บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ประวัติความเป็นมาของการเลี้ยงโคนมในประเทศไทย

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยเชื่อกันว่าในระยะแรกของการเลี้ยง จะเลี้ยงกันในหมู่ชาวอินเดียเพื่อบริโภคหรือขายให้กับเพื่อนบ้านชาวอินเดียด้วยกัน ซึ่งพันธุ์โคนมที่เลี้ยงคือ พันธุ์บังกาลา ซึ่งสามารถให้นมได้ดี และระยะการให้นมนานกว่าโคพื้นเมืองทั่วไป หลังจากนั้นมีคนให้ความสนใจจึงเลี้ยงกันบ้างเล็กน้อย จนกระทั้งได้มีการจัดตั้งฟาร์มโคนมเป็นแห่งแรกของประเทศไทย ชื่อฟาร์มบางกอกแคร์รี่ โดยมีพระยาเทพหัสดินเป็นผู้จัดการ โดยมีเนื้อที่ทั้งหมด 9 ไร่ และมีโคทั้งหมดประมาณ 120 ตัว แต่ต้องประสบกับภาวะขาดทุน เนื่องจากในขณะนั้นมีผู้บริโภคกันน้อยมาก และปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้มากกว่าความต้องการ จึงขายไม่หมดจนต้องล้มเลิกกิจการไป

ระหว่างเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 รัฐบาลได้จัดตั้งองค์การขึ้นเพื่อรับผิดชอบเกี่ยวกับการผลิตน้ำนม ป้องกันปัญหาการขาดแคลนน้ำนมเพื่อการบริโภค โดยทำการรวบรวมโคนมจากชาวอินเดีย ซึ่งได้ดำเนินการอยู่ระยะหนึ่งจึงล้มเลิกไป และเมื่อสิ้นสุดสงครามโลกครั้งที่ 2 กรมปศุสัตว์และกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้มีการนำเข้าโคพันธุ์เรดซินดิจากประเทศอินเดีย มาผสมกับโคบังกาลา และในปี พ.ศ. 2495 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้นำเข้าโคพันธุ์เจอร์ซี่จากประเทศออสเตรเลีย และโคพันธุ์บราวสวิส จากสหรัฐอเมริกา เพื่อประเมินว่า โคนมสายพันธุ์ยุโรปสามารถเลี้ยงในประเทศไทย ซึ่งมีสภาพภูมิอากาศเป็นแบบร้อนชื้นได้หรือไม่ ปรากฏว่าโคสายพันธุ์ยุโรปสามารถเลี้ยงได้ในเมืองไทย จึงมีการปรับปรุงและพัฒนาการเลี้ยงโคนมพร้อมทั้งมีการเผยแพร่ความรู้ในการเลี้ยงโคนมออกสู่เกษตรกร ทำให้เกษตรกรเริ่มให้ความสนใจในการเลี้ยงโคนม และทำการเลี้ยงโคนมเป็นอาชีพ เมื่อถึงปี พ.ศ. 2505 ได้มีการจัดตั้งองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย ซึ่งในปัจจุบันเป็นรัฐวิสาหกิจ สังกัดกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ โดยรับผิดชอบและส่งเสริมเกี่ยวกับการเลี้ยงโคนม และเป็นแหล่งรับซื้อน้ำนมจากเกษตรกร โดยความช่วยเหลือและร่วมมือของรัฐบาลไทยและเดนมาร์กใน พ.ศ. 2508 ประเทศเยอรมันได้ให้ความช่วยเหลือ โดยการจัดตั้งโครงการส่งเสริมการเลี้ยงโคนมไทย-เยอรมันขึ้นที่สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ห้วยแก้ว จังหวัดเชียงใหม่ (พยุงศักดิ์, 2552)

2.2 หมวดหมู่ทางอนุกรมวิธานของโคนม

โคเป็นสัตว์ที่มีชีวิตอยู่ในกลุ่มพวกสัตว์ Animal Kingdom และจำแนกตามหลักเกณฑ์ทางสัตววิทยาได้ดังนี้ โคนมจัดอยู่ในอาณาจักรสัตว์ เป็นสัตว์เลือดอุ่นที่มีกระดูกสันหลัง มีต่อมน้ำนมเพื่อผลิตน้ำนมเลี้ยงลูก มีขนปกคลุมลำตัว เป็นสัตว์มีกีบเท้าคู่ เป็นสัตว์กระเพาะรวม (compound stomach) ที่มี 4 กระเพาะ กินอาหารหยาบเป็นอาหารหลักมีการเคี้ยวเอื้อง (ruminant) คือสำรอกอาหารที่กินเข้าไปแล้วกลับขึ้นมาเคี้ยวอีกครั้งหนึ่ง มีเขากลวงและไม่มีการเปลี่ยนเขา มีรกแบบ polycotyledoanry placenta (ซาบูดิงและคณะ, 2552) สามารถแสดงหมวดหมู่ทางอนุกรมวิธานของโคนม (มูลนิธิวิกิพีเดีย, 2553) ได้ดังนี้

Kingdom *Animalia*

Phylum *Chordata*

Subphylum *Vertebrata*

Class *Mammalia*

Order *Artiodactyla*

Family *Bovidae*

Subfamily *Bovinae*

Genus *Bos*

Species *Bos tauras*, *Bos indicus*

2.3 พันธุ์โคนม

โคนมจัดเป็นสัตว์กระเพาะรวม หรือ สัตว์เคี้ยวเอื้อง (ruminant) สามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามแหล่งกำเนิด ได้แก่ โคนมในเขตหนาว (*Bos taurus*) และโคนมในเขตร้อน (*Bos indicus*) โคนมในเขตหนาว (*Bos taurus*) เป็นโคที่มีถิ่นกำเนิดในเขตหนาว หรือมักเรียกว่า โคยุโรป มีลักษณะทั่วไป คือ แนวสันหลังเรียบตรง ไม่มีโหนก มีขนค่อนข้างยาว ใบหูสั้น ปลายมน ลักษณะเด่นของโคนในกลุ่มนี้คือ เป็นโคที่ให้ผลผลิตน้ำนมสูง เหมาะสำหรับการเลี้ยงในเชิงธุรกิจเพื่อการรีดนมจำหน่าย แต่มีลักษณะด้อยคือ ไม่ทนทานต่ออากาศร้อน และโรคแมลงในเขตร้อน โดยเฉพาะโรคที่เกี่ยวกับพยาธิในเม็ดเลือด ซึ่งมีเห็บและแมลงดูดเลือดเป็นพาหะนำโรค เช่น โรคอะนาพลาสโมซีส (anaplasmosis) โรคไข้เยี่ยวแดง (babesiosis) โรคไทเลอริโอซีส (theileriosis) และโรคทริป

ปาโนโซเมียซีส (trypanosomiasis) ตัวอย่างพันธุ์โคในกลุ่มนี้ได้แก่ พันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน พันธุ์บราวน์สวิส พันธุ์เจอร์ซี่ และพันธุ์เรดเดน เป็นต้น

โคนมในเขตร้อน (*Bos indicus*) เป็นโคที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน หรือ มักจะเรียกว่าโคอินเดีย บางครั้งมักเรียกรวม ๆ ว่าโคซีบู (Zebu) ลักษณะทั่วไปของโคกลุ่มนี้ คือ มีโหนกที่หลัง มีเหนียงหย่อนยานใต้คอ โครงร่างมีขนาดเล็ก ขนค่อนข้างสั้น ผิวหนังค่อนข้างหย่อนย่น ทำให้กระตุกไล่แมลงได้ดี ลักษณะเด่นคือ เป็นโคที่ทนต่ออากาศร้อน ตลอดจนแมลงและโรคพยาธิในเลือด และมีลักษณะด้อยที่ให้ผลผลิตน้ำนมต่ำ ระยะรีดนมสั้น อั้นนม ต้องใช้ลูกโคในการกระตุ้นจึงปล่อยน้ำนม รีดนมยาก มักเตะขณะรีดนม จึงไม่เหมาะสำหรับเลี้ยงในเชิงธุรกิจเพื่อรีดนมจำหน่าย แต่เหมาะสำหรับเลี้ยงเพื่อรีดนมกินในครัวเรือน ตัวอย่างของโคในกลุ่มนี้ คือ พันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal) พันธุ์เรดซินดี้ (Red Sindhi) เป็นต้น (กรมปศุสัตว์, 2553)

2.3.1 โคนมในเขตหนาว

1) โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : เดิมอยู่ในเคาน์ตี้ ทางภาคเหนือของประเทศเนเธอร์แลนด์คือ ฟรีซแลนด์ตะวันตก (West Friesland) และที่เนเธอร์แลนด์เหนือ

คุณลักษณะ : ลักษณะเด่น มีสีดำและสีขาว จึงเรียกอีกชื่อว่า พันธุ์ขาว-ดำ บางตัวอาจจะมีสีดำหรือสีน้ำตาลตลอดตัว สีน้ำตาลเข้ม หรือสีแดง ที่ข้อเท้าทั้งสี่จะต้องเป็นสีขาวจึงจะถือว่าเป็นพันธุ์แท้ รูปร่างทั่วไป โคโฮลสไตน์เป็นโคขนาดใหญ่ พู่หางและปลายขาขาว เต้านมใหญ่และได้รูปทรง

ข้อดี : เป็นโคพันธุ์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว และให้นมสูงกว่าโคพันธุ์อื่นๆ

ข้อเสีย : ไม่ทนทานต่อสภาพอากาศ โรค และแมลงในเขตร้อน

ปริมาณน้ำนม : ให้นมสูงกว่าพันธุ์อื่นๆ ให้นมเฉลี่ย 5,266 กิโลกรัมต่อระยะให้นม ไขมันนม 3.65 เปอร์เซ็นต์ โคตัวที่ให้นมมากที่สุดให้นมได้มากกว่า 20,000 กิโลกรัมต่อระยะให้นม ไขมันค่อนข้างต่ำและมีสีขาว เหมาะสำหรับรีดนมเพื่อบริโภค การให้ผลผลิตน้ำนมของโคจากประเทศต่าง ๆ ซึ่งมีการทดสอบเปรียบเทียบในประเทศโปแลนด์

2) โคนมพันธุ์บราวน์สวิส (Brown Swiss)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศสวิสเซอร์แลนด์

คุณลักษณะ : เป็นโคที่มีขนาดใหญ่ มีสีน้ำตาลอ่อน จนถึงน้ำตาลเข้ม บริเวณปลายจมูกมีสีน้ำตาลอ่อนแกมเหลือง จมูก ลิ้น พู่หาง คอและหัวไหล่จะมีสีเข้มกว่าส่วนอื่นๆ เขาสีขาว แต่ปลายเขามีสีดำ จมูกและลิ้นมีสีดำ รูปร่างดีโครงสร้างแข็งแรง คอหนากระดูกใหญ่

ข้อดี : เป็นโคขนาดใหญ่แข็งแรงให้เนื้อมาก ลูกตัวผู้เหมาะที่จะขุนเป็นโคเนื้อ มีความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้ดีกว่าโคยุโรปพันธุ์อื่นๆ ระยะการให้นมค่อนข้างนาน บางตัวให้นมนานจนถึงอายุ 12 ปี มีนิสัยเชื่อง เลี้ยงง่ายและเป็นโคที่เลี้ยงเพื่อจุดประสงค์ 3 อย่าง คือ ใช้เป็นโคนม โคเนื้อและโคงานพร้อมกันไป

ข้อเสีย : มีรูปทรงและลักษณะของการเป็นโคนมสู้โคนมพันธุ์อื่นๆ ไม่ได้ เป็นโคขนาดใหญ่จึงผสมพันธุ์ได้ช้ากว่าโคพันธุ์อื่น ลักษณะเต้านมไม่เข้าตามลักษณะที่ดี หัวนมมักอยู่ชิดกันเกินไปเต้านมไม่ได้ระดับ

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 5,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม ซึ่งนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยประมาณ 4.0

3) โคนมพันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ในเกาะเจอร์ซี่ ซึ่งเป็นเกาะเล็กๆ ในช่องแคบอังกฤษ

คุณลักษณะ : เป็นโคขนาดเล็ก มีสีเหลืองปนน้ำตาล สีเทาปนเหลือง สีเทาปนน้ำตาล ไปจนถึงเกือบดำ มีรูปร่างสวยงามมากและได้สัดส่วน แนวสันหลังตรง บั้นท้ายค่อนข้างยาว ตามแบบฉบับของโคนมที่ดี เต้านมได้สัดส่วนสวยงาม

ข้อดี : เป็นโคที่มีขนาดเล็ก มีอัตราการเจริญเติบโตเร็ว เป็นหนุ่มเป็นสาวและให้นมเร็วกว่าโคพันธุ์อื่น น้ำนมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันสูง เหมาะสำหรับใช้ทำเนย มีความสามารถในการกินหญ้าและหาหญ้ากินได้เก่ง สามารถเลี้ยงในทุ่งหญ้าที่มีคุณภาพปานกลางและเลวได้ดีกว่าโคพันธุ์อื่น

ข้อเสีย : ให้ลูกมีขนาดเล็กและการเลี้ยงดูยากกว่าลูกโคจากแม่พันธุ์โคขนาดใหญ่

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 3,438 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม บางตัวอาจให้นมมากกว่า 10,000 กิโลกรัมต่อระยะเวลาการให้นม นมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยประมาณ 5.26

4) โคนมพันธุ์เรดเดน (Red Dane)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศเดนมาร์ค

คุณลักษณะ : เป็นโคขนาดใหญ่ โครงสร้างดี ตัวโต มีสีแดงเข้มตลอดทั้งตัว เพศผู้จะมีสีเข้มขึ้น ขนอ่อนนุ่ม ผิวหนังหลวม หัวค่อนข้างยาว จมูกมีสีกระดานชนวน หลังเรียบตรง บั้นท้ายยาว และมีโคนหางนูน ลำตัวลึก ซี่โครงกว้าง เต้านมมีลักษณะสวยงามแต่ค่อนข้างหลวม

ข้อดี : เป็นโคขนาดใหญ่ สามารถใช้ประโยชน์ 2 ทาง คือเป็นโคกึ่งเนื้อกึ่งนม เมื่อหยุดให้นมจะอ้วนและมีเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

ข้อเสีย : การเลี้ยงในประเทศไทย จะมีอาการเจ็บป่วยมากกว่าโคนมพันธุ์อื่น ๆ

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 4,500 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม นมมีเปอร์เซ็นต์ไขมันเฉลี่ยประมาณ 4.2

2.3.2 โคนมในเขตร้อน

1) พันธุ์ซาฮิวาล (Sahiwal)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศปากีสถานและอินเดีย

คุณลักษณะ : มีรูปร่างคล้ายพันธุ์เรดซินดี้ แต่มีขนาดใหญ่กว่าและให้นมมากกว่า โคพันธุ์ซาฮิวาลมีลำตัวยาวและลึก มีสีแดงและมีแต้มสีน้ำตาลและขาวอยู่ทั่วไป มีเขาสั้น เหนียงคอหย่อนยาน

ข้อดี : ทนต่ออากาศร้อนและโรคแมลงเมืองร้อนได้ดี สามารถหากินได้เก่ง

ข้อเสีย : เต้านมรูปกรวย หัวนมมีขนาดใหญ่รวมกันเป็นกระจุก ทำให้รีดนมยาก มักจะอั้นนม การรีดนมต้องให้ลูกช่วยกระตุ้นหรือนำลูกมาผูกอยู่ใกล้ๆ จึงจะปล่อยนม

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ย 2,500 – 3,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม ไขมันในนม 4.3 เปอร์เซ็นต์

2) โคนมพันธุ์เรดซินดี้ (Red Sindhi)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศอินเดียและปากีสถาน

คุณลักษณะ : เป็นโคขนาดค่อนข้างเล็ก สีแดงถึงสีแดงเข้ม มีจุดหรือรอยด่างที่เหนียงคอและหน้าผาก พื้นท้องเหนียงคอหย่อนยาน รูปร่างแน่นหนา บั้นท้ายกลม

ข้อดี : ทนต่ออากาศร้อนและโรคแมลงเมืองร้อนได้ดี

ข้อเสีย : เต้านมรูปกรวย หัวนมมีขนาดใหญ่ รวมกันเป็นกระจุกจึงรีดนมยาก การรีดนมต้องให้ลูกช่วย กระตุ้น หรือนำลูกมาผูกอยู่ใกล้ๆ จึงจะปล่อยนม

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ย 1,500 – 2,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม

2.3.3 โคนมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย

1) โคนมพันธุ์ไทยฟรีเซียน (Thai Friesian)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศไทย

คุณลักษณะ : เป็นโคที่ได้รับการพัฒนาโดยทีมนักวิจัยของกรมปศุสัตว์ ซึ่งนำเข้าพันธุกรรมโคนมพันธุ์ขาว-ดำ หรือ โฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein Friesian) ผสมกับโคพันธุ์ซีบู (Zebu) ที่เป็นโคสายตระกูลโคนมในเขตร้อนจนมีเลือดของโคนมพันธุ์ขาวดำสูงกว่า 75% ลำตัวมีลักษณะสีขาว-ดำ แต่จะมีสีดำมากกว่าสีขาว ไม่มีโหนก ไม่มีเหนียงคอ เมื่อแรกเกิดมีน้ำหนักประมาณ 30 กิโลกรัม น้ำหนักหลังหย่านมประมาณ 100 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตก่อนหย่านมประมาณ 700 กรัมต่อวัน น้ำหนักอายุ 1 ปี ประมาณ 260 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 1 ปี ประมาณ 590 กรัมต่อวัน น้ำหนักอายุ 2 ปี ประมาณ 440 กิโลกรัม อัตราการเจริญเติบโตเมื่ออายุ 2 ปี ประมาณ 370 กรัมต่อวัน อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก 30 เดือน ให้น้ำนมเฉลี่ย 15 กิโลกรัมต่อวัน นิยมเลี้ยงมากในจังหวัดสระบุรี นครราชสีมา ลพบุรีและราชบุรี

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 4,000 – 5,000 กิโลกรัม ต่อระยะการให้นม การให้นมในระยะให้นมสูงสุดหลังจากคลอดไม่ต่ำกว่า 15 กิโลกรัม

2) โคนมพันธุ์ ที เอ็ม แซด (Thai Milking Zebu)

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศไทย

คุณลักษณะ : เป็นโคนมพันธุ์ผสมที่เกิดขึ้นจากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนพันธุ์แท้กับแม่พันธุ์ ซึ่งมีสายเลือดอเมริกันบราห์มันสูง มีสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเซียน 75% ส่วนสายเลือดที่เหลือ 25 % เป็นโคพันธุ์ซีบู มีสีขาวสลับดำ กรมปศุสัตว์ปรับปรุงพันธุ์นี้ให้เป็นพันธุ์โคนมหลักของประเทศ เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีฟาร์มขนาดเล็กหรือเกษตรกรที่เริ่มเลี้ยงโคนม

ปริมาณน้ำนม : ให้ผลผลิตน้ำนมเฉลี่ยประมาณ 3,000 – 4,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม

2.3.4 โคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนที่เลี้ยงในประเทศต่างๆ

1) Australian Friesian Sahiwal

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศออสเตรเลีย

คุณลักษณะ : เป็นโคนมที่เกิดจากการผสมระหว่างโคพันธุ์ซาฮิวาล จากประเทศปากีสถาน และโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน โดยรัฐบาลควีนแลนด์ได้ปรับปรุงโคพันธุ์นี้ขึ้นมาเพื่อให้สามารถเลี้ยงได้ในพื้นที่เขตร้อนของประเทศออสเตรเลีย โดยโคสามารถทนทานต่อความร้อน เห็บ และปรสิตต่างๆ ได้

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 3,000 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม ซึ่งนมมีโปรตีนเฉลี่ย 4.0 เปอร์เซ็นต์ และมีไขมันเฉลี่ย 3.4 เปอร์เซ็นต์ (Oklanhoma state university, 1995)

2) Chinese Black and White

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศจีน

คุณลักษณะ : มีชื่อเรียกอื่นๆ ว่า Chinese black pied แต่เดิมโคนมที่เลี้ยงในประเทศจีนมีแหล่งที่มาจากหลายประเทศ และหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ได้มีการคัดเลือกใช้พ่อโคพันธุ์แท้มาผสมแบบยกระดับสายเลือด (up grading) ดังนั้นโคพันธุ์นี้จึงมีขนาดแตกต่างกันไป ซึ่งแบ่งเป็น 3 กลุ่มคือ ขนาดใหญ่ มีความสูงเฉลี่ย 169 เซนติเมตร ซึ่งมีสายพันธุ์โฮลสไตน์จากประเทศอเมริกาและแคนาดา ขนาดกลาง มีความสูงเฉลี่ย 133 เซนติเมตร ซึ่งมีสายพันธุ์มาจากประเทศญี่ปุ่นและเยอรมัน และขนาดเล็ก มีความสูงเฉลี่ย 130 เซนติเมตร โดยมีสายพันธุ์มาจากประเทศเนเธอร์แลนด์

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 4,461 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม มีไขมันเฉลี่ย 3.3 เปอร์เซ็นต์ (Oklanhoma state university, 1995)

3) Dutch Friesian

ประวัติ / ถิ่นกำเนิด : ประเทศเนเธอร์แลนด์

คุณลักษณะ : มีชื่อเรียกอื่นๆ ว่า Dutch Black Pied, Zwartbont (Dutch), Black and white Holland, Black Pied Dutch หรือ Dutch Lowland โดยเมื่อแรกได้มีการนำโคจากคาบสมุทรจัตแลนด์เข้ามาเลี้ยงในพื้นที่ทางตอนเหนือของเนเธอร์แลนด์ เพื่อทดแทนประชากรที่ลดลงจากสถานการณ์น้ำท่วม และถูกนำมาผสมกับโคในท้องถิ่น ทำให้ลักษณะภายนอกมีความหลากหลาย ตั้งแต่สีดำจนถึงสีแดง และเมื่อช่วงปี 1950 ผู้เลี้ยงได้ให้ความสำคัญกับสีและ

โครงสร้างของโคให้มีความถูกต้องตามลักษณะของโคนมมากขึ้น ทำให้โคสีอื่นๆ มีจำนวนลดลง โดยในช่วงปี 1970 ได้มีการนำเข้าโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียนจากสหรัฐอเมริกา เพื่อใช้ในการปรับปรุงผลผลิตน้ำนมให้สูงขึ้น ส่งผลให้โคพันธุ์นี้มีขนาดตัวที่ใหญ่ขึ้น และมีลักษณะของโคขาว-ดำ เด่นชัดขึ้น โดยมีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ตั้งแต่ 25 – 75 เปอร์เซ็นต์

ปริมาณน้ำนม : ให้นมเฉลี่ยประมาณ 5,222 กิโลกรัมต่อระยะการให้นม มีไขมันเฉลี่ย 4.09 เปอร์เซ็นต์ (Oklanhoma state university, 1995)

2.4 ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ (fertility traits)

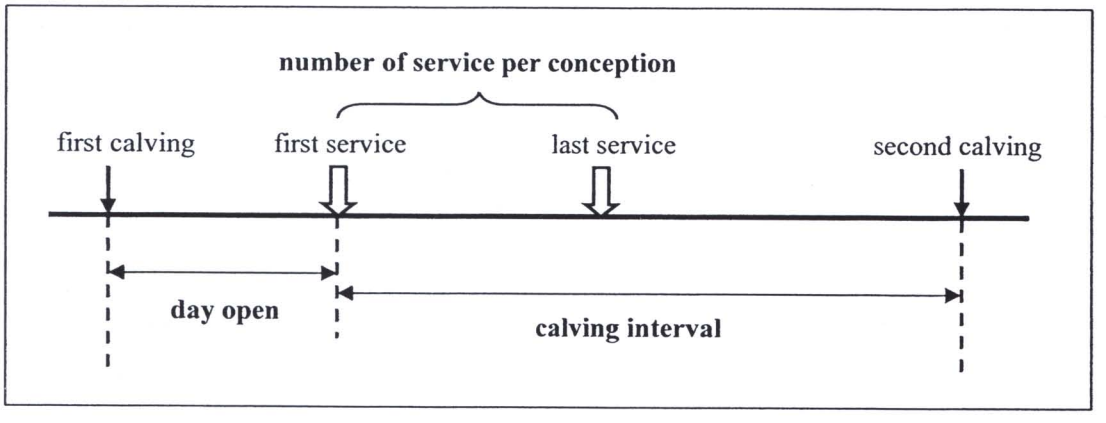

Figure 1 Reproduction cycle

ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์หรือสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนม เช่น จำนวนครั้งต่อการผสมติด จำนวนวันท้องว่าง และช่วงห่างการให้ลูก เป็นต้น เป็นลักษณะที่สำคัญมาก แม้จะไม่ใช่ลักษณะทางเศรษฐกิจ ดังเช่นปริมาณน้ำนม แต่เป็นลักษณะที่บ่งชี้ถึงความสามารถในการสืบพันธุ์ และเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการให้ผลผลิตอีกด้วย

2.4.1 จำนวนครั้งต่อการผสมติด (number of service per conception: NSC)

จำนวนครั้งต่อการผสมติด หมายถึง จำนวนครั้งที่แม่โคถูกผสมตั้งแต่เป็นสัดจนถึงผสมติดหรือตั้งท้อง ซึ่งในธุรกิจโคนม ลักษณะนี้เป็นลักษณะที่สำคัญในลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ หากแม่โคผสมไม่ติด ก็จะไม่มีการตั้งท้อง ไม่มีการให้ลูกโค และไม่มีการให้ผลผลิตน้ำนม ส่งผลให้จำนวนวันท้องว่าง และช่วงห่างการให้ลูกยาวนานขึ้น ซึ่ง บุญเสริม (2546) กล่าวว่า ปัญหาของความสมบูรณ์ในการสืบพันธุ์เป็นปัญหาวิกฤตของการเลี้ยงโคนม เนื่องจากส่งผลให้ผลผลิตตลอดอายุของแม่โคลดลง จำนวนลูกโคที่ได้ลดลง และสิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาลโคที่

มีปัญหา โดยตามหลักทฤษฎีแล้ว แม่โคที่มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ที่ดีควรจะให้ลูก 1 ตัวต่อปี แต่เนื่องจากปัญหาในเรื่องการผสมติด ทำให้ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้ตามเป้าหมาย

สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2553) กำหนดค่าที่เหมาะสมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ตามดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของโคนม ไว้เท่ากับ < 2.0 ครั้ง

วิชัยและคณะ (2548) รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติด ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน จากฐานข้อมูลโคนม DHI ของกรมปศุสัตว์ เท่ากับ 1.82±1.18 ครั้ง

สดใสและคณะ (2549) รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติด ของโคนมพันธุ์ทีเอฟ พันธุ์ทีเอ็มแซท และพันธุ์ฟรีบราห์ ซึ่งมีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเท่ากับ >75%, 75% และ 50% ตามลำดับ เท่ากับ 2.10, 1.70 และ 1.40 ครั้ง ตามลำดับ

ชนิดา (2553) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติด เท่ากับ 1.79±1.24 ครั้ง

Dematawewa and Berger (1998) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดมีค่าเท่ากับ 1.9±1.2 ครั้ง

2.4.2 ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

2.4.2.1 อิทธิพลของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ วิชัยและคณะ (2548) พบว่าระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียน มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ ($P<0.01$) ที่ศึกษา ได้แก่ อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก จำนวนครั้งต่อการผสมติด ช่วงห่างการให้ลูก และจำนวนวันท้องว่าง โดยในลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด พบว่าโคกลุ่มที่มีระดับสายเลือดไม่เกิน 75 เปอร์เซ็นต์ มีความสมบูรณ์พันธุ์สูงกว่ากลุ่มโคที่ระดับสายเลือด 87.5 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเมื่อระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเพิ่มสูงขึ้น

สดใสและคณะ (2549) ได้ทดสอบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมพันธุ์ทีเอฟ พันธุ์ทีเอ็มแซท และพันธุ์ฟรีบราห์ ซึ่งมีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเท่ากับ >75%, 75% และ 50% ตามลำดับ พบว่าจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคทั้ง 3 ระดับสายพันธุ์ แตกต่างกัน ($P<0.01$) ซึ่งค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคทั้ง 3 พันธุ์ เท่ากับ 2.10, 1.70 และ 1.40 ครั้ง ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาครั้งนี้จะเห็นว่า เมื่อระดับสายเลือดโฮลไตน์ฟรีเชียนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้สมรรถภาพการสืบพันธุ์ลดลง

ชนิดา (2553) รายงานว่าระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด ($P<0.05$) โดยกลุ่มระดับสายเลือด 50.1 – 75 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดน้อยที่สุด และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นเมื่อระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนสูงขึ้น และเมื่อพิจารณาตามลำดับการให้ลูก พบว่าระดับสายเลือดโฮลสไตน์ ไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติดในทุกลำดับการให้ลูก

นอกจากนี้ Ngodigha *et al.* (2009) ทำการวิเคราะห์ในโคนมลูกผสมระหว่างพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนและพันธุ์ Bunaji ที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเท่ากับ 75%, 87.5% และ 100% ตามลำดับ รายงานว่าระดับสายเลือดมีผลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยโคกลุ่มที่มีระดับสายเลือดเท่ากับ 75% มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม 87.5% และ 100 % จะเห็นได้ว่าการศึกษานี้แตกต่างจากรายงานอื่นๆ โดยจำนวนครั้งต่อการผสมติดจะลดลง เมื่อระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเพิ่มขึ้น

2.4.2.2 อิทธิพลของอายุแม่เมื่อคลอดลูกต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

จากการศึกษาอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด ชนิดา (2553) พบว่า อายุเมื่อคลอดลูกมีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยกลุ่มที่มีอายุเมื่อคลอดลูกเท่ากับ 5 – 8 ปี มีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดน้อย แตกต่างกับกลุ่มที่มีอายุเมื่อคลอดลูกมากกว่า 9 ปี และเมื่อพิจารณาตามลำดับการให้ลูก พบว่าโคที่มีอายุเมื่อคลอดลูกมากที่สุดในแต่ละลำดับการให้ลูก จะมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดมากขึ้นและมีอัตราการผสมติดต่ำ

สอดคล้องกับ Dematawewa and Berger (1998) ศึกษาอิทธิพลของอายุแม่เมื่อคลอด โดยพิจารณาแยกตามลำดับการให้ลูก พบว่าอายุเมื่อคลอดลูกตามกลุ่ม (ปี) มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยจำนวนครั้งต่อการผสมติดจะเพิ่มขึ้นตามกลุ่มอายุที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในลำดับการให้ลูกที่ 2 และ 3

นอกจากนี้ วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าปัจจัยเนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูกเมื่อปรับเป็นกลุ่ม (ปี) ไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ($P>0.05$)

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2.4.2.3 อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

ชนิดา (2553) รายงานว่าฤดูกาลเมื่อคลอดมีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดที่แตกต่างกัน (P<0.01) โดยในฤดูร้อน ค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่ในฤดูฝนและฤดูหนาวไม่แตกต่างกัน และเมื่อจำแนกตามลำดับการให้ลูก พบว่าโดยมาก โคที่คลอดลูกในฤดูหนาว จะมีจำนวนครั้งต่อการผสมติดน้อย และมีอัตราการผสมติดสูง

เช่นเดียวกับ วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกมีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด (P<0.01) โดยพบค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดสูงที่สุดในฤดูร้อน เท่ากับ 34.0±0.6 ครั้ง (มีนาคม – มิถุนายน) แต่ในฤดูฝน (กรกฎาคม – ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) ไม่แตกต่างกัน

แต่ Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน ในจังหวัด Aydin ประเทศตุรกี รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด โดยพบค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดในฤดูใบไม้ผลิ

2.4.2.4 อิทธิพลของลำดับการให้ลูกต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

Goshu *et al.* (2007) ศึกษาอิทธิพลของลำดับการให้ลูกต่อความสมบูรณ์พันธุ์ ของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน ในประเทศเอธิโอเปีย พบว่าจำนวนครั้งต่อการผสมติดมีเพิ่มขึ้นเมื่อลำดับการให้ลูกเพิ่มขึ้น ตั้งแต่ลำดับที่ 3

สอดคล้องกับ Yifat *et al.* (2009) ศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม ในประเทศเอธิโอเปีย พบว่าลำดับการให้ลูกมีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด (P<0.001) โดยพบค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดที่น้อยกว่า ในกลุ่มลำดับการให้ลูกตั้งแต่ลำดับที่ 3 ขึ้นไป หรืออาจกล่าวได้ว่าเมื่อลำดับการให้ลูกเพิ่มขึ้น มีผลให้ความสมบูรณ์พันธุ์เพิ่มขึ้น

2.4.2.5 อิทธิพลของระยะการให้นมต่อจำนวนครั้งต่อการผสมติด

สดใสและสุธิดา (2545) ศึกษาในฝูงโคนมพื้นฐานตามโครงการปรับปรุงพันธุ์โคนม TMZ (Thai milking zebu) ของกรมปศุสัตว์ พบว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

วิชัยและคณะ (2548) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเซียน พบว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด (P>0.05)

สอดคล้องกับ Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเซียน รายงานว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 25 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 247935
เลขเรียกหนังสือ

นอกจากนี้การศึกษาของ พัชรินทร์และคณะ (2542) พบว่าระยะการให้นมครั้งแรกจะมีค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดน้อยกว่าในระยะการให้นมที่ 2, 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($P<0.01$) หรืออาจกล่าวได้ว่าอัตราการผสมติดของโคสาวจะดีกว่าแม่โคนั่นเอง

2.4.3 จำนวนวันท้องว่าง (day open: DO)

จำนวนวันท้องว่าง หมายถึง ระยะหลังคลอดจนถึงผสมติดอีกครั้ง หรือช่วงที่แม่โคไม่มีการอุ้มท้อง ซึ่งเป็นลักษณะที่บ่งถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของแม่โคที่จะกลับมาตั้งท้องอีกครั้ง โดยหลังจากที่แม่โคให้นมได้ 15 – 45 วัน ฮอร์โมนจะกระตุ้นให้เกิดการเป็นสัด แต่ในการจัดการฝูงโคส่วนมากผู้เลี้ยงจะมีการกำหนดวันที่จะเริ่มผสมใหม่ภายในกี่วัน เช่น โคภายในฝูงของเราจะผสมเมื่อคลอดลูกได้ 40 วันไปแล้ว ดังนั้น เมื่อครบ 40 วัน ของแม่โคแต่ละตัวคือวันแรกที่ควรผสมพันธุ์แม่โค ให้นับไปอีก 21 วัน จากวันที่เริ่มกำหนดผสมพันธุ์ เนื่องจากจะครบวงรอบการเป็นสัดของแม่โค แม่โคที่ปกติควรแสดงอาการเป็นสัดและผสมติดภายใน 21 วัน ซึ่งค่าดังกล่าวจะเป็นค่าบ่งชี้ถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของโค เพราะแม่โคบางตัวหลังคลอดลูกแล้ว อาจมีรอบการเป็นสัดหรือการทำงานของฮอร์โมนที่ผิดปกติได้ (วิโรจน์, 2546)โดยสำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2553) กำหนดค่าที่เหมาะสมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง เท่ากับ < 100 วัน

วิชัยและคณะ (2548) รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่าง ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน จากฐานข้อมูลโคนม DHI ของกรมปศุสัตว์ เท่ากับ 171.21±106.23 วัน

ชนิดา (2553) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่าง เท่ากับ 134.33±33.00 วัน

Fonseca *et al.* (1983) รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่าง ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน และพันธุ์เจอร์ซี่ เท่ากับ 109.2±38.4 วัน และ 94.8±28.0 วัน ตามลำดับ

Campos *et al.* (1994) ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน และพันธุ์เจอร์ซี่ รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่าง ของโคนมทั้งสองพันธุ์ เท่ากับ 166 และ 127 วัน ตามลำดับ

Marti and Funk (1994) รายงานค่าเฉลี่ยของจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน เท่ากับ 115.3±59.6 วัน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2.4.4 ปัจจัยที่มีผลต่อจำนวนวันท้องว่าง

2.4.4.1 อิทธิพลของระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนต่อจำนวนวันท้องว่าง

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ วิชัยและคณะ (2548) พบว่าระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียน มีอิทธิพลต่อจำนวนวันท้องว่าง ($P<0.01$) โดยโคกลุ่มที่มีระดับสายเลือดน้อยกว่า 75% มีความสมบูรณ์พันธ์สูงกว่าโคกลุ่มอื่นๆ รองลงมาคือกลุ่มโคระดับสายเลือด 75% และกลุ่มโคที่มีระดับสายเลือด 87.5 – 93.75 % ตามลำดับ และกลุ่มโคที่มีระดับเลือดมากกว่า 93.75% มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำสุด

2.4.4.2 อิทธิพลของอายุแม่เมื่อคลอดลูกต่อจำนวนวันท้องว่าง

วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าปัจจัยเนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูกเมื่อปรับเป็นกลุ่ม (ปี) มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนวันท้องว่าง ($P<0.05$) โดยโคที่คลอดลูกในช่วงอายุ 2 – 4 ปี จะมีความสมบูรณ์พันธุ์ที่ดีขึ้น หลังจากนั้นความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเป็นลำดับตามอายุเมื่อคลอดลูกที่เพิ่มขึ้น โดยมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำสุดเมื่ออายุคลอดลูกมากกว่า 10 ปี

สอดคล้องกับ Dematawewa and Berger (1998) ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน โดยจัดกลุ่มอิทธิพลของอายุเมื่อคลอดลูกตามกลุ่ม (ปี) พบว่าอายุเมื่อคลอดลูกมีผลต่อลักษณะจำนวนวันท้องว่าง โดยพบว่าจำนวนวันท้องว่างเพิ่มมากขึ้นตามกลุ่มอายุที่เพิ่มขึ้น

2.4.4.3 อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกต่อจำนวนวันท้องว่าง

วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกมีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนวันท้องว่าง ($P<0.01$) โดยพบค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่างที่น้อยที่สุดในฤดูร้อน (มีนาคม – มิถุนายน) แต่ในฤดูฝน (กรกฎาคม – ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) ไม่แตกต่างกัน

แต่ Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในจังหวัด Aydin ประเทศตุรกี รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนวันท้องว่าง โดยพบค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดในฤดูใบไม้ผลิ

2.4.4.4 อิทธิพลของลำดับการให้ลูกต่อจำนวนวันท้องว่าง

Yifat *et al.* (2009) ศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม ในประเทศเอธิโอเปีย พบว่าลำดับการให้ลูกมีอิทธิพลต่อจำนวนวันท้องว่าง ($P<0.01$) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนวันท้องว่างในโคกลุ่มที่มีลำดับการให้ลูกที่มากกว่าลำดับที่ 3 ขึ้นไป จะมีค่าเฉลี่ยน้อยกว่าในโคกลุ่มที่มีลำดับการให้ลูกที่น้อยกว่าลำดับที่ 3 หรืออาจกล่าวได้ว่าลำดับการให้ลูกที่มากขึ้น ส่งผลให้แม่โคมีจำนวนวันท้องว่างน้อยลง

2.4.4.5 อิทธิพลของระยะการให้นมต่อจำนวนวันท้องว่าง

วิชัยและคณะ (2548) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน พบว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะจำนวนวันท้องว่าง ($P>0.05$)

Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน รายงานว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนวันท้องว่าง

2.4.5 ช่วงห่างการให้ลูก (calving interval: CI)

ช่วงห่างการให้ลูก หมายถึง ระยะห่างของการคลอดครั้งหนึ่ง และครั้งถัดไป โดยทั่วไปโคมีค่าเฉลี่ยการตั้งท้องเท่ากับ 280 วัน และระยะจากที่โคคลอดลูกจนถึงวันที่โคผสมติด ในทางทฤษฎีคือผสมติดภายใน 85 วันหลังคลอด ซึ่งเมื่อนำไปรวมกับระยะตั้งท้องแล้วคือหนึ่งรอบของการให้ผลผลิต จะมีค่าอยู่ที่ 365 วัน ถ้าหากช่วงห่างของการให้ลูกแต่ละตัวสั้นเกินไปจะมีผลต่อปริมาณน้ำนมที่ผลผลิตได้น้อยด้วย แต่ถ้าช่วงห่างของการให้ลูกยาวเกินไป จะมีผลทำให้ได้ลูกโคจำนวนน้อยเกินไป และการเลี้ยงดูไม่คุ้มในแง่ของเศรษฐกิจ (วิโรจน์, 2546) แต่ สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2553) กำหนดค่าที่เหมาะสมตามดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก เท่ากับ < 380 วัน

วิชัยและคณะ (2548) รายงานค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการให้ลูก ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน จากฐานข้อมูลโคนม DHI ของกรมปศุสัตว์ เท่ากับ 451.08±108.19 วัน

ชนิดา (2553) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ รายงานค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการให้ลูก เท่ากับ 451.09±79.503 วัน

Grosshans *et al.* (1997) รายงานค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการให้ลูก โดยจำแนกตามระยะการให้นม ในระยะที่ 1 และ 2 มีค่าเท่ากับ 374.5±25.8 และ 365.2±24.1 วัน ตามลำดับ

2.4.6 ปัจจัยที่มีผลต่อช่วงห่างการให้ลูก

2.4.6.1 อิทธิพลของระดับโฮลสไตน์ฟรีเชียนต่อช่วงห่างการให้ลูก

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ วิชัย และคณะ (2548) พบว่า ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียน มีอิทธิพลต่อช่วงห่างการให้ลูก ($P<0.01$) โดยโคกลุ่มที่มีระดับสายเลือดน้อยกว่า 75% มีความสมบูรณ์พันธุ์สูงกว่าโคกลุ่มอื่นๆ รองลงมาคือกลุ่มโคระดับสายเลือด 75% และกลุ่มโคที่มีระดับสายเลือด 87.5 – 93.75 % ตามลำดับ และกลุ่มโคที่มีระดับเลือดมากกว่า 93.75% มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำสุด

สดใสและคณะ (2549) ได้ทดสอบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมพันธุ์ทีเอฟ พันธุ์ทีเอ็มแซท และพันธุ์ฟรีบราห์ ซึ่งมีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเท่ากับ >75%, 75% และ 50% ตามลำดับ พบว่าโคนมพันธุ์ทีเอฟมีค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการให้ลูกมากที่สุด เท่ากับ 415.10 วัน รองลงมาคือพันธุ์ทีเอ็มแซท และพันธุ์ฟรีบารห์ ตามลำดับ ซึ่งเป็นได้ว่าเมื่อระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเพิ่มขึ้น ความสมบูรณ์พันธุ์จะลดต่ำลง

2.4.6.2 อิทธิพลของอายุแม่เมื่อคลอดลูกต่อช่วงห่างการให้ลูก

วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าปัจจัยเนื่องจากอายุเมื่อคลอดลูกเมื่อปรับเป็นกลุ่ม (ปี) มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก ($P<0.05$) โดยโคที่คลอดลูกในช่วงอายุ 2 ถึง 4 ปี จะมีความสมบูรณ์พันธุ์ที่ดีขึ้น หลังจากนั้นความสมบูรณ์พันธุ์จะต่ำลงเป็นลำดับตามอายุเมื่อคลอดลูกที่เพิ่มขึ้น โดยมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำสุดเมื่ออายุคลอดลูกมากกว่า 10 ปี

2.4.6.3 อิทธิพลของฤดูกาลที่คลอดลูกต่อช่วงห่างการให้ลูก

วิชัยและคณะ (2548) รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกมีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก ($P<0.01$) โดยพบค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการให้ลูกน้อยที่สุดในฤดูร้อน (มีนาคม – มิถุนายน) แต่ในฤดูฝน (กรกฎาคม – ตุลาคม) และฤดูหนาว (พฤศจิกายน – กุมภาพันธ์) ไม่แตกต่างกัน

Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในจังหวัด Aydin ประเทศตุรกี รายงานว่าฤดูกาลที่คลอดลูกไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก โดยพบค่าเฉลี่ยที่สูงที่สุดในฤดูใบไม้ผลิ

สำนักงานคณะกรรมการวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.6.4 อิทธิพลของลำดับการให้ลูกต่อช่วงห่างการให้ลูก

Yifat *et al.* (2009) ศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคนมลูกผสม ในประเทศเอธิโอเปีย พบว่าโคกลุ่มที่มีลำดับการให้ลูกมากกว่าลำดับที่ 3 มีช่วงห่างการให้ลูก (413 วัน) น้อยกว่าโคกลุ่มที่มีลำดับน้อยกว่าลำดับที่ 3 (415 วัน)

2.4.6.5 อิทธิพลของระยะการให้นมต่อช่วงห่างการให้ลูก

วิชัยและคณะ (2548) ศึกษาในโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน พบว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก ($P>0.05$)

สอดคล้องกับ Mehmet (2005) ศึกษาในโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน รายงานว่าระยะการให้นมไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก

การศึกษาของ สดใสและสุธิดา (2545) ในโคนมพื้นฐานตามโครงการปรับปรุงพันธุ์โคนม TMZ (Thai Milking Zebu) ของกรมปศุสัตว์พบว่าระยะการให้นมมีผลต่อลักษณะช่วงห่างการให้ลูก เฉพาะในระยะการให้นมที่ 1 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าระยะการให้นมอื่นๆ แต่ระยะการให้นมที่ 2 ถึงระยะการให้นมที่ 6 ไม่แตกต่างกัน

2.4.7 อัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรก (Conception rate at 1st service)

อัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรก เป็นอีกลักษณะหนึ่งที่สามารถบอกได้ถึงความพร้อมของระบบสืบพันธุ์ หรือประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของโคได้ โดย สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ (2553) กำหนดค่าที่เหมาะสมตามดัชนีบ่งชี้ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของอัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรกไว้เท่ากับ 70 เปอร์เซ็นต์ แต่ในสภาพการจัดการและการเลี้ยงของเกษตรกร มักจะมีค่าอัตราการผสมติดที่น้อยกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีปัจจัยในด้านต่างๆ ที่มีผลต่ออัตราการผสมติด (มนัส, 2554) ได้แก่

1. การทำการผสมเทียม ซึ่งขึ้นอยู่กับการจับสัดที่ถูกต้อง
2. เทคนิคการผสมเทียมที่ถูกต้อง สะอาด และการเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งโดยเฉพาะเกษตรกรที่ทำการผสมเทียมเอง
3. สภาวะอาหารและสุขภาพความสมบูรณ์ของแม่โคและโคสาว ณ เวลาที่ทำการผสมเทียมและภายหลังการผสมเทียม
4. การที่มดลูกเข้าอู่สมบูรณ์ ไม่มีการติดเชื้อในมดลูก และมีความพร้อมที่จะรับการตั้งท้องโดยเฉพาะในการผสมครั้งแรก

ชนิดา (2553) รายงานค่าอัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรก ของประชากรโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ เท่ากับ 57.96 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อวิเคราะห์โดยจำแนกตามลำดับการให้ลูก อัตราการผสมติดในลำดับการให้ลูกที่ 1 มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 62.65 เปอร์เซ็นต์ และในลำดับลูกที่ 2 – 7 มีค่าเท่ากับ 55.64, 54.62, 58.20, 57.95, 57.99 และ 57.05 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขัดแย้งกับรายงานของ ศรและวีระศักดิ์ (2547) ซึ่งศึกษาในโคนมของเกษตรกรรายย่อยในเขตภาคเหนือ ว่าอัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรกที่สูงที่สุดในลำดับการให้ลูกที่ 6 เท่ากับ 54.76 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราการผสมติดในลำดับที่ 1 – 5 อยู่ในช่วง 44.61 – 49.69 เปอร์เซ็นต์

สดใสและคณะ (2549) พบว่าเมื่อระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเพิ่มสูงขึ้น อัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรกจะลดต่ำลงโดยโคนมพันธุ์ทีเอฟ พันธุ์ทีเอ็มแซท และพันธุ์ฟรีบราห์ ซึ่งมีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ฟรีเชียนเท่ากับ >75, 75 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีอัตราการผสมติด เท่ากับ 30, 50 และ 70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Badinga *et al.* (1985) รายงานว่าโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนมีค่าอัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรก เท่ากับ 39 เปอร์เซ็นต์

จากอิทธิพลของอายุของโค เมื่อปรับเป็นกลุ่มปี Badinga *et al.* (1985) พบว่าเมื่ออายุของโคมากขึ้น อัตราการผสมติดในการผสมครั้งแรกจะลดลง โดยในแต่ละกลุ่มอายุ มีอัตราการผสมติดเท่ากับ 56, 51, 40, 40, 35 และ 31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.5 อิทธิพลของสภาพแวดล้อมที่มีต่อโคนม

สภาพแวดล้อมสามารถส่งผลต่อตัวสัตว์มากกว่าปัจจัยอื่นๆ เนื่องจากสภาพแวดล้อมมีผลโดยตรงต่อกระบวนการเมตาบอลิซึม ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเคลื่อนที่ผ่านของอาหาร ความต้องการสารอาหารเพื่อการดำรงชีพ ระบบสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต ผลผลิต องค์ประกอบน้ำนม และสุขภาพของสัตว์

ในทางกายภาพ สภาพแวดล้อมมีอิทธิพลต่อความร้อนที่เกิดขึ้นกับตัวสัตว์ และการระบายความร้อนออกจากตัวสัตว์ โดยเฉพาะสภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ รังสีจากดวงอาทิตย์ และความเร็วลม จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิร่างกายของโค การระบายความร้อนออกจากร่างกายเพิ่มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมเพิ่มขึ้น แต่ถ้ามีความชื้นสูงการระบายความร้อนออกจากร่างกายจะลดลง จึงก่อให้เกิดความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อนกับตัวสัตว์ (heat stress) สัตว์จึงกินอาหารลดลง เพื่อลดการผลิตความร้อนจากกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยเฉพาะปริมาณอาหารหยาบที่กิน เนื่องจากอาหารหยาบก่อให้เกิดความร้อนในตัวสัตว์สูง (heat

increment) ส่งผลให้ผลผลิตน้ำนมลดต่ำลง (Collier, 1985) และมีผลต่อองค์ประกอบน้ำนม (Davison *et al.*, 1996)

สภาพแวดล้อมที่มีผลทำให้สัตว์เกิดความเครียดที่สำคัญ คืออุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ จึงนิยมใช้ค่าทั้งสองเป็นดัชนีตัวบ่งชี้ว่าสัตว์จะเกิดความเครียดอันเนื่องมาจากความร้อน (heat stress) โดยสามารถคำนวณออกมาเป็นค่า Temperature Humidity Index (THI) หากค่า THI ต่ำกว่า 72 สัตว์จะไม่ได้รับผลกระทบจาก heat stress แต่ถ้าค่า THI มีค่าระหว่าง 72 – 78 โคจะเกิดความเครียดเล็กน้อย และเมื่อค่า THI มีค่าระหว่าง 78 – 89 โคจะเกิดความเครียดปานกลาง ค่าระหว่าง 89 – 98 โคจะเกิดความเครียดมาก และหากค่า THI สูงกว่า 98 อาจจะทำให้สัตว์ตายได้ โดย Davison *et al.* (1996) ได้รายงานว่าในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนที่ให้นมมากกว่า 20 กิโลกรัมต่อวัน และอยู่ในสภาพที่มีค่า THI มากกว่า 78 โคจะให้ผลผลิตน้ำนมลดลง และทำให้ปริมาณไขมันและโปรตีนลดลง 1 – 2 หน่วย

นอกจากนี้สภาพภูมิอากาศ เช่นอุณหภูมิ ความชื้น และช่วงความยาวแสง เป็นปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลกระทบถึงการสืบพันธุ์ของสัตว์ โดยเฉพาะอุณหภูมิแวดล้อมที่สูง หรืออุณหภูมิที่ไม่คงที่และมีการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ดังเช่นบริเวณที่อยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรของโลก สามารถที่จะส่งผลกระทบถึงสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคได้ ขณะเดียวกันความชื้นสูงจะเป็นปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมอิทธิพลของอุณหภูมิที่สูงอยู่แล้ว ให้มีความรุนแรงเพิ่มขึ้น ทำให้โคเกิดความเครียด และส่งผลให้สมรรถภาพการสืบพันธุ์ของโคลดต่ำลง เช่นโคมีอายุเข้าสู่วัยหนุ่มสาวล่าช้า เกิดความผิดปกติของการตกไข่ การตายของตัวอ่อนมีมากขึ้น อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มสูงขึ้น และทำให้เกิดผลกระทบต่อกระบวนการสร้างสเปอร์มและลักษณะของน้ำเชื้อ เป็นต้น (ประสิทธิชัย, 2551)

2.6 องค์ประกอบของความแปรปรวน (variance component)

จากพื้นฐานของการปรับปรุงพันธุ์ ลักษณะที่สัตว์แสดงออกมาให้เห็นหรือลักษณะปรากฏ (phenotype) ประกอบด้วยลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative traits) และลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative traits) ซึ่งโดยทั่วไปเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจในสัตว์ และมักเป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ เป็นลักษณะที่สามารถชั่ง ตวง และวัดค่าได้ และสภาพแวดล้อมมีผลมากต่อการแสดงออก (สมชัย, 2530) ดังนั้นในการแสดงออกของลักษณะต่างๆ จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลของพันธุกรรม (genotype) และอิทธิพลที่เกิดจากสภาพแวดล้อม (environment) ซึ่งสามารถเขียนสมการของลักษณะปรากฏได้ดังนี้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

$$P = G + E$$

โดยที่ P = ค่าของลักษณะปรากฏที่วัดได้ (phenotype)

G = อิทธิพลของพันธุกรรม (genotype)

E = อิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (environment)

โดยค่าความผันแปรของลักษณะสามารถวัดได้จากค่าความแปรปรวน (variance) ทำให้เขียนสมการในรูปของความแปรปรวนได้ดังนี้

$$\sigma_P^2 = \sigma_G^2 + \sigma_E^2$$

โดยที่ σ_P^2 = ความแปรปรวนของลักษณะปรากฏ

σ_G^2 = ความแปรปรวนของอิทธิพลของพันธุกรรม

σ_E^2 = ความแปรปรวนของอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

โดยทั่วไปอิทธิพลของพันธุกรรมสามารถแบ่งออกได้เป็น อิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม (additive gene effect) อิทธิพลของยีนแบบข่ม (dominant gene effect) และอิทธิพลของปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนต่างคู่ (epistatic gene effect) ซึ่งสามารถเขียนในแบบของสมการได้ดังนี้

$$G = A + D + I$$

โดยที่ A = อิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม

D = อิทธิพลของยีนแบบข่ม

I = อิทธิพลของปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนต่างคู่

ดังนั้นจึงสามารถเขียนสมการของความแปรปรวนของลักษณะปรากฏได้ใหม่เป็น

$$\sigma_P^2 = \sigma_A^2 + \sigma_D^2 + \sigma_I^2 + \sigma_E^2$$

โดยที่ σ_A^2 = ความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม

σ_D^2 = ความแปรปรวนของอิทธิพลของยีนแบบข่ม

σ_I^2 = ความแปรปรวนของอิทธิพลของปฏิกิริยาร่วมระหว่างยีนต่างคู่

พันธุกรรมนับว่าเป็นประเด็นที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ สามารถคำนวณได้หลายวิธีการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลที่จะทำการศึกษาว่ามีความสัมพันธ์กันทางเครือญาติในลักษณะใด เช่น การประเมินจากข้อมูลพี่น้องที่ร่วมพ่อหรือแม่เดียวกัน (half sib) หรือข้อมูลพี่น้องร่วมพ่อและแม่ (full sib) ซึ่งการวิเคราะห์จะอยู่บนพื้นฐานการวิเคราะห์ความแปรปรวน โดยวิธี ANOVA (analysis of variance) ซึ่งการวิเคราะห์จากวิธีนี้มีข้อเสียคือ ค่าความแปรปรวนที่ได้ไม่มีการปรับด้วยอิทธิพลที่เป็นปัจจัยคงที่ ได้แก่ เพศ ฤดูกาลที่เกิด ฝูงสัตว์ ลำดับลูกที่คลอด อายุแม่ เป็นต้น และไม่มีการปรับการมีความสัมพันธ์ทางสายเลือดของสัตว์ (relationship) ทำให้ค่าประมาณที่ได้จากข้อมูลมีอคติ (biased) (Meyer, 1995) ในปัจจุบันวิธีการวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนที่นิยมกันมากและใช้กันทั่วไป จะวิเคราะห์ด้วยวิธี Restricted Maximum Likelihood (REML) ซึ่งพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับ mixed model equation (MME) ซึ่งเป็นวิธีที่มีการปรับข้อมูลที่เป็นปัจจัยคงที่และปัจจัยสุ่มไปพร้อมกับการปรับความสัมพันธ์ทางสายเลือดของสัตว์ ค่าที่ได้จึงมีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด และใกล้เคียงกับค่าจริงของประชากรมากที่สุด (Patterson and Thompson, 1971)

ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ได้รับความสนใจศึกษาเพราะเป็นความสามารถของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม และยังบอกได้ว่าลักษณะที่ศึกษานั้นมีความแปรปรวนทางพันธุกรรมเพียงพอที่จะทำการคัดเลือกอย่างมีประสิทธิภาพ ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมเป็นค่าที่ทำให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมของประชากร โดยนำค่าไปประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมของสัตว์ เช่น ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ ค่าความแปรปรวนร่วม ค่าอัตราซ้ำ เป็นต้น ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้ สามารถนำมาเป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินระบบการคัดเลือกและแผนการปรับปรุงพันธุ์ว่ามาในทิศทางใด และทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันของพันธุกรรมภายในประชากร เพื่อวางแผนปรับเปลี่ยนในอนาคต (ต่อตระกูล, 2551)

2.7 ค่าอัตราพันธุกรรม (heritability; h^2)

ค่าอัตราพันธุกรรม คือค่าความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะ และเป็นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ที่บอกถึงความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะจากพ่อแม่ไปยังรุ่นลูก โดยปกติจะใช้เพื่อกำหนดวิธีการคัดเลือก (selection) และระบบการผสมพันธุ์ (mating system) (ณัฐพล, 2548) เนื่องจากค่าอัตราพันธุกรรมบอกให้เราทราบว่าลักษณะปรากฏนั้น มีอิทธิพลจากพันธุกรรมมากน้อยเพียงใด และบอกถึงสัดส่วนของยีนที่สามารถถ่ายทอดไปสู่ลูกหลานได้

โดยทั่วไปค่าอัตราพันธุกรรมเป็นคุณลักษณะเฉพาะของลักษณะใดลักษณะหนึ่งของสัตว์แต่ละชนิดที่อยู่ในประชากรภายใต้สภาพแวดล้อมหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจะแตกต่างกันไปในแต่ละประชากร ซึ่งหากต้องการนำค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้จากการประเมินในประชากรอื่นมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์กับอีกประชากรหนึ่ง จำเป็นต้องพิจารณาถึงความคล้ายคลึงกันของประชากรและสภาพแวดล้อม (Falconer, 1989) จากการที่ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นค่าสถิติเฉพาะของสัตว์ฝูงใดฝูงหนึ่ง ในแต่ละประชากรมีความแตกต่างกัน มีสาเหตุมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบทางพันธุกรรม เช่น ความถี่ยีน อัตราเลือดชิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน เช่น การจัดการ การให้อาหาร การเลี้ยงดู เป็นต้น และอาจมีสาเหตุมาจากผลกระทบระหว่างค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม และสภาพแวดล้อมกับลักษณะอื่นๆ อย่างไรก็ตามปัจจุบันการใช้วิธี REML ในการประมาณค่าองค์ประกอบของความแปรปรวนช่วยให้สามารถใช้ข้อมูลที่ได้จากต่างแหล่งที่มา มาประเมินร่วมกันได้ โดยมีการปรับค่าอิทธิพลของแหล่งที่มาของข้อมูลนั้นในส่วนของอิทธิพลคงที่ ทำให้ค่าอัตราพันธุกรรมที่ได้เป็นค่าของประชากรอย่างแท้จริง

ค่าอัตราพันธุกรรมมีความแตกต่างกันไปตามวิธีการศึกษา กลุ่มประชากร และสภาพแวดล้อมที่ทำการศึกษา ค่านี้อาจจะปรากฏค่าออกมาสูงหรือต่ำได้แตกต่างกันไป ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้คือ ค่าอัตราพันธุกรรมระดับสูง (มากกว่า 0.4) ค่าอัตราพันธุกรรมระดับกลาง (0.2 – 0.4) และค่าอัตราพันธุกรรมระดับต่ำ (น้อยกว่า 0.2) ลักษณะใดที่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับสูง แสดงว่าลักษณะนั้นมีอิทธิพลมาจากพันธุกรรมมาก และสามารถถ่ายทอดลักษณะนี้ไปสู่รุ่นลูกได้ และในทางตรงข้ามลักษณะใดที่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับต่ำ แสดงว่าลักษณะนั้นมีอิทธิพลมาจากสิ่งแวดล้อมมาก ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะนี้จะต้องพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมและการจัดการที่ส่งผลต่อลักษณะนั้นๆ

ประโยชน์จากค่าอัตราพันธุกรรม

1. เพื่อให้ทราบว่ามีลักษณะใดบ้างที่สามารถถ่ายทอดไปสู่รุ่นลูกได้
2. เพื่อใช้ในการประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value, EBV)
3. เพื่อทำนายผลตอบสนองของการคัดเลือก (response to selection)
4. เพื่อคำนวณความแม่นยำในการคัดเลือก

ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นสิ่งที่มีประโยชน์ในการปรับปรุงคุณภาพและลักษณะของโคนมโดยจะช่วยให้ผู้เลี้ยงสามารถพิจารณาตัดสินใจว่าลักษณะใดของโคที่ควรได้รับการปรับปรุง และจะได้ผลเร็วหรือช้า ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูงจะสามารถปรับปรุงได้ผลเร็วกว่าลักษณะที่อัตราพันธุกรรมต่ำ ซึ่งค่าอัตราพันธุกรรมต่างๆ ของลักษณะแสดงดังตารางที่ 1

Table 1 Heritability of fertility of dairy cattle

Traits	Heritability
Day to first service	0.03
Day open	0.05
Services per conception	0.03
Calving interval	0.03
Calving difficulty	0.03
Stillbirth	0.05

Source : Simm (2000)

2.7.1 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด

จำนวนครั้งต่อการผสมติดเป็นลักษณะหนึ่งของความสมบูรณ์พันธุ์ที่ความสำคัญทางเศรษฐกิจ และส่งผลให้แม่โคถูกคัดออกจากฝูง จากรายงานต่างๆ พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์อยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากความแปรปรวนจากอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมมีค่าน้อยมากในสัดส่วนของความแปรปรวนจากอิทธิพลของลักษณะปรากฏ (ต่อตระกูล, 2551)

วิชัย (2547) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี REML ของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนในประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 0.019

ชนิดา (2553) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งต่อการผสมติด จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ภายใต้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) มีค่าเท่ากับ 0.093±0.013 และเมื่อวิเคราะห์แยกตามลำดับการให้ลูกพบว่าในลำดับที่ 1 – 7 มีค่าเท่ากับ 0.009±0.008, 0.059±0.040, 0.036±0.033, 0.078±0.049, 0.063±0.036, 0.048±0.045 และ 0.045±0.038 ตามลำดับ

Grosshans *et al.* (1997) วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML โดยจำแนกตามระยะการให้นมที่ 1 และ 2 มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดเท่ากับ 0.01±0.005 และ 0.01±0.003 ตามลำดับ

Konig *et al.* (2005, อ้างโดย ต่อตระกูล, 2551) วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML ภายใต้ animal model พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในภาคเหนือของประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 0.01±0.003

Berry *et al.* (2003) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในประเทศไอร์แลนด์ ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.02±0.01

Wall *et al.* (2003) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งต่อการผสมติด ของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML มีค่าเท่ากับ 0.020±0.002

Biffani *et al.* (2005) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของความสมบูรณ์พันธุ์ ของโคนมพันธุ์อิตาเลียนโฮลสไตน์ ด้วยวิธี REML พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งต่อการผสมติดมีค่าเท่ากับ 0.027±0.001

Gonzalez-Recio and Alenda (2005) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในประเทศสเปน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.02

Nishida *et al.* (2006) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดของโคนมพันธุ์ Japanese Black โดยจำแนกตามลำดับการให้ลูก ในลำดับที่ 1 – 10 เท่ากับ 0.15±0.06, 0.09±0.03, 0.05±0.04, 0.05±0.04, 0.05±0.04, 0.04±0.04, 0.05±0.04, 0.07±0.05, 0.08±0.03 และ 0.22±0.06 ตามลำดับ

Table 2 Heritabilities of number of service per conception of Holstein Friesian cattle

Reference	Method	h^2
<u>In Thailand</u>		
ชนิดา (2553)	REML	0.093±0.013
วิชัย (2547)	REML	0.019
Konig *et al.* (2005)	REML	0.01±0.003
<u>In foreign country</u>		
Biffani *et al.* (2005)	REML	0.027±0.001
Berry *et al.* (2003)	REML	0.02±0.01
Wall *et al.* (2003)	REML	0.020±0.002

REML = Restricted Maximum Likelihood, h^2 = Heritability

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

2.7.2 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่างที่ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน พบว่ามีค่าใกล้เคียงกัน โดย ต่อตระกูล (2551) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนวันท้องว่างของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในจังหวัดเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ภายใต้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) เท่ากับ 0.06±0.049

วิชัย (2547) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบขอุงความแปรปรวน ด้วยวิธี REML ของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนในประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 0.040

Compos *et al.* (1994) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน และโคพันธุ์เจอร์ซี่ เท่ากับ 0.052 และ 0.026 ตามลำดับ

Gonzalez-Recio and Alenda (2005) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่างของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ในประเทศสเปน ด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.04

Chang *et al.* (2006) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่างของโคพันธุ์ Norwegian Red เท่ากับ 0.04

Liu *et al.* (2008) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง เท่ากับ 0.026

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน Dematawewa and Berger (1998) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะจำนวนวันท้องว่างของโคนมโฮลสไตน์ฟรีเชียน เท่ากับ 0.042

2.7.3 ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก ที่ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน ต่อตระกูล (2551) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของจำนวนวันท้องว่าง ของโคนมลูกผสมโฮลสไตน์ฟรีเชียน ในจังหวัดเชียงใหม่ จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี restricted maximum likelihood (REML) ภายใต้โมเดลตัวสัตว์ (animal model) เท่ากับ 0.04

วิชัย (2547) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ด้วยวิธี REML ของโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนในประเทศไทย มีค่าเท่ากับ 0.038

Compos *et al.* (1994) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก จากการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ของโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน และโคพันธุ์เจอร์ซี่ เท่ากับ 0.098 และ 0.021 ตามลำดับ

Wall *et al.* (2003) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะช่วงห่างการให้ลูก ของโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวนด้วยวิธี REML มีค่าเท่ากับ 0.033±0.001

Biffani *et al.* (2005) ศึกษาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของความสมบูรณ์พันธุ์ ของโคนมพันธุ์อิตาเลียนโฮลสไตน์ ด้วยวิธี REML พบว่าค่าอัตราพันธุกรรมของช่วงห่างการให้ลูกมีค่าเท่ากับ 0.065

2.8 สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ

ลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของโคนม โดยทั่วไปแล้วมีหลายลักษณะ ซึ่งในแผนการคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่ง จะส่งผลให้ลักษณะอื่นๆ บางลักษณะที่ไม่ได้อยู่ในแผนการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงไปด้วย การเกิดผลทางอ้อมต่อลักษณะต่างๆ ที่ไม่ได้อยู่ในแผน มีสาเหตุมาจากความสัมพันธ์ร่วมทางในทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะที่ถูกเน้นในการคัดเลือกและลักษณะที่ไม่ได้ถูกเน้น (มนต์ชัย, 2549) หรือมาจากยีนตำแหน่งหนึ่งมีผลในการควบคุมลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ และจากการที่ยีนหรือกลุ่มยีนที่ควบคุมลักษณะทั้งสองมีตำแหน่งอยู่บนโครโมโซตัวเดียวกัน (ต่อตระกูล, 2551)

ค่าสหสัมพันธ์เป็นค่าที่บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างสองลักษณะที่เป็นผลมาจากพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมร่วมกัน เรียกว่า สหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏ (phenotypic correlation, r_p) เมื่อคำนึงเฉพาะส่วนของความสัมพันธ์ร่วมที่เป็นผลมาจากพันธุกรรมอย่างเดียว เรียกว่า สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic correlation, r_g) ค่าสหสัมพันธ์ของทั้งสองค่ามีได้ทั้งเชิงบวกและเชิงลบ โดยสหสัมพันธ์ในเชิงบวกหมายถึง หากมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะหนึ่ง อีกลักษณะจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางเดียวกัน และสหสัมพันธ์ในเชิงลบหมายถึง หากมีการเปลี่ยนแปลงของลักษณะหนึ่ง อีกลักษณะจะเปลี่ยนแปลงไปในทิศทางตรงข้ามกัน

การคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ลักษณะต่างๆ หากจะให้ได้ผลดี จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องทราบถึงค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่จะคัดเลือกและลักษณะอื่นๆ ว่ามีแนวโน้มเป็นบวก หรือลบ เพื่อใช้วางแผนในการคัดเลือกต่อไป

2.8.1 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์

จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและจำนวนวันท้องว่าง ชนิดา (2553) ศึกษาในโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียนในอำเภอไชยปราการ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.625 แต่ Gonzalez-Recio and Alenda (2005) ซึ่งศึกษาในประเทศสเปน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.94 ในขณะที่ Grosshans *et al.* (1997) รายงานไว้เท่ากับ 0.44 นอกจากนี้ Dematawewa and Berger (1998) ได้ทำการศึกษาค่าพารามิเตอร์ของความสมบูรณ์พันธุ์ในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน พบว่ามีค่าเท่ากับ 0.514 และเมื่อวิเคราะห์แยกตามลำดับการให้ลูก พบว่าในลำดับการให้ลูกที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.61 และ 0.74 ตามลำดับ แต่ในลำดับการให้ลูกที่ 2 กลับมีค่าสหสัมพันธ์ในเชิงลบ เท่ากับ -0.10

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและช่วงห่างการให้ลูก ชนิดา (2553) รายงานค่าสหสัมพันธ์ มีค่าเท่ากับ 0.614 ใกล้เคียงกับรายงานของ Biffani *et al.* (2005) และ Kadarmideen *et al.* (2003) รายงานไว้เท่ากับ 0.610 และ 0.71 ตามลำดับ แต่ Gonzalez-Recio and Alenda (2005) รายงานไว้ค่อนข้างสูงเท่ากับ 0.89 นอกจากนี้ Grosshans *et al.* (1997) รายงานค่าสหสัมพันธ์ไว้เท่ากับ 0.36

นอกจากนี้ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะจำนวนวันท้องว่างและช่วงห่างการให้ลูก ชนิดา (2553) รายงานค่าสหสัมพันธ์ของโคนมในอำเภอไชยปราการ เท่ากับ 0.995 สอดคล้องกับ ต่อตระกูล (2551) รายงานค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.980 และใกล้เคียงกับรายงานของ Gonzalez-Recio and Alenda (2005) และ Grosshans *et al.* (1997) รายงานค่าสหสัมพันธ์ไว้เท่ากับ 0.99 และ 0.98 ตามลำดับ ในขณะที่ Campos *et al.* (1994) ศึกษาในโคพันธุ์โฮลสไตน์ฟรีเชียน และพันธุ์เจอร์ซี่ รายงานค่าสหสัมพันธ์ของโคทั้งสองพันธุ์ไว้เท่ากับ 0.519 และ 0.676 ตามลำดับ

2.8.2 ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏของลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์

จากการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและจำนวนวันท้องว่าง ชนิดา (2553) รายงานค่าสหสัมพันธ์ไว้เท่ากับ 0.442 ใกล้เคียงกับการศึกษาของ Grosshans *et al.* (1997) รายงานไว้เท่ากับ 0.43 แต่ต่ำกว่า Dematawewa and Berger (1998), Gonzalez-Recio and Alenda (2005) และ Moore *et al.* (1990) รายงานไว้เท่ากับ 0.664, 0.68 และ 0.73 ตามลำดับ ซึ่ง Dematawewa and Berger (1998) รายงานค่าสหสัมพันธ์ เมื่อศึกษาโดยแยกตามลำดับการให้ลูกที่ 1 – 3 ว่าเท่ากับ 0.66, 0.67 และ 0.67 ตามลำดับ

ค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติดและช่วงห่างการให้ลูก ชนิดา (2553) รายงานไว้เท่ากับ 0.599 ซึ่งสูงกว่ารายงานของ Grosshans *et al.* (1997) ที่

รายงานไว้เท่ากับ 0.42 แต่ใกล้เคียงกับ Gonzalez-Recio and Alenda (2005) และ Biffani *et al.* (2005) ที่รายงานไว้เท่ากับ 0.68 และ 0.684 ตามลำดับ

สำหรับค่าสหสัมพันธ์ของลักษณะปรากฏระหว่างลักษณะจำนวนวันท้องว่างและช่วงห่างการให้ลูก ชนิดา (2553) รายงานไว้เท่ากับ 0.914 ใกล้เคียงกับ ต่อตระกูล (2551), Gonzalez-Recio and Alenda (2005) และ Grosshans *et al.* (1997) ที่รายงานค่าสหสัมพันธ์ไว้เท่ากับ 0.978, 0.91 และ 0.90 ตามลำดับ

Table 3 Correlations of fertility traits of Holstein Friesian cattle

Traits	r_g	r_p	Reference
NSC – DO	0.625	0.442	ชนิดา (2553)
	0.94	0.68	Gonzalez-Recio and Alenda (2005)
	0.44	0.43	Grosshans *et al.* (1997)
	0.514	0.664	Dematawewa and Berger (1998)
	–	0.73	Moore *et al.* (1990)
NSC – CI	0.614	0.599	ชนิดา (2553)
	0.610	0.684	Biffani *et al.* (2005)
	0.71	–	Kadarmideen *et al.* (2003)
	0.89	0.68	Gonzalez-Recio and Alenda (2005)
	0.36	0.42	Grosshans *et al.* (1997)
DO – CI	0.995	0.914	ชนิดา (2553)
	0.980	0.978	ต่อตระกูล (2551)
	0.99	0.91	Gonzalez-Recio and Alenda (2005)
	0.98	0.90	Grosshans *et al.* (1997)
	0.519	–	Campos *et al.* (1994)

NSC = number of service per conception, DO = day open, CI = calving interval

r_p = phenotypic correlation, r_g = genetic correlation

2.9 การประเมินคุณค่าการผสมพันธุ์

การประเมินพันธุกรรมสัตว์ (animal genetic evaluation) นับเป็นวิธีการที่สำคัญที่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เนื่องจากเกี่ยวข้องโดยตรงกับการคัดเลือกสัตว์ แม้ว่าการคัดเลือกสัตว์นั้นสามารถจัดลำดับสัตว์จากลักษณะปรากฏ (phenotypic selection) แต่ปัจจุบันพบว่าการจัดลำดับสัตว์จากค่าพันธุกรรม (genetic selection) เพื่อการคัดเลือก เป็นวิธีการที่ให้ผลตอบสนองต่อการคัดเลือก (selection response) ในรุ่นลูกที่แม่นยำ ช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพและรวดเร็วขึ้น เนื่องจากพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการให้ผลผลิตของสัตว์ส่วนใหญ่จะถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ ดังนั้นการทราบพันธุกรรมที่แท้จริงของสัตว์แต่ละตัวจึงเป็นสิ่งที่ทราบได้ยาก นักปรับปรุงพันธุ์จึงได้นำความรู้ทางคณิตศาสตร์และสถิติมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าพันธุกรรมของสัตว์เป็นตัวเลข เรียกว่า "ค่าการผสมพันธุ์ (breeding value)"

ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์หรือสร้างพันธุ์สัตว์ เครื่องมือชี้วัดที่นำมาใช้ในการคัดเลือกที่มีความถูกต้องและแม่นยำ เพื่อให้สัตว์ที่มีพันธุกรรมดีเด่นได้สามารถถ่ายทอดพันธุกรรมสู่ลูกหลาน ซึ่งเครื่องมือนี้มีสำคัญอย่างสูงต่อความก้าวหน้าทางพันธุกรรมของประชากรสัตว์ที่จะทำการปรับปรุง โดยเครื่องมือชี้วัดที่เป็นที่ยอมรับคือ คุณค่าการผสมพันธุ์ (estimated breeding value, EBV) ซึ่งเป็นค่าอิทธิพลของยีนแบบบวกสะสม ที่ประมาณออกมาในรูปตัวเลขรายตัว ใช้เปรียบเทียบระหว่างตัวสัตว์เพื่อใช้ในการคัดเลือก ปัจจุบันนิยมประเมินค่า EBV ด้วยเทคนิค best linear unbiased prediction (BLUP) ซึ่งเสนอโดย Henderson (1973) เนื่องจากเป็นการประเมินค่า EBV ที่ใช้ข้อมูลทั้งหมดที่มี ทั้งจากบันทึกตัวเอง บันทึกลูก บันทึกพันธุ์ประวัติและบันทึกพี่น้อง โดยปรับด้วยความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (genetic relationship) ระหว่างตัวสัตว์ที่ประเมินทั้งหมด ทำให้มีความแม่นยำสูง นอกจากนี้ค่าประมาณที่ได้ยังเป็นตัวประมาณที่ดีที่สุดของค่า EBV และไม่มีความเอนเอียงในทางสถิติ (มนต์ชัย, 2549) นอกจากนี้วิธีการ BLUP ยังมีข้อดีอีกหลายประการ คือ

1. BLUP ใช้วิธีการสร้างตัวประมาณค่าจากตัวแบบผสม (mixed model) โดยตรง

2. BLUP ใช้ตัวประมาณค่าอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยคงที่ต่างๆ เข้ามาปรับในการประมาณค่าอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยสุ่ม ทำให้ค่าพันธุกรรมที่ประเมินได้ สามารถใช้เปรียบเทียบกับสัตว์ต่างฝูงหรือสัตว์ที่เกิดต่างปี หรืออยู่ต่างระยะการให้นมได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการประเมินพันธุกรรมสัตว์ที่ต้องมีการเปรียบเทียบพันธุกรรมจากหลายฝูงได้

3. BLUP ยังสามารถใช้ข้อมูลจากทุกแหล่งในการประเมินได้ โดยผ่านทางพันธุ์ประวัติ ดังนั้นสัตว์ที่ไม่มีบันทึกของตัวเอง ก็สามารถถูกประเมินพันธุกรรมได้ ค่าประมาณที่ได้จึงมีความแม่นยำสูง

แบบหุ่นผสม (mixed model) หมายถึง ตัวแบบที่แสดงให้เห็นว่าค่าสังเกตขึ้นกับอิทธิพลของทั้งปัจจัยคงที่และปัจจัยสุ่มผสมกัน ซึ่งตัวแบบนี้นิยมนำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ เพื่ออธิบายลักษณะทางการผลิตโดยทั่วไป เช่น การเจริญเติบโต การให้นม โดยเฉพาะแบบหุ่นผสมในรูปเชิงเส้น (mixed linear model) ซึ่งคำนึงถึงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าสังเกตทั้งในรูปของอิทธิพลคงที่ (fixed effect) และอิทธิพลสุ่ม (random effect) ซึ่งปัจจัยคงที่สามารถแบ่งเป็นปัจจัยเนื่องจากการจัดการ (contemporary group) รวมทั้งสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา เช่น ฤดูกาล ปีที่เก็บข้อมูล เพศของสัตว์ อายุแม่ ระยะการให้นม เป็นต้น ส่วนปัจจัยสุ่ม คือปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อมที่เกิดเนื่องจากตัวสัตว์ เช่น สภาพแวดล้อมถาวรที่ประเมินจากแม่ของสัตว์ ซึ่งในการประมาณค่าของอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยสุ่มนั้น จะมีความแตกต่างจากการประมาณค่าอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยคงที่เล็กน้อย โดยทั่วไปการประเมินค่าการผสมพันธุ์สัตว์ นิยมจัดปัจจัยที่เป็นตัวสัตว์เป็นปัจจัยสุ่ม ได้แก่ ปัจจัยเนื่องจากพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ และตัวสัตว์เอง เนื่องจากในการประเมินนั้นจะถือว่า สัตว์เหล่านี้เป็นเพียงตัวอย่างสุ่มของประชากร ไม่สามารถระบุจำนวนสัตว์ที่แท้จริงของประชากรได้ ดังนั้นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับพันธุกรรมของสัตว์ถือเป็นปัจจัยในระดับยีนที่ได้จากกลไลทางธรรมชาติที่เป็นไปอย่างสุ่ม ทั้งนี้เนื่องจากกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ การเกิด crossing over และ การเกิด recombination ล้วนเป็นไปอย่างสุ่มทั้งสิ้น (ประสิทธิชัย, 2551)

โมเดลตัวสัตว์ (animal model) เป็นโมเดลที่นิยมใช้ในการประเมินพันธุกรรมของสัตว์ในปัจจุบัน ค่าการผสมพันธุ์ทั่วไปนิยมใช้การประเมินด้วยวิธีการ BLUP จากโมเดลตัวสัตว์นี้ โดยอาศัยข้อมูลของตัวสัตว์ที่บันทึกได้จากทุกแหล่งร่วมกับความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์ทั้งหมดในพันธุประวัติ และการปรับด้วยอิทธิพลเนื่องจากปัจจัยอื่นๆ ในรูปโมเดลผสม ดังนั้นค่าการผสมพันธุ์ของสัตว์ ทั้งสัตว์ที่เป็นพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ และสัตว์อื่นๆ จึงมีความแม่นยำเนื่องจากเป็นการประเมินจากข้อมูลทุกแหล่งที่เป็นไปได้ ปรับด้วยความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์ในพันธุ์ประวัติ การวิเคราะห์ค่าการผสมพันธุ์ด้วยโมเดลตัวสัตว์ แบบหุ่นเชิงเส้นผสม (mixed model) โดยทั่วไป มีรูปแบบสมการดังนี้

$$Y = Xb + Zu + e$$

โดยที่ Y = เวคเตอร์ n×1 ของค่าสังเกต (n คือจำนวนข้อมูล)

b = เวคเตอร์ p×1 ของอิทธิพลคงที่ (p คือจำนวนระดับของอิทธิพลคงที่)

u = เวคเตอร์ q×1 ของอิทธิพลสุ่มเนื่องจากตัวสัตว์ (q คือจำนวนระดับของอิทธิพลสุ่ม)

e = เวคเตอร์ n×1 ของอิทธิพลเนื่องจากความคลาดเคลื่อน (random residual effects)

X = ดีไซน์เมทริกซ์ (design matrix) ขนาด n×p ซึ่งเชื่อมโยงข้อมูลกับอิทธิพลคงที่

Z = ดีไซน์เมทริกซ์ขนาด n×q ซึ่งเชื่อมโยงข้อมูลกับอิทธิพลสุ่มสำหรับสัตว์

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 = relationship matrix

$\alpha = \frac{\sigma_e^2}{\sigma_g^2}$ หรือ $\frac{1-h^2}{h^2}$

ดังนั้นคุณค่าการผสมพันธุ์ (BV) ของสัตว์จึงได้จากการหาคำตอบของสมการ mixed model ข้างต้น ซึ่งคำนวณได้จาก

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

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

$\hat{u}$ = BLUP ของ u

จากการศึกษาค่าประมาณคุณค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะจำนวนครั้งต่อการผสมติด ชนิดา (2553) พบว่าคุณค่าการผสมพันธุ์ที่น้อยที่สุดมีค่าเท่ากับ -0.383 และเมื่อจำแนกตามลำดับการให้ลูกในลำดับที่ 1 – 7 มีค่าที่น้อยที่สุดเท่ากับ -0.078, -0.220, -0.143, -0.505, -0.364, -0.183 และ -0.167 ตามลำดับ นอกจากนี้คุณค่าการผสมพันธุ์ที่มากที่สุดมีค่าเท่ากับ 0.980 และเมื่อจำแนกตามลำดับการให้ลูก มีค่าเท่ากับ 0.081, 0.298, 0.177, 0.651, 0.369, 0.359 และ 0.309 ตามลำดับ (Table 4)

Table 4 Estimated breeding value (EBV) of number of service per conception

Parity	Minimum	Maximum
1	-0.078	0.081
2	-0.220	0.298
3	-0.143	0.177
4	-0.505	0.651
5	-0.364	0.369
6	-0.183	0.359
7	-0.167	0.309
Overall	-0.383	0.980

Source : ชนิดา (2553)