

ผลของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ Beltsville poultry semen extender (BPSE) หลังผ่านกระบวนการ cryopreservation ต่อคุณภาพน้ำเชื้อในไก่

Effects of Beltsville Poultry Semen Extender (BPSE) on Post-Thaw Semen Quality of Roosters After Cryopreservation

ปัญญาพล การรุ่งเรือง

Panchaphon krangrungrueang

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

ไก่สัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญทั้งในด้านการผลิตและการอนุรักษ์พันธุกรรมในการพัฒนาพันธุ์ มักมีการเก็บน้ำเชื้อและนำเข้าสู่กระบวนการแช่แข็ง หรือ cryopreservation เพื่อเก็บรักษาพันธุกรรมในระยะยาว อย่างไรก็ตามกระบวนการแช่แข็งและละลายอาจทำให้อสุจิเกิดความเสียหายต่อเยื่อหุ้มเซลล์และโครงสร้างภายในส่งผลให้อัตราการตายของอสุจิเพิ่มขึ้นและคุณภาพน้ำเชื้อลดลงจึงมีการใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อเพื่อช่วยลดความเสียหายและเพิ่มอัตราการรอดของอสุจิหลังการแช่แข็งแต่ในปัจจุบันยังไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าสารละลายชนิดใดมีประสิทธิภาพดีที่สุด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนผลของสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ Beltsville poultry semen extender (BPSE) ต่อคุณภาพน้ำเชื้อของไก่หลังผ่านกระบวนการแช่แข็งและละลาย จากการรวบรวมรายงานวิจัยในไก่พื้นเมืองไก่ Nunukan และไก่ป่าอินเดีย อ้างอิง3 การศึกษาช่วงปี (ค.ศ. 2016-2025) พบว่า BPSE มีคุณสมบัติเด่นในการรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์และชะลอการลดลงของควมมีชีวิต (viability) ของอสุจิได้ดี ในด้านการเคลื่อนที่ของอสุจิ (motility) ในทางตรงข้ามพบว่าสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ BSPE มีประสิทธิภาพด้อยกว่าเมื่อเทียบกับสารละลายเจือจางอื่น ประสิทธิภาพดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับองค์ประกอบของกลูโคสใน BPSE ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานหลักในการสร้าง ATP ภายในไมโทคอนเดรียบริเวณส่วน midpiece เพื่อสนับสนุนการทำงานของแฟลเจลลัม (flagellum) สรุปได้ว่า BPSE เป็นสารละลายเจือจางที่มีประสิทธิภาพในการคงสภาพควมมีชีวิตของอสุจิหลังการละลาย ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญสำหรับการพัฒนาเทคโนโลยีการผสมเทียมและการอนุรักษ์พันธุกรรมสัตว์ปีกอย่างยั่งยืน ผลจากการทบทวนเอกสารดังกล่าวชี้ให้เห็นว่า BPSE สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการ cryopreservation เพื่อรักษาคุณภาพน้ำเชื้อในระยะยาว โดยเฉพาะการคงเปอร์เซ็นต์ควมมีชีวิตของอสุจิภายหลังการแช่แข็งละลาย

**ความสำคัญ:** Beltsville poultry semen extender (BPSE), freeze-thaw process, semen quality, sperm motility, sperm viability

## บทนำ

ไก่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญต่อภาคการเกษตรและความมั่นคงทางอาหาร เนื่องจากเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญทั้งในรูปของเนื้อและไข่ อีกทั้งยังเป็นสัตว์ที่มีรอบการผลิตสั้นและให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้ไก่เชิงพาณิชย์แล้ว ไก่พื้นเมืองและไก่ป่า โดยเฉพาะไก่ป่าอินเดีย (Indian red jungle fowl; *Gallus gallus murghi*) ยังมีความสำคัญในฐานะแหล่งทรัพยากรพันธุกรรมเนื่องจากเป็นบรรพบุรุษของไก่บ้านและเป็นแหล่งของลักษณะทางพันธุกรรมที่มีคุณค่า อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันประชากรไก่พื้นเมืองและไก่ป่าอินเดียมิแนวโน้มลดลงจากการสูญเสียถิ่นอาศัย การล่าและการผสมข้ามกับไก่บ้าน ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการสูญเสียความหลากหลายทางพันธุกรรมของสัตว์ปีกในระยะยาว (Rakha et al., 2016) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวจึงมีการนำเทคโนโลยีชีวภาพทางการสืบพันธุ์มาใช้ในการอนุรักษ์พันธุกรรมสัตว์ปีก โดยเฉพาะการผสมเทียมร่วมกับการเก็บรักษาน้ำเชื้อ ซึ่งเป็นแนวทางที่สามารถเก็บรักษาพันธุกรรมไว้ได้ในระยะยาวและเพิ่มความยืดหยุ่นในการจัดการผสมพันธุ์อย่างใดก็ตามการเก็บรักษาน้ำเชื้อด้วยวิธีการแช่แข็ง (cryopreservation) ในสัตว์ปีกยังประสบปัญหาด้านคุณภาพน้ำเชื้อหลังการละลาย เนื่องจากกระบวนการแช่แข็งและละลายน้ำเชื้อก่อให้เกิดความเสียหายต่ออสุจิ ส่งผลให้การเคลื่อนไหว ความมีชีวิต และสมรรถภาพการสืบพันธุ์ลดลง ซึ่งเป็นข้อจำกัดสำคัญต่อประสิทธิภาพการผสมเทียม (Rakha et al., 2016; Nabi et al., 2016) ดังนั้น การเลือกใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่เหมาะสมจึงมีบทบาทสำคัญในการลดความเสียหายของอสุจิโดย Beltsville poultry semen extender (BPSE) เป็นสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่ได้รับการพัฒนาและนำมาใช้อย่างแพร่หลายในสัตว์ปีก เนื่องจากมีคุณสมบัติช่วยรักษาสมาดุลของพลังงานค่า pH และความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์อสุจิ ส่งผลให้คุณภาพน้ำเชื้อหลังการละลายดีขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลของการใช้ BPSE ต่อคุณภาพน้ำเชื้อในไก่พื้นเมืองและไก่ป่าอินเดียยังคงมีความแปรปรวนตามชนิดพันธุ์และสภาพสรีรวิทยาของอสุจิ ทั้งนี้ประกอบกับในปัจจุบันก็มีสูตรสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่เพิ่มขึ้นมาหลากหลายและมีความจำเพาะขึ้นเพื่อที่จะทราบว่า การใช้ BSPE ยังเป็นสูตรสารละลายเจือจางน้ำเชื้อที่มีประสิทธิภาพที่ดีและมีความเหมาะสมในการใช้งาน

ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อทบทวนผลของการใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อ BPSE หลังผ่านกระบวนการ cryopreservation ต่อคุณภาพน้ำเชื้อในไก่ เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประยุกต์ใช้งานผสมเทียมและการอนุรักษ์พันธุกรรมสัตว์ปีกอย่างเหมาะสม (Nabi et al., 2016; Ardhani et al., 2025)

### ผลของการใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อ BSPE ต่อการเคลื่อนที่อสุจิหลังการแช่แข็ง

(Nabi et al., 2016) ศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิ (motility) หลังผ่านกระบวนการแช่แข็ง-ละลายน้ำแข็ง (post-thaw) โดยใช้สารละลายเจือจาง Nabi และ Beltsville poultry semen extender (BPSE) (Table 1) พบว่าอสุจิที่ใช้สารละลาย Nabi มีค่า motility สูงกว่า BPSE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ  $65.4 \pm 1.4\%$  ขณะที่อสุจิที่ใช้สารละลาย BPSE มีค่า motility เท่ากับ  $21.4 \pm 1.4\%$  ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็น

เห็นว่าสูตรของสารละลายเจือจางมีผลต่อความสามารถในการเคลื่อนที่ของอสุจิหลังการแช่แข็ง-ละลายน้ำแข็ง โดยสารละลาย Nabi สามารถคงสภาพการเคลื่อนที่ของอสุจิได้ดีกว่าสารละลาย BPSE (Nabi et al., 2016)

(Nabi et al., 2016) แสดงการเปลี่ยนแปลงของการเคลื่อนที่ของอสุจิ (sperm motility) ของไก่ Nunukan (Figure 1) ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C โดยใช้สารละลายเจือจางสูตรต่าง ๆ พบว่า ค่า sperm motility มีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาในทุกกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตาม กลุ่มที่ใช้สารละลาย BPSE สามารถชะลอการลดลงของการเคลื่อนที่ของอสุจิได้ดีกว่าสารละลายพื้นฐาน ได้แก่ NaCl และ Ringer's solution รวมถึงสูตรที่เสริมไข่แดงตลอดช่วงเวลาการทดลอง (Ardhani et al., 2025)

(Nabi et al., 2016; Rakha et al., 2016; Ardhani et al., 2025) แสดงผลของการใช้สารเจือจาง BPSE ต่อเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิไก่ป่าหลังการละลาย (Figure 2) พบว่าในช่วงเวลา 0 ชั่วโมง อสุจิที่เจือจางด้วย BPSE มีเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่อยู่ในระดับค่อนข้างสูง โดยมีค่าประมาณ 55% แสดงถึงการคงสภาพการเคลื่อนที่ของอสุจิได้ทันทีหลังการละลาย เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 2 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิในกลุ่ม BPSE ลดลงจากช่วง และเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้นเป็น 4 ชั่วโมง พบว่าเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิลดลงต่อเนื่องตามระยะเวลาแสดงแนวโน้มการลดลงของการเคลื่อนที่ภายหลังการละลายเมื่อระยะเวลาการบ่มยาวนานขึ้น เมื่อพิจารณาผลลัพธ์จากงานวิจัยทั้ง 3 งาน ได้แก่ Nabi et al. (2016), Rakha et al. (2016) และ Ardhani et al. (2025) พบว่าอย่างน้อย 2 ใน 3 งาน (Rakha et al., 2016; Ardhani et al., 2025) รายงานผลไปในทิศทางเดียวกัน คือ การใช้สารละลายเจือจาง BPSE มีประสิทธิภาพทำให้การเคลื่อนที่ลดลงเมื่อเทียบกับสารละลายเจือจางน้ำเชื้อสูตรอื่นๆ

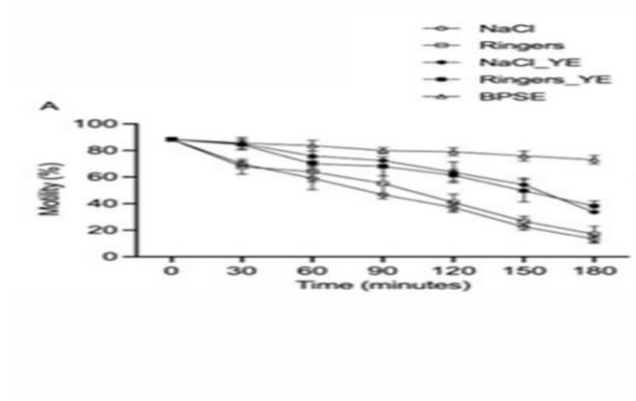
เนื่องมาจากองค์ประกอบของ BPSE ที่มีกลูโคสเป็นแหล่งพลังงานหลักในสัดส่วนประมาณ 0.8% (w/v) ซึ่งสารละลายเจือจางน้ำเชื้อสูตรอื่นๆอาจเหมาะสมต่อการสนับสนุนเมแทบอลิซึมพื้นฐานและการดำรงชีวิตของเซลล์อสุจิมากกว่าจึงไม่ส่งผลโดยตรงต่อการเคลื่อนที่ของอสุจิ

**Table 1.** The motility parameters of Nabi and Beltsville freezing rooster extender following freeze-thaw process using computer-aided sperm motility analysis (CASA).

Extender	Motility (%)
Nabi	65.4 ± 1.4 <sup>a</sup>
Beltsville	21.4 ± 1.4 <sup>b</sup>

Different superscripts (a, b) within columns indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

**Source:** Nabi et al. (2016)

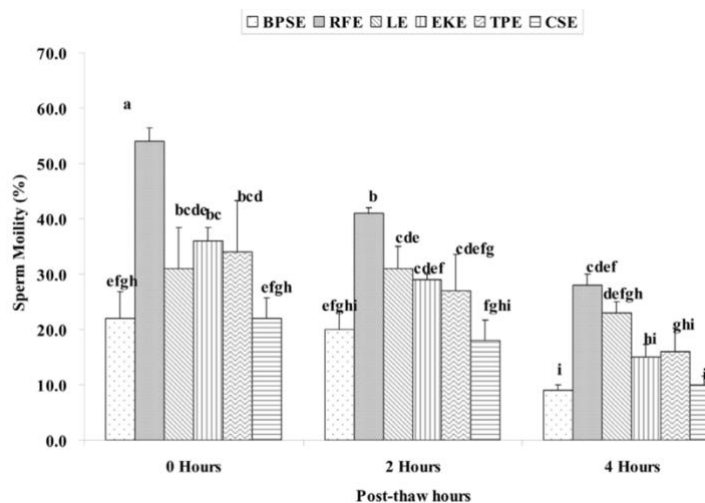


**Figure 1.** Temporal changes in sperm motility (A) and viability (B) of Nunukan chicken spermatozoa during storage at 4 °C using different semen extenders.

Temporal Changes in Sperm Motility (A) and Viability (B) of Nunukan Chickens Stored in Five Different Extenders. Data (Mean ± SEM) are from five independent experiments.

**Abbreviations:** NaCl, sodium chloride solution; Ringer’s, Ringer’s solution; NaCl\_EY, sodium chloride solution supplemented with egg yolk; Ringer’s\_EY, Ringer’s solution supplemented with egg yolk; BPSE, Beltsville Poultry Semen Extender; SEM, standard error of the mean.

**Source:** Ardhani et al. (2025)



**Figure 2.** Effect of BPSE on sperm motility (%) of Indian red jungle fowl spermatozoa after thawing at 0, 2, and 4 h of incubation at 37 °C, compared with other extenders. The experimental groups consisted of BPSE, RFE, LE, EKE, TPE, and CSE. Values are presented as mean ± SEM (N = 5). Different superscript letters above the bars indicate significant differences among extenders at the same incubation time (P < 0.05).

**Source:** (Rakha et al., 2016)

## ผลของการใช้สารละลายเจือจางน้ำเชื้อBSPEต่อความมีชีวิตของอสุจิหลังละลายแช่แข็ง

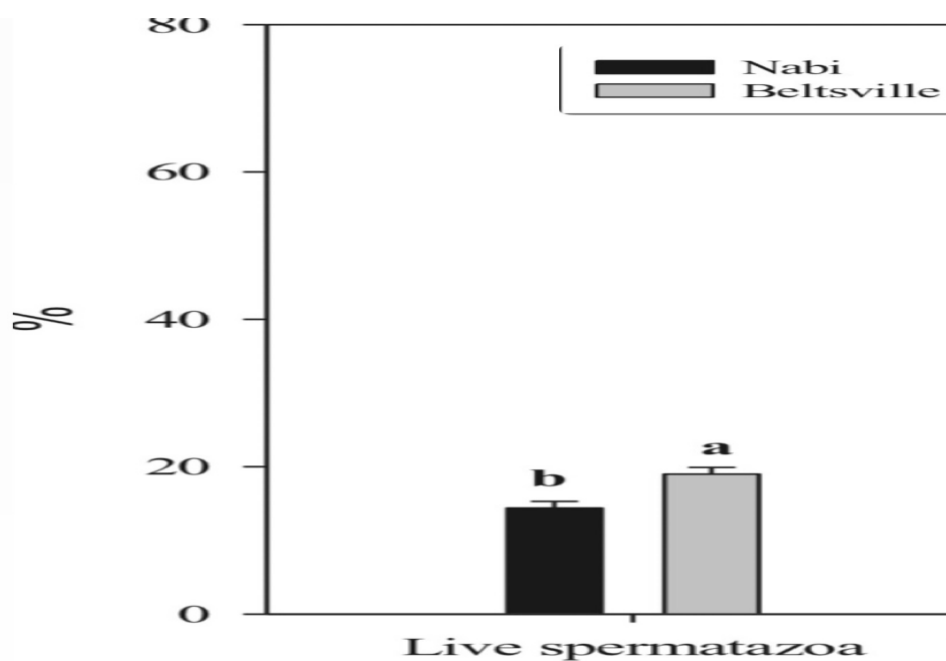
(Nabi et al., 2016) แสดงร้อยละของอสุจิที่มีชีวิต (Figure 3) หลังผ่านกระบวนการแช่แข็ง-ละลายน้ำแช่แข็ง (post-thaw) โดยเปรียบเทียบการใช้สารละลายเจือจาง Nabi และ Beltsville poultry semen extender (BPSE) พบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลาย BPSE ให้ค่าความมีชีวิตของอสุจิตั้งสูงกว่ากลุ่มที่ใช้สารละลาย Nabi อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) (Ardhani et al., 2025) แสดงความมีชีวิตของอสุจิ (viability) ที่พบในน้ำเชื้อไก่ Nunukan ระหว่างการเก็บรักษาหลังการละลายแช่แข็งที่อุณหภูมิ 4 °C โดยใช้สารละลายเจือจางชนิดต่าง ๆ (Figure 4) พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของอสุจิ (viability) ของอสุจิมิแนวโน้มลดลงอย่างไรก็ตาม น้ำเชื้อที่เติมสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ BPSE ยังคงสามารถรักษาความมีชีวิตไว้ได้ในระดับสูงเมื่อเทียบกับสารละลายพื้นฐาน ได้แก่ NaCl และ Ringer's solution ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในช่วงที่ 150 และ 180 นาทีโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ประสิทธิภาพดังกล่าวอาจอธิบายได้จากคุณสมบัติของ BPSE ที่มีแหล่งพลังงาน เช่น กลูโคส ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของอสุจิ โดยกลูโคสจะถูกนำไปใช้ในกระบวนการสร้างพลังงาน (Adenosine triphosphate; ATP) ภายในไมโทคอนเดรียบริเวณส่วน midpiece ของอสุจิพลังงานที่ได้จากกระบวนการสร้าง ATP ภายในไมโทคอนเดรียบริเวณส่วน midpiece จะถูกนำไปใช้สนับสนุนการทำงานของแฟลเจลลัม (flagellum) ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของอสุจิ ส่งผลให้อสุจิสามารถควบคุมและคงการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นภายใต้สภาวะอุณหภูมิต่ำ นอกจากนี้ การมีพลังงานอย่างเพียงพอช่วยลดการเสื่อมสภาพของเซลล์และช่วยชะลอการลดลงของความมีชีวิตของอสุจิระหว่างการเก็บรักษาหลังการละลายแช่แข็ง (Ardhani et al., 2025)

(Rakha et al., 2016) แสดงผลของสารเจือจางชนิดต่างๆ (Figure 5) ต่อเปอร์เซ็นต์อัตราการรอดชีวิตของอสุจิ (Sperm Viability %) ของไก่ป่าหลังการละลายที่เวลา 0, 2 และ 4 ชั่วโมง พบว่าสารเจือจางชนิด RFE (แท่งสีเทาเข้ม) มีประสิทธิภาพในการรักษาอัตราการรอดชีวิตของอสุจิได้สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในทุกช่วงเวลา โดยมีค่าเริ่มต้นที่ 0 ชั่วโมงสูงกว่า 80% และยังคงรักษาระดับได้ดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ ตลอดการทดลอง ในขณะที่สารเจือจางชนิดอื่น ๆ เช่น BPSE, LE, EKE, TPE และ CSE มีอัตราการรอดชีวิตที่ต่ำกว่าตามลำดับ ทั้งนี้เมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น อัตราการรอดชีวิตในทุกกลุ่มการทดลองมีแนวโน้มลดลงเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับกราฟการเคลื่อนที่ก่อนหน้านี้ แต่ RFE ยังคงเป็นสารเจือจางที่โดดเด่นที่สุดในการรักษาความคงทนของตัวอสุจิหลังการละลาย ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลอ้างอิงจาก Rakha et al. (2016)

จากการพิจารณา (Figure 3,4,5) (Nabi et al., 2016; Rakha et al., 2016; Ardhani et al., 2025) แสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของอสุจิหลังการละลายแช่แข็งและระหว่างการเก็บรักษามีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาในทุกกลุ่มทดลอง อย่างไรก็ตามอสุจิที่ใช้สารละลายเจือจาง BPSE ยังคงสามารถรักษาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตไว้ได้ในระดับที่สูงกว่าสารละลายพื้นฐาน และสามารถคงสภาพความมีชีวิตได้ดีกว่าในบางช่วงระยะเวลาการเก็บรักษา โดยเฉพาะในช่วงปลายการทดลอง แนวโน้มดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานของ Nabi et al. (2016) และ Ardhani et al. (2025) ที่พบว่า BPSE มีบทบาทในการชะลอการลดลงของความ

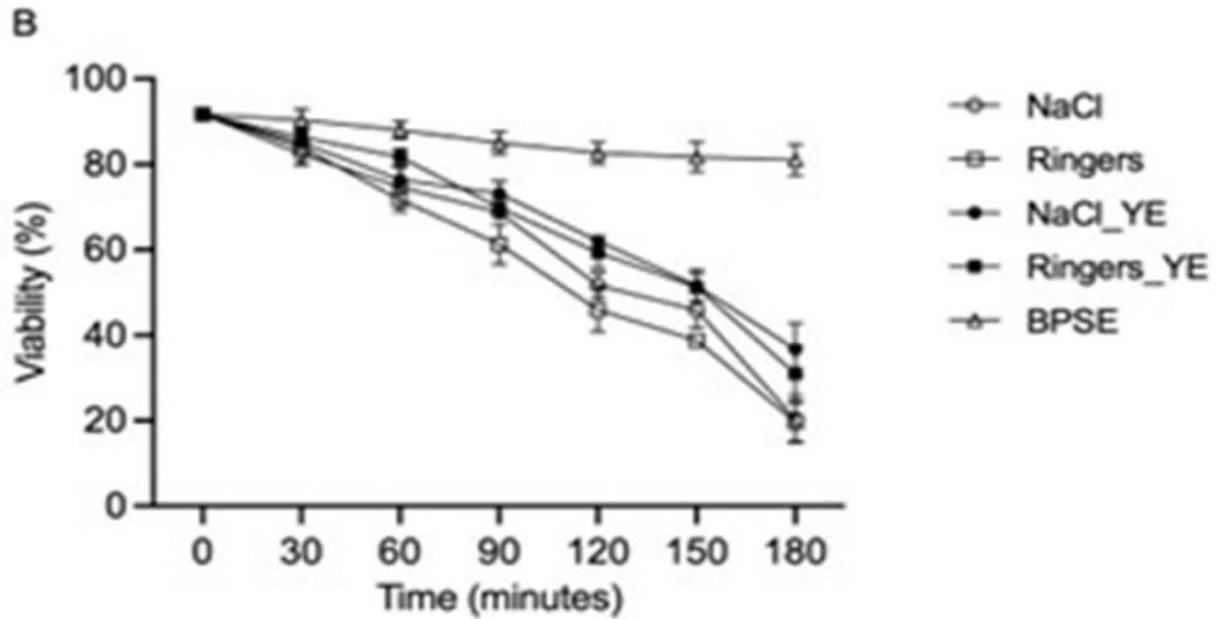
ชีวิตของอสุจิ ขณะที่ Rakha et al. (2016) รายงานว่าสารละลายบางสูตรให้เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสูงกว่า BPSE ในบางช่วงเวลา สะท้อนให้เห็นว่าประสิทธิภาพของสารละลายเจือจางต่อเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของอสุจิ อาจขึ้นอยู่กับชนิดของสูตรและระยะเวลาการเก็บรักษา ทั้งนี้ BPSE อาจมีบทบาทเด่นในการสนับสนุนการคงสภาพการดำรงชีวิตของอสุจิในระยะยาวมากกว่าการให้ค่าความมีชีวิตสูงสุดในระยะสั้น

การลดลงของการเคลื่อนที่และความมีชีวิตของอสุจิเมื่อระยะเวลาการบ่มและการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากผลกระทบของกระบวนการแช่แข็ง-ละลายต่อโครงสร้างเยื่อหุ้มเซลล์และระบบเมแทบอลิซึมของอสุจิ เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสะท้อนถึงความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์และความสามารถในการดำรงอยู่ของอสุจิ มากกว่าความสามารถในการทำงานเชิงกลโดยตรง ที่วัดได้จากเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ ผลการศึกษาพบว่าอสุจิที่ใช้สารละลายเจือจาง BPSE ยังคงรักษาเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตไว้ได้ แม้ว่าการเคลื่อนที่จะลดลงอย่างชัดเจน แสดงให้เห็นว่า BPSE อาจมีบทบาทสำคัญในการคงสภาพโครงสร้างและการอยู่รอดของเซลล์อสุจิ มากกว่าการกระตุ้นการเคลื่อนที่เพื่อไปปฏิสนธิ ความแตกต่างดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการประเมินเปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตสามารถให้ข้อมูลเชิงเสถียรภาพของอสุจิหลังการละลายแช่แข็ง อาจมีปัจจัยที่จำเพาะต่อความมีชีวิตและการเคลื่อนที่และมีความสำคัญต่อการพิจารณาคุณภาพน้ำเชื้อในช่วงการเก็บรักษาที่ต่างกัน



**Figure 3.** Percentage (LSMean  $\pm$  SEM) of live rooster spermatozoa after the freeze-thaw process using Nabi and Beltsville diluents. Different letters (a, b) above the bars indicate significant differences ( $P < 0.05$ ).

**Source:** Nabi et al. (2016)

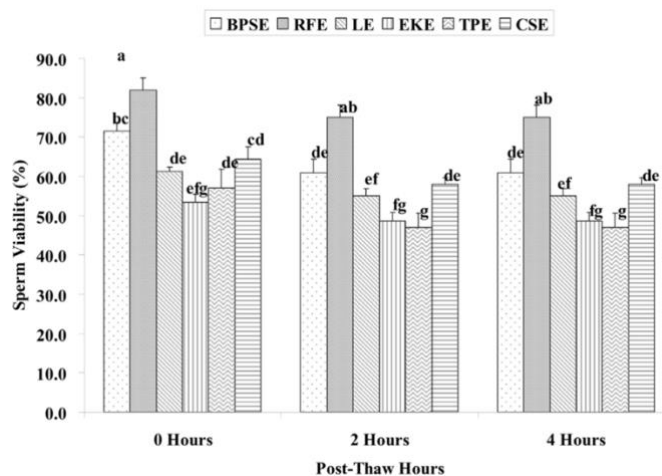


**Figure 4.** Temporal changes in sperm motility (A) and viability (B) of Nunukan chicken spermatozoa during storage at 4 °C using different semen extenders Temporal Changes in Sperm Motility (A) and Viability (B) of Nunukan Chickens Stored in Five Different Extenders. Data (Mean  $\pm$  SEM) are from five independent exper-iments.

**Abbreviations:** NaCl, sodium chloride solution; Ringer’s, Ringer’s solution; NaCl\_EY, sodium chloride solution supplemented with egg yolk; Ringer’s\_EY, Ringer’s solution supplemented with egg yolk; BPSE, Beltsville Poultry Semen Extender; SEM, standard error of the mean

Source: Ardhani et al. (2025)

### ผลของการเปรียบเทียบสารละลายเจือจางสูตรต่างๆต่อการเคลื่อนที่ของอสุจิ



**Figure 5.** The experimental groups consisted of BPSE, RFE, LE, EKE, TPE, and CSE. Sperm motility/viability values (%) are presented as mean  $\pm$  SEM from five independent experiments

(N = 5). Different superscript letters above the bars indicate statistically significant differences among extenders at the same incubation time ( $P < 0.05$ ).

**Source:** (Rakha et al., 2016)

### สรุปผล

จากการศึกษาเอกสารทางวิชาการทั้ง 3 ฉบับ (ค.ศ. 2016–2025) ที่ศึกษาผลของ สารละลายเจือจางน้ำเชื้อภายหลังผ่านกระบวนการ cryopreservation โดยทั้ง 3 งานวิจัยเปรียบเทียบระหว่างสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ Beltsville poultry semen extender (BPSE) และสารละลายเจือจางน้ำเชื้ออื่น ได้แก่ Nabi, NaCl และ Ringer's solution จากผลการศึกษาพบว่า เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ของอสุจิ หลังการละลายแช่แข็งมีแนวโน้มต่ำกว่า BSPE เมื่อเทียบกับสารละลายเจือจางน้ำเชื้อกลุ่มอื่นๆ ณะเดียวกัน เปอร์เซ็นต์ความมีชีวิตของอสุจิ แต่ BPSE ยังคงสามารถรักษาความมีชีวิตไว้ได้ในระดับที่สูงกว่าสารละลายพื้นฐาน อื่นๆ เช่น จากการศึกษาพบว่าสารละลายเจือจางน้ำเชื้อ Beltsville poultry semen extender (BPSE) มีคุณสมบัติเด่นในการช่วยคงสภาพความมีชีวิตของอสุจิภายหลังผ่านกระบวนการ cryopreservation แม้เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ที่ส่งผลต่อยกกว่าสารละลายเจือจางน้ำเชื้อกลุ่มกลุ่มอื่นๆ สะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของ BPSE ในการช่วยรักษาเสถียรภาพของเซลล์อสุจิหลังการละลายแช่แข็ง ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการนำ BPSE ไปใช้ในกระบวนการ cryopreservation เพื่อคงคุณภาพน้ำเชื้อไก่ ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระยะเวลาการเก็บรักษา

### เอกสารอ้างอิง

- Ardhani, F., et al. 2025. "Comparative evaluation of different semen extenders on reproductive performance in Nunukan chickens". **Journal of Advanced Veterinary Research**.
- Nabi, M. M., Kohram, H., Zhandi, M., Mehrabani-Yeganeh, H., Sharideh, H., Zare-Shahaneh, A., & Esmaili, V. 2016. "Comparative evaluation of Nabi and Beltsville extenders for cryopreservation of rooster semen". **Cryobiology**, 72, 47–52.
- Rakha, B. A., Ansari, M. S., Akhter, S., Hussain, I., & Andrabi, S. M. H. 2016. "Cryopreservation of Indian red jungle fowl semen". **Animal Reproduction Science**, 174, 45–55.

