วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายของพ่อโคพันธุ์อเมริกันบราห์มัน และชาร์โลเล่ห์ โดยใช้ระบบวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ (CASA)

Comparative evaluation of post-thawed frozen semen quality of American Brahman and Charolais bulls using Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA)

เยาวลักษณ์ หวังสุข[1], วรรณลักษณ์ ถาวร[1], พชรพร ตาดี[1], พัชรี พรมตัน[2], นิตยา ทองทิพย์[3], ผกาสินี ขาวแดง[3] และ วิวัฒน์ พัฒนาวงศ์[1]*

Yaowalak Wangsuk[1], Wannaluk Thaworn[1], Phacharaporn Tadee[1], Patcharee Promtan[2], Nittaya Thongtip[3], Pakasinee Khaodang[3] and Wiwat Pattanawong[1]*

[1] *คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้*
[1] *Faculty of Animal Science and Technology Maejo University*
[2] *คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก*
[2] *Faculty of Agriculture and Natural Resources Rajamangala University of Technology Tawan-ok*
[3] *คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง*
[3] *Faculty of Sciences and Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Lanna Lampang*

บทคัดย่อ: การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังการละลายของโคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน (American Brahman) และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ส์ (Charolais) โดยใช้ระบบวิเคราะห์อสุจิด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-Assisted Sperm Analysis; CASA) ทำการประเมินน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อตรวจคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังการละลาย โคพ่อพันธุ์อเมริกันบราห์มัน จำนวน 8 ตัว โคพ่อพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ จำนวน 8 ตัว ตัวละ 10 หลอด หลังการละลายที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 30 วินาที นำมาวิเคราะห์คุณภาพในด้านอัตราการเคลื่อนที่ทั้งหมด อัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ และพารามิเตอร์เชิงจลศาสตร์ ได้แก่ ความตรงเชิงเส้น ความถี่การส่ายหัว ความกว้างของการส่ายหัว และอัตราส่วนความเร็วเชิงเส้นตรงต่อความเร็วโค้ง ผลการศึกษาพบว่าน้ำเชื้อจากพ่อโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน มีค่าอัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และอัตราความตรงของการเคลื่อนที่ของอสุจิสูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ส์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* ในขณะที่ค่าความถี่ของการส่ายหัวอสุจิ ของสายพันธุ์ชาร์โลเล่ส์สูงกว่าพันธุ์บราห์มันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)* อย่างไรก็ตามการประเมิน ค่าอัตราการเคลื่อนที่ทั้งหมด และในส่วนอื่นไม่พบความแตกต่างทางสถิติ *(P>0.05)* ดังนั้นการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างบางประการในคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังการละลายระหว่างสายพันธุ์ ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการคัดเลือกพ่อโคที่เหมาะสมต่อการผสมเทียมและการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อในสภาพภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศไทย

คำสำคัญ: น้ำเชื้อแช่แข็ง; อสุจิ; โคพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน; โคพันธุ์ชาร์โลเล่ส์

ABSTRACT: This study aimed to compare the post-thaw quality of frozen semen from American Brahman and Charolais bulls using Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA). Frozen semen from 8 American Brahman and 8

* Corresponding author: Wpattawong@gmail.com

Received: date; June 4, 2025 Revised: date; October 15, 2025

Accepted: date; October 27, 2025 Published: date; February 6, 2026

Charolais bulls, with 10 straws per bull, was thawed at 37 °C for 30 seconds and evaluated for total motility, progressive motility, sperm morphology, and kinematic parameters, including linearity, beat-cross frequency, amplitude of lateral head displacement, and the ratio of straight-line velocity to curvilinear velocity. The results showed that sperm from American Brahman bulls had significantly higher progressive motility and linearity compared to Charolais bulls *(P<0.05),* whereas Charolais bulls exhibited significantly higher beat-cross frequency than American Brahman bulls *(P<0.05).* No significant differences were observed in total motility or other evaluated parameters *(P>0.05).* These findings indicate some breed-specific differences in post-thaw semen quality, which can be used to support the selection of suitable sires for artificial insemination and genetic improvement of beef cattle under tropical conditions in Thailand.

Keywords: frozen semen; sperm; American Brahman; Charolais

บทนำ

การปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อเป็นกลยุทธ์สำคัญในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของอุตสาหกรรมปศุสัตว์ไทย เทคโนโลยีการผสมเทียม (Artificial Insemination; AI) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการกระจายพันธุกรรมดีจากพ่อพันธุ์คุณภาพสูงไปสู่แม่โคจำนวนมากได้อย่างรวดเร็ว ช่วยให้แม่โคแต่ละตัวสามารถคลอดลูกได้ปีละหนึ่งตัว ซึ่งจะเพิ่มผลิตภาพของปศุสัตว์ได้สูงสุด (Raafi et al., 2021; Susilawati, 2013) ในประเทศไทยที่มีภูมิอากาศร้อนชื้น ความสำเร็จของการผสมเทียมขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำเชื้อที่นำมาใช้ โดยเฉพาะในกรณีของน้ำเชื้อแช่แข็งซึ่งถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการจัดการผสมพันธุ์โคทั้งในระดับฟาร์มและเชิงอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามการผสมเทียมด้วยน้ำเชื้อแช่แข็งมีข้อจำกัดสำคัญ คือการสูญเสียความมีชีวิตของอสุจิในระหว่างกระบวนการแช่แข็งและการละลายน้ำเชื้อ ซึ่งทำให้อัตราการรอดชีวิตของอสุจิลดลงประมาณ 40-50% ในโคเนื้อและโคนม (Bearden and Fuquay, 1984). หลังการละลายน้ำเชื้อ เซลล์อสุจิมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความคงตัวของสภาพแวดล้อมอย่างมาก ส่งผลให้ความมีชีวิตของเซลล์ลดลงอย่างรวดเร็ว การแช่แข็งยังมีผลต่อโครงสร้างโครมาตินของอสุจิที่แตกต่างกัน Januskauskas et al. (2003) และขั้นตอนการละลายก็มีความสำคัญ เนื่องจากอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วอาจทำให้อสุจิเสียหายทั้งทางโครงสร้าง ชีวเคมี และการทำงาน Muiño et al. (2008) ความเสื่อมคุณภาพของน้ำเชื้อหลังการละลายนี้อาจเป็นสาเหตุหนึ่งของอัตราการผสมติดที่ต่ำกว่าศักยภาพสูงสุดของโคพ่อพันธุ์

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อเป็นขั้นตอนสำคัญในการคัดเลือกน้ำเชื้อที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผสมเทียม ในอดีตการตรวจประเมินมักอาศัยวิธี Manual ด้วยกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งขึ้นกับความชำนาญและมีโอกาสเกิดอคติจากผู้ประเมิน (Subjective assessment) ทำให้ผลไม่สม่ำเสมอและขาดมาตรฐานกลาง (Farrell et al., 1998) ปัจจุบันจึงมีการนำระบบวิเคราะห์ด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer-Assisted Sperm Analysis; CASA) มาใช้ ซึ่งสามารถให้ข้อมูลเชิงปริมาณเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ความมีชีวิต และลักษณะของตัวอสุจิได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบ Singh et al. (2021) ช่วยลดความคลาดเคลื่อน เพิ่มประสิทธิภาพในการคัดเลือกน้ำเชื้อสำหรับการผสมเทียม Valverde et al. (2020) ประเทศไทยมีภูมิอากาศแบบร้อนชื้น มีอุณหภูมิและความชื้นสูงเกือบตลอดปี ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการเลี้ยงโคและประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ โคสายพันธุ์บราห์มัน (American Brahman) เป็นโคสายพันธุ์ *Bos indicus* ที่มีการปรับตัวต่อสภาพภูมิอากาศร้อนได้ดี ทนทานต่อความเครียดจากความร้อนและโรคในเขตร้อนชื้น จึงเป็นสายพันธุ์โคเนื้อที่นิยมเลี้ยงอย่างแพร่หลายในประเทศไทย ในทางตรงกันข้าม โคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ (Charolais) ซึ่งเป็น *Bos taurus* จากยุโรป มีอัตราการเจริญเติบโตและกล้ามเนื้อที่ดี แต่ความทนทานต่อสภาพอากาศร้อนชื้นน้อยกว่าพันธุ์บราห์มัน ทำให้ประสิทธิภาพด้านสืบพันธุ์และคุณภาพน้ำเชื้ออาจแตกต่างกัน Víquez et al. (2021) แม้ว่าจะมีการใช้ทั้งสองสายพันธุ์อย่างแพร่หลายในประเทศไทย แต่ยังขาดข้อมูลการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งระหว่างโคสายพันธุ์บราห์มันและโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ภายใต้สภาพแวดล้อมเดียวกัน

ดังนั้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อหลังการละลายระหว่างโคสายพันธุ์บราห์มันและโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์โดยใช้ระบบ CASA เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นปรนัยและแม่นยำ ข้อมูลที่ได้จะช่วยสนับสนุนการคัดเลือกพันธุ์พ่อโคให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของประเทศไทย อันจะนำไปสู่การเพิ่มประสิทธิภาพของการผสมเทียมและอัตราการผสมติดในฟาร์มโคเนื้อไทย

วิธีการศึกษา

สัตว์ทดลอง

การทดลองใช้น้ำเชื้อโคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มันและสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์แช่แข็งจากพ่อโคทั้ง 16 ตัว สายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน (American Brahman) จำนวน 8 ตัว สายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ (Charolais) จำนวน 8 ตัว พ่อพันธุ์แต่ละตัวมีอายุอยู่ระหว่าง 3–5 ปี อยู่ในสภาพร่างกายสมบูรณ์และผ่านการตรวจสุขภาพประจำปีเพื่อคัดกรองโรคติดต่อทางระบบสืบพันธุ์ ปริมาตรน้ำเชื้อต่อครั้ง 3 -8 มิลลิลิตร หลังจากทำการรีดน้ำเชื้อได้มีการประเมินคุณภาพของน้ำเชื้อสดก่อนทำการผสมกับสารละลายน้ำเชื้อ โดยน้ำเชื้อที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ต้องผ่านเกณฑ์การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อสด ดังนี้ มีลักษณะเป็นสีครีม หรือขาวขุ่นปราศจากสิ่งปนเปื้อน มีปริมาณความเข้มข้นของอสุจิมากกว่าหรือเท่ากับ 800 ล้านเซลล์/มิลลิลิตร มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่มากกว่า 70 เปอร์เซ็นต์ และมีอสุจีที่มีลักษณะปกติมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน น้ำเชื้อทุกตัวผลิตจากศูนย์ผลิตน้ำเชื้อโคเนื้อมาตรฐานที่ได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์ ประเทศไทย

การจัดการการเลี้ยงดูโคพ่อพันธุ์ การจัดการที่เหมาะสมมีเป้าหมายหลักในการรักษาสุขภาพโดยรวมของพ่อโคและลดปัจจัยความเครียดที่อาจส่งผลกระทบต่อการสร้างและคุณภาพของเซลล์สืบพันธุ์ โรงเรือนควรได้รับการจัดสร้างให้มีความสะอาด มีระบบการระบายน้ำและการถ่ายเทอากาศที่ได้มาตรฐาน เพื่อป้องกันภาวะความเครียดจากความร้อน (Heat Stress) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของอสุจิ (Barth and Oko, 1989) โภชนาการด้านอาหารควรได้รับพลังงานประมาณ 6–7 กก./วัน โปรตีนควรได้รับ 11–13% ของ DM วิตามิน และแร่ธาตุในปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการทางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่ธาตุ สังกะสี (Zinc), อย่างน้อย 30–40 มก./กก. DM ซีลีเนียม (Selenium), และ วิตามินอี (Vitamin E) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนความสมบูรณ์พันธุ์และคุณภาพของน้ำเชื้อ (Hafez and Hafez, 2000) ความถี่ในการรีดน้ำเชื้อ สำหรับโคโตเต็มวัยที่มีความพร้อมทางสรีรวิทยา ดำเนินการรีดน้ำเชื้อได้ 2 ครั้งต่อสัปดาห์ และในแต่ละรอบการรีดอาจดำเนินการเก็บน้ำเชื้อได้ 2 ครั้ง (Ejaculates) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตสูงสุด (Chenoweth and McPherson, 2016) และช่วงเวลาในการรีดน้ำเชื้อดำเนินการในช่วงเวลา 09.00 น. หรือช่วงเวลาที่สภาพอากาศไม่ร้อนจัด เพื่อลดความเสี่ยงของการเกิดความเครียดจากความร้อน (Thermal Stress) และช่วยในการรักษาคุณภาพของน้ำเชื้อไว้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่เขตร้อนชื้น น้ำเชื้อโคเนื้อทั้งสองสายพันธุ์ถูกเก็บรีดน้ำเชื้อในช่วงเวลาที่เหมาะสมและเท่ากัน เพื่อควบคุมผลกระทบของช่วงเวลาต่อคุณภาพน้ำเชื้อ โดยใช้สูตรสารเจือจาง Tris-egg yolk extender ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานของศูนย์ผลิตน้ำเชื้อ ซึ่งประกอบด้วยสาร Cryoprotectant ที่เหมาะสมสำหรับโคเนื้อ การเจือจางน้ำเชื้อและกระบวนการแช่แข็งดำเนินการตามมาตรฐานเดียวกันสำหรับทั้งสองสายพันธุ์ โดยน้ำเชื้อแช่แข็งทั้งหมดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส (ไนโตรเจนเหลว) มีระยะเวลาเก็บรักษา 12-18 เดือน เท่ากันทั้งสองสายพันธุ์ การใช้สัตว์เพื่องานวิจัยได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ (Approval No. MACUC052A/2565

แผนการทดลอง

การวิจัยนี้ใช้แผนการทดลองแบบสมบูรณ์สุ่ม หรือ completely randomized design (CRD) โดยมีปัจจัยทดลอง (Treatment) จำนวน 2 ปัจจัย ซึ่งได้แก่ 1. น้ำเชื้อโคแช่แข็งสายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน (American Brahman) 2. น้ำเชื้อโคแช่แข็งสายพันธุ์ชาโรเล่ห์ (Charolais) ในการดำเนินการทดลอง ได้กำหนดให้ใช้ตัวอย่างน้ำเชื้อจากพ่อโคแต่ละตัวจำนวน 10 หลอด และน้ำเชื้อแต่ละหลอดจะถูกนำมาประเมินคุณภาพโดยมีการทำซ้ำ (Replicate) จำนวน 3 ซ้ำ/หลอด

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลอัตราการเคลื่อนที่ทั้งหมด อัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ และพารามิเตอร์เชิงจลศาสตร์ ได้แก่ ความตรงเชิงเส้น ความถี่การส่ายหัว ความกว้างของการส่ายหัว และอัตราส่วนความเร็วเชิงเส้นตรงต่อความเร็วโค้ง โดยวิเคราะห์ความแตกต่างด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-way ANOVA) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปสำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ SPSS (Statistics Package for Social Sciences) ใช้วิธีวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มด้วย (Independent samples t-test) ที่ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ *(P < 0.05)*

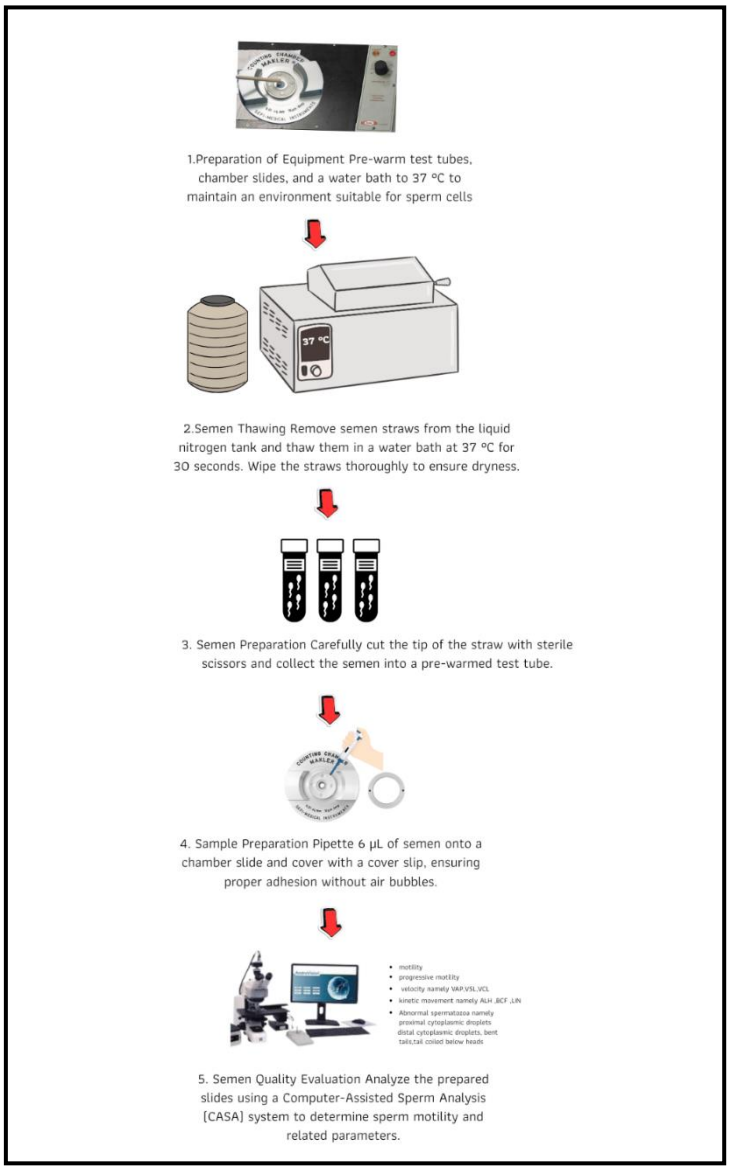

Figure 1 Semen thawing and semen quality assessment after thawing.

วิธีการประเมินการเคลื่อนไหว และจลศาสตร์การเคลื่อนไหวตัวอสุจิ (Sperm motility and kinematic variables)

ทำการประเมินน้ำเชื้อแช่แข็งเพื่อตรวจคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังการละลาย โคพ่อพันธุ์อเมริกันบราห์มัน จำนวน 8 ตัว โคพ่อพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ จำนวน 8 ตัว ตัวละ 10 หลอด มีวิธีการทดลองดังนี้ 1.การเตรียมอุปกรณ์ ทำการอุ่นหลอดทดลอง Makler counting chamberและ อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ให้อยู่ที่อุณหภูมิ 37°C ก่อนเริ่มการทดลอง 2.การละลายน้ำเชื้อโคแช่แข็งนำหลอดน้ำเชื้อแช่แข็งออกจากถังไนโตรเจนเหลว และละลายในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) ที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 30 วินาที หลังจากนั้นเช็ดผิวภายนอกของหลอดน้ำเชื้อให้แห้งสนิทด้วยกระดาษทิชชูที่สะอาด 3.การเตรียมน้ำเชื้อสำหรับการวิเคราะห์ ใช้กรรไกรตัดปลายหลอดน้ำเชื้อเพื่อให้น้ำเชื้อไหลออก จากนั้นเก็บรวบรวมลงในหลอดทดลองที่อุ่นเตรียมไว้ 4.การเตรียมตัวอย่างบนสไลด์ ดูดน้ำเชื้อที่ละลายแล้วปริมาตรประมาณ 6 ไมโครลิตร หยดลงบนสไลด์ และปิดด้วยแผ่น Cover slip โดยจัดให้แนบสนิท ปราศจากฟองอากาศ 5.การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ นำสไลด์ที่เตรียมไว้วางบนแท่นกล้องจุลทรรศน์ จากนั้นตรวจคุณภาพน้ำเชื้อด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์ คุณภาพน้ำเชื้อด้วย Computer Assisted Semen Analysis (CASA) (ยี่ห้อ : HAMILTON THORNE; รุ่น: CEROS II) ซึ่งมี

การตั้งค่าเลนส์กำลังขยาย 10x และใช้สไลด์ตรวจวัดคุณภาพน้ำเชื้อ (Chamber slide) ที่มีความลึกคงที่เพื่อการวิเคราะห์ที่แม่นยำ โดยพารามิเตอร์ที่ใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อมีดังนี้

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อหลังการละลายได้แก่ **อัตราการเคลื่อนไหวของอสุจิ (Motility)** แสดงถึงร้อยละของอสุจิที่มีชีวิตและสามารถเคลื่อนไหวได้เมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมด โดยทั่วไปน้ำเชื้อที่มีอัตราการเคลื่อนไหวไม่ต่ำกว่า 70% ถือว่าเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในกระบวนการผสมเทียม **การเคลื่อนที่ทั้งหมด (Total Motility) และการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Progressive Motility) ความเร็วในการเคลื่อนที่ของอสุจิ (Velocity) ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยตามเส้นทาง (Average Path Velocity; VAP)** เป็นค่าความเร็วเฉลี่ยของอสุจิตามเส้นทางที่ปรับให้เรียบลงจากเส้นทางจริง โดยคำนวณจากความเร็วที่หัวอสุจิเคลื่อนที่ไปตามวิถีเฉลี่ย จึงอยู่ระหว่าง VCL และ VSL ค่านี้สะท้อนถึงความเร็วโดยรวมที่ลดอิทธิพลจากการส่ายหรือว่ายเป็นวงมากเกินไป **ความเร็วตามเส้นตรง (Straight-Line Velocity; VSL)** หมายถึงค่าความเร็วเชิงเส้นตรงจากตำแหน่งเริ่มต้นไปยังตำแหน่งสิ้นสุดของการเคลื่อนที่ของอสุจิ หน่วยเป็น μm/s เป็นดัชนีที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพของการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า หากอสุจิเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง ค่า VSL จะใกล้เคียงกับ VCL แต่หากมีการว่ายแบบวนหรือคดเคี้ยวมาก VSL จะลดลงอย่างชัดเจน **(Curvilinear Velocity; VCL)** คือค่าความเร็วเฉลี่ยของอสุจิตามเส้นทางที่เคลื่อนที่จริง มีหน่วยเป็น μm/s คำนวณจากระยะทางทั้งหมดที่อสุจิเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่คดเคี้ยว หารด้วยระยะเวลา เนื่องจากอสุจิไม่ได้เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงเสมอไป VCL จึงเป็นค่าที่สะท้อนถึง ความสามารถในการเคลื่อนที่โดยรวมของเซลล์ (Total motile activity) อสุจิที่มีค่า VCL สูงบ่งชี้ถึงความสามารถในการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็ว แม้จะเป็นการเคลื่อนที่แบบคดเคี้ยวก็ตาม ลักษณะการเคลื่อนที่ (kinetic movement) **ได้แก่ ขนาดการส่ายหัว (Amplitude of Lateral Head Displacement; ALH)** วัดระยะสูงสุดของการแกว่งด้านข้างของหัวอสุจิในแต่ละจังหวะของการตีหาง หน่วยเป็น μm ค่าสูงแสดงถึงการเคลื่อนที่ของอสุจิที่มีการส่ายหัวไปมาในทิศทางด้านข้างขณะที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบได้ในสภาวะ hyperactivation ขณะที่ค่าต่ำบ่งชี้ถึงการว่ายแบบมีเสถียรภาพและตรงแนว **ความถี่การส่ายหัว (Beat-Cross Frequency; BCF)** คือจำนวนครั้งต่อวินาทีที่หัวอสุจิตัดผ่านเส้นทางเฉลี่ยของตนเอง เป็นดัชนีสะท้อนความถี่ของการตีหาง อสุจิที่มีค่า BCF สูงบ่งชี้ถึงการตีหางที่ถี่และมีพลัง ซึ่งสัมพันธ์กับสภาวะพลังงานของเซลล์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในช่วง hyperactivation **ความตรงของการว่าย (Straightness: STR)** หมายถึงอัตราส่วนระหว่าง VSL ต่อ VAP (STR = VSL/VAP × 100%) ใช้ประเมินความเบี่ยงเบนของวิถีในระยะสั้น STR มีความสัมพันธ์กับ LIN แต่เปรียบเทียบกับวิถีเฉลี่ยแทนที่จะเปรียบเทียบกับเส้นทางจริงโดยตรง อสุจิที่เคลื่อนที่แบบก้าวหน้าโดยทั่วไปจะมีค่า STR และ LIN สูง **ความเป็นเส้นตรงของวิถี (Linearity; LIN)** LIN คำนวณจากอัตราส่วนระหว่าง VSL ต่อ VCL (LIN = VSL/VCL × 100%) ใช้เป็นตัวชี้วัดความตรงของการเคลื่อนที่ อสุจิที่มีค่า LIN สูงมีแนวโน้มว่ายเป็นเส้นตรง ในขณะที่ค่า LIN ต่ำแสดงถึงการเคลื่อนไหวแบบคดเคี้ยวหรือว่ายวน ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ (Abnormal spermatozoa) มีหน่วยเป็น % ของตัวอสุจิ Proximal cytoplasmic droplets ตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะติดที่หางใต้ฐานของหัว Distal cytoplasmic droplets ตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะที่หางตรงส่วนปลายมิดพีช Bent tails ตัวอสุจิที่หางงอ Tail coiled below heads ตัวอสุจิที่หางขดงอใต้ส่วนหัว ความผิดปกติของรูปร่างอสุจิ (Abnormal spermatozoa) มีหน่วยเป็น % ของตัวอสุจิ Proximal cytoplasmic droplets ตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะติดที่หางใต้ฐานของหัว Distal cytoplasmic droplets ตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะที่หางตรงส่วนปลายมิดพีช Bent tails ตัวอสุจิที่หางงอ Tail coiled below heads ตัวอสุจิที่หางขดงอใต้ส่วนหัว

ผลการศึกษา

จากการศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายของโคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายด้วยเครื่องตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื้อ CASA พบว่ามีอัตราการเคลื่อนที่ทั้งหมด จำนวนของอสุจิที่เคลื่อนที่ช้า และอสุจิที่ไม่เคลื่อนที่ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P>0.05)* แต่อัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* **(Figure 2)**

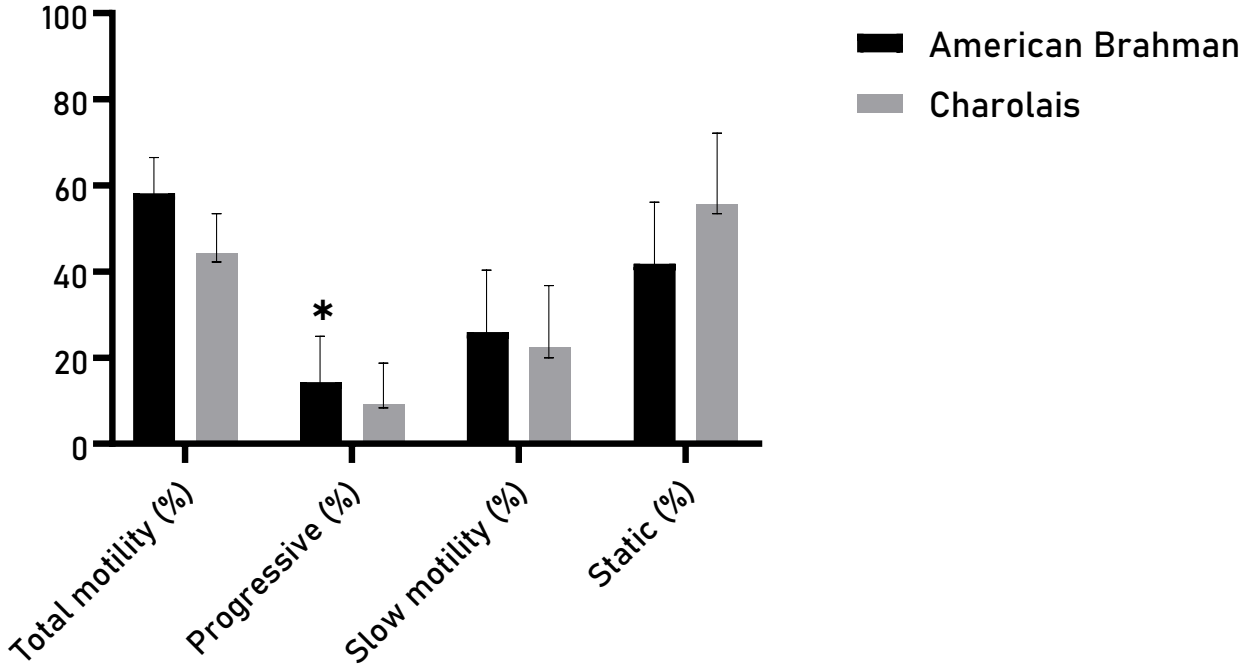

Figure 2 Average Motility sperm of Frozen bull semen * indicates significant differences between breeds (Mean ± SD) ($P < 0.05$).

ลักษณะความผิดปกติของรูปร่างอสุจิหลังผ่านกระบวนการแช่แข็งน้ำเชื้อจากโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ พบว่าจำนวนของตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะติดที่หางใต้ฐานของหัว ตัวอสุจิที่มีก้อนคล้ายหยดน้ำเกาะติดที่หางตรงส่วนปลายมิดพีช ตัวอสุจิที่หางงอ และตัวอสุจิที่หางขดงอใต้ส่วนหัว ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P>0.05)* **(Figure 3)**

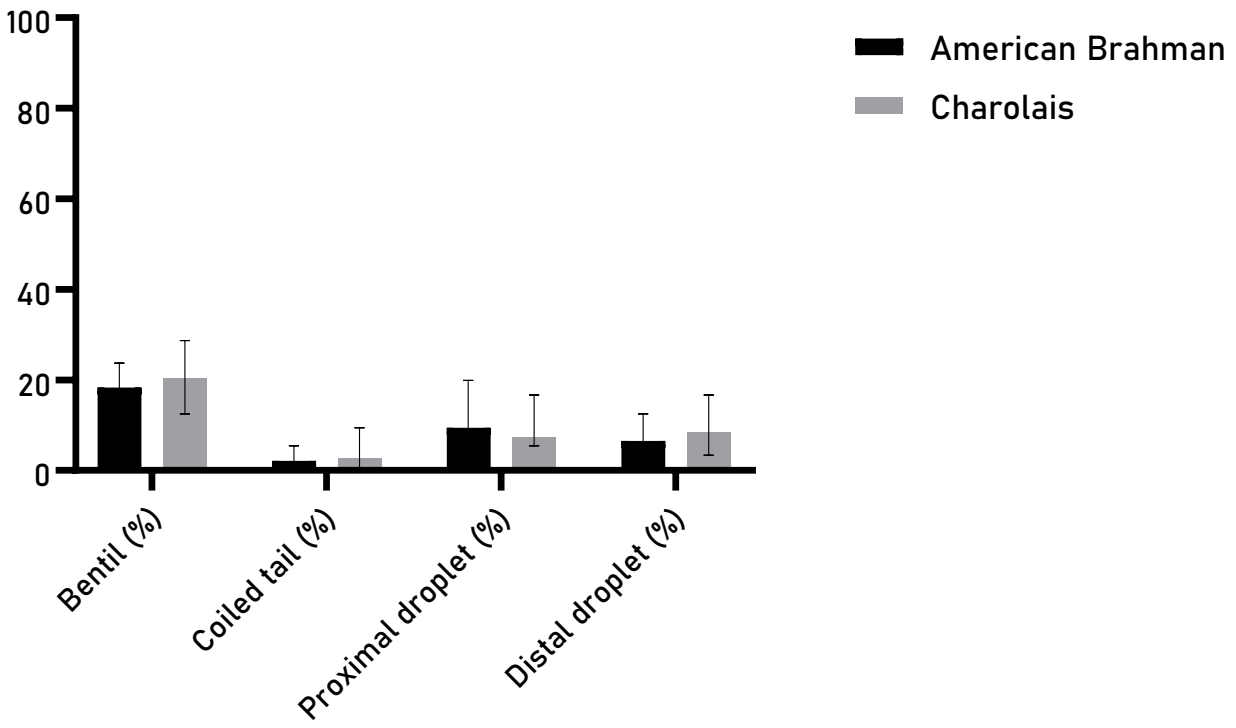

Figure 3 Average Sperm abnormalities of Frozen bull semen * indicates significant differences between breeds (Mean ± SD) *(P < 0.05).*

ลักษณะการเคลื่อนที่ของอสุจิจากน้ำเชื้อโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ หลังการละลาย พบว่าความกว้างในการส่ายหัวอสุจิ (ALH) และอัตราส่วนความเร็วของการเคลื่อนที่ในวิถีตรงต่อความเร็วของการเคลื่อนที่วิถีโค้ง (STR) ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P>0.05)* ส่วนความถี่ของการส่ายหัวของอสุจิ (BCF) และความเป็นเส้นตรงของการเคลื่อนที่ (LIN) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* โดยความถี่ของการส่ายหัวของอสุจิจากน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายของโคสายพันธุ์อเมริกันบราห์มัน ต่ำกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ และอัตราส่วนความเร็วของการเคลื่อนที่ในวิถีตรงต่อความเร็วของการเคลื่อนที่วิถีโค้งของอสุจิจากน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน สูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ **(Table 1.)**

Table 1 Average Velocity movement and Kinetic movement of Frozen bull semen (Mean ± SD)

Parameter	American Brahman	Charolais	P-value
<u>Velocity movement</u>			
VAP (μm/s)	77.94 ± 7.91	114.26 ± 8.95	0.065
VSL (μm/s)	70.05 ± 9.11	72.70 ± 11.32	0.238
VCL (μm/s)	127.60 ± 21.02	196.57 ± 23.09	0.076
<u>Kinetic movement</u>			
ALH (μm)	6.53 ± 2.55	6.86 ± 1.70	0.211
BCF (Hz)	23.37 ± 2.55	24.09 ± 3.45	0.014*
STR (%)	90.11 ± 7.39	88.43 ± 12.52	0.175
LIN (%)	59.37 ± 10.45	56.01 ± 11.31	0.001*

* indicates significant differences between breeds *(P < 0.05).*

วิจารณ์

ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังละลายระหว่างโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื้อ (CASA) พบว่าการเคลื่อนที่ของอสุจิ (Sperm Motility) อัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Progressive motility) ของน้ำเชื้อโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน สูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Brito et al. (2002) ที่พบว่าโคพันธุ์ *Bos indicus* (ซึ่งรวมถึงบราห์มัน) มีคุณภาพน้ำเชื้อหลังแช่แข็งที่ดีกว่าโคพันธุ์ *Bos taurus* โดยเฉพาะในเรื่องของการทนต่อกระบวนการแช่แข็งและการละลาย ผลการศึกษาที่พบว่าโคสายพันธุ์บราห์มันมีการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าสูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ เป็นผลมาจากความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงและความทนทานต่อสภาวะเครียดที่ดีกว่า (Chenoweth, 2005) นอกจากนี้ จากงานวิจัยของ Karoui et al. (2012) ยังพบว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างโคสายพันธุ์ต่างๆ ส่งผลโดยตรงต่อคุณภาพของน้ำเชื้อหลังการแช่แข็ง โดยเฉพาะในส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์อสุจิที่มีองค์ประกอบของไขมันและโปรตีนที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อความต้านทานต่อกระบวนการแช่แข็งและการละลาย

ความเร็วและลักษณะการเคลื่อนที่ของอสุจิ ผลการวิเคราะห์พบว่าความถี่ของการส่ายหัวของอสุจิ (Beat Cross Frequency, BCF) ของโคพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ สูงกว่าโคพันธุ์อเมริกัน บราห์มันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่อัตราส่วนความเร็วของการเคลื่อนที่ในวิถีตรงต่อความเร็วของการเคลื่อนที่วิถีโค้ง (Linearity, LIN) ของโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน สูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Hoflack et al. (2007) ที่พบว่าโคพันธุ์ที่มี Linearity สูงมีความสามารถในการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ดี ซึ่งมีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติดที่สูงขึ้น โดย Mortimer (2000) ได้อธิบายว่าค่า LIN ที่สูงบ่งชี้ถึงการเคลื่อนที่ของอสุจิที่มีประสิทธิภาพมากกว่า เนื่องจากอสุจิสามารถเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกันได้ดี ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการผ่านทางเดินระบบสืบพันธุ์เพศเมียเพื่อไปผสมกับเซลล์ไข่ สำหรับค่า BCF ที่สูงในโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์นั้น Kathiravan et al. (2011) อธิบายว่าอาจเป็นผลจากการที่อสุจิพยายามเคลื่อนที่ในสภาวะที่มีแรงต้านสูง หรืออาจเป็นลักษณะเฉพาะของพันธุกรรมโคสายพันธุ์ *Bos taurus* ซึ่งแตกต่างจากโคสายพันธุ์ *Bos indicus* อย่างไรก็ตาม Farrell et al. (1998) พบว่าค่า BCF เพียงอย่างเดียวอาจไม่สามารถบอกความสามารถในการปฏิสนธิได้ดีเท่ากับการพิจารณาร่วมกับค่าพารามิเตอร์อื่นๆ เช่น VAP, VSL และ LIN

ความแตกต่างเชิงสายพันธุ์ของคุณภาพน้ำเชื้อภายหลังการละลายที่ตรวจวิเคราะห์ด้วยระบบ CASA สะท้อนให้เห็นถึงพลวัตการเคลื่อนไหวของอสุจิที่แตกต่างกันมากกว่าความเร็วเฉลี่ยโดยรวม กล่าวคือ น้ำเชื้อของโคพันธุ์อเมริกันบราห์มันมีค่าการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และค่าความเป็นเส้นตรงของการเคลื่อนที่ (LIN) สูงกว่า ขณะที่โคพันธุ์ชาร์โลเล่ห์มีค่าความถี่การเปลี่ยนทิศของเส้นทางเฉลี่ย (BCF) สูงกว่า โดยไม่พบความแตกต่างในค่าพารามิเตอร์อื่น ได้แก่ ความเร็วเฉลี่ยตามเส้นทาง (VAP), ความเร็วเชิงเส้น (VSL), ความเร็วแบบเส้นโค้ง (VCL), ความเป็นเส้นตรงสัมพัทธ์ (STR) และแอมพลิจูดของการเหวี่ยงหัว (ALH) (Table 1) ผลดังกล่าวบ่งชี้ว่า โคพันธุ์บราห์มันสามารถคงเสถียรภาพของทิศทางการเคลื่อนไหวและการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ดีกว่าหลังการละลาย ในขณะที่โคพันธุ์ชาร์โลเล่ห์มีรูปแบบการว่ายที่ “ตัดผ่านเส้นทางเฉลี่ย” บ่อยกว่า ซึ่งอาจสะท้อนถึงความแตกต่างของคุณสมบัติของเยื่อหุ้มเซลล์และรูปแบบการควบคุมการแกว่งของหาง มากกว่าความแตกต่างในด้านพลังงานขับเคลื่อนโดยรวม

ทั้งนี้ ค่า BCF ที่ได้จากระบบ CASA ไม่ได้แปลว่าเป็นความถี่การตีหางโดยตรง แต่ควรตีความในเชิงเรขาคณิตของการเคลื่อนไหว เช่น ความถี่ของการเปลี่ยนทิศบนเส้นทางเฉลี่ย (Average path) มากกว่าความเร็วของการแกว่งหาง (Flagellar beat) กลไกที่อาจเกี่ยวข้องกับความแตกต่างนี้ ได้แก่ องค์ประกอบของลิพิดในเยื่อหุ้มเซลล์ และระดับความทนต่อการแช่แข็ง (Cryotolerance) ซึ่งขึ้นอยู่กับพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม ตลอดจนบทบาทของโปรตีนที่ตอบสนองต่อความเครียดจากความร้อน เช่น Heat shock protein (HSP70/HSP70-2) และโปรตีนในโครงสร้าง Ibrous sheath ได้แก่ AKAP4 และ proAKAP4 ที่มีหน้าที่ในการถ่ายเทพลังงานและควบคุมรูปแบบการแกว่งของหาง ซึ่งมีรายงานว่าสัมพันธ์กับคุณภาพและความทนทานของน้ำเชื้อโคในภาคสนาม ดังนั้น ความแตกต่างของค่า LIN และ BCF ระหว่างสายพันธุ์ในงานวิจัยนี้อาจถือเป็น “ลายเซ็นทางชีวโมเลกุล” ที่สามารถนำไปใช้ในการพัฒนามาตรฐานการคัดเลือกพ่อพันธุ์ รวมถึงการปรับสูตรน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อแช่แข็งให้เหมาะสมกับแต่ละสายพันธุ์ต่อไปได้

ผลการสังเกตที่พบว่าโคพันธุ์ชาร์โลเล่ห์มีค่า BCF สูงกว่า สอดคล้องกับรายงานของ Özen et al. (2025) ซึ่งใช้ระบบ CASA จำแนกสายพันธุ์โค และพบว่าพารามิเตอร์ Progressive motility, Hyperactivity และ VSL เป็นตัวแปรหลักที่สามารถใช้จำแนกความ

แตกต่างระหว่างสายพันธุ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลดังกล่าวสะท้อนบทบาททางชีวกลศาสตร์ของการตีหางอสุจิที่สัมพันธ์กับค่า BCF ในการกำหนดประสิทธิภาพการเคลื่อนที่หลังการละลาย ค่าที่โคพันธุ์บราห์มันมีค่าการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า และ LIN สูงกว่า อาจเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนต่อความร้อนของโคกลุ่ม *Bos indicus* ซึ่งปรับตัวได้ดีกว่าในสภาพอากาศร้อนชื้น โดยมีรายงานว่า ระดับความไวต่อความร้อนแตกต่างกันระหว่างตัวผู้ และส่งผลต่อคุณภาพของน้ำเชื้อโดยตรงเมื่ออุณหภูมิสูง (Netherton et al., 2022) การใช้สภาวะการละลายที่ 37 °C เป็นเวลา 30 วินาทีในงานวิจัยนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ Solís et al. (2024) ซึ่งพบว่าสภาวะดังกล่าวให้คุณภาพการเคลื่อนไหวดีที่สุดในโคพันธุ์ Holstein และ Jersey และยืนยันว่าคุณภาพน้ำเชื้อจะลดลงตามระยะเวลาหลังการละลายที่ยาวนานขึ้น ในแนวทางการพัฒนาคุณภาพน้ำเชื้อภายหลังการละลาย อาจพิจารณาการเสริมสารยับยั้ง Rho-associated protein kinase (ROCK inhibitor; Y-27632) ในสูตรน้ำยาแช่แข็ง ซึ่งรายงานว่าช่วยเพิ่มค่า TM, BCF และ VAP รวมทั้งส่งเสริมอัตราการพัฒนาเอ็มบริโอในการปฏิสนธินอกร่างกาย (In vitro fertilization; IVF) (Behnam et al., 2023) อย่างไรก็ตาม ผลดังกล่าวยังจำเป็นต้องมีการยืนยันเพิ่มเติมในโคพันธุ์ที่ใช้ในประเทศไทย

ความสัมพันธ์กับความสามารถในการปฏิสนธิ จากผลการศึกษาพบว่าโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มันมีค่า Progressive motility และ LIN ที่สูงกว่าโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ Budworth et al. (1988) และ Amann and Waberski (2014) ได้รายงานว่าทั้งสองค่านี้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการปฏิสนธิของอสุจิ การที่โคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มันมีค่าดังกล่าวสูงกว่า บ่งชี้ถึงความสามารถในการผสมติดที่ดีกว่าเมื่อใช้ในโปรแกรมผสมเทียม นอกจากนี้ Perumal et al. (2011) ยังพบว่าโคพ่อพันธุ์ที่เลี้ยงในเขตร้อน เช่น โคพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน มีความทนทานต่อความเครียดจากความร้อน (heat stress) ในระหว่างกระบวนการแช่แข็งและละลายน้ำเชื้อได้ดีกว่าโคพันธุ์ที่มาจากเขตหนาว

ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ CASA กับอัตราการผสมติดในโค การใช้ CASA อย่างแพร่หลายในการประเมินพ่อพันธุ์ ระบุว่าพารามิเตอร์หลายตัวมีความสัมพันธ์กับความสามารถให้ลูกของพ่อโคในระดับหนึ่ง Farrell et al. (1998) ได้รายงานว่า อัตราการเคลื่อนไหวทั้งหมด (%Motility) อัตราการเคลื่อนที่แบบก้าวหน้า (Progressive Motility) ความเร็วต่างๆ (VCL, VAP) รวมถึงตัวชี้วัดเชิงคุณภาพอย่าง LIN, STR และ BCF นั้นมีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญกับอัตราการผสมติด (วัดโดยอัตราการไม่กลับสัด 59 วันหลังผสม)

Fernandez-Novo et al. (2021) รายงานว่าในกลุ่มพ่อโคที่มีอัตราการให้ลูกสูง ค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ต่าง ๆ ที่วัดด้วยเครื่อง Computer-Assisted Sperm Analysis (CASA) จะสูงกว่ากลุ่มพ่อโคที่มีอัตราการให้ลูกต่ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งรวมถึงพารามิเตอร์ด้านการเคลื่อนที่ เช่น Total Motility, Progressive Motility, ความเร็วต่าง ๆ (VCL, VSL, VAP), และตัวชี้วัดเชิงทิศทาง (LIN, STR, BCF) นอกจากนี้ พารามิเตอร์ความกว้างของการแกว่งด้านข้างของหัวอสุจิ (Amplitude of Lateral Head Displacement; ALH) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดรูปแบบการเคลื่อนที่ของอสุจิที่วัดโดยเครื่อง CASA พบว่าค่า ALH ที่สูงเกินไปมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอัตราการให้ลูก โดยกลุ่มพ่อโคที่มีจำนวนลูกน้อยมักมีค่า ALH เฉลี่ยสูงกว่า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดที่ว่า การแกว่งหัวอสุจิมากเกินไป (hyperactivation) อาจส่งผลเสียต่อประสิทธิภาพการปฏิสนธิในโค (Fernandez-Novo et al., 2021) ในโค พารามิเตอร์เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิและความเร็ว เป็นตัวทำนายที่มีประสิทธิภาพระดับปานกลางในการสะท้อนถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของอสุจิ พบว่าในกลุ่มโคที่มีค่าการเคลื่อนที่และความเร็ว ได้แก่ ความเร็วตามเส้นทางโค้ง (VCL), ความเร็วตามเส้นตรง (VSL) และความเร็วเฉลี่ยตามเส้นทาง (VAP) สูง จะมีอัตราการผสมติดสูงกว่ากลุ่มที่มีค่าต่ำอย่างมีนัยสำคัญ (Farrell et al., 1998) อย่างไรก็ตาม ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์เหล่านี้กับอัตราการผสมติดมักอยู่ในช่วงปานกลาง โดยทั่วไปอยู่ในระดับความสัมพันธ์ (r) ประมาณ 0.3–0.6 และในบางพารามิเตอร์ยังพบผลการศึกษาที่ขัดแย้งกัน เช่น พารามิเตอร์ STR, LIN, BCF และ ALH บางงานวิจัยกล่าวว่าไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับอัตราการมีลูกในโค (Farrell et al., 1998) ความแตกต่างดังกล่าวอาจมาจากความแตกต่างในวิธีการทดลองหรือสภาพแวดล้อมที่ใช้ในการศึกษา

อย่างไรก็ดี โดยภาพรวมสำหรับพ่อโค พารามิเตอร์ที่มีความสม่ำเสมอและน่าเชื่อถือในการเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเชื้อ คืออัตราการเคลื่อนที่โดยเฉพาะค่าการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (Progressive motility) และค่าความเร็ว VAP, VSL, VCL ที่อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง ขณะที่ลักษณะการเคลื่อนที่แบบ hyperactive ที่แสดงด้วยค่า ALH สูงและค่า LIN ต่ำ หากพบในน้ำเชื้อเป็นจำนวนมาก อาจสัมพันธ์

กับการลดลงของภาวะเจริญพันธุ์ (Farrell et al., 1998) ในการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อพ่อโค กำหนดเกณฑ์ว่าควรมีอสุจิเคลื่อนไหวอย่างน้อยประมาณ 70% จึงจะถือว่าใช้ผสมพันธุ์ได้อย่างปลอดภัย (Perry, 2021) กรมปศุสัตว์ (2560) มาตรฐานการผลิตน้ำเชื้อตามประกาศกรมปศุสัตว์ พ.ศ. 2560 ได้ระบุข้อกำหนดสำคัญสำหรับศูนย์ผลิตน้ำเชื้อสัตว์ผสมพันธุ์ ได้แก่ การตรวจสอบคุณภาพน้ำเชื้อที่ต้องมีการตรวจสอบความเข้มข้นของอสุจิและบันทึกข้อมูลทุกครั้ง ตัวอย่างน้ำเชื้อที่เก็บไว้ ต้องตรวจโรคอย่างละเอียดเพื่อป้องกันการแพร่โรค และเกณฑ์ขั้นต่ำของอสุจิในแต่ละสายพันธุ์ โค และกระบือ ไม่น้อยกว่า 8 ล้านตัว/โดส สำหรับอสุจิที่มีชีวิตและเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

สรุป

การศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเชื้อแช่แข็งหลังการละลายระหว่างโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน และโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ โดยใช้ระบบวิเคราะห์อสุจิด้วยคอมพิวเตอร์ (CASA) พบว่าน้ำเชื้อจากพ่อโคสายพันธุ์อเมริกัน บราห์มัน มีคุณภาพในด้านอัตราการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและค่าความตรงเชิงเส้นของการเคลื่อนที่ของอสุจิสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับโคสายพันธุ์ชาร์โลเล่ห์ ขณะที่พารามิเตอร์อื่น ๆ ส่วนใหญ่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างทางพันธุกรรมที่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อหลังการแช่แข็ง ซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการคัดเลือกพันธุ์พ่อโคที่เหมาะสมต่อการผสมเทียมในโคเนื้อ โดยเฉพาะภายใต้สภาพภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศไทย อันจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพด้านการสืบพันธุ์และการผลิตลูกโคต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

เพื่อขยายผลการศึกษานี้ ควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในภาคสนามเพื่อตรวจสอบประสิทธิผลจริงของคุณภาพน้ำเชื้อที่แตกต่างกัน เช่น การประเมินอัตราการผสมติด (Conception rate) และผลผลิตลูกโคในสภาพการเลี้ยงจริง ตลอดจนศึกษาผลกระทบของฤดูกาลหรือปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่อาจมีอิทธิพลต่อคุณภาพน้ำเชื้อหลังการแช่แข็ง ข้อมูลดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความชัดเจนในการคัดเลือกและใช้ประโยชน์จากพันธุ์พ่อโคได้อย่างเหมาะสมภายใต้สภาพภูมิอากาศเขตร้อนของประเทศไทย

คำขอบคุณ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทุกท่าน ที่กรุณาให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัย อันนำไปสู่การต่อยอดองค์ความรู้ในด้านงานวิจัย ขอขอบพระคุณบุคลากรห้องปฏิบัติการ และคณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ได้อำนวยความสะดวกและช่วยเหลือในการทำวิจัย ขอขอบคุณครอบครัว เพื่อน บัณฑิตศึกษา และน้องนักศึกษาที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจที่ดีเสมอมา ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิจัยครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2560 ประกาศกรมปศุสัตว์ เรื่อง การรับคืน และผลคืนใช้เชื้อสำหรับผสมพันธุ์สัตว์ พ.ศ. 2560. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Amann, R. P., and D. Waberski. 2014. Computer-assisted sperm analysis (CASA): Capabilities and potential developments. Theriogenology. 81: 5-17.

Baştan, İ. 2024. Comparison of computer-assisted sperm analysis and smartphone-applied sperm analysis for evaluation of frozen-thawed bull semen. Reproduction in Domestic Animals. 59: e14695.

Bearden, H. J., and J. W. Fuquay. 1984. Applied Animal Reproduction. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, NJ.

Behnam, M., R. Asadpour, T. R. Topraggaleh, and H. Hamali. 2023. Improvement of post-thaw quality and fertilizing ability of bull spermatozoa using Rho kinase inhibitor in freezing extender. Frontiers in Veterinary Science. 10: 1155048.

Brito, L., A. Silva, L. Rodrigues, F. Vieira, L. Deragon, and J. Kastelic. 2002. Effects of environmental factors, age and genotype on sperm production and semen quality in Bos indicus and Bos taurus AI bulls in Brazil. Animal Reproduction Science. 70: 181-190.

Budworth, P. R., R. P. Amann, and P. L. Chapman. 1988. Relationships between computerized measurements of motion of frozen-thawed bull spermatozoa and fertility. Journal of Andrology. 9: 41–54.

Celeghini, E. C. C., R. De Arruda, A. De Andrade, J. Nascimento, and C. Raphael. 2007. Practical techniques for bovine sperm simultaneous fluorimetric assessment of plasma, acrosomal and mitochondrial membranes. Reproduction in Domestic Animals. 42: 479–488.

Chatterjee, S., E. de Lamirande, and C. Gagnon. 2001. Cryopreservation alters membrane sulfhydryl status of bull spermatozoa: protection by oxidized glutathione. Molecular Reproduction and Development: Incorporating Gamete Research. 60: 498–506.

Chenoweth, P. J. 2005. Genetic sperm defects. Theriogenology. 64: 457–468.

Davila, R., R. A. Ledezma-Torres, J. G. Soto, U. Macias-Cruz, J. F. Calderón-Cortés, L. Avendaño-Reyes, and A. Correa-Calderón. 2021. Influence of environmental stressors on reproductive efficiency in cattle. Tropical Animal Health and Production. 53: 407.

Farrell, P., G. Presicce, C. Brockett, and R. Foote. 1998. Quantification of bull sperm characteristics measured by computer-assisted sperm analysis (CASA) and the relationship to fertility. Theriogenology. 49: 871–879.

Fernandez-Novo, A., S. Santos-Lopez, C. Barrajon-Masa, P. Mozas, E. de Mercado, E. Caceres, A. Garrafa, J. V. Gonzalez-Martin, N. Perez-Villalobos, and A. Oliet. 2021. Effect of extender, storage time and temperature on kinetic parameters (CASA) on bull semen samples. Biology. 10: 806.

Hoflack, G., G. Opsomer, T. Rijsselaere, A. Van Soom, D. Maes, A. De Kruif, and L. Duchateau. 2007. Comparison of computer-assisted sperm motility analysis parameters in semen from belgian blue and Holstein–Friesian bulls. Reproduction in Domestic Animals. 42: 153–161.

Januskauskas, A., A. Johannisson, and H. Rodriguez-Martinez. 2003. Subtle membrane changes in cryopreserved bull semen in relation with sperm viability, chromatin structure, and field fertility. Theriogenology. 60: 743–758.

Karoui, S., C. Díaz, C. González-Marín, M. Amenabar, M. Serrano, E. Ugarte, J. Gosálvez, R. Roy, C. López-Fernández, and M. Carabaño. 2012. Is sperm DNA fragmentation a good marker for field AI bull fertility? Journal of Animal Science. 90: 2437–2449.

Kathiravan, P., J. Kalatharan, G. Karthikeya, K. Rengarajan, and G. Kadirvel. 2011. Objective sperm motion analysis to assess dairy bull fertility using computer-aided system–a review. Reproduction in Domestic Animals. 46: 165–172.

Mortimer, S. T. 2000. CASA—practical aspects. Journal of Andrology. 21: 515–524.

Muiño, R., C. Tamargo, C. Hidalgo, and A. Peña. 2008. Identification of sperm subpopulations with defined motility characteristics in ejaculates from Holstein bulls: effects of cryopreservation and between-bull variation. Animal Reproduction Science. 109: 27–39.

Netherton, J. K., B. R. Robinson, R. A. Ogle, A. Gunn, A. I. S. B. Villaverde, K. Colyvas, and M. A. Baker. 2022. Seasonal variation in bull semen quality demonstrates there are heat-sensitive and heat-tolerant bulls. Scientific Reports. 12: 15322.

Özen, D., H. Özen, E. B. Gül, K. T. Olgaç, K. Tekin, M. B. Tirpan, and A. Daşkin. 2025. Comparison of tree-based machine learning algorithms for classification of livestock breeds based on post-thaw spermatological parameters. Veterinary Medicine and Science. 11: e70539.

Perry, V. 2021. The role of sperm morphology standards in the laboratory assessment of bull fertility in Australia. Frontiers in Veterinary Science. 8: 672058.

Perumal, P., S. Selvaraju, S. Selvakumar, A. Barik, D. Mohanty, S. Das, R. Das, and P. Mishra. 2011. Effect of pre-freeze addition of cysteine hydrochloride and reduced glutathione in semen of crossbred Jersey bulls on sperm parameters and conception rates. Reproduction in Domestic Animals. 46: 636–641.

Raafi, M., M. Yusuf, A. Toleng, and A. Diansyah. 2021. Movement patterns of sperms at different bull breeds using computer-assisted sperm analysis (CASA). P. 1-7. In: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.

Singh, A., A. Kumar, and A. Bisla. 2021. Computer-assisted sperm analysis (CASA) in veterinary science: A review. The Indian Journal of Animal Sciences. 91: 419–429.

Solís, J. M., F. Sevilla, M. A. Silvestre, I. Araya-Zúñiga, E. R. Roldan, A. Saborío-Montero, and A. Valverde. 2024. Effect of thawing procedure and thermo-resistance test on sperm motility and kinematics patterns in two bovine breeds. Animals. 14: 2768.

Susilawati, T. 2013. Pedoman inseminasi buatan pada ternak. Universitas Brawijaya Press.

Valverde, A., V. Barquero, and C. Soler. 2020. The application of computer-assisted semen analysis (CASA) technology to optimise semen evaluation. A review. Journal of Animal and Feed Sciences. 29: 189–198.

Víquez, L., V. Barquero, and A. Valverde. 2021. Condiciones óptimas de análisis cinético en semen fresco de toros Brahman con un sistema CASA-Mot. Agronomía Mesoamericana. 32: 920–938.