35	0.32	-	-
157	32.46	1.38	128.93	9.85	199.87	18.87	509.48	45.35	-	-	-	-
158	39.38	2.86	95.90	27.41	-	-	332.01	126.22	-	-	-	-
159	29.32	0.93	135.83	5.74	185.96	15.63	563.25	26.45	3.16	0.55	-	-
160	25.38	1.27	126.86	8.91	180.62	17.07	541.43	41.04	-	-	-	-
161	27.08	1.30	141.38	12.38	230.26	21.48	626.13	57.00	-	-	-	-
162	30.95	1.09	143.88	6.50	241.87	16.47	584.80	29.92	-	-	-	-
163	26.34	1.34	125.92	9.19	234.17	12.51	518.30	42.30	-	-	-	-
164	30.32	1.30	146.36	8.75	214.03	16.42	604.96	40.28	-	-	-	-
165	27.38	0.97	121.96	6.02	197.92	11.45	501.17	27.70	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
166	30.40	1.61	131.17	10.58	187.99	36.72	529.53	48.73	-	-	-	-
167	24.99	1.31	148.29	12.29	255.82	16.51	621.22	56.57	-	-	-	-
168	26.30	1.04	180.37	10.38	211.92	26.24	775.41	47.78	-	-	-	-
169	31.66	2.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
170	41.15	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
171	32.40	2.25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
172	27.15	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
173	30.65	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
174	30.15	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
175	26.48	2.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
176	32.58	1.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177	28.18	1.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
178	29.48	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
179	30.46	1.71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
180	29.40	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
181	27.28	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
182	30.39	1.92	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
183	26.36	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
184	29.24	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
185	29.93	2.54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
186	32.35	1.86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
187	30.59	3.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
188	24.15	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
189	30.90	2.50	-	-	-	-	-	-	3.71	0.56	391.55	83.83
190	27.70	2.25	-	-	-	-	-	-	3.24	0.49	401.33	79.40
191	33.28	4.92	-	-	-	-	-	-	3.78	0.92	418.24	132.91
192	27.16	1.64	-	-	-	-	-	-	3.12	0.38	423.93	69.97
193	37.25	4.91	-	-	-	-	-	-	2.36	0.92	655.09	176.29

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
194	31.69	2.06	-	-	-	-	-	-	3.04	0.42	431.42	73.97
195	28.83	1.13	-	-	-	-	-	-	3.69	0.29	443.69	92.03
196	28.05	4.93	-	-	-	-	-	-	2.75	0.94	507.15	266.01
197	24.10	4.92	-	-	-	-	-	-	3.31	0.92	323.28	245.99
198	27.94	1.37	-	-	-	-	-	-	3.06	0.33	440.78	177.85
199	29.83	1.92	-	-	-	-	-	-	3.16	0.66	-	-
200	29.12	1.71	-	-	-	-	-	-	3.03	0.45	410.25	175.55
201	30.70	1.40	-	-	-	-	-	-	2.71	0.55	-	-
202	27.64	1.71	-	-	-	-	-	-	2.29	0.92	-	-
203	26.51	1.80	-	-	-	-	-	-	3.28	0.92	-	-
204	29.80	1.15	179.15	6.20	269.84	9.10	769.38	28.55	2.23	0.66	-	-
205	33.93	1.28	184.72	7.88	265.89	12.93	771.92	36.28	-	-	-	-
206	33.93	1.35	208.07	9.94	305.26	22.01	884.68	45.78	-	-	-	-
207	27.16	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
208	28.94	1.36	191.83	9.94	-	-	854.50	45.78	-	-	-	-
209	28.67	1.04	170.81	7.86	-	-	743.08	36.20	-	-	-	-
210	32.29	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
211	25.79	4.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
212	30.02	1.62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
213	26.40	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
214	36.51	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
215	23.40	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
216	31.29	3.53	-	-	-	-	-	-	4.44	0.71	420.78	267.30
217	28.15	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
218	28.51	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
219	26.03	2.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
220	27.18	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
221	24.90	3.49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ฝูงสัตว์-ปี-ฤดูกาล	ลักษณะที่ศึกษา											
	BW		WW		YW		ADG		AFC		CI	
	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE	LS mean	SE
222	25.98	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
223	28.69	2.06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
224	27.84	2.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
225	27.57	2.87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
226	28.22	4.91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ประวัติการศึกษา

ชื่อ –นามสกุล	นายกนก เชาวภายี
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 23 ธันวาคม 2526
สถานที่เกิด	นราธิวาส
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (เทคโนโลยีการผลิตสัตว์) มหาวิทยาลัยทักษิณ พ.ศ. 2549