



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

ตัวบาล	ตัวบาล
สาขา	ภาควิชา
เรื่อง	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม และลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวในเขตภาคกลางของประเทศไทย
	Association among Semen Quantity and Quality Traits of Dairy Bulls with Important Traits of Their Progeny in Central Thailand
นามผู้วิจัย	นายธวัชพล คงน้อย
ได้พิจารณาเห็นชอบโดย	
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศกร คุณวุฒิฤทธิธรรม, วท.ด.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(Professor Mauricio A. Elzo, Ph.D.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(อาจารย์ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี, วท.ด.)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	(รองศาสตราจารย์อภิญา หิรัญวงษ์, ศศ.ด.)
หัวหน้าภาควิชา	(รองศาสตราจารย์ชัยภูมิ ปัญชาศักดิ์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ _____ เดือน _____ พ.ศ. _____

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม
และลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวในเขตภาคกลางของประเทศไทย

Association among Semen Quantity and Quality Traits of Dairy Bulls
with Economically Important Traits of Their Progeny in Central Thailand

โดย

นายฐวพล คงน้อย

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. 2553

จุฬพล คงน้อย 2553: ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม และลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวในเขตภาคกลางของประเทศไทย ปรินญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาสัตวบาล ภาควิชาสัตวบาล อาจารย์ที่ปรึกษา วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศกร คุณวุฒิฤทธิธ, วท.ค. 69 หน้า

ข้อมูลปริมาณน้ำเชื้อ (VOL) ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ (APP) อสุจิผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) ถูกนำมาศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลกับความผันแปรของการผลิตปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ข้อมูลจำนวน 5,127 ข้อมูล ที่รวบรวมจากการรีดน้ำเชื้อระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2550 จากพ่อพันธุ์โคนมจำนวน 57 ตัว ที่ถูกเลี้ยงดูในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยกลุ่มพันธุ์ถูกจำแนกตามระดับสายเลือดโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ (H; Holstein) เป็น BG1 (0.96 ถึง 1.0 H), BG2 (0.91 ถึง 0.95 H), BG3 (0.86 ถึง 0.90 H), BG4 (0.81 ถึง 0.85 H) และ BG5 (0.75 ถึง 0.80 H) ปัจจัยกำหนด ที่พิจารณาในหุ่นจำลองทางพันธุกรรมสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม ประกอบด้วย ปัจจัยของปีและเดือนที่รีดน้ำเชื้อ ครั้งที่หลังน้ำเชื้อ กลุ่มพันธุ์ อายุในวันที่รีดน้ำเชื้อ และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดน้ำเชื้อ ส่วนปัจจัยสุ่ม ได้แก่ พันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว และความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยสุ่มอื่น ๆ หุ่นจำลองทางพันธุกรรมสำหรับผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และ อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (CAGE) ของลูกสาวพ่อพันธุ์โคนม ประกอบด้วย ปัจจัยกำหนด ได้แก่ ฝูง-ปี-ฤดูกาลที่สัตว์คลอดลูก อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (สำหรับ MY305 เท่านั้น) และกลุ่มทางพันธุกรรมของโฮลสไตน์ ส่วนปัจจัยสุ่ม ได้แก่ พันธุกรรมของโคนมแต่ละตัว และความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยสุ่มอื่น ๆ จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า น้ำเชื้อที่ได้จากการหลังครั้งแรกมีคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ (APP, CON, MOT และ ABN) ดีกว่าน้ำเชื้อที่ได้จากการหลังครั้งถัดมา ($P < 0.01$) ยกเว้น VOL จากการหลังครั้งแรกมีค่าต่ำกว่าครั้งถัดมา พ่อพันธุ์โคนมที่ศึกษาสามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี VOL เฉลี่ย 5.33 ± 0.11 มิลลิลิตร (BG4) ถึง 6.23 ± 0.07 มิลลิลิตร (BG2) มี APP เฉลี่ย 2.21 ± 0.05 คะแนน (BG4) ถึง 2.83 ± 0.05 คะแนน (BG5) มี ABN เฉลี่ย 11.50 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG5) ถึง 14.15 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG4) มี CON เฉลี่ย $920.65 \pm 13.31 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (BG4) ถึง $1,173.83 \pm 13.26 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (BG5) มี MOT เฉลี่ย 36.45 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์ (BG4) ถึง 45.43 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์ (BG5) และมี M24 เฉลี่ย 50.33 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ (BG4) ถึง 52.41 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG1) เมื่ออายุของพ่อพันธุ์โคนมเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ APP, CON และ MOT สูงขึ้นและมี ABN ต่ำลง ($P < 0.01$) และเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมรีดน้ำเชื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ CON และ MOT เพิ่มขึ้น และมี ABN ลดลง ($P < 0.01$) นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่ศึกษามีค่าระหว่าง -0.77 ถึง 0.69 ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างพ่อพันธุ์กับลูกสาวเกิดขึ้น ระหว่าง VOL และปริมาณน้ำนมรวมที่ 305 วัน ($r = -0.27$) ระหว่าง ABN และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก ($r = -0.19$) และ ระหว่าง CON และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก ($r = 0.21$) ตามลำดับ

Thuwapol Kongnoi 2010: Association among Semen Quantity and Quality Traits of Dairy Bulls with Economically Important Traits of Their Progeny in Central Thailand. Master of Science (Agriculture), Major Field: Animal Science, Department of Animal Science. Thesis Advisor: Assistant Professor Skorn Koonawootrittriron, Ph.D.
69 pages.

Semen volume (VOL), semen appearance (APP), abnormal sperm (ABN), concentration (CON), active motile sperm (MOT) and active motile sperm after 24 hrs freezing (M24) were used influence with variation of quantity and quality of semen production. The data (5,127 records) was from semen, which collected from October 2001 through April 2007, of 57 bulls raised in Central Thailand. Breed groups of bulls were classified by Holstein (H) fraction, which were BG1 (0.96 to 1.0 H), BG2 (0.91 to 0.95 H), BG3 (0.86 to 0.90 H), BG4 (0.81 to 0.85) and BG5 (0.75 to 0.80 H). Genetic prediction model for semen quantity and quality traits of dairy bulls considered year-month interaction, ejaculation time, breed groups, age, and ambient temperature at collection time as fixed effects, and the random effects were bulls and residual. Genetic prediction model for accumulated 305 d milk yield (MY305) and age at first calving (CAGE) of bulls' progeny consisted of herd-year-season interaction, age at first calving (only for MY305), and fraction of Holstein as fixed effects, and the random effects were cow and residual. Association between estimated breeding values for traits of bulls and their progeny were calculated. The results revealed that semen from the first ejaculation had higher APP, CON, and MOT, and lower ABN than those of the following ejaculation. Bulls in this study produced semen ranged from 5.33 ± 0.11 ml (BG4) to 6.23 ± 0.07 ml (BG2) for VOL, from 2.21 ± 0.05 scores (BG4) to 2.83 ± 0.05 scores (BG5) for APP, from 11.50 ± 0.15 % (BG5) to 14.15 ± 0.15 % (BG4) for ABN, from $920.65 \pm 13.31 \times 10^6$ cells/ml (BG4) to $1,173.83 \pm 13.26 \times 10^6$ cells/ml (BG5) for CON, from 36.45 ± 0.56 % (BG4) to 45.43 ± 0.56 % (BG5) for MOT, and from 50.33 ± 0.23 % (BG4) to 52.41 ± 0.15 % (BG1) for M24. The first ejaculation had higher APP (2.75 ± 0.02 vs. 2.37 ± 0.04 score), ABN (11.95 ± 0.05 vs. 13.69 ± 0.14 %), MOT (44.21 ± 0.19 vs. 36.93 ± 0.53 %), CON ($1,118.85 \pm 4.57$ vs. $954.11 \pm 12.66 \times 10^6$ cells/ml), and M24 (51.66 ± 0.07 vs. 51.04 ± 0.23 %) than the second ejaculation ($P < 0.001$) but not for VOL (5.35 ± 0.04 vs. 6.53 ± 0.11 ml). Higher age bulls had higher APP, CON, and MOT, and lower ABN ($P < 0.01$). Increasing of environmental temperature resulted in increasing of CON and MOT, and decreasing of ABN ($P < 0.01$). Moreover association among semen quantity and quality traits ranged from -0.77 to 0.69. Genetic associations between dairy bulls and their progeny were existed ($P < 0.05$) for VOL and 305-d milk yield ($r = -0.27$), ABN and age at first calving ($r = -0.19$), and CON and age at first calving ($r = 0.21$) respectively.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัย และการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศกร คุณวุฒิฤทธิธรม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก Professor Dr. Mauricio A. Elzo รองศาสตราจารย์ ดร. อภิญา หิรัญวงษ์ และอาจารย์ ดร. ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมที่ได้ให้ความรู้และคำปรึกษาในการเรียน การวางแผน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการแนะนำข้อแก้ไข จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรรณวดี โสพรรณรัตน์ ประธานการสอบ และรองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ สมภาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจแก้ไข วิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนและมอบความรู้อันเป็นประโยชน์ ที่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาและวิจัย รวมถึงการนำความรู้ที่ได้ไปใช้ต่อไป เจ้าหน้าที่ภาควิชา สัตวบาล ร่วมทั้งเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและคำแนะนำในด้านต่างๆ ขอขอบพระคุณองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) สำหรับข้อมูลการผลิต น้าเชื้อพ่อพันธุ์โคนม และผู้วิจัยขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำหรับทุน สนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สุดท้ายผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ (นายปรีชา คงน้อย) ที่คอยเป็นกำลังใจ และคอย ให้การสนับสนุน จนกระทั่งผู้วิจัยสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ ขอขอบคุณคุณแม่และครอบครัวที่ให้การ อบรมสั่งสอน ตลอดจนเป็นกำลังใจตลอดมา ความดีหรือประโยชน์อันใดที่อาจเกิดขึ้นจาก วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้กับผู้มีพระคุณทุกท่านที่กล่าวมา ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่านที่ ให้การสนับสนุน

ธวัชพล คงน้อย

กรกฎาคม 2553

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	31
สรุปและข้อเสนอแนะ	48
สรุป	48
ข้อเสนอแนะ	49
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	51
ภาคผนวก	57
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	69

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์โคนม	12
2	ระดับความเข้มข้นและลักษณะความหนืดของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม	13
3	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม	14
4	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการเคลื่อนที่ของอสุจิโคนม	15
5	ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์และการผลิตอสุจิจากอิทธิพลของกลุ่มพันธุ์	19
6	อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์	20
7	อัตราซ้ำสำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์	21
8	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สำหรับปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์และลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อพันธุ์โดยแบ่งตามครั้งที่หั่งน้ำเชื้อ	34
9	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) โดยแบ่งตามครั้งที่หั่งน้ำเชื้อ	35
10	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับปริมาณน้ำเชื้อ และลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อโดยแบ่งตามกลุ่มพันธุ์	37
11	ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) โดยแบ่งตามกลุ่มพันธุ์	38
12	สัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของปัจจัยอายุของพ่อพันธุ์โคนม ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ (AGE) และอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ (TEMP)	41

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่าสหสัมพันธ์ (เหนือเส้นทแยงมุม) และค่า P-value ของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา (ใต้เส้นทแยงมุม)	45
14	ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม และค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาวของพ่อพันธุ์ (CAGE)	46
ตารางผนวกที่		
1	จำนวนข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดสำหรับชุดข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม	58
2	จำนวนข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดสำหรับชุดข้อมูลการให้ผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาว (CAGE)	59
3	P-value สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลกับความผันแปรของปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม	60
4	สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 1	61
5	สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 2	62
6	สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 3	63
7	สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 4 และ 5	65

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	สถิติจำนวนครั้งการผสมเทียม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2551	4
2	สถิติจำนวนน้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็งที่ผลิตได้จากศูนย์ผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งลำพญากลาง ระหว่างปี พ.ศ. 2542 ถึง 2548	5
3	โครงสร้างอสุจิโค	8
4	กระบวนการ Spermatogenesis	10
5	ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มน้ำเชื้อที่ผิดปกติสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วง ที่รีดน้ำเชื้อ	42
6	ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มน้ำเชื้อความเข้มข้นสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่ รีดน้ำเชื้อ	43
7	ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มน้ำเชื้อการเคลื่อนที่ของอสุจิสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม ในช่วงที่รีดน้ำเชื้อ	43
ภาพผนวกที่		
1	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของปริมาณน้ำเชื้อจำแนกตามปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ	66
2	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของลักษณะน้ำเชื้อจำแนกตามปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ	66
3	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติจำแนกตามปี-เดือนที่รีด น้ำเชื้อ	67
4	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์จำแนกตามปี- เดือนที่รีดน้ำเชื้อ	67
5	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของการเคลื่อนที่ของอสุจิจำแนกตามปี-เดือนที่รีด น้ำเชื้อ	68
6	แนวโน้มน้ำเชื้อแบบลิสแควร์ของการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง จำแนกตามปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ	68

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

ABN	=	Abnormal sperm
AGE	=	Age at semen collecting
APP	=	General appearance of semen
BG	=	Breed groups
CAGE	=	Age at first calving
CON	=	Semen concentration
EBV	=	Estimated Breeding Value
EJAC	=	Ejaculation number
H	=	Holstein
M24	=	Active motile sperm after 24 hrs freezing
MOT	=	Active motile sperm
MY305	=	305 day milk yield
REML	=	Restricted Maximum Likelihood
SAS	=	Statistical Analysis System
TEMP	=	Ambient temperature
VOL	=	Volume
YM	=	Year-month subclass

**ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์
ของพ่อพันธุ์โคนม และลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว
ในเขตภาคกลางของประเทศไทย**

**Association among Semen Quantity and Quality Traits of Dairy Bulls with
Economically Important Traits of Their Progeny
in Central Thailand**

คำนำ

การผสมเทียม (Artificial insemination; AI) เป็นวิธีที่ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางและแพร่หลายในการเพิ่มจำนวนโคนมที่มีพันธุกรรมดี โดยผลสัมฤทธิ์ของการผสมเทียมในโคนมขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ ได้แก่ การจัดการฝูงหรือการตรวจจับสัดในโคเพศเมีย ความสมบูรณ์พันธุ์ของโค เทคนิคหรือความชำนาญของเจ้าหน้าที่ในการผสมเทียม และคุณภาพของน้ำเชื้อแช่แข็งที่ผลิตจากพ่อพันธุ์ ที่มีความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งเป็นที่ยอมรับซึ่งในปัจจุบันน้ำเชื้อพันธุ์ที่ถูกใช้ในการผสมเทียมภายในประเทศไทย มีทั้งที่ผลิตจากพ่อพันธุ์ภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ โดยน้ำเชื้อพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศมักมีราคาแพงและเกษตรกรอาจพบปัญหาเรื่องการปรับตัวของลูกโคต่อสภาพแวดล้อมของประเทศไทย สำหรับน้ำเชื้อพันธุ์ที่ถูกผลิตขึ้นจากหน่วยงานต่างๆ ภายในประเทศ ได้แก่ กรมปศุสัตว์ องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย และบริษัทเอกชนนั้น เป็นน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีราคาถูกกว่าน้ำเชื้อพันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ และส่วนใหญ่ผลิตจากพ่อพันธุ์โคนมที่สามารถปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นได้แล้ว

ด้วยความต้องการผลิตลูกโคของเกษตรกรมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จึงส่งผลให้การผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งสำหรับการผสมเทียมมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องด้วยเช่นกัน เพื่อให้เพียงพอความต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการผลิตและการใช้ประโยชน์ของน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อการผสมเทียม คือ คุณภาพของน้ำเชื้อสด และคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์หลังผ่านกระบวนการแช่แข็ง โดยคาดว่าโคเพศเมียที่ได้รับการผสมเทียมจะมีโอกาสในการผสมติดที่มากขึ้น และลูกโคที่จะเกิดใหม่สามารถใช้เป็นโคนมทดแทนมีประสิทธิภาพในการให้ผล

ผลิตดีกว่าโครุ่นพ่อและแม่ ดังนั้น โคนมเพศผู้ที่ถูกคัดเลือกมาเพื่อใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง จึงต้องเป็นโคนมที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ตรงตามความต้องการของผู้ผลิต โดยในการรีดน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์โคนมแต่ละครั้ง จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์เบื้องต้นตามเกณฑ์มาตรฐานของการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็ง (Frozen semen) และหากน้ำเชื้อพันธุ์เหล่านั้นมีคุณภาพไม่ตรงตามเกณฑ์มาตรฐาน พ่อพันธุ์โคนมดังกล่าวจะถูกคัดทิ้งและน้ำเชื้อพันธุ์ที่ได้จะไม่นำมาผลิตเป็นน้ำเชื้อแช่แข็ง ด้วยเหตุนี้ ปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อที่ได้จากการรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมแต่ละครั้งจึงมีความสำคัญต่อการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง

ปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บได้จากพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว อาจมีความผันแปรไปตามความแตกต่างของสิ่งแวดล้อม (Fuentes *et al.*, 1984; Schawb *et al.*, 1987; Mathevon *et al.*, 1998) อายุของพ่อพันธุ์ (Everett and Bean, 1982; Garner *et al.*, 1996; Mathevon *et al.*, 1998) กลุ่มพันธุ์ (สกร และคณะ, 2541ก; Brito *et al.*, 2002a) และพันธุกรรมของพ่อพันธุ์แต่ละตัว (Filed *et al.*, 1979) ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม และประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่ถูกเลี้ยงดูในเขตภาคกลางของประเทศไทย และศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับ ลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวที่เกิดจากพ่อพันธุ์โคนมเหล่านั้น ซึ่งผลการศึกษาครั้งนี้อาจมีประโยชน์ต่อการวางแผนและคัดเลือกโคนมเพศผู้ที่จะใช้ผลิตเป็นพ่อพันธุ์ทดแทน และอาจมีประโยชน์ต่อการตัดสินใจเลือกใช้น้ำเชื้อพันธุ์สำหรับผลิตลูกโคเพศเมียที่มีประสิทธิภาพในการให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นในอนาคตได้

วัตถุประสงค์

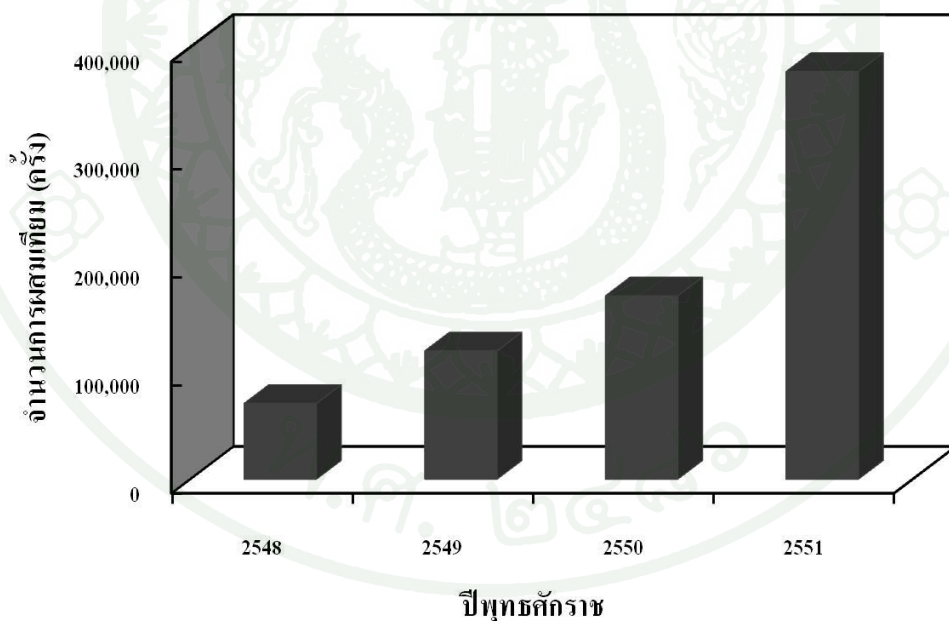
1. เพื่อศึกษาสมรรถภาพและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ที่แตกต่างกันที่เลี้ยงดูภายใต้การจัดการและสิ่งแวดล้อมในเขตภาคกลางของประเทศไทย

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม กับ ปริมาณผลผลิตน้ำนมรวมที่ 305 วัน และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาวที่เกิดจากพ่อพันธุ์

การตรวจเอกสาร

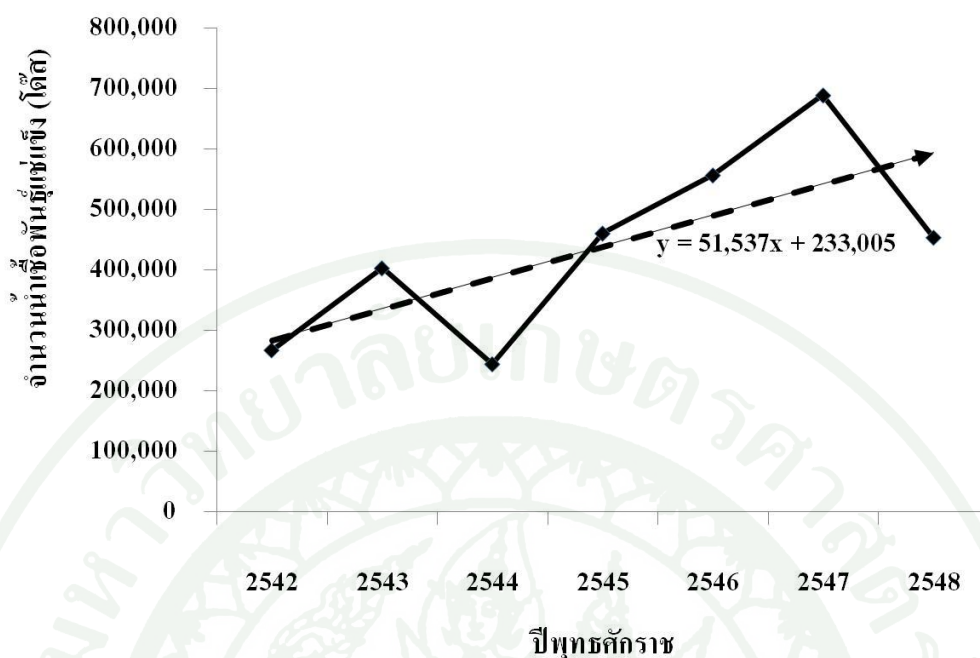
1. การผลิตโคนมเพศผู้และน้ำเชื้อพันธุ์เพื่อการผสมเทียมในประเทศไทย

วิธีการผสมเทียม เป็นอีกหนึ่งวิธีที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตโคนมไทย เนื่องจาก การผสมเทียมมีส่วนช่วยให้ประชากรโคนมในประเทศไทยมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเป็นวิธีที่ช่วยกระจายพันธุ์กรรมของพ่อพันธุ์โคนมพันธุ์ดี ไปยังเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมได้อย่างรวดเร็วและทั่วถึง โดยในช่วงปี พ.ศ. 2548 ถึง 2551 มีการผสมเทียมทั้งสิ้น 736,386 ครั้ง โดยจำนวนครั้งในการผสมเทียมที่เพิ่มขึ้นในแต่ละปี เป็นผลมาจากจำนวนประชากรโคนมที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 1) ดังนั้นจากจำนวนครั้งในการผสมเทียมที่เพิ่มขึ้นตามความต้องการของเกษตรกร จึงส่งผลให้การผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อการผสมเทียมมีจำนวนเพิ่มขึ้นด้วยเช่นกัน ทั้งในส่วนของการผสมพันธุ์ (ภาพที่ 2) และองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย



ภาพที่ 1 สถิติจำนวนครั้งการผสมเทียม ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 ถึง 2551

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2548, 2549, 2550, 2551)



ภาพที่ 2 สถิติจำนวนน้ำเชื้อปั๊มแช่แข็งที่ผลิตได้จากศูนย์ผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งลำพูนกลางระหว่างปี พ.ศ. 2542 ถึง 2548

ที่มา: กรมปศุสัตว์ (2548)

ในปัจจุบัน น้ำเชื้อปั๊มโคนมสำหรับการผสมเทียมที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตโคนมในประเทศไทยมีทั้งน้ำเชื้อปั๊มที่ผลิตขึ้นภายในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ โดยน้ำเชื้อปั๊มส่วนใหญ่เป็นน้ำเชื้อปั๊มที่ผลิตได้จากโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ ทั้งนี้ น้ำเชื้อปั๊มที่ผลิตภายในประเทศผลิตขึ้นโดยหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชน เช่น องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ก.) กรมปศุสัตว์ หน่วยทหารพัฒนา (กรป. กลาง) บริษัทโซคชัยฟาร์ม จำกัด เป็นต้น ซึ่งแต่ละหน่วยงานมุ่งเน้นในการสร้างพ่อพันธุ์ที่มีพันธุกรรมดีสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ ในแต่ละปีหน่วยงานเหล่านี้จะนำลูกโคนมเพศผู้ที่เกิดจากพ่อพันธุ์โคนมพันธุ์ดีจำนวนมาก ทั้งที่ผลิตขึ้นเองและจากเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม เข้ามาเลี้ยงดูและทดสอบความสามารถด้านประสิทธิภาพการเจริญเติบโต การให้ผลผลิต ความสมบูรณ์พันธุ์ และประเมินความสามารถทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว เพื่อพิสูจน์และคัดเลือกพ่อพันธุ์โคนมที่มีศักยภาพทางพันธุกรรมสูงสำหรับนำไปผลิตน้ำเชื้อปั๊มแช่แข็งเพื่อการผสมเทียมต่อไป (ศกร และคณะ, 2541ข; สุรชัย, 2545; ภาณุพันธุ์ และคณะ, 2547)

การคัดเลือกโคนมเพศผู้เพื่อนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์ของแต่ละหน่วยงาน จะใช้มาตรฐานในการเลี้ยงดูและการทดสอบไม่แตกต่างกันมากนัก โดยเริ่มจากการนำลูกโคนมเพศผู้ที่เกิดจากพ่อและแม่โคนมพันธุ์ดี (มีความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจสูง) ทั้งที่ผลิตขึ้นเองภายในหน่วยงานที่รับผิดชอบหรือจากเกษตรกรมาเลี้ยง และทดสอบความสามารถด้านต่างๆ เช่น การเจริญเติบโต โดยพิจารณาจากลักษณะประจำพันธุ์ สุขภาพร่างกาย พฤติกรรม ความกำหนดความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ และความสามารถพันธุ์ของน้ำเชื้อพันธุ์ของโคแต่ละตัว

ขั้นตอนการทดสอบพ่อพันธุ์โคนมเพื่อการผสมเทียม (อ.ส.ค., ม.ป.ป.) สามารถจำแนกตามช่วงอายุของลูกโคได้ดังต่อไปนี้

1) แรกเกิดถึงอายุ 1 เดือน ลูกโคแรกคลอดที่เกิดจากพ่อพันธุ์ในหน่วยงานหรือลูกโคของเกษตรกรจะถูกนำมาพิจารณาลักษณะประจำพันธุ์ ระดับสายเลือดตามพันธุ์ประวัติ และพิจารณาลักษณะร่างกายที่ผิดปกติ หรือพิการ โดยเฉพาะลักษณะผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น ทองแดง (Cryptochidism) และไส้เลื่อน (Hernia) เป็นต้น

2) อายุ 1 ถึง 3 เดือน ในช่วงนี้ลูกโคควรมีน้ำหนักตัวไม่ต่ำกว่า 90 กิโลกรัม มีอัตราการเจริญเติบโตไม่ต่ำกว่า 600 กรัมต่อวัน สุขภาพร่างกายสมบูรณ์ กีบและขาหลังแข็งแรง ลูกอ้นทะมีขนาดสมบูรณ์และมีตำแหน่งอยู่ภายในถุงหุ้มอ้นทะทั้งสองข้าง

3) อายุระหว่าง 3 เดือน ถึง 1 ปี สามารถพิจารณาจากอัตราการเจริญเติบโตของโคซึ่งไม่ควรต่ำกว่า 700 กรัมต่อวัน สุขภาพร่างกาย กีบเท้า ขาหลัง และลูกอ้นทะไม่มีความผิดปกติ และควรผ่านการประเมินลักษณะโครงสร้างร่างกาย เมื่อลูกโคอายุครบ 6 เดือน โคเหล่านี้จะถูกแยกเลี้ยงในคอกเดี่ยว และทำวัคซีนเพื่อป้องกันโรค เช่น ปากเท้าเปื่อย คอบวม และทำการถ่ายพยาธิ ตามโปรแกรมที่กำหนดไว้ เพื่อเตรียมเข้าสู่พ่อพันธุ์ต่อไป

4) อายุระหว่าง 1 ปี ถึง 1 ปี 6 เดือน (โคฝึกกรีดน้ำเชื้อพันธุ์) โคที่ผ่านการประเมินจะถูกนำเข้าฝูงพ่อพันธุ์ เพื่อฝึกหัดกรีดน้ำเชื้อพันธุ์ พร้อมทั้งตรวจสอบความสมบูรณ์พันธุ์ของน้ำเชื้อพันธุ์สด และสังเกตพฤติกรรม ความก้าวร้าว โดยโคที่เหมาะสมต่อการนำมาเป็นพ่อพันธุ์ ควรเป็นโคที่ไม่ดุร้าย ไม่ก้าวร้าว มีความกำหนดสูง และมีความสูงไม่น้อยกว่า 110 เซนติเมตร การทดสอบความ

สม่ำเสมอของการให้ผลผลิตและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์สดนี้จะใช้เวลาในการพิจารณา 4 ถึง 6 เดือน หากโคที่เข้าทดสอบมีคุณสมบัติไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกคัดออกจากฝูงโคพ่อพันธุ์

5) อายุ 1 ปี 6 เดือนขึ้นไป (พ่อพันธุ์รุ่นน้ำเชื้อ) ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อโคแต่ละตัวจะถูกพิจารณาคุณภาพและปริมาณ ทั้งช่วงก่อนและหลังการเข้าสู่กระบวนการแช่แข็ง โดยที่พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่มนี้ต้องมีสุขภาพร่างกายแข็งแรง และไม่มีปัญหาการบาดเจ็บที่สืบและขาหลัง เมื่อพ่อพันธุ์โคนมให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ครบ 35,000 ได้ตามที่กำหนดแล้วจะถูกปลดออกจากฝูงพ่อพันธุ์

จากขั้นตอนการทดสอบพ่อพันธุ์ข้างต้น น้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็งที่ผลิตได้จากพ่อพันธุ์โคนมเหล่านั้นจะถูกนำไปให้เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมเพื่อใช้ในการผสมเทียม หากแม่โคที่ได้รับการผสมเทียมคลอดลูกโคเพศเมีย เกษตรกรและเจ้าหน้าที่ของรัฐจะจับบันทึกพันธุ์ประวัติ และจัดเก็บข้อมูลลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจต่างๆ ของโคเพศเมียที่เกิดใหม่นั้น เพื่อนำมาใช้ประเมินความสามารถทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมต่อไป

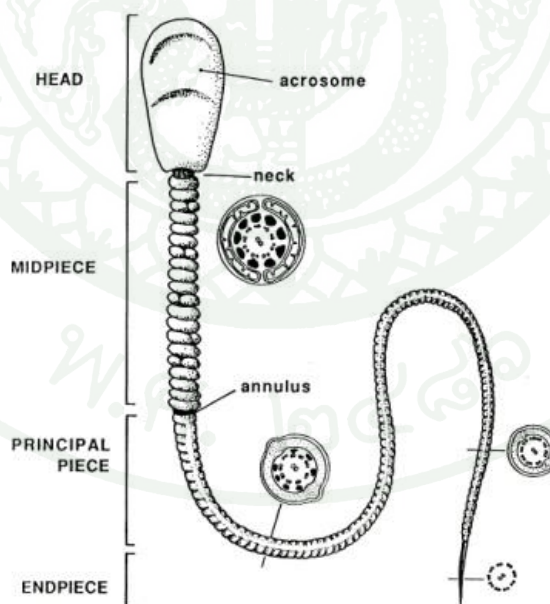
นอกจากนี้ น้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่ใช้ในการผสมเทียมยังถูกแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) พ่อพันธุ์ที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว (Proven sire) ซึ่งเป็นพ่อพันธุ์ที่มีความสามารถทางพันธุกรรม หรือคุณค่าการผสมพันธุ์ (Breeding value; BV) และความแม่นยำ (Accuracy) ของการประเมินค่า BV มีความเหมาะสมตามที่แต่ละหน่วยงานกำหนด และ 2) พ่อพันธุ์ที่รอการพิสูจน์ (Young sire) ซึ่งมีค่า BV และค่าความแม่นยำของการประเมินค่า BV ต่ำกว่า อย่างไรก็ตาม น้ำเชื้อพันธุ์ที่ผลิตจากพ่อพันธุ์โคนมทั้งสองกลุ่มนี้ได้ถูกนำมาใช้ผสมเทียมในเชิงปฏิบัติ การจัดเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องทั้งด้านปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์จึงมีความจำเป็นต่อการประเมินความสามารถทางพันธุกรรม และการผลิตพ่อพันธุ์โคนมที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโคนมของประเทศไทย

2. น้ำเชื้อพันธุ์ (Semen)

น้ำเชื้อพันธุ์ เป็นของเหลวที่ถูกขับออกมาจากอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้เมื่อได้รับการกระตุ้นจากสิ่งเร้า โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการสืบพันธุ์ น้ำเชื้อพันธุ์มีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน คือ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรืออสุจิ (Spermatozoa) และของเหลว เรียกว่า น้ำกาม (Seminal plasma; Bearden and Fuquay, 2000; Hafez and Hafez, 2000)

2.1 อสุจิ (Spermatozoa)

อสุจิคือเซลล์สืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ที่ถูกพัฒนาจากเซลล์เยื่อบุผนังของ seminiferous tubules ภายในลูกอัณฑะ มีหน้าที่สำคัญในการปฏิสนธิ และถ่ายทอดพันธุกรรมจากพ่อพันธุ์ไปยังสัตว์รุ่นลูก (Hafez and Hafez, 2000) อสุจิที่มีลักษณะปกติ (ภาพที่ 3) ประกอบด้วย 1) ส่วนหัว (Head) ซึ่งมีลักษณะคล้ายรูปหยดน้ำ ภายในมีนิวเคลียสขนาดใหญ่บรรจุด้วยโครโมโซมที่มีจำนวนครึ่งหนึ่ง (n) ของเซลล์ร่างกาย (Somatic cells; $2n$) ส่วนหัวของนิวเคลียสปกคลุมด้วยชั้นเนื้อเยื่อบางๆ เรียกว่า acrosome โดยช่องว่างระหว่าง acrosome และส่วนหัวนี้จะพบเอนไซม์ เช่น acrosin, hyaluronidase และ corona penetrating ซึ่งมีความสำคัญในการย่อยสลายผนังและชั้นเนื้อเยื่อของ ovum ในกระบวนการปฏิสนธิ 2) ส่วนกลางลำตัว (Middle piece) มีลักษณะเป็นทรงกระบอก ประกอบด้วย centriole และ mitochondria จำนวนมากใช้เป็นแหล่งพลังงานสำหรับการเคลื่อนที่ เนื่องจากมี mitochondrial sheath ช่วยสร้างเอนไซม์ย่อยสลายน้ำตาลฟรุคโตสให้เป็นพลังงาน ATP และ 3) ส่วนหาง (Tail) มีลักษณะทรงกระบอกยาวและส่วนปลายสุดเรียวเล็ก เป็นโครงสร้างที่ช่วยในการเคลื่อนที่ของเซลล์อสุจิ



ภาพที่ 3 โครงสร้างอสุจิโค

ที่มา: Barth and Oko (1989)

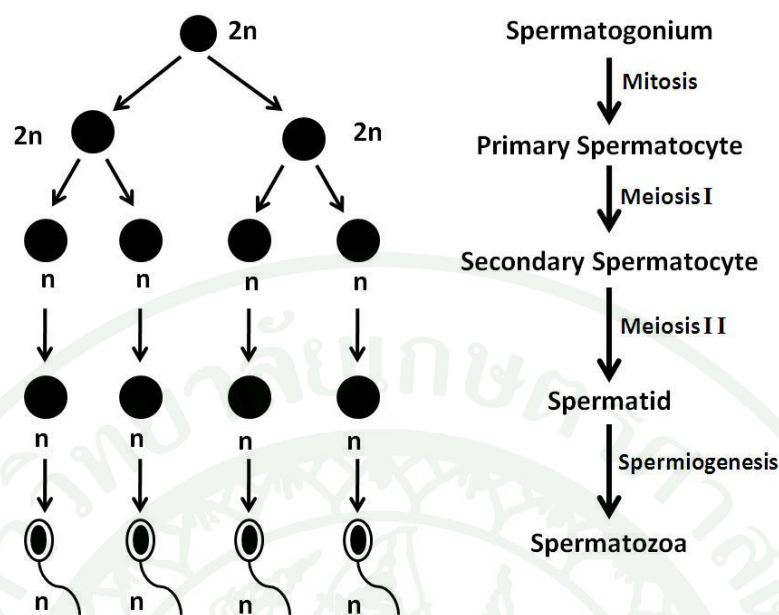
2.2 น้ำกาม (Seminal plasma)

น้ำกาม (Seminal plasma) เป็นของเหลวที่หลั่งจากท่อพักอสุจิ (Epididymis) ท่อนำอสุจิ (Vas deferens) และ accessory gland (ได้แก่ seminal vesicle, prostate gland และ Cowper's gland) น้ำกามผลิตขึ้นจากอวัยวะ 3 ส่วนและของเหลวที่ผลิตได้มีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน (Hafez and Hafez, 2000) ได้แก่ 1) ต่อมสร้างน้ำเลี้ยงอสุจิ (Seminal vesicle) ที่มีลักษณะคล้ายพวงองุ่น มีตำแหน่งอยู่ใกล้กับกระเพาะปัสสาวะและมีท่อเปิดต่อเข้ากับท่อนำอสุจิ ของเหลวที่ผลิตนี้เป็นส่วนที่สร้างอาหารให้กับเซลล์อสุจิ ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 50 ของของเหลวทั้งหมด 2) ต่อมลูกหมาก (Prostate gland) ของเหลวที่ถูกผลิตขึ้นจะมีลักษณะข้นคล้ายนมและมีฤทธิ์เป็นเบสอ่อนๆ ($\text{pH} \sim 6.4$ ถึง 7.8) เพื่อช่วยปกป้องอสุจิจากความเป็นกรดในท่อปัสสาวะของสัตว์เพศผู้ หรือภายในช่องคลอดของสัตว์เพศเมีย และ 3) Cowper's gland หรือ Bulbo-urethral gland ทำหน้าที่ในการสร้างสารหล่อลื่นท่อปัสสาวะในขณะที่มีการกระตุ้นทางเพศ

3. กระบวนการสร้างอสุจิ (Spermatogenesis)

การสร้างเซลล์อสุจิหรือเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ประกอบด้วยกระบวนการหลัก 2 ส่วน คือ 1) การพัฒนาเซลล์เนื้อเยื่อชนิด Epitilium ของผนัง Seminiferous tubule ที่มีจำนวนของโครโมโซม 2 ชุด ($2n$) ไปสู่เซลล์ Spermatid ที่มีจำนวนโครโมโซมเพียงชุดเดียว (n) ที่เรียกว่า Spermatogenesis และ 2) การพัฒนาจาก Spermatid ไปเป็นเซลล์อสุจิที่สมบูรณ์ (Spermatozoa) ที่เรียกว่า Spermiogenesis (Hafez and Hafez, 2000) รวมระยะเวลาในการผลิตได้ประมาณ 54 ถึง 63 วันต่อการผลิตแต่ละครั้ง ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละกระบวนการดังนี้

การพัฒนาในช่วงแรกจากเซลล์เนื้อเยื่อชนิด Epitilium ของผนัง Seminiferous tubule ไปสู่เซลล์ Spermatid (ภาพที่ 4) เริ่มจากการแบ่งเซลล์แบบ mitosis เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 15 ถึง 17 วัน เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นนี้จะมีขนาดใหญ่ เรียกว่า Primary spermatocyte และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์เริ่มต้น จากนั้น Primary spermatocyte จะถูกแบ่งเซลล์แบบ meiosis ครั้งที่ 1 ได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์ที่เรียกว่า Secondary spermatocyte ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งเดียว (n) ของเซลล์เริ่มต้น โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 15 วัน และจากนั้น Secondary spermatocyte แต่ละเซลล์จะแบ่งเซลล์แบบ meiosis ครั้งที่ 2 ได้เซลล์ใหม่เกิดขึ้น เรียกว่า Spermatid มีจำนวนทั้งสิ้น 4 เซลล์ โดยใช้ระยะเวลาประมาณ 2 ถึง 3 ชั่วโมง



ภาพที่ 4 กระบวนการ Spermatogenesis

ที่มา: ดัดแปลงมาจาก Hafez and Hafez (2000)

จากนั้น Spermatid จะเข้าสู่กระบวนการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Metamorphosis) จนกระทั่งกลายเป็นเซลล์อสุจิ ใช้เวลามากกว่า 15 วัน เรียกกระบวนการนี้ว่า Spermiogenesis ซึ่งการพัฒนาของเซลล์สามารถแบ่งได้ 4 ระยะ คือ

1) ระยะ Golgi phase ภายใน Golgi apparatus จะสร้างกลุ่ม proacrosomal granules ขึ้น โดย granule เหล่านี้จะยึดติดอยู่บนนิวเคลียส

2) ระยะ Cap phase เป็นระยะที่ acrosomal granule เริ่มกระจายตัวปกคลุมอยู่บนผิวนิวเคลียสของ spermatid กระบวนการนี้ granule จะปกคลุมส่วนหน้าของนิวเคลียส ประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของนิวเคลียสทั้งหมด ดังนั้นระยะนี้นิวเคลียสของ spermatid จะถูกปกคลุมด้วยเยื่อบางๆ และเริ่มมีการพัฒนาหางของอสุจิขึ้นจาก centriole โดยส่วนปลายของ centriole จะยืดยาวออก

3) ระยะ Acrosomal phase เป็นระยะที่ acrosome มีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ โดยนิวเคลียสของ spermatid จะเคลื่อนมาอยู่บริเวณที่เป็นหัวของอสุจิ ทำให้เริ่มเห็นเป็นส่วนหัวชัดเจน

ขึ้น mitochondria ที่กระจายตัวอยู่ใน cytoplasm จะรวมตัวกันสร้างเป็นปลอกในส่วนของ middle piece เมื่อสิ้นสุดระยะนี้รูปร่างของ spermatid จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างชัดเจนโดยมี acrosome อย่างสมบูรณ์และมีหางยาวเห็นได้ชัด

4) ระยะ Maturation phase เป็นระยะสุดท้ายของกระบวนการ Spermiogenesis โดย fibrous sheath จะเจริญห่อหุ้มในส่วนหางทั้งหมด มี mitochondria sheath หุ้มในส่วน middle piece อย่างสมบูรณ์ และยังเห็น cytoplasmic droplet อยู่บริเวณกลางลำตัวของอสุจิ หลังจากให้อสุจิหลุดจาก sertoli cell ส่วนของ cytoplasmic droplet จะสลายตัวไป หลังจากนั้นอสุจิจะเคลื่อนที่ไปยังท่อเก็บอสุจิ โดยมี testicular fluid ช่วยในการเคลื่อนที่

4. การประเมินน้ำเชื้อพันธุ์โคนม (Semen evaluation)

การประเมินน้ำเชื้อพันธุ์ของโคนมเพศผู้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมแต่ละตัวที่จะนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์ในการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง เนื่องจากพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีความสามารถในการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีปริมาณและคุณภาพแตกต่างกัน (Hafez and Hafez, 2000) การประเมินน้ำเชื้อพันธุ์ (เช่น ปริมาตร ลักษณะภายนอกของน้ำเชื้อ ความเข้มข้น สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่รายตัว เป็นต้น) จึงเป็นวิธีการสำคัญที่ทำให้ผู้ผลิตทราบถึง ความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนม และช่วยสร้างความมั่นใจให้แก่เกษตรกรที่นำน้ำเชื้อพันธุ์เหล่านั้นไปใช้ โดยการประเมินน้ำเชื้อพันธุ์มักกระทำทันทีภายหลังการรีดน้ำเชื้อ เริ่มจากการตรวจสอบลักษณะภายนอกด้วยตาเปล่า วัดปริมาตร พิจารณาสี และการปนเปื้อนของวัตถุต่างๆ จากนั้นน้ำเชื้อสดที่ผ่านการตรวจสอบเบื้องต้นแล้วจะนำไปตรวจสอบโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ เพื่อพิจารณาคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์จากความเข้มข้นของอสุจิในน้ำเชื้อพันธุ์ เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ และความผิดปกติของอสุจิ เป็นต้น น้ำเชื้อสดที่ผ่านการพิจารณาตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดแล้ว จะถูกนำไปเจือจางด้วยสารละลายสำหรับเลี้ยงน้ำเชื้อ และบรรจุในหลอดเพื่อเข้าสู่กระบวนการแช่แข็งต่อไป และทำการประเมินคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์อีกครั้งหลังผ่านการแช่แข็ง เพื่อยืนยันคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์และประสิทธิภาพก่อนในการนำไปใช้ในการผสมเทียม

โดยทั่วไปน้ำเชื้อพันธุ์โคนมที่หลังออกมาจะมีฤทธิ์เป็นด่าง (pH ~ 6.4 ถึง 7.8; Hafez and Hafez, 2000) ลักษณะข้น สีคล้ายนํ้านม การหลังแต่ละครั้งมีปริมาณประมาณ 5 ถึง 8 มิลลิลิตร มีความเข้มข้นของอสุจิประมาณ 800 ถึง 2,000 ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร (Hafez and Hafez, 2000)

ดังนั้น การตรวจคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์จึงสามารถตรวจสอบได้จากลักษณะทางชีวภาพ และจุลภาพ โดยจากปริมาณและลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น ความเข้มข้น การเคลื่อนที่ของอสุจิ จำนวนเซลล์อสุจิที่มีชีวิต และเปอร์เซ็นต์ของอสุจิที่ผิดปกติ (Rosenberger, 1979)

4.1 ปริมาตร (Volume)

การวัดปริมาตรของน้ำเชื้อพันธุ์ใช้หน่วยวัดเป็นมิลลิลิตร ซึ่งสามารถสังเกตได้จากขีดวัดปริมาตรที่บอกไว้บนอุปกรณ์รองรับน้ำเชื้อพันธุ์ โดยทั่วไปปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ที่เก็บได้จากพ่อพันธุ์โคนมมีปริมาตรประมาณ 2 ถึง 8 มิลลิลิตร ทั้งนี้ พ่อพันธุ์โคนมที่โตเต็มที่สามารเก็บน้ำเชื้อพันธุ์ได้ 5 ถึง 8 มิลลิลิตรในการหลั่งแต่ละครั้ง ส่วนในโคนมอาจมีปริมาตร 1 ถึง 2 มิลลิลิตร โดยน้ำเชื้อพันธุ์ที่สามารถเก็บได้สำหรับโคนมเฉลี่ย 2 มิลลิลิตร และสำหรับโคที่มีอายุ 2 ปีขึ้นไปเฉลี่ย 4 มิลลิลิตร (Rosenberger, 1979) ซึ่งจากการศึกษาในงานวิจัยหลายฉบับ พบว่า ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์โคมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.10 ± 1.40 ถึง 7.75 ± 1.83 มิลลิลิตร (ตารางที่ 1) โดยปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมของประเทศไทย สามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.30 ± 2.48 ถึง 6.47 ± 2.75 มิลลิลิตร

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์โคนม

ประเทศ	ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ (มิลลิลิตร)	เอกสารอ้างอิง
ไทย	6.64 ± 1.18	กัญชนะ และคณะ (2534)
ไทย	6.47 ± 2.75	ศกร และคณะ (2541ข)
ไทย	5.30 ± 2.48	ภาณุพันธ์ และคณะ (2547)
บังคลาเทศ	7.14 ± 2.11	Sarder (2007)
สหรัฐอเมริกา	7.80 ± 1.77	Everett <i>et al.</i> (1978)
สหรัฐอเมริกา	7.75 ± 1.83	Everett and Bean (1982)
สหรัฐอเมริกา	7.10 ± 0.60	Garner <i>et al.</i> (1996)
แคนาดา	6.11 ± 1.91	Mathevon <i>et al.</i> (1998b)
สวีตเซอร์แลนด์	4.10 ± 1.40	Makulska <i>et al.</i> (1993)
เบลเยียม และเนเธอร์แลนด์	4.15 ± 2.40	Hoflack <i>et al.</i> (2006)
อังกฤษ	4.74 ± 1.11	Carter <i>et al.</i> (1980)

4.2 ลักษณะทั่วไปที่ปรากฏ (General appearance)

ลักษณะน้ำเชื้อพันธุ์ที่ตรวจสอบได้ด้วยตาเปล่า สามารถพิจารณาจากสีของน้ำเชื้อพันธุ์ โดยน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีสีเทาใส (Translucent gray) แสดงว่า น้ำเชื้อพันธุ์มีคุณภาพไม่ดี เนื่องจากมีจำนวนของอสุจิน้อย ในขณะที่น้ำเชื้อพันธุ์ที่มีสีเทาขุ่น (Evident gray) สีขาวเข้มหรือสีขาวเหลือง (Yellow) เป็นน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพดี แต่ในกรณีที่น้ำเชื้อพันธุ์มีสีเหลืองอาจเกิดจากการปนเปื้อนของปัสสาวะในขณะรีด หรืออาจเป็นสารไรโบฟลาวิน (Riboflavin) ที่มีสีเหลือง ดังนั้น ในกรณีที่น้ำเชื้อพันธุ์มีสีเหลือง ผู้วิเคราะห์จึงควรพิจารณาว่าสีที่ปรากฏมีสาเหตุมาจากการปนเปื้อนของปัสสาวะหรือสารไรโบฟลาวิน และหากน้ำเชื้อพันธุ์มีสีแดงแสดงว่าเกิดการปนของเลือด ซึ่งอาจเกิดจากบาดแผลหรือการบาดเจ็บของอวัยวะสืบพันธุ์ (Hafez and Hafez, 2000) นอกจากนี้ สีน้ำเชื้อพันธุ์ยังมีความสัมพันธ์กับความหนาแน่น (Density) ของอสุจิในน้ำเชื้อพันธุ์ได้ (ตารางที่ 2; Rosenberger, 1979) และลักษณะที่ปรากฏยังสามารถตรวจสอบได้จากความหนืด (Sticky) คือ มีลักษณะคล้ายครีม (Creamy) คล้ายนํ้านม (Milky) คล้ายหางนม (Whey) และคล้ายน้ำ (Watery) ซึ่งโดยทั่วไปน้ำเชื้อพันธุ์ที่ดีต้องมีสีขาวขุ่นหรือลักษณะคล้ายนํ้านมหรือมีสีครีม โดยจากการศึกษาของ Sarder (2007) พบว่า น้ำเชื้อพันธุ์พ่อพันธุ์โคนมโฮลสไตน์พันธุ์แท้ ซาฮิวาลพันธุ์แท้ และลูกผสม มีค่าเฉลี่ยลักษณะทั่วไปที่ปรากฏ 3.23 ± 0.97 คะแนน ซึ่งลักษณะของน้ำเชื้อมีสีเหลืองขาว (1 = ลักษณะคล้ายน้ำ; 2 = สีขาวคล้ายนํ้านม; 3 = สีเหลืองขาว; 4 = สีขาวคล้ายครีม)

ตารางที่ 2 ระดับความเข้มข้นและลักษณะความหนืดของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม

ความเข้มข้น (ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร)	ความหนืด
มากกว่า 1,000	ลักษณะคล้ายครีม
800 ถึง 1,000	อยู่ระหว่างลักษณะคล้ายครีมกับลักษณะคล้ายนม
600 ถึง 800	ลักษณะคล้ายนม
400 ถึง 600	อยู่ระหว่างลักษณะคล้ายนมกับลักษณะคล้ายหางนม
200 ถึง 400	ลักษณะคล้ายหางนม
50 ถึง 200	อยู่ระหว่างลักษณะคล้ายหางนมกับลักษณะคล้ายน้ำ
น้อยกว่า 50	ลักษณะคล้ายน้ำ

ที่มา: คัดแปลงมาจาก Rosenberger (1979)

4.3 ความเข้มข้น (Concentration)

ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ มีความสำคัญในการคำนวณปริมาณของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อเพื่อผลิตเป็นน้ำเชื้อแช่แข็ง โดยการตรวจสอบความเข้มข้นในห้องปฏิบัติการนั้นสามารถทำได้หลายวิธี (สมพร, 2538) เช่น การใช้ฮีโมไซโตมิเตอร์ (Hemocytometer) การใช้ Counting chamber และการใช้เครื่องนับอนุภาคอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์พิจารณาจากจำนวนอสุจิ (ล้านเซลล์ต่อมิลลิลิตร; $\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร) โดยความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ระดับต่ำสุดที่ยอมรับได้ คือ ระดับความเข้มข้นที่มีจำนวนอสุจิ 600×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แต่ Hafez and Hafez (2000) ได้รายงานความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ในโคหนุ่มและโคที่โตเต็มที่มีค่าเฉลี่ยประมาณ 200×10^6 และ $1,800 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ จากงานวิจัยหลายฉบับ พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่ถูกเลี้ยงดูในเขตร้อนชื้นและเขตกึ่งหนาวมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 982.00 ± 440.00 ถึง $1,600.00 \pm 200.00 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (ตารางที่ 3) ซึ่งในประเทศไทย พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์มีค่าระหว่าง 476.06 ± 390.52 ถึง $1,282.00 \pm 170.00 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรเท่านั้น

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม

ประเทศ	ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	เอกสารอ้างอิง
ไทย	$1,282.00 \pm 17.00$	กัญจนะ และคณะ (2534)
ไทย	476.06 ± 390.52	ศกร และคณะ (2541ข)
ไทย	834.31 ± 595.19	ภาณุพันธ์ และคณะ (2547)
บังคลาเทศ	$1,314.50 \pm 312.60$	Sarder (2007)
สหรัฐอเมริกา	$1,300.00 \pm 320.00$	Everett <i>et al.</i> (1978)
สหรัฐอเมริกา	$1,240.00 \pm 340.00$	Everett and Bean (1982)
สหรัฐอเมริกา	$1,600.00 \pm 200.00$	Garner <i>et al.</i> (1996)
แคนาดา	$1,338.00 \pm 440.50$	Mathevon <i>et al.</i> (1998b)
อังกฤษ	$1,180.00 \pm 300.00$	Carter <i>et al.</i> (1980)
สวิตเซอร์แลนด์	$1,077.20 \pm 375.50$	Makulska <i>et al.</i> (1993)
เบลเยียม และเนเธอร์แลนด์	982.00 ± 440.00	Hoflack <i>et al.</i> (2006)

4.4 การเคลื่อนที่ (Motility)

การเคลื่อนที่ของอสุจิสามารถตรวจสอบได้ทั้งจากการเคลื่อนที่แบบหมู่ (Mass movement) และการเคลื่อนที่แบบรายตัว (Individual movement) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยาย 400 เท่า ในการตรวจการเคลื่อนที่แบบหมู่สามารถพิจารณาจากภาพรวมการเคลื่อนที่ของอสุจิ โดยอสุจิที่มีการเคลื่อนที่เร็วเป็นคลื่น แสดงว่าเป็นน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพดี เนื่องจากมีความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์สูง ส่วนการตรวจสอบการเคลื่อนที่แบบรายตัว เป็นการสังเกตการเคลื่อนที่ของอสุจิในแบบต่างๆ ได้แก่ การเคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว จัดเป็นการเคลื่อนที่แบบปกติ ส่วนการเคลื่อนที่กลับไปกลับมาวนเป็นวงกลม และการเคลื่อนไหวของอสุจิเพียงเล็กน้อย จัดเป็นการเคลื่อนที่ผิดปกติ ทั้งนี้ การเคลื่อนที่ของอสุจิปกติต้องมีสัดส่วนของอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า 70 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนอสุจิทั้งหมด (Rosenberger, 1979) ซึ่งจากการรายงานผลการศึกษาในงานวิจัยหลายฉบับ พบว่า พ่อพันธุ์โคนมที่ถูกเลี้ยงดูในเขตร้อนชื้นและเขตร้อนมีค่าเฉลี่ยการเคลื่อนที่ของอสุจิอยู่ระหว่าง 31.00 ถึง 84.00 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับการเคลื่อนที่ของอสุจิโคนม

ประเทศ	การเคลื่อนที่ของอสุจิ (เปอร์เซ็นต์)	เอกสารอ้างอิง
ไทย	84.00 ± 4.89	กัญจนะ และคณะ (2534)
ไทย	50.36 ± 15.56	ศกร และคณะ (2541ข)
ไทย	55.87 ± 25.80	ภาณุพันธ์ และคณะ (2547)
บังคลาเทศ	63.95 ± 4.61	Sarder (2007)
สหรัฐอเมริกา	59.70 ± 3.81	Everett <i>et al.</i> (1978)
สหรัฐอเมริกา	31.00 ± 1.00	Garner <i>et al.</i> (1996)
แคนาดา	57.00 ± 14.00	Mathevon <i>et al.</i> (1998b)
สวิตเซอร์แลนด์	74.70 ± 3.08	Makulska <i>et al.</i> (1993)

4.5 ความผิดปกติของอสุจิ (Abnormality spermatozoa)

โดยทั่วไปอสุจิของโคจะมีลักษณะของหัวคล้ายหยดน้ำ และมีหางตรง ส่วนอสุจิที่มีรูปร่างผิดปกติ อาจสามารถจำแนกความผิดปกติได้เป็น 3 กรณีคือ 1) ความผิดปกติแบบปฐมภูมิ (Primary abnormality) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นที่ส่วนหัวของอสุจิ เช่น หัวใหญ่หรือหัวเล็กเกินไป หัวกลม หัวยาว หรือสองหัว 2) ความผิดปกติแบบทุติยภูมิ (Secondary abnormality) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นความผิดปกติที่ส่วนหาง เช่น หางงอ เป็นต้น หรือเกิดความผิดปกติที่ส่วนกลางลำตัว เช่น มี protoplasmic droplets ติดอยู่ และ 3) ความผิดปกติแบบตติยภูมิ (Tertiary abnormality) เป็นความผิดปกติที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการ เช่น อสุจิอาจเสียสภาพเนื่องจากอุณหภูมิร้อนหรือเย็นเกินไป และการเป็นพิษจากสีย้อม เป็นต้น (Barth and Oko, 1989; Whittier and Bailey, 2000)

ปกติในการรีดน้ำเชื้อมักพบอสุจิที่มีความผิดปกติเสมอ ดังนั้น ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิจะไม่ส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมเพศผู้หากมีสัดส่วนความผิดปกติไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนอสุจิทั้งหมด (Hafez and Hafez, 2000) ซึ่งสอดคล้องกับ Rosenberger (1979) ที่รายงานว่า น้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพดีต้องมีอสุจิที่ผิดปกติไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของอสุจิทั้งหมดเช่นกัน และจำนวนของอสุจิที่ผิดปกติจะค่อยๆ ลดลง เมื่อพ่อพันธุ์โคนมมีอายุเพิ่มขึ้น ซึ่งในการศึกษาความผิดปกติของรูปร่างอสุจิในน้ำเชื้อพันธุ์ อาจพิจารณาแยกจากลักษณะความผิดปกติในแบบต่างๆ เช่น ความผิดปกติส่วนหัว การเกิดลักษณะหยดน้ำบริเวณลำตัว และความผิดปกติส่วนหาง เป็นต้น จากการศึกษาของ ศกร และคณะ (2541ข) พบว่า สัดส่วนอสุจิที่มีรูปร่างผิดปกติ มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 1.81 ± 0.81 ถึง 7.91 ± 2.29 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโคนมพันธุ์แท้อีสตไอร์แลนด์ และ 1.49 ± 0.68 ถึง 8.57 ± 4.30 เปอร์เซ็นต์ สำหรับโคนมลูกผสมอีสตไอร์แลนด์ นอกจากนี้ การศึกษาของ Soderquist *et al.* (1996) พบว่า สัดส่วนอสุจิที่มีลักษณะผิดปกติมีค่าเฉลี่ย ระหว่าง 0.1 ± 0.5 ถึง 6.1 ± 2.8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ อาจได้รับอิทธิพลจากความผันแปรของอายุของพ่อพันธุ์ พันธุ์ และฤดูกาล เป็นต้น

4.6 อสุจิที่มีชีวิตและตัวตาย (Alive and dead spermatozoa)

โดยทั่วไปการตรวจอสุจิที่มีชีวิตและตัวตาย สามารถพิจารณาได้จากการย้อมสีอีโอซิน (Eosin) ที่มีความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสีของอีโอซินสามารถซึมผ่านผนังเซลล์ของอสุจิที่ตายแล้วเท่านั้น ดังนั้น น้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพดีจึงควรมีจำนวนอสุจิตัวตายไม่เกิน 25 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนอสุจิทั้งหมดที่ตรวจวัด (Rosenberger, 1979)

5. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์พ่อพันธุ์โคนม

5.1 ฤดูกาล (Seasonal)

ฤดูกาลมีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม ซึ่งมีสาเหตุจากหลายปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในแต่ละวัน ความชื้นในอากาศ และคุณภาพของพืชอาหารสัตว์ในแต่ละช่วงเวลา โดยความผันแปรของฤดูกาลส่งผลต่อการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ (Mathevon *et al.*, 1998b) จากการศึกษาของ Schwab *et al.* (1987) พบว่า ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ ความเข้มข้นของอสุจิ และจำนวนอสุจิต่อการหลั่งแต่ละครั้งมีประสิทธิภาพสูงสุดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Fuente *et al.* (1984) ที่พบว่า ผลผลิตของน้ำเชื้อพันธุ์จะมีคุณภาพต่ำในช่วงฤดูหนาว นอกจากนี้ การศึกษาของภาณุพันธ์ และคณะ (2547) ในประชากรพ่อพันธุ์โคนมของศูนย์ผสมเทียมในจังหวัดลพบุรี พบว่า พ่อพันธุ์โคนมให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ในฤดูฝน (มิถุนายน ถึง ตุลาคม) มากกว่าในช่วงฤดูหนาว (พฤศจิกายน ถึง กุมภาพันธ์) และฤดูร้อน (มีนาคม ถึง พฤษภาคม) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากความแตกต่างของปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตในแต่ละฤดูกาล เช่น การจัดการฟาร์มที่พ่อพันธุ์โคนมได้รับ อุณหภูมิและความชื้นในแต่ละวันที่ทำการรีดเก็บน้ำเชื้อ ความยาวของช่วงแสง คุณภาพของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยง รวมถึงความสามารถทางพันธุกรรมของพันธุ์โคนมแต่ละตัว ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนส่งผลต่อคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ที่ผลิตเป็นน้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็ง (Everett *et al.*, 1978; Everett and Bean, 1982; Mathevon *et al.*, 1998b)

นอกจากนี้ การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมที่ลดลงส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ลดลง (Erb *et al.*, 1942) และมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนที่ของอสุจิ แต่อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มีอิทธิพลต่อความสม่ำเสมอของปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ (Roussel *et al.*,

1963; Everett and Bean, 1982) แต่มีอิทธิพลต่อจำนวนเซลล์อสุจิเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในขณะรีดน้ำเชื้อมีค่าระหว่าง -12 ถึง -24 องศาเซลเซียส (Taylor *et al.*, 1985)

5.2 อายุ (Age)

อายุของพ่อพันธุ์มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาตร ความเข้มข้น และการเคลื่อนที่ของอสุจิ โดยน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่มีอายุน้อยจะมีคุณภาพด้อยกว่าพ่อพันธุ์โคนมที่โตเต็มที่แล้ว (Mathevon *et al.*, 1998b; Jimenez-Severiano, 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Everett and Bean (1982) ที่พบว่า ปริมาตร ความเข้มข้น และจำนวนอสุจิในการหลั่งแต่ละครั้งจะเพิ่มขึ้นเมื่อพ่อพันธุ์โคนมมีอายุ 4 ถึง 5 ปี แต่แตกต่างจากการศึกษาของ Garner *et al.* (1996) ที่พบว่า การรีดเก็บน้ำเชื้อพันธุ์หลายครั้งจะส่งผลให้มีจำนวนเซลล์อสุจิลดลง โดยเฉพาะในพ่อพันธุ์โคนมที่มีอายุมากขึ้น

นอกจากนี้ อายุของพ่อพันธุ์โคนมที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อความผิดปกติของรูปร่างเซลล์อสุจิ (Soderquist *et al.*, 1996) และการเคลื่อนที่ของเซลล์อสุจิ โดยพบอัตราการเคลื่อนที่ของเซลล์อสุจิที่เพิ่มขึ้นในพ่อพันธุ์โคนมที่มีอายุมากขึ้น (Everett and Bean, 1982; Makulska *et al.*, 1998; Jimenez-Severiano, 2002) ในขณะที่ การศึกษาของ Fuerst-Waltl *et al.* (2006) ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิในพ่อพันธุ์โคนมในแต่ละช่วงอายุ

5.3 อาหาร (Feed)

คุณค่าทางโภชนาการของพืชอาหารสัตว์ หรือวัตถุดิบที่นำมาใช้ผลิตเป็นอาหารสัตว์ มีความแปรผันไปตามฤดูกาล ในขณะที่พ่อพันธุ์โคนมต้องการสารอาหารที่มีคุณภาพดีและปริมาณเพียงพอเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาระบบสืบพันธุ์อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสารอาหารประเภทโปรตีน ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการผลิตน้ำกามและอสุจิในอณูที่ประกอบของน้ำเชื้อพันธุ์ ด้วยเหตุนี้ หากพ่อพันธุ์ที่โตเต็มวัยไม่ได้รับสารอาหาร เช่น โปรตีน ไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุ ที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายแล้ว อาจส่งผลทำให้คุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์และฮอร์โมนเพศผู้ที่ถูกผลิตขึ้นจากอณูลดลง ซึ่งจะส่งผลให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมลดลงได้ (Tayler and Ensminger, 2006)

5.4 พันธุ์ (Breed)

พันธุ์ของโคนม เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อ เนื่องจากในประเทศไทยนิยมเลี้ยงโคนมลูกผสมพันธุ์โฮลสไตน์เป็นหลัก ซึ่งโคพันธุ์โฮลสไตน์เป็นสายพันธุ์ของโคในแถบยุโรป หรือ *Bos taurus* เมื่อนำมาเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยย่อมมีผลต่อการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อม และอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ จากการศึกษาของ Brito *et al.* (2002a) ที่ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะของคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์และการผลิตอสุจิในกลุ่ม *Bos taurus*, *Bos indicus* และลูกผสมของทั้งสองกลุ่ม พบว่าโคในกลุ่ม *Bos indicus* สามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพ (ความเข้มข้น จำนวนอสุจิ และจำนวนอสุจิมีชีวิต) ดีกว่าโคในกลุ่ม *Bos taurus* และสำหรับลูกผสมระหว่าง *Bos taurus* และ *Bos indicus* สามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ได้คุณภาพปานกลาง (ตารางที่ 5) และจากการศึกษาของ ศกร และคณะ (2541ข) รายงานว่า ระดับสายเลือดโฮลสไตน์ที่แตกต่างกันของพ่อพันธุ์โคนมที่ผลิตโดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย มีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ ได้แก่ ความเข้มข้น สัดส่วนความผิดปกติของอสุจิ และการเคลื่อนที่ของอสุจิ เป็นต้น โดยพ่อพันธุ์โคนมสายพันธุ์แท้โฮลสไตน์ (100 H) มีสมรรถภาพในการให้ผลผลิตของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ดีกว่าลูกผสมโฮลสไตน์ระดับสายเลือด 87.5 H ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาของ สายันห์ และจตุพร (2548) พบว่า กลุ่มพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่เลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์และการผลิตอสุจิจากอิทธิพลของกลุ่มพันธุ์

ลักษณะน้ำเชื้อพันธุ์	<i>Bos indicus</i>	<i>Bos taurus</i>	Crossbreds
ปริมาตร (มิลลิลิตร)	6.8 ± 0.3	7.0 ± 0.4	7.0 ± 0.9
ความเข้มข้น (× 10 ⁹ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	1.5 ± 0.0	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.1
จำนวนอสุจิรวม (× 10 ⁹ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	10.4 ± 0.5	8.2 ± 0.6	9.1 ± 0.6
จำนวนอสุจิมีชีวิต (× 10 ⁹ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	6.3 ± 0.3	5.0 ± 0.4	5.5 ± 0.5
การเคลื่อนที่ (เปอร์เซ็นต์)	59.3 ± 0.8	58.9 ± 1.0	60.4 ± 1.7

ที่มา: คัดแปลงมาจาก Brito *et al.* (2002b)

6. ค่าพารามิเตอร์สำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์

การวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ ได้แก่ อัตราพันธุกรรม (Heritability) อัตราซ้ำ (Reliability) สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genotypic correlation) และสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation) เป็นต้น พารามิเตอร์เหล่านี้เป็นส่วนหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในวางแผนการผลิต

อัตราพันธุกรรม (Heritability; h^2) หมายถึง สัดส่วนระหว่างความผันแปรของพันธุกรรม ต่อความผันแปรของลักษณะปรากฏ โดยลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง แสดงให้เห็นถึง ความผันแปรของลักษณะที่สัตว์แสดงออกอาจเป็นผลมาจากอิทธิพลของพันธุกรรมมากกว่าสิ่งแวดล้อม ค่าอัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ มีค่าระหว่าง 0.01 ถึง 0.65 (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์

เอกสารอ้างอิง	VOL	ABN	CON	MOT	MAT
สายพันธ์ และจตุพร (2548)	0.10	-	0.33	0.22	-
Taylor <i>et al.</i> (1985)	0.12	-	0.00	-	-
Ducrocq and Humblot (1995)	0.65	0.19	0.39	-	0.30
Mathevon <i>et al.</i> (1998a)	0.08	-	0.32	-	-
Mathevon <i>et al.</i> (1998b)	0.44	-	0.36	0.01	-

หมายเหตุ VOL = ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ (มิลลิลิตร)

ABN = สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (เปอร์เซ็นต์)

CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิ (เปอร์เซ็นต์)

MAT = การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังการแช่แข็ง (เปอร์เซ็นต์)

อัตราซ้ำ (Repeatability; t) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปรากฏของสัตว์ตัวหนึ่งที่แสดงออกในเวลาที่แตกต่างกัน ซึ่งคำนวณจากสัดส่วนความผันแปรของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมชนิดถาวรต่อความผันแปรของลักษณะที่ปรากฏ โดยลักษณะที่มีค่าอัตราซ้ำสูงแสดงถึงลักษณะที่สัตว์แสดงออกในครั้งต่อไปมีโอกาสใกล้เคียงกับครั้งที่ผ่านมา อัตราซ้ำสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.22 ถึง 0.64 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 อัตราซ้ำสำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์

เอกสารอ้างอิง	VOL	CON	MOT
สายันห์ และจตุพร (2548)	0.23	0.44	0.39
Taylor <i>et al.</i> (1985)	0.24	0.45	-
Mathevon <i>et al.</i> (1998a)	0.22	0.22	-
Mathevon <i>et al.</i> (1998b)	0.51	0.61	0.64

หมายเหตุ VOL = ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ (มิลลิลิตร)

CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)

MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิ (เปอร์เซ็นต์)

สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Genetic correlation; r_g) หมายถึง ค่าประมาณความสัมพันธ์ระหว่างความสามารถทางพันธุกรรม หรือคุณค่าการผสมพันธุ์ (Breeding value; BV) ของลักษณะใดลักษณะหนึ่งกับอีกลักษณะหนึ่ง โดย r_g สำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์ มีค่าอยู่ระหว่าง -0.97 ถึง 0.99 (สายันห์ และจตุพร, 2548; Mathevon *et al.*, 1998a)

สหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏ (Phenotypic correlation; r_p) หมายถึง ค่าประมาณความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหนึ่งกับอีกลักษณะหนึ่งที่สัตว์แสดงออก โดย r_p สำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์มีค่าอยู่ระหว่าง -0.13 ถึง 0.94 (สายันห์ และจตุพร, 2548; Mathevon *et al.*, 1998a)

7. ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว

ความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อโคนม ที่ประเมินจากลักษณะโครงสร้างภายนอกของอวัยวะสืบพันธุ์ เช่น ขนาดอวัยวะ นั้น มีความสัมพันธ์กับการแสดงออกของลักษณะสำคัญในลูกโคเพศเมีย (ลูกสาว) ที่ผลิตได้ จากการศึกษาของ Vargas *et al.* (1998) ในประชากร โคเนื้อพันธุ์บราห์มันที่เลี้ยงในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ขนาดอวัยวะ (ความยาวรอบวงถุงหุ้มอวัยวะ; Scrotal circumference) ของพ่อพันธุ์โคนม มีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมกับอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ($r = -0.32$) และความสูงสะโพก ($r = 0.19$) ของโคเพศเมียที่เป็นลูกสาว โดยลักษณะทั้งสามนั้นมีค่าอัตราพันธุกรรมเท่ากับ 0.28 0.42 และ 0.65 ตามลำดับ ซึ่งค่าประมาณพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมเหล่านี้แสดงให้เห็นว่า ขนาดอวัยวะของพ่อพันธุ์โคนมและอายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของลูกสาว มีความสัมพันธ์กันภายใต้สภาพแวดล้อมแบบกึ่งร้อนชื้น ดังนั้น ในการคัดเลือกพ่อโคบราห์มันที่มีขนาดอวัยวะใหญ่ อาจส่งผลต่ออายุเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ในลูกโคเพศเมียได้ และยังมีงานวิจัยที่พบความสัมพันธ์ระหว่างขนาดอวัยวะของพ่อโค กับลักษณะต่างๆ ในลูกโคเพศเมีย เช่น การตั้งท้อง (Evans *et al.*, 1999) อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก สถานภาพการอุ้มท้อง สถานภาพการคลอดลูก และสถานภาพเมื่อหย่านมลูกภายหลังการได้รับการผสมพันธุ์ครั้งแรกในฤดูกาลผสมพันธุ์ของโคสาวที่เป็นลูกของพ่อพันธุ์ที่ศึกษา (Martinez-Velazquez *et al.*, 2003)

นอกจากนี้ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างวงรอบอวัยวะ (SC; Scrotal circumference) กับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ในโคเนื้อของ Gipson *et al.* (1987) พบว่า SC มีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ ($r_p = 0.58$) และ SC มีความสัมพันธ์กับการเคลื่อนที่ของอสุจิ ($r_p = 0.56$) และจากการศึกษาของ Brito *et al.* (2002a) ในพ่อพันธุ์โคเนื้อและโคนม ทั้ง *Bos taurus* (โฮลสไตน์ เจอร์ซี่ ลิมาวชิน และแองกัส) และ *Bos indicus* (บราห์มัน กูชีรัท ทาบากู) รวมถึงลูกผสมของทั้งสองกลุ่ม พบว่า การเพิ่มขึ้นของ SC และขนาดอวัยวะมีอิทธิพลทำให้ปริมาณและจำนวนอสุจิเพิ่มขึ้น เนื่องจากการพัฒนาของอวัยวะเป็นผลมาจากอายุที่เพิ่มขึ้นของโค อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบรายงานการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของโคเพศเมียที่เกิดจากพ่อพันธุ์โคนม (น้ำเชื้อพันธุ์) โดยเฉพาะในประชากรโคนมที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้น

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ลักษณะข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

1.1 ข้อมูลพ่อพันธุ์โคนม

ข้อมูลพันธุ์ประวัติ (Pedigree) และข้อมูลการให้ผลผลิตน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม (Semen production) ในการศึกษา มีจำนวนทั้งสิ้น 5,127 ข้อมูล ประกอบด้วย ข้อมูลปริมาณน้ำเชื้อ (VOL; Volume) ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ (APP; General appearance) สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN; Abnormal sperm) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON; Concentration) การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด (MOT; Active motile sperm) การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24; Active motile sperm after 24 hrs freezing) พันธุ์ประวัติ (วันเกิด พ่อและแม่ และระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์) วันเดือนปีที่รีดน้ำเชื้อ ครั้งที่รีดน้ำเชื้อ และอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม จำนวน 57 ตัว ที่ถูกเลี้ยงดูในเขตภาคกลางของประเทศไทย โดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค.) อำเภอมหะลิ้ง จังหวัดสระบุรี ซึ่งข้อมูลข้างต้นถูกจัดบันทึกระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2544 ถึง เมษายน พ.ศ. 2550

พ่อพันธุ์โคนมที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ ถูกจำแนกตามระดับสายเลือดโคนมสายพันธุ์โฮลสไตน์ (H; Holstein) ออกเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ BG1 (96 ถึง 100 H; 10 ตัว) BG2 (91 ถึง 95 H; 11 ตัว) BG3 (86 ถึง 90 H; 24 ตัว) BG4 (81 ถึง 85 H; 5 ตัว) และ BG5 (75 ถึง 80 H; 7 ตัว) พ่อพันธุ์โคนมที่ศึกษาเป็น โคนมเพศผู้ที่เกิดขึ้นจากแผนการผลิตพ่อพันธุ์โคนมเพื่อการผสมเทียมของ อ.ส.ค.

1.2 โรงเรือน อาหาร และการจัดการพ่อพันธุ์โคนม

พ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวจะถูกเลี้ยงดูภายในโรงเรือนแบบเปิด โดยแยกออกเป็นคอกคอกละ 1 ตัว แต่ละคอกมีขนาด 4×22 ตารางเมตร ภายในคอกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่โคใช้สำหรับพัก กินอาหาร และส่วนที่โคใช้ออกกำลังกาย ส่วนที่ใช้สำหรับให้โคพักผ่อน มีพื้นที่ประมาณ 4×6 ตารางเมตร พื้นทำด้วยคอนกรีต และมีหลังคาสูงประมาณ 2.5 ถึง 3 เมตร และพื้นที่ส่วนที่โคใช้ในการออกกำลังกาย มีขนาดประมาณ 4×16 ตารางเมตร เป็นพื้นดินไม่มีหลังคาปกคลุม โดยส่วนของการให้น้ำและอาหารจะตั้งอยู่บริเวณด้านหน้าของคอกที่ใช้เลี้ยง พ่อพันธุ์โคนมเหล่านี้จะ

ถูกเลี้ยงดูในคอกเกือบตลอดเวลา จนกระทั่งนำออกมาเพื่อรีดน้ำเชื้อ (ตั้งแต่เวลา 7.00 นาฬิกา ถึง 6.00 นาฬิกา ของวันที่รีดน้ำเชื้อ) โดยพ่อพันธุ์จะได้รับการเลี้ยงดู การให้อาหาร การจัดการ การฝึก รีดน้ำเชื้อ ตลอดจนการดูแลสุขภาพเหมือนกันทุกตัว

อาหารที่ใช้เลี้ยงพ่อพันธุ์โคนมใช้ทั้งอาหารหยาบตามฤดูกาลและอาหารข้น โดยได้รับอาหารหยาบอย่างเต็มที่ในรูปหญ้าสด ได้แก่ หญ้ากินนี (*Panicum maximum*) และหญ้ารูซี่ (*Brachiaria ruziziensis*) ที่ปลูกโดย อ.ส.ค. สำหรับอาหารข้นจะใช้อาหารจากบริษัทเอกชน (โปรตีน 16 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 2 เปอร์เซ็นต์ กาก 14 เปอร์เซ็นต์ และความชื้น 13 เปอร์เซ็นต์) โดยพ่อพันธุ์แต่ละตัวได้รับอาหารข้นตามน้ำหนักตัว โดยโคที่มีน้ำหนัก 400 กิโลกรัม จะได้รับอาหารข้น 6 กิโลกรัมต่อวัน โคที่มีน้ำหนัก 600 กิโลกรัม จะได้รับอาหารข้น 6.4 กิโลกรัมต่อวัน และโคที่มีน้ำหนักตัว 800 กิโลกรัม จะได้รับอาหารข้น 7.48 กิโลกรัมต่อวัน นอกจากนี้ในช่วงฤดูแล้ง (เดือนพฤศจิกายน ถึง มีนาคม) จะมีการเสริมด้วยหญ้าแห้งหรือหญ้าหมักนอกเหนือจากหญ้าสดด้วย สำหรับการเสริมวิตามินแก่พ่อพันธุ์โคนมใช้เป็นแร่ธาตุก้อนที่ผลิตขึ้นโดย อ.ส.ค. ประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ เช่น ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ แมกนีสิส สังกะสี โซเดียม แมกนีเซียม ทองแดง โครเมียม โพแทสเซียม ไอโอดีน และซีลีเนียม เป็นต้น

การจัดการด้านสุขภาพของพ่อพันธุ์โคนม จะทำการถ่ายพยาธิทั้งภายในและกำจัดพยาธิภายนอก ปีละ 2 ครั้ง รวมทั้งทำวัคซีนเพื่อป้องกันโรคปากเท้าเปื่อย (Foot and mouth disease) และวัณโรค (Tuberculosis) 2 ครั้งต่อปี (ทุก 6 เดือน)

1.3 การรีดน้ำเชื้อและการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

โคนมเพศผู้ที่มีอายุ 12 เดือน ถูกนำมาเลี้ยงที่ศูนย์ผลิตน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม และฝึกให้คุ้นเคยกับผู้เลี้ยงด้วยการจูบไปอาบน้ำ ออกกำลังกาย ฝึกขึ้นตัวล้อ และเมื่อโคนมเพศผู้เหล่านี้มีอายุ 18 เดือน จึงเริ่มหัดรีดน้ำเชื้อ เพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำเชื้อสดจากโคนมเพศผู้แต่ละตัว โดยใช้ระยะเวลาในการพิจารณาเบื้องต้นประมาณ 4 ถึง 6 เดือน หากคุณภาพน้ำเชื้อของโคนมเพศผู้ตัวใดยังไม่สม่ำเสมอหรือไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ โคตัวนั้นจะถูกคัดออกจากฝูงพ่อพันธุ์ทันที นอกจากนี้ ในขณะที่ทำการฝึกรีดน้ำเชื้อ ผู้เลี้ยงและผู้รีดน้ำเชื้อจะสังเกตพฤติกรรมของโคนมเพศผู้ โดยโคนมเพศผู้ที่จะคัดเลือกเพื่อใช้ในการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ ต้องไม่มีนิสัยก้าวร้าว คร่ำครวญ และสามารถควบคุมได้ง่าย สำหรับโคหนุ่มและโคที่อายุน้อยกว่า 60 เดือน จะถูกรีดน้ำเชื้อสัปดาห์

ละ 1 ครั้ง ส่วนพ่อพันธุ์โคนมที่มีอายุตั้งแต่ 60 เดือนขึ้นไปจะถูกรีดน้ำเชื้อสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทั้งนี้ การรีดเก็บน้ำเชื้อแต่ละครั้ง โคนมอาจถูกรีดซ้ำในเวลาใกล้เคียงกัน (5 ถึง 10 นาที) หากเกิดความผิดปกติในการรีดครั้งแรก

ข้อมูลน้ำเชื้อพันธุ์ถูกจัดบันทึกตามวันเดือนปี เวลา อุณหภูมิ ณ ขณะที่รีดน้ำเชื้อ ความกำหนด รวมถึงปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์เบื้องต้นด้วยตาเปล่า โดยพิจารณาจากปริมาตร (VOL) การปนเปื้อน และลักษณะทางกายภาพ (APP) ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

4	คะแนน	มีลักษณะคล้ายครีม
3	คะแนน	มีลักษณะคล้ายนม
2	คะแนน	มีลักษณะสีเหลือง
1	คะแนน	มีลักษณะสีเหลืองคล้ายน้ำ
0	คะแนน	มีลักษณะคล้ายน้ำ
-1	คะแนน	มีลักษณะสีแดงมีเลือดปน
-2	คะแนน	มีลักษณะสีน้ำตาล

เมื่อผ่านการพิจารณาเบื้องต้นแล้วจึงส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ด้วยกล้องจุลทรรศน์ เพื่อพิจารณาความผิดปกติของอสุจิ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON) และการเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) โดยอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าควรมีสัดส่วนไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และมีสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ น้ำเชื้อชุดนั้นจะถูกนำไปผสมกับสารละลาย (อาหารเลี้ยงเชื้ออสุจิ) และถูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณ -5 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปบรรจุหลอดพลาสติกขนาด 0.05 มิลลิลิตร จากนั้นจึงนำเข้าสู่กระบวนการแช่แข็งในไนโตรเจนเหลวที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส และภายหลังจากแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง น้ำเชื้อแช่แข็งของพ่อพันธุ์แต่ละตัวจะถูกนำมาตรวจสอบคุณภาพ (การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง; M24) อีกครั้งโดยสุ่ม หาก M24 มีค่าต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ น้ำเชื้อแช่แข็งนั้นจะถูกคัดทิ้ง

1.4 ข้อมูลของลูกสาวพ่อพันธุ์

ข้อมูลลูกสาวของพ่อพันธุ์ ประกอบด้วย ข้อมูลพันธุ์ประวัติและผลผลิตน้ำนมที่สุ่มเก็บเดือนละครั้ง จากโคนมพันธุ์แท้และลูกผสมโฮลสไตน์ที่ให้นมครั้งแรก จำนวน 232 ตัว (คลอดลูกระหว่าง พ.ศ. 2550 ถึง 2552) ของเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ ซึ่งอยู่ในเขตการส่งเสริมของ อ.ส.ค. โดยลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวพ่อพันธุ์ศึกษา คือ ผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305; 305 day milk yield) และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (CAGE; Age at first calving)

ฤดูกาลที่โคคลอดลูก พิจารณาจำแนกเป็น 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน (เดือนมีนาคม ถึง เดือนมิถุนายน) ฤดูฝน (เดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม) และฤดูหนาว (เดือนพฤศจิกายน ถึง เดือนกุมภาพันธ์) สำหรับกลุ่มการจัดการที่โคได้รับร่วมกันในการศึกษานี้พิจารณาจากปีจัยของฟาร์ม ปี และฤดูกาลที่โคคลอดลูก (Herd – year – season; HYS)

พันธุ์ของลูกสาวที่ปรากฏในชุดข้อมูลประกอบด้วย โฮลสไตน์ เจอร์ซี เรดเดน เรดซินดี ซาฮิวาล บราห์มัน พันธุ์เมืองของไทย และพันธุ์อื่นๆ ซึ่งพันธุ์โคเหล่านี้ถูกนำมาจัดเป็นกลุ่มใหม่ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ และกลุ่มโคพันธุ์อื่นๆ โดยมีสัดส่วนทางพันธุกรรมของโคแต่ละตัวถูกจำแนกเป็น 256 ส่วน หมายถึง โคพันธุ์แท้โฮลสไตน์จะมีสัดส่วนทางพันธุกรรมเต็ม 256 ส่วน และลดหลั่นลงมาสำหรับโคนมโฮลสไตน์ลูกผสม เช่น โฮลสไตน์ลูกผสม 75 เปอร์เซนต์ จะมีสัดส่วนทางพันธุกรรม $(75/100) \times 256 = 192$ ส่วน เป็นต้น (อ.ส.ค., 2552)

2. วิธีการศึกษา

2.1 การศึกษาสมรรถภาพและปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ที่แตกต่างกันที่เลี้ยงดูภายใต้การจัดการและสิ่งแวดล้อมในเขตภาคกลางของประเทศไทย

ข้อมูลพันธุ์ประวัติ ปริมาณ และคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์แต่ละตัวจะถูกนำมาพิจารณาในเชิงสถิติพรรณนา (Descriptive statistics) โดยคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับลักษณะต่างๆ ที่ศึกษาในประชากรพ่อพันธุ์ และในส่วนการศึกษาปัจจัย ที่คาดว่า จะมีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม ได้แก่ ปัจจัย

ของปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ (Year-month subclass of semen collection) ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ (Ejaculation time) กลุ่มพันธุ์ (Breed group) อายุในวันที่รีดน้ำเชื้อ (Age at semen collecting date) และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดน้ำเชื้อ (Ambient temperature) ปัจจัยดังกล่าวถูกนำมาทดสอบนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $\alpha = 0.05$ จากนั้น คำนวณค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์ (Least squares means; LSM) สำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์และเปรียบเทียบความแตกต่างของลักษณะที่ศึกษาด้วย วิธีการทดสอบค่าที (t-test) ซึ่งหุ่นจำลองที่ใช้สามารถอธิบายได้ดังสมการ [1]

$$Y_{ijkl} = YM_i + EJAC_j + BG_k + b_1(AGE) + b_2(TEMP) + e_{ijkl} \quad [1]$$

เมื่อ

Y_{ijkl}	=	ลักษณะที่ศึกษา (VOL, APP, ABN, CON, MOT และ M24) ของพ่อพันธุ์โคนม 1 ที่รีดเก็บน้ำเชื้อในปี-เดือนที่ i จากการหลั่งครั้งที่ j ซึ่งเป็นพ่อพันธุ์ในกลุ่มพันธุ์ k
YM_i	=	อิทธิพลของปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ i
$EJAC_j$	=	ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ j (j = 1 และ 2)
BG_k	=	กลุ่มพันธุ์ k (k = 1, 2, 3, 4 และ 5)
b_1	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอายุของพ่อพันธุ์
AGE	=	อายุของพ่อพันธุ์ ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ (วัน)
b_2	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ
TEMP	=	อุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ (องศาเซลเซียส)
e_{ijkl}	=	ความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยอื่นๆ $NID \sim (0, \sigma_e^2)$

2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมกับปริมาณผลผลิตน้ำนมรวมทั้ง 305 วันของการให้ผลผลิตน้ำนมครั้งแรกและอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาวที่เกิดจากพ่อพันธุ์

ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษาถูกพิจารณาแยกเป็นกลุ่มคือ 1) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม และ 2) ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกี่ยวข้องกับน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมกับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของ

ลูกสาวของพ่อพันธุ์ ซึ่งได้แก่ ผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) ของการให้ผลผลิตน้ำนมครั้งแรก และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (CAGE) ซึ่งมีรายละเอียดของการศึกษาดังต่อไปนี้

2.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม พิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏโดยใช้ข้อมูลปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson Product - Moment Correlation Coefficient) โดยประมาณค่าสหสัมพันธ์ด้วยชุดคำสั่ง PROC CORR จากโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1990) มีจำนวนข้อมูลปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ที่ศึกษาทั้งสิ้น 5,127 ข้อมูล จากพ่อพันธุ์โคนม 57 ตัว

2.2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่เกี่ยวข้องกับน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว เนื่องจากชุดข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมและข้อมูลการให้ผลผลิตของลูกสาว (MY305 และ CAGE) เป็นข้อมูลคนละชุดกัน ดังนั้นการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะดังกล่าวจึงต้องพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างพ่อพันธุ์และลูกสาวก่อน โดยพ่อพันธุ์ที่ไม่มีลูกสาวปรากฏในชุดข้อมูลจะไม่ถูกนำมาศึกษา และเพื่อให้ได้เฉพาะกลุ่มสัตว์ที่มีความสัมพันธ์กันเท่านั้น จากการพิจารณาความสัมพันธ์ พบว่า มีพ่อพันธุ์โคนมเพียง 18 ตัว (คิดเป็นร้อยละ 31.57 ของจำนวนพ่อพันธุ์โคนมทั้งหมด ซึ่งมีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 2,565 ข้อมูล ที่คิดเป็นร้อยละ 50.03 ของชุดข้อมูลพ่อพันธุ์ทั้งหมด) และมีลูกสาวจำนวนทั้งสิ้น 116 ตัว ที่ปรากฏในชุดข้อมูล จากนั้นชุดข้อมูลดังกล่าวจึงถูกนำมาทำนายค่าความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษา

ค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมรายตัวสำหรับผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์ถูกประมาณค่าด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป ASREML (Gilmour *et al.*, 2000) ปัจจัยกำหนด (Fixed effect) ที่พิจารณาในหุ่นจำลองทางพันธุกรรมสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม ประกอบด้วย ปัจจัยของปีและเดือนที่รีดน้ำเชื้อ ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ กลุ่มพันธุ์ อายุในวันที่รีดน้ำเชื้อ และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดน้ำเชื้อ ส่วนปัจจัยสุ่ม (Random effect) ได้แก่ อิทธิพลของพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว และความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยสุ่ม [2]

$$Y_{ijkl} = YM_i + EJAC_j + BG_k + b_1(AGE) + b_2(TEMP) + Bull + e_{ijkl} \quad [2]$$

เมื่อ

Y_{ijkl}	=	ลักษณะที่ศึกษา (VOL, APP, ABN, CON, MOT และ M24) ของพ่อพันธุ์โคนม 1 ที่รีดเก็บน้ำเชื้อในปี-เดือนที่ i จากการหลังครั้งที่ j ซึ่งเป็นพ่อพันธุ์ในกลุ่มพันธุ์ k
YM_i	=	อิทธิพลของปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ i
$EJAC_j$	=	ครั้งที่หลังน้ำเชื้อ j (j = 1 และ 2)
BG_k	=	กลุ่มพันธุ์ k (k = 1, 2, 3, 4 และ 5)
b_1	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอายุของพ่อพันธุ์
AGE	=	อายุของพ่อพันธุ์ ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ (วัน)
b_2	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ
$TEMP$	=	อุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ (องศาเซลเซียส)
$Bull$	=	อิทธิพลของพันธุกรรมแบบบวกสะสม
e_{ijkl}	=	ความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยต่างๆ $NID \sim (0, \sigma_e^2)$

หุ่นจำลองทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และ อายุเมื่อโคคลอดลูกครั้งแรก (CAGE) ของลูกสาว โดยปัจจัยกำหนดที่พิจารณา ได้แก่ ประกอบด้วย ปัจจัยกำหนด ได้แก่ ผุง-ปี-ฤดูกาลที่สัตว์คลอดลูก อายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรก (สำหรับ MY305 เท่านั้น) และกลุ่มทางพันธุกรรมของโฮลสไตน์ ส่วนปัจจัยสุ่ม ได้แก่ อิทธิพลของพันธุกรรมแบบบวกสะสมของโคนมแต่ละตัว และความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยต่างๆ (Koonawootrittriron *et al.*, 2002) ซึ่งมีรายละเอียดดังสมการ [3] และ [4]

$$MY305_i = HYS_i + b_1 (G) + b_2 (CAGE) + Animal + e_i \quad [3]$$

และ

$$CAGE_i = HYS_i + b_1 (G) + Animal + e_i \quad [4]$$

เมื่อ

HYS_i	=	อิทธิพลของฟาร์ม-ปี-ฤดูกาลที่โคคลอดลูก
b_1	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอิทธิพลของกลุ่มพันธุ์กรรม
G	=	อิทธิพลของกลุ่มพันธุ์กรรม
b_2	=	ค่าสัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับอายุเมื่อโคคลอดลูก (CAGE)
$Animal$	=	อิทธิพลทางพันธุ์กรรมแบบบวกสะสมของโคนมแต่ละตัว
e_i	=	ความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยต่างๆ $NID \sim (0, \sigma_e^2)$

จากนั้นค่าทำนายความสามารถทางพันธุ์กรรมรายตัวสำหรับลักษณะที่ศึกษาจะถูกนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุ์กรรมระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมกับ MY305 และ CAGE ของลูกสาวพ่อพันธุ์ ซึ่งพิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณด้วยชุดคำสั่ง PROC CORR ในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 1990)

ผลและวิจารณ์

พื้พ่นั้โคนมแต่ละตัวในประชากรที่ศึกษาสามารถผลิตน้ำเชื้อที่มีปริมาตรเฉลี่ย 5.54 ± 2.26 มิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาในประเทศไทยที่พบว่า ปริมาตรน้ำเชื้อพ่นั้ของพื้พ่นั้โคนมพ่นั้แท้และลูกผสมโฮลสไตน์มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 5.08 ± 1.06 ถึง 6.47 ± 2.75 มิลลิลิตร (กัญจนะ และคณะ, 2534; ศกร และคณะ, 2541ข; ภาณุพ่นั้ และคณะ, 2547) นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำเชื้อที่พบในการศึกษานี้มีค่าใกล้เคียงกับผลผลิตน้ำเชื้อพ่นั้ของประชากรโคนมพ่นั้แท้ที่เลี้ยงดูในเขตหนาว ได้แก่ โคนมพ่นั้แท้โฮลสไตน์ของประเทศสหรัฐอเมริกา (7.75 ± 1.83 มิลลิลิตร; Everett and Bean, 1982) และประเทศสวีเดน (4.10 $\pm$ 1.40 มิลลิลิตร; Makulska *et al.*, 1993) เป็นต้น

สำหรับลักษณะทางกายภาพ (APP) ของน้ำเชื้อพ่นั้ในประชากรพื้พ่นั้ที่ศึกษามีค่าเฉลี่ย 2.72 ± 0.94 คะแนน หากเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำเชื้อสดที่กำหนดโดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อ.ส.ค., ม.ป.ป.) พบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนดังกล่าวจัดเป็นน้ำเชื้อที่มีคุณภาพดี เนื่องจากลักษณะทั่วไปของน้ำเชื้อพ่นั้มีสีขาวขุ่นและมีลักษณะคล้ายครีมหรือน้ำมัน (Rosenberger, 1979)

ส่วนลักษณะคุณภาพของน้ำเชื้อพ่นั้ที่ศึกษา ได้แก่ สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพ่นั้ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) โดย ABN ที่ศึกษาครั้งนี้มีค่าเฉลี่ย 12.08 ± 2.98 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่ อ.ส.ค. กำหนด (สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติไม่เกิน 15 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนอสุจิทั้งหมด) ในขณะที่ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพ่นั้ที่ศึกษามีค่าเฉลี่ย $1,088 \pm 293.29 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการศึกษาคุณภาพของน้ำเชื้อพ่นั้พื้พ่นั้โคนมโฮลสไตน์ที่เลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมของประเทศไทย พบว่า ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพ่นั้มีค่าเฉลี่ยระหว่าง 476.06×10^6 ถึง $1,220.00 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (กัญจนะ และคณะ, 2534; ศกร, 2541ข)

สำหรับลักษณะการเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสดของชุดข้อมูลที่ศึกษาครั้งนี้ มีค่าเฉลี่ย 43.42 ± 11.26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ที่เป็นเกณฑ์ขั้นต่ำของ MOT ตามมาตรฐานของ อ.ส.ค. แสดงให้เห็นว่า ข้อมูลส่วนใหญ่ของพื้พ่นั้โคนมในประชากรที่ศึกษามีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิต่ำกว่ามาตรฐาน แต่หากพิจารณาพื้พ่นั้เป็นรายตัว พบว่า มีพื้พ่นั้โคนม

จำนวน 48 ตัว (คิดเป็นร้อยละ 80 ของประชากรทั้งหมดที่ศึกษา) มีการเคลื่อนที่ของอสุจิมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ทุกครั้งในการรีดเก็บน้ำเชื้อ อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ย 52.78 ± 2.56 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ อ.ส.ค. กำหนด และน้ำเชื้อเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในการผสมเทียมต่อไป

1. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม

จากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม พบว่า ความผันแปรของทุกลักษณะที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อพันธุ์ครั้งที่หลังน้ำเชื้อ กลุ่มพันธุ์ และอายุของพ่อพันธุ์ ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ ($P < 0.01$) นอกจากนี้ยังพบว่า ความผันแปรของ ABN, CON และ MOT ยังได้รับอิทธิพลจากอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดเก็บน้ำเชื้อ ($P < 0.01$)

1.1 อิทธิพลของปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อพันธุ์ (Year-month subclass for collecting)

ความแตกต่างระหว่างปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อมีอิทธิพลต่อความผันแปรของทุกลักษณะที่ศึกษา ($P < 0.01$) เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์ของลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ในแต่ละปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ พบว่า พ่อพันธุ์โคนมในประชากรที่ศึกษาสามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี VOL อยู่ในช่วง 5.21 ± 0.40 มิลลิลิตร (เมษายน พ.ศ. 2549) ถึง 6.78 ± 0.30 มิลลิลิตร (มกราคม พ.ศ. 2548) มี APP อยู่ในช่วง 2.07 ± 0.10 คะแนน (พฤษภาคม พ.ศ. 2546) ถึง 3.01 ± 0.13 (เมษายน พ.ศ. 2550) มี ABN อยู่ในช่วง 11.69 ± 0.39 เปอร์เซ็นต์ (มกราคม พ.ศ. 2548) ถึง 15.03 ± 0.63 เปอร์เซ็นต์ (เมษายน พ.ศ. 2549) มี CON อยู่ในช่วง $872.76 \pm 37.39 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (เมษายน พ.ศ. 2550) ถึง $1,609.45 \pm 48.53 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (กันยายน พ.ศ. 2547) มี MOT อยู่ในช่วง 36.19 ± 1.23 เปอร์เซ็นต์ (เมษายน พ.ศ. 2546) ถึง 46.37 ± 1.94 เปอร์เซ็นต์ (เมษายน พ.ศ. 2549) และมี M24 อยู่ในช่วง 49.53 ± 1.63 เปอร์เซ็นต์ (กันยายน พ.ศ. 2546) ถึง 53.56 ± 0.52 เปอร์เซ็นต์ (กรกฎาคม พ.ศ. 2549) ทั้งนี้จากค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์ที่รายงาน พบว่า ไม่มีเดือนใดเดือนหนึ่งในแต่ละปีที่พ่อพันธุ์สามารถให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ทั้งปริมาณและคุณภาพได้ดีที่สุด

เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์ในการรีดน้ำเชื้อพันธุ์แต่ละครั้งตลอดช่วงเวลาการศึกษา พบว่า พ่อพันธุ์โคนมมีแนวโน้มให้ VOL ลดลง (-0.006 มิลลิลิตรต่อปี; $P < 0.05$) ซึ่งอาจเป็น

ผลมาจากจำนวนของโคเพศผู้และโคพ่อพันธุ์ในแต่ละปีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เนื่องจากจำนวนโคที่ไม่ผ่านเกณฑ์การทดสอบคุณภาพน้ำเชื้อ หรือพ่อพันธุ์ที่ถูกปลดออกเมื่อให้ผลผลิตครบตามที่ได้ตั้งไว้ (35,000 โคตัว) มีจำนวนแตกต่างกันในแต่ละปี นอกจากนี้โคที่ถูกนำเข้าสู่กระบวนการรีดน้ำเชื้ออาจเป็นโคที่ยังมีความสมบูรณ์ไม่เต็มที่ จึงส่งผลต่อค่าเฉลี่ยของน้ำเชื้อที่รีดเก็บได้ในแต่ละปี-เดือนมีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม APP (0.005 คะแนนต่อปี; $P < 0.01$) MOT (0.005 เปอร์เซ็นต์ต่อปี; $P < 0.01$) และ M24 (0.003 เปอร์เซ็นต์ต่อปี; $P < 0.01$) มีแนวโน้มที่ดีขึ้น ในขณะที่ ABN และ CON ไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$)

ลักษณะความผันแปรดังกล่าวอาจเป็นผลมาจากปัจจัยอื่นๆ เช่น ความแตกต่างของการจัดการฟาร์มที่พ่อพันธุ์โคนมได้รับ อุณหภูมิในแต่ละวันที่ทำการรีดน้ำเชื้อ ความชื้น ความยาวของช่วงแสง คุณภาพของอาหารหยาบที่ใช้เลี้ยงพ่อโค รวมถึงพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว ซึ่งปัจจัยเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อทำให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม โดยจากการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานวิจัยหลายเรื่อง (Everett *et al.*, 1978; Everett and Bean, 1982; Mathevon *et al.*, 1998) จึงชี้ให้เห็นถึงความแปรปรวนของปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพในการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมโฮลสไตน์ในแต่ละปีแต่ละเดือนที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมให้ดีขึ้น เกษตรกรผู้ผลิตจึงควรปรับปรุงการจัดการที่พ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวได้รับ หรือรีดน้ำเชื้อภายในโรงเรือนเพื่อไม่ให้พ่อพันธุ์โคนมสัมผัสกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยตรงขณะรีดน้ำเชื้อ

1.2 ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ (Ejaculation)

จำนวนครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน พ่อพันธุ์โคนมที่รีดเก็บน้ำเชื้อครั้งแรกได้ปริมาณน้อยหรือมีการปนเปื้อนของสิ่งแปลกปลอม เช่น ฝุ่นละออง เศษขน เลือด เป็นต้น พ่อพันธุ์ตัวนั้นอาจถูกรีดเก็บน้ำเชื้อเป็นครั้งที่สอง ในกรณีที่น้ำเชื้อที่รีดเก็บได้มีการปนเปื้อนจะไม่ถูกนำมารวมในการวิเคราะห์ โดยประชากรที่ศึกษามีพ่อพันธุ์ที่สามารถรีดเก็บน้ำเชื้อได้ภายในครั้งแรกคิดเป็นร้อยละ 90 และโคพ่อพันธุ์ที่ทำการรีดครั้งที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 10 ซึ่งการรีดเก็บน้ำเชื้อครั้งที่ 2 จะถูกรีดเก็บหลังจากครั้งแรกภายใน 5 ถึง 10 นาที โดยจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การหลั่งน้ำเชื้อครั้งแรกของพ่อพันธุ์โคนมมีค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับ APP, ABN, CON และ MOT ดีกว่าการหลั่งน้ำเชื้อครั้งที่ 2 ($P < 0.01$) แต่มีเพียง VOL เท่านั้นที่การหลั่งน้ำเชื้อครั้งแรกมีค่าน้อยกว่าน้ำเชื้อที่ได้จากการหลั่งครั้งที่ 2 (ตารางที่ 8 และ 9)

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ยแบบบิสแควร์ และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สำหรับปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ และลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อพันธุ์โดยแบ่งตามครั้งที่หลังน้ำเชื้อ

ครั้งที่	จำนวนข้อมูล	ปริมาตร (มิลลิลิตร)	จำนวนข้อมูล	ลักษณะทั่วไปของน้ำเชื้อพันธุ์ (คะแนน)
1	4,616	5.38 ± 0.04	4,608	2.75 ± 0.02
2	465	6.35 ± 0.11	465	2.38 ± 0.04

โดยทั่วไป น้ำเชื้อพันธุ์ที่หลังจากการรีดเก็บครั้งแรกจะมีปริมาณมากกว่าการรีดเก็บครั้งที่สอง เช่นการศึกษาของ Everett *et al.* (1978) ในประชากรพันธุ์แท้อีสตไคน์ และการศึกษาของ Fuerst-Waltl *et al.* (2006) ในประชากรพันธุ์แท้อิมเมนทอล ที่พบว่า น้ำเชื้อที่รีดเก็บครั้งแรกนั้นมี VOL มากกว่าการรีดเก็บครั้งที่ 2 อย่างไรก็ตาม ในการศึกษา ปริมาณน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บครั้งที่ 2 มีค่ามากกว่าการรีดเก็บครั้งที่ 1 โดยสันนิษฐานว่า อาจเนื่องมาจากขณะที่พ่อพันธุ์โคจันทับตัวก่อให้เกิดการผัดจังหวะทำให้หลังน้ำเชื้อได้ไม่เต็มที่จึงส่งผลให้น้ำเชื้อที่รีดเก็บได้มีปริมาณน้อย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ คณางค์ และคณะ (2548) ที่พบว่า ในการรีดเก็บน้ำเชื้อจำนวน 5 ครั้งจากพ่อพันธุ์โคโมโฮลสไคน์ โดยมีระยะห่างของการรีดแต่ละครั้งนาน 15 ถึง 20 นาที การรีดน้ำเชื้อครั้งที่ 2 มี VOL สูงที่สุด

สำหรับลักษณะคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ (ABN, CON, MOT และ M24) จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า น้ำเชื้อพันธุ์ที่หลังจากการรีดเก็บครั้งที่ 1 มีคุณภาพดีกว่าน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บครั้งที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Everett *et al.* (1978) ในประชากรพันธุ์แท้อีสตไคน์ และการศึกษาของ Fuerst-Waltl *et al.* (2006) ในประชากรพันธุ์แท้อิมเมนทอล ที่พบว่า น้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดได้จากครั้งแรกมี CON และ MOT มากกว่าน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บได้ครั้งที่ 2 อย่างไรก็ตาม การศึกษาของคณางค์ และคณะ (2548) พบว่า น้ำเชื้อที่รีดเก็บในครั้งที่ 2 มี CON ดีกว่าครั้งแรก ทั้งนี้ น้ำเชื้อพันธุ์จากการรีดน้ำเชื้อครั้งแรกมักมีคุณภาพดีกว่าน้ำเชื้อที่รีดครั้งที่ 2 เนื่องจากอสุจิที่มีการพัฒนาเต็มที่จะถูกเก็บอยู่ในบริเวณของ Epididymis และส่วนของ seminal plasma ที่ถูกผลิตขึ้นจาก accessory sex gland จะมีจำนวนและปริมาตรลดลงเมื่อไคเกิดการหลังน้ำเชื้อ (Hafez and Hafez, 2000) ดังนั้น ในการรีดเก็บน้ำเชื้อที่มีระยะเวลาในการรีดไม่ห่างกันมากนัก ก็อาจส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์มีความแตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24

ชั่วโมงของน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บครั้งที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิมากกว่าน้ำเชื้อพันธุ์จากการรีดครั้งที่ 2

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยแบบลิสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) โดยแบ่งตามครั้งที่หลังน้ำเชื้อ

ครั้งที่หลังน้ำเชื้อ	ABN (เปอร์เซ็นต์)	CON ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	MOT (เปอร์เซ็นต์)	M24 (เปอร์เซ็นต์)
1	11.99 ± 0.05 (n = 4,507)	$1,111.96 \pm 4.56$ (n = 4,057)	44.09 ± 0.19 (n = 4,057)	51.77 ± 0.06 (n = 2,276)
2	13.74 ± 0.14 (n = 455)	946.41 ± 12.69 (n = 455)	36.81 ± 0.53 (n = 455)	51.19 ± 0.22 (n = 115)

หมายเหตุ n = จำนวนข้อมูลทั้งหมด

จากการศึกษาข้างต้นชี้ให้เห็นว่า การรีดเก็บน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมแต่ละครั้งในเวลาใกล้เคียงกันส่งผลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ที่รีดเก็บได้ ทั้งนี้ เพื่อลดการสูญเสียและป้องกันการปนเปื้อนของเศษขนหรือฝุ่นละอองในน้ำเชื้อพันธุ์ ผู้ที่เกี่ยวข้องกับการรีดน้ำเชื้อควรตรวจสอบความสะอาดของหลอดแก้วและอุปกรณ์ในการรีดเก็บน้ำเชื้อทุกครั้ง นอกจากนี้ ผู้รีดควรเข้าใจและรู้จังหวะการขึ้นทับของพ่อพันธุ์โคนมเพื่อให้ได้ปริมาณของน้ำเชื้อพันธุ์มากที่สุดในการรีดครั้งแรก

1.3 กลุ่มพันธุ์ (Breed group)

กลุ่มพันธุ์ (ระดับสายเลือดโฮลสไตน์) ของพ่อพันธุ์โคนมที่มีความแตกต่างกัน มีอิทธิพลกับความผันแปรของทุกลักษณะที่ศึกษา ($P < 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศกร และคณะ (2541ข) ที่พบว่า ระดับสายเลือดของโฮลสไตน์ที่แตกต่างกันของพ่อพันธุ์โคนมมีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ (ความเข้มข้น สัดส่วนความผิดปกติของอสุจิ การเคลื่อนที่

ของอสุจิ และการยอมรับในการแข่งน้ำเชื้อ) แต่แตกต่างจากการศึกษาของสาชนันท์ และจตุพร (2548) ที่พบว่า กลุ่มพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์และความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน สำหรับ VOL, APP, ABN, CON, MOT และ M24 ของพ่อพันธุ์โคนมในกลุ่มพันธุ์ต่างๆ (ตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11) มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำเชื้อพันธุ์สดของ อ.ส.ค. โดยพ่อพันธุ์โคนมที่ศึกษาผลิตน้ำเชื้อที่มี VOL เฉลี่ย 5.33 ± 0.11 มิลลิลิตร (BG4; 81 ถึง 85 H) ถึง 6.23 ± 0.07 มิลลิลิตร (BG2; 91 ถึง 95 H) มี APP เฉลี่ย 2.21 ± 0.05 คะแนน (BG4) ถึง 2.83 ± 0.05 คะแนน (BG5; 75 ถึง 80 H) มี ABN เฉลี่ย 11.50 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG5) ถึง 14.15 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG4) มี CON เฉลี่ย $920.65 \pm 13.31 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (BG4) ถึง $1,173.83 \pm 13.26 \times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร (BG5) มี MOT เฉลี่ย 36.45 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์ (BG4) ถึง 45.43 ± 0.56 เปอร์เซ็นต์ (BG5) และมี M24 เฉลี่ย 50.33 ± 0.23 เปอร์เซ็นต์ (BG4) ถึง 52.41 ± 0.15 เปอร์เซ็นต์ (BG1; 96 ถึง 100 H)

จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่า พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG2 มีผลผลิตน้ำเชื้อสำหรับ VOL ดีกว่าพ่อพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ และหากพิจารณา APP ของพ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG5 พบว่ามีคะแนนดีกว่าพ่อพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ โดยการศึกษาของศกร และคณะ (2541ข) พบว่า พ่อพันธุ์โคนมลูกผสมโฮลสไตน์ (87.5 H) มี VOL ไม่แตกต่างจากพ่อพันธุ์โคนมโฮลสไตน์พันธุ์แท้ ซึ่งความแตกต่างของ VOL ของพ่อพันธุ์โคนมนี้ อาจมีสาเหตุมาจากการสร้างน้ำกามของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน ซึ่งหาก Accessory sex gland สร้างน้ำกามในปริมาณที่มากหากมีการหลั่งน้ำเชื้อจะทำให้มีปริมาณน้ำเชื้อมีมาก ซึ่งจากการศึกษาของ Brito *et al.* (2004b) พบว่า ขนาดของอัณฑะมีความสัมพันธ์กับ VOL โดยพ่อพันธุ์ที่มีขนาดวงรอบอัณฑะกว้างจะสามารถผลิตน้ำเชื้อได้ในปริมาณมาก ดังนั้น ขนาดของอัณฑะที่ไม่เท่ากันในพ่อพันธุ์โคนมแต่ละกลุ่มจึงอาจส่งผลให้ VOL มีความแตกต่างกันได้

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับปริมาณน้ำเชื้อ และลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อโดยแบ่งตามกลุ่มพันธุ์

กลุ่มพันธุ์ ¹	ปริมาณ (มิลลิลิตร)	ลักษณะทางกายภาพ (คะแนน)
BG1 (96 ถึง 100 H)	5.88 ± 0.09 ^b (n = 942)	2.55 ± 0.04 ^c (n = 941)
BG2 (91 ถึง 95 H)	6.23 ± 0.07 ^a (n = 1,408)	2.66 ± 0.03 ^b (n = 1,406)
BG3 (86 ถึง 90 H)	6.03 ± 0.07 ^b (n = 1,699)	2.55 ± 0.03 ^c (n = 1,699)
BG4 (81 ถึง 85 H)	5.33 ± 0.11 ^c (n = 475)	2.21 ± 0.05 ^d (n = 475)
BG5 (75 ถึง 80 H)	6.18 ± 0.11 ^{ab} (n = 557)	2.83 ± 0.05 ^a (n = 553)

หมายเหตุ ^{a, b, c และ d} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P < 0.05)

¹ BG = กลุ่มพันธุ์, H = พันธุ์โฮลสไตน์

n = จำนวนข้อมูล

สำหรับลักษณะ ABN, CON, MOT และ M24 ที่ศึกษา พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG5 สามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีคุณภาพ (ABN, CON และ MOT) ดีกว่าพ่อพันธุ์ในกลุ่มอื่นๆ แต่หากพิจารณาคูณภาพน้ำเชื้อหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง พบว่า พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG1 มี M24 ดีกว่าพ่อพันธุ์โคนมในกลุ่มอื่นๆ ขณะที่โคนมในกลุ่มนี้มีปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ก่อนการแช่แข็งไม่ได้ดีเด่นและด้อยที่สุด ผลการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า พ่อพันธุ์โคนมลูกผสมที่มีระดับสายเลือด 75 ถึง 90 H มีคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ดีกว่าพ่อพันธุ์โคนมที่มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ (91 ถึง 100 H) ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของสกร และคณะ (2541ข) พบว่า พ่อพันธุ์โคนมพันธุ์แท้โฮลสไตน์ (100 H) มีคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ (CON และ MOT) ดีกว่าโคนมพ่อพันธุ์ลูกผสมที่มีระดับสายเลือด 87.5 H

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานสำหรับสัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ (ABN) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON) การเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) และการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง (M24) โดยแบ่งตามกลุ่มพันธุ์

กลุ่มพันธุ์ ¹	ABN (เปอร์เซ็นต์)	CON ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	MOT (เปอร์เซ็นต์)	M24 (เปอร์เซ็นต์)
BG1 (96 ถึง 100 H)	12.62 $\pm$ 0.11 ^b (n = 915)	1,046.03 $\pm$ 10.25 ^{bc} (n = 915)	40.27 $\pm$ 0.43 ^{bc} (n = 915)	52.41 $\pm$ 0.15 ^a (n = 469)
BG2 (91 ถึง 95 H)	12.61 $\pm$ 0.10 ^b (n = 1,374)	1,026.50 $\pm$ 8.62 ^b (n = 1,374)	40.98 $\pm$ 0.36 ^b (n = 1,374)	51.40 $\pm$ 0.14 ^c (n = 687)
BG3 (86 ถึง 90 H)	13.22 $\pm$ 0.09 ^c (n = 1,673)	1,015.38 $\pm$ 8.27 ^c (n = 1,673)	39.72 $\pm$ 0.35 ^c (n = 1,673)	50.87 $\pm$ 0.14 ^d (n = 687)
BG4 (81 ถึง 85 H)	14.15 $\pm$ 0.15 ^d (n = 470)	920.65 $\pm$ 13.3 ^d (n = 470)	36.45 $\pm$ 0.56 ^d (n = 470)	50.33 $\pm$ 0.23 ^c (n = 146)
BG5 (75 ถึง 80 H)	11.50 $\pm$ 0.15 ^a (n = 532)	1,173.83 $\pm$ 13.26 ^a (n = 532)	45.43 $\pm$ 0.56 ^a (n = 532)	51.75 $\pm$ 0.17 ^b (n = 403)

หมายเหตุ ^{a, b, c, d และ e} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกันในแต่ละคอลัมน์มีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (P < 0.05)

¹ BG = กลุ่มพันธุ์, H = พันธุ์โฮลสไตน์

n = จำนวนข้อมูล

ความแตกต่างของกลุ่มพันธุ์ตามระดับสายเลือดโฮลสไตน์ที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของประชากรพ่อพันธุ์โคนมที่ศึกษา อาจเนื่องมาจากสัดส่วนทางพันธุกรรมอื่นๆ ของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีความแตกต่างกัน หากพิจารณาสัดส่วนทางพันธุกรรมตามกลุ่ม *Bos taurus* (พันธุ์เรดเดน พันธุ์บราวน์สวิส พันธุ์เจอร์ซี่ และพันธุ์ออสเตอร์เลียนฮิลลาวัลลาซอร์ทฮอร์น) และ *Bos indicus* (พันธุ์ชาฮิวาล พันธุ์เรดซินดิ พันธุ์ซิมู พันธุ์ฮินดูบราซิล พันธุ์บราห์มัน และพันธุ์พื้นเมือง) พบว่า พันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมส่วนใหญ่ที่ศึกษาเป็นโคในกลุ่ม *Bos taurus* ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความสามารถในการปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมในประเทศไทย รวมถึงการให้ผลผลิตทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ด้วย ซึ่งสอดคล้องกับ

การศึกษาของ Brito *et al.* (2002a) ในประชากรโคนมที่ถูกเลี้ยงดูในประเทศบราซิล ที่พบว่า โคนในกลุ่ม *Bos indicus* และลูกผสมระหว่างโคนในกลุ่ม *Bos taurus* และ *Bos indicus* สามารถผลิตน้ำเชื้อที่มีความเข้มข้น จำนวนอสุจิ และจำนวนอสุจิมีชีวิต มากกว่าโคนในกลุ่ม *Bos taurus* ด้วยเหตุนี้ พ่อพันธุ์โคนในกลุ่ม BG4 ในประชากรที่ศึกษาจึงมีค่าเฉลี่ยปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ด้อยกว่าพ่อพันธุ์โคนในกลุ่มอื่นๆ นอกจากนี้ พ่อพันธุ์โคนทั้งหมดในกลุ่ม BG4 อาจเป็นพ่อพันธุ์ที่อยู่ในช่วงของการทดสอบคุณภาพน้ำเชื้อ เนื่องจากมีพ่อพันธุ์บางตัวถูกรีดน้ำเชื้อสองครั้งและน้ำเชื้อที่รีดได้ในครั้งแรกไม่ปรากฏข้อมูล และจากชุดข้อมูลที่ศึกษา น้ำเชื้อที่รีดเก็บจากพ่อพันธุ์โคนในกลุ่มดังกล่าวไม่ถูกนำมาใช้ผลิตเป็นน้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็ง

1.4 อายุของพ่อพันธุ์โคขณะรีดน้ำเชื้อ (Age at collecting semen)

อายุของพ่อพันธุ์โคนในขณะรีดน้ำเชื้อที่แตกต่างกัน มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อ ($P < 0.01$; ตารางที่ 12) โดยอายุของพ่อพันธุ์โคนในชุดข้อมูลที่ศึกษามีค่าระหว่าง 369 ถึง 3,253 วัน จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า พ่อพันธุ์โคนที่มีอายุน้อยกว่าสามารถผลิตน้ำเชื้อที่มี VOL ($5.95 \pm 0.55 \times 10^{-4}$ มิลลิลิตรต่อวัน) APP ($2.83 \pm 0.23 \times 10^{-4}$ คะแนนต่อวัน) CON ($770.92 \pm 65.68 \times 10^2$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรต่อวัน) และ MOT ($22.76 \pm 2.75 \times 10^{-4}$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ได้ดีกว่าพ่อพันธุ์ที่มีอายุน้อยกว่า ($P < 0.001$) และมี ABN ($-2.65 \pm 0.73 \times 10^{-4}$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) และ M24 ($-7.24 \pm 0.97 \times 10^{-4}$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน) ต่ำกว่าพ่อพันธุ์ที่อายุน้อยกว่า ($P < 0.001$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Fuerst-Walzl *et al.* (2006) ที่พบว่า อายุของพ่อพันธุ์โค Austrian Simmental มีอิทธิพลต่อความผันแปรของคุณภาพน้ำเชื้อ (VOL, CON และ MOT)

นอกจากนี้ การศึกษาของภาณุพันธ์ และคณะ (2547) เกี่ยวกับพ่อพันธุ์โคนพันธุ์แท้และลูกผสมไฮลอสไต์นเพื่อการผสมเทียมในประเทศไทย พบว่า อายุของพ่อพันธุ์โคนที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อ VOL เพิ่มขึ้น 0.01 มิลลิลิตร และมี CON เพิ่มขึ้น 1.28×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสายพันธ์ และจตุพร (2548) ที่พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างอายุของพ่อพันธุ์โคน ณ วันที่รีดเก็บน้ำเชื้อมีผลต่อความผันแปรของ VOL และ CON อย่างไรก็ตามปัจจัยด้านอายุของพ่อพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อ MOT ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้

สำหรับอายุพ่อพันธุ์โคที่เพิ่มขึ้นมีอิทธิพลต่อการเพิ่มขึ้นของ VOL ยังสอดคล้องกับงานวิจัยหลายเรื่อง (Everett and Bean, 1982; Mathevon *et al.*, 1998; Brito *et al.*, 2002a; Jimenez-

Severiano, 2002; Fuerst-Waltl *et al.*, 2006) โดยการศึกษาของ Fuerst-Waltl *et al.* (2006) พบว่า ปริมาตรของน้ำเชื้อพันธุ์จะเพิ่มขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้นของพ่อพันธุ์โคจนกระทั่งอายุประมาณ 7 ปี (2,555 วัน) หลังจากนั้นพ่อพันธุ์จะผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีปริมาตรคงที่ และเมื่อพ่อพันธุ์อายุ 9 ถึง 10 ปี (3,285 ถึง 3,650 วัน) จะผลิตน้ำเชื้อที่มีปริมาตรลดลง

การเพิ่มขึ้นของ CON เมื่ออายุของพ่อพันธุ์โคนมเพิ่มขึ้นในการศึกษารุ่นนี้ ยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Taylor *et al.* (1985), Mathevon *et al.* (1998) และ Jimenez-Severiano (2002) สำหรับ ABN จากการศึกษาของ Soderquist *et al.* (1996) พบว่า อายุของพ่อพันธุ์โคที่เพิ่มขึ้นมีความสัมพันธ์กับ ABN สำหรับ MOT ที่เพิ่มขึ้นยังสอดคล้องกับการศึกษาของนักวิจัยหลายท่าน (Everett and Bean, 1982; Makulska *et al.*, 1998; Jimenez-Severiano, 2002) แต่แตกต่างจากการศึกษาของ Fuerst-Waltl *et al.* (2006) ที่พบว่า อายุของพ่อพันธุ์โคไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของ MOT

ความผันแปรของปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่ได้รับอิทธิพลจากอายุที่เพิ่มขึ้นของพ่อพันธุ์โคนม อาจเป็นผลเนื่องมาจากการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์และฮอร์โมนเพศผู้ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ได้มีการพัฒนาให้สมบูรณ์ขึ้นเมื่ออายุของโคนมเพศผู้เพิ่มขึ้น ดังนั้นโคที่มีอายุเพิ่มขึ้นการผลิตอสุจิจะมีเพิ่มขึ้น เนื่องจากการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์ (อณฑะ) มีความสมบูรณ์มากขึ้นเป็นผลให้สามารถผลิตอสุจิที่มี ปริมาตร และความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์เพิ่มขึ้น (Brito *et al.*, 2002a) นอกจากระบบสรีระของโคที่เปลี่ยนแปลงไปตามอายุ การจัดการและอาหารที่โคได้รับยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาร่างกายของพ่อพันธุ์โคนม

1.5 อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดน้ำเชื้อ

อุณหภูมิของสภาพแวดล้อมในขณะรีดน้ำเชื้อ ในการศึกษารุ่นนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 11 ถึง 31 องศาเซลเซียส (ตารางที่ 12) โดยจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าความแตกต่างของอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อมีอิทธิพลต่อความผันแปรของ ABN, CON และ MOT ($P < 0.01$) โดยเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้น มีแนวโน้มทำให้ CON และ MOT สูงขึ้น ($760.33 \pm 172.39 \times 10^4$ เซลล์ต่อมิลลิลิตรต่อองศาเซลเซียส; $P < 0.01$ และ $23.23 \pm 7.22 \times 10^{-2}$ เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส; $P < 0.01$) แต่มี ABN ต่ำลง ($-5.17 \pm 1.92 \times 10^{-2}$ เปอร์เซ็นต์ต่อองศาเซลเซียส; $P < 0.01$) ดังแสดงในภาพที่ 3 ภาพที่ 4 และภาพที่ 5 ซึ่งแตกต่างกับการศึกษาของ Everett and Bean (1982) พบว่า อุณหภูมิ

ของสิ่งแวดล้อมที่ลดลง (ศึกษาในอุณหภูมิระหว่าง 11.8 ถึง 21.7 องศาเซลเซียส) มีผลทำให้ CON และ MOT ลดลงเพียงเล็กน้อย แต่การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มีผลกับความสม่ำเสมอของ VOL (Roussel *et al.*, 1963; Everett and Bean, 1982) ซึ่งแตกต่างกับ Taylor *et al.* (1985) พบว่า อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละวันมีอิทธิพลกับ VOL แต่ไม่มีอิทธิพลต่อ CON โดยจากการศึกษาของ Erb *et al.* (1942) รายงานเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปในช่วงต่างๆ ซึ่งมีผลกับคุณภาพของน้ำเชื้อ โดยเมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมลดลงส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื้อลดลง

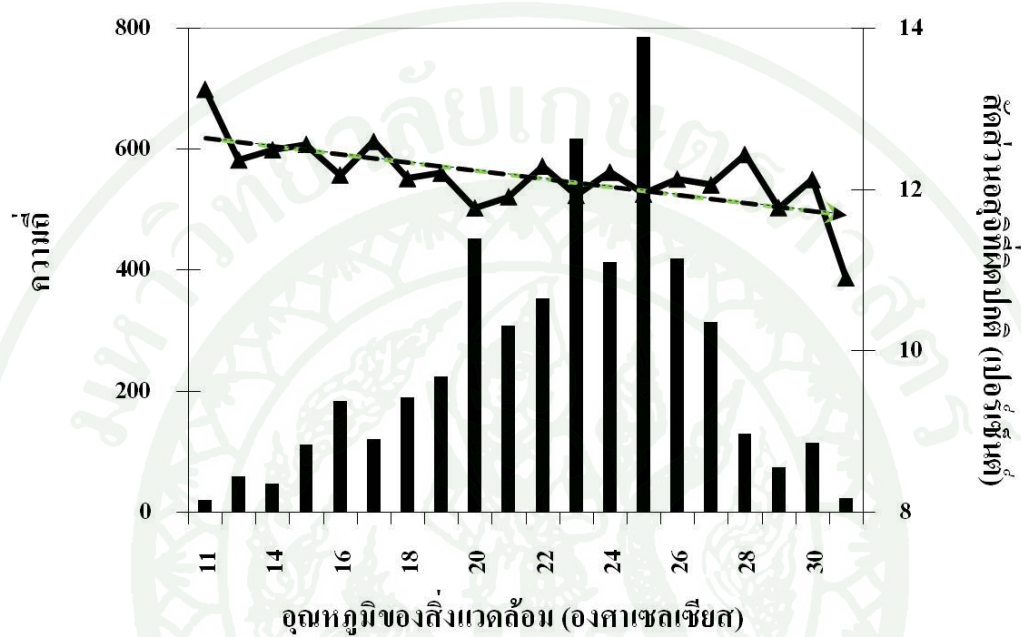
ตารางที่ 12 สัมประสิทธิ์รีเกรสชันสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมของ อายุของพ่อพันธุ์ ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ (AGE) และอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ (TEMP)

ลักษณะ ¹	AGE ($\times 10^{-4}$)		TEMP ($\times 10^{-2}$)	
	สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน		สัมประสิทธิ์รีเกรสชัน	
	$\pm$ S.E.	P-value	$\pm$ S.E.	P-value
VOL (มิลลิลิตร)	5.95 ± 0.55	0.0001	0.90 ± 1.46	0.5355
APP (คะแนน)	2.83 ± 0.23	0.0001	0.52 ± 0.60	0.3844
ABN (เปอร์เซ็นต์)	-2.65 ± 0.73	0.0003	-5.17 ± 1.92	0.0071
CON ($\times 10^6$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	770.92 ± 65.68	0.0001	760.33 ± 172.39	0.0001
MOT (เปอร์เซ็นต์)	22.76 ± 2.75	0.0001	23.23 ± 7.22	0.0013
M24 (เปอร์เซ็นต์)	-7.24 ± 0.97	0.0001	-1.41 ± 2.33	0.5463

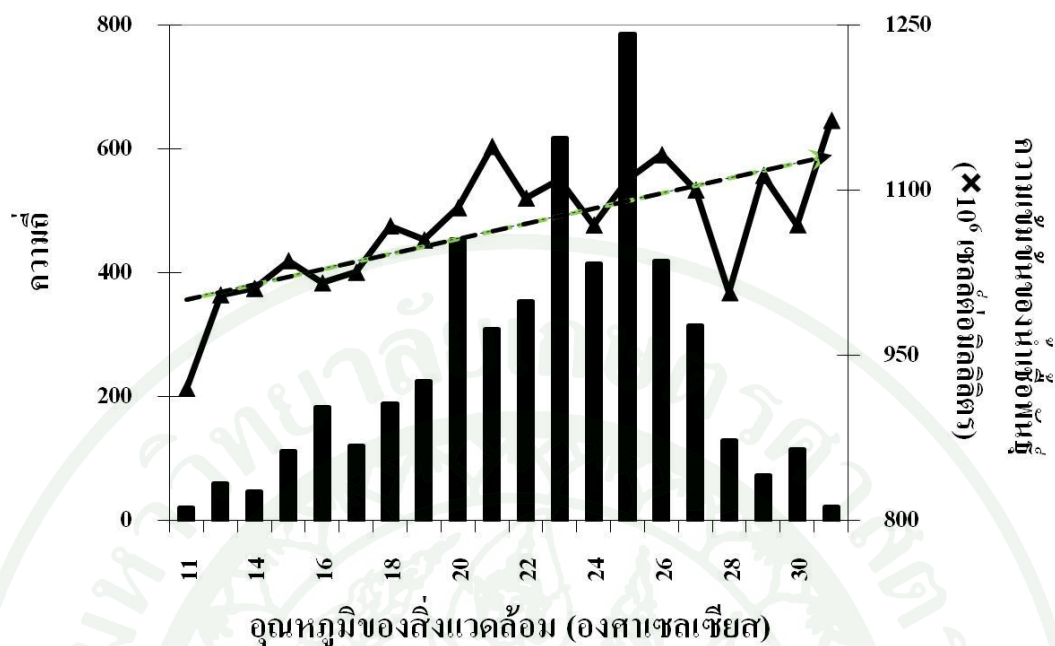
หมายเหตุ ¹ VOL = ปริมาตร, APP = ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ, ABN = สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ, CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์, MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด, M24 = การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง

การที่คุณภาพของน้ำเชื้อผันแปรไปตามอายุอาจเป็นผลเนื่องมาจากการรีดเก็บน้ำเชื้อในแต่ละวัน โคที่ได้รับการรีดน้ำเชื้อสามารถสัมผัสกับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมโดยตรง และอุณหภูมิของสภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกันในขณะรีดน้ำเชื้อมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ อาจเนื่องมาจากความสามารถในการปรับตัวทางสรีระวิทยาของพ่อโค (Taylor *et al.*, 1985) ซึ่งพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีส่วนของพันธุกรรมของโคที่เป็นทั้ง *Bos taurus* และ *Bos indicus* ที่แตกต่างกัน ดังนั้นโคที่มีพันธุกรรมของ *Bos taurus* สูง เมื่อได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมที่อยู่ในประเทศไทย

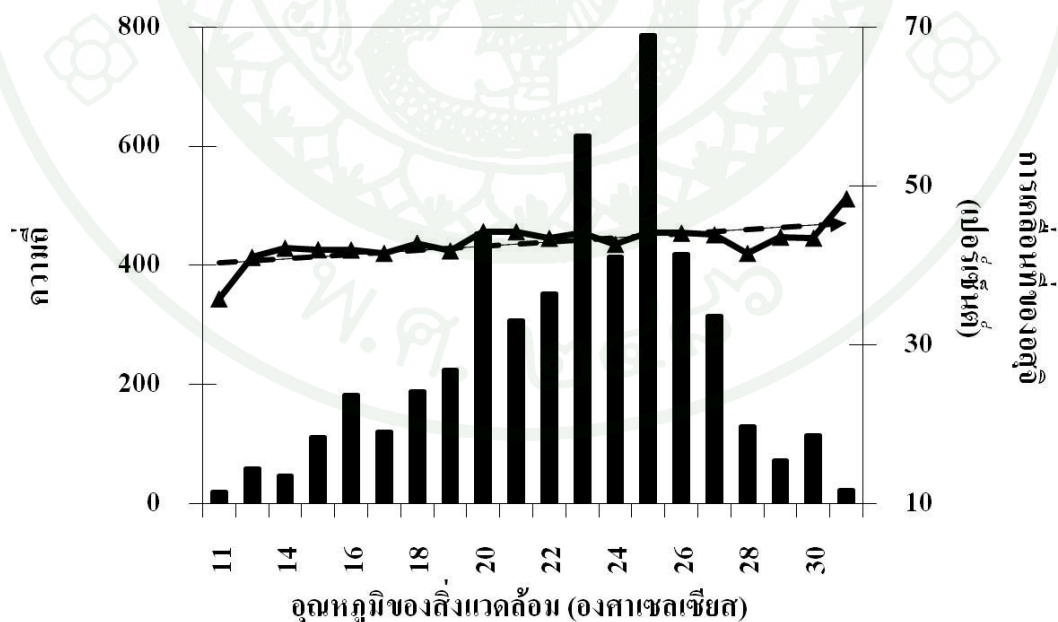
(ร้อนชื้น) อาจทำให้พื้พันธุ์โคนมเกิดความเครียดซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อที่รีดเก็บได้ เมื่ออุณหภูมิจากสิ่งแวดล้อมส่งผลกระทบต่อตัวพื้พันธุ์โคนมได้โดยตรง และอาจส่งผลถึงคุณภาพน้ำเชื้อขณะรีดเก็บ



ภาพที่ 5 ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มสูงสุดที่ผิดปกติสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่รีดน้ำเชื้อ



ภาพที่ 6 ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มความเข้มข้นสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่รีดน้ำเชื้อ



ภาพที่ 7 ความถี่และค่าเฉลี่ยแนวโน้มการเคลื่อนที่ของอสุจิสำหรับอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่รีดน้ำเชื้อ

2. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับปริมาณผลผลิตน้ำนมรวมที่ 305 วันของการให้ผลผลิตน้ำนมครั้งแรกและอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาวที่เกิดจากพ่อพันธุ์

2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม

ค่าความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม จำนวน 57 ตัว (5,127 ข้อมูล) ที่แสดงในตารางที่ 13 ชี้ให้เห็นว่า ลักษณะที่ศึกษามีสหสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ซึ่งมีค่าประมาณอยู่ในช่วง -0.77 ถึง 0.69 โดย VOL มีสหสัมพันธ์กับทุกลักษณะที่ศึกษาดำ (-0.07 ถึง 0.04) ส่วน APP นั้นมีสหสัมพันธ์เชิงบวกกับ CON (0.47; $P < 0.01$), MOT (0.46; $P < 0.01$), M24 (0.06; $P < 0.01$) และ VOL (0.03; $P < 0.05$) โดยค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏจากการศึกษาครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ สายันห์ และจตุพร (2548) ที่พบว่า ค่าสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏสำหรับลักษณะน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่ถูกเลี้ยงดูภายในประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง -0.13 ถึง 0.94 โดย VOL มีความสัมพันธ์กันต่ำและเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับ CON และ MOT (-0.13 และ -0.05 ตามลำดับ) ยกเว้น ABN (0.29; $P < 0.01$)

จากค่าความสัมพันธ์ระหว่าง APP กับ ABN CON และ MOT แสดงให้เห็นว่าน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี APP สูง มักมี ABN ต่ำ มี CON และ MOT สูง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่าง ABN กับ MOT และ CON นั้นแสดงว่า ถ้าหากน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี ABN จำนวนมาก จะมี MOT ต่ำ และมักพบในน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี CON น้อย ลักษณะเช่นนี้สอดคล้องกับ Rosenberger (1979) และ Fields *et al.* (1979) ที่รายงานว่า MOT กับ CON มีความสัมพันธ์กันในเชิงลบ โดยน้ำเชื้อพันธุ์ที่มีสีเข้ม แสดงให้เห็นถึงสัดส่วนของอสุจิที่มีจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้น้ำเชื้อพันธุ์มีความเข้มข้นมาก และมีการเคลื่อนที่เป็นคลื่นแบบรุนแรง และจากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่า M24 มีความสัมพันธ์กับ MOT (0.08; $P < 0.01$) APP (0.06; $P < 0.01$) และ CON (0.04; $P < 0.05$) โดยสหสัมพันธ์ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์ก่อนการแช่แข็งและหลังการแช่แข็งมีความสัมพันธ์กันต่ำ

ตารางที่ 13 ค่าสหสัมพันธ์ (เหนือเส้นทแยงมุม) และค่า P-value ของความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะที่ศึกษา (ใต้เส้นทแยงมุม)

ลักษณะ ¹	VOL	APP	ABN	CON	MOT	M24
VOL		0.03 (0.0138)	-0.07 (0.0001)	0.02 (0.1912)	0.04 (0.0016)	0.01 (0.5674)
APP			-0.29 (0.0001)	0.47 (0.0001)	0.46 (0.0001)	0.06 (0.0029)
ABN				-0.55 (0.0001)	-0.77 (0.0001)	0.03 (0.1007)
CON					0.69 (0.0001)	0.04 (0.0419)
MOT						0.08 (0.0001)

หมายเหตุ ตัวเลขใน () เป็นค่า P-value

¹ VOL = ปริมาตร, APP = ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ, ABN = สัตว์ส่วนอสุจิที่ผิดปกติ, CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์, MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด, M24 = การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง

จากการศึกษาความสัมพันธ์ของลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ สำหรับการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์แช่แข็งเพื่อใช้ในการผสมเทียม การพิจารณาพ่อพันธุ์ที่สามารถผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ที่มี APP CON และ MOT สูง ย่อมส่งผลดีต่อคุณภาพของน้ำเชื้อภายหลังการแช่แข็ง (24 ชั่วโมง) และหากพิจารณากลุ่มพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมเพียงอย่างเดียวโดยตั้งสมมติฐานให้ พ่อพันธุ์โคในแต่ละกลุ่มพันธุ์มีความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจใกล้เคียงกัน แล้ว พ่อพันธุ์โคในกลุ่ม BG5 มีความสามารถในการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ สำหรับ APP CON และ MOT สูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อพันธุ์โคนมในกลุ่มอื่นๆ (BG1 ถึง BG4) ซึ่งพ่อพันธุ์ใน BG5 อาจช่วยให้การผลิตน้ำเชื้อพันธุ์สำหรับการผสมเทียมให้มีปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์สูงสุดได้

2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม กับ ลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมกับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรม (Estimated Breeding Value; EBV) สำหรับลักษณะปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมกับ MY305 และ CAGE ของลูกสาว (ตารางที่ 14) ซึ่งพบว่า การให้ผลผลิตน้ำนมของลูกสาว (MY305) มีความสัมพันธ์กับ ปริมาณน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์ (VOL; $r = -0.2662$, $P < 0.01$) เท่านั้น ส่วนอายุเมื่อให้ลูกครั้งแรก (CAGE) ของลูกสาว นั้น มีความสัมพันธ์กับ สัดส่วนอสุจิผิดปกติ (ABN; $r = -0.1915$, $P < 0.05$) และความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์ (CON; $r = 0.2165$, $P < 0.05$)

ตารางที่ 14 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม และค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาวของพ่อพันธุ์ (CAGE)

ลักษณะ ¹	VOL	APP	ABN	CON	MOT	M24
MY305	-0.2662 (0.0039)	-0.0001 (0.9919)	0.1367 (0.1436)	0.0589 (0.5302)	-0.1166 (0.2126)	0.0388 (0.6796)
CAGE	-0.0286 (0.7608)	-0.1072 (0.2519)	-0.1915 (0.0394)	0.2165 (0.0196)	0.0506 (0.5900)	-0.1510 (0.1056)

หมายเหตุ ตัวเลขใน () เป็นค่า P-value

¹ VOL = ปริมาตร, APP ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ, ABN สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ, CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์, MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด, M24 = การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง

ถึงแม้ว่า ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะดังกล่าว (VOL และ M305, ABN CON และ CAGE) จะมีนัยสำคัญแต่ระดับความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะเหล่านั้นก็มีค่าต่ำ ($r = -0.2662$ ถึง 0.2165) นอกจากนี้จำนวนโคนมเพศเมีย (ลูกสาวของพ่อพันธุ์) ที่ใช้ในการศึกษาที่มีจำนวนน้อยด้วยเหตุนี้ จึงยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจนว่า การพัฒนาลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมจะสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตน้ำนม หรือลดระยะเวลาการให้ลูกครั้งแรกของลูกโคนมเพศเมียของพ่อพันธุ์เหล่านั้น และจากการสืบค้นข้อมูลยังไม่พบว่ามีรายงานเกี่ยวกับความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม กับ MY305 และ CAGE ของลูกสาว งานวิจัยเกือบทั้งหมดมุ่งเน้นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสรีระวิทยาของอวัยวะสืบพันธุ์ (อวัยวะ) ของพ่อพันธุ์ กับลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ของลูกสาว เช่น การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างขนาดรอบวงรอบอวัยวะของพ่อพันธุ์ กับอัตราการผสมติด ความสมบูรณ์พันธุ์ ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์เพศเมีย และระยะเวลาในการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ของโคเพศเมียที่เป็นลูกสาว เป็นต้น (Vargus *et al.*, 1998; Evans *et al.*, 1999; Martinez-Velazquez *et al.*, 2003) ด้วยเหตุนี้ การศึกษาวิจัยในประเด็นนี้ซ้ำอีกครั้งหนึ่งด้วยชุดข้อมูลที่มีขนาดใหญ่เพียงพอจะช่วยให้การสรุปผลสามารถทำได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม ผันแปรไปตามความแตกต่างระหว่างปีและเดือนที่รีดเก็บน้ำเชื้อพันธุ์ ครั้งที่หลังน้ำเชื้อ กลุ่มพันธุ์ อายุของพ่อพันธุ์โคนม ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ และอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่รีดน้ำเชื้อ โดยอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมในช่วงที่รีดน้ำเชื้อเท่านั้นที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของ ABN, CON และ MOT การหลังน้ำเชื้อครั้งแรกของพ่อพันธุ์โคนมมี APP ABN CON และ MOT ดีกว่าการหลังน้ำเชื้อครั้งที่ 2 ยกเว้น VOL ($P < 0.01$) สำหรับพ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG4 (0.81 ถึง 0.85 H) ผลิตน้ำเชื้อที่มีปริมาณและคุณภาพต่ำที่สุด พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG5 (0.75 ถึง 0.80 H) ผลิตน้ำเชื้อที่มี APP ABN CON และ MOT ดีที่สุด พ่อพันธุ์โคนมในกลุ่ม BG2 (0.91 ถึง 0.95 H) ผลิตน้ำเชื้อที่มี VOL สูงที่สุด และ BG1 (0.96 ถึง 1.00 H) ผลิตน้ำเชื้อที่มี M24 สูงที่สุด เมื่ออายุของพ่อพันธุ์เพิ่มขึ้นมีผลทำให้ APP CON และ MOT สูงขึ้น และมี ABN ต่ำลง ($P < 0.01$) อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมขณะรีดน้ำเชื้อเพิ่มขึ้น ส่งผลทำให้ CON และ MOT เพิ่มขึ้น และมี ABN ลดลง ($P < 0.01$) สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม มีค่าอยู่ในช่วง -0.77 ถึง 0.69 ส่วนสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมกับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว มีค่าอยู่ในช่วง -0.2662 ถึง 0.2165

ข้อเสนอแนะ

1. การนำไปใช้ประโยชน์

1.1 ผลจากการศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม สามารถนำมาใช้สำหรับการวางแผนการจัดการพ่อพันธุ์โคนม การคัดเลือกลูกโคนมเพศผู้ที่จะนำมาทดสอบคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์และการฝึกรีดน้ำเชื้อ รวมถึงประเมินความสามารถทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนมที่นำมาผลิตเป็นพ่อพันธุ์โคนมชั้นเลิศ สำหรับการผสมเทียมที่มีประสิทธิภาพ ทั้งด้านการให้ผลผลิตน้ำเชื้อพันธุ์และการถ่ายทอดความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ การพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนม สามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพเบื้องต้น โดยพิจารณาได้จากปริมาณหรือจากลักษณะโดยทั่วไปของน้ำเชื้อพันธุ์ก่อนการประเมินคุณภาพจริงในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากผลการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นถึง ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโดยทั่วไปกับคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม

1.2 ถึงแม้ว่าค่าประมาณความสัมพันธ์ระหว่างค่าทำนายความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนม กับ ลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาว จะมีค่าอยู่ในช่วง -0.2662 ถึง 0.2165 แต่ก็สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์พ่อพันธุ์โคนม อย่างไรก็ตาม การศึกษาครั้งนี้มีจำนวนลูกสาวของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวน้อยซึ่งอาจเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดความผันแปรสูง ดังนั้น การนำผลการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ จึงควรพิจารณาความผันแปรของลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมด้วย เพื่อช่วยในการพิจารณาคัดเลือกหรือปรับปรุงลักษณะที่ศึกษามีประสิทธิภาพและความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2. แนวทางการศึกษาต่อ

จากพื้นฐานของผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ การศึกษาวิจัยเช่นนี้อาจจำเป็นต้อง ดำเนินการซ้ำด้วยชุดข้อมูลของพ่อพันธุ์และลูกสาวที่มีขนาดใหญ่มากกว่าที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ และมีจำนวนเพียงพอต่อการสรุปผลที่ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมอื่นๆ เช่น อัตราพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษา รวมไปถึงการศึกษาระดับชีววิทยาโมเลกุล (Molecular Biology; e.g., SNP QTL) ที่แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่ศึกษาระหว่างพ่อพันธุ์โคและลูกสาว หรือการศึกษาในระดับ Genome (Genomic Analysis) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์เชื่อมโยงและสรุปผลของอิทธิพลของพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะที่ศึกษา จะช่วยให้ได้ข้อมูลและกลวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในเชิงปฏิบัติอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2548. ข้อมูลสถิติการผสมเทียมโคสาว และแม่โค ประจำปีงบประมาณ 2548. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____. 2549. ข้อมูลสถิติการผสมเทียมโคสาว และแม่โค ประจำปีงบประมาณ 2549. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____. 2550. ข้อมูลสถิติการผสมเทียมโคสาว และแม่โค ประจำปีงบประมาณ 2550. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____. 2551. ข้อมูลสถิติการผสมเทียมโคสาว และแม่โค ประจำปีงบประมาณ 2551. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

_____. 2548. ข้อมูลสถิติการผลิตน้ำเชื้อโคนมแช่แข็ง. สำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตสัตว์, กรมปศุสัตว์, กรุงเทพฯ.

กัญจนะ มาภิจักรี, สิทธิชัย แก้วสุวรรณ และ บัณฑิต ธานินทร์ธราธาร. 2534. ความสำคัญของการปรับสภาพการสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมทดสอบในประเทศไทย, น. 363 - 370. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 (สาขาสัตว์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณางค์ บุรณะอานวย, จินดา สิงห์ลอ, สุดสรร ศิริไวยทอง, เผด็จ ธรรมรักษ์ และมงคล เตชะกำพ. 2548. ผลของความถี่ในการรีดเก็บน้ำเชื้อต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมพันธุ์ผสมไฮลสไคน์ฟรีเซียน, น. 119-127. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 43 (สาขาสัตวแพทย์). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ภาณุพันธุ์ พงษ์เพ็ง, สายัณห์ บัวบาน และจิรุตม์ รัตนเทพ. 2547. ปัจจัยทางสภาพแวดล้อม และการจัดการ ที่มีผลกระทบต่อการผลิตน้ำเชื้อในพ่อโคนมสำหรับใช้ผสมเทียม. ใน การประชุมสัมมนาวิชาการปศุสัตว์ ครั้งที่ 19. พิพิธภัณฑการเกษตรเฉลิมพระเกียรติ. ปทุมธานี.

ศกร คุณวุฒิฤทธิธ, กัญจนะ มากวิจิตร, บัณฑิต ธานีทราร, ศรีเทพ ธีมวาส และอนันต์ชัย เชื้อนธรรม. 2541ก. การประเมินโคนมเพศผู้เพื่อการผสมเทียมในด้านสมรรถภาพทางการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมปทุมธานี 1 เปรียบเทียบสมรรถภาพเป็นรายตัว. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 (สาขาสัตว). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____, _____, _____, _____ และ _____. 2541ข. การประเมินโคนมเพศผู้เพื่อการผสมเทียมในด้านสมรรถภาพทางการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมปทุมธานี 2 เพื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพระหว่างโคพันธุ์ผสมสายเลือด 87.5 เปอร์เซนต์และพันธุ์แท้อีสต์ไอร์แลนด์ฟรีเชียน, น. 59. ใน รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 36 (สาขาสัตว). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมพร ดวนใหญ่. 2538. การผสมเทียมโค. สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี, อุบลราชธานี.

สายัณห์ บัวบาน และจตุพร พงษ์เพ็ง. 2548. ลักษณะทางพันธุกรรมของผลผลิตน้ำเชื้อในพ่อพันธุ์โคนมสำหรับใช้ผสมเทียม. แก่นเกษตร 1: 52-54.

สุรัช ชาศิริรัตน์. 2545. การสืบพันธุ์และการผสมเทียมโค-กระบือ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย. ม.ป.ป.. การปฏิบัติงานหน่วยเลี้ยงโคพ่อพันธุ์. แผนกผลิตและจำหน่ายน้ำเชื้อ, สระบุรี.

_____. 2553. ค่าการผสมพันธุ์โคนม 2552. องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย, สระบุรี.

Barham, B. and J.A. Pennington. n.d. **Breeding Soundness Evaluation for Beef and Dairy Bull**. Arkansas Co. ext. serv., Arkansas, USA.

Barth A.D. and R.J. Oko. 1989. **Abnormal Morphology of Bovine Spermatozoa**. Iowa, USA.

Bearden, H. J. and J. W. Fuquay. 2000. **Applied Animal Reproduction**. 5th ed. New Jersey. USA.

Brito, L.F.C., A.E.D.F. Silva, L.H. Rodrigues, F.V. Viera, L.A.D. Deragon and J.P. Kastelic. 2002a. Effect of age genetic group on characteristics of the scrotum, testes and testicular vascular cone, and on sperm production and semen quality in AI bull in Brazil. **Theriogenology** 58: 1175-1186.

_____. 2002b. Effect of environmental factors age and genotype on sperm production and semen quality in *Bos indicus* *Bos taurus* AI bull in Brazil. **Anim. Reprod. Sci.** 70: 181-190.

Carter, A.P., P.D.P. Wood and P.A. Wright. 1980. Association between scrotal circumference, live weight and sperm output in cattle. **J. Reprod. Fret.** 59: 447-451.

Chacon, J., E. Perez, E. Muller, L. Soderquist and H. Rodriguez-Martinez. 1999. Breeding soundness evaluation of extensively managed bulls in Costa Rica. **Theriogenology** 52: 221-231.

Ducrocq, V. and P. Humblot. 1997. Is selection on semen characteristics need?. pp. 23-25. **In International Workshop on Genetic Improvement of Function Traits in Cattle (Fertility and Reproduction)**. Grub, Germany.

- Evans, J.L., B.L. Golden, R.M. Bourdon and K.L. Long. 1999. Additive genetic relationship between heifer pregnancy and scrotal circumference in Hereford cattle. **J. Anim. Sci.** 77: 2621-2628.
- Erb, R.E., F.N. Andrews and J.H. Hillton. 1942. Seasonal variation in semen quality of the dairy bull. **J. Dairy Sci.** 25(9): 815-826.
- Everett, R.W. and B. Bean. 1982. Environmental influences on semen output. **J. Dairy Sci.** 65: 1303-1310.
- _____, _____ and R.H. Foote. 1978. Sources of variation of semen output. **J. Dairy Sci.** 61: 90-95.
- Falconer, D.S. and F.C. Mackay. 1996. **Quantitative genetics**. 4th ed. Pearson Prentice Hall, England.
- Fields, M.J., W.C. Burns and A.C. Warnick. 1979. Age Season and Breed effects on testicular Volume and Semen Traits in Young Beef Bulls. **J. Anim. Sci.** 48: 1299-1304.
- Fuente, L.F., L. Sanchez-Garcia and M. Vallejo. 1984. Characters of semen used for artificial insemination. **Anal. Fac. Vet. Leon.** 30: 119-125.
- Fuerst-Waltl, B., H. Schwarzenbacher, C. Perner and J. Solkner. 2006. Effects of age and environmental factors on semen production and semen quality of Australian Simmental bulls. **Anim. Reprod. Sci.** 95: 27-37.
- Garner, D.L., L.A. Johnson, C.H. Allen, D.D. Palencia and C.S. Chambers. 1996. Comparison of seminal quality in Holstein Bulls as yearling and as mature sires. **Theriogenology** 45: 923-934.

Gipson, T.A., D.W. Vogt, M.R. Ellersieck and J.W. Massey. 1987. Genetic and phenotypic parameter estimates for scrotal circumference and semen traits in young beef bulls.

Theriogenology 28: 547-555.

Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. **Reproductive In Farm Animals**. 7th ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Pennsylvania, USA.

Hoflack, G., G. Opsomer, A. Soom, D. Maes, A. de Kruif and L. Duchateau. 2006. Comparison of sperm quality of Belgian Blue and Holstein Friesian bulls. **Theriogenology** 66: 1834-1846.

Jimenez-Severiano, H. 2002. Sexual development of dairy bulls in the Mexican tropics.

Theriogenology 58: 921-932.

Koonawootrittriron, S., M.A. Elzo and W. Sintala. 2002. Multivariate genetic parameter and predicted genetic values for first lactation 305-d milk yield, fat yield and fat percentage in Bos taurus × Bos indicus multibreed dairy population in Thailand. **Thai J. Sci.** 36: 339 – 360.

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

Mathevon, M., J.C.M. Dekkers and M.M. Buhr. 1998a. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in French Montbeliard bulls. **Livest. Prod. Sci.** 55: 65-77.

_____, _____ and _____. 1998b. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in Holstein Bulls. **J. Dairy Sci.** 81: 3321- 3330.

Rosenberger, G. 1979. **Clinical Examination of Cattle**. Verlag Paul Parey, Berlin.

Roussel, J.D., T.E. Patrick, H.C. Kellgren and C.P. Breidenstein. 1963. Effect of artificial light, temperature and humidity on physiological response of dairy bulls. **J. Dairy Sci.** 46: 1125-1131.

Sarder, Md. J.U.. 2007. Environment related variations in the semen characteristics of bulls used for artificial insemination (AI) programme in Bangladesh. *Univ. J. Zool.* 26: 81-88.

SAS. 1990. **SAS/STAT User's Guide**. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary. USA.

Schawb, W., H. Kupfershmid and P. Bachmann. 1987. Factors affecting semen production in bulls. **Zuchthygiene** 22: 241-246.

Soderquist, L., L. Janson, M. Haard and S. Einarsson. 1996. Influence of season, age, breed and som other factors on the variation in sperm morphological abnormalities in Swedish dairy A.I. bulls. **Anim. Reprod. Sci.** 44: 91-98.

Taylor, J.F., B. Bean, C.E. Marshall and J.J. Sullivan. 1985. Genetic and environmental components of semen production traits of artificial insemination Holstein bulls. **J. Dairy Sci.** 68: 2703-2722.

Vargus, C.A., M.A. Elzo, C.C. Chase, Jr., P.J. Chenoweth and T.A. Olson. 1998. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers and hip height in Brahman cattle. **J. Anim. Sci.** 76: 2536-2541.

Whittier, W.D. and T. Bailey. 2000. **Predicting Bull Fertility**. Virginia, USA



ตารางผนวกที่ 1 จำนวนข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดสำหรับชุดข้อมูลปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนม

ลักษณะ	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
----- ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาที่ 1 พ่อพันธุ์โคนมจำนวน 57 ตัว -----					
VOL	5,082	5.54	2.26	1	19
APP	5,074	2.73	0.94	-2	4
ABN	4,964	12.08	2.98	3	25
CON	4,964	1,088.00	293.00	300	3,100
MOT	4,964	43.43	11.26	5	85
M24	2,392	51.78	2.56	50	65
----- ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาที่ 2 พ่อพันธุ์โคนมจำนวน 18 ตัว -----					
VOL	2,552	5.75	2.37	1	19
APP	2,546	2.72	0.89	-2	4
ABN	2,517	12.08	3.07	3	25
CON	2,517	1,116.00	295.00	500	2,500
MOT	2,517	44.07	10.82	5	85
M24	1,303	51.42	2.42	50	65

หมายเหตุ VOL ปริมาตร

APP ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ

ABN สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ

CON ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์

MOT การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด

M24 การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนข้อมูล ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดสำหรับชุดข้อมูลการให้ผลผลิตน้ำนมรวม 305 วัน (MY305) และอายุเมื่อคลอดลูกครั้งแรกของลูกสาว(CAGE)

ลักษณะ	จำนวนข้อมูล	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
----- ชุดข้อมูลเริ่มต้นของลูกสาวจำนวน 232 ตัว -----					
MY305 (กิโลกรัม)	232	3,917	946.09	1,908	7,216
CAGE (วัน)	232	30	6.24	21	57
----- ชุดข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาที่ 2 ลูกสาวจำนวน 116 ตัว -----					
MY305 (กิโลกรัม)	116	3,819	1,348.34	965	7,216
CAGE (วัน)	116	30	6.44	21	53

ตารางผนวกที่ 3 P-value สำหรับปัจจัยที่มีอิทธิพลกับความผันแปรของปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อ
พ่อพันธุ์โคนม

ลักษณะ	ปัจจัย				
	YM (P – value)	EJAC (P – value)	BG (P – value)	AGED (P – value)	TEMP (P – value)
VOL	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.6847
APP	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.4083
ABN	0.0001	0.0001	0.0001	0.0003	0.0223
CON	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
MOT	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0027
M24	0.0001	0.0097	0.0001	0.0001	0.5804

หมายเหตุ YM = อิทธิพลของปี-เดือนที่รีดน้ำเชื้อ
 EJAC = ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ
 BG = กลุ่มพันธุ์
 AGE = อายุของพ่อพันธุ์ ณ วันที่รีดน้ำเชื้อ (วัน)
 TEMP = อุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อ (องศาเซลเซียส)
 VOL = ปริมาตร
 APP = ลักษณะทางกายภาพของน้ำเชื้อ
 ABN = สัดส่วนอสุจิที่ผิดปกติ
 CON = ความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์
 MOT = การเคลื่อนที่ของอสุจิในน้ำเชื้อสด
 M24 = การเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง

ตารางผนวกที่ 4 สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 1

หมายเลข พ่อพันธุ์	H	กลุ่ม <i>Bos taurus</i>				กลุ่ม <i>Bos indicus</i>					
		RD	BS	JER	AIS	SW	RS	ZE	IND	BRA	NA
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 1 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 96 ถึง 100 H -----											
2241	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
H4001	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C4702	99.22	0.15	-	-	-	0.20	0.39	0.02	-	-	0.02
C4501	98.69	1.17	-	-	-	-	0.20	-	-	0.20	-
C4206	97.81	1.56	-	-	-	-	0.90	0.10	-	-	0.37
C4605	97.27	8.33	-	-	-	-	1.56	-	-	-	0.39
C4503	97.07	1.56	-	-	-	-	0.98	0.10	-	-	0.29
C4804	96.88	1.56	0.78	-	-	-	-	-	-	-	0.78
C4208	96.88	1.56	-	-	-	-	0.78	-	-	-	0.78
C4201	96.88	1.17	-	-	-	-	1.56	-	-	-	0.39

หมายเหตุ H = พันธุ์โฮลสไตน์, RD = พันธุ์เรดเดน, BS = พันธุ์บราวน์สวิส, JER = พันธุ์เจอร์ซี่,
 AIS = พันธุ์ออสเตรเลียนอินลาวาชาซอร์ทฮอร์น, SW = พันธุ์ซาฮิวาล,
 RS = พันธุ์เรดซินดิ, ZE = พันธุ์ซีบู, IND = พันธุ์อินดูบราซิล, BRA = พันธุ์บราห์มัน,
 NA = พันธุ์พื้นเมือง

ตารางผนวกที่ 5 สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 2

หมายเลข พ่อพันธุ์	H	กลุ่ม <i>Bos taurus</i>				กลุ่ม <i>Bos indicus</i>					
		RD	BS	JER	AIS	SW	RS	ZE	IND	BRA	NA
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 2 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 91 ถึง 95 H -----											
C4708	95.94	-	-	-	-	-	3.13	-	-	-	1.56
C4703	95.31	3.13	-	-	-	-	0.78	-	-	-	0.78
C4403	94.92	0.78	0.20	-	-	-	3.91	-	-	-	0.20
C4602	93.75	-	-	-	-	-	-	-	-	3.13	3.13
C4502	93.75	-	-	-	-	-	-	-	-	3.13	3.13
C4500	93.75	4.69	-	-	-	-	0.78	-	-	-	0.78
C4402	93.75	2.34	-	-	-	-	3.13	-	-	-	0.78
C4401	93.75	-	-	-	-	6.25	-	-	-	-	-
C4211	93.75	-	-	-	-	-	4.69	-	-	-	1.56
C4111	93.75	1.95	0.10	-	-	0.78	-	0.20	-	-	3.22
C4001	93.75	1.95	-	-	-	0.78	-	-	-	-	3.52

หมายเหตุ H = พันธุ์โฮลสไตน์, RD = พันธุ์เรเดน, BS = พันธุ์บราวน์สวิส, JER = พันธุ์เจอร์ซี่,
 AIS = พันธุ์ออสเตรเลียอินลาลาชาซอร์ทฮอร์น, SW = พันธุ์ซาฮิวาล,
 RS = พันธุ์เรซินดิ, ZE = พันธุ์ซีบู, IND = พันธุ์อินดูบราซิล, BRA = พันธุ์บราห์มัน,
 NA = พันธุ์พื้นเมือง

ตารางผนวกที่ 6 สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 3

หมายเลข พ่อพันธุ์	H	กลุ่ม <i>Bos taurus</i>					กลุ่ม <i>Bos indicus</i>				
		RD	BS	JR	AIS	SW	RS	ZE	IND	BRA	NA
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 3 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 86 ถึง 90 H -----											
C4209	90.83	6.25	-	-	-	0.78	0.78	-	-	-	1.56
C4604	90.63	-	-	-	-	-	6.25	-	-	1.56	1.56
C4113	90.63	2.34	-	-	-	-	6.64	-	-	-	0.39
C4117	89.56	3.13	0.78	-	-	-	6.25	-	-	-	0.78
C4601	89.06	6.25	-	-	-	-	-	3.13	-	-	1.56
C4404	89.06	6.25	-	-	-	-	3.13	1.56	-	-	-
C4306	89.06	3.52	-	-	-	-	4.10	-	1.56	-	1.76
9205	89.06	3.13	0.78	-	-	-	6.25	-	-	-	0.78
C4707	87.50	-	-	-	-	12.50	-	-	-	-	-
C4705	87.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25
C4701	87.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25
C4603	87.50	-	-	-	-	12.50	-	-	-	-	-
C4600	87.50	-	-	-	-	12.50	-	-	-	-	-
C4305	87.50	-	-	-	-	-	6.25	-	-	3.13	3.13
C4301	87.50	7.03	-	0.78	-	3.13	0.78	-	-	-	0.78
C4214	87.50	-	-	-	-	12.50	-	-	-	-	-
C4213	87.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25
C4212	87.50	7.81	-	-	-	-	3.91	-	-	-	0.78
C4204	87.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25
C4123	87.50	3.13	1.56	-	-	-	6.25	-	-	-	1.56
C4118	87.50	-	-	-	-	-	-	-	-	6.25	6.25

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

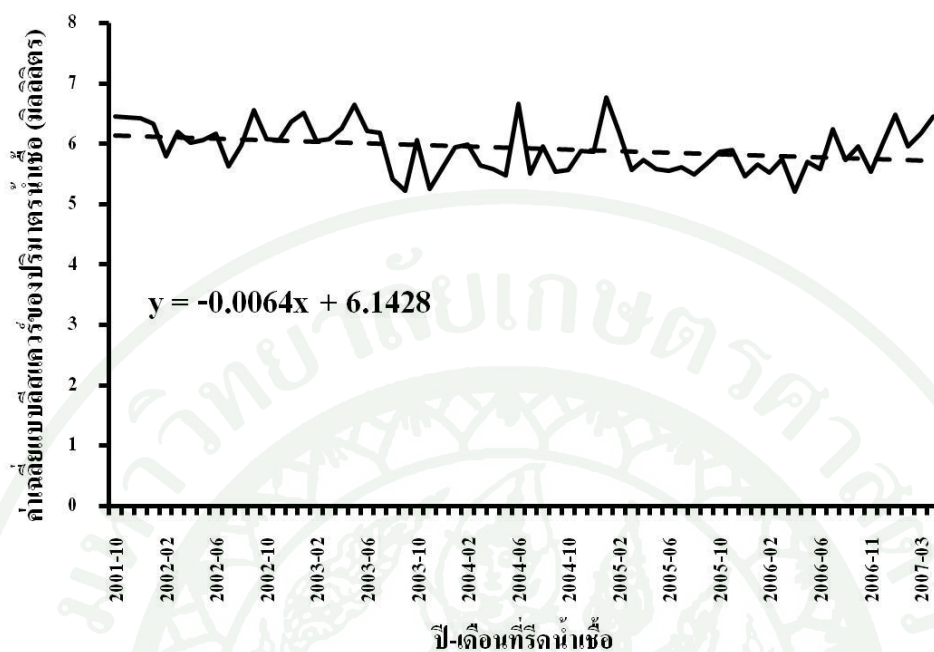
หมายเลข พ่อพันธุ์	H	กลุ่ม <i>Bos taurus</i>					กลุ่ม <i>Bos indicus</i>				
		RD	BS	JER	AIS	SW	RS	ZE	IND	BRA	NA
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 3 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 86 ถึง 90 H -----											
C4101	87.50	3.13	-	0.78	-	-	6.50	-	-	1.56	0.78
C4013	87.50	6.25	-	-	-	-	3.13	-	-	-	3.13
9204	87.50	3.13	1.56	-	-	6.25	-	-	-	-	1.56

หมายเหตุ H = พันธุ์โฮลสไตน์, RD = พันธุ์เรดเดน, BS = พันธุ์บราวน์สวิส, JER = พันธุ์เจอร์ซี่,
 AIS = พันธุ์ออสเตรเลียอินลาลาชาฮอร์ทอร์น, SW = พันธุ์ซาฮิวาล,
 RS = พันธุ์เรดซินดิ, ZE = พันธุ์ซีบู, IND = พันธุ์อินดูบราซิล, BRA = พันธุ์บราห์มัน,
 NA = พันธุ์พื้นเมือง

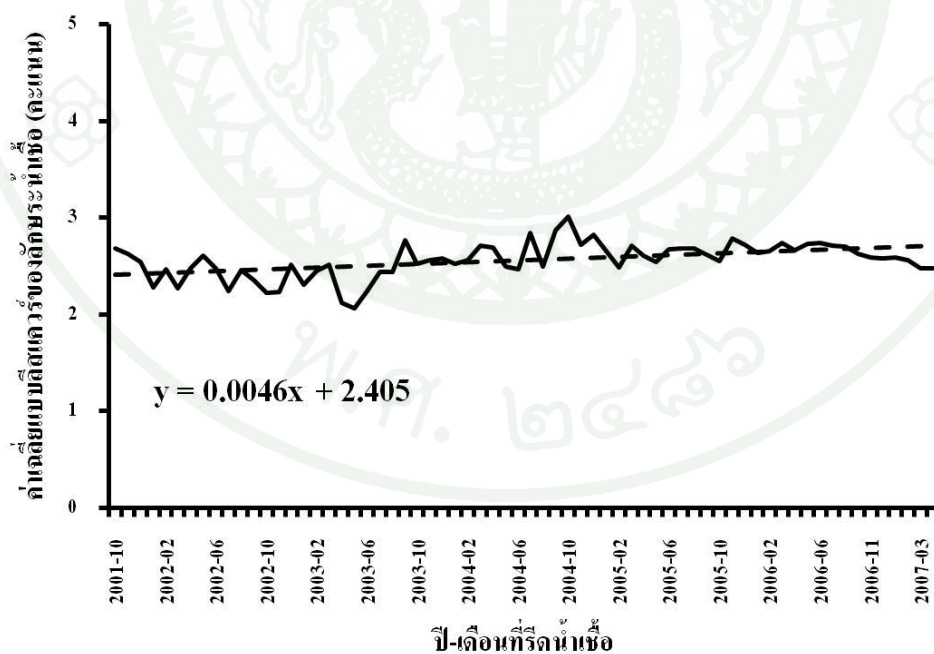
ตารางผนวกที่ 7 สัดส่วนระดับสายเลือดของพ่อพันธุ์โคนมกลุ่มพันธุ์ที่ 4 และ 5

หมายเลข พ่อพันธุ์	H	กลุ่ม <i>Bos taurus</i>					กลุ่ม <i>Bos indicus</i>				
		RD	BS	JR	AIS	SW	RS	ZE	IND	BRA	NA
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 4 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 81 ถึง 85 H -----											
C4704	85.94	-	9.38	-	-	-	-	-	-	1.56	3.13
C4106	84.38	6.25	-	-	-	-	6.25	-	-	-	3.13
C4207	82.81	3.13	-	-	-	-	12.50	-	-	-	1.56
C4005	82.62	14.06	-	-	-	-	3.13	-	-	-	0.20
C4205	81.25	-	-	-	3.13	-	12.50	-	-	-	3.13
----- กลุ่มพันธุ์ที่ 5 มีระดับสายเลือดโฮลสไตน์ระหว่าง 75 ถึง 80 H -----											
C4803	75.00	-	-	-	-	-	-	-	-	25.00	-
C4802	75.00	-	-	-	-	-	-	-	-	25.00	-
C4706	75.00	-	-	-	-	25.00	-	-	-	-	-
C4304	75.00	15.63	-	-	-	-	6.25	-	3.13	-	-
C4129	75.00	-	-	-	-	25.00	-	-	-	-	-
C4108	75.00	-	-	-	-	25.00	-	-	-	-	-
C4003	75.00	-	-	-	-	25.00	-	-	-	-	-

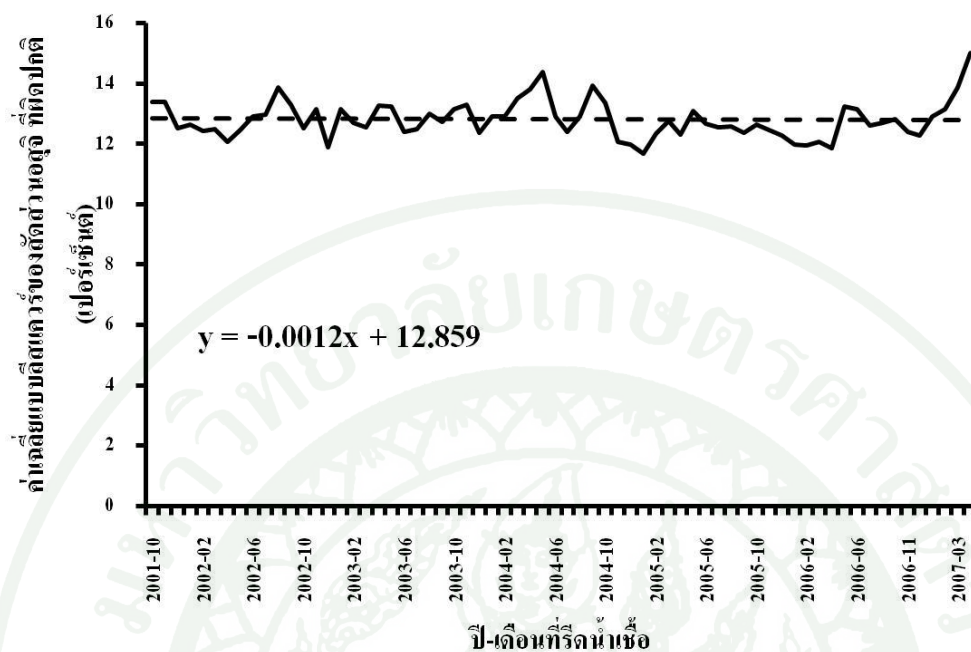
หมายเหตุ H = พันธุ์โฮลสไตน์, RD = พันธุ์เรดเดน, BS = พันธุ์บราวน์สวิส, JER = พันธุ์เจอร์ซี่,
 AIS = พันธุ์ออสเตรเลียอินลาวาชาซอร์ทฮอร์น, SW = พันธุ์ซาฮิวาล,
 RS = พันธุ์เรดซินดี, ZE = พันธุ์ซีบู, IND = พันธุ์อินดูบราซิล, BRA = พันธุ์บราห์มัน,
 NA = พันธุ์พื้นเมือง



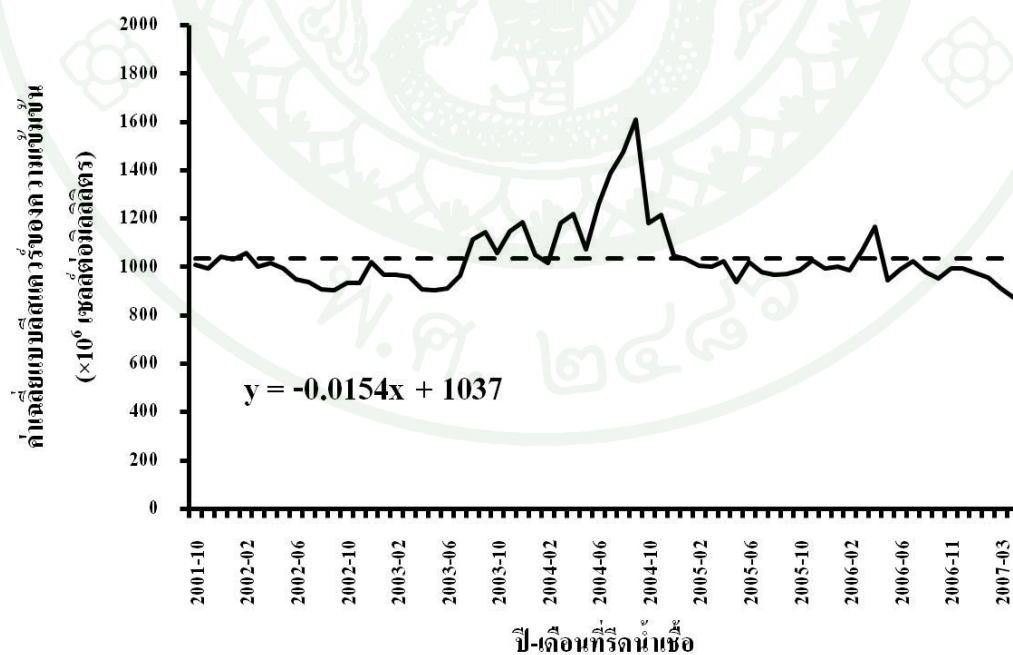
ภาพผนวกที่ 1 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ของปริมาณน้ำเข้าจำแนกตามปี-เดือนที่รดน้ำเข้า



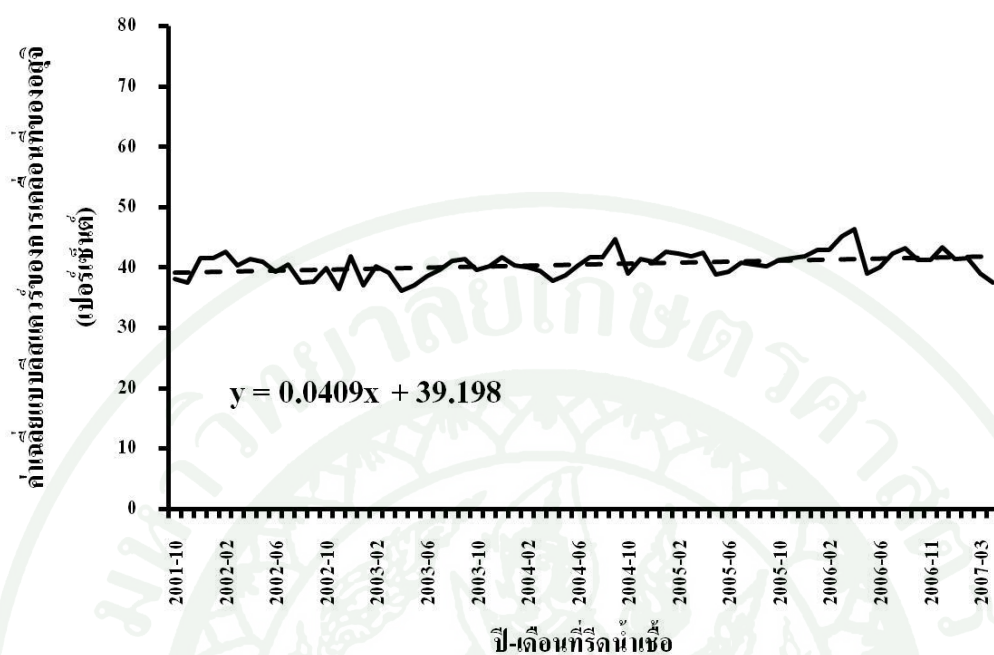
ภาพผนวกที่ 2 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ของลักษณะน้ำเข้าจำแนกตามปี-เดือนที่รดน้ำเข้า



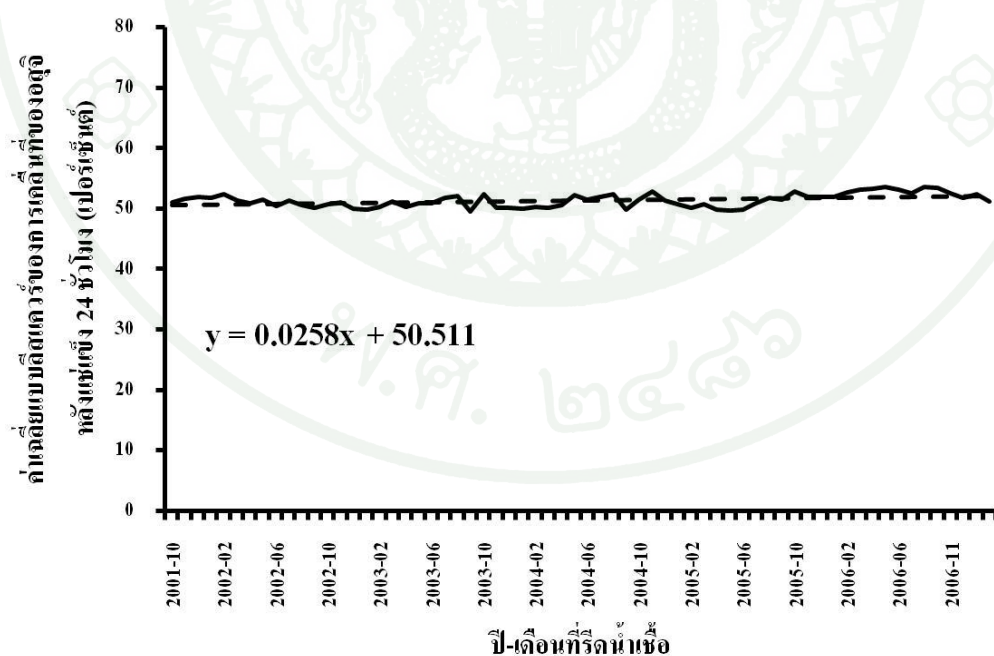
ภาพผนวกที่ 3 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบลิสรแควร์ของสัดส่วนของตัวชี้วัดคุณภาพน้ำที่ผิดปกติจำแนกตามปี-เดือนที่วัดน้ำเชื้อ



ภาพผนวกที่ 4 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบลิสรแควร์ของความเข้มข้นของน้ำเชื้อพันธุ์จำแนกตามปี-เดือนที่วัดน้ำเชื้อ



ภาพผนวกที่ 5 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ของการเคลื่อนที่ของอสุจิจำแนกตามปี-เดือนที่เริ่มต้น



ภาพผนวกที่ 6 แนวโน้มค่าเฉลี่ยแบบเคลื่อนที่ของการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังแช่แข็ง 24 ชั่วโมง
จำแนกตามปี-เดือนที่เริ่มต้น

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายฐวพล กงน้อย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	1 เมษายน 2524
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิทยาศาสตร์สุขภาพสัตว์) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตปทุมธานี
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา จาก บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2551)
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	งานวิจัยเรื่อง “ปัจจัยที่มีอิทธิพลและความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมในเขตภาคกลาง ของประเทศไทย” ในการประชุมทางวิชาการของ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (พ.ศ. 2552)

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์

ฐวพล กงน้อย, ศกร คุณวุฒิฤทธิธ, Mauricio A. Elzo, ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี และอภิญา
หิรัญวงษ์. 2552. ปัจจัยที่มีอิทธิพลและความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อ
พ่อพันธุ์ โคนมในเขตภาคกลางของประเทศไทย, น. 182-190. ใน รายงานการประชุม
ทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47 (สาขาสัตว์).
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Kongnoi, T., S. Koonawootrittriron, M. A. Elzo, T. Suwanasopee and A. Hirunwong. 2009.
Semen quantity and quality of dairy bulls raised in tropical Central Thailand. Joint
ADSA-CSAS-ASAS Meeting, Montreal, Canada. July 12-16, 2009. **J. Anim. Sci. (E-
Suppl. 2):** (Abstr., Poster).