ดัชนีการคัดเลือกโคนมลูกผสม จากลักษณะปริมาณน้ำนม อายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก

นายเทอดไชย ระลึกมูล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ภาควิชาสัตวบาล
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2547

ISBN 974-53-1461-7

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SELECTION INDEX FOR CROSSBRED DAIRY CATTLE BASED ON MILK YIELD, AGE AT FIRST CALVING AND FIRST CALVING INTERVAL

Mr. Therdchai Raleukmoon

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Animal Breeding
Department of Animal Husbandry
Faculty of Veterinary Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2004

ISBN 974-53-1461-7

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ดัชนีการคัดเลือกโคนมลูกผสม จากลักษณะปริมาณน้ำนม อายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก
โดย	นายสัตวแพทย์ เทอดไชย ระลึกมูล
ภาควิชา	สัตวบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ศานิต เก้าเอี้ยน

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้วิทยานุพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ณรงค์ศักดิ์ ชัยบุตร)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ สมชาย จันทร์ผ่องแสง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ศานิต เก้าเอี้ยน)

.....กรรมการ
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. อรรณพ คุณาวงษ์กฤต)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศรเทพ ธัมวาสร)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เทอดไชย ระลึกมูล : ดัชนีการคัดเลือกโคนมลูกผสม จากลักษณะปริมาณน้ำนม อายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก. (SELECTION INDEX FOR CROSSBRED DAIRY CATTLE BASED ON MILK YIELD, AGE AT FIRST CALVING AND FIRST CALVING INTERVAL) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร.จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ, อ. ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ศานิต เก้าเอี้ยน, 98 หน้า. ISBN 974-53-1461-7

การศึกษาครั้งนี้รวบรวมบันทึกข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจ 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่305วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ของแม่โคนมลูกผสม 1,263 ตัว ซึ่งคลอดระหว่างปี พ.ศ.2533 ถึง 2545 (ค.ศ.1990 ถึง 2002) บันทึกข้อมูลโดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย(อ.ส.ค.) จาก 79 ฟาร์มในเขตพื้นที่จังหวัดสระบุรี ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ ของลักษณะทางเศรษฐกิจทั้งสาม ถูกประมาณค่าด้วยวิธี average information restricted maximum likelihood (AI-REML) และแบบหุ่นสัตว์ที่วิเคราะห์หลายลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait animal model) โดยโปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-DairyPAK 2.5 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะ 3 ลักษณะข้างต้น เท่ากับ 0.5097, 0.2599 และ 0.2712 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ ระหว่างปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับช่วงการคลอดครั้งแรก อายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับช่วงการคลอดครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 0.1699, 0.2634, 0.9952 และ 0.0874, 0.0862, -0.1235 ตามลำดับ ค่าการผสมพันธุ์ ถูกประมาณค่าด้วยวิธี Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) สำหรับค่าเศรษฐกิจของแต่ละลักษณะ คำนวณได้จากสมการกำไร ซึ่งอยู่บนพื้นฐานข้อมูลรายได้และค่าใช้จ่ายปี 2542 ทำการวิเคราะห์หาค่าเศรษฐกิจ เมื่อมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น 0 – 30% และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น 0 – 60% ในการศึกษานี้ นำเสนอดัชนีการคัดเลือกที่ประกอบด้วยค่าการผสมพันธุ์ของแต่ละลักษณะในสมการ การกำหนดลักษณะทางการสืบพันธุ์ไว้ในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ จะมีความสำคัญมากยิ่งขึ้น ถ้าหากสถานการณ์วันข้างหน้ามูลค่าราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น ขณะที่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 10 – 60% แสดงให้เห็นถึงการคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือก มีความเหมาะสมมากกว่าการคัดเลือกที่มุ่งลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน แต่เพียงอย่างเดียว

ภาควิชาสัตวบาล	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา 2547	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4475560031 : MAJOR ANIMAL BREEDING
KEY WORD : SELECTION INDEX / MILK YIELD / AGE AT FIRST CALVING / FIRST CALVING INTERVAL / RELATIVE ECONOMIC WEIGHT /

THERDCHAI RALEUKMOON : SELECTION INDEX FOR CROSSBRED DAIRY CATTLE BASED ON MILK YIELD, AGE AT FIRST CALVING AND FIRST CALVING INTERVAL. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. CHANCHARAT REODECHA, Ph.D., THESIS CO-ADVISOR : ASSOC. PROF. SANIT KAO-IAN, 98 pp.
ISBN 974-53-1461-7

Economic traits for 305-d milk yield (MY), first calving interval (CI) and age at first calving (AFC) were obtained by using records of 1,263 crossbred cow that calved from 1990 to 2002 provided by the Dairy Promotion Organization of Thailand (DPO). These records were from 79 herds in Saraburi province area. Genetic parameters of three economic traits were estimated using average information restricted maximum likelihood (AI-REML) procedures and multiple-trait animal model by BLUPF90-DairyPAK 2.5 program. Estimated heritabilities of the above mentioned traits were 0.5097, 0.2599 and 0.2712, respectively. Genetic and phenotypic correlations between MY and AFC, MY and CI and AFC and CI were 0.1699, 0.2634, 0.9952 and 0.0874, 0.0862, -0.1235, respectively. The estimated breeding values (EBV) were predicted by Best Linear Unbiased Prediction (BLUP). The economic values (V) of each trait were derived by partial differentiation of profit equation (P), where profit was defined as the difference between return(R) and cost (C). The profit equation was based on annual price averages of the year 1999. An economic value analyses were performed by varying milk prices up to 30% and feed prices up to 60%. Selection indices including fertility traits are likely to become more important with increasing trend of feed price while milk price is held constant.

Department of Animal Husbandry	Student's signature……
Field of study Animal Breeding	Advisor's signature ……..
Academic Year 2004	Co-advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาครั้งนี้สำเร็จด้วยดี ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รศ. ดร.จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ตรวจแก้ไขข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ และการเขียนทุกขั้นตอน รศ. ศานิต เก้าเอี้ยน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษาแนะนำในการวิเคราะห์ และสนับสนุนข้อมูลทางเศรษฐศาสตร์ และขอขอบพระคุณ อาจารย์ ศักดิ์ชัย โตภาณุรักษ์ และอาจารย์ ชาตรี คติวรเวช ที่ให้คำปรึกษาทางด้านการเตรียมข้อมูล และการวิเคราะห์ทางสถิติ และ ผศ. ดร. มนต์ชัย ดวงจินดา ให้ความอนุเคราะห์โปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-DairyPAK 2.5 ตลอดรวมถึงคณาจารย์ภาควิชาสัตวบาลทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจ และให้คำชี้แนะที่เป็นประโยชน์อย่างสูงยิ่ง ตลอดระยะเวลาการจัดทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณ รศ. ดร. ศรเทพ ธัมวาสร อาจารย์ ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ และองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย(อ.ส.ค.) ผู้ซึ่งวางระบบการบันทึก และสนับสนุนข้อมูลให้แก่ข้าพเจ้า ตลอดรวมถึงผู้บังคับบัญชาทุกลำดับชั้นที่ได้ให้โอกาสลาศึกษาต่อ ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการจัดทำวิทยานิพนธ์ ท้ายสุดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน เป็นกำลังใจอยู่เบื้องหลังต่อเนื่องตลอดระยะเวลาการศึกษา

เทอดไชย ระลึกมูล

เมษายน 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญตาราง.....ญ

บทที่

1. บทนำ.....1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....3
คำสำคัญ 3
คำถามสำหรับการวิจัย 4

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5
ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกโคนม.....5
กลุ่มลักษณะปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม 6
กลุ่มลักษณะทางการสืบพันธุ์.....6
กลุ่มลักษณะรูปร่างโคนม.....7
กลุ่มลักษณะอื่นๆ.....7
ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะโคนม 7
ดัชนีการคัดเลือก.....10
ทฤษฎีดัชนีการคัดการเลือก 10
ตัวอย่างดัชนีการคัดเลือก.....15
การศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมในต่างประเทศ.....15
การศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมในประเทศไทย.....17
การประเมินค่าทางเศรษฐกิจ.....19

การกำหนดจากค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์ 19
การกำหนดจากฟังก์ชันรายได้สุทธิที่แท้จริง.....20

3. วิธีดำเนินการวิจัย.....22
แหล่งของข้อมูล 22
โครงสร้างของข้อมูล 22
การจัดเตรียมข้อมูล.....23
การจัดการข้อมูลเบื้องต้น 23
การจำแนกอิทธิพลปัจจัยคงที่..... 24
การตรวจสอบการกระจายของข้อมูลที่ศึกษา 25
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และทางพันธุศาสตร์ 26
วิเคราะห์เบื้องต้นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา 26
วิเคราะห์หาองค์ประกอบความแปรปรวน 28
การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ 29
การประเมินค่าเศรษฐกิจ 30
การสร้างสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม 32

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 34
ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น 34
ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา 34
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา 36
ผลการประมาณค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม 37
ผลการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรม 37
ผลการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนร่วมและค่าสหสัมพันธ์ 38
ค่าการผสมพันธุ์ 41
ผลการประเมินค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ 42
สมการดัชนีการคัดเลือก 45
สมการดัชนีการคัดเลือกจากการศึกษาโคนมทั้งหมด 46
สมการดัชนีการคัดเลือกจากการศึกษาโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus*
ระหว่าง ≥75 และ<100% 52

5. อภิปรายผลการวิเคราะห์ 58
ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น 58
ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา 58
ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา 60
ผลการประมาณค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม 60
ค่าการผสมพันธุ์ 62
ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ 62
สมการดัชนีการคัดเลือก 65

6. สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ 68

รายการอ้างอิง 72
ภาคผนวก 84
ภาคผนวกที่ 1 สูตรวิธีคำนวณปริมาณน้ำนม 85
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 98

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะสำคัญที่ได้รับการพิจารณารวมไว้ในดัชนีการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนม ในต่างประเทศ 16

ตารางที่ 2.2 ดัชนีการคัดเลือกโคนมในประเทศต่างๆ 17

ตารางที่ 2.3 แสดงการศึกษาดัชนีการคัดเลือกในประเทศไทย 18

ตารางที่ 3.1 จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 24

ตารางที่ 3.2 กลุ่มพันธุ์โคนมจำแนกตามระดับเลือดโคนมพันธุ์ยุโรป 25

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต 34

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆของโคนมที่มีระดับเลือด ≥75 และ<100% *Bos taurus*.....35

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด ในแต่ละลักษณะ จำแนกตามกลุ่มพันธุ์.....36

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาอิทธิพลที่มีผลกระทบต่อลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก 37

ตารางที่ 4.5 แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนและอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด 38

ตารางที่ 4.6 แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนและอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ทำ การศึกษาของโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100%.....38

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ
ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด 39

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ
ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus*
ระหว่าง ≥75 และ<100% 40

ตารางที่ 4.9 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ
ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด 40

ตารางที่ 4.10 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ
ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus*
ระหว่าง ≥75 และ<100% 40

ตารางที่ 4.11 ค่าการผสมพันธุ์ต่ำสุด และค่าการผสมพันธุ์สูงสุด ของลักษณะ
ที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด 41

ตารางที่ 4.12 ค่าการผสมพันธุ์ต่ำสุด และค่าการผสมพันธุ์สูงสุด ของลักษณะ
ที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง
≥75 และ<100% 41

ตารางที่ 4.13 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด
จากพื้นฐานข้อมูลค่าเศรษฐกิจปี 2542 43

ตารางที่ 4.14 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี
ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100% จากพื้นฐาน
ข้อมูลค่าเศรษฐกิจปี 2542 43

ตารางที่ 4.15 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหาร
สัตว์ปรับเพิ่ม จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด 44

ตารางที่ 4.16 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหาร
สัตว์ปรับเพิ่มการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง
≥75 และ<100% 44

ตารางที่ 4.17 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์
ปรับเพิ่ม จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด 45

ตารางที่ 4.18 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์
ปรับเพิ่ม การศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง
≥75 และ<100% 46

ตารางที่ 4.19 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมาย
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมทั้งหมด เมื่อมูลค่า
ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น 49

ตารางที่ 4.20 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมาย
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมทั้งหมด เมื่อมูล
ค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น 51

ตารางที่ 4.21 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมาย
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด
โคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100% เมื่อมูลค่าราคา
น้ำนมเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น 54

ตารางที่ 4.22 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมาย
การเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือดโคนม
ยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100% เมื่อมูลค่าราคาน้ำนม
คงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น 57

ตารางภาคผนวกที่

1 ต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของ 5 ช่วงการให้นม ฟาร์มขนาดกลาง จังหวัดสระบุรี ปี 2542 86

2 ต้นทุนการผลิตโคทดแทนฝูงของฟาร์มขนาดกลาง จังหวัดสระบุรี ปี 2542 87

3 ราคาน้ำนมดิบที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยทั้งประเทศ ปี 2520-2546 88

4 ราคาขายปลีกอาหารสำเร็จรูปโคนมเฉลี่ยทั้งประเทศ ปี 2520-2546 89

5 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน และ ค่าสหสัมพันธ์ ของเปียร์สัน ระหว่าง ดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของพ่อพันธุ์โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมทั้งหมด 90

6 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน ระหว่าง ดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของแม่โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมทั้งหมด 91

7 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน ระหว่าง ดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของพ่อพันธุ์โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100% 92

8 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน ระหว่าง ดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของแม่โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100% 93

9 การจัดลำดับพ่อพันธุ์โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 ที่ 7 ที่ 11 ที่ 13 ที่ 15 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน 94

10 การจัดลำดับแม่โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 ที่ 7 ที่ 11 ที่ 13 ที่ 15 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน 95

11 การจัดลำดับพ่อพันธุ์โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่19 ที่ 25 ที่ 29 ที่ 31 ที่ 33 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน 96

12 การจัดลำดับแม่โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่19 ที่ 25 ที่ 29 ที่ 31 ที่ 33 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน 97

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความแตกต่างระหว่างสัตว์แต่ละตัวภายในฝูง เป็นพื้นฐานสำคัญที่จะนำมาประกอบในการคัดเลือกสัตว์ไว้ทำพันธุ์ เพราะถ้าไม่มีความแตกต่างระหว่างสัตว์แต่ละตัว การคัดเลือกก็ไม่สามารถทำได้ แต่ถ้าสัตว์แต่ละตัวมีความแตกต่าง หรือมีความแปรปรวนของลักษณะที่เราต้องการจะคัดเลือกมาก การคัดเลือกจะดำเนินการได้ง่าย ความแตกต่างของลักษณะต่างๆ ของสัตว์ที่แสดงออกมาให้เห็น เกิดจากอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม พันธุกรรม และปฏิกิริยาร่วมระหว่างสิ่งแวดล้อม และพันธุกรรม อย่างไรก็ตามพันธุกรรมเท่านั้นที่สามารถถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปยังลูกหลานชั่วต่อไปได้ การคัดเลือกจึงเป็นกระบวนการในการตัดสินใจว่า สัตว์ตัวใดในฝูงควรจะได้รับการยอมรับให้เป็นพ่อแม่พันธุ์ของชั่วอายุ (generation) ถัดไป และควรจะให้ลูกมากน้อยเท่าใด หรือความหมายอีกนัยหนึ่ง คือ การให้โอกาสแก่สิ่งมีชีวิตตัวใดตัวหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้มีชีวิตอยู่รอด สืบพันธุ์ และถ่ายทอดลักษณะไปได้มากกว่าตัวอื่นๆ ผลทางพันธุกรรมจะปรากฏในรุ่นลูก การคัดเลือกไม่ทำให้เกิดยีนใหม่ในประชากร แต่ทำให้สัตว์ที่มียีนดีตามต้องการแพร่พันธุ์ได้มากขึ้น (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ, 2534) พันธุกรรมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญในการเลี้ยงโคนม เพราะถ้าโคนมมีลักษณะทางพันธุกรรมไม่ดี ถึงแม้จะมีการจัดการและการให้อาหารที่ดี ก็ไม่สามารถทำให้โคให้ผลผลิตสูงได้ ดังนั้น ถ้ามีการคัดเลือกที่ดีจะได้โคนมที่สามารถแสดงศักยภาพทางพันธุกรรมได้เต็มที่ เมื่อได้รับอาหารและการจัดการที่เหมาะสม ลักษณะทางเศรษฐกิจที่สำคัญในโคนม ซึ่งเป็นลักษณะที่กำหนดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการเลี้ยงโคนมคือปริมาณน้ำนม ดัชนีที่ใช้ในการวัดลักษณะเหล่านี้ ได้แก่ ปริมาณน้ำนมต่อระยะการให้นม ปริมาณน้ำนมในระยะน้ำนมสูงสุด องค์ประกอบในน้ำนม ความสมบูรณ์พันธุ์ เป็นต้น

การคัดเลือกหากพิจารณาถึงลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายลักษณะพร้อมกัน ถ้าทำการคัดเลือกทีละลักษณะ วิธีนี้จะคัดเลือกไปทีละลักษณะจนถึงเป้าหมายที่ตั้งไว้ หรือจนเป็นที่พอใจแล้ว จึงจะเริ่มลักษณะอื่นๆต่อไป ซึ่งวิธีการคัดเลือกแบบนี้ จะใช้เวลานานกว่าจะคัดเลือกได้ครบทุกลักษณะตามเป้าหมาย อีกทั้งความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมจะมีผลทำให้ลักษณะอื่น (ที่ไม่ได้คัดเลือก) เปลี่ยนแปลงไปได้โดยไม่ได้ตั้งใจ (สมเกียรติ สายธนู, 2537) เช่น การคัดเลือกโคนม โดยพิจารณาลักษณะปริมาณน้ำนมอย่างเดียว ทำให้โคนมมีผลผลิตน้ำนมสูงขึ้น แต่ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง เพราะสองลักษณะนี้มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม ดังนั้นวิธีการคัดเลือกที่เหมาะ

สม คือการใช้ดัชนีการคัดเลือก (selection index) เป็นการคัดเลือกโดยมุ่งเน้นหลายๆ ลักษณะเป็นการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะใช้คุณค่าทางเศรษฐกิจร่วมด้วย ดัชนีการคัดเลือกสามารถรวบรวมข้อมูลทั้งทางด้านพันธุกรรม และเศรษฐกิจเข้าได้ด้วยกันเป็นอย่างดี นั่นคือรวมเอาทั้งวัตถุประสงค์ของนักปรับปรุงพันธุ์ (ที่ต้องการให้มีการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ของลักษณะที่คัดเลือกสูงสุด) และของเจ้าของฟาร์ม (ที่ต้องการให้มีกำไรสูงสุดจากการทำฟาร์ม) ไว้ด้วยกันอย่างเหมาะสม สมการดัชนีการคัดเลือก เป็นเกณฑ์ที่เน้นการคัดเลือกเพื่อให้ได้ออกมาเป็นค่าเดียวสำหรับใช้เปรียบเทียบระหว่างสัตว์รายตัว ซึ่งค่าคะแนนรวมที่ได้นี้ จะใช้ในการจัดลำดับของสัตว์ในฝูงว่าตัวใดควรจะได้รับการคัดเลือกไว้ทำพันธุ์ Hazel (1943) เป็นผู้วางรากฐานสำคัญตั้งแต่อดีตในการสร้างดัชนีคัดเลือกด้วยรูปแบบสมการดัชนีการคัดเลือก ที่อาศัยข้อมูลลักษณะปรากฏหลายๆ ลักษณะ จวบจนปัจจุบันดัชนีการคัดเลือกมีการพัฒนา โดยการใช้ข้อมูลที่เป็นค่าการผสมพันธุ์ ของแต่ละลักษณะลงในสมการดัชนีการคัดเลือก สำหรับค่าการผสมพันธุ์จะได้รับการประเมินด้วยวิธี Best Linear Unbiased Prediction หรือ BLUP สามารถวิเคราะห์ได้จากครั้งละหนึ่งลักษณะ (single-trait animal model) หรือด้วยการวิเคราะห์ครั้งละหลายลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait animal model) ดัชนีการคัดเลือกเป็นเครื่องมือสำหรับคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่กำลังพัฒนา มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องไปในทางที่ทำให้เกิดความแม่นยำเพิ่มขึ้น คือมีการพัฒนาการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรม และค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างถูกต้อง การให้น้ำหนักค่าทางเศรษฐกิจของลักษณะสำหรับสร้างดัชนีการคัดเลือกจะเป็นเรื่องของแต่ละประเทศที่จะตัดสินใจ ขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์และภาวะทางการตลาดของประเทศนั้นๆ

ดัชนีการคัดเลือกโคนมสำหรับในประเทศไทย ปัจจุบันยังอยู่ในระดับงานศึกษาวิจัย ขณะที่งานด้านการส่งเสริมการเลี้ยงโคนม หน่วยงานของรัฐโดยเฉพาะองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) มีระบบการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์โคนม เข้าในโครงการสร้างพ่อพันธุ์ (Master Bull project) เพื่อผลิตน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม ให้การบริการการผสมเทียมแก่แม่โคนมของเกษตรกร โดยพิจารณาค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนม เป็นหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกเพียงลักษณะเดียว ซึ่งอันที่จริงยังมีลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจอื่นอีก ได้แก่ ลักษณะทางการสืบพันธุ์ ที่ควรจะได้รับการพิจารณาควบคู่กันไปด้วย ฉะนั้นแนวทางการปรับปรุงลักษณะ ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายๆ ลักษณะไปพร้อมกัน การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ จึงเป็นการพัฒนาดัชนีการคัดเลือกโคนมที่เหมาะสม โดยดูลักษณะสำคัญ คือลักษณะปริมาณน้ำนม และลักษณะทางการสืบพันธุ์ไปพร้อมกัน ซึ่งมีการให้น้ำหนักค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ตามความสำคัญทางเศรษฐกิจของแต่ละลักษณะ

จะได้ดัชนีการคัดเลือกโคนมเพื่อเป็นเครื่องมือประกอบการคัดเลือกโคนมทางเลือกใหม่อีกทางเลือกหนึ่งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.เพื่อประเมินค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของ ลักษณะปริมาณน้ำนม ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก
2.เพื่อประเมินค่าเศรษฐกิจของลักษณะที่ทำการศึกษา
3.เพื่อศึกษาหาดัชนีการคัดเลือกโคนม จากลักษณะปริมาณน้ำนม ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ให้เป็นเครื่องมือทางเลือกใหม่อีกทางเลือกหนึ่ง สำหรับประกอบการคัดเลือกโคนมในเขตพื้นที่งานส่งเสริมการเลี้ยงโคนมของ อ.ส.ค

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. หน่วยงานของรัฐ มีดัชนีการคัดเลือกโคนม เป็นเครื่องมือสำคัญทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่ง เพื่อนำไปใช้ในระบบการคัดเลือกพ่อ-แม่พันธุ์โคนม เข้าโครงการ Master Bull Project ตลอดทั้งระดับผู้เลี้ยงโคนมในเขตส่งเสริมฯ สามารถเลือกใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม โดยพิจารณาจากดัชนีการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนม ที่เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง
2. ระดับฝูงโคนมในเขตส่งเสริมฯ หากได้รับพิจารณาทำการคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนม มีความคาดหวังว่าจะเกิดความก้าวหน้าทางพันธุกรรมในลักษณะการให้น้ำนม โดยกระทบต่อลักษณะทางการสืบพันธุ์ไม่มากนัก หากใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนมประกอบการคัดเลือกโคนม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คำสำคัญ

ดัชนีการคัดเลือก ปริมาณน้ำนม อายุเมื่อคลอดครั้งแรก ช่วงการคลอดครั้งแรก ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์
selection index milk yield age at first calving first calving interval relative economic weight

คำถามสำหรับการวิจัย

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนมในเขตส่งเสริมการเลี้ยงโคนมขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) โดยดูจากลักษณะสำคัญหลายลักษณะพร้อมกัน คือ ลักษณะปริมาณน้ำนม และลักษณะทางการสืบพันธุ์ ซึ่งมีการให้น้ำหนักค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ จะมีดัชนีการคัดเลือกโคนมเป็นเช่นไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้ผลิตสัตว์ทุกคนมีเป้าหมายโดยภาพรวม คือการเพิ่มผลกำไรให้กิจการ นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์ต้องตั้งหลักเกณฑ์การคัดเลือกให้สอดคล้องกับความต้องการของลูกค้า ดังนั้นการพัฒนาเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์สัตว์จึงเป็นวิธีที่จะกำหนดทิศทางต่อการปรับปรุงพันธุ์ภายในระบบการผลิตที่สามารถระบุได้ล่วงหน้า โดยมีระบบการประเมินพันธุกรรม ระบบการคัดเลือก และระบบการผสมพันธุ์ เป็นวิธีการที่จะทำให้บรรลุผลตามเป้าหมายนั้น สำหรับเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ ซึ่งมีความมุ่งหวังให้เกิดผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ลักษณะที่ต้องการปรับปรุงพันธุ์ จะได้รับการพิจารณาถึงลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจหลายลักษณะไปพร้อมกัน โดยอาศัยระบบการคัดเลือก ดังนั้นวิธีการที่เหมาะสม คือการใช้ดัชนีการคัดเลือก (selection index) เป็นการคัดเลือกโดยมุ่งเน้นหลาย ๆ ลักษณะ เป็นการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะใช้คุณค่าทางเศรษฐกิจร่วมด้วย การคัดเลือกด้วยวิธีการใช้ดัชนีการคัดเลือก จึงเป็นกระบวนการในการตัดสินใจว่า สัตว์ตัวใดในฝูงควรจะได้รับการยอมรับ ให้เป็นพ่อแม่พันธุ์ของชั่วอายุ (generation) ถัดไป หรือความหมายอีกในหนึ่งคือ การให้โอกาสแก่สิ่งมีชีวิตตัวใดตัวหนึ่ง หรือกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งได้มีชีวิตอยู่รอด สืบพันธุ์ และถ่ายทอดลักษณะที่ต้องการไปได้มากกว่าตัวอื่นๆ ผลทางพันธุกรรมที่ดีจะปรากฏในรุ่นลูก

1. ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการคัดเลือกโคนม

ลักษณะสำคัญที่สุดของการคัดเลือกโคนม คือ ลักษณะปริมาณน้ำนม โคนมทั่วโลกได้รับการพัฒนาพันธุ์อย่างต่อเนื่องให้มีความสามารถในการให้นมสูงขึ้นเรื่อยๆ ลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับผลผลิตน้ำนมของโคนม ประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์และปริมาณไขมันนม เปอร์เซ็นต์และปริมาณโปรตีนในน้ำนม และองค์ประกอบของแข็งในน้ำนม ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะตรวจวัดได้เมื่อโคให้นม ระดับความสำคัญของแต่ละลักษณะแตกต่างกันออกไป ขึ้นกับนิสัยการบริโภคนมและผลิตภัณฑ์นมของประชากรในประเทศนั้นๆ มีส่วนในการกำหนด และให้น้ำหนักความสำคัญของลักษณะ ทั้งนี้สามารถจัดกลุ่มลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้

1.1 กลุ่มลักษณะปริมาณและองค์ประกอบน้ำนม

ลักษณะในกลุ่มนี้ประกอบด้วย ปริมาณน้ำนมดิบ เปอร์เซ็นต์และปริมาณไขมันนม เปอร์เซ็นต์และปริมาณโปรตีนในน้ำนม

1.1.1. **ปริมาณน้ำนมดิบ** เป็นลักษณะสำคัญที่สุดที่จะนำรายได้มาสู่เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม วัดได้จากน้ำหนักนมที่ชั่งได้ต่อวันจากการรีดนม 2 ครั้ง เช้าและเย็น ปริมาณน้ำนมดิบคิดเป็นกิโลกรัมต่อตัวต่อวัน หรือถ้าคิดรวมตลอดระยะให้นมที่ 305 วัน เป็นกิโลกรัมต่อตัวต่อระยะให้นม ค่าเฉลี่ยการให้นมของโคนมในประเทศไทยประมาณ 2,500 กิโลกรัมต่อตัวต่อระยะให้นม (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543) ลักษณะปริมาณน้ำนมมีอัตราพันธุกรรมประมาณ 25-30 % (Simianer *et al*., 1991; Schutz, 1994; Van Dorp *et al*., 1998; Rupp and Boichard, 1999; Castilo-Juarez *et al*., 2000)

1.1.2. **เปอร์เซ็นต์และปริมาณไขมันนม** ไขมันนมเป็นส่วนประกอบของน้ำนมที่สำคัญที่สุด เป็นไขมันขนาดเล็ก กระจายอยู่ในน้ำนม ประกอบด้วย กรดไขมันมากกว่า 100 ชนิด น้ำนมโคส่วนใหญ่มีไขมันประมาณ 3.5-5 %(จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543) ลักษณะเปอร์เซ็นต์ไขมันนมถ่ายทอดได้ค่อนข้างสูงมีอัตราพันธุกรรมประมาณ 33-50% (Simianer *et al*., 1991; Schutz, 1994; Rupp and Boichard, 1999) และลักษณะปริมาณไขมันนมมีอัตราพันธุกรรมถ่ายทอด 25-31% (Schutz, 1994; Van Dorp *et al*., 1998; Rupp and Boichard, 1999)

1.1.3. **เปอร์เซ็นต์และปริมาณโปรตีนในน้ำนม** โปรตีนในน้ำนมประกอบด้วยกรดอะมิโน 20 ชนิด องค์ประกอบหลักคือ เคซีน และเวย์ (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543) เปอร์เซ็นต์โปรตีนในน้ำนมดิบแปรตามพันธุ์โคและอาหาร โดยมีค่าอยู่ในช่วง 3-4 % ลักษณะนี้ถ่ายทอดได้ค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ไขมันนม คือมีอัตราพันธุกรรมประมาณ 43-50% (Simianer *et al*., 1991; Schutz, 1994; Rupp and Boichard, 1999) และลักษณะปริมาณโปรตีนนมถ่ายทอด 25-26% (Schutz, 1994; Van Dorp *et al*., 1998; Rupp and Boichard, 1999)

1.2. กลุ่มลักษณะทางการสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ของโคนมและสุขอนามัยของการเจริญพันธุ์โคนมมีความสำคัญมาก บ่งชี้ความสามารถในการสืบพันธุ์หรือการให้ลูกของแม่โคนม หรือมีผลโดยอ้อมต่อลักษณะที่เป็นตัวชี้วัด เช่น อายุเมื่อเริ่มผสมพันธุ์หรือเมื่อคลอดครั้งแรก ช่วงการคลอด ลักษณะทางการสืบพันธุ์ถ่ายทอดได้น้อยมีอัตราพันธุกรรมเพียง 0-15% (Schutz, 1994; Castilo-Juarez *et al*., 2000; สมเกียรติ สาย

ธนู, 2537) ยกเว้นอายุการใช้งานแม่พันธุ์ ซึ่งมีการประเมินในสหรัฐอเมริกาว่ามีค่าอัตราพันธุกรรมประมาณ 30 % (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543)

1.3. กลุ่มลักษณะรูปร่างโคนม

ลักษณะรูปร่างโคนมในภาพรวมเมื่อมีการตัดสินให้คะแนนโคนมประกอบด้วย ลักษณะโครงสร้างของแม่โค(general appearance) ลักษณะการเป็นโคนม(dairy character) ความจุลำตัว(body capacity) และ ขาและเท้า(feet and legs) มีค่าอัตราพันธุกรรมประมาณ 20-60 %(Schutz,1994; Van Dorp *et al*., 1998;สมเกียรติ สายธนู, 2537) และขนาดและรูปร่างเต้านม(udder) มีอัตราพันธุกรรม17-40% (Van Dorp *et al*., 1998; Rupp, and Boichard, 1999; สมเกียรติ สายธนู, 2537) ซึ่งได้รับความสนใจมากที่สุดในระบบการตัดสินให้คะแนนโคนม ซึ่งกลุ่มลักษณะเหล่านี้ได้รับการพิสูจน์แล้วว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำนมที่แม่โคนมผลิตได้และการมีชีวิตยืนยาว (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543)

1.4. กลุ่มลักษณะอื่น ๆ

ความสำคัญหรือเป็นองค์ประกอบในการเลี้ยงโคนมให้ประสบความสำเร็จดังตัวอย่างที่รวบรวมดังเช่น การเจริญเติบโตของโครุ่น ความทนทาน ความอยู่รอด ความเร็วของการหลั่งน้ำนม อารมณ์ความดุร้าย ฯลฯ ลักษณะเหล่านี้บางลักษณะ อาจไม่มีความสำคัญในสภาพการผลิตที่ได้มาตรฐาน แต่มีความสำคัญมากต่อการอยู่รอดและให้ผลผลิตของโคนม (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์, 2543)

2. ปัจจัยคงที่ที่มีอิทธิพลต่อลักษณะโคนม

ลักษณะสำคัญของโคนมภายในประเทศที่ได้รับการพิจารณาในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ คือ ลักษณะปริมาณน้ำนม และลักษณะการสืบพันธุ์ ลักษณะเหล่านี้มีปัจจัยที่มีอิทธิพล ตามที่ได้มีการศึกษา ได้แก่

พันธุ์และกลุ่มพันธุ์ เป็นอิทธิพลเนื่องมาจากพันธุกรรม ในประเทศไทยมีระบบการผสมพันธุ์แบบยกระดับสายเลือด ทำให้เกิดความหลากหลายของระดับสายเลือดในโคนม ดังนั้นพันธุ์และกลุ่มพันธุ์เป็นปัจจัยที่ต้องพิจารณาว่ามีอิทธิพลต่อลักษณะโคนม หรือไม่

Vinther (1974) จำแนกกลุ่มพันธุ์โคนมที่เลี้ยงภายในประเทศในสมัยนั้นเป็น 12 กลุ่ม ตามระดับสายเลือดของ *Bos taurus* ซึ่งเป็นต้นแบบในการแบ่งกลุ่มพันธุ์ของงานวิจัยด้านการปรับปรุงพันธุ์ ในช่วงเวลาต่อมา

กรรณิกา เร่งศิริกุล และคณะ (2542) ศึกษาแม่โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเซี่ยนจำนวน 171 ตัว ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างปี 2530-2539 พบว่า พันธุกรรมของโค มีผลต่อการให้ผลผลิตน้ำนม ทั้งปริมาณน้ำนมที่ให้จริง ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน และปริมาณน้ำนมเฉลี่ยต่อวัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

สมเกียรติ ประสานพานิช และคณะ (2542) ศึกษาฝูงโคนมของ อ.ส.ค. ระหว่างปี 2531-2540 จำนวน 187 ตัว 387 ระยะการให้นม ในโคนมลูกผสมแบ่งเป็น 3 กลุ่มพันธุ์ ประกอบด้วย 50%, $\geq$ 75% และ $\geq$87.5% จำนวน 84, 81 และ 22 ตัวตามลำดับ พบว่า โคนมกลุ่มพันธุ์ $\geq$87.5% ให้ปริมาณน้ำนมจริง ปริมาณน้ำนม 305 วัน ระยะให้นมสูงสุด และมีอัตราการผสมติดดีที่สุด คือ 3,601.64 กก. 3,653.91 กก. 282.61 วัน และ 1.44 ครั้ง ตามลำดับ ส่วนโคนมกลุ่มพันธุ์ 50% มีระยะหยุดรีด และช่วงการคลอดลูกสั้นที่สุด คือ 161.93 และ 424.28 วัน ตามลำดับ

ลำดับการให้นม (lactation number) การให้นมลำดับต้นๆ โคสาวยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้ร่างกายต้องแบ่งโภชนะที่ได้รับไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตส่วนหนึ่ง อีกส่วนหนึ่งมีผลต่อการสร้างผลผลิตน้ำนม ดังนั้นปริมาณน้ำนมจึงน้อยกว่าเมื่อเทียบกับลำดับการให้นมระยะต่อมา นอกจากนี้ในเรื่องความสมบูรณ์พันธุ์ของโคสาว กับโคนมที่ผ่านการคลอดลูกมาแล้วหลายท้องก็มีความแตกต่างกัน

กรรณิกา เร่งศิริกุล และคณะ (2542) ศึกษาแม่โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเซี่ยนจำนวน 171 ตัว ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างปี 2530-2539 พบว่า ลำดับการให้นมมีผลต่อ ปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน ในทุกลำดับการให้นม อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

พัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และคณะ (2542) ศึกษาโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ จำนวน 103 ตัว 4,213 ข้อมูลระหว่างปี 2533-2540 พบว่าลำดับการให้นมมีผลต่อ จำนวนครั้งผสมติด ระยะพักรีดนม ปริมาณน้ำนมรวม ปริมาณน้ำนม 100 วัน ปริมาณน้ำนม 305 วัน %ไขมัน %โปรตีน และปริมาณโปรตีน ($P < 0.05$)

อายุเมื่อคลอดครั้งแรก

กรรณิกา เร่งศิริกุล และคณะ (2542) ศึกษาแม่โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ ฟรีเซี่ยนจำนวน 171 ตัว ของศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ระหว่างปี 2530-2539 พบว่าอายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีผลต่อปริมาณน้ำนมปรับ 305 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$)

พัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และคณะ (2542) ศึกษาโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ จำนวน 103 ตัว 4,213 ข้อมูลระหว่างปี 2533-2540 พบว่าอายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีผลต่อช่วงการคลอดลูก โดยกลุ่มโคที่

คลอดลูกตัวแรก เมื่อมีอายุน้อยกว่า 2 ปี และ 2-2.5 ปี จะมีช่วงการคลอดลูกเฉลี่ย 454.22± 35.01 และ 469.35± 18.73 ตามลำดับ โดยให้ความเห็นว่าโคที่คลอดลูกตัวแรกเมื่อมีอายุมากขึ้นแนวโน้มของช่วงการคลอดลูกก็จะมากขึ้นด้วย

ฤดูกาล ฤดูกาลที่แตกต่างกัน ทำให้สภาพภูมิอากาศแตกต่างกันไปด้วย ในเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณน้ำฝน ส่งผลกระทบต่อโคนมได้

พัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และคณะ (2542) ศึกษาโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ จำนวน 103 ตัว 4,213 ข้อมูล ระหว่างปี 2533-2540 พบว่าฤดูกาลที่คลอดมีผลต่อ ช่วงการคลอดลูก ระยะท้องว่าง และปริมาณน้ำนม 100 วัน ($P < 0.01$) และมีผลต่อจำนวนครั้งผสมติด ($P < 0.05$)

อำนาจ เกตุใหม่ และคณะ (2540) ศึกษาข้อมูลของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง ปี 2534 จำนวน 337 พบว่าฤดูกาลมีผลต่อ อัตราการผสมติดอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P < 0.01$) ในฤดูหนาวมีอัตราการผสมติดสูงที่สุด

อุดมศรี อินทรโชติ และคณะ (2540) ศึกษาฝูงโคนมพันธุ์เอเอฟเอส แอพเพนดิกซ์ 3 ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง จ.สระบุรี ระหว่างปี 2536-2539 จำนวน 233 ตัว พบว่าฤดูหนาว(ตุลาคม-มกราคม) มีอัตราการผสมติดสูงสุด(59%) และฤดูฝน(มิถุนายน-กันยายน) มีอัตราการผสมติดต่ำสุด(19%)

ฝูง-ปี-ฤดูกาล

เทียมพบ ก้านเหลือง (2542) ได้รายงานผลการทดสอบอิทธิพลร่วมฝูง-ปี-ฤดูกาล มีผลต่อปริมาณน้ำนมรวม ปริมาณน้ำนม 100 วัน ปริมาณน้ำนม 305 วัน %ไขมัน และ%โปรตีน

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (2545,2546,2547) ได้วิเคราะห์ค่าการผสมพันธุ์โคนมประจำปี 2545 2546 และ 2547 โดยพิจารณากลุ่มการจัดการที่ใช้ในการเปรียบเทียบสัตว์แต่ละตัวทางสถิติ จัดรูปใหม่ โดยเปลี่ยนจากเดิมที่พิจารณาแต่เพียงปัจจัยหลัก (ฝูง ปี และ ฤดูกาลที่คลอดลูก) แต่ละปัจจัย มาเป็นการพิจารณาอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัย (ฝูง-ปี-ฤดูกาล) ซึ่งมีความถูกต้องมากกว่า

Moore และคณะ (1990,1992) ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก โดยกำหนดปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่เกิด เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกในโมเดลที่ทำการศึกษา

3. ดัชนีการคัดเลือก

3.1. ทฤษฎีดัชนีการคัดเลือก

ระบบการคัดเลือก (selection system) เป็นส่วนสำคัญของแผนการปรับปรุงพันธุ์ ที่จะนำพาให้การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ไปสู่เป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ที่กำหนดไว้ได้ วิธีการคัดเลือกมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ต้องการปรับปรุง วิธีการคัดเลือกโดยทั่วไป ได้แก่ การคัดเลือกครั้งละลักษณะ (tandem selection) และการวางมาตรฐานที่จะคัดออกของแต่ละลักษณะไว้ (independent culling level method) แต่ถ้าคัดเลือกคราวละหลายลักษณะเกินไป จะมีผลทำให้ความเข้มข้นในการคัดเลือก (selection intensity, i) ลดลงได้เช่นกันและส่งผลให้ความก้าวหน้าของการคัดเลือก (response to selection, R) ของลักษณะหลักลดลง (Falconer and Mackay, 1996) อีกวิธีการหนึ่งเป็นที่ยอมรับกันในวงการนักปรับปรุงพันธุ์ คือการคัดเลือกโดยการใช้ดัชนีการคัดเลือก ดัชนีการคัดเลือกนอกจากจะนำมาประยุกต์ใช้ในการประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์สำหรับลักษณะเดียวจากข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่ แล้วยังเป็นการคิดคะแนนรวมของลักษณะต่าง ๆ ที่เน้นในการคัดเลือกโดยการรวมค่าการผสมพันธุ์จากหลายลักษณะของสัตว์แต่ละตัว แล้วถ่วงน้ำหนักด้วยค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของแต่ลักษณะที่เน้นเพื่อการคัดเลือกเพื่อให้ได้ค่าออกมาเป็นค่าเดียวแล้วใช้เปรียบเทียบระหว่างสัตว์ หรือประเมินค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริง (จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ, 2534) ในการพิจารณาเลือกลักษณะใดมาใช้ในการสร้างดัชนีการคัดเลือกขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของผู้ปรับปรุงพันธุ์ว่าจะเน้นลักษณะใดและลักษณะนั้นๆ มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเท่าใด แต่จะต้องคำนึงถึงผลตอบแทนทางเศรษฐกิจสูงสุด (Hazel, 1943) อย่างไรก็ตามแม้ว่าการคัดเลือกคราวละหลายลักษณะพร้อมกันโดยใช้ดัชนีการคัดเลือก จะเป็นวิธีที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีอื่นๆ การสร้างดัชนีการคัดเลือก ต้องอาศัยความแปรปรวนร่วมของลักษณะต่างๆ มาเกี่ยวข้องในการประมาณด้วย โดยค่าดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราพันธุกรรม และสหสัมพันธ์ จึงต้องมีการประมาณค่านี้ควบคู่ไปด้วยทุกครั้ง เนื่องจากความแปรปรวนของลักษณะในแต่ละลักษณะ ที่มีความแตกต่างกัน ทำให้การสร้างดัชนีการคัดเลือกในแต่ละครั้งถูกต้องแม่นยำ และมีประสิทธิภาพหรือมีความก้าวหน้าทางพันธุกรรม โครงสร้างของดัชนีการคัดเลือกมีลักษณะเป็นสมการเหมือนกับสมการถดถอยหลายตัวแปร (multiple regression) ดังนี้

$$I = b_1 P_1 + b_2 P_2 + \ldots + b_n P_n \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.1)$$

เมื่อ I = ดัชนีการคัดเลือก

b_i = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นบางส่วนลักษณะที่ i ในดัชนีการคัดเลือก(i =1,2,…,n)

P_i = ลักษณะปรากฏที่ i ที่เบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ยในรุ่นเดียวกัน

โดยตามทฤษฎี สัตว์แต่ละตัวย่อมมีคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง การประมาณค่าทางพันธุกรรมรวม (aggregate genotypic value, H หรือ true additive genotypic value, T) ของตัวสัตว์จะประมาณจากสมการของ Hazel (1943) คือ

$$H = a_1 G_1 + a_2 G_2 + \ldots + a_n G_n \qquad (2.2)$$

เมื่อ H = ค่าพันธุกรรมรวม

a_i = ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะที่ i

G_i = ค่าทางพันธุกรรมแบบรวมสะสมของลักษณะที่ i

แต่การประมาณค่า H โดยตรงนั้นเป็นการยากที่จะวัดค่า G_i ที่แท้จริงได้จึงอาศัยค่าลักษณะปรากฏ ของลักษณะต่าง ๆ ที่แสดงออกมาแทน ดังนั้นค่า I จึงเป็นค่าดัชนีหรือคะแนนรวมของสัตว์แต่ละตัวที่ได้จากการรวมเอาค่าทางการผสมพันธุ์ของลักษณะที่ใช้ในการคัดเลือกเข้าไว้ด้วยกัน ถือเป็นตัวประมาณค่าทางการผสมพันธุ์ที่แท้จริง การคำนวณค่า I ที่ได้ออกมาจัดว่าเป็นค่าประมาณที่ดีและเหมาะสมได้ ต่อเมื่อแสดงให้เห็นในรูปความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับค่าพันธุกรรมที่แท้จริงว่ามีสูงหรือต่ำเพียงใด ซึ่งเรียกความสัมพันธ์นี้ว่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับค่าพันธุกรรมรวมที่แท้จริง หรือค่าความแม่นยำของดัชนี (r_{HI})

จากคุณสมบัติของดัชนีการคัดเลือกที่กล่าวว่า ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับค่าพันธุกรรมรวมควรจะมีความสัมพันธ์กัน (I เท่ากับ H) มากที่สุด นั่นคือเมื่อ

$$P\underline{b} = G\underline{a} \qquad (2.3)$$

เมื่อ P = เมตริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของลักษณะปรากฏ

G =เมตริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของลักษณะทางพันธุกรรม

$\underline{a}$ = เวคเตอร์ของค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

$\underline{b}$ = เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นบางส่วนของลักษณะที่ศึกษา

การสร้างดัชนีการคัดเลือกมีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วน สำหรับการสร้างตามวิธีการ Hazel (1943) จะต้องประกอบไปด้วย ข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. ความแปรปรวนของลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ (Genotypic and Phenotypic variances: σ_a^2 and σ_p^2) ของทุกลักษณะที่เลือกใส่ไว้ในดัชนีการคัดเลือก
2. ความแปรปรวนร่วมของลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะปรากฏ (Genotypic and Phenotypic covariances) ระหว่างแต่ละคู่ของลักษณะที่นำมาศึกษา
3. ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ (Relative economic weight : a_1, a_2,..., a_n)

สำหรับข้อ 1 และ 2 คำนวณได้จากการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม เพื่อใช้ในการประมาณค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (r_{pp}) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (r_{gg}) ส่วนค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์นั้น จะหาได้จากหลักการพิจารณาถึงรายได้หรือกำไรสุทธิสูงสุดที่เพิ่มขึ้นจากการปรับปรุงลักษณะนั้นเพิ่มขึ้น 1 หน่วย (โดยเป็นอิสระจากลักษณะอื่น) การประมาณค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ถูกต้อง และแม่นยำต้องใช้ข้อมูลราคาที่ซื้อขายผลผลิตกันในเขตพื้นที่นั้นเป็นเวลานาน ตลอดจนถึงการพัฒนาการด้านการผลิต ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับค่าใช้จ่ายด้านอาหาร ค่าแรงงาน ฯลฯ Hazel (1943) กล่าวว่าการประมาณค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์นั้นจะแตกต่างกันออกไปตามพันธุ์สัตว์เขตเศรษฐกิจ หรือแม้กระทั่งสัตว์พันธุ์เดียวกันแต่คนละเขตพื้นที่ก็ทำให้ค่าดังกล่าวแตกต่างกันออกไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการจัดการที่แตกต่างกัน ที่แปรผันต่อต้นทุนในการผลิต เช่นต้นทุนอาหาร ต้นทุนค่าโรงเรือน ต้นทุนค่ายาต่างๆ ซึ่งจะมีผลต่อค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะการให้ผลผลิต หรืออาจจะใช้ได้ต่อเมื่อราคาผลผลิตของส่วนประกอบแต่ละอย่างเหมือนกันและสภาพของตลาดไม่เปลี่ยนแปลง

เมื่อสามารถคำนวณหาค่าส่วนประกอบสำคัญต่างๆ ในการสร้างดัชนีการคัดเลือกได้ตามทฤษฎีที่กำหนดไว้แล้ว ต่อมาต้องหาสัมประสิทธิ์รีเกรชชั่นบางส่วนของลักษณะที่ i (b_i) โดยหาผลเฉลยจากกระบวนการเมตริกซ์ จากสมการ $P\underline{b} = G\underline{a}$ ผลลัพธ์ที่ได้ คือค่า $\underline{b}$ ของแต่ละลักษณะ จากนั้นนำไปแทนค่า b_i ในสมการที่(2.1) ที่กำหนดไว้ในโครงสร้างสมการ ดังนั้นดัชนีการคัดเลือกซึ่งประมาณได้จากลักษณะปรากฏของสัตว์จะเป็น

$$I = b_1 X_1 + b_2 X_2 + ... + b_n X_n \quad \text{.....(2.4)}$$

เมื่อ I = ดัชนีการคัดเลือก

b_i = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นบางส่วนของลักษณะที่ i ในการคัดเลือก

X_i = ลักษณะปรากฏที่ i ที่ทำการศึกษา

ดัชนีการคัดเลือกทั่วไปควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีความสัมพันธ์กับค่าทางการผสมพันธุ์ที่แท้จริง (true breeding value,T) สูงที่สุด (r_{HI})
2. ทำให้โอกาสจัดลำดับสัตว์ได้อย่างถูกต้อง ตรงตามค่าทางการผสมพันธุ์ที่แท้จริงของสัตว์มีผลตอบสนองต่อการคัดเลือกสูงที่สุด
3. มีความคลาดเลื่อนเนื่องมาจากการใช้ดัชนีการคัดเลือกที่ต่ำที่สุด [$E(I - H)^2$]

นอกจากจะหาค่าดัชนีการคัดเลือกตามวิธีดังที่ได้กล่าวมาแล้วยังสามารถหาได้โดยวิธีการอื่นอีกซึ่งมีหลักการคล้ายกัน (Dekkers and Gibson, 1998; Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002) กล่าวคือ ในกรณีที่เราทราบค่าประมาณค่าการผสมพันธุ์ (Estimated breeding value) จากการวิเคราะห์แบบหลายลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait analysis) ซึ่งสามารถหาดัชนีการคัดเลือกได้จากสมการ

$$I = b_1A_1 + b_2A_2 + \ldots + b_n A_n \quad \ldots(2.5)$$

เมื่อ I = ดัชนีการคัดเลือก

b_1 = สัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นบางส่วนของลักษณะที่ i ในดัชนีการคัดเลือก

A_1 = ค่าประมาณค่าการผสมพันธุ์

หรือเขียนอยู่ในรูปเมตริกซ์

$$I = \underline{b}'A \quad \ldots(2.6)$$

$$\underline{b} = G^{-1}_{I} G_{IT} \underline{a} \quad \ldots(2.7)$$

เมื่อ G_I = เมตริกซ์ของความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของลักษณะทางพันธุกรรมในดัชนีการคัดเลือก

G_{IT} = เมตริกซ์ของความแปรปรวนร่วมของลักษณะทางพันธุกรรม ระหว่าง ลักษณะในดัชนีการคัดเลือก กับลักษณะในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์

$\underline{a}$ = เวคเตอร์ของค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

$\underline{b}$ = เวคเตอร์ของสัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นบางส่วนของลักษณะที่ศึกษา

ถ้าการประมาณค่าการผสมพันธุ์ ของลักษณะในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ และ ลักษณะในดัชนีการคัดเลือกเหมือนกันแล้ว สมการของดัชนีการคัดเลือกที่ได้ คือ

$$I = a_1A_1 + a_2A_2 + \ldots + a_n A_n \quad \ldots\ldots(2.8)$$

เมื่อ a_i = ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

A_i = ค่าการผสมพันธุ์

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับค่าพันธุกรรมรวมที่แท้จริง (r_{HI}) ที่คำนวณได้แสดงให้เห็นว่าดัชนีการคัดเลือกที่สร้างขึ้นมามีสหสัมพันธ์กับค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริงในตัวสัตว์มากน้อยเพียงใด หรือให้ความแม่นยำ (accuracy of the index) ในการทำนายค่าทางพันธุกรรมรวมเท่าใด บ่งบอกถึงประสิทธิภาพในการคัดเลือกสามารถคำนวณได้จากสูตร (Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002)

$$r_{HI} = \sqrt{\frac{\underline{b}' G \underline{a}}{\underline{a}' G \underline{a}}} \quad \ldots\ldots(2.9)$$

เมื่อ $\underline{b}'$ = เวคเตอร์แนวนอนของสัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นของดัชนีการคัดเลือก

$\underline{a}'$ = เวคเตอร์แนวนอนของค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ทำการคัดเลือก

ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) นี้เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของลักษณะต่าง ๆ เมื่อมีการคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือก (Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002)

$$\Delta G = \frac{\underline{b}' G \, i}{\sqrt{\underline{a}' G \, \underline{a}}} \qquad \text{.....(2.10)}$$

เมื่อ i = ความเข้มข้นในการคัดเลือก

การใช้ดัชนีการคัดเลือก คัดเลือกลักษณะเศรษฐกิจที่สำคัญในโคนม โดยพิจารณาจากหลายๆ ลักษณะพร้อมกันในรูป Total merit มีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ กลไกของตลาด และยังขึ้นกับความแม่นยำในการประเมินค่าสำคัญทางพันธุกรรมและทางเศรษฐกิจ ดังนั้นการใช้ดัชนีการคัดเลือกเป็นเครื่องมือสำหรับคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธ์ในอนาคตมีแนวโน้มที่จะได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศที่พัฒนาแล้ว และประเทศที่กำลังพัฒนา เนื่องจากเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ และมีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่องไปในทางที่ทำให้เกิดความแม่นยำเพิ่มขึ้น คือมีการพัฒนาการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมและคุณค่าทางเศรษฐกิจได้อย่างถูกต้อง แต่อย่างไรก็ตามการให้น้ำหนักของลักษณะสำหรับสร้างดัชนีจะเป็นเรื่องของแต่ละประเทศที่จะตัดสินใจขึ้นอยู่กับเป้าหมายของการปรับปรุงพันธุ์และภาวะทางการตลาดของประเทศนั้นๆ สำหรับในประเทศไทยปัจจุบันนี้ยังคงให้ความสำคัญของลักษณะปริมาณน้ำนมเป็นเป้าหมายหลัก แต่ในอนาคตควรจะพิจารณาบันทึกข้อมูลและการประเมินผลลักษณะทางเศรษฐกิจ และพันธุกรรมลักษณะอื่น ๆ นอกเหนือจากลักษณะการให้ปริมาณน้ำนมด้วย

3.2. ตัวอย่างดัชนีการคัดเลือก

(1) การศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมในต่างประเทศ

ตารางที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงลักษณะสำคัญที่ได้รับการพิจารณารวมไว้ในดัชนีการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนม ของประเทศต่างๆ จะเห็นว่าทุกประเทศได้ให้ความสำคัญ ต่อลักษณะการให้ผลผลิตและลักษณะรูปร่าง มีบางประเทศ ได้ให้ความสำคัญ ต่อลักษณะอื่นๆ ด้วย เช่น การเจริญเติบโต ความเชื่อง ความไวในการรีดนม สุขภาพ ความสมบูรณ์พันธุ์ ฯลฯ ลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่ไม่ให้ผลผลิต แต่มีบางลักษณะช่วยเสริมทางอ้อมต่อลักษณะการให้ผลผลิต จากผลการศึกษาของ Philipson และคณะ (1994) ถึงประสิทธิภาพของดัชนีการคัดเลือก พบว่าการไม่พิจารณาถึงลักษณะที่ไม่ให้ผลผลิต (เช่น ความทนทานต่อโรคเต้านมอักเสบ ความสมบูรณ์พันธุ์) ร่วมกับการให้ผลผลิต จะทำให้ความแม่นยำของดัชนีการคัดเลือกของพ่อพันธุ์ลดลง 15-25 % ตัวอย่างดัชนีการคัดเลือกโคนมในประเทศต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.2 จะเห็นว่ามีบางประเทศอาจมีดัชนีที่ใช้ในการ

ตัดสินใจ คัดเลือกพ่อพันธุ์อยู่หลายระบบ เช่น ในประเทศอังกฤษ ระบบ PIN จะให้ความสำคัญ กับลักษณะการให้ผลผลิตหลัก ได้แก่ ปริมาณน้ำนม ไขมันนม และโปรตีนนม ในส่วนระบบ PLI นอกจากให้ความสำคัญลักษณะการให้ผลผลิตแล้ว ยังพิจารณาถึงลักษณะที่ไม่ให้ผลผลิตด้วย ได้แก่ ลักษณะที่เรียกว่า Lifespan ซึ่งได้รวบรวมลักษณะระบบเต้านม และลักษณะรูปร่าง เข้าไว้ด้วยกัน เป็นต้น การเลือกใช้ดัชนีคัดเลือกระบบใด ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของเกษตรกร และความเหมาะสมของกำไรที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้จะสังเกตุเห็นว่าดัชนีการคัดเลือกสำหรับลักษณะการให้ผลผลิต ซึ่งรวมเอาปริมาณน้ำนม และส่วนประกอบของน้ำนม ประเทศต่างๆส่วนมากให้น้ำหนักโปรตีนมากกว่าไขมันประมาณ 3-6 เท่า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะสำคัญที่ได้รับการพิจารณารวมไว้ในดัชนีการคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนม ในต่างประเทศ (Philipson et al, 1994.)

Country	Production	Growth	Confor-mation	Milking speed	Tempe-rament	Health	Fertility	Stillbirth
Canada	x		x					
Denmark	x	x	x	x	x	x	x	x
Finland	x	x	x	x	x	x	x	x
France	x	x	x	x				
Germany	x		x	x				
Italy	x		x					
New zealand	x		x	x				
Norway	x	x	x	x	x	x	x	x
Slovenia	x	x	x	x			x	x
Sweden	x	x	x		x	x	x	x
UK	x		x					
USA	x		x					

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หรือบางประเทศอาจไม่มีลักษณะปริมาณน้ำนม แต่ก็ยังคงลักษณะโปรตีนในดัชนีการคัดเลือก ทั้งนี้ลักษณะปริมาณน้ำนมมี สหสัมพันธ์สูงกับลักษณะปริมาณโปรตีน (Leitch,1994) ฉะนั้นเมื่อให้ความสำคัญกับลักษณะปริมาณโปรตีน ปริมาณน้ำนมก็จะถูกปรับปรุงให้เพิ่มขึ้นด้วยตามกัน

(2) **การศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมในประเทศไทย**

ในประเทศไทย เคยมีการศึกษาและพัฒนาดัชนีการคัดเลือกโคนม ซึ่งอยู่ในระดับงานศึกษาวิจัย ลักษณะเศรษฐกิจที่สำคัญ ได้แก่ การให้ผลผลิต (เช่น ปริมาณน้ำนม ไขมันนม)

ตารางที่ 2.2 ดัชนีการคัดเลือกโคนมในประเทศต่างๆ (Jorjani,2000.)

Country		Selection Index
Australia	ASI	3 protein + fat - 0.03 milk
Belgium	Inet	-1* EBV milk + 55* EBV fat + 230* EBV protein
Finland	TMI	1.0* protein+ 0.3* fat + 0.4* daughter fertility + 0.4* udder health + 0.3* udder conformation
France	INEL	1.15 (protein yield + 3 protein content)
Hungary	HGI	1* BV fat /sd + 3* BV protein /sd + 1.6* BV udd.comp.index /sd + 1.6* BV feet&leg ind. /sd
Italy	ILQ	4.5 (-0.173 milk + fat + 11.3 protein)
	ILQM	0.9 ILQ + 180ICM
	ICM	combination of linear 6 udder traits
Netherlands	Inet	-0.15 BV milk + 2 BV fat + 12 BV protein
	DPS	Inet + 15(DU-100)
UK	PIN	-0.03* PTA milk + 0.50* PTA fat + 3.00* PTA protein
	PLI	-0.03* PTA milk + 0.50* PTA fat + 3.00* PTA protein + 28* PTA lifespan
USA	Net Merit	0.018*milk + 2.14* fat + 4.76* protein + 28* productive life –154* SCS -14* size + 29* udder + 15* feet&legs

และความสมบูรณ์พันธุ์ วาณี ชัยวัฒนสิน (2526) ได้ทำการศึกษาดัชนีการคัดเลือกแม่โคนมลูกผสมเรดเดน จำนวน 100 ตัว ที่องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) ระหว่างปี พ.ศ.2517-2523 ลักษณะเศรษฐกิจที่สำคัญ คือ ปริมาณน้ำนม และปริมาณไขมันนม พบว่าทั้ง 2 ลักษณะ มีคุณค่าทางเศรษฐกิจเท่ากับ 0.85 และ 0.15 บาท ตามลำดับ หมายความว่าในการคัด

เลือกแม่โคนม ถ้าคัดเลือกในปริมาณน้ำนม เมื่อปริมาณน้ำนมสูงขึ้น 1 กิโลกรัม จะทำให้กำไรสูงขึ้น 0.85 บาท ในขณะที่ปริมาณไขมันนมสูงขึ้น 1 กิโลกรัม จะทำให้กำไรสูงขึ้น 0.15 บาท กำไรจากปริมาณน้ำนมจะเป็น 6 เท่าของกำไรจากปริมาณไขมันนม พร้อมกันนี้ได้นำเสนอ สมการดัชนีการคัดเลือกแม่โคนมเพื่อช่วยปรับปรุงปริมาณน้ำนมอย่างเดียว ปริมาณน้ำนมร่วมกับเปอร์เซ็นต์ไขมันนม ปริมาณน้ำนมร่วมกับปริมาณไขมันนมและเปอร์เซ็นต์ไขมันนม ตามลำดับ ดังแสดงใน ตารางที่ 2.3

นอกจากนี้ ธวัชชัย อินทรตุล และคณะ (2540) ได้สร้างดัชนีการคัดเลือกสำหรับการให้ผลผลิตนม และความสมบูรณ์พันธุ์ โดยศึกษาจากบันทึกข้อมูลระยะการให้นมที่ 1 ของแม่โคนมลูกผสมในจังหวัดสระบุรี จำนวน 807 ตัว ระหว่างปี พ.ศ.2535-2538 ได้ดัชนีการคัดเลือกที่ดีที่สุดจากการศึกษา และหากใช้ดัชนีการคัดเลือก จะทำให้ปริมาณน้ำนม 4% ไขมันต่อระยะการให้นมสูงขึ้น

ตารางที่ 2.3 แสดงการศึกษาดัชนีการคัดเลือกในประเทศไทย

	ดัชนีการคัดเลือก	ลักษณะที่คัดเลือก	คุณค่าทางเศรษฐกิจ (บาท ต่อ หน่วย)
วาณี ชัยวัฒนสิน (2526)	$I_3 = 0.18 X_M - 17.96 X_f$	MY [1/]	0.85 และ 0.15 (MY และ F)
	$I_2 = 1.07 X_M - 107.79 X_f$	MY, %F [2/]	
	$I_4 = 1.22 X_M - 2.78 X_F$	MY, F [3/]	
	$I_6 = 1.44 X_M - 78.69 X_f - 1.33 X_F$	MY , F , %F	
ธวัชชัย อินทรตุล และคณะ (2540)	$I = 0.25 X_1 - 0.99 X_2$	MY , fertility [4/]	0.47 และ - 0.13
จันทรา กอนันทา และคณะ (2540)	$I = 0.64 X_1 - 0.39 X_2$	MY , fertility	0.67 และ - 0.43

[1/] MY = ปริมาณน้ำนม ; [2/] %F = เปอร์เซ็นต์ไขมันนม ; [3/] F = ปริมาณไขมันนม ; [4/] fertility = ความสมบูรณ์พันธุ์

810.87 กิโลกรัม ระยะห่างของการให้ลูกยาวขึ้น 1.71 วัน โดยมีค่าทางเศรษฐกิจ พบว่าเมื่อปริมาณน้ำนมต่อระยะการให้นมเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ทำให้กำไรเพิ่มขึ้น 0.47บาท ในขณะที่ระยะห่างการให้ลูกเพิ่มขึ้น 1 วัน จะทำให้กำไรลดลง 0.13 บาท ซึ่งเป็นไปในทำนองเดียวกับการศึกษาของ จันทรา กอนันทา และคณะ (2540) ศึกษาจากบันทึกข้อมูลระยะการให้นมที่ 1 ของแม่โคนม AFS ที่ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง จำนวน 220 ตัว ระหว่างปี พ.ศ. 2537-2538 หากใช้ดัชนีการคัดเลือก จะทำให้ปริมาณน้ำนม 4% ไขมันต่อระยะการให้นมสูงขึ้น 608.67 กิโลกรัม ระยะห่างของการให้ลูกยาวขึ้น 21.74 วัน โดยมีค่าทางเศรษฐกิจพบว่าเมื่อปริมาณน้ำนมเพิ่มขึ้น 1 กิโลกรัม ทำให้กำไรเพิ่มขึ้น 0.67บาท ขณะที่ระยะห่างการให้ลูกเพิ่มขึ้น 1 วัน จะทำให้กำไรลดลง 0.43 บาท

4. การประเมินค่าทางเศรษฐกิจ

ค่าทางเศรษฐกิจ คือการเปลี่ยนแปลงของผลกำไร เมื่อลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจมีการเปลี่ยนแปลงหนึ่งหน่วยในค่าเฉลี่ยของลักษณะหนึ่ง ในขณะที่ลักษณะอื่นคงที่ (VanRaden, 2002) ค่าทางเศรษฐกิจ สามารถพิจารณาอยู่ในรูปของค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์ (relative economic weight) ซึ่งเป็นค่าที่ไม่มีหน่วย แต่จะเป็นค่าที่ใช้เปรียบเทียบน้ำหนักความสำคัญทางเศรษฐกิจของแต่ละลักษณะ ว่าลักษณะใดสำคัญมากน้อยกว่ากัน (สมเกียรติ สายธนู, 2537) การประเมินค่าทางเศรษฐกิจที่เหมาะสมมีความสำคัญ เพื่อให้การคัดเลือกเป็นไปตามวัตถุประสงค์ของการปรับปรุงพันธุ์ มีวิธีการประเมินค่าทางเศรษฐกิจ ดังนี้

4.1. การกำหนดจากค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์

เป็นการประเมินค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะต่างๆที่ศึกษา นิยมใช้ในกรณีที่บางลักษณะไม่สามารถนำไปกำหนดใน Profit equation ได้ เนื่องจากไม่รู้ฟังก์ชันของรายได้ และรายจ่ายที่เกิดเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงลักษณะนั้นอย่างแท้จริง วิธีการประเมิน ได้แก่ การกำหนดค่าทางเศรษฐกิจสัมพัทธ์ จากสมการถดถอยพหุ (multiple regression) ของลักษณะต่างๆ ที่มีต่อรายได้สุทธิ (สัจจา ระหว่างสุข, 2527; ธีรชัย ช่อไม้, 2539; Tumwasorn, 1987; Van Vleck, 1993) โดยใช้วิธีการสุ่มสำรวจรายได้สุทธิที่เกิดจากผลผลิตของสัตว์จำนวน *n* ตัว จากนั้นสร้างสมการถดถอยพหุ เพื่อทำนายรายได้สุทธิที่เกิดขึ้นจากลักษณะต่างๆ ที่ทราบค่าจากสัตว์แต่ละตัวในรูปของ

$$y' = b_0 + b_1X'_1 + b_2X'_2 + \ldots + b_pX'_p + e \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2.11)$$

y' = เป็นรายได้สุทธิปรับให้มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

b_0 = y - intercept

b_i = partial regression coefficient หรือ relative economic weight

X'_i = เป็นลักษณะต่างๆ ประจำตัวสัตว์ปรับให้มีการแจกแจงเป็นแบบปกติ

e = ความคลาดเคลื่อน

4.2. การกำหนดจากฟังก์ชันรายได้สุทธิที่แท้จริง

เป็นการประเมินจากรายได้สุทธิ (net income) หรือผลกำไร (profit) โดยทั่วไปแล้วสมการ Simple profit equation สำหรับผลกำไรจากลักษณะใดๆ จะอยู่ในรูปของ

$$P = R - C$$

เมื่อ P เป็นผลกำไร (profit)

R เป็นรายได้ (return) และ

C เป็นต้นทุนรายจ่าย (cost)

เมื่อได้สมการแล้ว หากต้องการหาค่าทางเศรษฐกิจใด จะใช้วิธีการคำนวณค่าผลกำไรที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะนั้นไป 1 หน่วย หรือ หาอนุพันธุ์ (first derivative) ตามตัวแปรลักษณะนั้น ความซับซ้อนของการประเมินด้วยวิธีนี้ เนื่องจากการเลือกรูปแบบของฟังก์ชันที่ใช้ประมาณส่วนของ R และ C และการตั้งค่ารายรับ - รายจ่าย

(1) วิธีทางการบัญชี (accounting method) คุณค่าทางเศรษฐกิจหาได้จาก รายได้ – รายจ่าย (Dekkers, 2002)

$$v_i = r_i - c_i \quad \text{.....(2.12)}$$

เมื่อ v_i เป็นผลกำไร (profit) จากค่าเฉลี่ย ของลักษณะที่ i ที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

r_i เป็นรายได้ (return) จากค่าเฉลี่ย ของลักษณะที่ i ที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

c_i เป็นต้นทุนรายจ่าย (cost) จากค่าเฉลี่ย ของลักษณะที่ i ที่เพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย

(2) วิธีการของ Barwick (1992) โดยใช้ Profit equation อยู่ในรูปสมการ ดังนี้

$$P = \sum_{i=1}^{n} \lambda i \, (Ri - Ci) \, Xi - K \quad \text{.....(2.13)}$$

เมื่อ P ผลกำไรที่ได้จากค่าเฉลี่ยของผลผลิต

R_i รายได้จากลักษณะที่ i ที่ต้องการประเมิน (return of traits)

C_i รายจ่ายอาหาร (feed cost)

X_i ผลผลิตเฉลี่ยต่อตัว (average production)

λ_i เป็นค่าคงที่เพื่อปรับสถานการณ์ของกำไร (constant)

K ต้นทุนคงที่ (fixed cost)

คุณค่าทางเศรษฐกิจของลักษณะที่ $X\ i$ คำนวณได้จาก $P^* - P$

เมื่อ P ผลกำไรที่ได้จากค่าเฉลี่ยของผลผลิต

P^* ผลกำไรที่ได้เมื่อปรับผลผลิต X_i ที่สนใจเพิ่มขึ้น 1 หน่วย

(3) การคำนวณหาอนุพันธุ์ (first derivative) ตามตัวแปรลักษณะที่ต้องการหาค่าทางเศรษฐกิจมีหลายวิธี ในที่นี้จะขอนำเสนอวิธีการของ Sivarajasingam และ คณะ (1998) รูปสมการดังนี้

$$P = p_i f(x_i) - c_j g(x_j) \quad \text{.....(2.14)}$$

เมื่อ $f(x_i)$ ฟังก์ชันรายได้จากลักษณะที่ต้องการหาคุณค่าทางเศรษฐกิจ

$g(x_j)$ ฟังก์ชันรายจ่ายเนื่องจากต้นทุนเพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ

p_i ราคาต่อหน่วยของลักษณะที่ทำรายได้

c_j ราคาต่อหน่วยของต้นทุน

โดยคุณค่าทางเศรษฐกิจของลักษณะ i (v_i) คำนวณได้จาก

$$v_i = p_i f'(x_i) - c_j g'(x_j)$$

เมื่อ $f'(x_i)$ อนุพันธ์ของฟังก์ชันรายได้จากลักษณะที่ต้องการหาคุณค่าทางเศรษฐกิจ

$g'(x_j)$ อนุพันธ์ของฟังก์ชันรายจ่ายเนื่องจากต้นทุนเพื่อให้ได้ลักษณะที่ต้องการ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

1. **แหล่งของข้อมูล** (data source)

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ รวบรวมโดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้รับการบันทึกลักษณะสำคัญที่ต้องการศึกษา 3 ลักษณะ คือลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนม 305 วัน และ ช่วงการคลอดครั้งแรก ข้อมูลเหล่านี้ได้มาจากการบันทึกประวัติรายตัวโคนม การชั่งน้ำหนักน้ำนม และการสุ่มเก็บตัวอย่างทดสอบ โดยแต่ละบันทึกในวันทดสอบจะเป็นผลรวมของการชั่งน้ำหนักน้ำนม และสุ่มเก็บตัวอย่างทดสอบ ในตอนเย็นหนึ่งครั้ง และ เช้าวันรุ่งขึ้นอีกหนึ่งครั้ง เป็นประจำด้วยเจ้าหน้าที่ของ อ.ส.ค โดยตรงประมาณเดือนละครั้งติดต่อกันไปจนกระทั่งครบวงจรการให้ลูก ของโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเซียน และโคนมลูกผสมระดับเลือดต่าง ๆ ระหว่างโคพันธุ์ยุโรป(*Bos tuarus*) X โคพันธุ์อินเดีย (*Bos indicus*) ที่เลี้ยงดูในเขตพื้นที่เขตส่งเสริมการเลี้ยงโคนม จ.สระบุรี จำนวน 1,263 ตัว ร่วมกับพันธุ์ประวัติโคนมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะสำคัญที่ศึกษา จำนวน 1,702 ตัว ช่วงปี พ.ศ.2533 ถึง 2545 ถูกนำมาใช้ในการวิเคราะห์ รายละเอียดดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 การเลี้ยงและการจัดการโดยทั่วไปในเขตพื้นที่เขตส่งเสริมการเลี้ยงโคนมนี้ แม่โคจะถูกเลี้ยงไว้ในโรงเรือนอย่างอิสระและมีการให้อาหารหยาบและเสริมด้วยอาหารข้นภายในโรงเรือน และทำการรีดนมวันละ 2 ครั้ง ในโรงรีดนมส่วนใหญ่ด้วยเครื่องรีดแบบบัคเก็ตไทป์ (bucket type)

2. **โครงสร้างของข้อมูล** (data structure)

ลักษณะสำคัญที่ต้องการศึกษา 3 ลักษณะ ได้แก่ลักษณะแรก คือลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน จะเป็นปริมาณน้ำนมจริงที่โคให้ โดยแม่โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมเกิน 305 วัน จะคิดเฉพาะปริมาณน้ำนมเพียง 305 วัน แต่หากแม่โคให้ผลผลิตน้ำนมไม่ถึง 305 วัน จะใช้ตัวเลขนั้นเป็นการให้นมที่ 305 วัน โดยคำนวณจากปริมาณน้ำนมในวันทดสอบด้วยวิธี test interval method (TIM) (Koonawootrittriiron et al.; 2002 ; Sargent et al. ; 1968) ลักษณะที่สอง คือลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก คำนวณจากวันเดือนปีที่โคนมคลอดลูก ครั้งที่2 หักลบด้วย วันเดือนปีที่โคนมคลอดลูก ครั้งที่1 และลักษณะที่สาม คือลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก คำนวณจากวันเดือนปีที่โคนมคลอดลูก ครั้งที่1 หักลบด้วย วันเดือนปีเกิดของโคนมตัวเดียวกัน

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยรายละเอียด สามารถแยกได้เป็น 3 แฟ้มข้อมูล ดังนี้

1. แฟ้มข้อมูลพันธุ์ประวัติ (pedigree file)
    1.1. หมายเลขประจำตัวโคนม (animal I.D.)
    1.2. หมายเลขพ่อพันธุ์ของแม่โคนม
    1.3. หมายเลขแม่พันธุ์ของแม่โคนม
    1.4. วันเดือนปีเกิดของโคนมแต่ละตัว
2. แฟ้มข้อมูลผลผลิต (production file)
    2.1. หมายเลขประจำตัวโคนม
    2.2. พันธุ์
    2.3. วันเดือนปีเกิดของโคนมแต่ละตัว
    2.4. วันเดือนปีที่โคนมคลอดลูก ครั้งที่1 และ 2
    2.5. ลำดับที่ฝูงโคนม
    2.6. ปริมาณน้ำนม
3. แฟ้มข้อมูลต้นทุน และผลตอบแทนของลักษณะสำคัญที่ต้องการศึกษา 3 ลักษณะ เป็นข้อมูลที่ศึกษาในปี 2542

3. การจัดเตรียมข้อมูล (data editng and manipulation)

3.1. การจัดการข้อมูลเบื้องต้น

ข้อมูลดิบที่ได้รับการจดบันทึกในภาคสนาม ต้องผ่านการจัดการและการเตรียมข้อมูลก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้โปรแกรม BLUPF90-DairyPAK 2.5 (Duangjinda *et al.*, 2005) ช่วยในการจัดเรียงลำดับหมายเลขประจำตัวโคนม การรวมปัจจัยต่างๆ ในโมเดล ให้อยู่ในระบบตัวเลข (numeric system) และให้รหัส unknown parental groups สำหรับพ่อหรือแม่พันธุ์โคนมในพันธุ์ประวัติที่สูญหาย

การศึกษาในครั้งนี้ ข้อมูลดิบที่ได้รับการจดบันทึก ได้รับการพิจารณาจำกัดเฉพาะข้อมูลโคนมตั้งแต่เกิด จนถึงการคลอดครั้งที่สอง ซึ่งจะได้ 3 ลักษณะสำคัญ ได้แก่ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และช่วงการคลอดครั้งแรก โดยที่ข้อมูลอายุเมื่อคลอดครั้งแรก อยู่ระหว่าง 550 – 1,250 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 290 – 800 วัน และปริมาณน้ำนม ที่ 305 วัน มีหลักเกณฑ์ คือ เมื่อแม่โคให้นมนานกว่า 305 วัน จะคิดปริมาณน้ำนมเพียง 305 วัน แต่

ถ้าแม่โคให้นมน้อยกว่า 305 วัน จะใช้ตัวเลขปริมาณน้ำนมนั้นเลย นอกจากนี้โคให้นมน้อยกว่า 200 วัน จะไม่นำมาวิเคราะห์ ส่วนวิธีการคำนวณเพื่อให้ได้ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ใช้วิธี Test Interval Method (Sargent *et al.,* 1968)

3.2. การจำแนกอิทธิพลปัจจัยคงที่

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลลักษณะเชิงปริมาณ มีหลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ทำการศึกษาโดยเฉพาะปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่ทำให้ลักษณะการแสดงออกเกิดความแปรผันไป ในการศึกษาครั้งนี้จะสามารถจำแนกอิทธิพลของปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมได้ ดังนี้

ตารางที่ 3.1 จำนวนข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

รายการ	จำนวน
โคนมที่มีบันทึกผลผลิตน้ำนม (ตัว)	1,263
โคนมที่มีบันทึกช่วงการคลอดครั้งแรก (ตัว)	735
โคนมที่มีบันทึกอายุเมื่อคลอดครั้งแรก (ตัว)	1,263
โคนมในพันธุ์ประวัติ (ตัว)	1,702
พ่อพันธุ์โคนมในพันธุ์ประวัติ (ตัว)	246
กลุ่มการจัดการ ฝูง-ปี-ฤดูที่เกิด (กลุ่ม)	633
กลุ่มการจัดการ ฝูง-ปี-ฤดูที่คลอด (กลุ่ม)	599
ปีที่คลอดลูก (ปี)	13
กลุ่มพันธุ์ (กลุ่ม)	5

หมายเหตุ
- ฝูงโคทั้งสิ้น 79 ฝูง
- ปีที่โคเกิด 14 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 ถึง 2543
- ปีที่โคคลอด 13 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2533 ถึง 2545
- ฤดูกาล 3 ฤดู ได้แก่ช่วง พย-กพ มีค-มิย และ กค-ตค

3.2.1. การจำแนกอิทธิพลฝูงโคทั้งสิ้น 79 ฝูง

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2.2. การจำแนกอิทธิพลปีที่โคเกิด 14 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2530 ถึง 2543

3.2.3. การจำแนกอิทธิพลปีที่โคคลอด 13 ปี ตั้งแต่ พ.ศ. 2533 ถึง 2545

3.2.4. การจำแนกอิทธิพลฤดูกาลที่โคเกิด และ ฤดูกาลที่โคคลอด จำแนกตามออกเป็น 3 ฤดู คือ ฤดูหนาว (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึงกุมภาพันธ์) ฤดูร้อน(ระหว่างเดือนมีนาคม ถึงมิถุนายน) และฤดูฝน (ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึงตุลาคม) เช่นเดียวกับการศึกษาของ เสนาะ กาศเกษม และคณะ (2538) องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (2546) และ Koonawootrittriiron และ คณะ (2002)

3.2.5. การจำแนกอิทธิพลของกลุ่มพันธุ์ จำแนกตามระดับเลือดโคนมพันธุ์ยุโรป *(Bos taurus)* เช่น พันธุ์โฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน เรดเดน บราวน์สวิส เจอร์ซี่ เป็นต้น ปรับจาก Vinther (1974) อ้างโดย เสนาะ กาศเกษม และคณะ (2538) และสายัณห์ บัวบาน (2543) โดยรวมโคนมที่มีระดับเลือด น้อยกว่า 62.5 % ลงมา จัดไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งสามารถจัดเป็น 5 กลุ่มพันธุ์ (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 กลุ่มพันธุ์โคนมจำแนกตามระดับเลือดโคนมพันธุ์ยุโรป *(Bos taurus)*

กลุ่มพันธุ์	ระดับเลือด *Bos taurus*	จำนวนข้อมูล
1	100 %	84
2	$\geq$ 87.5 และ < 100 %	864
3	$\geq$ 75 และ < 87.5 %	272
4	$\geq$ 62.5 และ < 75 %	31
5	< 62.5 %	12

ดัดแปลงจาก Vinther (1974)

3.3. การตรวจสอบการกระจายของข้อมูลที่ศึกษา

ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บบันทึกในภาคสนาม (field data) และลักษณะที่ศึกษายังเป็นลักษณะปริมาณซึ่งสภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อลักษณะที่ใช้ในการศึกษา อีกทั้งจำนวนข้อมูลในแต่ละชั้นของอิทธิพลต่าง ๆ มีค่าไม่เท่ากัน เมื่อทำการทดสอบการกระจายของข้อมูล โดยใช้คำสั่ง PROC UNIVARIATE NORMAL PLOT ในโปรแกรมสำเร็จรูป

SAS(Statistical Analysis System) for WINDOWS version 6.02 (SAS, 1998) พบว่าข้อมูลลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เป็นตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่มีการกระจายแบบปกติ สำหรับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก เป็นตัวอย่างที่สุ่มมาจากประชากรที่เข้าใกล้การกระจายแบบปกติ

4.การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ และทางพันธุศาสตร์ (statistical and genetic analysis)

4.1.วิเคราะห์เบื้องต้นถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

ลักษณะที่ทำการศึกษา 3 ลักษณะ จะถูกวิเคราะห์เบื้องต้นถึงปัจจัยคงที่ โดยสามารถจำแนกปัจจัยคงที่ออกได้เป็น อิทธิพลของฝูงโคนม ปี ฤดูกาล และอิทธิพลของพันธุ์และกลุ่มพันธุ์ ส่วนอิทธิพลของอายุแม่โคที่ให้ลูกตัวแรก (age at first calving) และอิทธิพลของจำนวนวันให้นม (day in milk) จะเป็นปัจจัยสุ่มที่นำมาใช้เป็นตัวปรับ (adjusted covariate) ในบางโมเดล ทำการวิเคราะห์ปัจจัยดังกล่าวพร้อมกันทีละลักษณะ โดยใช้คำสั่ง PROC MIXED และ PROC GLM ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS for WINDOWS version 6.02 (SAS, 1998) โดยมีโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ปัจจัยของ 3 ลักษณะ ดังนี้

4.1.1.ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

$$y_{ijklm} = \mu + BirthHYS_i + CalvingY_j + B_k + A_l + e_{ijklm} \quad \text{.....(3.1)}$$

เมื่อ y_{ijklm} = ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกที่ m ของสัตว์ตัวที่ l ที่ได้รับอิทธิพลจาก ฝูง-ปี-ฤดูกาลเกิดที่ i ปีคลอดที่ j และกลุ่มพันธุ์ที่ k

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะเป็นอิทธิพลร่วมซึ่งค่าสังเกตทุกค่าได้รับ

$BirthHYS_i$ = อิทธิพลคงที่ของฝูง-ปี-ฤดูกาลเกิดที่ i (i = 1,2,3,...,633)

$CalvingY_j$ = อิทธิพลคงที่ของปีคลอดที่ j (j = 1,2,3,...,13)

B_k = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มพันธุ์ที่ k (k = 1,2,3,...,5)

A_l = อิทธิพลสุ่มของสัตว์ตัวที่ l โดยที่ $A_l \sim$ NID $(0,\sigma_a^2)$

e_{ijklm} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆที่ค่าสังเกตได้รับ โดยที่ $e_{ijklm} \sim$ NID $(0,\sigma_e^2)$

4.1.2.ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน มีโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

$$y_{ijkl} = \mu + CalvingHYS_i + B_j + b_1(AFC)_{ijkl} + b_2(DIM)_{ijkl} + A_k + e_{ijkl} \ldots (3.2)$$

เมื่อ y_{ijklm} = ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน ที่ l ของสัตว์ตัวที่ k ที่ได้รับอิทธิพลจาก ฝูง-ปี-ฤดูกาลคลอดที่ i และกลุ่มพันธุ์ที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะเป็นอิทธิพลร่วมซึ่งค่าสังเกตทุกค่าได้รับ

$CalvingHYS_i$ = อิทธิพลคงที่ของฝูง-ปี-ฤดูกาลคลอดที่ i (i = 1,2,3,…,599)

B_j = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มพันธุ์ที่ j (j = 1,2,3,…,5)

$b_1(AFC)_{ijkl}$ = สัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงเส้นตรงของอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

$b_2(DIM)_{ijkl}$ = สัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงเส้นตรงของจำนวนวันที่โคให้นม

A_k = อิทธิพลสุ่มของสัตว์ตัวที่ l โดยที่ $A_k \sim NID(0,\sigma_a^2)$

e_{ijkl} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆที่ค่าสังเกตได้รับ โดยที่ $e_{ijkl} \sim NID(0,\sigma_e^2)$

4.1.3.ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก มีโมเดลที่ใช้ในการวิเคราะห์ คือ

$$y_{ijkl} = \mu + CalvingHYS_i + B_j + b_1(AFC)_{ijkl} + A_k + e_{ijkl} \ldots\ldots\ldots\ldots (3.3)$$

เมื่อ y_{ijklm} = ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกที่ l ของสัตว์ตัวที่ k ที่ได้รับอิทธิพลจาก ฝูง-ปี-ฤดูกาลคลอดที่ i และกลุ่มพันธุ์ที่ j

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะเป็นอิทธิพลร่วมซึ่งค่าสังเกตทุกค่าได้รับ

$CalvingHYS_i$ = อิทธิพลคงที่ของฝูง-ปี-ฤดูกาลคลอดที่ i (i = 1,2,3,…,599)

B_j = อิทธิพลคงที่ของกลุ่มพันธุ์ที่ j (j = 1,2,3,…,5)

$B_1(AFC)_{ijkl}$ = สัมประสิทธิ์ความถดถอยเชิงเส้นตรงของอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

A_k = อิทธิพลสุ่มของสัตว์ตัวที่ l โดยที่ $A_k \sim NID(0,\sigma_a^2)$

e_{ijkl} = อิทธิพลสุ่มอื่นๆที่ค่าสังเกตได้รับ โดยที่ $e_{ijkl} \sim NID(0,\sigma_e^2)$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2. วิเคราะห์หาองค์ประกอบความแปรปรวน (Variance Component Estimation; VCE)

การวิเคราะห์หาองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา เพื่อที่จะนำไปประมาณค่าอัตราพันธุกรรม และสำหรับใช้ในการประมาณค่าคุณค่าการผสมพันธุ์ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวนด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) ซึ่งใช้ average information (AI) algorithm โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-DairyPAK 2.5 (Duangjinda *et al.,* 2005) ทำการวิเคราะห์ 3 ลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait analysis) ตามโมเดลที่ (3.1) (3.2) และ (3.1) มีลักษณะเป็น animal model ที่มีสมมติฐานให้ลักษณะแต่ละลักษณะที่พิจารณาได้รับอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบ direct additive genetic effect เท่านั้น โดยจะกำหนดค่าเริ่มต้น (prior) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ โดยใช้องค์ประกอบความแปรปรวน จากการวิเคราะห์ ครั้งละหนึ่งลักษณะ (single-trait analysis) ด้วยชุดข้อมูลเดียวกัน (Koonawootrittriiron *et al.,* 2002) animal model เขียนเป็นโมเดลในรูปทั่วไป (general form) หรือ Mixed Model Equation ดังนี้

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 & 0 \\ 0 & X_2 & 0 \\ 0 & 0 & X_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 & 0 \\ 0 & Z_2 & 0 \\ 0 & 0 & Z_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} \quad \text{.....(3.4)}$$

เมื่อ y_1, y_2, y_3 = เวคเตอร์ของค่าสังเกต อายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนมที่ 305วัน และ ช่วงการคลอดครั้งแรก

X_1, X_2, X_3 = เป็นเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยคงที่

Z_1, Z_2, Z_3 = เป็นเมตริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าสังเกตกับปัจจัยสุ่ม

b_1, b_2, b_3 = เวคเตอร์ของปัจจัยคงที่ ที่ไม่ทราบค่า ของลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ดังอธิบายไว้ในสมการที่ (3.1) (3. 2) และ (3.3)

a_1, a_2, a_3 = เวคเตอร์ของปัจจัยสุ่ม ที่ไม่ทราบค่า ของลักษณะที่ 1, 2 และ 3 ดังอธิบายไว้ในสมการที่ (3.1) (3. 2) และ (3.3)

e_1, e_2, e_3 = เวคเตอร์ของความคลาดเคลื่อน ของลักษณะที่ 1, 2 และ 3

โดยมีความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ดังนี้

$$Var\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ e_1 \\ e_2 \\ e_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a1}^2 & A\sigma_{a12} & A\sigma_{a13} & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a21} & A\sigma_{a2}^2 & A\sigma_{a23} & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a31} & A\sigma_{a32} & A\sigma_{a3}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e1}^2 & I\sigma_{e12} & I\sigma_{e13} \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e21} & I\sigma_{e2}^2 & I\sigma_{e23} \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e31} & I\sigma_{e32} & I\sigma_{e3}^2 \end{bmatrix}$$

เมื่อ A = เมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ (relationship matrix)

I = เมตริกซ์เอกลักษณ์ (identity matrix)

4.3. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์

4.3.1.การประเมินค่าอัตราพันธุกรรม (heritability, h^2) จะประเมินค่าอัตราพันธุกรรม จากค่าองค์ประกอบความแปรปรวนของอำนาจยีนบวกสะสม และความแปรปรวนเนื่องจากสิ่งแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้ จะเป็นค่าอัตราพันธุกรรมอย่างแคบ (narrow sense heritability) หาได้จากสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$h^2 = \frac{\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2} \quad \text{.....(3.5)}$$

4.3.2. การประเมินค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะทางพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏจากการวิเคราะห์หาองค์ประกอบความแปรปรวนของลักษณะที่ทำการศึกษา

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม $(r_{gg}) = \frac{Cov(g_1 g_2)}{\sqrt{Var(g_1)Var(g_2)}}$ .....(3.6)

สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ $(r_{pp}) = \frac{Cov(g_1 g_2) + Cov(e_1 e_2)}{\sqrt{Var(g_1) + Var(e_1)} * \sqrt{Var(g_2) + Var(e_2)}}$ .....(3.7)

4.3.3.การประเมินค่าการผสมพันธุ์ (breeding value, BV)

ผลของค่าประมาณองค์ประกอบของความแปรปรวนที่วิเคราะห์ได้จากลักษณะที่ทำการศึกษา จะนำมาคำนวณหาค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์แต่ละตัว โดยใช้วิธีการ Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) ซึ่งจะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-DairyPAK 2.5 (Duangjinda *et al.,* 2005)

4.4. การประเมินค่าเศรษฐกิจ (economic value : v) ของลักษณะต่าง ๆ

การประเมินค่าเศรษฐกิจ เป็นการศึกษาข้อมูลแบบทุติยภูมิ จากผลการวิจัย โครงการวิจัยศักยภาพอุตสาหกรรมโคนมของประเทศไทย พ.ศ.2542 – 2543 (ชาตรี ทินประภา และคณะ 2545) ส่วนหนึ่งของการวิจัย มีการศึกษารายได้ และต้นทุนในระดับฟาร์มเกษตรกร จาก 10 จังหวัด ที่มีอาชีพการเลี้ยงโคนม กระจายกันอยู่ในแต่ละภาคของประเทศ รวมถึงจังหวัดสระบุรีด้วย การศึกษาค่าเศรษฐกิจนี้ มีข้อกำหนดว่า เป็นการศึกษาต้นทุนการผลิตโคทดแทน และการผลิตน้ำนมดิบแม่โคในช่วงการให้นมที่ 1 ของฟาร์มขนาดกลาง ในพื้นที่จังหวัดสระบุรี เป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับการวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุศาสตร์ ซึ่งเป็น ฟาร์มขนาดกลาง ที่สามารถนำไปสร้างสมการกำไร (บาท) ต่อ ช่วงเวลาตั้งแต่เกิด ถึงการคลอดครั้งที่สองของโคนม 1 ตัว และทำการประเมินค่าเศรษฐกิจ ของลักษณะที่ต้องการศึกษา ค่าเศรษฐกิจศึกษาได้จากสมการกำไร โดยทั่วไปอยู่ในรูปของ

Profit (P) = Return (R) - Cost (C) ……..……(3.8)

การศึกษาข้อมูลแบบทุติยภูมิ จากผลการวิจัย ของชาตรี ทินประภา และคณะ (2545) จะได้

R = รายได้ในช่วงเลี้ยงโคทดแทน + รายได้ในช่วงระหว่างการคลอดครั้งที่ 1 ถึง 2

$= [(AFC- 630)* P_A + 461.35] + [(MY* P_M) + (CI* P_{CI}) + 1,158.84]$

C = รายจ่ายเลี้ยงโคทดแทน + รายจ่ายในช่วงระหว่างการคลอดครั้งที่ 1 ถึง 2

$= [(AFC-630)* (F_A + K_A) + 27,088.18] + [DIM* F_M + CI* K_{CI} + 1,296.60]$

$P = [(AFC- 630)* P_A + 461.35] + [(MY* P_M) + (CI* P_{CI}) + 1,158.84] -$

$[(AFC-630)* (F_A + K_A) + 27,088.18] + [DIM* F_M + CI* K_{CI} + 1,296.60]$

$$= 10.058\ MY - 66.530\ CI - 44.850\ AFC + 3{,}144.210$$

การหาอนุพันธ์ (first derivative) ของสมการกำไร ตามลำดับตัวแปรลักษณะทั้ง 3 เพื่อหาค่าเศรษฐกิจ (v)

$$V_{MY} = d\,P / d\,MY = 10.058$$
$$V_{CI} = d\,P / d\,CI = -66.530$$
$$V_{A} = d\,P / d\,AFC = -44.850$$

P	กำไร (บาท) ต่อโคนม ต่อช่วงเวลาตั้งแต่เกิด ถึงการคลอดครั้งที่สอง
M	ค่าเฉลี่ยน้ำนม (กก) ต่อโคนม ต่อวัน (M = 13.92)
DIM	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันให้นม (วัน) (DIM = 300)
MY	ค่าเฉลี่ยน้ำนม (กก) ต่อโคนม ต่อช่วงการให้นม (MY = 4,174.82)
D	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันหยุดรีดนม (วัน) (D = 90)
CI	ค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดลูก (วัน) (CI = 390)
AFC	ค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรก (วัน) (A = 900)
P_M	ราคาขายน้ำนมดิบ (บาท / กก.) (P_M = 11.50)
P_{CI}	มูลค่ามูลโค (บาท / วัน) ในช่วงการคลอดลูก (P_{CI} = 1.64)
P_A	มูลค่ามูลโค (บาท / วัน) โคทดแทนอายุมากกว่า 630 วัน (P_A = 1.23)
O_{CI}	รายได้อื่นๆ (บาท) ซึ่งเป็นค่าคงที่ในช่วงการคลอดลูก (O_{CI} = 1,158.84)
O_A	รายได้อื่นๆ (บาท) โคทดแทนอายุ 0-630 วัน เป็นค่าคงที่ (O_A = 461.35)
F_M	ค่าใช้จ่ายอาหาร (บาท) ต่อน้ำนม 1 กก. ต่อวัน (F_M = 18.37+1.442*M)
F_D	ค่าใช้จ่ายอาหาร (บาท) ต่อวัน ในช่วงหยุดรีด (F_D = 11.10)
F_A	ค่าใช้จ่ายอาหาร (บาท) ต่อวัน โคทดแทนอายุมากกว่า 630 วัน (F_A = 31.88)
K_{CI}	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ (บาท) ต่อวัน ในช่วงการคลอดลูก (K_{CI} = 49.80)
K_A	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ(บาท) ต่อวัน โคทดแทนอายุมากกว่า 630วัน (K_A = 14.20)
KO_A	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ(บาท) โคทดแทนอายุ 0-630 วัน เป็นค่าคงที่ (KO_A = 27,088.18)
KO_{CI}	ค่าใช้จ่ายอื่นๆ(บาท) ในช่วงการคลอดลูก เป็นค่าคงที่ (KO_{CI} = 1,296.6)

ค่าเศรษฐกิจ ให้ความหมายว่า ส่วนต่างกำไรที่ได้มาจากการเพิ่มขึ้นหนึ่งหน่วย ในค่าเฉลี่ยของลักษณะหนึ่ง ขณะที่ลักษณะอื่น ๆ ยังคงคงที่ (Sivarajasingamm *et al*, 1998) เมื่อได้ค่าเศรษฐกิจ ที่วิเคราะห์ได้จากสมการกำไร จะทำการศึกษาต่อไป ดังนี้

(1) การหาค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ โดยนำค่าเศรษฐกิจไปคูณกับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม (additive genetic standard deviation ,$S.D._A$) ของแต่ละลักษณะ แล้วนำไปหาค่าการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ ต่อไป

(2) การหาค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อพิจารณาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ด้วยสัดส่วนร้อยละ เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้นและมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 20 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 30 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร

(3) การหาค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อพิจารณาไม่ปรับมูลค่าราคาน้ำนม หรือกำหนดให้ราคาน้ำนมคงที่ แต่มูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ด้วยสัดส่วนร้อยละ เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 0 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 0 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 0 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 0 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร

4.5. การสร้างสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม จากค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม ค่าการผสมพันธุ์ และค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ประมาณได้ข้างต้น สามารถสร้างสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม (Dekkers and Gibson, 1998; Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002) คือ

$$I = a_1A_1 + a_2A_2 + \dots + a_n A_n \qquad (3.9)$$

เมื่อ a_i = ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

A_i = ค่าการผสมพันธุ์

ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับค่าพันธุกรรมรวมที่แท้จริง (r_{HI}) หรือ ความแม่นยำดัชนีการคัดเลือก (accuracy of the Index) คำนวณได้จากสูตร (Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002)

$$r_{HI} = \sqrt{\frac{\underline{b}' G \underline{a}}{\underline{a}' G \underline{a}}} \qquad \text{.....(3.10)}$$

เมื่อ $\underline{b}'$ = เวคเตอร์แนวนอนของสัมประสิทธิ์รีเกรซชั่นของดัชนีการคัดเลือก

$\underline{a}'$ = เวคเตอร์แนวนอนของค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) เมื่อมีการคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือก (Sivarajasingamm *et al*, 1998; Dekkers, 2002) โดยมีสูตร

$$\Delta G = \frac{\underline{b}' G \, i}{\sqrt{\underline{a}' G \underline{a}}} \qquad \text{.....(3.11)}$$

เมื่อ i = ความเข้มข้นในการคัดเลือก

แต่ในการศึกษาครั้งนี้ พิจารณาเป็นค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก คำนวณจากสูตร

$$\Delta G = \frac{\underline{b}' G}{\sqrt{\underline{a}' G \underline{a}}} \qquad \text{.....(3.12)}$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น

1.1. ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา

1.1.1. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต

จากข้อมูลโคนมที่ทำการศึกษาภาพรวมของลักษณะพื้นฐาน ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของลักษณะต่างๆ ปรากฏดังนี้ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน 4,201.4±1,228.2 กิโลกรัม ปริมาณน้ำนมทั้งหมด 4,842.8±1,849.0 กิโลกรัม จำนวนวันให้น้ำนม 360.7±99.2 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก 466.3± 120.7 วัน และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก 915.9±149.0 วัน (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต

ลักษณะ	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย ± S.D.[1/]
ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (MY;กก)	1,263	4,201.4 ± 1,228.2
ปริมาณน้ำนมทั้งหมด (TMY [2/];กก)	1,263	4,842.8 ± 1,849.0
จำนวนวันให้น้ำนม (DIM;วัน)	1,263	360.7 ± 99.2
ช่วงการคลอดครั้งแรก (CI;วัน)	735	466.3 ± 120.7
อายุเมื่อคลอดครั้งแรก (AFC;วัน)	1,263	915.9 ± 149.0

[1/] S.D. = Standard deviation ; [2/] TMY = Total milk yield

1.1.2. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ ของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ<100%

การศึกษาเฉพาะกลุ่มโคนมระดับเลือดระหว่าง ≥75 และ<100% *Bos taurus* ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเป็นข้อมูลโดยพื้นฐาน ของลักษณะต่างๆ ปรากฏดังนี้ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน 4,219.0 ± 1,234.8 กิโลกรัม ปริมาณน้ำนมทั้งหมด 4,846.7 ± 1,838.6 กิโลกรัม จำนวนวันให้น้ำนม 359.1 ± 97.4 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก 468.0 ± 121.1 วัน และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก 915.6 ± 147.9 วัน (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยลักษณะต่างๆของโคนมที่มีระดับเลือด ≥75 และ<100% *Bos taurus*

ลักษณะ	จำนวนข้อมูล (N)	ค่าเฉลี่ย ± S.D.[1/]
ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (MY;กก)	1,136	4,219.0 ± 1,234.8
ปริมาณน้ำนมทั้งหมด (TMY[2/];กก)	1,136	4,846.7 ± 1,838.6
จำนวนวันให้น้ำนม (DIM;วัน)	1,136	359.1 ± 97.4
ช่วงการคลอดครั้งแรก (CI;วัน)	650	468.0 ± 121.1
อายุเมื่อคลอดครั้งแรก (AFC;วัน)	1,136	915.6 ± 147.9

[1/] S.D. = Standard deviation ; [2/] TMY = Total milk yield

1.1.3. ค่าเฉลี่ยของลักษณะต่างๆ จำแนกตามระดับเลือดโคนมยุโรป 5 กลุ่มพันธุ์

เมื่อทำการศึกษา 3 ลักษณะ คือลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก จำแนกตามระดับเลือดโคนมยุโรป 5 กลุ่มพันธุ์ คือตั้งแต่กลุ่มที่ 1 ระดับเลือด 100% จนถึงกลุ่มที่ 5 ระดับเลือด < 62.5 % มีค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เท่ากับ 4,096.46±133.37 4,285.83±41.58 4,006.92±74.12 4,124.13±219.54 และ 3,462.92±352.86 ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรก 472.72±15.53 472.10±5.40 454.92±9.69 404.11±27.59 และ 407.83± 49.10 ตามลำดับ และค่าเฉลี่ยของอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 910.07±16.27 913.79±5.07 921.51±9.04 937.42±26.79 และ 929.75±43.05 ตามลำดับ (ตารางที่ 4. 3)

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (least squares means, LSM)[1/] ในแต่ละลักษณะจำแนกตามกลุ่มพันธุ์

ระดับเลือด	MY			CI			AFC		
Bos taurus	N	LSM	S.E.	N	LSM	S.E.	N	LSM	S.E.
100%	84	4,096.46 [ab]	133.37	60	472.72 [a]	15.53	84	910.07 [a]	16.27
≥ 87.5 และ < 100 %	864	4,285.83 [a]	41.58	496	472.10 [a]	5.40	864	913.79 [a]	5.07
≥ 75 และ < 87.5 %	272	4,006.92 [b]	74.12	154	454.92 [a]	9.69	272	921.51 [a]	9.04
≥ 62.5 และ < 75 %	31	4,124.13 [ab]	219.54	19	404.11 [a]	27.59	31	937.42 [a]	26.79
< 62.5 %	12	3,462.92 [b]	352.86	6	407.83 [a]	49.10	12	929.75 [a]	43.05

[1/] ค่า LSM ที่มีตัวอักษรที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$)

1.2. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

จากการวิเคราะห์หาอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อลักษณะที่ศึกษา (ตารางที่ 4.4) พอสรุปได้ ดังนี้

(1) ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะนี้ มีปัจจัยมาจาก ฝูง-ปี-ฤดูที่คลอด จำนวนวันให้น้ำนม และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก

(2)ช่วงการคลอดครั้งแรก พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะนี้ มีปัจจัยมาจาก ฝูง-ปี-ฤดูที่คลอด

(3)อายุเมื่อคลอดครั้งแรก พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อลักษณะนี้ มีปัจจัยมาจาก ฝูง-ปี-ฤดูที่เกิด และปีที่คลอด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์หาอิทธิพลที่มีผลกระทบต่อลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

อิทธิพล	MY	CI	AFC
อิทธิพล			
ฝูง-ปี-ฤดูที่เกิด	-	-	**
ฝูง-ปี-ฤดูที่คลอด	**	**	-
กลุ่มพันธุ์	*ns*	*ns*	*ns*
ปีที่คลอด	-	-	**
สัมประสิทธิ์การถดถอยเชิงเส้นตรง			
จำนวนวันให้น้ำนม	**	-	-
อายุเมื่อคลอดครั้งแรก	**	*ns*	-

** $p < 0.01$; *ns* = *non significant*

2. ผลการประมาณค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม

2.1. ผลการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและค่าอัตราพันธุกรรม

การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน โดยวิเคราะห์แบบหลายลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait analysis) ในโมเดลที่ 3.4 ประกอบไปด้วย ค่าความแปรปรวนเนื่องจากตัวสัตว์(σ_a^2) และค่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน (σ_e^2) ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด มีค่าแสดงในตารางที่ 4.5 และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง $\geq$75 และ<100% มีค่าแสดงในตารางที่ 4.6

ผลจากการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน สามารถนำมาประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด เท่ากับ 0.5097$\pm$0.0802 0.2599$\pm$0.0802 และ 0.2712$\pm$0.0802 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5) และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*)

ระหว่าง ≥75 และ<100% เท่ากับ 0.5945±0.0947 0.0336±0.0947 และ0.3628±0.0947 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.5 แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนและอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด

พารามิเตอร์	MY	CI	AFC
σ_a^2	276,550.0 (2,686.2) [1/]	3,330.1 (612.6)	1,864.2 (45,892.0)
σ_e^2	266,030.0 (53,499.0)	9,481.9 (2,686.2)	5,009.8 (1,842.0)
h^2	0.5097 (0.0802)	0.2599 (0.0802)	0.2712 (0.0802)

[1/] Standard error

ตารางที่ 4.6 แสดงองค์ประกอบความแปรปรวนและอัตราพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100%

พารามิเตอร์	MY	CI	AFC
σ_a^2	325,390.0 (1,941.1) [1/]	398.0 (359.7)	2,442.4 (53,752.0)
σ_e^2	221,960.0 (63,714.0)	11,442.0 (1,941.1)	4,289.7 (2,572.0)
h^2	0.5945 (0.0947)	0.0336 (0.0947)	0.3628 (0.0947)

[1/] Standard error

2.2.ผลการประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนร่วม และค่าสหสัมพันธ์

การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวนร่วม โดยวิเคราะห์แบบหลายลักษณะพร้อมกัน (multiple-trait analysis) ในโมเดลที่ 3.4 ประกอบไปด้วย ค่าความแปรปรวนร่วมเนื่องจากตัวสัตว์ และค่าความแปรปรวนร่วมของลักษณะปรากฏ ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด

มีค่าแสดงในตารางที่ 4.7 และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ<100% มีค่าแสดงในตารางที่ 4.8

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด ระหว่างลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 0.2634, 0.1699 และ 0.9952 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏของ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 0.0862 0.0874, และ -0.1235 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.9) ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะที่ทำการศึกษาโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ <100% ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 0.1780, 0.1523 และ 0.9971 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกกับลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ -0.0042 0.0768, และ -0.1147 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.10)

ตารางที่ 4.7 องค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้ทะแยงมุม) ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด

ลักษณะ	MY	CI	AFC
MY	.	7,992.5	3,857.3
CI	7,188.0	.	2,479.5
AFC	5,338.2	-1,158.8	.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรม (เหนือทะแยงมุม) และลักษณะปรากฏ (ใต้ทะแยงมุม) ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100%

ลักษณะ	MY	CI	AFC
MY	.	2,025.5	4,293.6
CI	-340.4	.	983.1
AFC	4,661.2	-1,024.0	.

ตารางที่ 4.9 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือทะแยงมุม) และสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (ใต้ทะแยงมุม) ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด

ลักษณะ	MY	CI	AFC
MY	.	0.2634	0.1699
CI	0.0862	.	0.9952
AFC	0.0874	-0.1235	.

ตารางที่ 4.10 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (เหนือทะแยงมุม) และสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (ใต้ทะแยงมุม) ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100%

ลักษณะ	MY	CI	AFC
MY	.	0.1780	0.1523
CI	-0.0042	.	0.9971
AFC	0.0768	-0.1147	.

3. ค่าการผสมพันธุ์

ค่าการผสมพันธุ์ซึ่งวิเคราะห์คราวละ 3 ลักษณะ ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก สำหรับโคพ่อพันธุ์ พบว่ามีค่าระหว่าง -839.181 ถึง 740.080 -69.793 ถึง 118.351 และ -63.005 ถึง 57.647 ตามลำดับ และสำหรับแม่โค พบว่ามีค่าระหว่าง -1,408.073 ถึง 1,266.202 -95.980 ถึง 147.942 และ -80.271 ถึง 92.588 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.11)

ตารางที่ 4.11 ค่าการผสมพันธุ์ต่ำสุด และค่าการผสมพันธุ์สูงสุด ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมด

ลักษณะ	โคพ่อพันธุ์		แม่โค	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
MY	-839.181	740.080	-1,408.073	1,266.202
CI	-69.793	118.351	-95.980	147.942
AFC	-63.005	57.647	-80.271	92.588

ตารางที่ 4.12 ค่าการผสมพันธุ์ต่ำสุด และค่าการผสมพันธุ์สูงสุด ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100%

ลักษณะ	โคพ่อพันธุ์		แม่โค	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
MY	-648.685	824.285	-1,626.559	1,382.649
CI	-15.452	59.789	-34.978	72.338
AFC	-38.633	58.620	-86.550	103.866

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สำหรับค่าการผสมพันธุ์ซึ่งวิเคราะห์ครางละ 3 ลักษณะ ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100% ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก สำหรับโคพ่อพันธุ์ พบว่ามีค่าระหว่าง -648.685 ถึง 824.285 -15.452 ถึง 59.789 และ -38.633 ถึง 58.620 ตามลำดับ และสำหรับแม่โค พบว่ามีค่าระหว่าง -1,626.559 ถึง 1,382.649 -34.978 ถึง 72.338 และ -86.550 ถึง 103.866 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.12)

4. ผลการประเมินค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

ค่าเศรษฐกิจของลักษณะปรากฏ ซึ่งศึกษาได้จากสมการกำไรอยู่บนพื้นฐานข้อมูลปี 2542 ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก พบว่ามีค่าเท่ากับ 10.058 –66.530 และ –44.850 ตามลำดับ และ เมื่อพิจารณาค่าเศรษฐกิจของแต่ละลักษณะที่เบี่ยงเบนต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม (Additive genetic standard deviation ,$S.D._A$) จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 5,289.303 –3,839.248 และ –1,936.461 ตามลำดับ จากนั้นเมื่อหาค่าการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ พบว่ามีอัตราส่วน 1 : –0.7259 : –0.3661 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.13) สำหรับการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100% ค่าเศรษฐกิจของแต่ละลักษณะที่เบี่ยงเบนต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 5,737.382 – 1,327.303 และ – 2,216.516 ตามลำดับ จากนั้นเมื่อหาค่าการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ พบว่ามีอัตราส่วน 1 : – 0.2313 : – 0.3863 ตามลำดับ (ตารางที่ 4.14)

นอกจากนี้ผลการศึกษาเมื่อพิจารณาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ด้วยสัดส่วนร้อยละ เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 20 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 30 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร ทำการวิเคราะห์หาค่าการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.15 และจากการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100% ดังแสดงในตารางที่ 4.16 พบว่าค่าการสัมพัทธ์ของลักษณะ

ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีอัตราส่วนการถ่วงน้ำหนักให้กับ 3 ลักษณะ ใกล้เคียงกันทั้ง 4 กรณี

ตารางที่ 4.13 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมทั้งหมดจากพื้นฐานข้อมูลค่าเศรษฐกิจปี 2542

ลักษณะ	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	$S.D._A$	ค่าเศรษฐกิจ		
				ต่อ หน่วย (V)	$V * S.D._A$	การสัมพัทธ์ [1/]
ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน	กก	4,201.4	525.88	10.058	5,289.303	1
ช่วงการคลอดครั้งแรก	วัน	466.3	57.71	– 66.530	– 3,839.248	– 0.7259
อายุเมื่อคลอดครั้งแรก	วัน	915.9	43.18	– 44.850	– 1,936.461	– 0.3661

[1/] การสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เมื่อเบี่ยงเบน 1 $S.D._A$ ($V * S.D._A$)

ตารางที่ 4.14 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของลักษณะที่ทำการศึกษาของโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100% จากพื้นฐานข้อมูลค่าเศรษฐกิจปี 2542

ลักษณะ	หน่วย	ค่าเฉลี่ย	$S.D._A$	ค่าเศรษฐกิจ		
				ต่อ หน่วย (V)	$V * S.D._A$	การสัมพัทธ์ [1/]
ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน	กก	4,219.0	570.43	10.058	5,737.382	1
ช่วงการคลอดครั้งแรก	วัน	468.0	19.95	– 66.530	– 1,327.303	– 0.2313
อายุเมื่อคลอดครั้งแรก	วัน	915.6	49.42	– 44.850	– 2,216.516	– 0.3863

[1/] การสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เมื่อเบี่ยงเบน 1 $S.D._A$ ($V * S.D._A$)

ตารางที่ 4.15 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด

	ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม				
ลักษณะ	น้ำนม 0% อาหาร 0%	น้ำนม 5% อาหาร 10%	น้ำนม 10% อาหาร 20%	น้ำนม 20% อาหาร 40%	น้ำนม 30% อาหาร 60%
MY	1	1	1	1	1
CI	– 0.7259	– 0.7152	– 0.7055	– 0.6881	– 0.6731
AFC	– 0.3661	– 0.3760	– 0.3851	– 0.4014	– 0.4155

ตารางที่ 4.16 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม การศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100%

	ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์เมื่อราคาน้ำนมปรับเพิ่ม และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม				
ลักษณะ	น้ำนม 0% อาหาร 0%	น้ำนม 5% อาหาร 10%	น้ำนม 10% อาหาร 20%	น้ำนม 20% อาหาร 40%	น้ำนม 30% อาหาร 60%
MY	1	1	1	1	1
CI	– 0.2313	– 0.2280	– 0.2248	– 0.2193	– 0.2145
AFC	– 0.3863	– 0.3968	– 0.4064	– 0.4236	– 0.4384

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อทำการศึกษาพิจารณาไม่ปรับมูลค่าราคาน้ำนม หรือกำหนดให้ราคาน้ำนมคงที่ แต่มูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ด้วยสัดส่วนร้อยละ เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้นและมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 0 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 0 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 0 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 0 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร ทำการวิเคราะห์หาค่าการสัมพันธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 4.17 และจากการศึกษาของโคนมที่มีระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100% ดังแสดงในตารางที่ 4.18 พบว่าค่าการสัมพันธ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก มีอัตราส่วนค่าเศรษฐกิจสัมพันธ์ถ่วงน้ำหนัก ให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น เมื่อมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มสูงขึ้น ขณะที่ไม่ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น

5. สมการดัชนีการคัดเลือก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่สร้างขึ้นในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ค่าการผสมพันธุ์ จากสามลักษณะสำคัญ ได้แก่ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก สามารถสร้างสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ตามวิธีของ Dekkers และ Gibson (1998) และ Sivarajasingamm และคณะ (1998) ซึ่งนำเทคโนโลยีการประเมินค่าทางพันธุกรรมโดยใช้ BLUP มาประยุกต์ใช้ร่วมกับดัชนีการคัดเลือก โดยถ่วงน้ำหนักค่าเศรษฐกิจสัมพันธ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงตามราคาค่าน้ำนม และราคาค่าอาหารสัตว์ ดังนี้

ตารางที่ 4.17 ค่าเศรษฐกิจสัมพันธ์ เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม จากการศึกษาของโคนมทั้งหมด

	ค่าเศรษฐกิจสัมพันธ์เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม				
ลักษณะ	น้ำนม 0% อาหาร 0%	น้ำนม 0% อาหาร 10%	น้ำนม 0% อาหาร 20%	น้ำนม 0% อาหาร 40%	น้ำนม 0% อาหาร 60%
MY	1	1	1	1	1
CI	– 0.7259	– 0.7567	– 0.7885	– 0.8551	– 0.9257
AFC	– 0.3661	– 0.3980	– 0.4308	– 0.4988	– 0.5714

ตารางที่ 4.18 ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม การศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ<100%

	ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์เมื่อราคาน้ำนมคงที่ และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่ม				
ลักษณะ	น้ำนม 0% อาหาร 0%	น้ำนม 0% อาหาร 10%	น้ำนม 0% อาหาร 20%	น้ำนม 0% อาหาร 40%	น้ำนม 0% อาหาร 60%
MY	1	1	1	1	1
CI	– 0.2313	– 0.2412	– 0.2513	– 0.2725	– 0.2950
AFC	– 0.3863	– 0.4198	– 0.4543	– 0.5264	– 0.6030

5.1. สมการดัชนีการคัดเลือกจากการศึกษาโคนมทั้งหมด

5.1. 1. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนม และราคาอาหารสัตว์ เป็นข้อมูลจากการศึกษาในปี 2542

$$I_1 = MY - 0.7259\ CI - 0.3661\ AFC$$
$$I_2 = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 (I_1) โดยถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง(r_{HI})มีค่าเท่ากับ 0.71050 และดัชนีการคัดเลือกจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG)ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

(S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 375.307 กิโลกรัม 10.308 วัน และ 4.823 วัน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 2 (I_2) หรือการคัดเลือกเพียงลักษณะเดียว คือลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) มีค่าเท่ากับ 0.71028 และดัชนีการคัดเลือกจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG)ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 375.744 กิโลกรัม 10.859 วัน และ 5.241 วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 และ 2 ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมใกล้เคียงกันมาก ดังตารางที่ 4.19

5.1.2. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้น

5.1.2.1. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

$$I_3 = MY - 0.7152\ CI - 0.3760\ AFC$$
$$I_4 = MY$$

5.1.2.2. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20

$$I_5 = MY - 0.7055\ CI - 0.3851\ AFC$$
$$I_6 = MY$$

5.1.2.3. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 40

$$I_7 = MY - 0.6881\ CI - 0.4014\ AFC$$
$$I_8 = MY$$

5.1.2.4. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

$$I_9 = MY - 0.6731\ CI - 0.4155\ AFC$$

$$I_{10} = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 3 (I_3) ที่ 5 (I_5) ที่ 7 (I_7) และที่ 9 (I_9) ถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้จากการศึกษาสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เป็นพื้นฐาน แล้วนำมาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 3 (I_3) เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 5 (I_5) เท่ากับร้อยละ 20 และ 40 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 7 (I_7) และเท่ากับร้อยละ 30 และ 60 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 9 (I_9)

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) พบว่าทั้ง 4 ดัชนีการคัดเลือกดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.71052 ถึง 0.71062 จะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะใกล้เคียงกันมาก โดยลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน อยู่ระหว่าง 375.324 ถึง 375.388 กิโลกรัม ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 10.324 ถึง 10.389 วัน และลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 4.835 ถึง 4.884 วัน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 4 (I_4) ที่ 6 (I_6) ที่ 8 (I_8) และที่ 10 (I_{10}) หรือการคัดเลือกลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เพียงลักษณะเดียว โดยเปรียบเทียบสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมเป็นคู่ ได้แก่ สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 3 (I_3) กับที่ 4 (I_4) ที่ 5 (I_5) กับที่ 6 (I_6) ที่ 7 (I_7) กับที่ 8 (I_8) และที่ 9 (I_9) กับที่ 10 (I_{10}) พบว่าค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในสมการแต่ละคู่ ให้ผลค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ใกล้เคียงกันมาก ดังตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมทั้งหมด เมื่อมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

ดัชนีการคัดเลือก	%มูลค่าเพิ่มขึ้น		r_{HI}	expected genetic change(ΔG)		
	ราคานม	อาหาร		MY[1/]	CI[2/]	AFC[2/]
$I_1 = MY - 0.7259\ CI - 0.3661\ AFC$	0	0	0.71050	375.307	10.308	4.823
$I_2 = MY$	0	0	0.71028	375.744	10.859	5.241
$I_3 = MY - 0.7152\ CI - 0.3760\ AFC$	5	10	0.71052	375.324	10.324	4.835
$I_4 = MY$	5	10	0.71028	375.735	10.859	5.241
$I_5 = MY - 0.7055\ CI - 0.3851\ AFC$	10	20	0.71055	375.339	10.339	4.847
$I_6 = MY$	10	20	0.71029	375.727	10.859	5.241
$I_7 = MY - 0.6881\ CI - 0.4014\ AFC$	20	40	0.71058	375.365	10.366	4.866
$I_8 = MY$	20	40	0.71031	375.712	10.858	5.240
$I_9 = MY - 0.6731\ CI - 0.4155\ AFC$	30	60	0.71062	375.388	10.389	4.884
$I_{10} = MY$	30	60	0.71032	375.699	10.858	5.240

[1/] กิโลกรัมต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก [2/] วันต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก

5.1.3. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้น

5.1.3.1. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

$$I_{11} = MY - 0.7567\ CI - 0.3980\ AFC$$

$$I_{12} = MY$$

5.1.3.2. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20

$$I_{13} = MY - 0.7885\ CI - 0.4308\ AFC$$

$$I_{14} = MY$$

5.1.3.3. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 40

$$I_{15} = MY - 0.8551\ CI - 0.4988\ AFC$$

$$I_{16} = MY$$

5.1.3.4. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

$$I_{17} = MY - 0.9257\ CI - 0.5714\ AFC$$

$$I_{18} = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือก

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 11 (I_{11}) ที่ 13 (I_{13}) ที่ 15 (I_{15}) และที่ 17 (I_{17}) ถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้จากการศึกษาสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เป็นพื้นฐาน แล้วนำมาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 0 และ 10 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ ใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 11 (I_{11}) เท่ากับร้อยละ 0 และ 20 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 13 (I_{13}) เท่ากับร้อยละ 0 และ 40 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ ที่ 15 (I_{15}) และเท่ากับร้อยละ 0 และ 60 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 17(I_{17})

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) พบว่าทั้ง 4 ดัชนีการคัดเลือกดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.70792 ถึง 0.71009 และจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก พบว่าลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน อยู่ระหว่าง 373.074 ถึง 375.009

กิโลกรัม ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 8.415 ถึง 10.018 วัน และลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 3.394 ถึง 4.603 วัน และเมื่อพิจารณาสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 12 (I_{12}) ที่ 14 (I_{14}) ที่ 16 (I_{16}) และที่ 18 (I_{18}) หรือการคัดเลือกลักษณะปริมาณน้ำนมที่305 วัน เพียงลักษณะเดียว โดยเปรียบเทียบสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมเป็นคู่ ได้แก่ สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 11 (I_{11}) กับที่ 12 (I_{12}) ที่ 13 (I_{13}) กับ ที่ 14 (I_{14}) ที่ 15 (I_{15}) กับที่ 16 (I_{16}) และที่ 17 (I_{17}) กับที่ 18 (I_{18}) พบว่าค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก พบว่าให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ทั้ง 3 ลักษณะ แตกต่างกันในแต่ละคู่ และแต่ละคู่มีความแตกต่างกันมากขึ้น เมื่อค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น ดังตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมทั้งหมด เมื่อมูลค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

ดัชนีการคัดเลือก	%มูลค่าเพิ่มขึ้น		r_{HI}	expected genetic change(ΔG)		
	ราคานม	อาหาร		MY[1/]	CI[2/]	AFC[2/]
I_1= *MY - 0.7259 CI - 0.3661 AFC*	0	0	0.71050	375.307	10.308	4.823
I_2= *MY*	0	0	0.71028	375.744	10.859	5.241
I_{11}= *MY - 0.7567 CI - 0.3980 AFC*	0	10	0.71009	375.009	10.018	4.603
I_{12}= *MY*	0	10	0.71010	375.908	10.864	5.243
I_{13}= *MY - 0.7885 CI - 0.4308 AFC*	0	20	0.70967	374.683	9.718	4.377
I_{14}= *MY*	0	20	0.70989	376.078	10.869	5.246
I_{15}= *MY - 0.8551 CI - 0.4988 AFC*	0	40	0.70881	373.946	9.090	3.903
I_{16}= *MY*	0	40	0.70936	376.431	10.879	5.250
I_{17}= *MY - 0.9257 CI - 0.5714 AFC*	0	60	0.70792	373.074	8.415	3.394
I_{18}= *MY*	0	60	0.70867	376.810	10.890	5.256

[1/] กิโลกรัมต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก [2/] วันต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก

5.2. สมการดัชนีการคัดเลือกจากการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100%

5.2.1. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนม และราคาอาหารสัตว์ เป็นข้อมูลจากการศึกษาในปี 2542

$$I_{19} = MY - 0.2313\ CI - 0.3863\ AFC$$

$$I_{20} = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 19 (I_{19}) โดยถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) มีค่าเท่ากับ 0.77098 และดัชนีการคัดเลือกจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG)ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะ ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 440.535 กิโลกรัม 3.051 วัน และ 6.582 วัน ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 20 (I_{20}) หรือการคัดเลือกเพียงลักษณะเดียว คือลักษณะปริมาณน้ำนมที่305 เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) มีค่าเท่ากับ 0.77000 และดัชนีการคัดเลือกจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 439.602 กิโลกรัม 2.736 วัน และ 5.801 วัน ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 19 และ 20 ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมแตกต่างกันเล็กน้อย ดังตารางที่ 4.21

5.2.2. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้น

5.2.2.1. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

$$I_{21} = MY - 0.2280\ CI - 0.3968\ AFC$$
$$I_{22} = MY$$

5.2.2.2. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20

$$I_{23} = MY - 0.2248\ CI - 0.4064\ AFC$$
$$I_{24} = MY$$

5.2.2.3. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 40

$$I_{25} = MY - 0.2193\ CI - 0.4236\ AFC$$
$$I_{26} = MY$$

5.2.2.4. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 30 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

$$I_{27} = MY - 0.2145\ CI - 0.4384\ AFC$$
$$I_{28} = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 21 (I_{21}) ที่ 23 (I_{23}) ที่ 25 (I_{25}) และที่ 27 (I_{27}) ถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้จากการศึกษาสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เป็นพื้นฐาน แล้วนำมาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์

เพิ่มขึ้น เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ ใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 21 (I_{21}) เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 23 (I_{23}) เท่ากับร้อยละ 20 และ 40 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 25 (I_{25}) และเท่ากับร้อยละ 30 และ 60 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ ใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 27 (I_{27})

ตารางที่ 4.21 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ <100% เมื่อมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

ดัชนีการคัดเลือก	%มูลค่าเพิ่มขึ้น		r_{HI}	expected genetic change(ΔG)		
	ราคานม	อาหาร		MY[1/]	CI[2/]	AFC[2/]
I_{19} = *MY - 0.2313 CI - 0.3863 AFC*	0	0	0.77098	440.535	3.051	6.582
I_{20} = *MY*	0	0	0.77000	439.602	2.736	5.801
I_{21} = *MY - 0.2280 CI - 0.3968 AFC*	5	10	0.77094	440.524	3.043	6.561
I_{22} = *MY*	5	10	0.76999	439.613	2.737	5.801
I_{23} = *MY - 0.2248 CI - 0.4064 AFC*	10	20	0.77091	440.515	3.036	6.542
I_{24} = *MY*	10	20	0.76998	439.623	2.737	5.801
I_{25} = *MY - 0.2193 CI - 0.4236 AFC*	20	40	0.77084	440.497	3.021	6.507
I_{26} = *MY*	20	40	0.76997	439.640	2.737	5.801
I_{27} = *MY - 0.2145 CI - 0.4384 AFC*	30	60	0.77079	440.482	3.009	6.477
I_{28} = *MY*	30	60	0.76996	439.655	2.737	5.801

[1/] กิโลกรัมต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก [2/] วันต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) พบว่าทั้ง 4 ดัชนีการคัดเลือกดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.77079 ถึง 0.77094 จะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก ในแต่ละลักษณะใกล้เคียงกันมาก โดยลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน อยู่ระหว่าง 440.482 ถึง 440.524 กิโลกรัม ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 3.009 ถึง

3.043 วัน และลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 6.477 ถึง 6.561 วัน และเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 22 (I_{22}) ที่ 24 (I_{24}) ที่ 26 (I_{26}) และที่ 28 (I_{28}) หรือการคัดเลือกลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เพียงลักษณะเดียว โดยเปรียบเทียบสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมเป็นคู่ ได้แก่ สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 21(I_{21}) กับที่ 22(I_{22}) ที่ 23 (I_{23}) กับ ที่ 24 (I_{24}) ที่ 25 (I_{25}) กับที่ 26 (I_{26}) และที่ 27 (I_{27}) กับที่ 28 (I_{28}) พบว่าค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(S.D.)จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือกในสมการแต่ละคู่ให้ผลค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.21

5.2.3. สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้น

5.2.3.1. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 10

$$I_{29} = MY - 0.2412\ CI - 0.4198\ AFC$$
$$I_{30} = MY$$

5.2.3.2. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 20

$$I_{31} = MY - 0.2513\ CI - 0.4543\ AFC$$
$$I_{32} = MY$$

5.2.3.3. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 40

$$I_{33} = MY - 0.2725\ CI - 0.5264\ AFC$$
$$I_{34} = MY$$

5.2.3.4. ราคาน้ำนมปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 0 และราคาอาหารสัตว์ปรับเพิ่มขึ้นร้อยละ 60

$$I_{35} = MY - 0.2950\ CI - 0.6030\ AFC$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$I_{36} = MY$$

เมื่อ I = สมการดัชนีการคัดเลือก

MY = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

CI = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก

AFC = ค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 29 (I_{29}) ที่ 31 (I_{31}) ที่ 33 (I_{33}) และที่ 35 (I_{35}) ถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้จากการศึกษาสมการกำไรซึ่งสร้างขึ้นด้วยข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 เป็นพื้นฐาน แล้วนำมาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นเท่ากับร้อยละ 0 และ 10 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ ใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 29 (I_{29}) เท่ากับร้อยละ 0 และ 20 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 31 (I_{31}) เท่ากับร้อยละ 0 และ 40 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ ที่ 33 (I_{33}) และเท่ากับร้อยละ 0 และ 60 ได้ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ นำไปใช้ในดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 35 (I_{35})

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง (r_{HI}) พบว่าทั้ง 4 ดัชนีการคัดเลือกดังกล่าว มีค่าอยู่ระหว่าง 0.76993 ถึง 0.77082 และจะให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม(ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก พบว่าลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน อยู่ระหว่าง 440.196 ถึง 440.491 กิโลกรัม ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 2.825 ถึง 3.017 วัน และลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกอยู่ระหว่าง 6.019 ถึง 6.496 วัน และเมื่อพิจารณาสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 30 (I_{30}) ที่ 32 (I_{32}) ที่ 34 (I_{34}) และที่ 36 (I_{36}) หรือการคัดเลือกลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เพียงลักษณะเดียว โดยเปรียบเทียบสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมเป็นคู่ ได้แก่ สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 29 (I_{29}) กับที่ 30 (I_{30}) ที่ 31 (I_{31}) กับ ที่ 32 (I_{32}) ที่ 33 (I_{33}) กับที่ 34 (I_{34}) และที่ 35 (I_{35}) กับที่ 36 (I_{36}) พบว่าค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ต่อ 1 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)จากการคัดเลือกด้วยดัชนีการคัดเลือก พบว่าในสมการแต่ละคู่ให้ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรม (ΔG) ทั้ง 3 ลักษณะใกล้เคียงกัน ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 สมการดัชนีการคัดเลือก ความแม่นยำของดัชนี และ ค่าคาดหมายการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100% เมื่อมูลค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

ดัชนีการคัดเลือก	%มูลค่าเพิ่มขึ้น		r_{HI}	expected genetic change(ΔG)		
	ราคานม	อาหาร		MY[1/]	CI[2/]	AFC[2/]
I_{19} = *MY - 0.2313 CI - 0.3863 AFC*	0	0	0.77098	440.535	3.051	6.582
I_{20} = *MY*	0	0	0.77000	439.602	2.736	5.801
I_{29} = *MY - 0.2412 CI - 0.4198 AFC*	0	10	0.77082	440.491	3.017	6.496
I_{30} = *MY*	0	10	0.76996	439.646	2.737	5.801
I_{31} = *MY - 0.2513 CI - 0.4543 AFC*	0	20	0.77066	440.443	2.981	6.406
I_{32} = *MY*	0	20	0.76992	439.691	2.737	5.802
I_{33} = *MY - 0.2725 CI - 0.5264 AFC*	0	40	0.77031	440.332	2.905	6.219
I_{34} = *MY*	0	40	0.76981	439.785	2.738	5.803
I_{35} = *MY - 0.2950 CI - 0.6030 AFC*	0	60	0.76993	440.196	2.825	6.019
I_{36} = *MY*	0	60	0.76965	439.886	2.738	5.804

[1/] กิโลกรัมต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก [2/] วันต่อ 1 S.D.ของดัชนีการคัดเลือก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

อภิปรายผลการวิเคราะห์

1. ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น

1.1 ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต (ตารางที่4.1) มีค่าเท่ากับ 4,201.4 $\pm$ 1,228.2 กิโลกรัม จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,263 บันทึก และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง $\geq$75 และ<100% (ตารางที่4.2) ซึ่งเป็นกลุ่มโคนมส่วนหนึ่งของโคนมทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 4,219.0 $\pm$ 1,234.8 กิโลกรัมจากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,136 บันทึก ค่าเฉลี่ยดังกล่าวมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยจากรายงานอื่น ๆ ที่ใช้ข้อมูลศึกษาต่างประชากร เช่น การศึกษาของ ชาตรี คติวรเวช (2543) ที่ใช้ข้อมูลจากฟาร์มโคนมในจังหวัดราชบุรี มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เท่ากับ 3,777.59 $\pm$ 1,090.00 กิโลกรัม การศึกษาของ เทียมพบ ก้านเหลือง (2541) ที่ใช้ข้อมูลจากฝูงโคนมในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เท่ากับ 3,081.18 $\pm$ 1,918.16 กิโลกรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำนมปรับที่ 305 วันก็ยังมีค่าสูงกว่าด้วย เช่น การศึกษาของ พัชรินทร์ จีนกล่ำ และคณะ (2534) ในโคลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยน 75 เปอร์เซ็นต์จากฟาร์มของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,646.00 $\pm$ 777.90 กิโลกรัม และการศึกษาจากโคลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์จากศูนย์วิจัยและพัฒนาการผลิตนม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ของ กรรณิกา เร่งศิริกุล และคณะ (2542) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,874 $\pm$ 702.11 กิโลกรัม นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ยังสูงกว่าหลายงานวิจัยที่เคยมีการรายงานไว้ภายในประเทศ (กัลยา เก่งวิกย์กรรม และคณะ, 2537 ; ประชุม อินทรโชติ และคณะ, 2539 ; อุดมศรี อินทรโชติ และคณะ, 2540 และพินิจ ลำดวนหอม และสุขสันต์ จันทรพลาบูรณ์, 2540) การที่ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน จากประชากรที่ศึกษาในครั้งนี้มีค่าสูงกว่าประชากรอื่น อาจเนื่องจากข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประชากรโคนมส่วนใหญ่มีระดับเลือดโคยุโรปสูงมากถึง 75 เปอร์เซ็นต์ หรือสูงกว่า ซึ่งรายการศึกษาโดยทั่วไปเห็นพ้องกันว่าปริมาณผลผลิตน้ำนมเพิ่มตามระดับเลือดโคยุโรปสูงเพิ่มขึ้น (กัลยา เก่งวิกย์กรรม และคณะ, 2538 ; พินิจ ลำดวนหอม, 2540 และสายัณห์ บัวบาน , 2543)

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงการคลอดครั้งแรกของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต (ตารางที่4.1) มีค่าเท่ากับ 466.3 ± 120.7 วันจากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 735 บันทึก และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ<100% (ตารางที่4.2) มีค่าเท่ากับ 468.0 ± 121.1 วัน จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 650 บันทึก มีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย จากรายงานการศึกษาของ จันทรา กอนันทา และคณะ (2540) ที่ใช้ข้อมูลแม่โคนมเอเอฟเอส จากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง มีค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรก เท่ากับ 468.68 วัน แต่มีค่าต่ำกว่า การศึกษาของ พัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และคณะ (2542) ที่ศึกษาข้อมูลแม่โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ จากประเทศคานาดา ณ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรก เท่ากับ 479.35 ± 126.52 วัน และการศึกษาของ กฤษณะ ทองทิพย์ และคณะ (2528) กับโค 2 กลุ่มพันธุ์ กลุ่มแรกพันธุ์ลูกผสม 1/2 เรดซินดี้, 1/2 (เอไอเอส,พื้นเมือง) มีค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรก เท่ากับ 481 ± 108.5 วัน แต่ปรากฏว่ากลุ่มที่สอง คือโคนมเรดซินดี้พันธุ์แท้ มีค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรกต่ำกว่า มีค่าเท่ากับ 434±112.2 วัน สอดคล้องกับการศึกษาของ ธวัชชัย อิทรตุล และคณะ (2540) ศึกษาแม่โคนมพันธุ์ลูกผสม ในจังหวัดสระบุรี มีค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรกเท่ากับ 433.07 วัน ข้อสังเกตจากการศึกษา ตามตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรกสูงที่สุด คือ โคนมที่มีระดับสายเลือดโคนมยุโรป 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โคนมที่มีระดับสายเลือดโคนมยุโรป ≥ 87.5 และ < 100 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยช่วงการคลอดครั้งแรกน้อยลงเมื่อระดับสายเลือดโคนมยุโรปต่ำลง อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของช่วงการคลอดครั้งแรกระหว่างกลุ่มพันธุ์ต่างๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

การวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของอายุเมื่อคลอดครั้งแรกของโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต (ตารางที่4.1) มีค่าเท่ากับ 915.9 ± 149.0 วัน (หรือ 30.5 ± 5.0 เดือน) จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,263 บันทึก และของโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ<100% (ตารางที่4.2) มีค่าเท่ากับ 915.6 ± 147.9 วัน จากจำนวนข้อมูลทั้งหมด 1,136 บันทึก มีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ย จากรายงานการศึกษาของ กฤษณะ ทองทิพย์ และคณะ (2528) ที่ใช้ข้อมูลจากสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง ให้กับโค 2 กลุ่มพันธุ์ คือพันธุ์เรดซินดี้พันธุ์แท้ และพันธุ์ลูกผสม 1/2 เรดซินดี้, 1/2 (เอไอเอส,พื้นเมือง) มีค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 41.1 ± 6.99 และ 43.2 ± 8.88 เดือน ตามลำดับ อีกการศึกษาหนึ่งของ พัชรินทร์ จีนกล่ำ และคณะ (2534) ในโคลูกผสมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ฟรีเซี่ยน 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ จากฟาร์มของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ มีค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 39.26 ± 8.57 และ 35.73 ± 6.11 เดือน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามการศึกษาครั้งนี้ ค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ยังสูงกว่าหลายงานวิจัยที่เคยมีการรายงานไว้ภายในประเทศ (พินิจ ลำดวนหอม, 2540;

อุดมศรี อินทรโชติ และคณะ, 2540 และพัชรินทร์ สนธิ์ไพโรจน์ และคณะ, 2542) ข้อสังเกตจากการศึกษา ตามตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรกต่ำที่สุด คือ โคนมที่มีระดับสายเลือดโคนมยุโรป 100 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ โคนมที่มีระดับสายเลือดโคนมยุโรป $\geq$ 87.5 และ < 100 เปอร์เซ็นต์ และค่าเฉลี่ยอายุเมื่อคลอดครั้งแรกสูงขึ้น เมื่อระดับสายเลือดโคนมยุโรปต่ำลง อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของอายุเมื่อคลอดครั้งแรกระหว่างกลุ่มพันธุ์ต่างๆ ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$)

1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา

การวิเคราะห์พบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน คือ ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่คลอด จำนวนวันให้น้ำนม และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก สำหรับปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่คลอด สอดคล้องกับการศึกษาของ เทียมพบ ก้านเหลือง (2541) และองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (2545,2546,2547) ปัจจัยจำนวนวันให้น้ำนม และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก สอดคล้องกับการศึกษาของ ชาตรี คติวรเวช (2543) และสายัณห์ บัวบาน (2543) ผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก คือ ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่เกิด และปีที่คลอด การวิเคราะห์ปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่เกิด เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก พิจารณาจากการศึกษาของ Moore และคณะ (1990,1992) ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก โดยกำหนดปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่เกิด ในโมเดลที่ทำการศึกษา สำหรับปัจจัยปีที่คลอด พิจารณาจากการศึกษาของ Oyama และคณะ (2002) ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก โดยกำหนดปัจจัยปีที่คลอดในโมเดลที่ทำการศึกษา และผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก คือ ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่คลอด การวิเคราะห์ปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่คลอด เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก พิจารณาจากการศึกษาของ Short และคณะ (1990) และ Ojango และ Pollott (2001) ทำการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก โดยกำหนดปัจจัย ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่คลอด ในโมเดลที่ทำการศึกษา

2. ผลการประมาณค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม

การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม โดยวิเคราะห์แบบหลายลักษณะพร้อมกัน สามารถนำมาประเมินอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน การศึกษาจากโคนมทั้งหมด เท่ากับ 0.5097 แต่การศึกษาจากโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป

(*Bos taurus*) ระหว่าง ≥75 และ<100% ซึ่งเป็นกลุ่มโคนมส่วนหนึ่งของโคนมทั้งหมด พบว่าเท่ากับ 0.5945 หากจัดแบ่งกลุ่มตาม จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ (2534) พบว่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน จากการศึกษาครั้งนี้ จัดได้ว่าค่อนข้างสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ เทียมพบ ก้านเหลือง (2541) สายัณห์ บัวบาน (2543) และ Koonawootrittriron และคณะ (2002) ศึกษาค่าอัตราพันธุกรรมได้เท่ากับ 0.505 0.55 และ0.45-0.46 ตามลำดับ และมีค่าสูงกว่ามากถ้าเปรียบเทียบกับการศึกษาอื่นๆในประเทศของ จุรีรัตน์ แสนโภชน์ (2529) จันทรา กอนันทา และคณะ (2540) ธวัชชัย อินทรตุล และคณะ (2540) และ ชาตรี คติวรเวช (2543) ซึ่งได้ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน หรือปริมาณน้ำนมปรับที่ 305 วัน เท่ากับ 0.05 0.20 0.40 และ 0.368-0.431 ตามลำดับ สำหรับอัตราพันธุกรรมของลักษณะทางการสืบพันธุ์ จากการศึกษาโดยมากจะมีค่าต่ำ การศึกษาในครั้งนี้ ได้แก่ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก มีค่าเท่ากับ 0.2712 และ 0.2599 จัดได้ว่าค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง การศึกษาลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกครั้งนี้ สอดคล้องกับบางการศึกษาที่ได้ค่าอัตราพันธุกรรมปานกลางถึงสูงของ Allaire และ Lin (1980) Simerl และคณะ (1991) และ Choudhary และคณะ (2003) ซึ่งได้ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกเท่ากับ 0.22-0.23 0.43 และ 0.409-0.506 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ตามที่ได้เคยมีการศึกษามานั้นพบว่าโดยมากได้ค่าอัตราพันธุกรรมต่ำกว่าการศึกษาในครั้งนี้ การที่ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้มีค่าแตกต่างกันออกไปในลักษณะต่างๆ ทั้งนี้เป็นผลจากชุดข้อมูลที่ทำการศึกษาได้มาจากต่างแหล่งกัน หรือประชากรที่มีความแตกต่างกัน การพิจารณาเลือกใช้โมเดลในการวิเคราะห์ที่แตกต่างกัน การมีอคติจากอิทธิพลที่มิใช่อิทธิพลทางพันธุกรรม เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏของ ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก พบว่ามีค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏต่ำ ผลการศึกษาโดยทั่วไปพบว่าค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏต่ำ ถึงปานกลาง สอดคล้องกับการศึกษาของ จันทรา กอนันทา และคณะ (2540) ธวัชชัย อินทรตุล และคณะ (2540) Ulutas และคณะ (2002) Choudhary และคณะ (2003) Wall (2003) Banerjee (2004) และ Ojango และ Pollott (2001) สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของ ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ซึ่งเป็นลักษณะทางการสืบพันธุ์ด้วยกันทั้งคู่ โดยมากจะมีความสัมพันธ์ทางบวก แต่ระดับความสัมพันธ์มีตั้งแต่ระดับต่ำถึงสูง ในการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของ ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรกสูงมาก ซึ่งให้ผลใกล้เคียงกับการศึกษาของ Ojango และ Pollott (2001) สำหรับค่าสหสัมพันธ์ทาง

พันธุกรรมของ ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก ในการศึกษาครั้งนี้ มีความสัมพันธ์ต่ำในทิศทางบวก จากการศึกษาอื่นๆ โดยทั่วไปพบว่ามีความหลากหลายมาก ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมมีความสัมพันธ์ ตั้งแต่ระดับต่ำถึงสูง และมีทิศทางลบถึงบวก

3. ค่าการผสมพันธุ์

ด้วยวิธีการ Animal Model BLUP ทำให้สามารถวิเคราะห์หาค่าทางพันธุกรรมได้ ไม่เฉพาะแม่โคนมที่มีบันทึกข้อมูลในแฟ้มผลผลิตเท่านั้น ทั้งนี้สามารถวิเคราะห์หาค่าการผสมพันธุ์ของโคนมทุกตัวที่มีการบันทึกข้อมูลอย่างถูกต้อง ในระบบฐานข้อมูล แม้ว่าไม่มีการบันทึกข้อมูลการให้ผลผลิตก็ตาม ทั้งนี้การวิเคราะห์หาค่าการผสมพันธุ์ของโคนมที่มีอยู่ในระบบฐานข้อมูล จะวิเคราะห์ผ่านเมตริกซ์สายสัมพันธ์ การศึกษาครั้งนี้ทำการวิเคราะห์คราวละ 3 ลักษณะ ทำให้การประเมินค่าการผสมพันธุ์มีความเที่ยงตรงมากขึ้น การศึกษาจากโคนมทั้งหมด พบว่าค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และช่วงการคลอดครั้งแรก สำหรับโคพ่อพันธุ์ พบว่ามีค่าระหว่าง -63.005 ถึง 57.647 -839.181 ถึง 740.080 และ -69.793 ถึง 118.351 ตามลำดับ และสำหรับแม่โคนม พบว่ามีค่าระหว่าง -80.271 ถึง 92.588 -1,408.073 ถึง 1,266.202 และ -95.980 ถึง 147.942 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาจากโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100% ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรกและอายุเมื่อคลอดครั้งแรก สำหรับโคพ่อพันธุ์ พบว่ามีค่าระหว่าง -648.685 ถึง 824.285 -15.452 ถึง 59.789 และ -38.633 ถึง 58.620 ตามลำดับ และสำหรับแม่โค พบว่ามีค่าระหว่าง -1,626.559 ถึง 1,382.649 -34.978 ถึง 72.338 และ -86.550 ถึง 103.866 ตามลำดับ สังเกตเห็นได้ว่าค่าการผสมพันธุ์ของทั้งสามลักษณะ ในแม่พันธุ์โคนมมีช่วงพิสัย (range) ค่าการผสมพันธุ์สูงสุด และต่ำสุด มีขนาดกว้างกว่าในพ่อพันธุ์ โคนมตัวที่มีค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน สูงที่สุดอยู่ในฝูงแม่พันธุ์ โคนมตัวที่มีค่าการผสมพันธุ์ลักษณะทางการสืบพันธุ์ ต่ำที่สุดอยู่ในฝูงแม่พันธุ์ เช่นเดียวกัน

4. ค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์

ค่าเศรษฐกิจของลักษณะปรากฏ บนพื้นฐานข้อมูลปี2542 ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และ ช่วงการคลอดครั้งแรก พบว่ามีค่าเท่ากับ –66.530 10.058 และ –44.850 ตามลำดับ เห็นได้ว่าค่าเศรษฐกิจของปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ดูเหมือนเป็นค่า

เศรษฐกิจน้อยที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันสามลักษณะ แต่เมื่อพิจารณาเป็นค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ จากการศึกษาจากโคนมทั้งหมด ของลักษณะ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เพื่อนำไปประกอบการสร้างสมการดัชนีการคัดเลือก จะให้น้ำหนักเท่ากับ 1 : –0.7259 : –0.3661 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ จะให้น้ำหนักถ่วงให้กับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน มากที่สุด รองลงมาเป็น ลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ตามลำดับ สำหรับการศึกษาจากโคนมที่มี ระดับเลือด *Bos taurus* ระหว่าง $\geq$75 และ<100% ลักษณะ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก จะให้น้ำหนักเท่ากับ 1 : –0.2313 : –0.3863 ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ จะให้น้ำหนักถ่วงให้กับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน มากที่สุด รองลงมาเป็น ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก ตามลำดับ จากการศึกษาลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันให้น้ำหนักถ่วงมากที่สุด เป็นผลจากความแปรปรวนทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสมมากที่สุด หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม ($S.D._A$) ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันมากที่สุด ในขณะที่ลักษณะทางการสืบพันธุ์อีกสองลักษณะ มีผลของความแปรปรวนทางพันธุกรรม หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสมของลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ต่ำกว่ามาก ทั้งนี้ค่าเศรษฐกิจของลักษณะปรากฏ ทั้งสามลักษณะจะต้องนำไปคูณกับ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม จากนั้นทำการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ ลักษณะทางการสืบพันธุ์ทั้งสองลักษณะ จากการศึกษาในครั้งนี้ มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสมต่ำกว่า ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันมาก ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของ Pribyl และคณะ (2004) ที่ทำการศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคพ่อพันธุ์โฮลสไตน์ ของประเทศสาธารณเช็ค กำหนดลักษณะในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ถึง 22 ลักษณะ โดยมีสามลักษณะในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ ได้แก่ ลักษณะปริมาณน้ำนม ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก รวมอยู่ด้วย มีส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐานทางพันธุกรรมของยีนบวกสะสม เท่ากับ 501.00 กิโลกรัม 7.00 วัน และ 30.00 วัน ตามลำดับ และเมื่อนำมาคำนวณจนกระทั่งได้ค่าสัมประสิทธิ์เป็นน้ำหนักถ่วง ใช้กับ 6 ดัชนีการคัดเลือก พบว่าทุกดัชนีการคัดเลือกได้ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะปริมาณน้ำนม สูงกว่าลักษณะทางการสืบพันธุ์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาอื่นๆที่มีผลการศึกษาทำนองเดียวกัน ของ Parna และคณะ (2002) และ Parna และคณะ (2003) ศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ของประเทศเอสโตเนีย ได้ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะปริมาณน้ำนม สูงกว่าลักษณะลักษณะช่วงการคลอด และ Jagannatha และคณะ (1998) ศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคของประเทศสหรัฐอเมริกา และ Queiroz และคณะ (2002) ศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมพันธุ์พื้นเมือง

คาราคู (Caracu) ของประเทศบราซิล ได้ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะปริมาณน้ำนมสูงกว่าลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เป็นต้น

สำหรับการศึกษาทำการปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น เหตุที่พิจารณาราคาน้ำนม และราคาอาหารสัตว์ เนื่องจากการศึกษาของ ชาตรี ทินประภา และคณะ (2545) พบว่ารายได้หลักของอาชีพการเลี้ยงโคนมระดับเกษตรกร คือ รายได้จากการจำหน่ายน้ำนมดิบ จากข้อมูลราคาน้ำนมดิบที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยทั้งประเทศ ระหว่าง ปี 2520-2546 สำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2547) แสดงในตารางภาคผนวกที่ 3 จะเห็นว่า ราคาน้ำนมดิบที่เกษตรกรได้รับ ที่ผ่านมามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เพิ่มขึ้นร้อยละ 3.49 ด้วยอัตราเพิ่มขึ้นนี้ ประมาณการได้ว่าราคาน้ำนมดิบ ในปี2548 2553 และ2558 จะเพิ่มขึ้นจากปี2542 คิดเป็นร้อยละ 10 20 และ30 ตามลำดับ และสำหรับค่าใช้จ่าย พบว่าค่าใช้จ่ายที่มีสัดส่วนสูงที่สุดของอาชีพการเลี้ยงโคนมระดับเกษตรกร คือ ค่าใช้จ่ายจากการซื้ออาหารสัตว์ ด้วยแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปีเช่นเดียวกัน ด้วยอัตราเพิ่มร้อยละ 6.23 สำรวจโดยสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2547) แสดงในตารางภาคผนวกที่ 4 ประมาณการได้ว่าราคาอาหารสัตว์ ในปี2548 2553 และ2558 จะเพิ่มขึ้นจากปี2542 คิดเป็นร้อยละ 20 40 และ60 ตามลำดับ จากเหตุผลดังกล่าวราคาน้ำนม และราคาอาหารสัตว์ จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะส่งผลกระทบต่อการกำไร และขาดทุน สมควรได้รับการพิจารณาและคาดการณ์ไปในอนาคต ซึ่งมีผลทำให้ค่าเศรษฐกิจเปลี่ยนแปลงได้ การศึกษาในครั้งนี้พิจารณากรณีปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 10 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 20 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 30 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเศรษฐกิจ จากนั้นค่าเศรษฐกิจของทั้งสามลักษณะ จะนำไปคำนวณเป็นค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เพื่อเป็นค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือก และปรากฏว่าการที่ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ทั้ง 4 กรณีดังกล่าวจะให้สัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของทั้งสามลักษณะไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือกนี้ จะมีความมั่นคงไม่เปลี่ยนแปลง (ตารางที่ 4.15 และ 4.16) สามารถใช้งานได้ต่อจากนี้ไปเป็นสิบปี ภายใต้สภาพราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น(คิดเป็นร้อยละ) ต่อราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น(คิดเป็นร้อยละ) ด้วยอัตราส่วนเท่ากับ 1 ต่อ 2

ด้วยข้อสมมติฐานจากปัญหาการเปิดการค้าเสรีระหว่างประเทศ อาทิ ประเด็นของ WTO และ FTA เป็นต้น มีความเป็นไปได้ว่าอนาคตต่อจากนี้ไปราคาน้ำนมจะไม่เพิ่มขึ้น ด้วยเหตุที่กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม จะได้รับความเดือดร้อนจากมาตรการเปิดตลาดนำเข้านมผงขาดมันเนย ซึ่ง

จะมีผลทำให้ราคานมสดที่เกษตรกรขายได้มีราคาลดต่ำลง (พิบูลย์ เจียมอนุกูลกิจ และคณะ 2545) การศึกษาครั้งนี้จึงได้พิจารณาการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเศรษฐกิจ โดยกำหนดเงื่อนไขให้ราคาน้ำนมคงที่ แต่มูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ประมาณการได้ว่าราคาอาหารสัตว์ ในปี2548 2553 และ 2558 จะเพิ่มขึ้นจากปี2542 คิดเป็นร้อยละ 20 40 และ60 ตามลำดับ พิจารณากรณีมูลค่าราคาน้ำนมคงที่ แต่มูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น เป็น 4 กรณี ได้แก่ ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น กรณีที่ 1 เท่ากับร้อยละ 0 และ 10 กรณีที่ 2 เท่ากับร้อยละ 0 และ 20 กรณีที่ 3 เท่ากับร้อยละ 0 และ 40 และกรณีที่ 4 เท่ากับร้อยละ 0 และ 60 เข้าไปในสมการกำไร ทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าเศรษฐกิจ จากนั้นค่าเศรษฐกิจของทั้งสามลักษณะ จะนำไปคำนวณเป็นค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ เพื่อเป็นค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือก และปรากฏว่าการที่ราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ทั้ง 4 กรณี ดังกล่าวจะให้สัดส่วนการถ่วงน้ำหนักของทั้งสามลักษณะมีความแตกต่างกัน และยิ่งแตกต่างกันมากขึ้นเมื่อราคาอาหารสัตว์เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ โดยไปถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์มากขึ้น แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือก จะเปลี่ยนแปลงไป (ตารางที่ 4.17 และ 4.18) ภายใต้สภาพราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น

5. สมการดัชนีการคัดเลือก

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนม สร้างขึ้นตามวิธีของ Dekkers และ Gibson (1998) และ Sivarajasingamm และคณะ (1998) ซึ่งนำเทคโนโลยีการประเมินค่าทางพันธุกรรมโดยใช้ BLUP มาประยุกต์ใช้ร่วมกับดัชนีการคัดเลือก สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ ถูกกำหนดให้ลักษณะในดัชนีการคัดเลือก กับลักษณะในเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ เป็นลักษณะเดียวกัน มีเพียงสามลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรกอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก จึงทำให้การสร้างดัชนีการคัดเลือกไม่ซับซ้อน แตกต่างจากการสร้างดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ทำการศึกษาในต่างประเทศ ซึ่งพิจารณาลักษณะที่เป็นเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์หลายลักษณะมาก และจำนวนลักษณะอาจไม่เท่ากับ ลักษณะในดัชนีการคัดเลือกก็ได้ ทั้งนี้ลักษณะในดัชนีการคัดเลือกของแต่ละประชากรโคนม หรือแต่ละประเทศ (ตารางที่2.2) ก็มีความแตกต่างกัน ในด้านจำนวนลักษณะ ข้อมูลที่มีการจดบันทึก ค่าสัมประสิทธิ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือก การพัฒนาการสร้างสมการดัชนีคัดเลือก ฯลฯ

สมการดัชนีการคัดเลือกโคนมถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ที่ได้ศึกษาจากสมการกำไรเมื่อมูลค่าราคาน้ำนม และราคาอาหารสัตว์ เป็นข้อมูลที่มีการศึกษาในปี 2542 ได้แก่ สมการ

ดัชนีการคัดเลือกที่ 1 (I_1) ประกอบด้วยลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และดัชนีคัดเลือกโคนมที่ 2 (I_2) ประกอบด้วยเพียงลักษณะเดียว คือ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน สร้างขึ้นเพื่อเปรียบเทียบกับดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 (I_1) ปรากฏว่าสมการดัชนีการคัดเลือกทั้งสอง ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมทั้ง 3 ลักษณะไม่แตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์เป็นน้ำหนักถ่วงให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์ คือช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก ในสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 (I_1) ถ่วงด้วยน้ำหนักน้อย ส่งผลให้ความก้าวหน้าทางพันธุกรรมทั้ง 3 ลักษณะของดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 (I_1) จึงดูเหมือนใกล้เคียงกับผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 2 (I_2) ผลการศึกษาดังกล่าวแตกต่างจากการศึกษาของ Kadarmideen และ Simm (2002) ทำการศึกษาดัชนีการคัดเลือกโคนมที่เหมาะสม สำหรับอนาคตของสหราชอาณาจักร ส่วนหนึ่งของการศึกษาได้เปรียบเทียบระหว่างดัชนีการคัดเลือกโคนม £PLI (มุ่งเน้นลักษณะผลผลิตเป็นหลัก ประกอบด้วยลักษณะปริมาณน้ำนม ไขมัน โปรตีน และlifespan) กับดัชนีการคัดเลือกโคนม £PLI ที่เพิ่มลักษณะทางการสืบพันธุ์ คือช่วงการคลอด ผลการศึกษาพบว่าการเพิ่มเติมลักษณะช่วงการคลอดเข้าไปในสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม £PLI จะทำให้ลดช่วงการคลอดลง 0.83 วัน ต่อปี หรือ 16.5 วัน หลังจากคัดเลือก 20 ปี และเมื่อคิดเป็นผลตอบแทนทางเศรษฐกิจ ของดัชนีการคัดเลือกโคนม £PLIที่เพิ่มลักษณะช่วงการคลอด จะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจต่อปีเพิ่มขึ้นจากเดิมอีก 38%

การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือก กับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริง หรือความแม่นยำของดัชนีการคัดเลือก (r_{HI}) ทุกสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ตั้งแต่ดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 (I_1) ถึง ที่ 36 (I_{36}) ที่ทำการศึกษา พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีการคัดเลือกกับคุณค่าทางพันธุกรรมที่แท้จริงสูง ทั้งนี้แนวทางการใช้ประโยชน์จากดัชนีการคัดเลือกจะใช้สมการใดนั้น ต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับระยะเวลา ทั้งนี้การใช้ดัชนีการคัดเลือกรุ่นพ่อแม่โคนม ผลจากการคัดเลือก จะไปปรากฏในรุ่นลูกในอนาคต การศึกษาสมการดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 3 (I_3) ถึงที่ 9 (I_9) เป็นดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ได้รับการคาดการณ์สภาพในอนาคต ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น (คิดเป็นร้อยละ) ต่อราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น(คิดเป็นร้อยละ) ด้วยอัตราส่วนเท่ากับ 1 ต่อ 2 ผลการศึกษาสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 3 (I_3) ที่ 5 (I_5) ที่ 7 (I_7) และที่ 9 (I_9) ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมใกล้เคียงกัน กับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 4 (I_4) ที่ 6 (I_6) ที่ 8 (I_8) และที่ 10 (I_{10}) แสดงให้เห็นว่าหากคาดการณ์ว่าในอนาคต ราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น (คิดเป็นร้อยละ) ต่อราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น (คิดเป็นร้อยละ) ด้วยอัตราส่วนดังกล่าวแล้ว แนวทางการคัดเลือกโคนม คัดเลือกจากลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันเพียงลักษณะเดียว จะให้ผลความก้าว

หน้าเช่นเดียวกัน แต่หากคาดการณ์สภาพในอนาคต ราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น ผลการศึกษาสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 11 (I_{11}) ที่ 13 (I_{13}) ที่ 15 (I_{15}) และที่ 17(I_{17}) ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมแตกต่าง กับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 12(I_{12}) ที่14 (I_{14}) 16 (I_{16}) และที่ 18 (I_{18}) และยิ่งราคาอาหารสัตว์เพิ่มมาก ดังเช่นเมื่อเปรียบเทียบระหว่างดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 17 (I_{17}) กับที่ 18 (I_{18}) ให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของลักษณะที่คัดเลือกยิ่งแตกต่างกันมากขึ้น เนื่องจากค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ถ่วงน้ำหนักในสมการดัชนีการคัดเลือกให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์เพิ่มสูง แสดงให้เห็นว่าหากคาดการณ์ว่าในอนาคตสถานการณ์ภายในประเทศกำหนดให้ราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น แนวทางการคัดเลือกโคนม คัดเลือกจากลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เพียงลักษณะเดียว จะไม่เหมาะสม หากมุ่งหวังให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และลักษณะทางการสืบพันธุ์ ควบคู่กันอย่างเหมาะสมควรเลือกใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 11 (I_{11}) ที่ 13 (I_{13}) ที่ 15 (I_{15}) และที่ 17 (I_{17}) ตามสถานะการณ์

สำหรับสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 19 (I_{19}) ถึงที่ 36 (I_{36}) เป็นดัชนีการคัดเลือกที่สร้างขึ้น เพื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม มุ่งเน้นเฉพาะกลุ่มโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป (*Bos taurus*) ระหว่าง $\geq$75 และ<100% ซึ่งเป็นโคนมจำนวนมากส่วนหนึ่งของโคนมทั้งหมด โดยมีแนวทางการสร้างสมการดัชนีการคัดเลือกโคนม เช่นเดียวกับดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 1 (I_{1}) ถึงที่ 18 (I_{18}) นั่นคือการวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ จะจำกัดกลุ่มโคนมที่มีบันทึกผลผลิต มีระดับเลือดโคนมยุโรประหว่าง $\geq$75 และ<100% เท่านั้น แต่ทั้งนี้การวิเคราะห์หาค่าเศรษฐกิจของลักษณะที่ศึกษา ยังคงใช้พื้นฐานข้อมูลเดียวกับการศึกษาโคนมทั้งหมด จากเหตุผลดังกล่าว การพิจารณาเลือกใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่เหมาะสมควรพิจารณาดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 1 (I_{1}) ถึงที่ 18 (I_{18}) ด้วยเหตุผลเนื่องจากข้อมูลการวิเคราะห์หาค่าเศรษฐกิจของลักษณะที่ศึกษา อยู่บนพื้นฐานโคนมทุกกลุ่มพันธุ์ ไม่เจาะจงระดับเลือดโคนมยุโรป ซึ่งจะสอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ ที่พิจารณาโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต โดยโคนมเหล่านี้ประกอบไปด้วยทุกกลุ่มพันธุ์เช่นกัน

บทที่ 6

สรุปผลการวิเคราะห์ และข้อเสนอแนะ

การศึกษาในครั้งนี้รวบรวมบันทึกข้อมูลลักษณะทางเศรษฐกิจ 3 ลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปริมาณน้ำนมที่305วัน อายุเมื่อคลอดครั้งแรก และช่วงการคลอดครั้งแรก ของแม่โคนมลูกผสมบันทึกข้อมูลโดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย(อ.ส.ค.) ในเขตพื้นที่จังหวัดสระบุรี ได้ค่าสำคัญทางสถิติ ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุศาสตร์ ค่าเศรษฐกิจ และดัชนีการคัดเลือก ดังนี้

ผลการวิเคราะห์เบื้องต้น

ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของลักษณะต่างๆ จากการศึกษาโคนมทั้งหมด ปรากฏดังนี้ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน 4,201.4$\pm$1,228.2 กิโลกรัม ช่วงการคลอดครั้งแรก 466.3$\pm$ 120.7 วัน และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก 915.9$\pm$149.0 วัน สำหรับการศึกษาเฉพาะกลุ่มโคนมระดับเลือดระหว่าง $\geq$75 และ<100% *Bos taurus* มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน 4,219.0 $\pm$ 1,234.8 กิโลกรัม ช่วงการคลอดครั้งแรก 468.0 $\pm$ 121.1 วัน และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก 915.6 $\pm$ 147.9 วัน ในการศึกษาได้จำแนกกลุ่มพันธุ์ ตามระดับเลือดโคนมยุโรปเป็น 5 กลุ่มพันธุ์ พบว่าค่าเฉลี่ยของทั้งสามลักษณะ ใน 5 กลุ่มพันธุ์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อลักษณะที่ศึกษา อิทธิพลของฝูง-ปี-ฤดูที่เกิด จะมีผลต่อลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และช่วงการคลอดครั้งแรก อิทธิพลของฝูง-ปี-ฤดูที่คลอดและปีที่คลอด จะมีผลต่อลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรก และอิทธิพลของจำนวนวันให้น้ำนม และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก จะมีผลต่อลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน

ผลการประมาณค่าพื้นฐานทางพันธุกรรม และค่าการผสมพันธุ์

การประเมินอัตราพันธุกรรมจากการศึกษาโคนมทั้งหมด ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 0.5097$\pm$ 0.0802 0.2599$\pm$ 0.0802 และ 0.2712$\pm$0.0802 ตามลำดับ สำหรับการศึกษาเฉพาะกลุ่มโคนมระดับเลือดระหว่าง $\geq$75 และ< 100% *Bos taurus* ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดครั้งแรก เท่ากับ 0.5945$\pm$ 0.0947 0.0336$\pm$ 0.0947 และ 0.3628$\pm$0.0947 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ของลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะช่วงการคลอด

ครั้งแรก ซึ่งเป็นลักษณะทางการสืบพันธุ์มีค่าสูงมาก ลักษณะอายุเมื่อคลอดครั้งแรกกับลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วันกับลักษณะช่วงการคลอดครั้งแรก มีค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมเล็กน้อยในทิศทางบวก ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏที่ทำการศึกษา มีค่าต่ำทุกคู่ สำหรับค่าการผสมพันธุ์ของทั้งสามลักษณะ ในแม่พันธุ์มีช่วงพิสัย (range) ค่าการผสมพันธุ์สูงสุด และต่ำสุด มีขนาดกว้างกว่าในพ่อพันธุ์

ผลการประเมินค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ และสมการดัชนีการคัดเลือก

ค่าเศรษฐกิจของลักษณะปรากฏ ซึ่งศึกษาได้จากสมการกำไรอยู่บนพื้นฐานข้อมูลปี2542 ของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ช่วงการคลอดครั้งแรก และ อายุเมื่อคลอดครั้งแรก พบว่ามีค่าเท่ากับ 10.058 –66.530 และ –44.850 ตามลำดับ และ เมื่อประเมินหาค่าการสัมพัทธ์ต่อค่าเศรษฐกิจปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน ที่เบี่ยงเบนต่อ 1 $S.D._A$ พบว่าจากการศึกษาโคนมทั้งหมด มีอัตราส่วน 1 : –0.7259 : –0.3661 ตามลำดับ และจากการศึกษาเฉพาะกลุ่มโคนมระดับเลือดระหว่าง $\geq$75 และ<100% *Bos taurus* มีอัตราส่วน 1 : – 0.2313 : – 0.3863 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้นจากเดิม และมูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม เป็น 4 กรณี เท่ากับร้อยละ 5 และ 10 10 และ 20 20 และ 40 และ30 และ 60 ตามลำดับ พบว่าค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ใน 3 ลักษณะ ของทั้ง 4 กรณีมีอัตราส่วนใกล้เคียงกัน และเมื่อพิจารณาไม่ปรับมูลค่าราคาน้ำนมเพิ่มขึ้น แต่มูลค่าราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม เป็น 4 กรณี เท่ากับร้อยละ 0 และ 10 0 และ 20 0 และ40 และ 0 และ 60 ตามลำดับ พบว่าค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ใน 3 ลักษณะ ของทั้ง 4 กรณี มีอัตราส่วนค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ถ่วงน้ำหนักให้กับลักษณะทางการสืบพันธุ์เพิ่มสูงขึ้น ตามลำดับ

สมการดัชนีการคัดเลือก ถ่วงน้ำหนักด้วยค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ในสมการ การพิจารณาเลือกใช้ดัชนีที่เหมาะสม ควรพิจารณาดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 1 (I_1) ถึงที่ 18 (I_{18}) ด้วยเหตุผลเนื่องจากข้อมูลการวิเคราะห์หาค่าเศรษฐกิจของลักษณะที่ศึกษา อยู่บนพื้นฐานโคนมทุกกลุ่มพันธุ์ ไม่เจาะจงระดับเลือดโคนมยุโรป และสอดคล้องกับการวิเคราะห์ทางพันธุศาสตร์ ที่พิจารณาโคนมทั้งหมดที่มีบันทึกผลผลิต โดยโคนมเหล่านี้ประกอบไปด้วยทุกกลุ่มพันธุ์เช่นกัน นอกจากนี้หากพิจารณาข้อสมมติฐานจากปัญหาการเปิดการค้าเสรีระหว่างประเทศ อาทิ ประเด็นของ WTO และ FTA ร่วมด้วย มีความเป็นไปได้ว่าอนาคตต่อจากนี้ไปราคาน้ำนมจะไม่เพิ่มขึ้น จากเหตุผลดังกล่าวสามารถนำเสนอ ดัชนีการคัดเลือกแบบต่างๆ โดยจำแนกตามแต่สถานการณ์ภายในประเทศที่จะเกิดขึ้น ดังนี้

1.กรณีคาดการณ์ในอนาคต ราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น และราคาอาหารสัตว์ไม่เพิ่มขึ้น สมการดัชนีการคัดเลือกเป็น

$$I_1 = MY - 0.7259\ CI - 0.3661\ AFC$$

2.กรณีคาดการณ์ในอนาคต ราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 10 สมการดัชนีการคัดเลือกเป็น

$$I_{11} = MY - 0.7567\ CI - 0.3980\ AFC$$

3.กรณีคาดการณ์ในอนาคต ราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 20 สมการดัชนีการคัดเลือกเป็น

$$I_{13} = MY - 0.7885\ CI - 0.4308\ AFC$$

4.กรณีคาดการณ์ในอนาคต ราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 40 สมการดัชนีการคัดเลือกเป็น

$$I_{15} = MY - 0.8551\ CI - 0.4988\ AFC$$

5.กรณีคาดการณ์ในอนาคต ราคาน้ำนมไม่เพิ่มขึ้น แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้นจากเดิม ร้อยละ 60 สมการดัชนีคัดเลือกเป็น

$$I_{17} = MY - 0.9257\ CI - 0.5714\ AFC$$

การคาดการณ์ว่าในอนาคต สถานการณ์ภายในประเทศพิจารณา กำหนดให้ราคาน้ำนมคงที่ แต่ราคาอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น แนวทางการคัดเลือกโคนม คัดเลือกจากลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน เพียงลักษณะเดียว จะไม่เหมาะสม หากมุ่งหวังให้ผลความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน และลักษณะทางการสืบพันธุ์ ควบคู่กันอย่างเหมาะ สมควรเลือกใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนม ที่ 1 (I_1) ที่ 11(I_{11}) ที่ 13 (I_{13}) ที่ 15 (I_{15}) และที่ 17 (I_{17}) ตามแต่กรณี

ข้อเสนอแนะ

1.ดัชนีการคัดเลือกโคนมควรได้รับการพัฒนาเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ เนื่องจากค่าเศรษฐกิจของลักษณะที่ต้องการคัดเลือก จะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และผลจากการคัดเลือก ค่าของความแปรปรวนลักษณะปรากฏ และความแปรปรวนทางพันธุกรรม จะมีการเปลี่ยนแปลงไปด้วย เพื่อผลกำไรสูงสุด สมการดัชนีการคัดเลือกควรได้รับการแก้ไขใหม่ทุกครั้ง เมื่อเปลี่ยนค่าเศรษฐกิจ

2.การเลือกใช้ดัชนีการคัดเลือกโคนม ไม่สามารถนำไปใช้กับประชากรที่มีความแตกต่างกันหรือประเทศแตกต่างกัน เนื่องจากความแตกต่างของค่าความแปรปรวนของลักษณะต่างๆของสัตว์ รวมถึงความแตกต่างของค่าเศรษฐกิจสัมพัทธ์ของประชากรโคนมในแต่ละพื้นที่

3.เมื่อระยะเวลาเปลี่ยนแปลงไประยะหนึ่ง สมการดัชนีการคัดเลือกอาจต้องการปรับปรุงเพียงบางลักษณะ เนื่องจากพันธุกรรมของลักษณะอื่นๆได้รับการคัดเลือกมาจนถึงระดับที่เพียงพอแล้ว จึงต้องการปรับปรุงพันธุกรรมของลักษณะที่เหลือให้เร็วขึ้น ดังนั้นการสร้างดัชนีการคัดเลือกที่ปรับปรุงเพียงบางลักษณะ (restricted selection index) สามารถถูกนำมาใช้เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้

4.แนวทางการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์โคนม เพื่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ควรจะมีหน่วยงานหลักรับผิดชอบภาพรวมของประเทศ สามารถเปรียบเทียบและเชื่อมโยงฐานข้อมูลกันได้ สามารถเชื่อมโยงองค์ความรู้ระหว่างสถาบันการศึกษา หน่วยงานรัฐ เกษตรกร และอุตสาหกรรม รวมถึงการกำหนดเป้าหมายการปรับปรุงพันธุ์ของประเทศที่ชัดเจน กำหนดลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจในโคนมที่ต้องการคัดเลือก นอกจากลักษณะปริมาณน้ำนมแล้ว ลักษณะอื่นๆควรได้รับการคัดเลือกควบคู่กันไปด้วย อาทิ ลักษณะทางการสืบพันธุ์ ความต้านทานโรค อายุการใช้งาน เป็นต้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิกา เร่งศิริกุล สมเกียรติ ประสานพานิช และศิริรัตน์ บัวผัน. 2542. ประสิทธิภาพการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซี่ยน ภายใต้การเลี้ยงของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กำแพงแสน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 183-197.

กฤษณะ ทองทิพย์ อุดมศรี อินทรโชติ และสุพจน์ ศรีนิเวศน์. 2528. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยบางประการที่มีผลต่อปริมาณน้ำนมในช่วงการให้นมครั้งแรก. การประชุมทางวิชาการด้านปศุสัตว์ ครั้งที่ 4. 3-5 กรกฎาคม 2528 กรมปศุสัตว์ หน้า 101-112.

กัลยา เก่งวิกย์กรรม พรรณพิไล เสกสิทธิ์ จุรีรัตน์ แสนโภชน์ และไพโรจน์ ธำรงโอภาส. 2537. ผลผลิตน้ำนมของโคนมสายพันธุ์โฮล์สไตน์ฟรีเซี่ยนระดับต่างๆ ที่จังหวัดเพชรบุรี และจังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการสัตวแพทยสมาคม ครั้งที่ 21. 28-30 พฤศจิกายน 2537 กรุงเทพฯ หน้า 7-17.

จันทรา กอนันทา อุดมศรี อินทรโชติ และกัลยา บุญญานุวัตร. 2540. ดัชนีการคัดเลือกในโคนม เอเอฟเอส (แอพเพนดิกซ์ 3). การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 539-544.

จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ. 2534. เรื่องควรรู้เกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 167 หน้า.

จันทร์จรัส เรี่ยวเดชะ และพรรณพิไล เสกสิทธิ์. 2543. การปรับปรุงพันธุ์และการขยายพันธุ์โคนม. เอกสารการสอนชุดวิชา การปรับปรุงพันธุ์และการสืบพันธุ์สัตว์ หน่วยที่ 8-15. สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและ สหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช หน้า 173-232.

จุรีรัตน์ แสนโภชน์ พรรณพิไล เสกสิทธิ์ ประเสริฐ ศงสะเสน สุรพงศ์ โชติกเสถียร สัมพันธ์ สิงหจันทร์ และวิโรจน์ ทองเหลือ. 2529. โครงการการทดสอบพ่อโคนมที่ใช้ในการผสมเทียม 4.อัตราพันธุกรรมของพ่อพันธุ์ และคุณค่าการผสมพันธุ์. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 5 . 6-8 พฤษภาคม 2529 หน้า 32-44.

ชาตรี คติวรเวช. 2543. การประมาณค่าอิทธิพลโดยตรงและอิทธิพลทางพันธุกรรมของแม่สำหรับลักษณะผลผลิตในโคนมลูกผสม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 102 หน้า.

ชาตรี ทินประภา ศานิต เก้าเอี้ยน ชัยภัทร์ รัชคุปต์ กนกรัตน์ พงษ์ธัญญะวิริยา พัชรี สุริยะ และอมตา พรรณ แช่มชมดาว. 2545. โครงการวิจัยเรื่องศักยภาพอุตสาหกรรมโคนมของประเทศไทย พ.ศ.2542-2543. กุมภาพันธ์ 2545 สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.)

นุชา สิมะสาธิตกุล สมเพชร ตุ้ยคำภีร์ จิราวุฒิ เรือนวงค์ และอดิศร ขุนทอง. 2535. ปัญหาทางระบบสืบพันธุ์ของโคนมพันธุ์โฮล์สไตลน์แคนาดา. การประชุมทางวิชาการด้านปศุสัตว์ ครั้งที่ 11. 16-19 กันยายน 2535 กรมปศุสัตว์ หน้า 1-24.

เทียมพบ ก้านเหลือง. 2542. การประเมินค่าการผสมพันธุ์พ่อพันธุ์โคนมภายใต้สภาพแวดล้อมประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 134 หน้า.

ธวัชชัย อินทรตุล จันทรา กอนันทา และกัลยา บุญญานุวัตร. 2540. ดัชนีการคัดเลือกในโคนม. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 533-538.

ธีรชัย ช่อไม้. 2539. ดัชนีการคัดเลือกโครุ่นพันธุ์บราห์มัน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยกรุงเทพฯ 55 หน้า.

ปรียาพันธุ์ อุดมประเสริฐ อุดม วังตาล พีระศักดิ์ จันทรประทีป สุวิชัย โรจนเสถียร และสมุทร เวชพันธุ์. 2534. อิทธิพลของจำนวนท้องต่อการให้นมของแม่โค. เวชชสารสัตวแพทย์. ฉบับที่ 21(1) หน้า 17-22.

พรรณพงา แสงสุริยะ. 2543. ดัชนีการคัดเลือกลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจในสุกรพันธุ์แท้. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 150 หน้า.

พรรณพิไล เสกสิทธิ์ กัลยา เก่งวิกย์กรรม จุรีรัตน์ แสนโภชน์ และสมบุญ หลิมวัฒนา. 2537. ผลผลิตน้ำนมของโคนมพันธุ์แท้โฮล์สไตน์ฟรีเซี่ยน ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการสัตวแพทยสมาคม ครั้งที่ 21. 28-30 พฤศจิกายน 2537 กรุงเทพฯ หน้า 18-26.

พัชรินทร์ สนธิไพโรจน์ สหัทยา ทรัพย์รอด และประภาส มหินชัย. 2542. สมรรถนะความสมบูรณ์พันธุ์และการให้ผลผลิตของโคพันธุ์โฮลสไตน์ที่นำเข้าจากประเทศคานาดา. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 237-248.

พินิจ ลำดวนหอม และสุขสันติ์ จันทรพลาบูรณ์. 2540. ผลการเลี้ยงโคนมพันธุ์ผสมที่นำเข้าจากต่างประเทศภายใต้แผนปรับโครงสร้างและระบบการผลิตเกษตรปี 2538 ของเกษตรกร อำเภอ

ไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่. รวมผลวิจัย 2539-2540 ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์เชียงใหม่ สำนักงานปศุสัตว์แห่งชาติเขต 5. หน้า141-155.

พิบูลย์ เจียมอนุกูลกิจ ฤาชัย วรอาภรณ์ ทศพล ใหม่สุวรรณ และธนุตร์ เอี่ยมอร่าม. 2545. โครงการวิจัยเรื่องผลกระทบของข้อตกลงองค์การการค้าโลกต่อเกษตรกรโคนมไทย. 20 ตุลาคม 2545 สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) 272 หน้า.

เพทาย พงษ์เพียจันทร์ สมเพชร ตุ้ยคำภีร์ นุชา สิมะสาธิตกุล และอดิศร ขุนทอง. 2537. ผลของลำดับคลอด อุณหภูมิ และความชื้น ต่อการทำงานของรังไข่ และประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนในจังหวัดเชียงใหม่. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการสัตวแพทยสมาคม ครั้งที่ 21. 28-30 พฤศจิกายน 2537 กรุงเทพฯ หน้า 80-86.

ยันต์ สุขวงศ์ นิวัตน์ ถาวระ และปัญญาศรีเดช. 2535. ผลของอุณหภูมิร่างกายต่ออัตราการผสมติดในโคนมพันธุ์ผสมขาว-ดำ. การประชุมทางวิชาการด้านปศุสัตว์ ครั้งที่ 11. 16-19 กันยายน 2535 กรมปศุสัตว์ หน้า 25-32.

วาณี ชัยวัฒนสิน. 2526. ดัชนีพันธุกรรมและดัชนีการคัดเลือกบางแบบในโคนม. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 83 หน้า.

ศรเทพ ธัมวาสร กัญจนะ มากวิจิตร์ และประเทศ ดวงพัตรา. 2542. ผลของพันธุ์ และระดับการจัดการ ต่อปริมาณน้ำนม ความสมบูรณ์ของร่างกาย และดัชนีการผสมเทียมในโคนม. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 128-135.

ศักดิ์ชัย โตภาณุรักษ์ วิสุทธิ์ หิมารัตน์ ไพบูลย์ ใจเด็ด สมชาย จันทร์ผ่องแสง และสุพัตร์ ฟ้ารุ่งสาง. 2543. โครงการวิจัยเรื่องการประเมินประสิทธิภาพการผลิตและพันธุกรรมโคนมของสหกรณ์โคนมวังน้ำเย็น จังหวัดสระแก้ว. กรกฎาคม 2543 สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) 111 หน้า.

สมเกียรติ สายธนู. 2537. หลักการปรับปรุงพันธุ์สัตว์. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 152 หน้า.

สมเกียรติ ประสานพานิช ชลลดา รัตนวิเชียร และพีระ ไชยรุตต์. 2542. ผลผลิตและการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนระดับสายเลือดต่างๆภายใต้การเลี้ยงดูขององค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค). การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 37. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2542 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 174-182.

สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย. 2538. งานปรับปรุงพันธุ์โคนมในเขตส่งเสริม อ.ส.ค. วันโคนมแห่งชาติ 2538 องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี 77 หน้า.

สุณีรัตน์ เอี่ยมละมัย เทอดไชย ระลึกมูล ศักดิ์ชัย โตภาณุรักษ์ นิลุบล บุตรโพธิ์ศรี สุภาพร ชัยชนะไมตรี จงห่วงกลาง สุวรัจน์ หงษ์ยันตรชัย เกษตร วิทยานุภาพยืนยง พิภพ จาริกภากร และนพคุณ สวนประเสริฐ. 2540. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35. สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 3-10.

สัจจา ระหว่างสุข. 2527. ดัชนีการคัดเลือกเน้นลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจบางลักษณะในสุกร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 150 หน้า.

สายัณห์ บัวบาน. 2543. การประมาณค่าทางพันธุกรรมของลักษณะปริมาณน้ำนมในโคนมลูกผสมโดยใช้บันทึกผลผลิตในวันทดสอบ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ 109 หน้า.

เสนาะ กาศเกษม ศรเทพ ธัมวาสร บัณฑิต ธานินทร์ธราธาร และสมเกียรติ ประสานพานิช. 2538. การวิเคราะห์แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปริมาณน้ำนมในฟาร์มโคนมของ อ.ส.ค. 10ปี โครงการวิจัยและปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อและโคนมเขตร้อนชื้น (พ.ศ. 2531-2540) สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 205 – 217.

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. 2545. ค่าการผสมพันธุ์โคนม 2545. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 42 หน้า.

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. 2546. ค่าการผสมพันธุ์โคนม 2546. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 40 หน้า.

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. 2547. ค่าการผสมพันธุ์โคนม 2547. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 32 หน้า.

อำนาจ เกตุใหม่ ปัญญา ศรีเดช สุวิช บุญโปร่ง และกัลยา บุญญานุวัตร. 2535. อิทธิพลของอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมต่ออัตราการผสมติดของโคนมลูกผสม. ประมวลเรื่องการประชุมทางวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 11. 16-19 กันยายน 2535 กรมปศุสัตว์ หน้า 131-140.

อุดมศรี อินทรโชติ จินตนา วงศ์นากนากร และประชุม อินทรโชติ. 2540. สมรรถภาพการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตของโคพันธุ์เอเอฟเอส แอพเพนดิกซ์ 3 ของศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ทับกวาง. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35.

สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์ 3-5 กุมภาพันธ์ 2540 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ หน้า 486-497.

ภาษาอังกฤษ

Allaire, F.R., and C.Y. Lin. 1980. Heritability of age at first calving. J. Dairy. Sci. 63:171 - 173 .

Allaire, F.R., and C.S. Thraen. 1985. Prospectives for genetic improvement in the economic efficiency of dairy cattle. J. Dairy. Sci. 68:3110 – 3123.

Andrus, D.F., and L.D. Mcgilliard. 1974. Selection of dairy cattle for overall excellence. J. Dairy. Sci. 58: 1876 – 1879.

Balaine, D.S., R.E. Pearson, and R.H. Miller. 1981. Profit functions in dairy cattle and effect of measures of efficiency and prices. J. Dairy. Sci. 64::87-95.

Banerjee, S. 2004. Comparative studies on milk production traits in Holstien Friesian X Sahiwal crossbred cattle. Indian Vet. J. 81 : 790-794.

Banos, G., G.R. Wiggans, and R.L. Powell. 2001. Impact of paternity errors in cow identification on genetic evaluations and international comparisons. J. Dairy. Sci. 84:2523-2529.

Barwick, S. 1992. Introducing economics to modern animal breeding (Chapter 13). In: Animal breeding the modern approach. University of Sydney, Australia. 121-140.

Boettcher, P.J., J.C.M. Dekkers, and A.W. Kolstad. 1998. Development of an udder health index for sire selection based on somatic cell score, udder conformation and milking speed. J. Dairy. Sci. 81:1157 – 1168.

Brascamp, E.W., C. Smith , and D.R. Guy. 1985. Derivation of economic weight from profit equations. Anim. Prod. 40:175-180.

Bryan E., Melton. Eari O., Heady, and Richard L., Willham. 1979. Estimation of economic values for selection indices. Anim. Prod. 28 : 279-286.

Cassell, B.G., B.B. Smith, and R.E. Pearson. 1993. Influence of herd-life opportunity and characteristics of cows and herds on different net income functions. J. Dairy. Sci. 76 : 1182 – 1190.

Cassell, B.G., R.E. Pearson, J. Stoel, and S. Hiemstra. 1990. Relationships between sire evaluations for linear type traits and lifetime relative net income from grade or registered daughters. J. Dairy. Sci. 73: 198 – 204.

Castilo-Juarez, H., P.A. Oltenacu, R.W. Blake, C.E. Mcculloch, and E.G. Cienfuegos-Rivas. 2000. Effect of herd environment on the genetic and phenotypic relationship among milk yield, conception rate, somatic cell score in Holstein cattle. J. Dairy. Sci. 83: 807 – 814.

Choudhary, V., M.D. Kothekar, K.L. Raheja, N.N. Kasturiwale, D.W. Khire, and P. Kumar. 2003. Genetic evaluation of first lactation traits in Sahiwal cattle using restricted maximum likelihood technique. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 16 : 639 – 643.

Cue, R., and A. St-Onge. 2002. Economic values of traits for selection in dairy cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

De Haan, M.H.A., B.G. Cassell, R.E. Pearson, and B.B. Smith. 1992. Relationships between net income, days of productive life, production, and linear type traits in grade and registered Holsteins. J. Dairy. Sci. 75:3553-3561.

Dekkers, J.C.M., and J.P. Gibson. 1998. Applying breeding objectives to dairy cattle improvement. J. Dairy. Sci. 81 (Supp.2):19-35.

Dekkers, J.C.M. 2002. Economic indexes based on estimated breeding values. Economic selection indexes (Chapter6). Designing breeding programs and breeding objectives with special reference to Thai production system (participatory workshop), 12-13 December 2000. The Department of Livestock Development and The Thailand Research Fund, Thailand.

Dekkers, J.C.M. 2002. Methods to derive economic values. Deriving economic weights (Chapter7). Designing breeding programs and breeding objectives with special reference to Thai production system (participatory workshop), 12-13 December 2000. The Department of Livestock Development and The Thailand Research Fund, Thailand.

Daungjinda, M., I. Misztal, and S. Tsurata. 2005. BLUPF90-DairyPAK 2.5. Genetic evaluation program for dairy cattle. Department of animal science. Khon Kaen university, Khon Kaen, Thailand.

Falconer, D.F., and T.F.C. Mackay. 1996. Selection introduction to quantitative genetics. Longman 4th edition, Malaysia.

Goddard, M.E. 1998. Consensus and debate in definition of breeding objectives. J. Dairy. Sci. 81 (Supp.2):6-18.

Graser, H. 1999. Design of livestock improvement programs. ACIAR-AGBU Thailand training workshop, 18-22 October 1999. 116p.

Hazel , L.N.1943 The genetic basis for constructing selection indexes. Genetics. 28:476-490.

Hazel , L.N., G.E. Dickerson, and A.E. Freeman. 1994. Selection index theory. J. Dairy. Sci.77 :3236-3251.

Harris, B.L., and A.E. Freeman. 1993. Economic weights for milk yield traits and herd life under various economic conditions and production quotas. J. Dairy. Sci. 76:868-879.

Henderson, C.R. 1984. In: Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph, Ontario, Canada. 462p.

Holmann, F., R.W. Blake, R.A. Milligan, R. Barker, P.A. Oltenacu, and M.V. Hahn. 1990. Economic returns from United States artificial insemination sires in Holstein herds in Columbia, Mexico, and Venezuala. J. Dairy. Sci. 73:2179-2189.

Jagannatha, S., J.F. Keown, and L.D. Van Vleck. 1998. Estimation of relative economic value for herd life of dairy cattle from profile equations. J. Dairy. Sci. 81:1702-1708.

Jorjani, H. 2000. National genetic evaluation programmes for dairy production traits practiced in INTERBULL member countries 1999-2000. Bulletin no. 24, 2000. INTERBULL centre. Uppsala, Sweden. 111p.

Kadarmideen, H.N., and G. Simm. 2002. Selection responses expected from index selection including disease resisitance, fertility and longivity in dairy cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Kahi, A.K. ., I.S. Kosgey, V.L. Cardoso, and J.A.M. Van Arendonk. 1998. Influence of production circumstances and economic evaluation criteria on economic comparison of breeds and breed crosses. J. Dairy. Sci. 81:2271-2279.

Keller, D.S., and F.R. Allaire. 1990. Economic weights for genetic changes in milk component yields at the herd level. J. Dairy. Sci. 73:1631-1643.

Khan, U.N., A. Dahlin, A.H. Zafar, M. Saleem, M.A. Chaudhry, and J. Phillipsson. 1999. Sahiwal cattle in Pakistan: genetic and environmental causes of variation in body weight and reproduction and their relationship to milk production. Animal Science. 68:97-108.

Koonawootrittriron, S., M.A. Elzo, and S. Tumwasorn. 2002. Multibreed genetic parameters and predicted genetic values for first lactation 305-d milk yield, fat yield, and fat percentage in a *Bos taurus X Bos indicus* multibreed dairy population in Thailand. Thai J. Agric. Sci. 35(4): 339-360.

Koonawootrittriron, S., M.A. Elzo, S. Tumwasorn and K. Nithichai. 2002. Estimation of covariance components and predicted of additive genetic effects for first lactation 305-d milk and fat yields in a Thai multibreed dairy population . Thai J. Agric. Sci. 35(3): 245-258.

Leitch, H.W. 1994. Comparison of international selection indices for dairy cattle breeding. Available from http://apsit.asp.uoguelph.ca/pub/articles/interbull.html. 6p.

Liinamo, A.E. and J.A.M.,Van Arendonk. 1999. Combining selection for carcass quality, body weight, and milktraits in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 82:802-809.

Lin, C.Y., and F.R. Allaire. 1977. Relative efficiency of selection methods for profit in dairy cows. J. Dairy. Sci. 60:1970-1978.

Lobo, C.H., and F.R. Allaire. 1995. The effect of alternative economic and genetic covariation structures on the relative economic gain from selection using stayability traits. J. Dairy. Sci. 78:2299-2307.

Madalena, F.E. 1986. Economic evaluation of breeding objectives for milk and beef production in tropical environments. Proceeding of the 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 16-22 July 1986. Nebraska, USA. IX:33-43.

Melton, B.E., E.O. Heady, and R.L. Willham. 1979. Estimation of economic values for selection indices. Anim. Prod. 28:279-286.

Misztal, I., M. Daungjinda, and S. Tsurata. 2001. BLUPF90 PC-PAK 1.5 manual. Genetic evaluation and data simulation program.Department of animal science. Khon Kaen university, Khon Kaen, Thailand. 26p.

Moore, R.K., B.W. Kenedy, L.R. Schaeffer, and J.E. Moxley. 1990. Relationships between reproduction traits, age and body weight at calving, and days dry in first lactation Ayrshires and Holsteins. J. Dairy. Sci. 73:835-842.

Moore, R.K., B.W. Kenedy, L.R. Schaeffer, and J.E. Moxley. 1992. Relationships between age and body weight at calving, feed intake, production, days open, and selection indexes in Ayrshires and Holsteins. J. Dairy. Sci. 75:294-306.

Mrode, R.A. 1996. Linear models for the prediction pf animal breeding values. CAB International, Wallingford UK. 187p.

Nielsen, H.M., A.F. Groeni, S. Ostergaard, and P. Berg. 2002. A model for the derivation of economic values of production and functional traits in dairy cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Niebel, E. 1986. Economic evaluation of breeding objectives for milk and beef production in temperate zones. Proceeding of the 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 16-22 July 1986. Nebraska, USA. IX:18-32.

Ojango, J.M.K., and G.E. Pollet. 1991. Genetics of milk and fertility traits in Holstein-Friesian cattle on large-scale Kenyan farms. J. Anim. Sci. 79:1742-1750.

Oyama, K., T. Katsuta, K. Anada, and F. Mukai. 2002. Heritability and repeatability estimates for reproductive traits of Japanese Black cows. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 15 : 1680–1685.

Parna, E., O. Saveli, and T. Kaart. 2002. Economic weights for production and functional traits of Estonian Holstein population. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1). 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Pearson, R.E. 1986. Economic evaluation of breeding objectives in dairy cattle. Intensive specialized milk production in temperate zones. Proceeding of the 3rd World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 16-22 July 1986. Nebraska, USA. IX:11-17.

Pearson, R.E., R.H. Miller, J.W. Smith, L.A. Fulton, M.F. Rothschild, D.S. Balane, and E.M. Coffey. 1981. Single and multiple trait sire selection. First lactation milk yield and composition, conformation, feed intake, efficiency, and net income. J. Dairy. Sci. 64 : 77- 86.

Philipsson, J., G. Banos, and T. Arnason. 1994. Present and future uses of selection index methodology in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 77:3252-3261.

Pool, M.H., T.H.E. Meuwissen, V.E. Olori, A.R. Cromie, M.P.L. Calus, and R.F. Veerkamp. 2002. Breeding for survival and calving interval in Ireland. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Pribyl, J., P. Safus, M. Stipkova, L. Stadnik, and V. Cermark. 2004. Selection index for bulls of Holstein cattle in the Czech Republic. Czech J. Anim. Sci. 49:244-256.

Queiroz S.A., L.C. Pelicioni, J.C. Sesana, B.F. Silva, M.I.E.G. Martins, and A. Sanches. 2002. Economic values for biological traits in the breeding objective of caracu cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Reodecha C., and Wanasitchaiwat V. 1990. A proposed selection index for Thai pig industry. Proceeding of the 7th Congress of Federation of Asian Veterinary Association, 4-7 November 1990 . Pattaya . 803-812.

Rupp, R., and D. Boichard. 1999. Genetic parameters for clinical mastitis, somatic cell score, production, udder type traits, and milking ease in first lactation Holsteins. J. Dairy. Sci. 82 :2198-2204.

Sargent, F.D. , V.H. Lytton, and O.G. Wall, Jr. 1968. Test interval method of calculating dairy herd improvement association records. J. Dairy . Sci.51:170-179.

SAS.1998. SAS/STAT™ User 's guide for Personal Computer, Version 6.12 Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC.

Schutz, M.M. 1994. Genetic evaluation of somatic cell scores for United States dairy cattle. J. Dairy. Sci.77:2113-2129.

Short, T.H., R.W. Blake, R.L. Quaas, and L.D. Van Vleck. 1990. Heterogeneous within herd variance. 2. Genetic relationships between milk yield and calving interval in grade Holstein cows. J. Dairy. Sci. 73:3321-3329.

Simianer, H., H. Solbu, and L.R. Schaeffer. 1991. Estimated genetic correlations between disease and yield traits in dairy cattle. J. Dairy . Sci. 74:4358-4365.

Singh, S., Z.S. Rana, S.S. Dhaka, B.L. Pander, and D.S. Dalal. 2002. Factors affecting reproduction traits in Hariana cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1). 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Sivarajasingam, S., B. Kinghorn, and J. van der Werf. 1998. Animal breeding and genetics for the tropics. Center for training international agriculture and division of animal science. University of New England, Australia. 169p.

Smith, C., J.W. James, and E.W. Brascamp. 1986. On the derivation of economic weights in livestock improvement. Anim. Prod. 43:545-551.

Solkner, J., and C. Fuerst. 2002. Breeding for functional traits in high yielding dairy cows. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Thomson, R.1980. A note on the estimation of economic value for selection indices. Anim. Prod. 31:115-117.

Tumwasorn, S. 1987. Genetic trend, selection index and selection response in an Angus herd. Ph.D. Thesis. University of Florida.

Ulutas, Z., N. Akman, and O. Akbulut. 2002. Estimates of genetic and environmental (co) variances for 305-day milk yield and calving interval in Holstein cattle. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Van Arendonk, J.A.M. 1991. Use of profit equation to determine relative economic value of dairy cattle herd life and production from field data. J. Dairy . Sci. 74:1101-1107.

Van Dorp, T.E., J.C.M. Dekkers, S.W. Martin, and J.P.T.M. Noordhuizen. 1998. Genetic parameters of health disorders, and relationships with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. J. Dairy . Sci. 81:2264-2270.

VanRaden, P.M. 2002. Selection of dairy cattle for lifetime profit. Proceeding of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (session 1) . 19-23 August 2002. Montpellier, France.

Van Vleck, L.D. 1993. Selection index and introduction to mixed model methods. CRC Press, Florida. 481p.

Vinther, K.M. 1974. Production performance of Thai dairy herd and evaluation of the breeding plan at the Thai-Danish dairy farm. In: The dairy farming promotion organization of Thailand. Muaklek, Saraburi. 78p.

Wall, E., S. Brotherstone, J.A. Woolliams, G. Banos and M.P. Coffey. 2003. Genetic evaluation of fertility using direct and correlated traits. J. Dairy. Sci. 86:4093-4102.

Weigel, D.J., B.G. Cassell, and R.E. Pearson. 1995. Adjustment of postponed replacement on a lactaion basis. J. Dairy. Sci. 78:648-654.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวกที่ 1 สูตรวิธีคำนวณปริมาณน้ำนม

1. ลักษณะปริมาณน้ำนมเป็นลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจที่สำคัญในโคนม หากปริมาณน้ำนม (ต่อตัว ต่อช่วงการให้นม)สูง ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่เกษตรกรจะสูง ลักษณะปริมาณน้ำนมสามารถพิจารณาเป็น ปริมาณน้ำนมรวม (Total Milk Yield : TMY) หรือที่นิยมกันมาก คือ ปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน (MY) การมีระยะเวลาอ้างอิงที่ 305 วัน จะทำให้เปรียบเทียบความสามารถในการให้น้ำนมโคนมรายตัวได้ สำหรับสูตรวิธีคำนวณปริมาณน้ำนมนี้ เป็นการคำนวณค่าแบบ Test Interval Method (Sargent et al.,1968) ดังสมการ

$$MY\ (\text{หรือ } TMY) = (P_1 \times D_1) + \sum_{i=2}^{k} [\frac{(P_i + P_{i-1})}{2} \times D_i] + (P_{k+1} \times D_{k+1})$$

P_1 คือ ปริมาณน้ำนมที่ได้รับการจดบันทึกใน 1 วันของเดือนแรกหลังคลอด

D_1 คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่จดบันทึกปริมาณน้ำนมครั้งแรก และวันที่โคนมคลอดลูก ลบออกด้วย 5 วัน (ระยะที่สัตว์ให้นมน้ำเหลือง)

P_i คือ ปริมาณน้ำนมที่ได้รับการจดบันทึกใน 1 วันของเดือนที่ i

D_i คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่จดบันทึกปริมาณน้ำนมในเดือนที่ i และ i -1

P_k คือ ปริมาณน้ำนมที่ได้รับการจดบันทึกใน 1 วันของเดือนสุดท้าย

D_k คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่จดบันทึกปริมาณน้ำนมในเดือนสุดท้าย ถึงวันที่ครบ305วัน (หรือถึงวันที่หยุดรีด)

หมายเหตุ : ในทางปฏิบัติจะทำการจดบันทึกปริมาณน้ำนม เดือนละ 1 วัน
(ปริมาณน้ำนมใน 1 วัน เป็นผลรวมของมื้อเช้า และมื้อเย็น)

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (2546) และ Koonawootrittriiron และ คณะ (2002)

ตารางภาคผนวกที่ 1 ต้นทุนการผลิตน้ำนมดิบเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของ 5 ช่วงการให้นม ฟาร์มขนาดกลาง (AU แม่รีด 17.64) จังหวัดสระบุรี ปี 2542

ต้นทุน	ช่วงการให้นม(ระยะเวลา)					เฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก	ร้อยละ
	1	2	3	4	5		
	(13 เดือน)	(13 เดือน)	(13 เดือน)	(14 เดือน)	(14 เดือน)		
สัดส่วนแม่รีด	1.00	0.99	0.97	0.92	0.63	4.51	
ค่าอาหารข้น	181,505.18	197,400.54	203,681.77	200,303.05	182,786.92	193,777.74	33.035
ค่าอาหารหยาบ	44,775.32	45,727.20	46,260.59	48,192.32	46,778.96	46,280.64	7.890
ค่าแร่ธาตุ/กากน้ำตาล/ยูเรีย	7,579.40	7,579.40	7,579.40	8,162.43	8,162.43	7,779.78	1.326
ค่าแรงงาน	96,704.47	96,704.47	96,704.47	104,143.28	104,143.28	99,261.05	16.922
ค่าดูแลฝูงโค	22,932.00	22,932.00	22,932.00	24,696.00	24,696.00	23,538.25	4.013
ค่ายา	11,564.61	11,564.10	11,564.61	12,454.19	12,454.19	11,870.34	2.024
ค่าผสมเทียม	7,213.26	12,022.10	12,022.10	12,022.10	14,426.52	11,291.71	1.925
ค่าวัคซีน	212.39	212.39	212.39	212.39	212.39	212.39	0.036
ค่าเสื่อมทรัพย์สิน							
- โรงเรือน	2,315.63	2,315.63	2,315.63	2,493.75	2,493.75	2,376.84	0.405
- เครื่องรีดนม	1,595.21	1,595.21	1,595.21	1,717.92	1,717.92	1,637.38	0.279
- ระบบเครื่องรีด	806.18	806.18	806.18	868.19	868.19	827.49	0.141
- ถังส่งนม	452.83	452.83	452.83	487.67	487.67	464.80	0.079
- ถังรีดนม(อลูมิเนียม)	49.40	49.40	49.40	53.20	53.20	50.71	0.009
- รถกะบะ	8,032.58	8,032.58	8,032.58	8,650.47	8,650.47	8,244.94	1.406
- รถจักรยานยนต์	1,370.64	1370.64	1370.64	1,476.07	1,476.07	1,406.87	0.240
- รถเข็น	361.36	361.36	361.36	389.15	389.15	370.91	0.063
- เครื่องตัดหญ้า	529.04	529.04	529.04	569.74	569.74	543.03	0.093
- เครื่องชั่ง	32.11	32.11	32.11	34.58	34.58	32.96	0.006
- รั้วทุ่งหญ้า	20.42	20.42	20.42	21.99	21.99	20.96	0.004
- เครื่องสูบน้ำ	501.20	501.20	501.20	539.75	539.75	514.45	0.088
- แหล่งน้ำ	426.95	426.95	426.95	459.79	459.79	438.23	0.075
- โรงเก็บและผสมอาหาร	297.01	297.01	297.01	319.85	319.85	304.86	0.052
- คอก	1,837.73	1,837.73	1,837.73	1,979.09	1,979.09	1,886.31	0.322
ค่าซ่อมแซมทรัพย์สิน	10,738.52	10,738.50	10,738.50	11,564.56	11,564.56	11,022.41	1.879
ค่าวัสด	4,167.88	4,167.88	4,167.88	4,488.48	4,488.48	4,278.06	0.729
ค่าไฟฟ้า	3,015.56	3,015.56	3,015.56	3,247.52	3,247.52	3,095.28	0.528
ค่าน้ำ	1,652.79	1,652.79	1,652.79	1,779.93	1,779.93	1,696.48	0.289
ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง	5,673.40	5,673.40	5,673.40	6,109.82	6,109.82	5,823.39	0.993
ค่าสารเคมีล้างถังนม	1,451.41	1,451.41	1,451.41	1,563.06	1,563.00	1,489.78	0.254
ค่าจ้างส่งนม	8,604.18	10,274.88	10,950.68	9,843.13	7,965.93	9,639.18	1.643
ค่าภาษีน้ำนมดิบ	3,459.72	4,131.51	4,403.24	3,957.90	3,203.09	3,875.89	0.661
ค่าเช่าที่ดิน	7,462.07	7,462.07	7,462.07	8,036.08	8,036.08	7,659.35	1.306
ค่าภาษีที่ดิน	82.56	82.56	82.56	88.91	88.91	84.74	0.014
ค่าเสื่อมแม่โค	53,058.49	53,058.49	53,058.49	57,139.91	57,139.91	54,461.19	9.284
ค่าสูญเสียคัดทิ้งโค		1,938.68	2,816.18	4,285.49	8,285.29	3,062.83	0.522
ค่าดอกเบี้ยเงินทุนหมุนเวียน	1,831.52	1,950.97	1,989.70	2,027.99	1,928.88	1,945.44	0.332
ค่าเสียโอกาสเงินทุน : ทรัพย์สิน	18,369.01	18,369.01	18,369.01	19,782.02	19,782.02	18,854.64	3.214
แม่โค	58,207.92	51,840.91	45,473.89	38,861.98	32,005.19	46,464.83	7.921
รวมต้นทุน	568,889.93	588,579.62	590,890.98	603,023.76	580,910.56	586,586.15	100.000
หักรายได้อื่น	31,726.20	31,726.20	31,726.20	32,594.22	32,594.22	32,024.52	
ต้นทุนหลังหักรายได้อื่น	537,163.73	556,853.42	559,164.78	570,429.54	548,316.34	554,561.62	
ผลผลิตนม(กก)	73,643.85	85,327.10	90,052.91	82,307.83	69,180.59	80,881.59	
ปรับลดโคป่วยเหลือ(กก)	60,169.09	71,852.34	76,578.15	68,833.07	55,705.83	67,406.83	
ปรับลดค่าอาหารข้น(บาท)	19,926.22	18,703.90	18,286.34	19,675.18	21,361.57	19,454.51	
ปรับลดค่าอาหารหยาบ(บาท)	138.53	1,444.24	1,384.41	1,577.93	1,822.29	1,554.53	
ต้นทุนสุทธิ	515,598.99	536,705.22	539,494.03	549,176.43	525,132.49	533,552.58	
ต้นทุนต่อกิโลกรัม	8.57	7.47	7.05	7.98	9.43	7.92	
รายได้น้ำนมดิบ(บาท)	691,944.54	826,301.91	880,648.73	791,580.31	640,617.05	775,178.56	

หมายเหตุ : ราคาน้ำนมดิบหน้าศูนย์รวบรวมน้ำนมดิบ = 11.50 บาทต่อกิโลกรัม ที่มา : ชาตรี ทินประภา และคณะ 2545

ตารางภาคผนวกที่ 2 ต้นทุนการผลิตโคทดแทนฝูงของฟาร์มขนาดกลาง จังหวัดสระบุรี ปี 2542

รายการ	ลูกโคแรกเกิด	ลูกโค (1-180 วัน)	โครุ่น (181-360วัน)	โคสาว (361-630 วัน)	โคสาวอุ้มท้อง (631-900 วัน)	รวม	ร้อยละ
ค่าลูกโคเพศเมียแรกคลอด	1,500.00					1,500.00	4.4
ค่าอาหารข้น		1,973.54	2,731.97	4,861.30	7,365.60	16,932.40	49.64
ค่าอาหารหยาบ		283.43	513.22	984.10	1,242.00	3,022.74	8.86
ค่านมแม่		2,702.50				2,702.50	7.92
ค่านมผง		1,219.68				1,219.68	3.58
ค่าแร่ธาตุ/กากน้ำตาล/ยูเรีย		49.58	99.15	193.35	223.10	565.18	1.66
ค่าแรงงาน		195.84	391.68	763.78	881.28	2,232.58	6.54
ค่าจัดการฝูง		150.00	300.00	585.00	675.00	1,710.00	5.01
ค่ายา		75.64	151.28	294.99	340.37	862.27	2.53
ค่าผสมเทียม				408.92		408.92	1.2
ค่าบริการวัคซีน		9.96	6.02	6.02	6.02	28.02	0.08
ค่าเสื่อมทรัพย์สิน							
รถกระบะ		52.54	105.08	204.91	236.44	598.98	1.76
รถจักรยานยนต์		8.97	17.93	34.97	40.34	102.21	0.3
รถเข็น		2.36	4.73	9.22	10.64	2.95	0.08
เครื่องตัดหญ้า		3.46	6.92	13.50	15.57	39.45	0.12
เครื่องชั่ง		0.21	0.42	0.82	0.95	2.39	0.01
รั้วทุ่งหญ้า		0.13	0.27	0.52	0.60	1.52	0
เครื่องสูบน้ำ		3.28	6.56	12.79	14.75	37.37	0.11
แหล่งน้ำ		2.79	5.59	10.89	12.57	31.84	0.09
โรงเก็บและผสมอาหาร		1.94	3.89	7.58	8.74	22.32	0.06
คอก		12.02	24.04	46.88	54.09	137.04	0.4
ค่าซ่อมทรัพย์สิน		49.02	98.04	191.17	220.58	558.81	1.64
ค่าวัสดุ		16.54	33.08	64.51	74.44	188.58	0.55
ค่าไฟฟ้า		19.73	39.45	76.93	88.76	224.87	0.66
ค่าน้ำ		10.81	21.62	42.16	48.65	123.25	0.36
ค่าน้ำมัน		14.32	28.65	55.87	64.46	163.30	0.48
สารเคมี		9.49	18.99	37.03	42.72	108.23	0.32
ค่าเช่าที่ดิน		48.81	97.62	190.35	219.64	556.41	1.63
ค่าภาษีที่ดิน		0.54	1.08	2.10	2.42	6.13	0.02
ค่าใช้จ่ายทั้งหมด	1500	6,917.14	4,707.26	9,099.64	11,889.74	34,113.77	100
รายได้มูลโค(บาท)		73.82	147.63	239.90	332.17	793.52	
มูลค่าลูกโคเพศเมียแรกคลอด(บาท)					980.00	980.00	
หักรายได้จากการขายรก(บาท)					178.84	178.84	
ต้นทุนการผลิตสุทธิ(บาท)	1,500.00	6,843.32	4,559.63	8,859.74	10,398.73	32,161.41	
ค่าดอกเบี้ยเงินลงทุน	491.25	2,090.23	1,027.21	1,255.42	551.46	5,415.57	
ต้นทุนการผลิตสุทธิคิดเป็นอนาคต(บาท)	1,991.25	8,933.55	5,586.84	10,115.16	10,950.19	37,576.98	

ที่มา : ชาตรี ทินประภา และคณะ 2545

ตารางภาคผนวกที่ 3 ราคาน้ำนมดิบที่เกษตรกรได้รับเฉลี่ยทั้งประเทศ ปี 2520-2546

หน่วย : บาทต่อกิโลกรัม

ปี	ราคาน้ำนมดิบ
2520	4.76
2521	4.93
2522	5.18
2523	5.76
2524	6.34
2525	6.55
2526	6.56
2527	6.54
2528	6.52
2529	6.55
2530	6.59
2531	6.62
2532	6.66
2533	7.01
2534	7.14
2535	7.50
2536	7.98
2537	7.97
2538	7.96
2539	9.07
2540	9.39
2541	10.66
2542	10.94
2543	11.17
2544	11.33
2545	11.34
2546	11.38
อัตราเพิ่ม(ร้อยละ)	**3.49**

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 4 ราคาขายปลีกอาหารสำเร็จรูปโคนมเฉลี่ยทั้งประเทศ ปี 2520-2546

หน่วย : บาทต่อกิโลกรัม

ปี	ราคาอาหารข้น
2520	1.32
2521	1.46
2522	1.54
2523	1.72
2524	1.76
2525	1.84
2526	2.01
2527	2.42
2528	2.68
2529	2.95
2530	3.09
2531	3.37
2532	3.30
2533	3.45
2534	3.37
2535	3.68
2536	3.65
2537	3.77
2538	4.14
2539	4.40
2540	4.83
2541	5.29
2542	5.30
2543	5.37
2544	5.93
2545	6.05
2546	6.16
อัตราเพิ่ม(ร้อยละ)	6.23

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2547

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (เหนือเส้นทะแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (ใต้เส้นทะแยงมุม) ระหว่างดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของพ่อพันธุ์โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมทั้งหมด

ดัชนี	I_1	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	I_{15}	I_{17}	MY [1/]
I_1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.989	0.984	0.954
I_3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.989	0.984	0.954
I_5	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.989	0.984	0.954
I_7	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	0.998	0.995	0.989	0.984	0.954
I_9	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.998	0.995	0.989	0.984	0.954
I_{11}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.996	0.992	0.987	0.945
I_{13}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.995	0.992	0.938
I_{15}	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.998	0.999	1.000	0.996	0.917
I_{17}	0.994	0.994	0.994	0.993	0.993	0.995	0.997	0.999	1.000	0.905
MY	0.964	0.964	0.965	0.965	0.966	0.960	0.955	0.944	0.930	1.000

[1/] ค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 6 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (เหนือเส้นทะแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (ใต้เส้นทะแยงมุม) ระหว่างดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของแม่โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมทั้งหมด

ดัชนี	I_1	I_3	I_5	I_7	I_9	I_{11}	I_{13}	I_{15}	I_{17}	MY [1/]
I_1	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.993	0.990	0.987	0.957
I_3	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.993	0.990	0.987	0.957
I_5	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.993	0.990	0.987	0.957
I_7	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	0.996	0.993	0.990	0.987	0.957
I_9	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.996	0.993	0.990	0.987	0.957
I_{11}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.996	0.995	0.990	0.954
I_{13}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.998	0.993	0.947
I_{15}	0.997	0.997	0.997	0.997	0.997	0.998	0.999	1.000	0.996	0.939
I_{17}	0.994	0.994	0.994	0.993	0.993	0.995	0.997	0.999	1.000	0.926
MY	0.964	0.964	0.965	0.965	0.966	0.960	0.955	0.944	0.930	1.000

[1/] ค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 7 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (เหนือเส้นทะแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (ใต้เส้นทะแยงมุม) ระหว่างดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของพ่อพันธุ์โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมที่มี ระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100%

ดัชนี	I_{19}	I_{21}	I_{23}	I_{25}	I_{27}	I_{29}	I_{31}	I_{33}	I_{35}	MY [1/]
I_{19}	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{21}	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{23}	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{25}	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{27}	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{29}	0.999	0.999	0.999	1.000	0.999	1.000	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{31}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.996	0.965
I_{33}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.996	0.965
I_{35}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.956
MY	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.996	0.995	0.994	0.992	1.000

[1/] ค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 8 ค่าสหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (เหนือเส้นทะแยงมุม) และ ค่าสหสัมพันธ์ของเปียร์สัน (ใต้เส้นทะแยงมุม) ระหว่างดัชนีการคัดเลือก และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมของแม่โค 20 อันดับแรก จากการศึกษาโคนมที่มีระดับเลือดโคนมยุโรป *Bos taurus* ระหว่าง ≥75 และ <100%

ดัชนี	I_{19}	I_{21}	I_{23}	I_{25}	I_{27}	I_{29}	I_{31}	I_{33}	I_{35}	MY [1/]
I_{19}	1.000	1.000	0.998	0.996	0.996	0.995	0.995	0.986	0.983	0.975
I_{21}	1.000	1.000	0.998	0.996	0.996	0.995	0.995	0.986	0.983	0.975
I_{23}	0.999	1.000	1.000	1.000	0.999	0.996	0.996	0.987	0.986	0.969
I_{25}	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	0.998	0.998	0.990	0.989	0.966
I_{27}	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	0.998	0.998	0.990	0.989	0.966
I_{29}	0.999	0.999	0.999	1.000	1.000	1.000	1.000	0.993	0.992	0.959
I_{31}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.993	0.992	0.959
I_{33}	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.998	0.947
I_{35}	0.998	0.998	0.998	0.999	0.999	0.999	0.999	0.999	1.000	0.942
MY	0.994	0.994	0.994	0.993	0.993	0.993	0.992	0.990	0.987	1.000

[1/] ค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305 วัน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 9 การจัดลำดับพ่อพันธุ์โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 ที่ 7 ที่ 11 ที่ 13 ที่ 15 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

อันดับที่	หมายเลข	I 1	หมายเลข	I 7	หมายเลข	I 11	หมายเลข	I 13	หมายเลข	I 15	หมายเลข	นม305วัน
1	CT MARKPOLO	718.77	CT MARKPOLO	719.17	CT MARKPOLO	718.02	CT MARKPOLO	717.24	CT MARKPOLO	715.62	11H2170	740.08
2	29H6748	652.74	29H6748	654.03	29H6748	650.48	29H6748	648.14	29H6748	643.26	CT MARKPOLO	733.81
3	11H2170	633.06	11H2170	635.50	11H2170	627.58	11H2170	621.93	11H2170	610.12	29H6748	698.39
4	7H1964	577.31	7H1964	578.44	7H1964	575.69	7H1964	574.02	2232	572.55	7H1964	611.00
5	2232	569.72	2232	570.38	2232	570.40	2232	571.10	7H1964	570.54	8H1301	580.86
6	8H1301	545.70	8H1301	547.31	8H1301	544.14	ROTATIONAL	544.66	ROTATIONAL	546.49	2232	561.44
7	ROTATIONAL	542.93	ROTATIONAL	543.55	ROTATIONAL	543.78	8H1301	542.53	8H1301	539.17	ROTATIONAL	531.44
8	HF042	501.58	HF042	501.77	HF042	501.49	HF042	501.39	HF042	501.18	7H1005	524.56
9	MAXWELLS	471.08	MAXWELLS	471.50	MAXWELLS	472.82	MAXWELLS	474.62	MAXWELLS	478.35	HF042	504.19
10	7H1005	452.50	7H1005	454.49	7H1005	448.91	7H1005	445.21	7H1005	437.48	11H1515	467.75
11	11H1515	428.29	11H1515	429.91	11H1515	426.48	11H1515	424.62	ENTITY	425.31	11H1273	456.15
12	11H1273	422.96	11H1273	424.52	ENTITY	422.41	ENTITY	423.35	11H1515	420.73	MAXWELLS	443.24
13	ENTITY	421.49	ENTITY	422.06	11H1273	421.50	11H1273	420.00	11H1273	416.84	11H2907	434.16
14	11H2907	412.56	11H2907	413.51	11H2907	411.59	11H2907	410.59	11H2907	408.50	FOOT HILL	431.00
15	11H2366	408.07	11H2366	409.33	11H2366	408.02	11H2366	407.97	11H2366	407.86	KING	417.15
16	FOOT HILL	405.65	FOOT HILL	407.12	FOOT HILL	404.62	FOOT HILL	403.56	11H2325	403.22	11H2366	415.38
17	11H2325	398.56	11H2325	399.58	11H2325	399.68	11H2325	400.83	FOOT HILL	401.32	ENTITY	408.66
18	KING	388.25	KING	389.74	KING	387.02	11H3243	386.30	11H3243	386.36	11H3243	386.42
19	11H3243	386.25	11H3243	386.37	11H3243	386.27	KING	385.75	KING	383.09	11H2325	384.59
20	71H01057	380.02	71H01057	380.66	71H01057	380.49	71H01057	380.97	71H01057	381.96	83209	383.38

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 10 การจัดลำดับแม่โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่ 1 ที่ 7 ที่ 11 ที่ 13 ที่ 15 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

ลำดับที่	หมายเลข	*I 1*	หมายเลข	*I 7*	หมายเลข	*I 11*	หมายเลข	*I 13*	หมายเลข	*I 15*	หมายเลข	นม305วัน
1	ML407225	1179.87	ML407225	1181.43	ML407225	1176.43	ML407225	1172.87	ML407225	1165.46	ML395084	1266.20
2	ML395084	1159.11	ML395084	1161.19	ML395084	1153.52	ML395084	1147.75	ML395084	1135.71	ML407225	1247.23
3	ML87049	1030.28	ML87049	1031.59	ML87049	1028.56	ML407650	1026.95	ML407650	1028.25	ML87049	1066.72
4	ML407650	1025.72	ML407650	1026.29	ML407650	1026.32	ML87049	1026.78	ML87049	1023.06	ML407650	1018.23
5	ML411471	983.80	ML411471	984.59	ML411471	985.01	ML411471	986.25	ML411471	988.83	ML410211	1000.73
6	PTN50471	954.77	PTN50471	956.00	PTN50471	954.55	PTN50471	954.32	PTN50471	953.83	MC50480	988.50
7	ML410211	954.38	ML410211	955.72	ML410211	952.09	ML410211	949.73	ML410211	944.80	ML411471	967.13
8	ML420271	939.32	ML420271	939.61	ML420271	940.18	ML420271	941.06	ML420271	942.91	PTN50471	964.95
9	MC90507	923.47	MC90507	924.55	MC90507	922.47	MC90507	921.43	MC90507	919.27	MC90507	946.29
10	MC50480	901.37	MC50480	903.44	MC50480	896.93	MC50480	892.35	MC50480	882.79	ML420271	926.03
11	ML395077	870.86	ML395077	872.22	ML395077	868.63	ML395077	866.32	ML395077	861.50	ML395077	916.40
12	ML55626	855.44	ML55626	857.18	ML55626	852.51	ML407101	851.28	ML407101	852.88	ML55626	914.89
13	ML407101	849.77	ML407101	850.25	ML407101	850.52	ML55626	849.49	ML55626	843.18	MC407079	896.58
14	MC407079	840.76	MC407079	842.05	ML30424	838.48	ML30424	836.98	ML30424	833.86	ML30424	873.55
15	ML30424	839.92	ML30424	841.61	MC407079	837.90	MC407079	834.96	MC407079	828.82	ML35076	869.60
16	PC80029	784.96	PC80029	786.00	PC80029	784.11	PC80029	783.24	PC80029	781.42	ML407101	839.42
17	MC400306	780.63	MC400306	781.26	MC400306	780.29	MC400306	779.94	MC400306	779.20	PC80029	804.90
18	ML35076	776.40	ML35076	778.73	ML35076	771.69	ML35076	766.83	SK60015	761.83	MC80101	794.43
19	ML395338	754.44	ML395338	755.31	SK60015	754.20	SK60015	756.68	ML35076	756.68	MC400306	789.77
20	SK60015	751.80	SK60015	752.18	ML395338	754.18	ML395338	753.91	ML395338	753.33	ML55130	782.82

ตารางภาคผนวกที่ 11 การจัดลำดับพ่อพันธุ์โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่19 ที่ 25 ที่ 29 ที่ 31 ที่ 33 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

ลำดับที่	หมายเลข	I 19	หมายเลข	I 25	หมายเลข	I 29	หมายเลข	I 31	หมายเลข	I 33	หมายเลข	นม305วัน
1	CT MARKPOLO	821.85	CT MARKPOLO	821.71	CT MARKPOLO	821.67	CT MARKPOLO	821.48	CT MARKPOLO	821.09	CT MARKPOLO	824.28
2	2081260	700.29	2081260	701.45	2081260	700.76	2081260	701.24	2081260	702.23	7H1964	701.36
3	2232	694.33	2232	695.15	2232	694.69	2232	695.06	2232	695.84	2081260	698.23
4	7H1964	689.73	7H1964	689.63	7H1964	689.02	7H1964	688.30	7H1964	686.79	2232	692.34
5	HF042	591.50	HF042	591.53	HF042	591.52	HF042	591.53	HF042	591.56	8H1301	598.82
6	8H1301	587.98	8H1301	588.26	8H1301	587.44	8H1301	586.88	8H1301	585.70	11H1273	597.30
7	11H1273	586.79	11H1273	587.09	11H1273	586.27	11H1273	585.74	11H1273	584.62	FOOT HILL	591.67
8	FOOT HILL	580.50	FOOT HILL	580.76	FOOT HILL	579.93	FOOT HILL	579.35	FOOT HILL	578.12	HF042	591.39
9	11H1515	566.72	11H1515	566.78	11H1515	565.92	11H1515	565.10	11H1515	563.39	11H1515	580.77
10	KING	530.60	KING	530.93	KING	530.11	KING	529.61	KING	528.56	11H2907	540.69
11	11H2907	523.32	11H2907	522.83	11H2907	522.16	11H2907	520.97	11H2907	518.49	KING	540.67
12	11H2325	515.59	11H2325	516.87	11H2325	516.20	11H2325	516.83	11H2325	518.13	11H2325	511.68
13	ENTITY	509.04	ENTITY	510.01	ENTITY	509.57	ENTITY	510.11	ENTITY	511.26	ENTITY	504.85
14	11H3243	459.27	11H3243	459.00	11H3243	458.95	11H3243	458.61	11H3243	457.91	11H2170	469.26
15	71H01057	448.87	71H01057	449.45	71H01057	448.96	71H01057	449.05	71H01057	449.23	11H3243	463.47
16	11H2366	448.67	11H2366	449.20	11H2366	448.42	11H2366	448.16	11H2366	447.61	11H2366	455.78
17	11H2898	434.46	11H2898	435.12	11H2898	434.63	11H2898	434.82	11H2898	435.20	71H01057	450.38
18	11H2170	433.69	11H2170	432.28	11H2170	431.20	11H2170	428.65	11H2170	423.31	11H2143	440.25
19	11H2143	425.78	11H2143	425.80	11H2143	424.94	11H2143	424.09	11H2143	422.30	11H2898	434.79
20	ROTATIONAL	417.33	ROTATIONAL	417.44	ROTATIONAL	416.87	ROTATIONAL	416.40	11H3505	415.55	ROTATIONAL	425.79

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางภาคผนวกที่ 12 การจัดลำดับแม่โคนม 20 ลำดับแรก จากดัชนีการคัดเลือกโคนมที่19 ที่ 25 ที่ 29 ที่ 31 ที่ 33 และค่าการผสมพันธุ์ลักษณะปริมาณน้ำนมที่ 305วัน

ลำดับที่	หมายเลข	*I 19*	หมายเลข	*I 25*	หมายเลข	*I 29*	หมายเลข	*I 31*	หมายเลข	*I 33*	หมายเลข	นม305วัน
1	ML395084	1367.00	ML395084	1366.48	ML395084	1365.94	ML395084	1364.85	ML395084	1362.56	ML395084	1382.65
2	ML87049	1217.41	ML87049	1217.38	ML87049	1216.77	ML87049	1216.13	ML87049	1214.77	ML87049	1228.14
3	ML407650	1192.76	ML407650	1193.39	ML407650	1193.47	ML407650	1194.19	ML407650	1195.70	PTN50471	1196.44
4	PTN50471	1187.68	PTN50471	1187.96	PTN50471	1187.26	PTN50471	1186.82	PTN50471	1185.90	ML407650	1183.88
5	ML411471	1155.34	ML411471	1156.19	ML411471	1156.30	ML411471	1157.30	ML411471	1159.38	ML411471	1143.04
6	MC90507	1124.86	MC90507	1125.11	MC90507	1124.69	MC90507	1124.52	MC90507	1124.17	MC90507	1128.97
7	ML420271	1100.72	ML420271	1101.30	ML420271	1101.22	ML420271	1101.72	ML420271	1102.78	ML420271	1095.17
8	ML30424	1055.66	ML30424	1055.97	ML30424	1055.13	ML30424	1054.59	ML30424	1053.45	ML30424	1066.32
9	ML395077	1027.46	ML395077	1026.93	ML395077	1026.25	ML395077	1025.00	ML395077	1022.39	ML395077	1045.62
10	ML395338	968.59	ML395338	969.03	ML395338	968.64	ML395338	968.70	ML395338	968.82	ML395338	969.87
11	MC50480	941.15	MC50480	940.17	ML407101	939.65	ML407101	940.01	ML407101	940.77	MC50480	968.23
12	ML407101	939.30	ML407101	939.62	MC50480	939.28	MC50480	937.37	ML410211	933.58	ML35076	966.72
13	ML35076	939.15	ML35076	938.30	ML35076	937.29	ML35076	935.39	MC50480	933.36	MC80101	955.51
14	ML410211	934.40	ML410211	934.62	ML410211	934.20	ML410211	934.00	ML35076	931.41	MC407079	952.09
15	MC407079	931.57	MC407079	930.62	MC407079	930.10	MC407079	928.58	MC407079	925.41	ML410211	938.90
16	MC80101	924.74	PC80029	924.34	PC80029	923.78	PC80029	923.46	PC80029	922.79	ML407101	934.88
17	PC80029	924.09	MC80101	923.02	MC80101	922.44	MC80101	920.08	MC80101	915.13	PC80029	930.72
18	ML403010	884.35	SK60015	882.93	SK60015	882.65	SK60015	884.42	SK60015	888.14	ML403010	913.43
19	SK60015	880.92	ML403010	882.90	ML403010	882.23	ML403010	880.06	MC401458	880.92	ML33076	899.73
20	MC401458	879.15	MC401458	879.54	MC401458	879.58	MC401458	880.01	ML403010	875.50	ML25628	892.22

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสัตวแพทย์ เทอดไชย ระลึกมูล เกิดเมื่อวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2512 สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีสัตวแพทยศาสตร์บัณฑิต รุ่น 51 คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2535 และได้เข้าสมัครงานตำแหน่งนายสัตวแพทย์ 5 องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค) เมื่อวันที่ 2 เมษายน พ.ศ. 2536 เป็นต้นมา ปัจจุบันดำรงตำแหน่งหัวหน้าแผนกข้อมูลและสารสนเทศโคนม และได้สมัครเข้าศึกษาต่อภายในประเทศ ในระดับปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (animal breeding) ภาควิชาสัตวบาล คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2544

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย