บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

โคเป็นสัตว์เลี้ยงที่กระจายอยู่ทั่วโลก ทำให้มีโคพันธุ์ต่างๆ มากมาย และยังมีโคพันธุ์ใหม่ๆ เกิดเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยการผสมข้ามพันธุ์ โคที่เลี้ยงโดยทั่วไปอาจแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ: โคยุโรป (***Bos taurus***) มีอยู่ประมาณ 40 % ถิ่นกำเนิดในประเทศทางยุโรป ได้รับการดูแลและปรับปรุงพันธุ์มาเป็นเวลานาน ปัจจุบันจึงเป็นโคที่ให้ผลผลิตสูง เช่น ให้นมสูง และโคอินเดีย (***Bos indicus***) มีอยู่ประมาณ 60 % ถิ่นกำเนิดในประเทศที่มีอากาศร้อน เช่น อินเดีย ปากีสถาน แอฟริกา โคกลุ่มนี้ส่วนมากจะใช้ประโยชน์ในด้านแรงงาน (ศูนย์ส่งเสริมการฝึกอบรมเกษตรแห่งชาติ, 2531) ความแตกต่างระหว่างโคยุโรปและโคอินเดียแสดงดังตารางที่ 1.

โคพื้นเมืองของไทย

โคพื้นเมืองของไทยจัดอยู่ในกลุ่ม ***Bos indicus*** เป็นกลุ่มเดียวกับพวกโคอินเดีย สันนิษฐานว่ามีถิ่นกำเนิดในแถบตะวันออกเฉียงเหนือของอินเดีย และผ่านมาทางเหนือของจีน ลงมาทางตะวันออกเฉียงใต้จนถึงแหลมมลายู โคไทยเป็นโคที่เหมาะแก่การใช้แรงงานเมื่อมีอายุมากขึ้นใช้งานไม่ได้เต็มที่ก็จะส่งขายเพื่อนำไปบริโภคเนื้อต่อไป ทนทานต่ออากาศร้อนและอยู่ในภูมิประเทศที่ทุรกันดาร ทนแมลงรบกวน และมีความต้านทานโรคเมืองร้อนได้ดี จึงนำมาเป็นโคพื้นฐานในการปรับปรุงพันธุ์ให้เป็นทั้งโคเนื้อและโคนม โคพื้นเมืองโดยทั่วๆ ไปมีขนาดเล็ก หน้ายาว บอบบาง หน้าผากแคบ ขนสั้นเกรียน ใต้คอมีเหนียงคอแต่เป็นแบบเล็กกว่าโคอินเดีย ส่วนบนหลังมีโหนกซึ่งจะพบในตัวผู้ ตัวเมียมีร่องรอยของโหนก แต่ไม่ชัดเจน ปัจจุบันโคพื้นเมืองของไทยนั้น จะใช้ในการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อ โดยการผสมกับโคพันธุ์อื่นๆ เช่น บราห์มัน ชาร์โรเลย์ ได้เป็นโคเนื้อลูกผสมที่มีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าโคพื้นเมือง

การแบ่งโคพื้นเมืองของไทยตามถิ่นกำเนิด

โคพื้นเมืองภาคกลาง

โคในแถบนี้โดยทั่วไปจะมีโหนกเล็ก มีสีต่างๆ กัน โดยเฉพาะสีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลอ่อนแกมแดง น้ำหนักแรกคลอด 15 กิโลกรัม โตเต็มที่จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 300-350 กิโลกรัม โดยทั่วไปจะมี โคพันธุ์กำแพงแสน

ตารางที่ 1. แสดงความแตกต่างระหว่างโคยุโรปกับโคอินเดีย

โคยุโรป	โคอินเดีย
• ไม่มีตะโหนก	• มีตะโหนก
• หูมนและตั้ง	• หูแหลมยาวใหญ่และมักพับห้อยลง
• หัวสั้นและกว้าง	• หัวยาวค่อนข้างแคบ
• หนังยึดติดร่างแน่น เหนียงคอและหนังพื้นท้องไม่หน่อยยาน	• หนังหลวมมาก เหนียงคอและหนังพื้นท้องหย่อน
• หนังค่อนข้างหนา เฉลี่ย 7-8 มม.	• หนังบาง หนาเฉลี่ย 5-6 มม.
• โคที่โตเต็มวัยมีๆไขมันใต้ผิวหนังมาก	• โคโตเต็มวัยไม่ค่อยมีไขมันใต้ผิวหนัง
• แนวหลังค่อนข้างตรง	• แนวหลังแอ่น บั้นท้ายลาด
• กระดูกตะโพกกว้าง และนูนเด่น	• กระดูกตะโพกแคบไม่โปนเด่น
• ซี่โครงกางกว้างห่างกัน	• ซี่โครงสั้น และแคบไม่ค่อยกางมาก
• เต้านมส่วนใหญ่กว้าง ยาว และใหญ่ เกาะอยู่ระหว่างขาหลัง	• เต้านมค่อนข้างเล็ก รูปกรวย เกาะค่อนไปข้างหลัง
• ขนขึ้นเอนราบชิดผิวหนัง	• ขนมักตั้งชันกว่า
• ขาสั้นเดินช้า	• ขายาวเดินเร็ว
• โตเต็มวัยเมื่ออายุ 4-5 ปี	• โตเต็มวัยช้า เมื่ออายุ 5-7 ปี
• โครู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิ 4-15 °ซ	• โครู้สึกสบายเมื่ออุณหภูมิ 15-27 °ซ
• เห็บเกาะง่ายตามผิวหนัง	• เห็บไม่ชอบเกาะเพราะผิวหนังมีน้ำมันไล่แมลง

ที่มา : ศูนย์ส่งเสริมการฝึกอบรมเกษตรแห่งชาติ, 2531

โคพื้นเมืองภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

โคในสองภาคนี้ ได้รับการปะปนจากโคอินเดียอยู่พอสมควร ทำให้มีขนาดที่โตกว่าโคภาคอื่นๆ รวมถึงได้รับการพัฒนาสายพันธุ์ให้เป็นโคเนื้อ โดยการผสมกับโคพันธุ์บราห์มัน จึงมีพันธุกรรมที่ค่อนข้างหลากหลาย ในส่วนภาคเหนือจะพบ โคขาวลำพูน (White Lumphun Cattle) เป็นโคพื้นเมืองพันธุ์หนึ่งที่มีโครงร่างใหญ่กว่าโคไทยพื้นเมืองทั่วไป มีน้ำหนักแรกเกิดประมาณ 18 กิโลกรัม น้ำหนักหย่านมเมื่อ 7 เดือน ประมาณ 80 กิโลกรัม น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่อยู่ในช่วง 300-

400 กิโลกรัม มีความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนชื้น แม้จะถูกเลี้ยงในที่แร้นแค้น มีความทนทานต่อเห็บและโรคด้วย มีถิ่นกำเนิดบริเวณภาคเหนือของไทย พบมากในแถบจังหวัดเชียงใหม่และลำพูน โคขาวลำพูนมีลักษณะเด่นต่างจากโคพื้นเมืองทั่วไปคือ มีสีขาวปลอดทั้งตัว เนื้อจมูกเป็นสีเนื้อ ผิวหนังที่ขอบตาเป็นสีชมพูอมส้ม เขาค่อนข้างสั้น สีของเขา และกีบเป็นสีน้ำตาลอ่อน พู่หางมีสีน้ำตาลทอง ซึ่งเป็นเกณฑ์บ่งชี้ความแตกต่างจากโคพันธุ์อื่นๆ ตามลักษณะปรากฏ (phenotype) (เพทายและคณะ, 2543)

การศึกษาถึงพันธุกรรมของโคขาวลำพูน โดยเฉพาะการศึกษาในระดับดีเอ็นเอ ยังมีน้อยมากพบรายงานของเพทายและคณะ (2543) ได้ศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของโคขาวลำพูนโดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 20 ตำแหน่ง พบว่าสามารถแยกความแตกต่างทางพันธุกรรมของโคขาวลำพูนจากโคพันธุ์อื่นๆ ได้ รวมถึงรายงานของ Chomchuenchit *et al.* (1999) ที่ศึกษาถึงแบบแผนทางพันธุกรรมของโคขาวลำพูนใช้ไมโครแซทเทลไลท์ตำแหน่ง BM1818 ที่ตั้งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 23 พบว่ามีขนาด 258-272 คู่เบส

โคภาคใต้

โคในภาคนี้มีโหนกใหญ่ บั้นท้ายเล็ก บั้นหน้าค่อนข้างใหญ่เพราะมีกล้ามเนื้อมาก โดยเฉพาะในโคตัวผู้ และการที่บั้นท้ายเล็กจึงเคลื่อนไหวได้รวดเร็ว ดังนั้นโคในภาคนี้จึงนิยมนำมาใช้ในกีฬาชนโค (ศรเทพ, 2525)

โคนม

พันธุ์โคนมที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย ส่วนใหญ่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น เช่น พันธุ์โฮลสไตล์ฟรีเชี่ยน เจอร์ซี่ เรดเดน ส่วนพันธุ์ที่กำเนิดในเขตร้อน เช่น เรดซินดิ ซาฮิวาล เป็นต้น แต่พบว่าความสามารถในการให้นมมีต่ำกว่าโคนมพันธุ์ยุโรป ดังนั้นเกษตรกรจึงนิยมเลี้ยงโคนมพันธุ์ยุโรป แต่สภาพแวดล้อมในเขตร้อนไม่เอื้ออำนวยต่อการเลี้ยงโคนมยุโรปพันธุ์แท้ที่ให้นมสูง เนื่องจากอากาศร้อนมีผลกระทบต่อการกินอาหาร การกลั่นน้ำนม การสืบพันธุ์ ตลอดจนโรคและแมลงที่พบมากในเขตร้อนทำให้เจ็บป่วยง่าย การนำโคนมพันธุ์แท้จากเขตอบอุ่นเข้ามาเลี้ยงในเขตร้อนจึงไม่ค่อยประสบความสำเร็จ ดังนั้นการเลี้ยงโคนมในเขตร้อนจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงให้ได้โคนมที่ทนต่ออากาศร้อนได้ วิธีการก็โดยการผสมข้ามพันธุ์เพื่อนำเอายีนที่มีความสามารถในการให้น้ำนมสูงจากโคนมพันธุ์ยุโรปเข้ามารวมกับยีนที่มีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมของท้องถิ่นจากโคพื้นเมืองเขตร้อนหรือโคนมพันธุ์ท้องถิ่น โคนมลูกผสมซึ่งส่วนมากจะมีระดับสายเลือด 87.5 % และ 75 % การผสมแบบเพิ่มระดับสายเลือดพันธุ์แท้เป็นวิธีการปรับปรุงพันธุ์โคนมที่

ให้ผลค่อนข้างเร็วและประหยัดค่าใช้จ่าย การผสมพันธุ์ระหว่างโคนมยุโรปและโคพื้นเมืองเขตร้อน เพื่อทำการคัดเลือกลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูง ทำให้เกิดโคนมพันธุ์ลูกผสมใหม่ขึ้นมา ปัจจุบันพันธุ์ลูกผสมที่เลี้ยงกันมากในประเทศ คือ ลูกผสมฟรีเซี่ยน ซึ่งในปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดว่าโคนมลูกผสมควรจะมีสายเลือดโคนมยุโรปเท่าใด ขึ้นอยู่กับการจัดการของแต่ละฟาร์ม (สมพงษ์, 2528)

โคนมที่เลี้ยงในประเทศ มีความหลากหลายด้านพันธุกรรมสูงมาก เนื่องจากมีการนำเข้าพันธุ์จากทั่วโลกมาทดสอบการให้ผลผลิตและทดลองเลี้ยงในระยะต้นของการพัฒนาอุตสาหกรรมโคนมของฟาร์มโคนมไทยเดนมาร์ค พันธุกรรมเหล่านี้ยังมีตกค้างในปัจจุบันเป็นลูกผสมหลากหลายชนิด และหลายระดับสายเลือด (จันทร์จรัส, 2539) การผสมพันธุ์ระหว่างโคพันธุ์พื้นเมืองของไทยและโคนมยุโรป จัดเป็นการผสมระหว่าง *Bos indicus* X *Bos taurus* ทำให้ได้โคนมสายพันธุ์ใหม่ขึ้นมา การผสมข้ามพันธุ์จะนำไปสู่ความหลากหลายทางพันธุกรรมที่เพิ่มขึ้น เพราะเมื่อมีการนำโคนมพันธุ์แท้จากต่างประเทศเข้ามาก็คือมีการนำยีนจากแหล่งอื่นเข้ามาสู่แหล่งใหม่ ซึ่งก็มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความถี่อัลลีล (allele frequency) และความหลากหลายทางพันธุกรรมของประชากรโคนมในประเทศ

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมในระดับดีเอ็นเอ แม้ว่าจะเป็นส่วนของดีเอ็นเอ หรือมาร์คเกอร์ต่างๆ ยังไม่ทราบหน้าที่ต่างๆ ว่าเกี่ยวข้องกับการทำงานของเซลล์ที่แน่นอน แต่ก็สามารถนำมาประมาณระยะห่างทางพันธุกรรมระหว่างสัตว์แต่ละสายพันธุ์ได้ ซึ่งการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมสามารถทำได้หลายวิธี ทั้งจาก โครโมโซม Y ไมโตรคอนเดรียดีเอ็นเอ และ ออโตโซม (autosome)

การวิเคราะห์ autosomal polymorphisms จะดูความหลากหลายโดยใช้มาร์คเกอร์ในส่วนของออโตโซม โคมีโครโมโซมทั้งหมด 30 คู่ (2n = 60) ประกอบด้วย ออโตโซม 29 คู่ และโครโมโซมเพศ 1 คู่ ประมาณ 10-15% ของจีโนมทั้งหมด จะเป็นยีน ทำหน้าที่ในการสร้างโปรตีนหลายชนิดที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของเซลล์และสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ส่วนที่เหลือเป็นลำดับเบสที่ไม่มีการถอดรหัส เรียกส่วนนี้ว่า ส่วนที่ไม่ใช่ยีน ซึ่งในบริเวณนี้จะพบลำดับเบสซ้ำ (repetitive sequence) ซึ่งมีประโยชน์ในการวิเคราะห์การแยกแยะบุคคล การศึกษาด้านพันธุศาสตร์ และวิวัฒนาการ (วสันต์และคณะ, 2540)

repetitive DNA เป็นส่วนที่มีการเรียงตัวของนิวคลีโอไทด์ที่ซ้ำๆ กัน และไม่มีรหัสในการสร้างโปรตีน เป็นส่วนที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมสูง แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

Tandem repetitive DNA (Satellite DNA) มีการเรียงตัวแบบหัวต่อหาง (head to tail) โดยไม่มีรหัสอื่นๆ แทรกระหว่างกลาง

Interspersed repetitive เป็นรหัสที่ซ้ำกันมีขนาดใหญ่ กระจายอยู่ทั่วไป อาจมีรหัสอื่นแทรกระหว่างกลาง

satellite DNA นิยมนำมาใช้เป็นมาร์คเกอร์จำนวนมาก เนื่องจากมีความหลากหลายสูง (highly polymorphism) อาจเรียกได้ว่าเป็น variable number of tandem repeats, (VNTR) แบ่งออกเป็น

- มาโครแซทเทลไลท์ (macrosatellite) ไม่นิยมใช้เป็นมาร์เกอร์เนื่องจากมีขนาดใหญ่ ไม่สะดวกในการปฏิบัติการ
- มินิแซทเทลไลท์ (minisatellite) มีรหัสที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน (repeat units) ตั้งแต่ 1-50 คู่เบส มีความยาว 500-1,000 คู่เบส
- ไมโครแซทเทลไลท์ (microsatellite) หรือ short tandem repeat (STR) นิยมใช้เป็น molecular marker เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ดี คือ ไม่ขึ้นกับอายุ สิ่งแวดล้อม เพศ อื่นๆ มีค่า heterozygosity สูง มีค่า polymorphism information content (PIC) สูง กระจายอยู่ทั่วจีโนม และง่ายต่อการตรวจสอบโดยวิธี polymerase Chain Reaction (PCR) (วิชัยและคณะ, 2541)

ในรายงานที่มีการศึกษาความแปรปรวนทางพันธุกรรมในสัตว์เลี้ยงโดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์มีดังนี้ MacHugh *et al.* (1997) ใช้ไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 20 ตำแหน่ง เพื่อตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรมของโคพันธุ์ Taurine และ Zebu พบว่ามีอัลลีลเฉลี่ย 8.4 อัลลีลต่อตำแหน่งของไมโครแซทเทลไลท์ที่ทำการศึกษา สำหรับค่า heterozygosity พันธุ์เจอร์ซี่มีค่า 0.440 ± 0.059 พันธุ์ Butana มีค่า 0.652 ± 0.022 และค่า gene diversity พันธุ์เจอร์ซี่เท่ากับ 0.432 ± 0.059 ส่วนพันธุ์ Maure เท่ากับ 0.658 ± 0.040 พบว่าโคทางยุโรปจะมีความหลากหลายต่ำกว่าโคทางแอฟริกา

Saitbekova *et al.* (1999) ใช้ไมโครแซทเทล์ไลท์ 20 ตำแหน่งเพื่อตรวจสอบความผันแปรทางพันธุกรรมใน Swiss goat breeds 365 ตัว จำนวน 11 พันธุ์ พบว่าค่า heterozygocity ในประชากรแพะพื้นเมือง (0.5-0.58) สูงกว่า พันธุ์ Ibec (0.17) และ พันธุ์ Bezoar (0.19) ค่า gene diversity ของทั้งกลุ่มประชากรเป็นแค่ 27% เมื่อคำนวณโดยไม่ได้รวมพันธุ์ Ibec พบว่าค่า gene diversity จะต่ำลงเป็น 17% ซึ่งแสดงให้เห็นว่า Swiss goat breeds มีความใกล้ชิดกันมาก

Burriel *et al.* (1999) ได้ศึกษาความผันแปรของโคพันธุ์พื้นเมือง 6 พันธุ์ในสเปน โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 30 ตำแหน่ง พบว่าสามารถแบ่งกลุ่มประชากรเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1. Brown Orthoid (พันธุ์ Asturian Mountain พันธุ์ Asturian Lowland และ พันธุ์ Nord-west Brown) กลุ่มที่ 2. Red convex (พันธุ์ Pyrenean และ พันธุ์ Menorquina) และ กลุ่มที่ 3. โดชนพันธุ์ Iberian

Estoup *et al.* (1998) ได้ทำการศึกษาโดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์มาร์คเกอร์ เปรียบเทียบกับ

การใช้ allozyme marker พบว่า ไมโครแซทเทลไลท์สามารถแยกแยะความแตกต่างระหว่างประชากรปลาแซลมอล (*Salmo trotta*) ได้ดีกว่าวิธี allozyme marker

งานวิจัยที่ใช้ไมโครแซทเทลไลท์ในการหา QTL มีดังนี้ Vukasinovic *et al.* (1999) รายงานว่าพบความสัมพันธ์ระหว่างยีนของ growth hormone (GH) และปริมาณน้ำนม ปริมาณไขมัน และปริมาณโปรตีนรวมถึงเปอร์เซ็นต์ของไขมัน และเปอร์เซ็นต์ของโปรตีนด้วย ส่วน Taylor *et al.* (1998) รายงานว่า GH ยังมีความสัมพันธ์กับคุณภาพซากของโคอีกด้วยโดยพบว่า KHGH1 ที่แยกได้จาก BAC110R2C3 เป็นไมโครแซทเทลไลท์ที่แยกได้ใหม่ล่าสุด

Vilkiki *et al.* (1997) ได้ศึกษาไมโครแซทเทลไลด์ 6 ตำแหน่งในโครโมโซมคู่ที่ 9 โดยหาตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกับ 12 ลักษณะ พบว่าตรงบริเวณที่ 64 Centimorgans (cM) นี้มีความเกี่ยวข้องกับลักษณะการให้น้ำนมมากที่สุดโดยไมโครแซทเทลไลท์ที่อยู่บริเวณ 65 cM คือ UWCA9 ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Georges *et al.* (1995)

Ashwell *et al.* (1998) รายงานว่าในโครโมโซมคู่ที่ 14 ไมโครแซทเทลไลท์ BM415 และ BM 6425 มีความเกี่ยวข้องกับยีนที่ส่งผลต่อ เปอร์เซ็นต์โปรตีน โดยในการทดลองนี้ใช้ไมโครแซทเทลไลท์ 20 ตำแหน่งที่กระจายอยู่ในโครโมโซม 15 คู่ เป็นมาร์คเกอร์สำหรับหา QTL ในลักษณะที่แสดงออก 28 ลักษณะ รวมทั้ง ปริมาณน้ำนม %ไขมัน และ %โปรตีน นอกจากนี้ยังพบ BM203 ที่อยู่ในโครโมโซมคู่ที่ 27 ที่เกี่ยวข้องกับยีนของลักษณะของโครวมถึงปริมาณน้ำนมด้วย ส่วนในโครโมโซมคู่ที่ 23 พบว่า BM1258 เกี่ยวข้องกับลักษณะความลึกของเต้านม (udder depth)

Kuhn *et al.* (1999) ได้ทำการทดลองในโค German Holstein โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์จำนวน 12 ตำแหน่งที่กระจายอยู่ในโครโมโซมคู่ที่ 6 พบว่ายีนที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตน้ำนมอยู่ระหว่างไมโครแซทเทลไลท์ TGLA37 และ FBN13 อีกทั้งรายงานของ Spelman *et al.* (1998) ที่ทดสอบในโครโมโซมคู่ที่ 6 ก็พบว่าบนตำแหน่งที่ 40 cM มีผลต่อโปรตีนในน้ำนม

ในโครโมโซมคู่ที่ 20 Arranz *et al.* (1998) ก็ได้รายงานว่าได้ทำการหา QTL พบช่วงของไมโครแซทเทลไลท์ TGLA443 และมาร์คเกอร์ TGLA153 ที่มีผลต่อปริมาณน้ำนม