

ผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อน้ำหนักหลังฟักและสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของ
นกกกระทาญี่ปุ่น

(Effect of High Temperature During Incubation on hatching weight and Post-Hatch
Performance of Japanese Quail)

สิทธิศักดิ์ แก้วพิลา

Sittisak Kaewpila

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

บทคัดย่อ

สัมมนาฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อการพัฒนา
ของตัวอ่อนและสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของนกกกระทาญี่ปุ่น ได้ทำการรวบรวมและศึกษาจาก
เอกสารวิชาการจำนวน 14 ฉบับ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546-2564 อุณหภูมิตั้งแต่ 37.7-41°C และพบว่าการใช้
อุณหภูมิสูง 41 °C วันที่ 6-8 ของการฟัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ อุณหภูมิ 41°C วันที่ 12-14 ของการฟัก
เป็นเวลา 3 ชั่วโมง มีผลทำให้น้ำหนักหลังฟักของนกกกระทาน้อยกว่าการฟักในอุณหภูมิปกติ ส่วนด้านผลของ
อุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของนกกกระทาญี่ปุ่น การใช้อุณหภูมิสูง
ระหว่างฟักไข่ 41 °C วันที่ 6-8 ของการฟัก เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ส่งผลให้น้ำหนักตัวของนกกกระทาที่อายุ 35
วัน สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ไม่พบความแตกต่างของอัตราการเปลี่ยน
อาหารเป็นน้ำหนักตัวระหว่างกลุ่มทดลอง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าการใช้อุณหภูมิสูงในการฟักไข่ ส่งผลให้นก
กระทามีน้ำหนักตัวหลังฟักน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิปกติ ผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อการ
เจริญเติบโตหลังฟักยังไม่สามารถสรุปได้ เนื่องจากผลของเอกสารทั้ง 3 ฉบับ ไม่สอดคล้องกัน ดังนั้น ควรมี
การศึกษาเพิ่มเติม

คำสำคัญ : อุณหภูมิสูง, น้ำหนักตัว, อัตราการเจริญเติบโต, นกกกระทาญี่ปุ่น

บทนำ

ปัจจุบัน นกกระทาถูกเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจด้วยการนำเนื้อและไข่มาบริโภค อีกทั้งมูลของนกกระทายังนำมาเป็นปุ๋ยได้อีกด้วย ซึ่งเป็นที่ต้องการอย่างมากของกลุ่มเกษตรกร นกกระทาจึงได้รับความนิยมในการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจในปัจจุบัน นกกระทาที่นิยมเลี้ยงคือ นกกระทาพันธุ์ญี่ปุ่น (Japanese Quail) หรือชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Courunx japonica* ซึ่งมีด้วยกัน 3 สี คือ สีลายดำประขาว สีทอง และสีขาว การเลี้ยงนกกระทาก็เหมือนกับการเลี้ยงสัตว์ปีกชนิดอื่น ๆ ที่จะต้องอาศัยปัจจัยต่าง ๆ ในการเลี้ยง อย่างไรก็ตาม นกกระทาญี่ปุ่นก็มีข้อจำกัดด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโตที่แสดงออกได้ไม่เต็มที่ เนื่องจากผลกระทบจากความร้อน เพราะสภาพอากาศส่งผลกระทบต่อการทำงานของนกกระทา และเปอร์เซ็นต์การไข่ของนกกระทา ทำให้การเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวแย่ง และออกไข่ไม่สม่ำเสมอ เปอร์เซ็นต์การไข่ลดลง (สกล, 2556) โดยเฉพาะในฤดูร้อนซึ่งมีอุณหภูมิสูงถึง 41 องศาเซลเซียส (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2564)

โดยปกตินกกระทาจะไข่เมื่ออายุ 42-45 วัน มีระยะเวลาการให้ผลผลิตไข่นาน 11 เดือน ให้ไข่ 300 ฟองต่อปี ไข่ที่นำมาฟักไม่ควรเก็บไว้เกิน 7 วัน (รักษันเกิดทิม, 2556) ฟักไข่ใช้เวลา 16-23 วัน ใช้อุณหภูมิ 37.3°C (หนึ่ง, 2019) หากนกกระทาได้รับอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตั้งแต่ในช่วงฟักไข่ จะส่งผลให้นกกระทามีการปรับตัว สามารถมีความต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น และทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตและผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น (El-Shster, 2021)

ในไก่ การเพิ่มอุณหภูมิสูงที่ 39.5-41 องศาเซลเซียส ตั้งแต่ช่วงการฟักไข่ส่งผลให้การแสดงออกของฮีตช็อกโปรตีน 70 (heat shock proteins 70; Hsp 70) ดีขึ้น ไก่มีการปรับตัว สามารถต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น และทำให้สมรรถภาพการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น อัตราการตายลดลง มีภูมิคุ้มกันโรคมกกว่าไก่ที่ฟักด้วยอุณหภูมิปกติ (Al-Zhgoul et al., 2013; Loyau et al., 2015) อุณหภูมิจึงเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการฟักไข่ โดยมีผลต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อน ไข่จะดูดซับความร้อนจากอากาศโดยรอบในช่วง 9 วันแรกของการฟักไข่เนื่องจากอุณหภูมิของตัวอ่อนต่ำกว่าอุณหภูมิของตู้ฟักเล็กน้อย ตัวอ่อนจะสูญเสียความร้อนในช่วง 9 วันหลังฟักตัวตามอัตราเมตาบอลิซึมและการผลิตความร้อนเพิ่ม เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิสูง มากกว่า 38.9 องศาเซลเซียส ตั้งแต่วันที่ 7 ของการฟักหรือแม้กระทั่งในระยะฟักตัวนั้น อาจส่งผลในการพัฒนาของตัวอ่อนเนื่องจากจะมีการเจาะภายในเปลือกไข่จนถึงการฟักออก ทำให้เวลาการฟักลดลง (Maatjens et al, 2016) การเพิ่มอุณหภูมิในช่วงฟักไข่ควรมีการปรับอุณหภูมิและความชื้นในตู้ฟักอย่างละเอียดเพื่อเป็นการรักษาอุณหภูมิให้คงที่ ซึ่งเป็นการเพิ่มความสามารถในการทนทานต่อสภาพอากาศร้อนได้หลังจากการฟัก ทำให้ไก่เจริญเติบโตได้เต็มศักยภาพ (Collin et al., 2012)

ดังนั้น สัมนนาฉบับนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อน้ำหนักหลังฟัก และสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของนกกระทาญี่ปุ่น

ผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อน้ำหนักหลังฟักของนกกระทาญี่ปุ่น

Table 1 Effects of thermal manipulation on hatchability and hatching weight

Treatments	Number of fertilized incubated eggs at day 16	Hatch		Hatching weight (g) ± SEM
		N	%	
Ctrl	112	95	84.82	11.82 ± 0.28 ^a
EE	96	76	79.50	10.58 ± 0.22 ^b
LE	104	85	81.73	10.13 ± 0.22 ^b
EL	101	84	83.17	10.33 ± 0.27 ^b

Ctrl = 37.7°C during 0-15 days., EE = 41°C during 6-8 days of incubation. 13.00-16.00., LE = 41°C during incubation 12-14 days. 13.00-16.00., EL = 41°C during incubation 6-8, 12-14 days. 13.00-16.00.

Means of hatching weight followed by different superscript are significantly different ($P<0.05$)

Source: EL-Shster et al. (2021)

EL-Shster et al. (2021) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การฟักออกของกลุ่มควบคุม ไม่มีความแตกต่างกับกลุ่ม EE, LE และกลุ่ม EL (84.82, 79.50, 81.73, และ 83.17% ตามลำดับ) และน้ำหนักลูกนกกระทาหลังการฟักออกของกลุ่มควบคุม (Ctrl) (11.82 ± 0.28 กรัม) มีน้ำหนักมากกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับกลุ่ม EE, LE และกลุ่ม EL (10.58 ± 0.22, 10.13 ± 0.22, และ 10.33 ± 0.27 กรัม ตามลำดับ) ($P<0.05$) อย่างไรก็ตาม ไม่มีความแตกต่างกันของน้ำหนักลูกนกกระทาหลังฟักระหว่างกลุ่ม EE, LE และ EL (ตารางที่ 1) น้ำหนักตัวลูกนกกระทาหลังการฟักของกลุ่มควบคุม (Ctrl) นหนักกว่ากลุ่ม EE, LE และกลุ่ม EL ทั้งนี้เป็นเพราะปริมาณไข่แดงที่ตัวอ่อนไม่ได้ใช้เหลืออยู่ในกลุ่มที่ได้รับอุณหภูมิในการฟักที่เพิ่มขึ้น ทำให้ตัวอ่อนนำไข่แดงไปใช้เปลี่ยนเป็นมวลเนื้อเยื่อได้น้อย (Massimino et al., 2019)

Table 2 Effect of heat acclimation on chick traits and quality of Japanese quail

Traits	Treatments				SEM	P value
	Control	T1	T2	T3		
Chick weight at hatch	7.56	7.97	7.65	8.09	0.567	0.6311
Chick weight loss %	3.68	3.43	4.10	3.55	0.412	0.2805

Control= 37.5 °C during incubation + hatched chicks 35-24 °C at 0-6 weeks old.

T1 = 39.1 °C for 2 h/day during 4–14 days of embryogenesis + hatched chicks 35-24 °C.

T2 = 37.5 °C and + hatched chicks 39 °C for 2 h/day during 4–14 days of age.

T3 = 39±1 °C for 2 h during 4–14 days of embryogenesis + hatched chicks 39±1 °C for 2 h/day during 4–14 days of age.

Source: Farghly et al. (2021)

Farghly et al. (2021) รายงานว่า ไม่พบความแตกต่าง ($P>0.05$) ของน้ำหนักลูกนกกระทาหลังฟัก และร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของลูกนกกระทาในแต่ละกลุ่มทดลอง (ตารางที่ 2) เนื่องจากไม่ได้รับผลกระทบจากการปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิในระยะเริ่มต้น การฟักไข่ที่ 39.1 °C อาจไม่ใช่ปัจจัยความร้อนที่จำกัดการพัฒนาของตัวอ่อน (Sgavioli et al., 2016)

Table 3 Effects of thermal manipulation and gender on hatching weight (g)

Gender	Control	EE	LE	Average ± SE
Male	8.55±0.099 ^b	8.15±0.085 ^a	7.95±0.067 ^a	8.21±0.052
Female	8.60±0.089 ^c	8.19±0.078 ^b	7.85±0.083 ^a	8.21±0.050
Average	8.57±0.067 ^b	8.17±0.058 ^a	7.90±0.049 ^a	

^{a,b,c} Means in rows, with different letters differ significantly at $P<0.01$.

Control = 37.7°C during 0-17 days., EE = 41°C for 3 h/d. (12.00-15.00) during incubation 6-8 days. LE = 41°C for 3 h/d. (12.00-15.00) during incubation 12-14 days.

Source: Alkan et al. (2013)

Alkan et al. (2013) รายงานว่ากลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักลูกนกกระทาหลังฟักสูงกว่ากลุ่ม LE และกลุ่ม EE ($P<0.01$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตาม น้ำหนักลูกนกกระทาหลังฟักในกลุ่ม LE และกลุ่ม EE ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) จากผลการทดลอง ความร้อนมีผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ทั้งนี้ อาจเป็นเพราะเกิดการระเหยน้ำมาก ทำให้ไข่สูญเสียน้ำมาก ทำให้น้ำหนักลดลง

จากผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อการพัฒนาของตัวอ่อนนกกระทาญี่ปุ่น El-Shster et al. (2021) และ Alkan et al. (2013) พบว่ากลุ่มที่ได้รับความร้อนสูงในระหว่างการฟักมีน้ำหนักตัวลูกนกกระทาหลังฟักน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะว่าปริมาณไข่แดงที่ตัวอ่อนไม่ได้ใช้เหลืออยู่ในกลุ่มที่ได้รับอุณหภูมิในการฟักที่เพิ่มขึ้น ทำให้ตัวอ่อนนำไข่แดงไปใช้เปลี่ยนเป็นมวลเนื้อเยื่อได้น้อย (Massimino et al., 2019) และการสูญเสียน้ำมาก ทำให้น้ำหนักลดลง อย่างไรก็ตาม Farghly et al. (2021) กลับไม่พบความแตกต่างของน้ำหนักลูกนกกระทาหลังฟักและร้อยละการสูญเสียน้ำหนักของลูกนกกระทาในแต่ละกลุ่มทดลอง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไม่ได้รับผลกระทบจากการปรับตัวให้เข้ากับอุณหภูมิในระยะเริ่มต้น การฟักไข่ที่ 39.1°C อาจไม่ใช่ปัจจัยความร้อนที่จำกัดการพัฒนาของตัวอ่อน (Sgavioli et al., 2016) และความชื้นขณะฟักคงที่

อุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของนกกระทาญี่ปุ่น

Table 4 Effects of thermal manipulation on final body weight (g) at 5 weeks and feed conversion ratio (FCR)¹

Treatments ²	Body weight (g)			FCR
	Male	Female	Both sexes	
Ctrl	183.71 ± 7.08	189.57 ± 3.13	188.35 ± 2.87 ^{ab}	3.24 ± 0.04 ^{ab}
EE	199.96 ± 5.68	196.24 ± 2.80	196.77 ± 2.52 ^a	2.80 ± 0.07 ^b
LE	168.57 ± 8.62	170.56 ± 3.18	170.39 ± 2.97 ^c	3.61 ± 0.05 ^a
EL	192.32 ± 3.19	179.82 ± 3.12	182.51 ± 2.63 ^b	3.18 ± 0.20 ^{ab}

Ctrl = 37.7°C during 0-15 days., EE = 41°C during 6-8 days of incubation. 13.00-16.00., LE = 41°C during incubation 12-14 days. 13.00-16.00., EL = 41°C during incubation 6-8, 12-14 days. 13.00-16.00.

Means of hatching weight followed by different superscript are significantly different ($P<0.05$)

Source: El-Shster et al. (2021)

El-Shster et al. (2021) รายงานว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวสุดท้ายของกลุ่ม EE สูงกว่ากลุ่ม LE และ EL ($P<0.05$) แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และเพศไม่มีผลต่อน้ำหนักตัวสุดท้าย ($P>0.05$) เพราะผลคะแนนเพศอาจมีส่วนของแต่ละเพศที่ไม่เท่ากัน ค่า FCR ของกลุ่ม EE ลดต่ำอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่ม LE แต่ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่ม EL (ตารางที่ 4) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ลดลงของกลุ่ม EE อาจเป็นไปได้ว่า FCR ระหว่างสัปดาห์ที่ 3-5 ของไก่เนื้อมีการควบคุมความร้อนลดลง ความต้องการพลังงานที่ใช้ในการดำรงชีพน้อยลงในช่วงอายุนี้อาจมีส่วนใหญ่จึงมุ่งไปที่การผลิตและการเจริญเติบโต (Piestun et al., 2011)

Table 5 Effect of heat acclimation on growth performance of Japanese quail

Traits	Age (w)	Treatments				SEM	P-value
		Control	T1	T2	T3		
Body weight (g)	0	7.56	7.97	7.65	8.09	0.690	0.4925
	2	55.6	56.33	55.67	55.33	5.22	0.9961
	4	130.67	135.33	138.00	146.33	9.746	0.3213
	6	189.33	186.33	199.33	200.33	7.847	0.141
	8	216.33 ^b	217.33 ^b	233.67 ^a	241.00 ^a	7.230	0.0074
FCR	0 - 2	2.53	2.48	2.34	2.39	0.375	0.9284
	2 - 4	2.62 ^a	2.47 ^a	2.17a ^b	1.90 ^b	0.250	0.0312
	4 - 6	4.04	4.72	3.86	4.43	0.359	0.0732
	6 - 8	9.40 ^a	8.00 ^b	7.03 ^{bc}	6.08 ^c	0.692	0.0022
	0 - 8	3.67	3.55	3.24	3.16	0.30	0.1885

Control= 37.5 °C during incubation + hatched chicks 35-24 °C at 0-6 weeks old.

T1 = 39.1 °C for 2 h/day during 4–14 days of embryogenesis + hatched chicks 35-24 °C.

T2 = 37.5 °C and + hatched chicks 39 °C for 2 h/day during 4–14 days of age.

T3 = 39±1 °C for 2 h during 4–14 days of embryogenesis + hatched chicks 39±1 °C for 2 h/day during 4–14 days of age.

Source: Farghly et al. (2021)

จากตารางที่ 5 Farghly et al. (2021) รายงานว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของกลุ่ม T3 สูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่ม T1 แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในสัปดาห์ที่ 8 แต่ไม่แตกต่างกับกลุ่ม T2 ส่วนในสัปดาห์ที่ 2-4 ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 6-8 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวของกลุ่ม T3 น้อยกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่ม T1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ T2 ($P>0.05$) อย่างไรก็ตาม ค่า FCR ตลอดระยะเวลาทดลอง 0-8 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ($P>0.05$)

จะเห็นว่าน้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวดีขึ้นในกลุ่ม T2 และ T3 ซึ่งเป็นผลมาจากความต้องการพลังงานในส่วนดำรงชีพของไก่ในช่วงอายุ 2-4, 6-8 น้อย พลังงานส่วนใหญ่จึงมุ่งไปที่การผลิตและการเจริญเติบโต (Piestun et al., 2011)

Table 6 Effects of thermal manipulation and gender on body weight at 5 weeks of weight (g)

Gender	Control	EE	LE	Average $\pm$ SE
Male	161.42 $\pm$ 1.1489 ^{ax}	166.18 $\pm$ 1.495 ^{bx}	158.57 $\pm$ 1.621 ^{ax}	160.05 $\pm$ 0.914 ^x
Female	184.61 $\pm$ 2.124 ^{ay}	192.63 $\pm$ 2.665 ^{by}	182.11 $\pm$ 1.813 ^{ay}	186.45 $\pm$ 1.262 ^y
Average	173.01 $\pm$ 1.574 ^a	179.40 $\pm$ 1.852 ^b	170.34 $\pm$ 1.682 ^a	

^{a,b,c} Means in rows, with different letters differ significantly at $P<0.01$.

Control = 37.7°C during 0-17 days., EE = 41°C for 3 h/d. (12.00-15.00) during incubation 6-8 days. LE = 41°C for 3 h/d. (12.00-15.00) during incubation 12-14 days.

Source: Alkan et al. (2013)

Alkan et al. (2013) พบว่ากลุ่ม EE มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่ม LE อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) แต่กลุ่มควบคุมและกลุ่ม LE ไม่มีความแตกต่างกัน และเพศของนกกระทาก็มีผลทำต่อน้ำหนักตัวแตกต่าง โดยที่นกกระทาเพศผู้มีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทาเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ผลของอุณหภูมิสูงในระหว่างฟักไข่ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟักของนกกระทาญี่ปุ่น

Alkan et al. (2013) พบว่าลูกนกมีน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มควบคุม ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการจัดการความร้อนของลูกนกกระทา มีผลต่อน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 5 สัปดาห์ และมีความต้องการพลังงานในการดำรงชีพน้อย พลังงานส่วนใหญ่จึงมุ่งเน้นไปที่การเจริญเติบโต El-Shster et al. (2021) และ Farghly et al. (2021) พบว่าน้ำหนักสุดท้าย และ FCR ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) เนื่องจากการคละเพศที่ไม่สมดุลกันระหว่างเพศผู้-เพศเมีย และมีระยะเวลาการเก็บข้อมูลของน้ำหนักตัวสุดท้าย และ FCR ต่างกัน

สรุป

การใช้อุณหภูมิสูงในการฟักไข่ที่ 39°C ส่งผลให้น้ำหนักตัวนกกระทาหลังฟัก และการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุม การใช้อุณหภูมิสูงในการฟักไข่ที่ 41°C ส่งผลให้น้ำหนักตัวอ่อนนกกระทาหลังจากฟักต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และผลของอุณหภูมิที่ 41°C ในระหว่างการฟักไข่ต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตหลังฟัก (น้ำหนักตัว) ยังไม่อาจสรุปได้ ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

กรมอุตุนิยมวิทยา. 2564. สรุปลักษณะอากาศรายเดือน.

แหล่งที่มา : <https://www.tmd.go.th/climate/climate.php?FileID=4> . 25 ธันวาคม.

รักบ้านเกิดทีม. 2556. การเลี้ยงนกกระทา. แหล่งที่มา :

<https://www.rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=3787&s=tblanimal> . 27 มกราคม.

สกล ศรีนา. 2556. การเลี้ยงนกกระทา. แหล่งที่มา :

<http://www.okmd.or.th/upload/pdf/2560/KC/quail.pdf> . 25 ธันวาคม.

หนึ่ง ตู้ฟักตราไก่. 2019. ระยะเวลา และอุณหภูมิในการฟักไข่นกกระทา. แหล่งที่มา :

<https://www.machine4biz.com/incubation-temperature-humidity-table/>.
27 ธันวาคม.

Alkan, S., Karsli, T., Karabag, K., Galic, A. and Balcioglu, M.S. 2013. “The effect of thermal manipulation during early and late embryogenesis on hatchability, hatching weight and body weight in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*)”. **Archiv Tierzucht**, 56 (2013) 78, 789-796.

Al-Zhgoul, M-B., Abd Elhafeed, S.D., Mustafa, M.A., Khalee, I.J., Khalid Ahmed Al Busadah. And Zuhair Bani Ismail. 2013. “Embryogenesis results in enhanced Hsp70 gene expression and the acquisition of thermotolerance”. **Research in Veterinary Science**. Volume 95, Issue 2, October 2013, Pages 502-507.

Collin, A., Loyau, T., Bedrani, L., Berri, C., Metayer-Coustard, S., Praud, C., Duclos, M.J., Tesseraud, S., Rideau, N., Hennequet-Antier, C., Everaert, N., Mignon-Grasteau, S. and Yahav, S. 2012. “Adaptive response of chickens to hot environments induced by changing incubation temperature”. **24th World Poultry Congress**, Aug 2012, Salvador de Bahia, Brazil. Hal-02749854.

El-Shater, S.N., Rizk, H., Abdelrahman, H.A., Awad, M.A., Khalifa, E.F. and Khalil, K.M. 2021. “Embryonic thermal manipulation of Japanese quail: effects on embryonic development, hatchability, and post-hatch performance”. **Tropical Animal Health and Production** , 53:263.

Farghly, M., Mahrose, K., Abougabal, M., Taboosha, M. and Ali, R. 2021. “Early heat acclimation during incubation improves Japanese quail performance under summer conditions”. **Veterinary Research Communications**, <https://doi.org/10.1007/s11259-021-09832-0>.

Loyau, T., Bedrani, L., Berri, C., Metayer-Coustard, S., Praud, C., Constham, V., Mignon-Grasteau, S., Duclos, M.J., Tesseraud, S., Rideau, N., Hennequet-Antier, C., Everaert, N., Yahav, S. and Collin, A. 2015. “Cyclic variations in incubation conditions induce adaptive responses to later heat exposure in chickens: a review”. **Animal**, (2015), 9:1, pp 76-85 © The Animal Consortium 2014 doi:10.1017/S1751731114001931.

Maatjensl, C. M., A. M. van Roover-Reijrink, B. Engel, C. W. van der Pol, B. Kemp and H. van den Brand. 2016. “Temperature during the last week of incubation. Effects on hatching pattern broiler chicken embryonic organ development”. **Poultry Science**. 95: 956–965.

Massimino, W., Davail, S., Bernadet, M-D., Pioche, T., Tavernier, A., Ricaud, K., Gontier, K., Bonnefont, C., Panserat, S. and Houssier, M. 2019. “Positive Impact of Thermal Manipulation During Embryogenesis on Foie Gras Production in Mule Ducks”. **ORIGINAL RESEARCH article Front. Physiol.**, 12 December 2019 | <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01495>.

Piestun, Y., Halevy, O., Shinder, D., Ruzal, M., Druyan, S. and Yahav, S. 2011. "Thermal manipulations during broiler embryogenesis improve post-hatch performance under hot conditions". **Journal of Thermal Biology**, 36 (2011) 469-474.

Sgavioli S, Santos E, Domingues C, Quadros T, Castiblanco D, Andrade-Garcia G, Amoroso L, Nääs I, Garcia R and Baraldi-Artoni S. 2016. "Effect of high incubation temperature on the blood parameters of layer chicks". **Braz J Poult**, Sci 18:41–47.