ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพันธุ์โคนม ที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

Factors affecting semen quantity and quality of dairy bulls raised under Thai tropical conditions

มัทนียา สารกุล[1], ศกร คุณวุฒิฤทธิรณ[1*] ธนาทิพย์ สุวรรณโสภี[1] และ เมาริซิโอ เอ เอลโซ[2]

Mattaneeya Sarakul[1], Skorn Koonawootrittriron[1*], Thanathip Suwanasopee[1], and Mauricio A. Elzo[2]

[1] ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 10900
[2] Department of Animal Sciences, University of Florida, Gainesville, FL 32611-0910, USA
[*] Corresponding author: agrskk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ข้อมูลปริมาตร (VOL) ลักษณะทางกายภาพ (APP) ความเข้มข้น (CON) สัดส่วนตัวอสุจิผิดปกติ (ABN) และการเคลื่อนที่ของอสุจิ (MOT) ในน้ำเชื้อสดของพ่อพันธุ์โคนม 130 ตัว (11,121 ข้อมูล) ที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้การจัดการเดียวกัน และรีดน้ำเชื้อระหว่าง พ.ศ. 2544 ถึง 2558 จึงถูกนำมาใช้ในการจำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อลักษณะที่ศึกษา อายุของพ่อพันธุ์ถูกจำแนกเป็น 10 กลุ่ม อุณหภูมิอากาศขณะรีดเก็บน้ำเชื้อถูกจำแนกเป็น 8 ช่วง หุ่นจำลองทางสถิติแบบผสมพิจารณาปีและเดือนที่รีดน้ำเชื้อ ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ เฮทเทอโรซิส อายุ และอุณหภูมิอากาศขณะรีดน้ำเชื้อเป็นปัจจัยคงที่ ในขณะที่พิจารณาพ่อพันธุ์แต่ละตัว สิ่งแวดล้อมถาวร และความคลาดเคลื่อนเป็นปัจจัยสุ่ม ผลการศึกษาพบว่าทุกลักษณะได้รับอิทธิพลจากปีและเดือนที่รีดเก็บน้ำเชื้อ ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ อายุ และอุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้ออย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.01$) ยกเว้น อุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อซึ่งไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของ VOL และ APP เฮทเทอโรซิสไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะ พ่อพันธุ์แต่ละตัวมีอิทธิพลต่อความผันแปรของแต่ละลักษณะตั้งแต่ร้อยละ 22 (VOL) ถึง ร้อยละ 31 (ABN) พ่อพันธุ์ในช่วงอายุมากกว่า 24 เดือน ถึง 36 เดือน ผลิตน้ำเชื้อที่มี APP CON และ ABN ดีที่สุด ในขณะที่การรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ในช่วงอุณหภูมิอากาศ 20-31 °C ส่งผลให้ผลิตน้ำเชื้อที่มี CON ABN และ MOT ดีที่สุด ผลการศึกษาชี้ให้เห็นถึง อายุและอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการผลิตน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

คำสำคัญ: โคนม, น้ำเชื้อ, การผสมเทียม, เขตร้อนชื้น

ABSTRACT

Semen volume (VOL), appearance (APP), abnormal sperm (ABN), concentration (CON) and active motile sperm (MOT) of 130 dairy bulls (11,121 records), which were raised and collected semen from 2001 to 2015, were used to characterize factors affecting the traits. All bulls were similarly managed. Ages were classified into 10 categories. The ambient temperatures at semen collecting times were categorized into 8 groups. The used statistical mixed model considered year-month of semen collection, ejaculation number, heterosis, age and ambient temperature as fixed effects, while considered animal, permanent environment, and residual as random effects. The results show that all traits were affected by year-month, ejaculation number, age of bull and ambient temperature ($P<0.01$), excepted for ambient temperature that had no effect on VOL and APP. Heterosis had no effect on any traits. Individual bulls had influence on traits from 22 (VOL) to 31 (ABN) percent. Bulls with age more than 24 to 36 months produced semen with the best APP CON and ABN. Semen collection under the ambient temperature from 20 to 31°C had the best CON ABN and MOT. These results implied the appropriate age and time for semen production of dairy bulls under Thai tropical conditions.

Keywords: Dairy cattle, semen, artificial insemination, tropic

บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตโคนม การผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมชั้นเลิศที่มีความสามารถทางพันธุกรรมสำหรับลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจและปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดีถูกนำมาใช้แทนการผสมจริง โคนมเพศผู้เพื่อการผสมเทียมจึงถูกผลิตขึ้นจากการผสมพันธุ์ระหว่างพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โคนมที่ผ่านการคัดเลือกว่ามีความสามารถทางพันธุกรรมดี ถูกทดสอบสมรรถภาพการเจริญเติบโต ความกำหนัด และความสามารถในการผลิตน้ำเชื้อพันธุ์ ก่อนที่จะนำน้ำเชื้อพันธุ์ไปกระจายผสมพันธุ์ให้กับโคเพศเมียในฟาร์มของเกษตรกรเพื่อการทดสอบความสามารถทางพันธุกรรมของลูกสาวต่อไป อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการผลิตน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัว มักผันแปรไปตาม กลุ่มพันธุ์และพันธุกรรมของโคแต่ละตัว (ศกร, 2540; ธุวพล, 2553) อายุ และ คุณภาพในการจัดการและสิ่งแวดล้อม ที่ผันแปรอย่าง

ต่อเนื่อง (Mathevon *et al.*, 1998) ด้วยเหตุนี้ การจำแนกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของปริมาณและคุณภาพของน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่ถูกเลี้ยงดูภายใต้สภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทยจึงมีความสำคัญ และเป็นประโยชน์ต่อการวางแผนการปรับปรุงการบริหารจัดการในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมเพื่อการผสมเทียมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้อมูลอุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อ ปริมาตรน้ำเชื้อ (VOL) ลักษณะทางกายภาพ (APP) ความเข้มข้นของน้ำเชื้อ (CON) สัดส่วนตัวอสุจิผิดปกติ (ABN) และการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิในน้ำเชื้อสด (MOT) ของพ่อพันธุ์โคนม 130 ตัว (11,121 ข้อมูล) ที่ถูกเลี้ยงดู โดยองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี (14°38´24.7″N 101°11´57.2″E) ระหว่าง พ.ศ. 2544 ถึง พ.ศ. 2558 โคนมเพศผู้ทั้งหมดมีพันธุกรรมโคนมพันธุ์โฮลสไตน์ตั้งแต่ร้อยละ 62.5 ถึง 100 และโคพันธุ์อื่นๆ ได้แก่ ซาฮิวาล เรดเดน เรดซินดี้ บราห์มัน บราวน์สวิส์ และเจอร์ซี่ เป็นต้น ซึ่งเกิดจากแผนการผลิตพ่อพันธุ์โคนมเพื่อการผสมเทียม โคแต่ละตัวได้รับอาหารทั้งอาหารหยาบและอาหารข้น โดยให้อาหารหยาบอย่างเต็มที่ในรูปของหญ้าสด หญ้าแห้ง และหญ้าหมักตามฤดูกาล ส่วนอาหารข้นที่มีโปรตีนร้อยละ 16 ให้ตามน้ำหนักตัวโคนมทุกตัวได้รับการจัดการฟาร์มเหมือนกัน เมื่ออายุ 12 เดือน โคแต่ละตัวถูกนำมาเริ่มฝึกขึ้นตัวล่อเพื่อให้เกิดความคุ้นเคย และเมื่ออายุประมาณ 18 เดือน โคเริ่มถูกรีดน้ำเชื้อเพื่อนำไปทดสอบคุณภาพ หากคุณภาพน้ำเชื้อไม่สม่ำเสมอและไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้โคตัวนั้นจะถูกคัดทิ้ง พ่อพันธุ์โคนมที่อายุน้อยกกว่า 60 เดือนถูกรีดน้ำเชื้อ 1 ครั้งต่อสัปดาห์ ส่วนพ่อพันธุ์โคนมที่อายุมากกว่า 60 เดือนถูกรีดเก็บน้ำเชื้อ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ หากเกิดความผิดพลาดหรือมีการปนเปื้อนในการรีดน้ำเชื้อครั้งแรก โคตัวนั้นอาจถูกรีดน้ำเชื้อซ้ำในเวลาใกล้เคียงกัน (5 ถึง 10 นาที) และน้ำเชื้อที่รีดได้ครั้งแรกถูกทิ้งไป วันและเวลาที่รีดน้ำเชื้อ ตลอดจนอุณหภูมิขณะรีดน้ำเชื้อถูกบันทึกสำหรับโคนมแต่ละตัว น้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่รีดเก็บได้ถูกนำมาวัด VOL และพิจารณา APP ด้วยการสังเกต ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนคือ 4 คะแนน (ลักษณะคล้ายครีม) 3 คะแนน (ลักษณะคล้ายนม) 2 คะแนน (ลักษณะสีเหลือง) 1 คะแนน (ลักษณะคล้ายน้ำสีเหลือง) 0 คะแนน (ลักษณะคล้ายน้ำ) -1 คะแนน (ลักษณะสีน้ำตาลมีเลือดปนเล็กน้อย) และ -2 คะแนน (ลักษณะสีแดง) ส่วน CON ABN และ MOT นั้นถูกประเมินผ่านกล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ น้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่มี CON น้อยกว่า 500 x10^6/ml มี MOT น้อยกว่าร้อยละ 50 และ มี ABN เกินกว่าร้อยละ 30 ถูกคัดทิ้ง (ศกร, 2540)

ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาพิจารณาการกระจายตัวด้วยสถิติพรรณนา หุ่นจำลองทางสถิติแบบผสมซึ่งพิจารณากลุ่มการจัดการ (ปี-เดือนที่รีดเก็บน้ำเชื้อ) เฮทเทอโรซิส (คำนวณตาม Koonawootrittriron et

al., 2009) ครั้งที่รีดน้ำเชื้อ (ครั้งที่ 1 หรือ 2) อายุของพ่อพันธุ์ถูกจำแนกเป็น 10 กลุ่ม ได้แก่ 1) 10-16 เดือน, 2) >16-18 เดือน, 3) >18-20 เดือน, 4) >20-22 เดือน, 5) >22-24 เดือน, 6) >24-36 เดือน, 7) >36-48 เดือน, 8) >48-60 เดือน, 9) >60-72 เดือน และ 10) >72 เดือน) และ อุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อถูกจำแนกเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ 1) 11-13°C, 2) 14-16°C, 3) 17-19°C, 4) 20-22°C, 5) 23-25°C, 6) 26-28°C, 7) 29-31°C และ 8) 32-34°C) เป็นปัจจัยคงที่ ตัวสัตว์ สิ่งแวดล้อมถาวร และปัจจัยอื่นๆ (residual) เป็นปัจจัยสุ่ม ค่าเฉลี่ยแบบลีสแควร์สำหรับแต่ละกลุ่มย่อยของปัจจัยถูกประมาณค่าและนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติ ด้วยวิธี t-test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ด้วยชุดคำสั่งในโปรแกรมสำเร็จรูป SAS (SAS, 2004) ทั้งนี้ พ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวสามารถผลิตน้ำเชื้อที่มีค่าเฉลี่ยสำหรับ VOL APP CON ABN และ MOT ดังแสดงใน Table 1

ผลการทดลองและวิจารณ์

ความผันแปรของ VOL APP CON ABN และ MOT ได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของปีและเดือนที่รีดเก็บน้ำเชื้อ ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ อายุ และอุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) ยกเว้น อุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของ VOL และ APP ในขณะที่เฮทเทอโรซิสไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา

ในช่วงเวลาที่ศึกษา น้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่มี VOL เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 5.29 ± 0.42 (กันยายน พ.ศ. 2546) ถึง 6.96 ± 0.42 (ธันวาคม พ.ศ. 2550) มล. มี APP เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 1.76 ± 0.16 (มีนาคม พ.ศ. 2557) ถึง 3.39 ± 0.13 (กันยายน พ.ศ. 2547) คะแนน มี CON เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 894.62 ± 2.46 (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554) ถึง 1,134.65 ± 21.39 (เมษายน พ.ศ. 2557) $x10^6$ เซลล์/มล. มี ABN เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก ร้อยละ 11.55 ± 0.74 (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554) ถึง 15.13 ± 0.51 (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2547) และ มี MOT เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก ร้อยละ 38.24 ± 3.17 (พฤศจิกายน พ.ศ. 2551) ถึง 62.89 ± 2.55 (กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557) โดยไม่พบว่าน้ำเชื้อพ่อพันธุ์โคนมที่ผลิตได้ในเดือนและปีใดมีปริมาณและคุณภาพดีเด่นและด้อยที่สุด ลักษณะเช่นนี้อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของคุณภาพและปริมาณของอาหารหยาบ และคุณภาพในการจัดการฟาร์มที่พ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวได้รับ (ธุวพล, 2553; Mathevon *et al*., 1998)

น้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมที่หลั่งครั้งแรกมีค่าเฉลี่ยดีกว่าครั้งที่ 2 สำหรับ APP (2.67±0.04 *vs*. 2.49 ± 0.05 คะแนน) CON (1,038.16 ± 11.93 *vs.* 953.24 ± 12.75 $x10^6$ เซลล์/มล.) ABN (ร้อยละ 12.46 ± 0.21 *vs*. 13.58 ± 0.22) และ MOT (ร้อยละ 46.19 ± 0.90 *vs*. 41.03 ± 0.95) ยกเว้น VOL (5.68 ± 0.07 *vs.* 6.98 ± 0.09 มล.) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าพ่อพันธุ์โคนมส่วนใหญ่ (ร้อยละ 88) ถูกรีดเก็บ

Table 1 Descriptive statistics of semen volume, appearance, concentration, abnormal sperm and active motile sperm

Traits	N	Mean	SD	Min	Max	Mode
Semen volume (ml)	11,121	5.87	1.82	2.50	12.00	5.00
Appearance (score)	11,104	2.57	0.76	1.00	4.00	2.00
Concentration (x10^6/ml)	9,745	1,052.94	161.49	700.00	1,400.00	1,000.00
Abnormal sperm (%)	11,161	11.98	2.99	10.00	20.00	10.00
Active motile sperm (%)	10,090	49.98	11.06	30.00	80.00	50.00

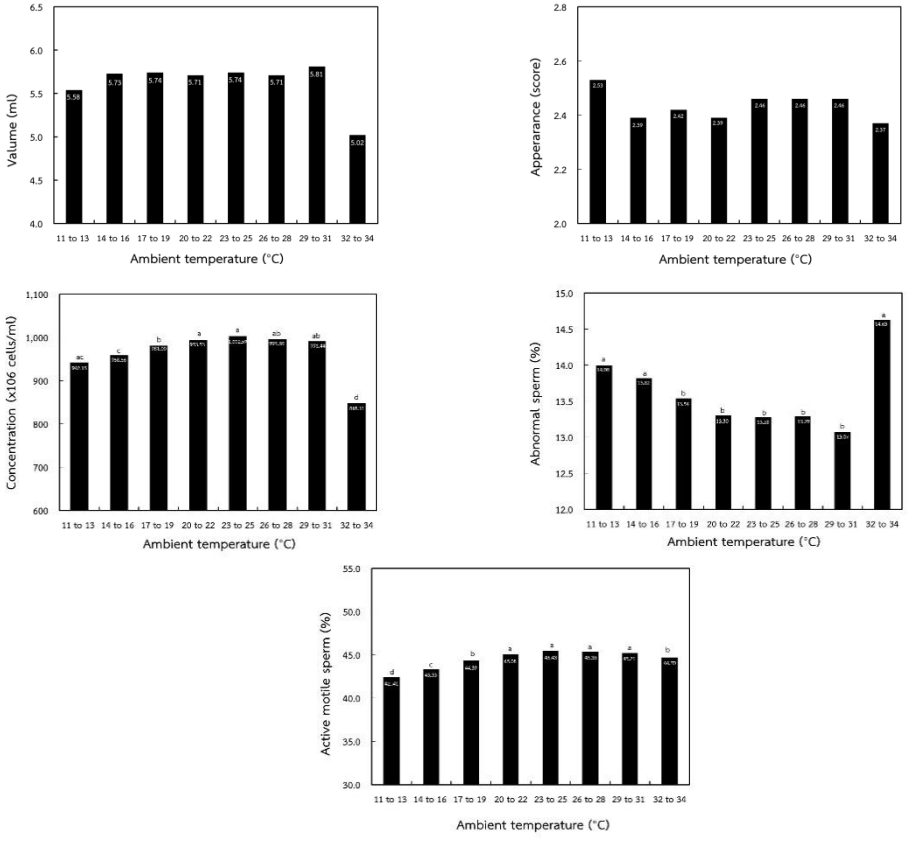

Figure 1 Least square means of semen volume, appearance, abnormal sperm, concentration, and active motile sperm by ambient temperature

น้ำเชื้อเพียงครั้งเดียว มีเพียงพ่อพันธุ์บางตัวเท่านั้น (ร้อยละ 12) ที่การหลั่งน้ำเชื้อครั้งแรกเกิดความผิดพลาดจึงต้องรีดเก็บน้ำเชื้อครั้งที่ 2 อย่างไรก็ตาม การหลั่งน้ำเชื้อครั้งที่ 2 มีคุณภาพด้อยกว่าครั้งแรก อาจเป็นผลจากความสมบูรณ์ร่างกาย และจำนวนอสุจิที่พัฒนาเต็มที่แล้วจำนวนมากถูกหลั่งออกไปในการรีดน้ำเชื้อครั้งแรก (Hafez and Hafez, 2000)

ในประชากรนี้ เฮทเทอโรซิสไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะที่ศึกษา ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากพ่อพันธุ์โคนมส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83) มีสัดส่วนทางพันธุกรรมของโฮลสไตน์สูงกว่าร้อยละ 87.5 และมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของโคนมพันธุ์อื่นๆ ที่เป็นองค์ประกอบ จึงส่งผลให้แม้ว่าจะจัดกลุ่มความแตกต่างทางพันธุกรรมเป็นโฮลสไตน์ (Holstein) และพันธุ์โคอื่นๆ (Other breeds) ในการคำนวณค่าเฮทเทอโรซิส (H-O) ก็ยังไม่สามารถนำมาใช้ในการอธิบายความแตกต่างของแต่ละลักษณะได้อย่างชัดเจน (พจน์, 2558)

น้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมที่มีอายุแตกต่างกัน มี VOL เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 4.63 ± 0.35 (>16-18 เดือน) ถึง 6.43 ± 0.11 (>72 เดือน) มล. มี APP เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 2.27 ± 0.10 (>20-22 เดือน) ถึง 2.54 ± 0.05 (>24-36 เดือน) คะแนน มี CON เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก 915.17 ± 32.69 (>16-18 เดือน) ถึง 990.92 ± 12.35 (>24-36 เดือน) $\times 10^6$ เซลล์/มล. มี ABN เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก ร้อยละ 13.14 ± 0.25 (>24-36 เดือน) ถึง 14.99 ± 0.57 (>16-18 เดือน) และ มี MOT เฉลี่ยอยู่ในช่วงจาก ร้อยละ 39.64 ± 2.09 (>16-18 เดือน) ถึง 46.66 ± 0.77 (>60-72 เดือน) ทั้งนี้ พ่อพันธุ์ที่อายุในช่วง >24-36 เดือน สามารถผลิตน้ำเชื้อที่มี APP และ CON ดีที่สุด ทั้งนี้ อาจเป็นผลมาจากพ่อพันธุ์ในช่วงอายุดังกล่าวมีระบบสืบพันธุ์และฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างอสุจิสมบูรณ์เต็มที่ (Fuerst-Waltl et al., 2006) อย่างไรก็ตาม พ่อพันธุ์ที่อายุในช่วง >24-72 เดือน ผลิตน้ำเชื้อที่มี ABN และ MOT ไม่แตกต่างกัน

ความแตกต่างของอุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อมีอิทธิพลต่อความผันแปรของ CON ABN และ MOT ($P<0.01$) ยกเว้น VOL และ APP น้ำเชื้อของพ่อพันธุ์โคนมที่รีดเก็บได้ที่อุณหภูมิ 20-31 °C มี CON ABN และ MOT ดีที่สุด (Figure 1) ในขณะที่ การรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ในช่วงอุณหภูมิอากาศ 11-16°C และ 32-34 °C ได้น้ำเชื้อที่มี CON และ ABN ไม่แตกต่างกัน ผลการศึกษานี้ยืนยันให้เห็นถึงความจำเป็นในการรีดเก็บน้ำเชื้อในช่วงอุณหภูมิอากาศที่เหมาะสม เพื่อป้องกันไม่ให้โคเกิดความเครียดที่อาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการสร้างเซลล์อสุจิและความสมบูรณ์ของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ (Boehmer et al., 2011) อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างของพ่อพันธุ์โคนมแต่ละตัวมีความสัมพันธ์กับความผันแปรของลักษณะที่ศึกษา อยู่ในช่วงร้อยละ 22 (CON) ถึง ร้อยละ 31 (ABN) ทั้งนี้ ความผันแปรที่เกิดขึ้นนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจากความแตกต่างทางพันธุกรรมของสัตว์แต่ละตัว ที่อาจตอบสนองต่อการจัดการและสิ่งแวดล้อมที่ได้รับแตกต่างกัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า การผลิตน้ำเชื้อพันธุ์โคนมเพื่อการผสมเทียมให้มีทั้งปริมาณ

และคุณภาพดีนั้น ผู้ผลิตจำเป็นต้องวางแผนการจัดการพ่อพันธุ์โคนมให้เหมาะสม ภายใต้ข้อจำกัดของสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นของประเทศไทย

สรุป

ความผันแปรของทุกลักษณะที่ศึกษาได้รับอิทธิพลจากความแตกต่างของปีและเดือนที่รีดเก็บน้ำเชื้อ ครั้งที่หลั่งน้ำเชื้อ อายุ และอุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อ ยกเว้น อุณหภูมิขณะรีดเก็บน้ำเชื้อซึ่งไม่มีอิทธิพลต่อความผันแปรของ VOL และ APP เฮทเทอโรซิสไม่มีอิทธิพลต่อทุกลักษณะศึกษา พ่อพันธุ์โคนมที่อายุในช่วง >24-36 เดือน สามารถผลิตน้ำเชื้อที่มี APP CON และ ABN ดีที่สุด ในขณะที่อุณหภูมิอากาศขณะรีดน้ำเชื้อในช่วง 20-31 °C พ่อพันธุ์สามารถผลิตน้ำเชื้อที่มี CON ABN และ MOT ดีที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ โครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก สำนักงานสนับสนุนการวิจัย สำหรับทุนอุดหนุนการวิจัย [PHD0090/2559] องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย และเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมทุกท่านสำหรับความร่วมมือในการเก็บข้อมูล

เอกสารอ้างอิง

ธุวพล คงน้อย. 2553. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและคุณภาพน้ำเชื้อพันธุ์ของพ่อพันธุ์โคนมและลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจของลูกสาวในเขตภาคกลางของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

พจน์ ฤทธิ์ไสว. 2558. อิทธิพลทางพันธุกรรมแบบไม่บวกสะสมต่อลักษณะการให้ผลผลิตน้ำนมของโคนมในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศกร คุณวุฒิทธิรณ. 2540. การประเมินโคนมเพศผู้เพื่อการผสมเทียมในด้านสมรรถภาพทางการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ ณ ศูนย์วิจัยการผสมเทียมปทุมธานี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

Boehmer, B.H., T.A. Pye. and R.P. Wettemann. 2011. Effect of ambient temperature on ruminal temperature in beef cows. J. Anim. Sci. (E-Suppl. 2) 89:141.

Fuerst-Waltl, B., H. Schwarzenbacher, C. Perner and J. Solkner. 2006. Effect of age and environmental factors on semen production and semen quality of Austraian Semental bulls. Anim. Reprod. Sci.95: 27-37.

Hafez, B. and E.S.E. Hafez. 2000. Reproductive in Farm Animals. 7th edition. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, Pennsylvania, USA. 509 p.

Koonawootrittriron, S., M.A. Elzo, and T. Thongprapai. 2009. Genetic trends in a Holstein × Other breeds multibreed dairy population in Central Thailand. Livest. Sci. 122: 186 - 192.

Mathevon, M., M.M. Buhr and J.C.M. Dekkers. 1998. Environmental, management and genetic factors affecting semen production in Holstein Bulls. J. Dairy Sci. 81: 3321-3330.

Statistical Analysis System (SAS). 2004. SAS OnlineDoc, Version 9.0. Institute Inc., Cary, NC, USA.