บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 พันธุ์โคนมและลักษณะโดยทั่วไป

โคนมมีความสำคัญทางเศรษฐกิจสูงมากมีหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และประเทศในยุโรปที่นิยมบริโภคนมและผลิตภัณฑ์จากนม แม้กระทั่งในประเทศไทยเองความต้องการบริโภคนมเพิ่มขึ้น ในขณะที่กำลังการผลิตนมและผลิตภัณฑ์จากนมภายในประเทศยังต่ำ เนื่องจากปัญหาหลายๆ อย่าง เช่น การให้นมของโคที่ไม่ดีนัก ปัญหาแรงงาน ปัญหาราคาอาหารสัตว์ เป็นต้น ทำให้ปริมาณน้ำนมดิบสำหรับการผลิตนมพร้อมดื่มขาดแคลนมากขึ้นทุกปี ดังเช่น ปี พ.ศ. 2544 ประเทศไทยขาดแคลนน้ำนมดิบเพิ่มมากขึ้นกว่าปี พ.ศ. 2540 ถึง 418,561 ตัน (ตาราง 1)

โคนมเป็นสัตว์ที่มีคุณสมบัติและความสามารถสูงอย่างมหัศจรรย์ ซึ่งเป็นเสมือนโรงงานผลิตอาหารเคลื่อนที่โดยการเดินไปแสวงหาวัตถุดิบด้วยตัวเองได้ โคใช้หญ้าที่มีอยู่มากมายตามธรรมชาติโดยเปลี่ยนเป็นอาหารและผลผลิตอื่นๆที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์ ยิ่งกว่านั้นความสามารถในการเปลี่ยนอาหารของโคยังสูงมากคือ การใช้ที่ดินในการสร้างน้ำนมก็ประหยัดมาก คือ พื้นที่ 1 ไร่สามารถใช้เลี้ยงโคนมได้ 2 ตัว ตลอดปีสามารถผลิตน้ำนมได้อย่างน้อยวันละ 10 กิโลกรัม โดยไม่ต้องให้อาหารอย่างอื่นเลย เมื่อเทียบผลผลิตที่ได้จากพื้นที่ 1 ไร่เท่ากัน โคนมจะให้นมเป็นผลผลิต 400 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งมีมูลค่ามากกว่าการปลูกพืชอาหารหลายชนิด โคนมเมื่อหมดประโยชน์ทางการให้นมแล้วยังคงใช้เนื้อเป็นอาหารได้อย่างสมบูรณ์ใกล้เคียงกับโคเนื้อ (วิโรจน์, 2541)

โคที่เลี้ยงกันทั่วโลกมีอยู่ด้วยกันเพียง 2 species คือ

2.1.1 โคนมพันธุ์ยุโรป (*Bos taurus*)

เป็นโคที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่ น้ำหนักโตเต็มที่มีขนาดตั้งแต่ 500-800 กิโลกรัม โคสายพันธุ์นี้ผ่านการคัดเลือกมาเป็นเวลาหลายร้อยปีจนได้ลักษณะที่ดีคือ เชื่อง ไม่ดุร้าย กินอาหารเก่ง สามารถให้ผลผลิตน้ำนมสูง ไม่อั้นนม และสามารถถ่ายทอดลักษณะที่ดีไปยังรุ่นต่อไปได้อย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตามโคนมสายพันธุ์ยุโรปเมื่อนำมาเลี้ยงในเขตร้อนชื้นแบบประเทศไทยมักจะประสบปัญหาหลายอย่างคือ ไม่สามารถทนต่อสภาวะอากาศที่ร้อนและมีความชื้นสูง และไม่ทนทานต่อโรคและแมลงส่งผลให้กินอาหารและให้ผลผลิตลดลง โคนมพันธุ์ยุโรปที่นิยมเลี้ยงได้แก่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน (Holstein Friesian)

เป็นโคที่มีแหล่งกำเนิดในประเทศเนเธอร์แลนด์ จัดเป็นโคขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากถึง 700 กิโลกรัมสำหรับตัวเมีย ตัวผู้อาจหนักได้ถึง 1,000 กิโลกรัม มีสีขาว-ดำ สัดส่วนของสีขาวและดำบนตัวโคแต่ละตัวแตกต่างกันไป ลักษณะที่นิยมคือพื้นที่ส่วนที่เป็นสีดำควรจะมากกว่าสีขาว มีพู่หาง ปลายขาทั้ง 4 ข้าง และบริเวณหน้าผากมีสีขาว ตัวเมียมีเต้านมใหญ่และสวยงามมาก มีการเจริญเติบโตเร็วมาก ถ้าเลี้ยงดูดีอาจจะผสมได้ตั้งแต่อายุ 15 เดือน และมีน้ำหนักประมาณ 350 กิโลกรัม ผลผลิตน้ำนมในเขตอากาศหนาวโดยเฉลี่ยประมาณ 8,000 กิโลกรัมต่อช่วงระยะการให้นม 305 วัน ซึ่งมากกว่าโคพันธุ์อื่น แต่ปริมาณไขมันนมไม่สูงซึ่งมีประมาณ 3-3.5 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ได้รับความนิยมเลี้ยงทั้งในประเทศเขตหนาวและเขตร้อน โคเพศผู้มีการเจริญเติบโตเร็วและให้เนื้อได้มาก จึงสามารถเป็นโคขุนเนื้อได้ดี แต่มีจุดอ่อนคือ ไม่ทนต่อสภาพอากาศร้อน ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 26 องศาเซลเซียส จะเริ่มมีผลต่อการกินได้และการให้นมของโค (ชวนิศดากร, 2534)

พันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey)

เป็นโคที่ให้นมที่มีไขมันสูงที่สุด มีถิ่นกำเนิดในแถบช่องแคบอังกฤษ มีสีตั้งแต่สีเทาปนเหลือง เทาปนน้ำตาลจนถึงเกือบดำ อาจมีจุดสีเทาปะปนอยู่ เพศผู้จะมีสีเหลืองดำบริเวณแผงคอ ลิ้นและพู่หาง อาจมีสีดำหรือขาว มีขนาดตัวค่อนข้างเล็ก เพศผู้หนักประมาณ 540-700 กิโลกรัม เพศเมียหนักประมาณ 360-450 กิโลกรัม มีรูปร่างลักษณะตามแบบของโคนมที่ดี แต่มีอารมณ์ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมค่อนข้างมาก โดยเฉพาะตัวผู้จะมีนิสัยดุค่อนข้างมาก โคพันธุ์เจอร์ซี่เป็นโคที่สามารถหากินในทุ่งหญ้าทุกประเภทได้ดี นิยมเลี้ยงรองจากโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน เป็นพันธุ์ที่เหมาะสำหรับการทำเนย ให้นมน้อยประมาณ 4,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม มีไขมันนมประมาณ 5.5 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมันสูงเกินกว่าที่จะบริโภคในรูปของนมสด (วิโรจน์, 2546)

พันธุ์เรดเดน (Red Danish)

เป็นโคที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศเดนมาร์ก มีสีแดงเข้ม ลำตัวมีขนาดใหญ่ใกล้เคียงกับพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน เพศผู้หนักประมาณ 900-1,000 กิโลกรัม เพศเมียหนักประมาณ 600-700 กิโลกรัม เป็นโคที่มีเต้านมขนาดใหญ่ แต่ค่อนข้างหย่อนยานและไม่ค่อยแข็งแรง เต้านมทั้งสองข้างแบ่งกันชัดเจน มีการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างช้า โคนมที่ถูกปลดจากการให้นมสามารถนำมาขุนให้เป็นเนื้อได้ดี สามารถให้นมได้ประมาณ 4,600 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม น้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันประมาณ 4.2 เปอร์เซ็นต์ (ฉลอง, 2533)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 1 อัตราการบริโภคนมพร้อมดื่ม ความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่ม ปริมาณผลผลิตน้ำนม และปริมาณน้ำนมดิบที่ขาดแคลนสำหรับการผลิตนมพร้อมดื่ม ในปี พ.ศ. 2540-2544

พ.ศ.	อัตราบริโภคนมพร้อมดื่ม กก./คน/ปี	ความต้องการบริโภคนมพร้อมดื่ม (ตัน)		ปริมาณน้ำนมดิบที่ผลิตได้ (ตัน)		ปริมาณน้ำนมดิบที่ขาดแคลน (ตัน)	
		ต่อปี	ต่อวัน	ต่อปี	ต่อวัน	ต่อปี	ต่อวัน
2540	10.91	672,853	1,843	414,592	1,136	307,972	884
2541	12.75	796,161	2,181	442,784	1,213	422,200	1,157
2542	14.91	942,670	2,583	485,028	1,329	527,289	1,445
2543	17.44	1,116,404	3,059	573,945	1,572	624,939	1,712
2544	20.44	1,322,205	3,622	665,520	1,823	726,533	1,991

ที่มา จีรสิทธิ์และจิตราภรณ์ (2550)

2.1.2 โคนมพันธุ์อินเดีย (*Bos indicus*)

เป็นโคนมที่สามารถให้ผลผลิตโดยเฉลี่ยต่ำกว่าโคนมพันธุ์ยุโรปมากแต่มีข้อได้เปรียบหลายอย่างคือ สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นได้ดี กินอาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ และทนทานต่อโรคและแมลง แต่มีข้อเสียคือ มีนิสัยค่อนข้างดุร้าย ตื่นตกใจง่าย ให้ผลผลิตน้ำนมน้อย และอั้นนม โดยโคพันธุ์ที่นิยมเลี้ยงคือ

พันธุ์เรด ซินดิ (Red Sindhi)

มีถิ่นกำเนิดแถบลุ่มแม่น้ำสินธุทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอินเดียหรือทางตอนใต้ของประเทศปากีสถาน มีสีแดงเข้ม บางตัวอาจมีสีแดงอ่อนจนเกือบเป็นสีเหลือง อาจมีจุดหรือด่างขาวที่คอและบริเวณหน้าผาก เป็นโคที่มีขนาดเล็ก โคเพศเมียหนักประมาณ 300-400 กิโลกรัม เพศผู้หนัก 400-500 กิโลกรัม รูปร่างของร่างกายค่อนข้างลึก บั้นท้ายกลมและลาดโค้ง ส่วนหัวและหน้าผากกว้างใหญ่ โคนเขาทั้งสองข้างหนาและแยกออกจากกัน แล้วส่วนปลายจึงโค้งเข้าหากัน มีใบหูยาวปานกลาง ผิวหนังหย่อนยานโดยเฉพาะผิวหนังที่ส่วนเอว พื้นท้อง กะโหลกศีรษะโตปานกลาง ขนาดของเต้านมค่อนข้างใหญ่และหย่อนยาน หัวนมค่อนข้างโต สามารถทนทานต่ออากาศร้อน โรคเมืองร้อน แมลง และตัวเบียนชนิดต่างๆได้ดี สามารถให้นมได้ประมาณ 1,500 กิโลกรัม แต่อาจให้ได้ถึง 4,500 กิโลกรัม โคพันธุ์เรด ซินดิ มีการปลดปล่อยน้ำนมค่อนข้างยาก ต้องใช้ลูกดูดกระตุ้นก่อนรีด (เกษตรและพิเชษฐ์, 2531)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal)

มีเลี้ยงอยู่ในประเทศอินเดียและปากีสถาน รูปร่างลักษณะคล้ายพันธุ์เรดซินดิ ต่างกันที่ขนาดใหญ่กว่าและมีจุดแต้มสีน้ำตาลและขาวกระจายอยู่ทั่วไป ตัวเมียมีน้ำหนักถึง 450 กิโลกรัม ให้นมเฉลี่ย 2,000 กิโลกรัม (วิโรจน์, 2541)

2.1.3 โคนมพันธุ์ลูกผสม (Crossbred dairy cattle)

จากปัญหาที่พบในการเลี้ยงดูโคนมพันธุ์แท้จึงทำให้มีการนำเอาโคยุโรปพันธุ์แท้มาผสมข้ามสายพันธุ์กับโคพื้นเมืองของไทยซึ่งทำให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะดี สามารถให้นมได้ดีใกล้เคียงกับโคพันธุ์แท้ (ตาราง 2) ซึ่งโคนมลูกผสมพันธุ์ที่เลี้ยงอยู่ทั่วไปได้แก่

พันธุ์ไทยฟรีเชี่ยน (Thai Friesian)

เป็นโคนมที่มีพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนสูงกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ โดยพื้นฐานของโคนมพันธุ์นี้มาจากการผสมข้ามสายพันธุ์ โดยใช้น้ำเชื้อโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนพันธุ์แท้ผสมกับโคพื้นเมืองและมีการเพิ่มสายเลือดเข้ามาจนมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ ในปัจจุบันโคนมสายเลือดนี้กระจายอยู่ทั่วไปในประเทศไทย (สมชาย, 2538)

พันธุ์ไทยมิลกิ้งซีบู (Thai milking zebu)

เป็นการพัฒนาพันธุ์ขึ้นมาโดยกองบำรุงพันธุ์ กรมปศุสัตว์ โดยแม่โคพื้นฐานที่ใช้คือพันธุ์พื้นเมืองหรือโคบราห์มัน เป้าหมายที่ตั้งไว้คือให้มีพันธุกรรมของโคนมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้โคนมที่ได้มีลักษณะของโคที่ให้นมได้ดีและสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในเขตร้อนชื้นได้ (สมชาย, 2538)

พันธุ์อิสราเอล-ฟรีเชี่ยน (Israel Friesian)

มีถิ่นกำเนิดในประเทศอิสราเอล เป็นพันธุ์ที่มีสายเลือดของพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน มีสีขาว-ดำ เหมือนพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่มีรูปร่างใหญ่ มีความคงทนต่ออากาศร้อนได้ดีเช่นเดียวกับโคพื้นเมือง โคสาวจะให้ลูกครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 24-25 เดือน ลูกโคแรกคลอดมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ลูกโคเพศผู้สามารถนำไปเป็นโคเนื้อได้ดี โคเพศเมียสามารถให้นมได้ประมาณ 5,000-6,000 กิโลกรัม มีไขมันนมประมาณ 3.29 เปอร์เซ็นต์ (ชวนิศดากร, 2534)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2 ปริมาณน้ำนมของโคนมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนที่ระดับสายเลือดต่างๆ

เปอร์เซ็นต์สายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน	การให้นมครั้งที่	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
100 %	1	1,973	5,779	3,753±907
100 %	2	3,313	6,661	4,753±1,010
87.5 %	1	2,337	4,409	3,272±673
87.5 %	2	1,987	5,004	3,495±847
75 %	1	2,086	4,795	3,263±702
75 %	2	2,007	5,422	3,406±872

ที่มา พรรณพิไล และคณะ (2538)

2.2 การถ่ายทอดลักษณะในโคนม

2.2.1 พันธุกรรมและสภาพแวดล้อม

สัตว์แต่ละตัวจะมีลักษณะรูปร่าง สี ขนาด และคุณสมบัติอื่นๆ เช่น การเจริญเติบโต การให้นม ความทนทานต่อโรคและอากาศต่างกันหรือเหมือนกัน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลขององค์ประกอบ 2 ประการ คือ พันธุกรรม และสภาพแวดล้อม

พันธุกรรม คือ สิ่งที่สัตว์ได้รับถ่ายทอดมาจากพ่อและแม่ เรียกว่า ยีน (Genes) ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะที่สัตว์แสดงออกมา เช่น ยีนสีดำ-ขาว ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนก็เป็นลักษณะที่ได้รับมาจากพ่อและแม่ที่มีสีดำ-ขาว หรือโคที่ให้นมมากก็จะต้องมีแม่ที่ให้นมมาก แม่โคพื้นเมืองไทยปกติให้นมน้อย ลูกที่เกิดมาก็จะให้นมน้อยด้วย

ลักษณะพันธุกรรมที่สัตว์แต่ละตัวมีอยู่ในตัว บางทีก็ไม่แสดงออกมาให้ปรากฏ หรือบางทีก็แสดงออกมาแต่ไม่เต็มที่ เช่น โคที่มีพันธุกรรมในการให้นมมากถึง 5,000 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงแล้วกลับให้นมได้เพียง 3,000 กิโลกรัมเท่านั้น ทั้งนี้เป็นเพราะอากาศร้อนทำให้โคไม่สุขสบาย กินอาหารได้ไม่เต็มที่ หรือเจ็บป่วย สิ่งที่มีอิทธิพลทำให้โคให้นมได้น้อยลงกว่าที่ควรจะเป็น คือ สภาพแวดล้อม (Environment) สภาพแวดล้อมรวมทั้งอาหาร อากาศ โรค แมลง และการเลี้ยงดูที่โคได้รับ

ในการเลี้ยงโคนมเพื่อจะต้องให้โคให้นมมากที่สุด โดยพยายามทำให้โคมีพันธุกรรมที่ดีและจัดสภาพแวดล้อมให้อยู่ในลักษณะที่ดีที่สุด องค์ประกอบทั้งสองประการนี้เราสามารถปรับปรุง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือทำได้ การปรับปรุงพันธุกรรมทำได้โดยการคัดเลือกและผสมพันธุ์โคนม ส่วนการปรับปรุงสภาพแวดล้อมก็สามารถทำได้โดยการจัดการเลี้ยงดูให้ดี ให้อาหารที่ถูกต้องและมากพอต่อความต้องการของสัตว์ การป้องกันโรค เป็นต้น การปรับปรุงสภาพแวดล้อมอาจจะทำให้ดีขึ้นได้ทันทีหรือใช้เวลาไม่นาน โดยเฉพาะโดยการใช้วิชาการสมัยใหม่ช่วย เช่น การให้อาหารที่มีคุณภาพดี ป้องกันโรคโดยการฉีดวัคซีน แต่การปรับปรุงทางพันธุกรรมนั้นจะต้องใช้เวลานานนับสิบๆ ปี เพราะโคเป็นสัตว์ตัวใหญ่ให้ลูกน้อยตัว และชั่วอายุนานกว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ

2.2.2 ลักษณะพันธุกรรมของโคนม

การศึกษาทางพันธุศาสตร์ทำให้ทราบว่า ลักษณะต่างๆ ที่ปรากฏในโคนมเป็นสิ่งที่ได้รับถ่ายทอดมาจากพ่อและแม่ และสิ่งเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกและหลานได้ สิ่งที่ถ่ายทอดส่งต่อจากชั่วหนึ่งไปสู่อีกชั่วต่อๆ ไปถูกควบคุมหรือกำกับโดยหน่วยควบคุมลักษณะที่เรียกว่ายีน ซึ่งมีอยู่จำนวนมากในเซลล์ทุกเซลล์ ยีนที่ว่านี้จัดเรียงตัวเป็นแถวโดยจับกลุ่มกันเป็นเส้นยาวหลายเส้น สั้นบ้างยาวบ้าง เรียกว่า โครโมโซม (Chromosomes) เส้นโครโมโซมจับกันอยู่เป็นคู่ๆ และตามปกติโครโมโซมเส้นหนึ่งจะได้รับมาจากพ่อ และอีกเส้นหนึ่งได้รับมาจากแม่ โคมีโครโมโซม 30 คู่ โดยเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ (อสุจิ) และเพศเมีย (ไข่) จะมีโครโมโซม 30 เส้น เมื่อเกิดการผสมระหว่างอสุจิ และไข่ โครโมโซมก็จะมารวมกับเป็น 30 คู่

สัตว์แต่ละตัวจะมีลักษณะหรือยีนต่างๆ อยู่เป็นจำนวนมากจนนับไม่ถ้วน ลักษณะบางอย่างเป็นลักษณะทางรูปร่างธรรมดาของสัตว์ เช่น อวัยวะต่างๆ สีที่ผิวหนัง ขา เขา เป็นต้น ลักษณะบางอย่างเป็นลักษณะแสดงคุณสมบัติ เช่น ขนาดของสัตว์ การเติบโต และการให้นม การศึกษาทางพันธุศาสตร์ทำให้ทราบว่าลักษณะต่างๆ เหล่านี้มีการถ่ายทอดสืบต่อให้แก่ลูกหลาน และทราบว่าลักษณะใดเป็นลักษณะข่มหรือลักษณะใดเป็นลักษณะแฝง (ตามกฎของเมนเดล)

2.2.3 ลักษณะทางเศรษฐกิจของโคนม

ลักษณะที่เกี่ยวกับการทำงานของร่างกาย ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็นลักษณะทางสรีรวิทยา เช่น การให้นม การให้เนื้อ การเติบโต การสืบพันธุ์ ความทนทานต่อภูมิอากาศ ทนต่อโรค เป็นต้น ถือเป็นลักษณะทางเศรษฐกิจ เพราะลักษณะเหล่านี้มียีนที่ควบคุมการแสดงออกของลักษณะนั้นๆ จำนวนมาก การแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ เป็นลักษณะที่มีคุณสมบัติ เช่น การเติบโตหรือการเพิ่มน้ำหนักตัวต่อวันของโคอาจเป็นได้ตั้งแต่ 0 ถึง 2,000 กรัม ลักษณะทางสรีรวิทยานี้สามารถวัดหรือแสดงปริมาณของลักษณะได้โดยการชั่ง ตวง วัด โดยใช้สัตว์จำนวนมากที่มีการแสดงลักษณะเดียวกันมานับจำนวนตัวและทำกราฟแจกแจงความถี่ (Frequency distribution) จะได้กราฟเป็นเส้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โค้งรูประฆังคว่ำ ซึ่งแสดงให้ทราบว่าสัตว์ที่มีคุณสมบัติหรือคุณภาพปานกลางมีจำนวนมากที่สุด ส่วนสัตว์ที่มีคุณภาพดีกว่าหรือเลวกว่าจะมีจำนวนค่อยๆลดลง การกระจายในลักษณะแบบนี้เป็นการกระจายของลักษณะทางสรีรวิทยา

ลักษณะทางสรีรวิทยาเป็นลักษณะที่ผู้เลี้ยงโคนมเกี่ยวข้องโดยตรงที่สุด การคัดเลือกโคนมและผสมพันธุ์โคนมให้ได้น้ำนมมากขึ้น การเลี้ยงโคนมให้ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศ มีการเติบโตรวดเร็วและผสมพันธุ์ได้ลูกตามกำหนดเวลาทุกปี เป็นสิ่งที่ต้องเข้าใจถึงกลไกทางการถ่ายทอดพันธุกรรมของลักษณะเหล่านี้ ความยากลำบากในการปรับปรุงคุณภาพของโคนมอยู่ที่ว่าลักษณะเหล่านี้มีความผันแปรมากเมื่อมีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น การเติบโตของโคอาจไม่เป็นไปตามปกติถ้าสัตว์ได้รับอาหารไม่เพียงพอหรือมีโรคภัยไข้เจ็บ ซึ่งทำให้ผู้เลี้ยงไม่สามารถทราบได้ว่าโคนั้นเติบโตได้ดีหรือไม่ดีจริง

ลักษณะทางเศรษฐกิจส่วนใหญ่ส่งผลมาจากปัจจัยทางพันธุกรรมหลายอย่าง ได้แก่

1. คู่ของยีนมากกว่า 1 ตำแหน่ง
2. มียีน 2 คู่ หรือมากกว่าในแต่ละตำแหน่ง (Polymorphism)
3. ความถี่ของคู่ยีนแตกต่างกันที่ตำแหน่งต่างๆ
4. ตำแหน่งต่างๆ อาจมีการเชื่อมกันหรือไม่เชื่อมกัน
5. แต่ละคู่ของยีนเป็นสาเหตุในการแสดงออกครั้งสุดท้ายของลักษณะ (อิทธิพลแบบบวกสะสม)
6. ยีนบางคู่มีอิทธิพลมากกว่าคู่อื่นๆ
7. มีปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนที่อยู่ตำแหน่งเดียวกัน (แบบข่ม, แบบข่มไม่สมบูรณ์ เป็นต้น)
8. ปฏิกิริยาร่วมระหว่างคู่ของยีนที่อยู่ต่างตำแหน่งกัน (Epitasis)
9. ความแปรปรวนทางโครโมโซม (Ploidy และ aberration)

ภายในลักษณะหนึ่งของสัตว์พันธุ์หนึ่ง ปัจจัยทางพันธุกรรมที่เกิดจากข้อ 1-6 นำไปสู่การกระจายแบบต่อเนื่อง หรือการกระจายแบบปริมาณของคุณค่าพันธุกรรมแบบรวมสะสม (คุณค่าการผสมพันธุ์; Breeding value) ทำให้มีการกระจายแบบปกติ นอกจากนี้คุณค่าของยีนแบบบวกสะสมจะถูกปรับเปลี่ยนไปได้โดยปัจจัยทางพันธุกรรมอื่นๆ (ข้อ 7-9) ของจีโนไทป์ที่ให้คุณค่าทางพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัว อย่างไรก็ตามสภาพแวดล้อมก็ส่งผลต่อการแสดงออกของจีโนไทป์ในขั้นตอนสุดท้ายของลักษณะปรากฏ เนื่องจาก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

$$P = A + D + I + E$$

เมื่อ P คือ Phenotype

A คือ Additive genetic (ถ่ายทอดได้)

D คือ Dominance (ถ่ายทอดไม่ได้)

I คือ Epitasis (ถ่ายทอดไม่ได้)

E คือ Environment

คุณค่าของพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Additive genetic value) ของสัตว์แต่ละตัว เป็นคุณค่าที่สามารถแสดงออกของลักษณะปรากฏในตัวมันเองซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้ ส่วนคุณค่าทางพันธุกรรม (Genetic value) ของสัตว์แต่ละตัว เป็นคุณค่าที่สามารถแสดงออกทางลักษณะปรากฏเกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของคู่ยีน เป็นคุณค่าของคู่ยีนในตัวสัตว์เอง

2.2.4 ลักษณะพันธุกรรมของการให้นม

ลักษณะการให้นมเป็นลักษณะการรวมของยีนประจำลักษณะย่อยๆ หลายลักษณะมาร่วมกัน ทำให้เกิดการให้นมจำนวนหนึ่ง Turner (1987) รายงานว่ามียีนที่เกี่ยวข้องกับการให้นมของโคร่วมกันถึง 18 คู่ ยีนแต่ละคู่มีหน้าที่อย่างหนึ่งและอาจเป็นคู่ที่แสดงลักษณะต่างกัน การจัดชุดของยีนเกี่ยวกับการให้นมของโคแต่ละตัวเป็นไปโดยการสุ่ม ดังนั้นโอกาสที่ชุดของยีนทั้ง 18 คู่จะแตกต่างกันจึงมีมากมายหลายพันล้านชุดที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้โคในโลกนี้มีความสามารถในการให้นมไม่เท่ากัน และยิ่งกว่านั้นการให้นมที่โคให้ได้จริงยังสามารถผันแปรได้อีกมากโดยอิทธิพลทางสภาพแวดล้อม

2.2.5 อัตราซ้ำ (Repeatability ; r)

การวัดลักษณะหลายครั้งจะเป็นการวัดการกระจายแนวโน้มลักษณะนั้นๆ ทั้งในทางที่ดีและไม่ดี ซึ่งจะสะท้อนสมรรถภาพของสัตว์ๆได้แม่นยำมากขึ้นเมื่อเทียบกับการวัดครั้งเดียวซึ่งอาจนำไปสู่การพัวพันของความแปรปรวนเนื่องจากสภาพแวดล้อมและลักษณะปรากฏ อย่างไรก็ตามการวัดหลายครั้งจะมีประโยชน์ก็ต่อเมื่อความแปรปรวนจากสภาพแวดล้อมชั่วคราวมีค่าสูง ลักษณะที่สามารถวัดซ้ำได้ เช่น ผลผลิตน้ำนมที่ระยะการให้นมต่างๆ ขนาดครอกของสุกรที่คลอดเมื่ออายุต่างๆ น้ำหนักขนแกะที่ระยะการตัดต่างๆ เป็นต้น ถ้าค่าการวัดซ้ำมีความคล้ายคลึงซึ่งกันและกันหรือลักษณะเหล่านั้นแตกต่างกันน้อยหรือเหมือนกันทุกครั้งไป การปรากฏลักษณะเพียงครั้งเดียวก็อาจถือเป็นบรรทัดฐานของลักษณะนั้นได้ เรียกลักษณะนั้นว่ามีการถ่ายทอดค่าซ้ำได้สูงมาก สำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โคนม อัตราซ้ำของลักษณะต่างๆ คือ ส่วนของความต่างของแต่ละลักษณะของโคเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของฝูง เช่น อัตราซ้ำของการให้นม มีค่าประมาณ 0.40 และค่าเฉลี่ยของของปริมาณไขมันนมประมาณ 0.50-0.60 โดยที่อัตราซ้ำของลักษณะหนึ่งๆ มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1

2.2.6 อัตราพันธุกรรม (Heritability; h^2)

ลักษณะปรากฏเป็นผลรวมที่เกิดจากพันธุกรรมทั้งที่ถ่ายทอดได้ (Additive genes) และถ่ายทอดไม่ได้ (Non-additive genes) และผลจากอิทธิพลของสภาพแวดล้อม เราต้องการที่จะทราบสัดส่วนของลักษณะสังเกตอันเนื่องมาจากอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม เนื่องจากสามารถถ่ายทอดไปยังชั่วต่อไปได้ นั่นคือ เราต้องการที่จะทราบอัตราการถ่ายทอดของลักษณะต่างๆ ไปยังลูกหลาน ซึ่งเรียกว่าอัตราพันธุกรรม ซึ่ง อัตราพันธุกรรม หมายถึง ส่วนของความต่างของลักษณะที่ปรากฏในสัตว์อันเป็นผลจากยีนที่สัตว์ได้รับมาจากพ่อและแม่จากค่าเฉลี่ยของสัตว์ในฝูง

ถ้าลักษณะหนึ่งเป็นปกติทั้งในพ่อแม่และลูกหลาน และสังเกตได้ในเครือญาติเช่นเดียวกัน แต่ไม่ปรากฏกับสัตว์อื่นๆ ในกลุ่มเดียวกัน ลักษณะนั้นสามารถถ่ายทอดได้ นั่นคือ ลูกที่จะเกิดในอนาคตจากพ่อแม่แต่ละตัวจะแสดงลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ค่าอัตราพันธุกรรมมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 ลักษณะที่สามารถถ่ายทอดได้สูง เช่น ลักษณะที่ส่งผลมาจากอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมจะถ่ายทอดได้สูงกว่าลักษณะที่มีผลมาจากอิทธิพลของยีนที่ถ่ายทอดไม่ได้และผลจากสภาพแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะต่างๆ ในโคนมแสดงในตาราง 3

อัตราพันธุกรรมสามารถหาได้จาก

$$h^2 = V_A / V_A + V_E$$

เมื่อ h^2 คือ อัตราพันธุกรรม

V_A คือ วาเรียนซ์ของพันธุกรรมแบบบวกสะสม

V_E คือ วาเรียนซ์ของส่วนที่เหลือ

ประโยชน์จากอัตราพันธุกรรม

1. เพื่อทำให้ทราบว่ามีลักษณะใดบ้างที่ถ่ายทอดได้
2. เพื่อใช้ในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV)
3. เพื่อทำนายผลตอบสนองของการคัดเลือก (Response to selection)
4. เพื่อคำนวณความแม่นยำในการคัดเลือก

อัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมแตกต่างกันได้ในระหว่างประชากร เนื่องจาก

1. ประชากรบางฝูงอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน ทำให้อัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมต่ำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. ลักษณะเดียวกันแต่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันอาจจะแสดงเป็นสองลักษณะ เช่น การเจริญเติบโตอาจจะขึ้นกับความอยากอาหารในสภาพแวดล้อมหนึ่งแต่ในอีกสภาพแวดล้อมหนึ่งอาจขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพการใช้อาหาร

3. ประชากรที่ต่างกันมีความแตกต่างกันของยีนและ/หรือความถี่ของยีน ทำให้มีความแตกต่างเกี่ยวกับความแปรปรวนทางพันธุกรรม

อัตราพันธุกรรมเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพและลักษณะของโคนมโดยจะช่วยให้ผู้เลี้ยงสามารถพิจารณาตัดสินใจว่าลักษณะใดของโคที่ควรได้รับการปรับปรุง และจะได้ผลเร็วหรือช้า ลักษณะที่มี อัตราพันธุกรรมสูงจะสามารถปรับปรุงได้ผลเร็วกว่าลักษณะที่อัตราพันธุกรรมต่ำ

ตาราง 3 อัตราพันธุกรรมของลักษณะของโคนม

	ลักษณะ	**h^2**	**ความสำคัญ**
การให้นม	ปริมาณนม	0.20-0.35	รายได้จากการจำหน่ายนม
	ปริมาณไขมัน	0.25-0.35	กำหนดราคานมตาม%ไขมัน
	ปริมาณโปรตีน	0.40	เพิ่มค่าทางอาหารของนม
	ปริมาณวัตถุแข็ง	0.20-0.35	เพิ่มค่าทางอาหารของนม
การเลี้ยงดู	การรีดนมเร็ว	0.20-0.35	ประหยัดแรงงาน เวลา
	นมรั่วจากเต้า	0.05-0.10	เป็นโรคเต้านมอักเสบง่าย
	เต้านมหย่อนยาน	0.05-0.10	เสื่อมราคา คัดทิ้งเร็วขึ้น
	กินอาหารไม่เลือก	0.10-0.20	ลดแรงงานเลี้ยงดู
	นิสัย-ความเชื่อง	0.05-0.20	เลี้ยงง่าย
	ทนโรคเต้านมอักเสบ	0.20-0.35	ลดค่ารักษาโรค
	การผสมติดยาก	0-0.10	เสียหายทางเศรษฐกิจ
การเป็นโรค	โรคเต้านมอักเสบ	0.08	ลดค่ารักษา
	โรคไข้นม	0.08	สัตว์อาจตาย
	โรคไข่ค้างในรังไข่	0.05	เสียหายทางเศรษฐกิจ
	ความทนอากาศร้อน	0.20	นมไม่ลดในฤดูร้อน
ลักษณะทั่วไป	น้ำหนักแรกเกิด	0.40	เพิ่มค่าลูกโค
	น้ำหนักหย่านม	0-0.30	เพิ่มค่าลูกโค
	น้ำหนักโตเต็มวัย	0.70-0.95	ขนาดของสัตว์
	ระยะห่างของการให้ลูก	0.02	เพิ่มสมรรถภาพการผลิต

ที่มา ชวนิศดากร (2534)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 การประเมินคุณค่าในการผสมพันธุ์ของโคนม

การประเมินพันธุกรรมสัตว์ (animal genetic evaluation) นับเป็นวิธีการที่สำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการคัดเลือกสัตว์ แม้ว่าการคัดเลือกสัตว์นั้นสามารถที่จะใช้ข้อมูลจากการจัดลำดับสัตว์จากการให้ผลผลิต หรือลักษณะปรากฏ (phenotypic selection) แต่ปัจจุบันพบว่าการจัดลำดับสัตว์จากค่าทางพันธุกรรม หรือลักษณะทางจีโนไทป์ (genetic selection) เพื่อการคัดเลือก เป็นวิธีการให้ผลตอบสนองการคัดเลือก (selection response) หรือการตอบสนองทางพันธุกรรม (genetic response) ในรุ่นถัดไปที่แม่นยำ ช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการให้ผลผลิตของสัตว์ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้นการทราบจีโนไทป์หรือพันธุกรรมที่แท้จริงของสัตว์แต่ละตัวจึงเป็นสิ่งที่ทราบได้ยาก นักปรับปรุงพันธุ์จึงได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าพันธุกรรมของสัตว์ขึ้นเป็นตัวเลข เรียกว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ (breeding value) เพื่อให้มีการจัดอันดับและทำการคัดเลือกสัตว์ได้สะดวกขึ้นโดยอาศัยข้อมูลการให้ผลผลิต การประเมินอิทธิพลของสภาพแวดล้อมมาปรับข้อมูลที่มาจากต่างแหล่งหรือต่างปีเกิดกันด้วยเทคนิคการประเมินพันธุ์ข้ามฝูง (across-herd evaluation) ซึ่งจะมีการประเมินค่าอิทธิพลของของสภาพแวดล้อมที่ต่างกันมาปรับข้อมูลที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ทำให้ได้คุณค่าในการผสมพันธุ์ที่ปราศจากอคติ (unbiased) และสามารถนำมาเปรียบเทียบกันได้ซึ่งทำให้ข้อมูลที่ได้มีความแม่นยำยิ่งขึ้น (มนต์ชัย, 2548)

2.3.1 ความแตกต่างของลักษณะในโคนมเป็นฐานในการคัดเลือก

โคที่เลี้ยงในแต่ละฝูงย่อมจะมีลักษณะ รูปร่าง และคุณสมบัติต่างๆ แตกต่างกันไปทุกตัว เช่น ลักษณะการให้นม โคบางตัวให้นมได้ปีละ 2,000 กิโลกรัม แต่ก็มีบางตัวให้นมได้ปีละ 5,000 กิโลกรัม และโคอีกจำนวนมากให้นมได้ระหว่าง 2,000 - 5,000 กิโลกรัมต่อปี ถ้านำเอาประวัติการให้นมของโคทุกตัวในฝูงมาแจกแจงเข้าในชั้นของระดับการให้นม และทำกราฟการกระจายการให้นมของโคในแต่ละระดับชั้นจะได้กราฟรูปเส้นโค้งแบบระฆังคว่ำ ซึ่งเรียกว่าการแจกแจงแบบมาตรฐาน (Normal distribution)

เนื่องจากที่โคในฝูงมีลักษณะและคุณสมบัติแตกต่างกันนี้เอง ทำให้ผู้เลี้ยงสามารถแยกเอาโคตัวที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่ดีตามต้องการออกจากตัวที่ไม่ต้องการ หรือออกจากตัวที่มีลักษณะเลวได้ การปรับปรุงพันธุ์โคนมมีจุดมุ่งหมายสำคัญอยู่ที่การคัดเลือกเอาโคตัวที่ดีที่สุดเอามาผสมกันเพื่อให้ได้ลูกที่เกิดขึ้นมาในชั่วต่อๆ ไปมีลักษณะดีขึ้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2 คุณค่าในการผสมพันธุ์ (Breeding Values) ของโคนม

การปรับปรุงพันธุ์โคนมอาจมีจุดหมายในการปรับปรุงเฉพาะลักษณะใดลักษณะหนึ่ง หรือการปรับปรุงหลายลักษณะพร้อมกัน โคย่อมแสดงลักษณะนั้นออกมาให้เห็นหรือวัดค่าได้ไม่ว่าจะเป็นทางรูปร่างหรือคุณสมบัติ สัตว์ที่แสดงลักษณะออกมา (Phenotype) นั้นเป็นการแสดงออกของลักษณะยีน (Genotype) ซึ่งมีอยู่ในตัวสัตว์โดยการสนับสนุนของสภาพแวดล้อม ดังนั้น ลักษณะที่สัตว์แสดงอาจไม่ตรงตามลักษณะที่สัตว์มีอยู่ในยีน เพราะสภาพแวดล้อมไม่อำนวยให้ยีนแสดงตัวออกมาได้เต็มที่ จุดหมายในการปรับปรุงพันธุ์นั้น คือ การคัดลักษณะของยีนที่สามารถแสดงคุณสมบัติออกมาได้อย่างเต็มที่ที่สุดภายใต้สภาพแวดล้อมที่จะทำให้ผู้เลี้ยงได้ประโยชน์สูงสุด วิธีการปรับปรุงลักษณะหรือคุณสมบัติของโคจึงทำเป็น 2 ตอน คือ

(1) การประเมินหรือประมาณคุณค่าในการผสมพันธุ์ของโค ซึ่งเป็นการนำเอาลักษณะที่สัตว์แสดงมาเปรียบเทียบกับลักษณะของยีนภายใน เพื่อให้ลักษณะภายในส่อความเป็นจริงออกมา

(2) การนำเอาลักษณะของยีนภายในที่คัดเลือกแล้วว่าดีตามต้องการมารวมกัน หรือผสมกันเพื่อให้รวมกันเป็นตัวใหม่

คุณค่าในการผสมพันธุ์ (Breeding value) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะหรือคุณสมบัติที่ดีให้แก่ลูก เช่น การให้นมมากที่มีอยู่ในพันธุกรรมของสัตว์ที่จะถ่ายทอดให้แก่ลูก

โคที่จะใช้เป็นพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์จะต้องมีคุณค่าในการผสมพันธุ์สูง แต่ค่านี้ไม่สามารถดูได้ด้วยตา แต่จะต้องใช้วิธีนำเอาลักษณะที่สัตว์นั้นแสดงออกมาพิจารณา หรือประเมินค่าโดยใช้ข้อมูลที่ได้จากที่มาหลายๆ ทางประกอบกันโดยการเปรียบเทียบ (วุฒิพงษ์และคณะ, มปป)

2.3.2.1 แหล่งของข้อมูลในการประเมินคุณค่าในการผสมพันธุ์โคนม

1. การแสดงลักษณะของตัวโคเอง

การแสดงลักษณะหรือคุณสมบัติของสัตว์ เช่น ปริมาณน้ำนมที่โคให้ได้ส่วนใหญ่จะไม่ปรากฏเต็มที่ โดยเฉพาะคุณค่าในการผสมพันธุ์จะปรากฏว่าน้อยมากถ้าเกี่ยวข้องกับลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำ ซึ่งลักษณะเหล่านี้จะถ่ายทอดให้แก่ลูกได้น้อย โคตัวผู้ซึ่งมีส่วนในการถ่ายทอดลักษณะการให้นมแก่ลูกได้เท่ากับโคตัวเมียนั้น ไม่ได้แสดงลักษณะนี้ออกมา ดังนั้นลักษณะการให้นมจะพิจารณาจากการแสดงทางพ่อพันธุ์โดยตรงไม่ได้เลย

2. การแสดงลักษณะทางบรรพบุรุษ

บรรพบุรุษ คือ พ่อ แม่ ปู่ ย่า ตา ยาย และชั่วอายุที่อยู่ห่างออกไปอีก เป็นตัวที่ถ่ายทอดลักษณะมาให้แก่สัตว์โดยตรง โดยสัตว์จะได้รับยีนจากพ่อครึ่งหนึ่งและจากแม่อีกครึ่งหนึ่ง และยีนจากบรรพบุรุษแต่ละตัวจะลดลงครึ่งหนึ่งทุกชั่วอายุ ชั่วที่อยู่ใกล้ที่สุดจะมีอิทธิพลต่อสัตว์มากกว่าชั่ว

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

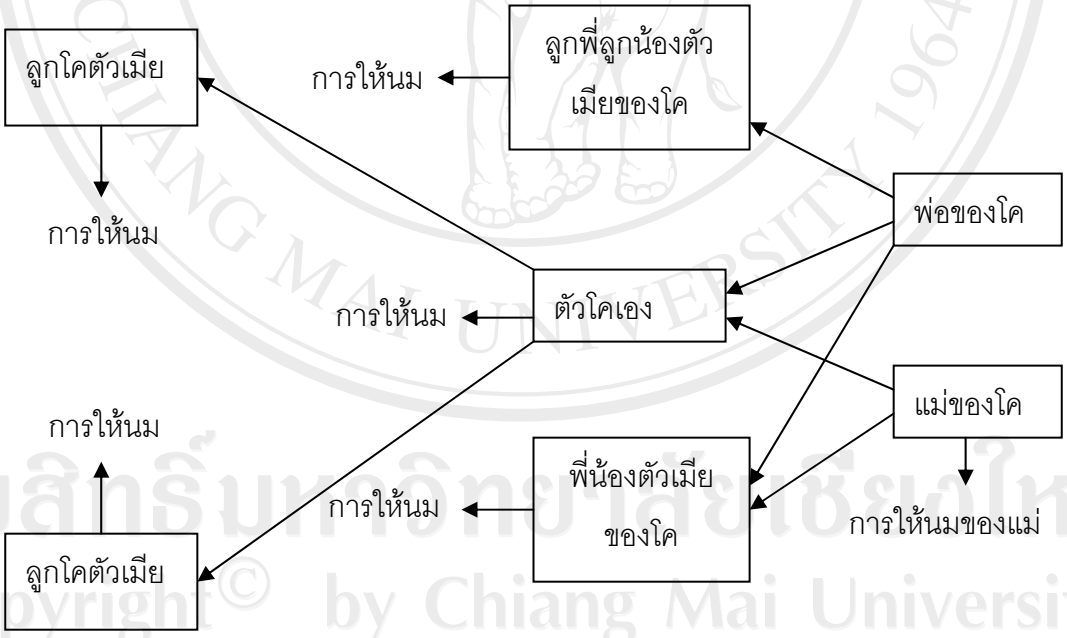
ที่อยู่ห่างออกไป บรรพบุรุษที่ห่างเกิน 3 ชั่วอายุจะถือได้ว่าไม่มีประโยชน์ในการพิจารณาความสัมพันธ์ เพราะมีส่วนในการถ่ายทอดสายเลือดถึงตัวสัตว์น้อยมาก

3. การแสดงลักษณะของลูก

ถ้าโคมีลูก ลักษณะที่แสดงออกมาในลูกจะบอกลักษณะที่มีอยู่ในพ่อและแม่ได้ แต่เนื่องจากยีนของพ่อหรือของแม่เพียงครึ่งเดียวเท่านั้นที่ส่งผ่านมาถึงลูกได้ และยีนเพียงครึ่งหนึ่งของพ่อหรือของแม่ที่ส่งมาให้ลูกก็เป็นการเสี่ยงแยกโดยไม่สามารถทราบได้ว่ายีนชุดที่ถ่ายทอดให้ลูกเป็นยีนชุดใด การพิจารณาการแสดงลักษณะของลูกถ้าใช้ลูกจำนวนมากก็จะประมาณคุณค่าในการผสมพันธุ์ของสัตว์ได้แม่นยำขึ้น

4. การแสดงลักษณะของญาติข้างเคียง

ญาติข้างเคียงอาจเป็นพี่น้องที่เกิดจากพ่อและแม่เดียวกัน หรือเป็นลูกพี่ลูกน้องที่เกิดจากพ่อเดียวกันแต่ต่างแม่ หรือแม่เดียวกันแต่ต่างพ่อ ญาติข้างเคียงจะได้รับยีนจากพ่อแม่หรือจากพ่อหรือแม่ตัวเดียวกันกับสัตว์ตัวที่กำลังพิจารณา



ภาพ 1 ความสัมพันธ์ของแหล่งข้อมูลในการประเมินค่าการผสมพันธุ์ของโค (ชวนิศดากร, 2534)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2.2 หลักการประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์ (Principle of estimation of breeding values)

Best Linear Unbiased Prediction (BLUP) เป็นชื่อของวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่อประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (Estimated Breeding Values; EBV หรือ Â) สำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ BLUP ใช้ข้อมูลทั้งหมดเพื่อประเมิน EBV ของสัตว์ เช่น ข้อมูลจากสัตว์ทุกตัวที่มีความสัมพันธ์กันทางพันธุกรรม และอาจจะใช้ลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน (ถ้าใช้หลายลักษณะ) ยิ่งกว่านั้น BLUP ได้ปรับอิทธิพลจากปัจจัยคงที่ ได้แก่ ฝูง ปี ฤดูกาลของการให้ผลผลิต เป็นต้น และยังช่วยในการปรับความไม่สมดุลของการใช้พ่อพันธุ์ที่ดีในฝูงที่แตกต่างกันสำหรับการคัดเลือกและการผสมพันธุ์แบบไม่สุ่ม วิธีการประเมิน BLUP นอกจากใช้หา EBV ของสัตว์แล้ว ยังสามารถประเมินแนวโน้มทางพันธุกรรมได้ด้วย BLUP ใช้ได้ดีขึ้นอยู่กับความรู้ที่ถูกต้องของตัววัดทางพันธุกรรม (อัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรม, สหสัมพันธ์ของลักษณะ) และโครงสร้างที่ดีของข้อมูล (Falconer and McKay, 1996)

ในการคัดเลือกสัตว์ไว้ทำพันธุ์นั้นเราต้องการจะจัดอันดับและคัดเลือกสัตว์ตามคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริง (True Breeding Value; TBV หรือ A) แต่เราไม่สามารถที่จะรู้คุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริงได้เพราะเราไม่สามารถที่จะมองเห็นยีนและคุณค่าการผสมพันธุ์ ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลจากลักษณะปรากฏที่สังเกตได้เพื่อจะประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (EBV หรือ Â) และยอมรับการตอบสนองที่ช้าลง

หลักการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ ขึ้นกับพื้นฐานของสมการถดถอย (Regression) เราต้องการที่จะทราบว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ดีกว่าเท่าไหร่ เมื่อเราสังเกตจากความแตกต่างของลักษณะปรากฏที่แท้จริง ถ้าหาคุณค่าการผสมพันธุ์ด้วยวิธีถดถอยจากข้อมูลค่าสังเกตของลักษณะปรากฏ ความชันของเส้นสมการถดถอยจะสามารถบอกถึงความแตกต่างที่เรามีในคุณค่าการผสมพันธุ์ต่อหน่วยความแตกต่างของลักษณะปรากฏ ความชันนี้เท่ากับค่าอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรม ส่วนนี้อาจได้รับจากทฤษฎีทางพันธุกรรมปริมาณ (Quantitative genetic theory) เนื่องมาจากความชันของเส้นถดถอย

2.3.2.3 คุณสมบัติของ EBV's

การประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์มีคุณสมบัติที่แน่นอน ซึ่งมีความสำคัญถ้าเราทำนายตามลำดับของการใช้

1 ความแม่นยำ

1.1 ความเที่ยงตรงของ EBV's (accuracy of EBVs)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมยิ่งมีค่าสูงเท่าไหร่ EBV ที่ได้จากข้อมูลสมรรถภาพการผลิตของตัวมันเองจะมีความเที่ยงตรงมากขึ้นเท่านั้น โดยทั่วไปถ้ามีข้อมูลเพิ่มขึ้น (เช่นจากเครือญาติหรือ จากลักษณะที่มีความสัมพันธ์กัน) ความเที่ยงตรงของ EBV จะสูงขึ้น

1.2 ความแปรปรวนระหว่าง EBVs

ความแปรปรวนของ EBVs เท่ากับกำลังสองของความเที่ยงตรงคูณด้วยความแปรปรวนของคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริง (Additive genetic variance; V_A) ความแปรปรวนในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์จะเพิ่มขึ้นตามความเที่ยงตรงของ EBV ที่เพิ่มขึ้น

1.3 การทำนายความแปรปรวนความคลาดเคลื่อน (error variance) ของ EBV

การทำนายความคลาดเคลื่อนของ EBV เป็นสิ่งสำคัญเนื่องจากทำให้เราทราบว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริงห่างจาก EBV เท่าไหร่ ตัวอย่างที่สำคัญในการตอบคำถาม เช่น ค่า EBV จะยังคงมีการเปลี่ยนแปลงมากแค่ไหนเมื่อได้รับข้อมูลของสัตว์มากขึ้น แม้ว่าการเปลี่ยนแปลงของ EBV ไม่เป็นสิ่งที่ดีสำหรับความเชื่อมั่นในระบบการประเมินพันธุกรรมทางด้านอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามเราต้องตระหนักว่าค่า EBV ไม่สามารถจะบอกเป็นค่าที่แน่นอนตายตัวได้นอกเสียจากว่าค่า EBV นั้นจะให้ค่าความเที่ยงตรงเท่ากับ 100% เราคาดหวังได้ว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริงจะเหมือนกับ EBV แต่มีความเป็นไปได้ที่จะแตกต่างกันเล็กน้อย

2 ผลตอบสนองของการคัดเลือกโดยใช้หลักของ EBVs

2.1 EBVs โดยทั่วไปเป็นยีนแบบบวกสะสม

อัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมของ EBV สามารถมีค่าเท่ากับ 1 ได้ ทั้งนี้ขึ้นกับความหมายของอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรม สำหรับความหมายที่เกี่ยวข้องกับขอบเขตผลตอบสนองของการคัดเลือกคือ สัดส่วนความดีเด่นของ พ่อ แม่ (ใน EBV) ที่ถ่ายทอดไปยังลูก จะได้

$$B(A,\hat{A}) = \frac{Cov(A,\hat{A})}{V_{\hat{A}}} = \frac{Cov(A,h^2P)}{V_{\hat{A}}} = \frac{h^2V_A}{hV_A} = 1$$

ทั้งนี้เพราะ $\hat{A}$ เป็นค่าก่อนถูกถดถอย ถ้าสัตว์ที่คัดเลือกไว้มีคุณค่าการผสมพันธุ์เป็น $+\hat{A}$ เราคาดได้ว่าครึ่งหนึ่งของ EBV ซึ่งเป็นความดีเด่นจะถ่ายทอดไปยังลูก พ่อ แม่ได้รับการคาดหวังว่าจะถ่ายทอด EBV ของตัวมันไปยังลูก 50% เสมอและเป็นอิสระจากค่าอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมของ EBV (วุฒิพงษ์ และคณะ, มปป)

2.2 การทำนายผลตอบสนองของการคัดเลือกโดยใช้ค่า EBVs

สำหรับกรณีที่ง่ายที่สุดในการคัดเลือกลักษณะเดียวที่ขึ้นกับสมรรถภาพการผลิตของตัวมันเอง สมมติให้ความเที่ยงตรงและความเข้มข้นในการคัดเลือกเท่ากันทั้งเพศผู้และเพศเมีย บ่อยครั้งที่มี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ข้อมูลของเพศหนึ่งมากกว่าเป็นเหตุให้ความเที่ยงตรงของ EBV อาจจะแตกต่างกันได้ระหว่างเพศ เมื่อข้อมูลของสัตว์แต่ละตัวมีมากขึ้น จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นผลตอบสนองก็เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน ในอีกความหมายหนึ่ง ผลตอบสนองของการคัดเลือกขึ้นโดยตรงต่อความเที่ยงตรงของ EBVs โดยการรวมเอาของข้อมูลของเครือญาติเข้าไปด้วย ส่วนนี้เป็นสิ่งสำคัญถ้าเราคัดเลือกลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดพันธุกรรมต่ำ ทั้งนี้เพราะการคัดเลือกจากลักษณะปรากฏของตัวมันเองเพียงอย่างเดียว (การคัดเลือกด้วยสายตา) จะมีความไม่เที่ยงตรงมาก การใช้ข้อมูลของครอบครัวจะเป็นประโยชน์สำหรับลักษณะที่วัดได้ในเพศเดียวเท่านั้น หรือ ลักษณะที่วัดได้ช้ามากในชั่วชีวิต (เช่น การมีชีวิตยืนยาว ลักษณะซาก)

2.3.2.4 การใช้แบบหุ่นเส้นตรง (Linear model)

Linear models เป็นแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้กันมากในการทำนายอิทธิพลที่มีอยู่ของลักษณะปรากฏ Linear models นับเป็นพื้นฐานของ BLUP เช่นเดียวกัน วิธีการของ BLUP ได้รวมเอาหลักการของดัชนีการคัดเลือกและ Linear models เข้าด้วยกัน เนื่องมาจาก Linear models เป็นเครื่องมือสำหรับช่วยปรับคุณค่าการผสมพันธุ์จากอิทธิพลของสภาพแวดล้อมแบบชั่วคราว (fixed effect) การประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์โดยใช้ BLUP มีพื้นฐานมาจากแบบหุ่นผสม (mixed model) ซึ่งเป็นแบบหุ่นเส้นตรงที่ประกอบด้วยอิทธิพลคงที่และอิทธิพลแบบสุ่ม

แหล่งดัชนีข้อมูลที่แตกต่างกันได้นำมาถ่วงน้ำหนักในวิธีหาดัชนีการคัดเลือก เพื่อประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ให้มีความเที่ยงตรงมากที่สุด แหล่งที่แตกต่างกันของข้อมูลทั้งหมดได้นำมาใช้ในรูปแบบของค่าเบี่ยงเบนไปจากค่าเฉลี่ย ซึ่งอาจจะเป็นค่าเฉลี่ยของประชากร แต่ถ้าเป็นสัตว์ที่เลี้ยงในปีหรือฝูงที่ต่างกัน การใช้ข้อมูลเป็นค่าเบี่ยงเบนของปีหรือฝูงส่วนใหญ่จะเป็นผลอันเนื่องมาจากอิทธิพลที่ไม่ใช่มาจากพันธุกรรม และเมื่อมีการประเมินพันธุกรรมควรปรับเสียก่อน ข้อเสียเปรียบของวิธีการหาดัชนีการคัดเลือกคือค่าเฉลี่ยเหล่านั้นจำเป็นต้องได้รับการปรับอิทธิพลของสภาพแวดล้อม ดังนั้น อิทธิพลของปีหรือฝูงเหล่านี้ต้องประเมินจากข้อมูล การใช้ค่าสังเกตเป็นค่าเบี่ยงเบนจากค่าเฉลี่ยของชั้นอิทธิพลคงที่ (ได้แก่ฝูงหรือปี) ไม่ได้นำมาเกี่ยวข้องกับความจริงของค่าเฉลี่ยบางค่าที่ขึ้นกับจำนวนข้อมูลหรือความเที่ยงตรง อย่างไรก็ตามอุปสรรคที่สำคัญมากที่สุดของการปรับอิทธิพลคงที่โดยใช้ชั้นการเบี่ยงเบนของค่าเฉลี่ยอาจทำให้เกิดอคติได้ ซึ่งเป็นอุปสรรคเนื่องจากเราไม่ต้องการประเมิน EBV ที่ได้รับผลมาจากฝูง ปี หรือฤดูกาลที่สัตว์นั้นได้รับ ดังนั้นวิธีการของ BLUP จึงใช้ได้ดีกับอิทธิพลคงที่เช่นนั้น และเป็น Best Linear Unbiased Prediction ของคุณค่าการผสมพันธุ์ (Harvey, 1977)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.2.5 แบบหุ่นผสม

แบบหุ่นจำลองเชิงเส้นผสมประกอบด้วยอิทธิพลต่างๆ 2 แบบ คือ อิทธิพลคงที่และอิทธิพลสุ่ม

อิทธิพลคงที่ (fixed effect) เป็นอิทธิพลเนื่องจากการจัดการ (contemporary group) หรืออิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อสัตว์ได้แก่ ฤดูกาล เพศ ฝูงสัตว์ อายุของแม่ ลำดับลูกที่คลอด ปีที่เก็บข้อมูล เป็นต้น

อิทธิพลสุ่ม (random effect) เป็นอิทธิพลที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและอิทธิพลที่เกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดพันธุกรรม เช่น พ่อพันธุ์ แม่สัตว์ ตัวสัตว์เอง เป็นต้น

โมเดลสัตว์ (animal model) เป็นโมเดลที่นิยมใช้ในการประเมินพันธุกรรมของสัตว์ในปัจจุบัน คุณค่าการผสมพันธุ์ของพ่อพันธุ์ใน sire summary ทั่วไปนิยมใช้การประเมินด้วยวิธีการ BLUP จากโมเดลสัตว์ โดยอาศัยข้อมูลบันทึกตัวสัตว์จากทุกแหล่งร่วมกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์ทั้งหมดในพันธุ์ประวัติ (animal genetic relationship) และการปรับด้วยอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ ในรูปโมเดลผสม ดังนั้นค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์ ทั้งสัตว์ที่เป็นพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ และสัตว์อื่นๆ จึงมีความแม่นยำเนื่องจากเป็นการประเมินจากข้อมูลทุกแหล่งที่เป็นไปได้ปรับด้วยความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์ในพันธุ์ประวัติ ซึ่งมี

แบบหุ่นผสมคือ $y = Xb + Zu + e$

เมื่อ Y คือ เวคเตอร์ $n \times 1$ ของค่าสังเกต

b คือ เวคเตอร์ $p \times 1$ ของอิทธิพลคงที่ (fixed effects)
(p = ระดับของอิทธิพลคงที่)

u คือ เวคเตอร์ $q \times 1$ ของอิทธิพลสุ่ม (random effects)
(q = ระดับของอิทธิพลสุ่ม)

X คือ ดีไซด์เมทริกซ์ (design matrix) ขนาด $n \times p$ ที่เชื่อมโยงข้อมูลกับอิทธิพลคงที่ (fixed effects)

Z คือ ดีไซด์เมทริกซ์ (design matrix) ขนาด $n \times q$ ที่เชื่อมโยงข้อมูลกับอิทธิพลสุ่ม (random effects)

X และ Z เรียกโดยทั่วไปว่า incidence matrix

e คือ ความคลาดเคลื่อนจากการทดลอง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สมการแบบหุ่นผสม (Mixed Model Equation; MME) คือ

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

เมื่อ A คือ relationship matrix

$$\alpha = \sigma^2 e / \sigma^2 g \quad \text{หรือ} \quad 1-h^2/h^2$$

เราอาจกล่าวได้ว่า $\hat{b}$ คือ BLUE ของ b

$\hat{u}$ คือ BLUP ของ u

ลักษณะการใช้

1. ใช้ประเมินพันธุกรรมของสัตว์ทั้งหมดในพันธุ์ประวัติ นิยมใช้ในประชากรที่สัตว์ในประชากรมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม โดยมีพันธุ์ประวัติพร้อมทั้งในพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์

2. ค่าพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัวจะถูกประเมินจากข้อมูลทุกแหล่งที่ปรากฏทั้งข้อมูลตัวสัตว์เองและข้อมูลจากเครือญาติผ่านทางความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ดังนั้นสัตว์ที่ไม่มีบันทึกจึงสามารถประเมินพันธุกรรมได้ผ่านทาง genetic relationship

3. ข้อมูลจากตัวสัตว์แต่ละตัวที่นำมาใช้ในการประเมินมีเพียงบันทึกเดียว (single record per animal)

4. สามารถใช้ในประชากรที่มีการผสมพันธุ์ที่มีพันธุ์ประวัติซับซ้อน (complex pedigree) อย่างไรก็ตามพันธุ์ประวัติที่ใช้ต้องมีความถูกต้อง

5. การรายงานค่าพันธุกรรมในสมุดประจำพ่อพันธุ์ (sire summary) ปัจจุบันนิยมใช้การประเมินด้วย animal model โดยแสดงเฉพาะค่าพันธุกรรมของสัตว์ที่เป็นพ่อพันธุ์ และมีค่า accuracy สูงมากกว่า 50-60 เปอร์เซ็นต์

2.3.2.6 การพิจารณาคุณค่าการผสมพันธุ์โดยใช้ BLUP

1 ความเที่ยงตรงของ EBV

ค่าความเที่ยงตรงของ EBV จากการคำนวณจะสูงกว่าค่าความเที่ยงตรงที่คำนวณจากข้อมูลของตัวเองเล็กน้อย เป็นส่วนที่คาดว่าเมื่อค่า h^2 ของลักษณะมีค่าสูงความเที่ยงตรงที่ได้รับจากเครือญาติจะเพิ่มขึ้นอีกเล็กน้อย ค่าความเที่ยงตรงของ EBV โดยปกติจะเป็นค่ายกกำลังสอง แสดงผลในรูปของความน่าเชื่อถือ ค่าความน่าเชื่อถือมีค่าต่ำกว่าค่าความเที่ยงตรง และเป็นตัวสะท้อนให้เห็นถึงค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริงกับคุณค่าการผสมพันธุ์แบบประเมิน หรืออาจแสดงให้ชัดเจนกว่าได้ว่า ค่าความน่าเชื่อถือจะสะท้อนถึงสัดส่วนของความ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แปรปรวนในคุณค่าการผสมพันธุ์ที่แท้จริงที่ได้มาจากข้อมูล ในความหมายนี้ความน่าเชื่อถือเทียบเท่ากับค่า R^2 ตามที่ใช้กันในแบบหุ่นทางสถิติทั่วๆไป

2 การคัดเลือกโดยใช้คุณค่าการผสมพันธุ์จากวิธีการ BLUP

2.1 ให้ค่าความเที่ยงตรงสูงสุด

การคัดเลือกคุณค่าการผสมพันธุ์โดยใช้วิธี BLUP จะทำให้การตอบสนองต่อการคัดเลือกสูงสุดเพราะว่าใช้ข้อมูลทั้งหมดที่เป็นไปได้ ทำให้ได้ค่าความเที่ยงตรงสูงสุด

2.2 ทำให้ช่วงชีวิตของสัตว์ (generation interval) มีความเหมาะสม

เมื่อมีการใช้โปรแกรมการผสมพันธุ์ที่เหมาะสม สภาพการณ์ของการคัดเลือกจะเป็นไปได้ 2 ทาง คือจะเลือกสัตว์ที่มีอายุน้อยหรือมาก การคัดเลือกสัตว์ที่มีอายุน้อยเป็นสิ่งที่ดีที่จะทำให้ช่วงของชีวิตสั้นลง อย่างไรก็ตามสัตว์ที่มีอายุยังน้อยปกติจะมีค่าความเที่ยงตรงของค่า EBV สูงกว่า แต่การคัดเลือกไว้ในฝูงจะทำให้ช่วงของชั่วชีวิตยาวนานขึ้น การคัดเลือกสัตว์สูงอายุไว้ทำพันธุ์จะส่งผลให้มี EBV ต่ำลง ถ้ามีความก้าวหน้าทางพันธุกรรมต่อปี สัตว์ที่เกิดต่างกัน X ปี คาดว่าความก้าวหน้าทางพันธุกรรมจะมีผลต่างเป็น X เท่าของความก้าวหน้าต่อปี ดูเหมือนว่าจะเป็นการยากที่จะคัดที่จะคัดเลือกสัตว์ให้เหมาะสมกับชั้นอายุที่ต่างกัน อย่างไรก็ตามผลที่ได้รับจะเห็นได้ชัดเจนอย่างยิ่ง กลยุทธ์ที่เหมาะสมคือการประนีประนอม เช่น การคัดเลือกสัตว์ที่ดีที่สุดในแต่ละชั้นอายุ สัดส่วนของอายุที่ได้คัดเลือกอย่างเหมาะสมของแต่ละชั้นอายุจะเป็นไปโดยอัตโนมัติถ้าสัตว์ที่ดีที่สุดได้รับการคัดเลือกจากค่า EBV ตามวิธีการของ BLUP การคัดเลือกสัตว์บนพื้นฐานของ EBV โดย BLUP โดยไม่คำนึงถึงช่วงอายุทำให้ช่วงของชั่วชีวิตมีความเหมาะสมเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติ สัตว์ที่อายุน้อยกว่ามีค่าของ EBV ดีกว่า แต่โดยทั่วไปมีความแปรปรวนของ EBV น้อยกว่าเช่นเดียวกัน สัดส่วนที่เหมาะสมของสัตว์อายุน้อย ขึ้นกับความแตกต่างในความแปรปรวนของ EBV ภายในชั้นของอายุ (เช่น ความเที่ยงตรง)และบนความห่างทางพันธุกรรมระหว่างชั้นอายุ (เช่น ผลทางพันธุกรรมที่ได้รับต่อปี และจำนวนปี)

2.3 การผสมเลือดชิด

การคัดเลือกโดยใช้ค่า EBV โดยวิธีการของ BLUP ทำให้ผลตอบสนองต่อการคัดเลือกสูงสุด อย่างไรก็ตามผลการตอบสนองจะสูงสุดเมื่อคำนึงถึงในรุ่นต่อไป ผลการตอบสนองในระยะยาวไม่จำเป็นจะต้องเหมาะสมกับการคัดเลือกโดยใช้ BLUP เนื่องจากการคัดเลือกจะนำไปสู่การผสมเลือดชิดมากกว่าการคัดเลือกโดยใช้ mass selection (การคัดเลือกจากลักษณะปรากฏ) การผสมเลือดชิดที่มากขึ้นทำให้เกิดความสูญเสียความแปรปรวนในระยะยาว และอาจเป็นไปได้ที่จะเกิดความถดถอยจากการได้รับผลทางพันธุกรรม เหตุผลที่การคัดเลือกสัตว์โดย BLUP ทำให้เกิดการผสมเลือดชิดมากขึ้น เนื่องจาก BLUP ใช้ข้อมูลจากเครือญาติเท่าที่เป็นไปได้ทั้งหมดในการคำนวณ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

EBV การใช้ข้อมูลจากสมาชิกในครอบครัวบ่งชี้เป็นนัยว่าสมาชิกของครอบครัวเดียวกัน (ตัวที่ดี) มีโอกาสที่จะคัดเลือกไว้เพื่อผสมพันธุ์สูงกว่า ลักษณะที่มีอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำความสัมพันธ์ทางน้ำหนักต่อข้อมูลจากครอบครัวจะมีมากกว่าเมื่อเทียบกับลักษณะปรากฏของตัวมันเอง ยิ่งถ้าอัตราการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำกว่า การคัดเลือกโดยใช้ BLUP ก็ยิ่งมีความคล้ายคลึงกับการคัดเลือกครอบครัว (family selection) มากเท่านั้น และนำไปสู่การผสมเลือดชิดมากขึ้น

2.4 คะแนนสภาพร่างกาย (Body Condition Score; BCS)

คะแนนสภาพร่างกายใช้ในการประเมินองค์ประกอบของร่างกายและสถานะของสมดุลพลังงานในตัวสัตว์ (Enevoldsen and Kristensen, 1997; Gregory *et al*., 1998) ในสภาพการขาดความสมดุลของสารอาหารโดยเฉพาะการขาดสารอาหารสำหรับสัตว์ที่โตเต็มที่แล้วจะพบความเสียหายในเรื่องการสูญเสียน้ำหนักตัว สัตว์ซูบผอม อ่อนแอ และอาจตายได้ ถ้าสภาพการขาดสารอาหารนั้นเกิดติดต่อกันไป (Veerkamp *et al*., 2001) ลักษณะเช่นนี้สามารถพบในสัตว์อายุน้อยได้เช่นเดียวกันถ้าการให้อาหารไม่เพียงพออาจส่งผลระยะยาวต่อการผลิตน้ำนมได้ (Sniffen, 1991) สำหรับโคนมที่ให้ผลผลิตนมลดต่ำลงหรือไม่สามารถให้ผลผลิตได้ตามความสามารถของพันธุกรรมซึ่งเป็นปัญหาที่พบอยู่ทั่วไปในสภาพการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย (Chantaraprateep, 1993) เป็นปัญหาที่ทุกคนมักจะให้ความสนใจจนมองข้ามอีกปัญหาหนึ่งซึ่งมักจะเกิดขึ้นพร้อมกับปัญหาผลผลิตที่ลดต่ำลงเมื่อขาดอาหาร ปัญหานั้นก็คือปัญหาเกี่ยวกับการสืบพันธุ์ซึ่งจะทำให้อัตราการผสมติดลดลง นอกเหนือจากการขาดอาหารพลังงานที่เป็นสาเหตุสาเหตุของการผสมไม่ติดแล้ว การได้รับสารพลังงานมากเกินไปจนโคอ้วนและอยู่ในสภาพ Fat cow syndrome ก็เป็นสาเหตุสำคัญของการผสมไม่ติด (Wildman *et al*., 1992; Wright and Russel, 1994) โคนมที่อยู่ในสภาพอ้วนโดยเฉพาะช่วงก่อนคลอด จะลดปริมาณการกินลงมากในช่วงหลังคลอดทำให้เกิดมีการดึงเอาไขมันสำรองออกมาใช้พร้อมกับมีการสูญเสียน้ำหนักตัวไปมากเมื่อเทียบกับโคที่มีสภาพปกติ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้โคนมผสมติดยากและโคจะอยู่ในสภาพที่อ่อนแอและเป็นโรคได้ง่าย (Rutter, 1994)

คะแนนสภาพร่างกายเป็นเครื่องมือที่สำคัญ ในการวัดสภาพไขมันและโปรตีนที่สำรองภายในร่างกาย (กรมปศุสัตว์, 2546) คะแนนร่างกายโคที่ใช้กันอยู่มากมีแบบ 5 คะแนนและ 9 คะแนน (ยอดชาย, 2541) โดยทั่วไประบบคะแนนที่ใช้จะอยู่ในช่วง 1-5 คะแนน คะแนน 1 หมายถึงโคผอมคือไม่มีการสะสมไขมันและ คะแนน 5 หมายถึงโคอ้วนคือมีการสะสมไขมันมากเกินไป (Rodenburg, 2001) คะแนนสภาพร่างกายที่เหมาะสมเมื่อโคคลอดลูกคือ 3.0-4.0 ช่วงหยุดนมควรอยู่ที่ 3.0-3.5 คะแนน และควรอยู่ในช่วง 2.5-3.0 คะแนน เมื่อกำลังให้น้ำนมมาก (Chongkasikit, 2002) ดังแสดงในตาราง 4 อย่างไรก็ตาม Ferguson and Otto (1989) รายงานว่าโคไม่ควรมีคะแนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เปลี่ยนแปลงเกิน 1 คะแนนในช่วงหลังคลอดจนถึงผสม เนื่องจากส่งผลให้อัตราการผสมติดหลังคลอดลดต่ำลงซึ่งเป็นสาเหตุให้ระยะห่างของการให้ลูกยาวนานขึ้น ดังแสดงในตาราง 5

คะแนนสภาพร่างกายเป็นเครื่องชี้ที่เชื่อถือได้สำหรับระบบการให้อาหารโค การสะสมไขมันในร่างกายสามารถส่งผลต่อผลผลิตน้ำนม ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ และอายุการใช้งาน โคที่อ้วนหรือผอมจะก่อให้เกิดปัญหาทางกระบวนการเมตาบอลิซึม ผลผลิตน้ำนมต่ำ อัตราการตั้งท้องต่ำและมีลูกยาก การเปลี่ยนแปลงคะแนนสภาพร่างกายอย่างกะทันหันในช่วงแรกของการให้น้ำนมชี้ให้เห็นว่ามีปัญหาในเรื่องสุขภาพของสัตว์หรือแผนการให้อาหาร (Richard and Jeffrey, 2001)

ตาราง 4 คะแนนสภาพร่างกายที่เหมาะสมในแต่ละช่วงอายุของโคนม

ช่วงอายุ	คะแนนที่เหมาะสม	ช่วงคะแนน
โคสาว		
6 เดือน	2.5	2.0-3.0
ช่วงผสม	2.5	2.0-3.0
ช่วงก่อนคลอด	3.5	3.0-4.0
โคให้นม		
ช่วงคลอดลูก	3.5	3.0-4.0
ช่วงให้นมสูงสุด	2.0	1.5-2.0
ช่วงให้นมระยะกลาง	2.5	2.0-2.5
ช่วงหยุดให้นม	3.5	3.0-3.5

ที่มา Chongkasikit (2002)

ตาราง 5 ผลของการเปลี่ยนแปลงคะแนนสภาพร่างกายต่ออัตราการผสมติดหลังตลอด

การเปลี่ยนแปลงของ BCS	อัตราการผสมติด (%)	
ช่วงหลังคลอดจนถึงผสม	เฉลี่ย	พิสัย
+1	65	59-71
0	50	43-57
-1	34	29-40
-2	21	14-30

ที่มา Ferguson and Otto (1989)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Parker (2001) ชี้ให้เห็นถึงความจำเป็นของการตรวจคะแนนสภาพร่างกายเพื่อประมาณประสิทธิภาพการใช้อาหาร การผสมพันธุ์และการจัดการสุขภาพในฝูงโคนม โดยทำการตรวจคะแนนสภาพร่างกาย 6 ครั้งต่อปี คือช่วงกลางของการหยุดรีดน้ำนม วันที่คลอดลูก และที่ 45, 90, 180 และ 270 วันของการให้ผลผลิตน้ำนม แต่ช่วงระยะเวลาที่ควรทำการตรวจคะแนนสภาพร่างกายที่สุดคือช่วงก่อนคลอดและหลังคลอด

2.4.1 สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนสภาพร่างกายต่อผลผลิตและการสืบพันธุ์

การคัดเลือกทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะการให้ผลผลิตโดยเพิ่มการให้อาหารเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ความสมดุลของพลังงาน (Energy balance) มีทิศทางในเชิงลบในช่วงต้นของระยะให้นม (Veerkamp, 1998) สมดุลของพลังงานในเชิงลบในช่วงต้นของระยะให้นมเป็นสิ่งปกติในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Robinson, 1986) การมีสมดุลของพลังงานในเชิงลบที่ยาวนานทำให้สุขภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง (Derouen *et al*., 1994; Waltner *et al*., 1993)

Veerkamp *et al*. (2001) รายงานว่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างคะแนนสภาพร่างกายต่อความสมบูรณ์พันธุ์ (ระยะห่างของการให้ลูก วันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด) เท่ากับ -0.07, -0.11 และ -0.02 ตามลำดับ ในขณะที่สหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างคะแนนสภาพร่างกายและการให้ผลผลิต (ผลผลิตน้ำนม ไขมัน และโปรตีน) เท่ากับ -0.23, -0.15 และ -0.16 ตามลำดับ สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของคะแนนสภาพร่างกายกับความสมบูรณ์พันธุ์ (ระยะห่างของการให้ลูก วันท้องว่าง และจำนวนครั้งในการผสมติด) เท่ากับ -0.44, -0.46 และ -0.08 ตามลำดับ ในขณะที่สหสัมพันธ์ของทางพันธุกรรมระหว่างคะแนนสภาพร่างกายและการให้ผลผลิต (ผลผลิตน้ำนม ไขมัน และโปรตีน) เท่ากับ -0.30, -0.27 และ -0.31 ตามลำดับ โดยที่สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตและความสมบูรณ์พันธุ์อยู่ในช่วง 0.34-0.74

2.5 ผลผลิตน้ำนม (Milk Yield; MY)

ปริมาณน้ำนมเป็นลักษณะทางพันธุกรรมที่สำคัญที่สุด ปกติจะวัดเป็นปริมาณน้ำนมที่โคผลิตต่อระยะการให้นม (Kg/Lactation) โคจะให้นมมากน้อยขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น พันธุ์ อาหาร ระยะการให้นม จำนวนครั้งในการรีดนมต่อวัน อายุของโค และสภาพอากาศ การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย โคนมมักให้นมน้อยกว่าความสามารถทางพันธุกรรม สาเหตุหลักเนื่องจากการจัดการด้านอาหารไม่ดีพอ และสภาพอากาศที่ร้อน มีโรคและแมลงมาก (ยวงยศและนิกร, 2547)

ระยะการให้น้ำนม (lactation length) โดยธรรมชาติเซลล์ที่สร้างสังเคราะห์น้ำนมจะมีการสิ้นสุดและสลายตัวเองออกมาในน้ำนม เพียงแต่ในช่วงแรกของการให้น้ำนมอัตราการเจริญของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เซลล์ใหม่ขึ้นมาทดแทนเซลล์เก่าที่หลุดไปนั้นสูงกว่า แต่อัตราเจริญขึ้นทดแทนจะต่ำในปลายระยะการให้นม โคที่ผสมติดตั้งท้องเร็วก็จะมีอัตราการลดของน้ำนมเร็วกว่า และโคที่ให้น้ำนมติดต่อกันโดยไม่มีระยะพักการรีดน้ำนมเลย จะส่งผลให้การให้นมในช่วงถัดไปลดต่ำลงมาก ดังนั้นโคจึงต้องมีระยะพักการรีดนมอย่างน้อย 60 วัน จึงเพียงพอต่อการเจริญเติบโตของเซลล์สร้างน้ำนมชุดใหม่ ที่จะเจริญขึ้นมา โดยทั่วไปโคจึงควรมีช่วงการรีดนมมาตรฐาน 305 วัน และพักรีดอีก 60 วัน แต่ในภาคปฏิบัติ จะรีดนมอยู่ในช่วง 300-320 วัน และพักรีดอีก 60 วัน ดังนั้นโคก็จะมีระยะห่างของการให้ลูก 360-380 วัน การลดเวลาของระยะห่างของการให้ลูกสั้นลง เพื่อเพิ่มอัตราการให้ลูกต่อปีนั้นกระทำได้ยาก เพราะโคที่มีแนวโน้มการให้น้ำนมมากก็จะมีแนวโน้มของการผสมติดลูกช้า ทำให้ระยะห่างของการให้ลูกยืดยาวออกไป (Dematawewa and Berger, 1998)

ระยะหยุดรีดนม (dry period) ปริมาณน้ำนมที่ผลิตเมื่อคลอดลูกตัวที่สองหรือตัวถัด ๆ ไป จะมีผลกระทบจากระยะเวลาหยุดรีดนมก่อนคลอดลูก (dry period) ปริมาณผลผลิตน้ำนมจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของระยะหยุดรีดนมจนกระทั่ง 8 สัปดาห์ ระยะหยุดรีดนมที่มากกว่า 8 สัปดาห์ จะไม่มีผลทำให้ปริมาณผลผลิตน้ำนมเพิ่มสูงขึ้นไปอีก

อาหารและการจัดการ (feed and management) ปริมาณน้ำนมที่โคผลิตผันแปรอย่างมากจากอิทธิพลของอาหารและการจัดการ ซึ่งแน่นอนโคที่ได้รับอาหารที่ดีมีคุณภาพย่อมต้องให้นมมาก การจัดการ เช่น โรงเรือน การปรับอุณหภูมิในโรงเรือน ตารางการปฏิบัติต่อโคนมล้วนแล้วแต่มีอิทธิพลต่อปริมาณน้ำนมที่โคผลิต (Dematawewa and Berger, 1998)

ฤดูกาลคลอด (calving seasons) โคที่คลอดในช่วงฤดูแล้งในขณะที่ขาดแคลนอาหารสัตว์โดยเฉพาะอาหารหยาบจะให้นมน้อยกว่าโคที่คลอดในช่วงฤดูฝน ในขณะที่หญ้าเจริญเติบโตได้ดี การวางแผนผสมพันธุ์ให้โคคลอดในช่วงต้นฤดูฝน โคจะได้รับอาหารเต็มที่ และเป็นผลให้โคให้นมมากด้วย

จำนวนครั้งที่รีดนมต่อวัน (number of milking per day) โคที่ถูกรีดนม 3 หรือ4 ครั้งต่อวัน จะให้นมมากกว่าโคที่ได้รับการรีดนม 2 ครั้งต่อวัน อย่างไรก็ตามการรีดนมหลาย ๆ ครั้ง ทำให้เปลืองเวลาปกติจะรีดเพียงวันละ 2 ครั้ง (วิศิษฐิพร, 2540)

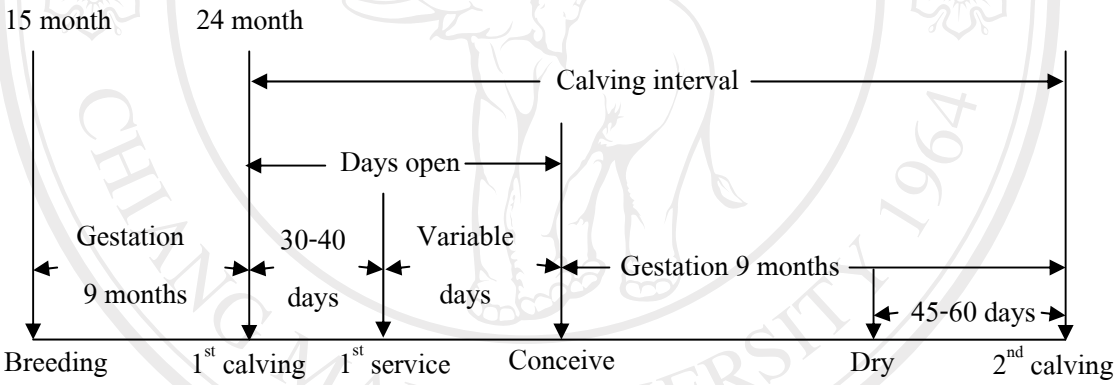
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.6 ระยะห่างของการให้ลูก (Calving Interval; CI)

ปริมาณน้ำนมในแต่ละระยะให้นม มีอิทธิพลมาจากทั้งระยะก่อนและหลังการคลอดลูก ถ้าระยะห่างของการคลอดลูกแต่ละตัวสั้น จะทำให้ปริมาณน้ำนมน้อย ทั้งระยะให้นมปัจจุบันและระยะให้นมต่อๆไป ถ้าระยะห่างของการคลอดลูกแต่ละตัวยาวมากเกินไป โคจะให้ปริมาณน้ำนมมากในระยะให้นมนั้นๆอย่างไรก็ตาม ถ้าระยะห่างของการคลอดลูกแต่ละตัวยาวมากเกินไป ก็จะมี

ผลทำให้โคให้ลูกได้น้อยตัว และการเลี้ยงดูจะไม่คุ้มในแง่เศรษฐกิจ Hoekstra *et al* (1994) รายงานว่าระยะห่างของการคลอดลูกแต่ละตัวที่เหมาะสมอยู่ระหว่าง 12-14 เดือนในโคทุกๆ พันธุ์

Barnes (2001) รายงานเป้าหมายของการผสมพันธุ์โคคือเริ่มผสมที่อายุ 15 เดือน ให้ลูกตัวแรกที่อายุ 24 เดือน (ตั้งท้องเป็นเวลา 9 เดือน) โดยที่โคจะให้น้ำนมเป็นระยะเวลา 305 วัน (ประมาณ 10 เดือน) ซึ่งระยะเวลาที่โคให้น้ำนมแบ่งเป็นช่วงต่างๆ ดังนี้คือ หลังคลอดจนผสมพันธุ์ครั้งแรก เป็นระยะเวลาประมาณ 30-40 วัน หากผสมครั้งแรกไม่ติดจะทำการผสมพันธุ์จนติด เมื่อผสมติดแล้วก่อนโคคลอด 45-60 วันจะหยุดรีดน้ำนมเพื่อเป็นการพักฟื้นโคก่อนที่จะทำการผสมครั้งต่อไป ดังนั้นจะเห็นได้ว่าระยะห่างของการให้ลูกจะขึ้นอยู่กับวันท้องว่าง เนื่องจากมีความแปรปรวนมากที่สุดที่จะทำให้ระยะห่างของการให้ลูกสั้นหรือยาว



ภาพ 2 ระยะห่างของการให้ลูก (Barnes, 2001)

2.6.1 สหสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตน้ำนมและคะแนนสภาพร่างกายต่อระยะห่างของการให้ลูก

Pryce *et al*. (2001) รายงานว่าสภาพแวดล้อมส่งผลต่อความแปรปรวนร่วมระหว่างคะแนนสภาพร่างกายและระยะห่างของการให้ลูกน้อยมาก (-0.011) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างผลผลิตน้ำนมกับคะแนนสภาพร่างกายคือ -0.51 ระหว่างผลผลิตน้ำนมกับระยะห่างของการให้ลูกคือ 0.67 และระหว่างคะแนนสภาพร่างกายกับระยะห่างของการให้ลูกคือ -0.48

การคัดเลือกโดยใช้ดัชนีการคัดเลือกโดยลดระยะห่างของการให้ลูก 5.23 วันมีผลทำให้คะแนนสภาพร่างกายเพิ่มขึ้น 0.49 คะแนน แต่ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมลดลง 654.8 กิโลกรัม เมื่อควบคุมให้คะแนนสภาพร่างกายคงที่ส่งผลให้ระยะห่างของการให้ลูกลดลง 3.30 วัน ผลผลิตน้ำนมลดลง 405.0 กิโลกรัม การควบคุมให้ผลผลิตน้ำนมคงที่ ส่งผลให้ระยะห่างของการให้ลูกลดลง 1.12 วัน แต่คะแนน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สภาพร่างกายเพิ่มขึ้น 0.66 คะแนน ถ้าเป้าหมายของการคัดเลือกคือผลผลิตน้ำนมเพียงอย่างเดียว ส่งผลให้ระยะห่างของการให้ลูกเพิ่มขึ้น 4.46 วัน แต่คะแนนสภาพร่างกายลดลง 0.41 คะแนน แต่ถ้าควบคุมให้ระยะห่างของการให้ลูกคงที่ จะส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่ม 402.4 กิโลกรัม คะแนนสภาพร่างกายลดลง 0.02 คะแนน ถ้าควบคุมให้คะแนนสภาพร่างกายคงที่ ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมและระยะห่างของการให้ลูกเพิ่ม 653.1 กิโลกรัม และ 3.20 วันตามลำดับ และถ้าควบคุมให้ระยะห่างของการให้ลูกและคะแนนสภาพร่างกายคงที่ ผลผลิตน้ำนมจะเพิ่มขึ้น 402.2 กิโลกรัม (Pryce *et al*, 2002)

โคที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูงจะทำให้มีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ต่ำอย่างไรก็ตามการให้ผลผลิตสูงก็ไม่ทำให้ระบบสืบพันธุ์ของฝูงทรุดโทรมลงเสมอไป ซึ่ง Roxstrom *et al*. (2001) ใช้ประโยชน์จากสหสัมพันธ์ของฝูงปีระหว่างการให้ผลผลิตต่อความสมบูรณ์พันธุ์ แสดงให้เห็นว่า ฝูงที่ให้ผลผลิตสูงยังคงมีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ที่ดีเนื่องจากมีการคัดทิ้งโคที่มีสมรรถภาพทางการสืบพันธุ์ต่ำออกจากฝูง ดังนั้นเมื่อมีการจัดการที่ดี ฝูงที่ให้ผลผลิตสูงก็สามารถมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ที่ดีด้วย แม้ว่าโคที่มีค่าพันธุกรรมสูงจะมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ต่ำกว่าโครุ่นเดียวกันที่มีค่าทางพันธุกรรมที่ด้อยกว่า

2.6.2 ระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมสำหรับผลผลิตน้ำนมและมูลค่าทางเศรษฐกิจ

การผสมพันธุ์หลังคลอดมีความสำคัญมากที่จะช่วยลดค่าเฉลี่ยวันท้องว่างและระยะห่างของการให้ลูก โปรแกรมการผสมพันธุ์ที่ประสบผลสำเร็จทำให้เพิ่มผลกำไรได้สูงสุดในช่วงการให้ผลผลิต ซึ่ง Barnes (2001) รายงานว่าประชากรโคนมในมลรัฐเวอร์จีเนียร์ สหรัฐอเมริกา มีระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมอยู่ในช่วง 12-12.5 เดือน ถ้าวันท้องว่างเพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ค่าเฉลี่ยน้ำนมต่อวันลดลงและได้รับผลตอบแทนลดลงเฉลี่ย 2-3 ดอลลาร์สหรัฐต่อตัวต่อวัน เมื่อประมาณค่าจากฝูงโคจำนวน 200 ตัว มีระยะห่างของการให้ลูกเฉลี่ย 13.5 เดือน จะทำให้เกิดการสูญเสียรายได้ 12000 ดอลลาร์สหรัฐ เนื่องจากผลผลิตน้ำนมและลูกโคต่อปีที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ Nebel (2001) ที่ศึกษาหาระยะห่างของการให้ลูกที่เหมาะสมในประชากรโคนมของมหาวิทยาลัยจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา รายงานว่าระยะห่างของการให้ลูกที่ 12-13 เดือน มีความเหมาะสมที่สุดต่อผลผลิตน้ำนมและผลตอบแทนที่ได้รับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำนม 16,000 ปอนด์ (7,260 กิโลกรัม) ถึงแม้ว่าผลผลิตน้ำนมของโคที่มีระยะห่างของการให้ลูก 14 และ 15 เดือน เท่ากับ 18,000 และ 19,000 ปอนด์ (8,165 และ 8,618 กิโลกรัม) ตามลำดับ แต่ผลตอบแทนเฉลี่ยต่อวันลดลง 1.82 และ 5.44 ดอลลาร์สหรัฐ ตามลำดับ

Fricke (2002) รายงานการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจพบว่าการมีระยะห่างของการให้ลูกที่เกิน 13 เดือนมีผลทำให้กำไรที่ได้ต่อปีของฝูงโคลดลงดังแสดงในตาราง 6 ส่วนการศึกษาของ Pryce *et al.*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2000) ได้แสดงถึงการเพิ่มขึ้นของระยะห่างของการให้ลูก 1 วันในประเทศอังกฤษและฝรั่งเศสทำให้สูญเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น 4 ปอนด์ (ประมาณ 280 บาท) และ 2.5 ยูโร (ประมาณ 125 บาท) ตามลำดับ

ตาราง 6 การทำนายผลตอบแทนต่อปีจากการเลี้ยงโคนมที่ระยะห่างของการให้ลูกต่างกัน

ระยะห่างของการให้ลูก สัปดาห์ (เดือน)	ผลตอบแทนต่อปี ($)	ผลตอบแทนที่ต่างจากระยะห่างของการให้ลูกนาน 56 สัปดาห์ ($)
56 (13)	956.18	-
60 (14)	936.78	-23.04
64 (15)	909.65	-50.17
68 (16)	879.49	-80.33
72 (17)	847.13	-112.69
76 (18)	813.19	-128.63

ที่มา Fricke (2002)

2.7 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์

2.7.1 ระดับสายเลือดโคโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

โคที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ มีอายุเมื่อคลอดลูกตัวแรกน้อยกว่าโคที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยนมากกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป ลักษณะจำนวนครั้งการผสมติดพบว่า กลุ่มโคที่มีระดับสายเลือดไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ มีจำนวนครั้งในการผสมติดต่ำกว่ากลุ่มโคที่ระดับสายเลือด 87.5 เปอร์เซ็นต์ โดยในกลุ่มโคที่มีระดับสายเลือดตั้งแต่ 93.75 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป มีจำนวนครั้งในการผสมติดไม่แตกต่างจากโคกลุ่มอื่น ๆ ส่วนในลักษณะระยะห่างของการให้ลูกและวันท้องว่าง พบว่าโคที่ระดับเลือดน้อยกว่า 75 เปอร์เซ็นต์ มีระยะห่างของการให้ลูกและวันท้องว่างน้อยกว่าโคกลุ่มอื่น ๆ รองลงมาคือกลุ่มโคระดับเลือด 75 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มโคที่มีระดับเลือด 87.5 ถึง 93.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกลุ่มโคที่มีระดับเลือดมากกว่า 93.75 เปอร์เซ็นต์ มีระยะห่างของการให้ลูกและวันท้องว่างสูงสุดแต่ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่มีระดับเลือด 93.75 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเมื่อระดับสายเลือดโคโฮลสไตน์ ฟรีเชี่ยนเพิ่มสูงขึ้น วิชัยและคณะ (2546) ดังแสดงในตาราง 7 สอดคล้องกับรายงานของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

Hoekstra *et al*. (1994) และ Veerkamp *et al*. (2001) ที่รายงานค่าอิทธิพลของระดับเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ที่ต่ำลงเมื่อระดับเลือดเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับสมเกียรติและคณะ (2542) ที่ศึกษาในโคลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน ระดับสายเลือด 50, >75 และ >87.5 เปอร์เซ็นต์ พบว่าระยะห่างของการให้ลูกเพิ่มขึ้นเป็น 424.3,449.7 และ 457.3 วัน ตามลำดับ โดยประพฤทธิ์และคณะ (2541) รายงานว่าระดับสายเลือดโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 7 ค่าเฉลี่ยกำลังสองต่ำสุด (LSM±SE) ของลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ที่ระดับสายเลือดต่างๆ ของโคโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน

เปอร์เซ็นต์สายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน	ค่าเฉลี่ยกำลังสองต่ำสุด (LSM±SE)			
	อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก (เดือน)	จำนวนครั้งการผสมติด (ครั้ง)	ระยะห่างของการให้ลูก (วัน)	วันท้องว่าง (วัน)
<75	30.4±1.2[a]	1.6±0.1[a]	423.2±10.2[a]	140.7±8.9[a]
75	31.7±0.6[a]	1.8±0.1[a]	471.4±9.6[b]	187.2±8.0[b]
87.5	33.4±0.4[b]	2.1±0.1[b]	503.4±13.6[c]	212.0±10.8[c]
93.75	35.1±1.0[b]	2.0±0.3[ab]	528.1±27.6[cd]	229.2±21.1[cd]
>93.75	38.1±2.3[b]	2.0±0.7[ab]	642.6±69.8[d]	341.0±67.4[d]
P-value	0.002	0.030	0.001	0.001

[a,b,c,d] ตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างกันในทางสถิติ (P<0.05)

ที่มา: วิชัยและคณะ (2546)

2.7.2 ปัจจัยเนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูก

ผลจากการวิเคราะห์ของวิชัยและคณะ (2546) เกี่ยวกับปัจจัยเนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูก (ปี) พบว่าไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด (P>0.05) แต่มีอิทธิพลต่อระยะห่างของการให้ลูก และวันท้องว่าง (P<0.05) โดยโคที่คลอดลูกในช่วงอายุ 2 ถึง 4 ปี จะมีความสมบูรณ์พันธุ์ที่ดีขึ้น หลังจากนั้นความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเป็นลำดับตามอายุเมื่อคลอดลูกที่เพิ่มขึ้น โดยมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำสุดเมื่ออายุคลอดลูกมากกว่า 10 ปี ซึ่งค่อนข้างสอดคล้องกับรายงานของ Dematawewa and Berger (1998) ที่ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชี่ยน โดยจัดกลุ่มอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูก (ปี)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พบว่ามีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด เพิ่มขึ้นตามกลุ่มอายุที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในระยะการให้นมที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกับลักษณะวันท้องว่าง ที่พบว่าเพิ่มมากขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น (ตาราง 8)

ตาราง 8 ค่าลีสสแควร์มีน (LSM+SE) ของลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ที่อายุเมื่อคลอดลูกต่างๆ

	ค่าเฉลี่ยกำลังสองต่ำสุด		
อายุเมื่อคลอดลูก (ปี)	จำนวนครั้งการผสมติด (ครั้ง)	ระยะห่างของการให้ลูก (วัน)	วันท้องว่าง (วัน)
2	1.5±0.3	503.0±31.4^{ab}	227.3±27.6a^{bc}
3	1.6±0.2	480.4±22.2^{a}	190.8±20.0^{a}
4	1.6±0.2	476.7±20.7^{a}	187.6±18.5^{a}
5	1.6±0.2	482.5±20.5^{a}	195.4±18.2^{a}
6	2.0±0.2	490.8±20.5^{a}	207.0±18.0^{a}
7	2.2±0.2	524.1±20.8^{bc}	234.5±18.3^{bc}
8	2.1±0.2	484.1±24.3^{a}	223.6±20.0^{abc}
9	1.9±0.3	534.6±34.6^{bc}	223.7±27.4^{abc}
10	2.3±0.4	529.1±52.2^{bc}	212.0±41.3^{ab}
>10	2.3±0.5	632.0±54.9^{c}	318.6±46.8^{c}

^{a,b,c} ตัวอักษรต่างกันในคอลัมน์เดียวกัน แตกต่างกันในทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: วิชัยและคณะ (2546)

2.7.3 ปัจจัยเนื่องจากระยะการให้นม

วิชัยและคณะ (2546) รายงานว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ได้แก่จำนวนครั้งต่อการผสมติด ระยะห่างของการให้ลูกและจำนวนท้องว่าง ($P>0.05$) ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ Marti and Funk (1994), Dematawewa and Berger (1998) และ Miller *et al*. (2001) ที่รายงานว่าความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเมื่อระยะการให้นมเพิ่มขึ้นโดย Marti and Funk (1994) ให้เหตุผลไว้ว่าอาจเนื่องมาจากแม่โคที่ผ่านการให้ลูกมาหลายครั้งมีโอกาสพบปัญหาด้านระบบสืบพันธุ์มากขึ้นและเกิดความเครียดจากการให้ผลผลิตน้ำนมที่เพิ่มสูงขึ้นด้วย ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์เป็นลักษณะหนึ่งที่อยู่ในเป้าหมายของการคัดเลือก หากเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดจะ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พิจารณาคัดออกจากฝูง (กรมปศุสัตว์, 2545) ดังนั้นเมื่อระยะการให้นมเพิ่มขึ้นแม่โคที่มีปัญหาด้านความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำหรือมีปัญหาทางระบบสืบพันธุ์จึงมีโอกาสสูงที่จะถูกคัดออกจากฝูง ระยะการให้นมของโคในฝูงนี้จึงไม่ส่งอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสดใสและสุธิดา (2545) ที่ศึกษาในฝูงโคนมพื้นฐานตามโครงการปรับปรุงพันธุ์โคนม TMZ (Thai Milking Zebu) ของกรมปศุสัตว์ พบว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติดที่แตกต่างกัน แต่มีอิทธิพลต่อระยะห่างของการให้ลูกเฉพาะในระยะการให้นมที่ 1 ที่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระยะการให้นมอื่น ๆ โดยตั้งแต่ระยะการให้นมที่ 2 ถึงระยะการให้นมที่ 6 มีระยะห่างของการให้ลูกไม่แตกต่างกัน

2.8 อำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่

อำเภอไชยปราการ เป็นอำเภอหนึ่งของจังหวัดเชียงใหม่ ตั้งอยู่ทางทิศเหนือของอำเภอเมืองเชียงใหม่ มีระยะห่างจากอำเภอเมืองเชียงใหม่ประมาณ 128 กิโลเมตร ใช้เวลาเดินทางโดยรถยนต์ประมาณ 2 ชั่วโมง ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 107 สาย เชียงใหม่-ฝาง ตั้งอยู่บนเนื้อที่ 514.46 ตารางกิโลเมตร หรือ 321,537.5 ไร่ มีอาณาเขตติดต่อดังนี้ ทิศเหนือติดต่อกับอำเภอฝาง จังหวัดเชียงใหม่ ทิศใต้ติดต่อกับอำเภอพร้าว จังหวัดเชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อกับอำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงราย และทิศตะวันตกติดต่อกับอำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่ และรัฐฉาน สาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพเมียนมาร์ ประกอบด้วย 4 ตำบล 44 หมู่บ้าน จำนวนประชากรทั้งสิ้น 47,880 คน แบ่งเป็นประชากรชาย 24,212 คน และประชากรหญิง 23,668 คน อาชีพหลัก คือ ทำนา ทำสวน ทำไร่ อาชีพเสริม คือ เลี้ยงสัตว์ รับจ้าง ผลผลิตที่สำคัญ ได้แก่ กระเทียม ข้าว ลำไย ลิ้นจี่ และนม การแบ่งเขตการปกครอง ตามพระราชบัญญัติลักษณะปกครองท้องที่ พ.ศ. 2547 อำเภอไชยปราการแบ่งออกเป็น 4 ตำบล ดังนี้

2.8.1 ตำบลปงตำ ตำบลปงตำเป็นตำบลเก่าแก่ตำบลหนึ่งอยู่ในเขตการปกครองของอำเภอฝางจังหวัดเชียงใหม่ ก่อนแยกการปกครองเป็นกิ่งอำเภอไชยปราการ ได้มีการแบ่งแยกการปกครองออกจากตำบลปงตำอีก 3 ตำบล คือ ตำบลศรีดงเย็น หนองบัว และแม่ทะเล ปัจจุบัน ต.ปงตำ แบ่งการปกครองออกเป็น 8 หมู่บ้าน คือ บ้านปงตำ บ้านท่า บ้านปางควาย บ้านมิตรอรัญ บ้านป่ารวก บ้านห้วยบง บ้านห้วยม่วง และบ้านทุ่งยาว สภาพภูมิประเทศ เป็นหมู่บ้านพื้นที่ราบ คือหมู่ที่ 1-6 และหมู่ 8 พื้นที่เป็นที่ราบเชิงเขา 1 หมู่บ้าน คือบ้านห้วยบง หมู่7 เป็นชาวเขาเผ่ากระเหรี่ยง อาณาเขตทิศเหนือติดต่อ ต.แม่ข่า อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทิศใต้ติดต่อ ต.ศรีดงเย็น อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันออกติดต่อ ต.แม่ทะลบ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันตกติดต่อ ต.หนองบัว อ.ไชยปราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

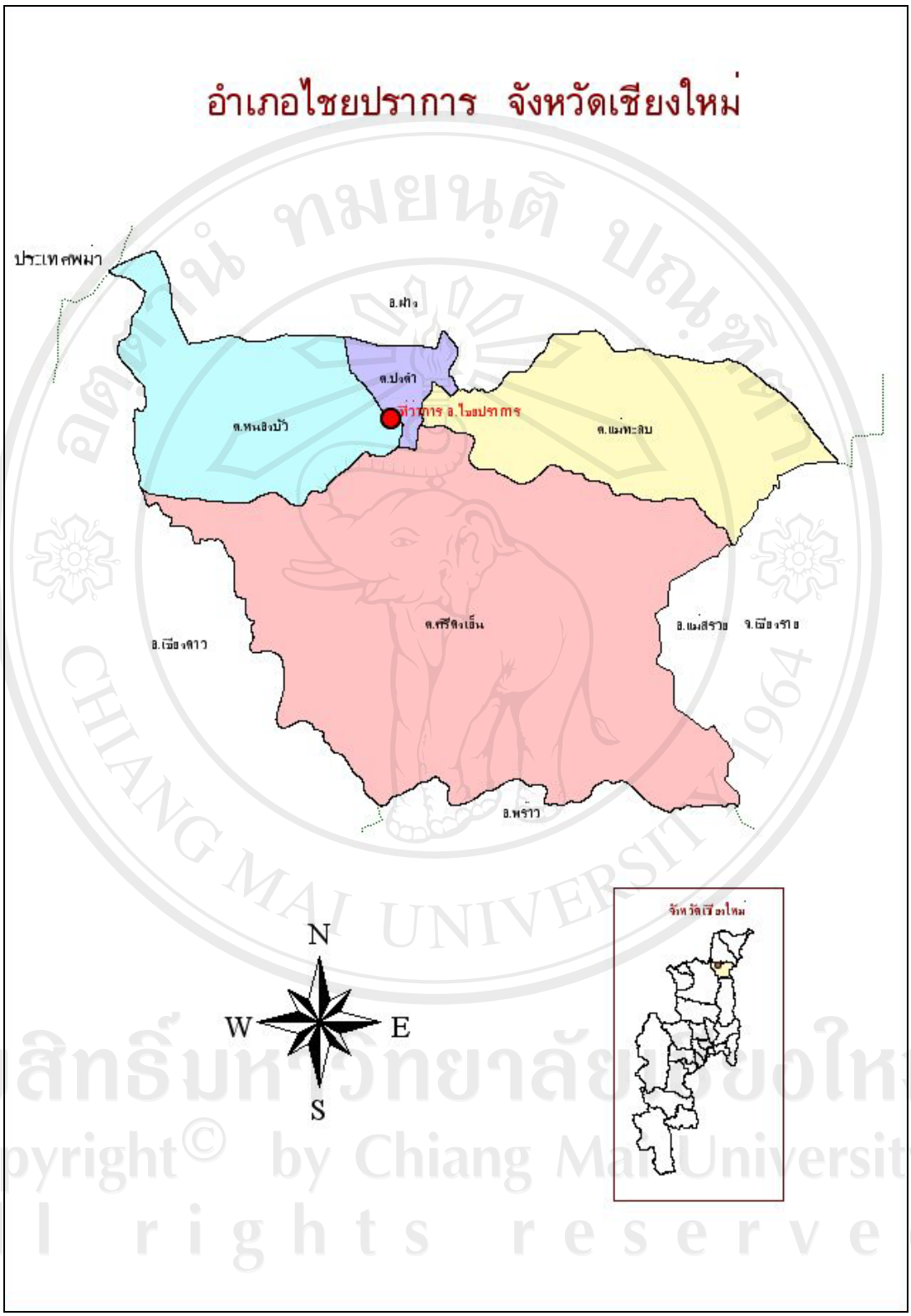
จ.เชียงใหม่ จำนวนประชากรทั้งสิ้น 8,216 คน เป็นชาย 4,066 คน เป็นหญิง 3,950 คน อาชีพหลัก ทำสวน ทำไร่ อาชีพเสริม หัตถกรรมครัวเรือน เลี้ยงสัตว์

2.8.2 ตำบลแม่ทะลบ เป็นตำบลที่ตั้งอยู่ในเขตการปกครองของอำเภอไชยปราการ มีจำนวนหมู่บ้านทั้งสิ้น 6 หมู่บ้าน ได้แก่ หมู่ 1 บ้านแม่ทะลบ หมู่ 2 บ้านป่าแดง หมู่ 3 บ้านป่างิ้ว หมู่ 4 บ้านดอยหล่อ หมู่ 5 บ้านดงฉิมพลี หมู่ 6 บ้านใหม่พัฒนา มีพื้นที่เป็นที่ราบระหว่างภูเขาเหมาะสำหรับทำการเกษตร พื้นที่ภูเขาและป่าไม้สมบูรณ์เป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำ อาณาเขต ทิศเหนือ ติดกับ ต.แม่ข่า และ ต.แม่คะ อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ทิศใต้ ติดกับ ต.ศรีดงเย็น อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันออก ติดกับ อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ทิศตะวันตก ติดกับ ต.ปงตำ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ จำนวนประชากรในเขต อบต. 7,546 คน และจำนวนหลังคาเรือน 1,840 หลังคาเรือน อาชีพหลัก ทำนา ทำสวน เลี้ยงสัตว์ อาชีพเสริม รับจ้าง

2.8.3 ตำบลศรีดงเย็น ตำบลศรีดงเย็นเป็นตำบลหนึ่งในเขตการปกครองของอำเภอฝาง และได้แยกตั้งเป็นกิ่งอำเภอเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม 2530 ต่อมายกฐานะเป็น อำเภอไชยปราการ เมื่อวันที่ 4 กรกฎาคม 2537 อยู่ทางทิศเหนือของจังหวัดเชียงใหม่ ห่างจากจังหวัดเชียงใหม่ 128 กม. ตำบลศรีดงเย็นเป็นหนึ่งในสี่ตำบลประกอบไปด้วย 18 หมู่บ้าน มีสภาพภูมิประเทศเป็นภูเขามีที่ราบบางส่วน ทิศเหนือ ติดกับ เทศบาลตำบลไชยปราการ, ต.หนองบัว และ ต.ทะลบ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศใต้ ติดกับ อ.พร้าว และ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันออก ติดกับ ต.แม่ทะลบ อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ และ อ.แม่สรวย จ.เชียงราย ทิศตะวันตก ติดกับ ต.หนองบัว อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ จำนวนประชากรในเขต อบต. 10,699 คน และจำนวนหลังคาเรือน 2,538 หลังคาเรือน อาชีพหลัก ทำนา ทำสวน ทำไร่อาชีพเสริม รับจ้างตามฤดูกาล ปั้นโอ่ง ทอผ้า แปรรูปอาหาร

2.8.4 ตำบลหนองบัว ตำบลหนองบัวเป็นตำบลเก่าแก่ตำบลหนึ่งของอำเภอไชยปราการ พื้นที่เป็นภูเขาสูง มีป่าไม้อุดมสมบูรณ์เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำสายต่างๆ ถึง 11 สาย มีบ่อน้ำแร่ธรรมชาติ มีโบราณสถานที่สำคัญ ได้แก่วัดพระเจ้าพรหมหาราช มีสภาพเป็นพื้นที่ราบ บางส่วนเป็นที่ราบเชิงเขา และเป็นภูเขาสูง ทิศเหนือ ติดต่อ ต.แม่งอน อ.ฝาง จ.เชียงใหม่ ทิศใต้ ติดต่อ ต.ศรีดงเย็น อ.ไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันออก ติดต่อ เทศบาลตำบลไชยปราการ จ.เชียงใหม่ ทิศตะวันตก ติดต่อ ต.เมืองนะ อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ และ สาธารณรัฐสังคมนิยมแห่งสหภาพพม่า จำนวนประชากรในเขต อบต. 14,121 คน และจำนวนหลังคาเรือน 4,137 หลังคาเรือน อาชีพหลัก ทำสวน ทำไร่ อาชีพเสริม รับจ้าง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 3 แผนที่อำเภอไชยปราการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved