

ผลของการให้ความร้อนแก่ไข่ในช่วงการเก็บรักษาไข่ต่อการฟักออกและคุณภาพลูกไก่
(Effect of pre-heat during storage period on hatchability and chick quality)

มนัสวีร์ มุสิกสาร

Manutsawee Musikasan

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้ความร้อนแก่ไข่ในช่วงการเก็บรักษาไข่ต่อการฟักออกและคุณภาพลูกไก่หลังการฟักออก โดยวิเคราะห์ข้อมูลจากเอกสารวิชาการที่เกี่ยวข้องจำนวน 4 ฉบับ ซึ่งตีพิมพ์ในช่วง พ.ศ.2556-2562 ซึ่งมีการให้ความร้อนในระยะเวลาการเก็บไข่ 12-29 วัน ด้วยอุณหภูมิ 30-37.5 °C เป็นเวลา 2.5-12 ชั่วโมง พบว่าการให้ความร้อนแก่ไข่มีอัตราการฟักออกมากกว่ากลุ่มที่ไม่มีการให้ความร้อนประมาณ 1-50 % และการให้ความร้อนแก่ไข่ในระยะเวลาสั้น (2.5 ชั่วโมง) ให้ไข่ที่มีอัตราการฟักออกสูงกว่ากลุ่มที่ให้ความร้อนเป็นเวลานาน (5 หรือ 12 ชั่วโมง) ประมาณ 14-48 % ส่วนอัตราการตายของตัวอ่อนระยะต้น (0-7 วัน) ของไข่ที่ให้ความร้อนมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ให้ความร้อนประมาณ 3-10 % และกลุ่มที่ให้ความร้อนระยะสั้นให้ไข่ที่มีอัตราการตายต่ำกว่ากลุ่มที่ให้ความร้อนเป็นเวลานานประมาณ 10-53 % ขณะที่คุณภาพลูกไก่ที่เกิดจากไข่ที่ให้ความร้อนสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ให้ความร้อน และกลุ่มที่ให้ความร้อนระยะสั้นมีคุณภาพสูงกว่ากลุ่มที่ให้ความร้อนเป็นเวลานาน ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าไข่ที่มีการเก็บรักษาไว้เพื่อรอฟักในระยะเวลาที่ยาวนานโดยมีการให้ความร้อน (30-37.5 °C) ในระยะเวลาการเก็บรักษาจะมีอัตราการฟักออกและคุณภาพลูกไก่อดีกว่าการที่ไม่ให้ความร้อน อย่างไรก็ตาม ไข่ที่มีการให้ความร้อนระยะเวลาที่สั้น (2.5 ชั่วโมง) จะมีอัตราการฟักออกและคุณภาพลูกไก่อดีกว่าการให้ความร้อนเป็นเวลานาน (5-12 ชั่วโมง)

คำสำคัญ: การเก็บรักษาไข่ระหว่างรอฟัก การให้ความร้อน การฟักออก คุณภาพลูกไก่

บทนำ

อัตราการฟักออกต่ำเป็นปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อและไก่ไข่ ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายส่วนทั้งความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ การเก็บรักษาไข่รอฟัก และสิ่งแวดล้อมในการฟักไข่หรือตู้ฟักไข่ การเก็บรักษาไข่เพื่อทำการรอฟักจะเก็บไข่ไว้ในห้องเย็น ที่อุณหภูมิ 12-18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 75-80 เปอร์เซ็นต์ ในระยะเวลาไม่เกิน 15 วัน โดยระยะเวลาการเก็บรักษาที่ยาวนานขึ้น มีผลให้อัตราการฟักออกลดลง เนื่องจากเมื่อเก็บไข่ไว้นานขึ้นอาจทำให้ตัวอ่อนเกิดความเครียด เพิ่มอัตราการตายของเซลล์ลดเมตาบอลิซึม และพัฒนาการของตัวอ่อน ซึ่งสุดท้ายจะเพิ่มการตายของตัวอ่อนและลดสมรรถภาพการผลิตของลูกไก่หลังการเกิด (Hamidu et al., 2010) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากในระดับอุตสาหกรรมจำเป็นที่จะต้องใช้เวลาในการรวบรวมไข่ให้ได้ปริมาณเพียงพอกับขนาดตู้ฟัก และเพื่อให้ได้ลูกไก่ที่ฟักออกพร้อมกัน จากรายงานของ Hamidu et al. (2011) พบว่า การให้ความร้อนแก่ไข่ระหว่างการเก็บรักษาเพื่อรอฟักจะทำให้อัตราการฟักออกเพิ่มขึ้น เนื่องจากมีผลทำให้เพิ่มจำนวนเซลล์ และทำให้เซลล์ของตัวอ่อนตายน้อยลง อย่างไรก็ตามวิธีการและระยะเวลาในการให้ความร้อนแก่ไข่ยังให้ผลที่แตกต่างกัน ดังนั้นสัมมนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการให้ความร้อนแก่ไข่ในระยะเก็บไข่ต่ออัตราการฟักออกและคุณภาพของลูกไก่หลังการฟักออก

ผลของการให้ความร้อนระหว่างการเก็บไข่ต่ออัตราการฟักออก

Dymond et al. (2013) ทำการทดลองโดยการฟักไข่ ที่มีการเก็บไข่ไว้ 4 วัน (COI) แล้วนำเข้าตู้ฟัก พบว่ามีอัตราการฟักออกมากที่สุด (92 %) และไข่ที่ไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ ที่มีการเก็บไข่ไว้ 21 วัน โดยมีการให้ความร้อน (PI) 4 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 37.5 °C ในวันที่ 4, 8, 14 และ 18 มีอัตราการฟักออก (84 %) ซึ่งมากกว่าการไม่ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ (71 %) นอกจากนั้นการให้ความร้อน 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 37.5 °C ในวันที่ 4, 5, 9, 15 และ 19 พบว่าอัตราการฟักออกที่ 6 ชั่วโมง มากกว่า 12 ชั่วโมง (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Din et al. (2017) ที่มีการเก็บไข่ไว้ 7 วัน (Fresh) ซึ่งมีอัตราการฟักออกมากที่สุด (90.88 %) และการเก็บไข่ไว้ 7, 14, 21 และ 29 วัน โดยมีการให้ความร้อน 2.5 ชั่วโมง และ 5 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 37.5 °C พบว่าที่การให้ความร้อน 2.5 ชั่วโมง มีอัตราการฟักออกมากกว่าการให้ความร้อน 5 ชั่วโมง (Table 3) เช่นเดียวกับงานทดลองของ Elmenawey (2019) ที่มีการเก็บไข่ไว้ 5 วัน (Fresh) ซึ่งมีอัตราการฟักออกมากกว่าที่มีการเก็บไข่ไว้ 15 วัน ที่มีการให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ นาน 6 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 32 °C ในวันที่ 5 และ 10 แต่ไข่ที่ไม่ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ มีอัตราการฟักออกมากกว่าการไม่ให้ความร้อน (Table 2) ในขณะที่ Damaziak et al. (2018) ได้ทำการทดลองในไก่ 2 ฟอง ที่มีอายุต่างกัน (ไก่สาวและไก่แก่) โดยทำการฟักไข่ ที่มีการเก็บไข่ไว้ 5 วัน (COI) มีอัตราการฟักออกมากที่สุด ทั้งในฟอง A (ไก่สาว) และ ฟอง B (ไก่แก่) และไข่ที่มีการเก็บไว้ 12 วัน (NCOI) มีอัตราการฟักออกต่ำที่สุด ในฟอง A (93.0 %) และ ฟอง B (92.1 %) และการเก็บไข่ไว้ 12 วัน โดยให้ความร้อน 4 ชั่วโมง ด้วยอุณหภูมิ 30 °C ในวันที่ 5 และ 10 และเก็บไข่ต่อโดยไม่ให้ความร้อนถึงวันที่ 12 แล้วนำเข้าตู้ฟัก พบว่าอัตราการฟักออกมากกว่าการไม่ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ ทั้งในฟอง A และ ฟอง B (Table 4) แสดงให้เห็นว่าการเก็บไข่ไว้ 4, 5 และ 7 วัน แล้วนำเข้าตู้ฟัก มีอัตราการฟักออกมากที่สุด เมื่อเทียบกับการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บไข่ไว้นานขึ้นเป็น 12, 15, 21 และ 29 วัน ทำให้อัตราการฟักออกลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่หลังจากที่มี

การให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ส่งผลให้อัตราการฟักออกเพิ่มขึ้น และยังพบว่าการให้ความร้อนระยะสั้นทำให้อัตราการฟักออกมากกว่าการให้ความร้อนเป็นเวลานาน นอกจากนั้นยังพบว่าแม่ไก่ที่อายุน้อยกว่าจะมีอัตราการฟักออกน้อยกว่าแม่ไก่ที่อายุน้อย เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานของ Gucbilmez et al. (2013) ที่ทดลองโดยใช้ไก่ลูกผสม Ross 308 x Ross 344 จากฝูงอายุ 28, 38, และ 53 สัปดาห์ มีการเก็บไข่ไว้ 11 วัน และมีการให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่เป็นช่วง โดยมีการให้ความร้อนในวันที่ 1 และ 5 พบว่าการให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ ช่วงที่ 1 ที่อุณหภูมิ 26 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง, ช่วงที่ 2 ที่อุณหภูมิ 37.8 °C เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และช่วงที่ 3 ที่อุณหภูมิ 26 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าการให้ความร้อนในวันที่ 1 และ 5 ให้ผลไม่แตกต่างกัน แต่มากกว่าการที่ไม่ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ 11 วัน สาเหตุที่มีอัตราการฟักออกต่ำเมื่อเก็บไข่ไว้นานโดยไม่ให้ความร้อน เนื่องจากมีเซลล์บางส่วนตายในระยะ blastoderms ทำให้จำนวนเซลล์ที่เหลืออยู่น้อย ซึ่งการตายของเซลล์อาจจะไม่ได้ทำให้ตัวอ่อนตายทันที แต่การลดลงของเซลล์มีชีวิตหรือคุณภาพของตัวอ่อนลดลง ทำให้การฟักออกลดลงไปด้วย (Hamidu et al., 2011)

Table 1. Hatchability characteristics of short periods of incubation during egg storage (SPIDES) 6 h preincubation (PI), 12 h PI, and nontreated controls.

Treatment	Hatchability (%)	Early mortality (%)	Late mortality (%)	Incubation time (h)
COI	92 (88, 95)	4 (2, 8)	3 (1, 7)	511 (506, 516)
NSP	71 (65, 77)	14 (10, 19)	14 (9, 21)	519 (514, 524)
SPIDES	84 (79, 88)	11 (7, 16)	5 (3, 10)	504 (499, 508)
6 h	58	35	7	508
12 h	35	63	2	507

Incubation time was defined as the number of hours of incubation, excluding PI, required to reach a 50% hatch rate. Hatchability and mortality was calculated as a percent of fertile eggs. COI: control incubation, unstored controls; NSP: non-SPIDES; 6 h: single 6 h PI; 12 h: single 12 h PI. The 95% CI lower and upper limits are shown in parentheses. Confidence intervals are not shown for the 6- or 12-h treatments because a single trial was conducted.

ที่มา : Dymond et al. (2013)

ผลของการให้ความร้อนระหว่างการเก็บไข่ต่ออัตราการตายของตัวอ่อน

Dymond et al. (2013) มีการแบ่งช่วงการตายของตัวอ่อน เป็นช่วงต้น (Early mortality) และช่วงปลาย (Late mortality) ไข่ที่มีการเก็บไว้ 4 วัน (COI) มีอัตราการตายต่ำที่สุด และไข่ที่ให้ความร้อนมีอัตราการตายต่ำกว่าไข่ที่ไม่ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ทั้งช่วงต้นและช่วงปลาย และการให้ความร้อน ที่ 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง พบว่าอัตราการตายช่วงต้นเมื่อให้ความร้อน 6 ชั่วโมง มีอัตราการตายต่ำกว่าเมื่อให้ความร้อน 12 ชั่วโมง แต่อัตราการตายช่วงปลายเมื่อให้ความร้อน 12 ชั่วโมง มีอัตราการตายต่ำกว่าที่ให้ความร้อน 6 ชั่วโมง (Table 1) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Din et al. (2017) ได้ให้ความร้อนในระยะการเก็บไข่ด้วยอุณหภูมิ 37.5 °C โดยมีอัตราการตายของตัวอ่อน ระยะ 0-7 วัน ในกลุ่มที่ไม่ได้ให้ความร้อน (84.66 %) มากกว่ากลุ่มที่ให้ความร้อน 2.5 ชั่วโมง (12.00 %) และ 5 ชั่วโมง (22.00 %) ในขณะที่อัตราการตายของ

ตัวอ่อน ระยะ 8-21 วัน ในกลุ่มที่ไม่ได้ให้ความร้อน (0.33 และ 4.00 %) น้อยกว่ากลุ่มที่ให้ความร้อน 2.5 ชั่วโมง (3.00 และ 5.66 %) และ 5 ชั่วโมง (10.00 และ 10.3 %) (Table 3) และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Elmenawey (2019) ไข่ที่มีการเก็บไว้ 5 วัน (Fresh) มีอัตราการตายต่ำที่สุด (3.42 %) และไข่ที่ให้ความร้อนในระหว่างการเก็บไข่ ที่อุณหภูมิ 32 °C มีอัตราการตายต่ำกว่าการไข่ที่ไม่ให้ความร้อน (Table 5) อย่างไรก็ตาม Damaziak et al. (2018) ได้มีการทดลองในไก่ 2 ฟอง (ไก่สาวและไก่แก่) พบว่าอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งในฟอง A และ ฟอง B ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนแก่ไข่ (Table 4) สาเหตุที่มีการตายของตัวอ่อนมากเมื่อเก็บไข่ไว้นานโดยที่ไม่ให้ความร้อน เกิดขึ้นจากการตายของเซลล์ในระยะ blastoderms ทำให้เซลล์ของตัวอ่อนลดลง ซึ่งสุดท้ายมีการตายหรือตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะมีจำนวนเซลล์ลดลงหรือถ้าฟักออกมาแล้วมีชีวิตรอดจำนวนเซลล์จะน้อยกว่าตัวอื่น ทำให้น้ำหนักแรกเกิดต่ำกว่าและการเจริญเติบโตน้อยกว่าตัวอื่น (Foulkes, 1990) เนื่องจากการลดลงของจำนวนเซลล์ blastoderms ทำให้การดึงออกซิเจนมาใช้ในเมตาบอลิซึมลดลงตาม ทำให้มีการตายของเซลล์เพิ่มมากขึ้นซึ่งเกิดจากการตาย 2 แบบ คือ apoptotic และ necrotic (Hamidu et al., 2011)

ผลของการให้ความร้อนระหว่างการเก็บไข่ต่อคุณภาพของลูกไก่

Din et al. (2017) ได้ทำการแบ่งกลุ่มคุณภาพลูกไก่ออกเป็นเกรด (เกรด A, B และ C) ซึ่งไม่ได้บอกรายละเอียดในการแบ่งเกรดลูกไก่ ไข่ที่ไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนในระหว่างการเก็บไข่ ด้วยอุณหภูมิ 37.5 °C พบว่าคะแนนคุณภาพลูกไก่ในกลุ่มไม่ได้ให้ความร้อนมีเฉพาะเกรด A (136.3) กลุ่มที่ให้ความร้อน 2.5 ชั่วโมง มีคะแนนคุณภาพลูกไก่เฉพาะเกรด A (125.0) และกลุ่มที่ให้ความร้อน 5 ชั่วโมง มีคะแนนคุณภาพลูกไก่เกรด A (103.7) เกรด B (0.33) และเกรด C (0.33) (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Elmenawey (2019) ไข่ที่มีการเก็บไว้ 5 วัน (Fresh) มีน้ำหนักมากที่สุด 43.40 กรัม และไข่ที่ให้ความร้อนในระหว่างการเก็บไข่ โดยการให้ความร้อน 6 ชั่วโมง มีน้ำหนัก 42.80 กรัม และ 42.95 กรัม ซึ่งมากกว่าการที่ไม่ให้ความร้อนในระหว่างการเก็บไข่ ที่มีน้ำหนัก 41.65 กรัม (Table 7) อย่างไรก็ตาม Damaziak et al. (2018) ได้มีการทดลองในไก่ 2 ฟอง (ไก่สาวและไก่แก่) พบว่าเปอร์เซ็นต์คุณภาพของตัวอ่อนทั้งในฟอง A และ ฟอง B ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างการไม่ให้ความร้อนและให้ความร้อนแก่ไข่ (Table 4) คะแนนคุณภาพของตัวอ่อนในฟอง A มีความแตกต่างกัน โดยการไม่ให้ความร้อน (95.4 %) มากกว่าให้ความร้อน (91.8 %) และฟอง B ไม่แตกต่างกัน โดยการไม่ให้ความร้อน (90.4 %) และให้ความร้อน (89.4 %) ซึ่งอายุทำให้มีการแตกต่างกันภายในฟอง (Table 6) น้ำหนักของตัวอ่อนในฟอง A ไม่มีความแตกต่างกัน โดยการไม่ให้ความร้อน (40.6 กรัม) และให้ความร้อน (39.3 กรัม) และฟอง B แตกต่างกัน โดยการไม่ให้ความร้อน (49.8 กรัม) และให้ความร้อน (48.0 กรัม) ซึ่งอายุ

Table 2. Effects of extended storage period and short period of incubation during egg storage (SPIDES) on hatchability traits.

Traits	Treatments				Probability
	Fresh Eggs**	SPIDES 1	SPIDES 2	Negative Control	
Visible Fertility (%)	90.36 ± 0.44 ^{a*}	88.97 ± 0.92 ^a	89.51 ± 0.85 ^a	83.61 ± 0.94 ^b	0.0001
Hatchability of Eggs Set (%)	82.18 ± 0.80 ^a	72.33 ± 1.39 ^c	75.94 ± 1.25 ^b	64.06 ± 1.54 ^d	0.0001
Hatchability of Fertile Eggs (%)	90.93 ± 0.65 ^a	81.18 ± 0.90 ^c	84.74 ± 0.70 ^b	76.49 ± 1.22 ^d	0.0001
External Pipping Time (hrs)	491.20 ± 0.43 ^a	487.55 ± 0.29 ^b	487.40 ± 0.33 ^b	481.49 ± 0.21 ^c	0.0001
Incubation Time (hrs)	503.80 ± 0.31 ^b	505.10 ± 0.38 ^b	505.05 ± 0.31 ^b	515.00 ± 0.66 ^a	0.0001

* Means with different superscripts, within trait, are significantly different ($P \leq 0.05$).

** Fresh eggs were stored for 5 days without heating, SPIDES 1 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th day of storage, SPIDES 2 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th and 10th day of storage and Negative control eggs were stored for 15 days without heating.

ที่มา : Elmenawey (2019)

Table 3. Influence of storage period (21 days) and short –term incubation of eggs for 2.5 and 5 h at 99. 5°F on hatchability traits.

Treatment	Incubation characteristics				Embryonic mortality			Piped			Chick quality		
	Hatch %	Hatch FE%	Hatch Win	Unfert	0-7	8-14	15-21	Live pip	Dead pip	Cont man	A	B	C
SPIDES													
(Fresh)	90.88 ^a	96.69 ^a	504.3 ^c	3.00 ^b	6.66 ^d	1.00 ^c	2.00 ^d	1.00 ^b	0.00	0.00 ^b	136.3 ^a	0.00	0.00
(Control)	33.11 ^d	80.42 ^b	515.33 ^a	2.00 ^c	84.66 ^a	0.33 ^d	4.00 ^c	6.00 ^a	0.00	2.33 ^a	49.66 ^d	0.00	1.00
(2.5 h)	83.33 ^b	93.05 ^a	507.33 ^b	3.66 ^a	12.00 ^c	3.00 ^b	5.66 ^b	0.00 ^c	0.00	0.66	125.0 ^a	0.00	0.00
(5 h)	69.11 ^c	82.80 ^b	506.7 ^{bc}	2.00 ^c	22.00 ^b	10.0 ^a	10.3 ^a	1.00 ^b	0.33	0.00 ^b	103.7 ^b	0.33	0.33
SE	1.07	1.90	0.78	0.16	1.24	0.16	0.37	0.00	0.16	0.23 ^b	1.60	0.16	0.33
Sig	**	**	**	**	**	**	**	**	N.S	**	**	N.S	N.S

^{a-c} Means with different superscripts within the same row are significantly different at $P < 0.05$.

hatchability%, hatchability of fertile egg%, hatch window, un-fertile egg, early embryonic mortality (0-7 day) and chick quality (chicks grade A, b and c)

ที่มา : Din et al. (2017)

Table 4. Results (means $\pm$ SD) from hatchery of pre-incubation of storage time on fertility, hatchability, late embryonic mortality and chicks quality.

Flock age	Treatment	Apparent fertility, %2	Hatchability of set eggs, %	Hatchability of apparent fertile eggs, %	Late embryonic mortality, % of apparent fertile eggs, %	No hatched chicks, % of apparent fertile eggs, %	First grade chicks,%
A	COI	95.0 $\pm$ 1.80 ^a	91.8 $\pm$ 3.14 ^e	96.6 $\pm$ 2.81 ^b	0.117 $\pm$ 0.25 ^a	3.25 $\pm$ 2.83 ^a	99.3 $\pm$ 2.41 ^a
	NSP	94.8 $\pm$ 1.69 ^a	88.3 $\pm$ 3.66 ^{c,d}	93.1 $\pm$ 3.45 ^a	0.235 $\pm$ 0.44 ^{a,b}	6.63 $\pm$ 3.34 ^b	98.9 $\pm$ 2.08 ^a
	SPIDES	94.3 $\pm$ 2.05 ^a	89.9 $\pm$ 2.69 ^d	95.3 $\pm$ 2.60 ^b	0.218 $\pm$ 0.38 ^{a,b}	4.44 $\pm$ 2.65 ^a	99.6 $\pm$ 3.11 ^a
	NCOI	93.0 $\pm$ 2.58 ^b	86.5 $\pm$ 4.03 ^c	93.0 $\pm$ 3.62 ^a	0.441 $\pm$ 0.55 ^b	6.55 $\pm$ 3.52 ^b	99.1 $\pm$ 1.77 ^a
B	COI	86.2 $\pm$ 2.60 ^d	80.5 $\pm$ 3.41 ^a	93.4 $\pm$ 3.78 ^a	0.496 $\pm$ 0.61 ^b	6.07 $\pm$ 3.74 ^b	98.7 $\pm$ 1.02 ^a
	NSP	86.3 $\pm$ 3.44 ^d	79.9 $\pm$ 5.46 ^a	92.5 $\pm$ 3.77 ^a	0.448 $\pm$ 0.56 ^b	7.07 $\pm$ 3.69 ^b	98.7 $\pm$ 2.11 ^a
	SPIDES	89.8 $\pm$ 1.79 ^c	83.3 $\pm$ 3.38 ^b	92.7 $\pm$ 3.01 ^a	0.292 $\pm$ 0.41 ^{a,b}	7.00 $\pm$ 2.99 ^b	98.6 $\pm$ 2.36 ^a
	NCOI	90.5 $\pm$ 2.43 ^c	83.4 $\pm$ 3.91 ^b	92.1 $\pm$ 3.23 ^a	0.410 $\pm$ 0.64 ^b	7.48 $\pm$ 3.33 ^b	98.6 $\pm$ 4.00 ^a
P-values based on complete dataset (all treatments)							
Effect of age		<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.001	<0.001*	0.101
Effect of treatment		<0.001*	0.001	<0.001*	0.226	<0.001*	0.344
Age x Treatment		<0.001*	<0.001*	0.074	0.110	0.103	0.190

Flock A : younger, Flock B : older.

COI = control incubation treatment were eggs storage 5 d, at turning every 12 h, NSP=non-SPIDES control eggs were eggs storage 12 d, at turning every 12 h.

SPIDES = were treated with 4 h PI at 30 C° and 50–55 %RH, delivered at 5 and 10 d over of 12 d of cool storage, and turning every 12 h, NCOI = negative control incubation were eggs storage 12 d, no turning and no PI.

First grade chicks,% = % Chicks not suitable for rearing; disqualified by hatchery staff.

^{a-c}Different letters in columns indicate significant differences based on Duncan's post-hoc comparisons of means.

*Significant effect in ANOVA at 0.05 probability level.

ที่มา : Damaziak et al. (2018)

ทำให้มีการแตกต่างกันภายในฝูง (Table 8) แสดงให้เห็นว่าการเก็บไข่ไว้ 4, 5 และ 7 วัน แล้วนำเข้าตู้ฟัก มีคะแนนคุณภาพมากที่สุด เมื่อเทียบกับการเพิ่มระยะเวลาในการเก็บไข่ไว้นานขึ้นเป็น 12, 15, 21 และ 29 วัน ทำให้คะแนนคุณภาพลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่หลังจากที่มีการให้ความร้อนในระยะเวลาการเก็บไข่ส่งผลให้คะแนนคุณภาพเพิ่มขึ้น และยังพบว่า การให้ความร้อนระยะสั้นทำให้คะแนนคุณภาพมากกว่าการให้ความร้อนเป็นเวลานาน นอกจากนี้ยังพบว่าอายุของแม่ไก่มีผลต่อคุณภาพของลูกไก่ เป็นไปในแนวทางเดียวกันกับงานของ Hamidu et al. (2011) ได้ทำการทดลองการฟักไข่ Ross 308 จากฝูงอายุ 33 สัปดาห์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม และมีระยะเวลาการเก็บไข่ไว้ 4 และ 14 วัน พบว่าการเก็บไข่ไว้นานทำให้สูญเสียความชื้นและน้ำหนักไข่ลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำหนักลูกไก่และระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่ในไข่ที่เก็บไว้ 14 วัน มีค่าน้อยกว่าเมื่อเก็บไข่ไว้ 4 วัน (น้ำหนักลูกไก่ เท่ากับ 44.3 และ 46.56 กรัม ตามลำดับ และเวลาในการฟัก เท่ากับ 487.28 และ 506.81 ชั่วโมง ตามลำดับ) สาเหตุที่น้ำหนักของตัวอ่อนลดลงเมื่อเก็บไข่ไว้นานโดยไม่ให้ความร้อน เนื่องจากการลดลงของจำนวนเซลล์ blastoderms และมีการตายของเซลล์บางส่วน ทำให้จำนวนเซลล์ที่เหลืออยู่น้อย ส่งผลให้น้ำหนักตัวอ่อนหรือน้ำหนักแรกเกิดของลูกไก่อลดลงตามไปด้วย (Foulkes, 1990)

สรุป

ไข่ที่มีการเก็บรักษาไว้ในระยะเวลาสั้นจะมีการฟักออกและคุณภาพลูกไก่อดีกว่าไข่ที่มีระยะเวลาการเก็บไว้นาน และไข่ที่มีการเก็บรักษาไว้เพื่อรอฟักในระยะเวลาที่ยาวนาน โดยมีการให้ความร้อน (30-37.5 °C) ในระยะเวลาการเก็บรักษาจะมีอัตราการฟักออกและคุณภาพลูกไก่อดีกว่าการที่ไม่ให้ความร้อน อย่างไรก็ตามไข่ที่มีการให้ความร้อนระยะเวลาที่สั้น (2.5 ชั่วโมง) จะมีอัตราการฟักออกและคุณภาพลูกไก่อดีกว่าการให้ความร้อนเป็นเวลานาน (5-12 ชั่วโมง)

Table 5. Effect of extended storage period and short period of incubation during egg storage (SPIDES) on different embryonic mortality rates.

Traits	Treatments				Probability
	Fresh Eggs**	SPIDES 1	SPIDES 2	Negative Control	
Early Mortality (%)	0.21 ± 0.09 [*]	4.57 ± 0.14 ^b	4.51 ± 0.11 ^b	7.39 ± 0.32 ^a	0.0001
Blood Ring (%)	1.73 ± 0.23 ^b	2.67 ± 0.16 ^a	1.64 ± 0.23 ^b	2.64 ± 0.40 ^a	0.0071
Black Eye (%)	1.48 ± 0.19	1.97 ± 0.27	1.39 ± 0.15	2.06 ± 0.26	0.0828
Total Early Mortality (%)	3.42 ± 0.34 ^d	9.21 ± 0.36 ^b	7.54 ± 0.30 ^c	12.09 ± 0.63 ^a	0.0001
Mid Mortality (%)	0.61 ± 0.11	0.82 ± 0.19	0.55 ± 0.15	1.09 ± 0.25	0.1496
Late Mortality (%)	1.94 ± 0.31 ^b	3.12 ± 0.32 ^a	2.06 ± 0.17 ^b	2.39 ± 0.24 ^{ab}	0.0117
Total Embryonic Mortality (%)	5.97 ± 0.52 ^d	13.15 ± 0.61 ^b	10.15 ± 0.38 ^c	15.58 ± 0.88 ^a	0.0001

* Means with different, superscripts, within trait, are significantly different ($P \leq 0.05$).

** Fresh eggs were stored for 5 days without heating, SPIDES1 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th day of storage, SPIDES2 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th and 10th day of storage and Negative control eggs were stored for 15 days without heating.

ที่มา : Elmenawey (2019)

Table 6. Results (means and $\pm$ SD) of pre-incubation of storage time on chicks quality.

Flock age	Treatment	N	Chicks with score 100, %	Average score of all chicks	Average score of chicks with score < 100
A	COI	126	81.7 ^b	99.1 $\pm$ 0.66 ^a	95.4 $\pm$ 1.64 ^a
	NSP	121	79.3 ^b	97.5 $\pm$ 2.75 ^{a,b}	87.5 $\pm$ 3.48 ^{b,c}
	SPIDES	123	88.5 ^a	99.0 $\pm$ 1.34 ^a	91.8 $\pm$ 4.92 ^b
	NCOI	118	79.6 ^b	96.3 $\pm$ 3.12 ^b	82.0 $\pm$ 5.22 ^d
B	COI	114	65.8 ^c	96.7 $\pm$ 2.51 ^b	90.4 $\pm$ 4.67 ^b
	NSP	109	53.2 ^{d,c}	92.4 $\pm$ 3.64 ^c	83.8 $\pm$ 5.63 ^d
	SPIDES	115	57.4 ^d	95.5 $\pm$ 1.10 ^b	89.4 $\pm$ 3.45 ^b
	NCOI	111	49.5 ^e	86.6 $\pm$ 5.97 ^d	71.9 $\pm$ 5.52 ^e
P-values based on complete dataset (all treatments)					
Effect of Age				0.021*	0.001*
Effect of Treatment				0.009*	<0.001*
Age x Treatment				0.064	0.054

Flock A : younger, Flock B : older.

Number of chicks: A COI = 126, A NSP = 120, A SPIDES = 123, A NCOI = 116, B COI = 114, B NSP = 108, B SPIDES = 114, B NCOI = 109.

^{a-e}Different letters in columns indicate significant differences based on Duncan's post-hoc comparisons of means.

*Significant effect in ANOVA at 0.05 probability level.

ที่มา : Damaziak et al. (2018)

Table 7. Effects of extended storage period and short period of incubation during egg storage (SPIDES) on chick quality traits.

Traits	Treatments				
	Fresh Eggs**	SPIDES 1	SPIDES 2	Negative Control	Probability
Chick Weight (g)	43.40 ± 0.27 ^{a*}	42.80 ± 0.31 ^a	42.95 ± 0.23 ^a	41.65 ± 0.28 ^b	0.0002
Chick/Egg Weight (%)	67.39 ± 0.19 ^a	66.81 ± 0.27 ^a	67.05 ± 0.19 ^a	64.97 ± 0.30 ^b	0.0001
Chick Length (cm)	19.81 ± 0.10 ^a	19.71 ± 0.08 ^a	19.76 ± 0.06 ^a	18.72 ± 0.09 ^b	0.0001
Chick Length/Weight	0.465 ± 0.002 ^{ab}	0.461 ± 0.004 ^a	0.460 ± 0.003 ^a	0.450 ± 0.003 ^b	0.0407
Yolk Sac Weight (g)	5.73 ± 0.03 ^b	5.78 ± 0.03 ^b	5.68 ± 0.03 ^b	6.14 ± 0.05 ^a	0.0001
Relative Yolk Sac Weight (%)	8.90 ± 0.04 ^{bc}	9.03 ± 0.04 ^b	8.87 ± 0.07 ^c	9.58 ± 0.06 ^a	0.0001
Chick Weight Free Yolk Sac (g)	37.67 ± 0.24 ^a	37.02 ± 0.30 ^a	37.27 ± 0.24 ^a	35.51 ± 0.27 ^b	0.0001
Chick Weight Free Yolk Sac (%)	58.49 ± 0.19 ^a	57.79 ± 0.28 ^a	58.18 ± 0.21 ^a	55.40 ± 0.32 ^b	0.0001
Tona Score	92.30 ± 0.28 ^a	90.55 ± 0.37 ^b	90.65 ± 0.29 ^b	88.75 ± 0.27 ^c	0.0001

* Means with different superscripts, within trait, are significantly different ($P \leq 0.05$).

** Fresh eggs were stored for 5 days without heating, SPIDES1 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th day of storage, SPIDES2 eggs were stored for 15 days and exposed to heat on the 5th and 10th day of storage and Negative control eggs were stored for 15 days without heating.

ที่มา : Elmenawey (2019)

Table 8. Means ($\pm$ SD) for egg weight and chicks body weight and comparisons based on analysis of variance and Duncan's multiple range test.

Flock age	Treatment	EW (g)	Chicks BW (g)	7 d	14 d	21 d	28 d	35 d	42 d
		Hatching							
A	COI	59.6 $\pm$ 3.2 ^c	40.6 $\pm$ 2.4 ^c	135 $\pm$ 18 ^b	346 $\pm$ 63 ^a	649 $\pm$ 124 ^{a,b}	1124 $\pm$ 206 ^{a,c}	1722 $\pm$ 287 ^a	2579 $\pm$ 396 ^a
	NSP	54.6 $\pm$ 2.1 ^d	38.8 $\pm$ 2.0 ^d	118 $\pm$ 11 ^c	292 $\pm$ 36 ^b	580 $\pm$ 79 ^c	1060 $\pm$ 149 ^c	1526 $\pm$ 207 ^b	2150 $\pm$ 329 ^c
	SPIDES	54.7 $\pm$ 1.8 ^d	39.3 $\pm$ 3.0 ^{c,d}	126 $\pm$ 19 ^c	319 $\pm$ 65 ^{a,b}	664 $\pm$ 95 ^a	1201 $\pm$ 178 ^{a,b}	1691 $\pm$ 231 ^a	2464 $\pm$ 293 ^{a,b}
	NCOI	55.1 $\pm$ 2.3 ^d	39.2 $\pm$ 2.6 ^{c,d}	126 $\pm$ 12 ^c	321 $\pm$ 49 ^{a,b}	656 $\pm$ 98 ^a	1196 $\pm$ 182 ^{a,b}	1713 $\pm$ 274 ^a	2491 $\pm$ 342 ^{a,b}
B	COI	71.3 $\pm$ 3.2 ^a	49.8 $\pm$ 2.3 ^a	146 $\pm$ 20 ^a	345 $\pm$ 53 ^a	627 $\pm$ 105 ^{a,c}	1097 $\pm$ 161 ^{b,c}	1776 $\pm$ 248 ^a	2623 $\pm$ 350 ^a
	NSP	66.8 $\pm$ 2.5 ^b	47.8 $\pm$ 2.5 ^b	138 $\pm$ 16 ^{a,b}	345 $\pm$ 51 ^a	682 $\pm$ 105 ^a	1205 $\pm$ 168 ^a	1752 $\pm$ 241 ^a	2472 $\pm$ 334 ^b
	SPIDES	68.0 $\pm$ 2.4 ^b	48.0 $\pm$ 3.1 ^b	136 $\pm$ 13 ^b	313 $\pm$ 29 ^{a,b}	595 $\pm$ 68 ^{c,b}	1124 $\pm$ 112 ^{a,c}	1655 $\pm$ 207 ^{a,b}	2497 $\pm$ 321 ^b
	NCOI	67.6 $\pm$ 2.2 ^b	48.5 $\pm$ 2.6 ^b	144 $\pm$ 15 ^{a,b}	333 $\pm$ 52 ^a	635 $\pm$ 100 ^{a,c}	1138 $\pm$ 173 ^{a,c}	1780 $\pm$ 311 ^a	2333 $\pm$ 485 ^c
P-values based on complete dataset (all treatments)									
Effect of age		<0.001*	<0.001*	<0.001*	0.051	0.862	0.869	0.031*	0.240
Effect of treatment		-	0.002	0.001	0.024*	0.827	0.306	0.077	0.001*
Age x Treatment		-	0.930	0.342	0.021*	<0.001*	0.004	0.081	0.011*

Flock A : younger, Flock B : older.

Number of chicks: A COI = 126, A NSP = 120, A SPIDES = 123, A NCOI = 116, B COI = 114, B NSP = 108, B SPIDES = 114, B NCOI = 109.

^{a-d}Different letters in columns indicate significant differences based on Duncan's post-hoc comparisons of means

*Significant effect in ANOVA at 0.05 probability level.

ที่มา : Damaziak et al. (2018)

เอกสารอ้างอิง

- Damaziak, K., Paweska, M., Gozdowski, D. and Niemiec, J. 2018. "Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality and juvenile growth". **Poultry science**. 97 (9): 3264-3276.
- Din, E.L., Kalaba, Z.M., Kholly, K.H.M. and Maksoud, S.A. 2017. "Effect of short period incubation during egg storage on hatchability, embryonic mortality and chick quality". **Journal of animal and poultry production**. 8 (7): 161-165.
- Dymond, J., Vinyard, B., Nicholson, A.D., French, N.A. and Bakst, M.R. 2013. "Short periods of incubation during egg storage increase hatchability and chick quality in long-stored broiler eggs". **Poultry Science**. 92 (11): 2977-2987.
- Elmenawey, M.A. 2019. "Effect of heat treatments during hatching eggs storage on hatchability traits and chick quality". **Egyptian Poultry Science Journal**. 39 (4): 791-808.
- Foulkes, A. G. 1990. **The unincubated avian blastoderm-Its characterization and an investigation of developmental quiescence**. PhD Dissertation. University of Southampton.
- Gucbilmez, M., Ozlu, S., Shiranjang, R., Elibol, O. and Brake, J. 2013. "Effects of preincubation heating of broiler hatching eggs during storage, flock age, and length of storage period on hatchability". **Poultry Science**. 92 (12): 3310-3313.
- Hamidu, J. A., Rieger, A. M., Fassenko, G. M. and Barreda, D. R. 2010. "Dissociation of chicken blastoderm for examination of apoptosis and necrosis by flow cytometry". **Poultry Science**. 89 (5): 901-909.
- Hamidu, J. A., Uddin, Z., Li, M., Fassenko, G. M., Guan, L. L. and Barreda, D. R. 2011. "Broiler egg storage induces cell death and influences embryo quality". **Poultry Science**. 90 (8): 1749-1757.