

อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม และผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ

Effects of heat stress on genetic parameters and egg production in Pradu Hang Dam Thai native chickens

วุฒิไกร บุญคุ้ม^{1,2*}, มนต์ชัย ดวงจินดา^{1,2}, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์² และ เทวินทร์ วงษ์พระลับ^{1,2}

Wuttigrai Boonkum^{1,2*}, Monchai Duangjinda^{1,2}, Banyat Laopaiboon² and Thevin Vongpralub^{1,2}

บทคัดย่อ: การศึกษาอิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนต่อค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ รวมทั้งตรวจหาจุดเริ่มต้นของการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (threshold point) มีความสำคัญต่อการวางแผนการปรับปรุงพันธุ์และการจัดการอย่างยั่งยืน การศึกษาครั้งนี้ใช้ข้อมูลผลผลิตไข่สะสมรายเดือนของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ จำนวน 7,752 บันทึกจากไก่ทั้งหมด 672 ตัวในช่วงวันที่ 1-4 ซึ่งเก็บบันทึกได้จากศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2554 ค่าองค์ประกอบความแปรปรวนและค่าประมาณพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมใช้วิธี Expectation Maximization Restricted Maximum Likelihood (EM-REML) ภายใต้โมเดลวันทดสอบที่มีการวัดซ้ำ ผลการศึกษาพบว่าผลผลิตไข่รายเดือนของไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มีปริมาณลดลงต่อเนื่องตั้งแต่เดือนมีนาคม จนกระทั่งถึงเดือนกันยายนซึ่งตรงกับฤดูร้อน (ค่าเฉลี่ย THI = 78.3) และฤดูฝน (ค่าเฉลี่ย THI = 78.0) ขณะที่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ค่าเฉลี่ย THI = 70.5) ปริมาณไข่จะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งตรงกับฤดูหนาวของประเทศไทย นอกจากนี้ ณ THI ที่ 76 ไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ จะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนโดยแสดงออกโดยผลผลิตไข่จะเริ่มลดลง การลดลงของผลผลิตไข่ ณ THI ที่ 76 พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.16 ฟองต่อตัว ค่าเฉลี่ยอัตราพันธุกรรมของการให้ผลผลิตไข่มีค่าเท่ากับ 0.23 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการให้ผลผลิตไข่กับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน (-0.29) ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อนรุนแรงมากขึ้นย่อมจะส่งผลให้พันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ลดลง

คำสำคัญ: ความเครียดเนื่องจากความร้อน, ผลผลิตไข่, ไก่พื้นเมืองไทย, พันธุกรรม

ABSTRACT: The study of the effects of heat stress on genetic parameters and egg production; and the investigation of the threshold point of heat stress in Pradu Hang Dam Thai native chickens were significant in the planning of genetic improvement and management. Data included 7,752 monthly egg production records of 672 Thai native chickens from the first to the fourth generation between September 2007 and April 2011. Data were obtained from the Research and Development Network Center for Animal Breeding (Native Chicken), Faculty of Agriculture, Khon Kaen University. Variance components and genetic parameters were estimated by the Expectation Maximization

¹ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

² ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จังหวัดขอนแก่น 40002

Research and development network center for animal breeding (Native chicken), Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding author: wboonkum@gmail.com

Restricted Maximum Likelihood (EM-REML) under the repeated test-day model. The results found that monthly egg production of Pradu Hang Dam Thai native chickens continuously declined from March (average THI = 78.3) until September (average THI = 78.0). This was associated with the summer and rainy seasons of Thailand. Meanwhile, from October to February (average THI = 70.5), monthly egg production increased. In addition, at the THI threshold point, the average egg production declined by 0.16 egg/bird. Heritability for monthly egg production was 0.23, while the estimation of genetic correlation between monthly egg production and heat stress effect was -0.29. The results indicated that, if the heat stress was severe, monthly egg production genetics would decline.

Keywords: heat stress, egg production, Thai native chicken, genetics

บทนำ

อิทธิพลของสภาพแวดล้อมในความหมายของความเครียดเนื่องจากความร้อน (heat stress) ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดลงของผลผลิตไข่คุณภาพไข่ รวมถึงปริมาณการกินได้ของไก่ (Manner and Wang, 1991) ซึ่งหากอิทธิพลดังกล่าวคงอยู่ยาวนานและที่ความรุนแรงเพิ่มมากขึ้นผู้เลี้ยงไก่ย่อมสูญเสียทางเศรษฐกิจเพิ่มมากขึ้น (Al-Fataftah et al., 2007) โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลผลิตไข่ถือเป็นลักษณะที่กระทบต่อรายได้ของเกษตรกรโดยตรง ด้วยเหตุนี้การหาวิธีการลดอิทธิพลของความเครียด เนื่องจากความร้อนโดยยังคงให้ผลผลิตไข่ดีเช่นเดิมจึงเป็นสิ่งจำเป็นโดยทั่วไปไก่พื้นเมืองไทยในธรรมชาติให้ผลผลิตไข่เฉลี่ยปีละ 80 ฟอง/ตัว (เกรียงไกร และคณะ, 2543) ในขณะที่ข้อมูลจากศูนย์วิจัยด้านไก่พื้นเมืองพบว่าผลผลิตไข่ในไก่ประดู่หางดำซึ่งเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดเฉลี่ยปีละ 140 ± 36 ฟอง/ตัว (วุฒิไกร และคณะ, 2555) เมื่อเปรียบเทียบกับผลผลิตไข่ของไก่ไข่ (เฉลี่ย 250 ฟอง/ตัว/ปี) (วิรัตน์, 2542) จะเห็นว่าปริมาณต่ำกว่ามาก ดังนั้นการหาแนวทางเพื่อเพิ่มจำนวนผลผลิตไข่ของไก่พื้นเมืองไทย ภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง (อำนาจ และคณะ, 2553) ปัจจุบันมีการนำเสนอวิธีการลดอิทธิพลของความเครียด เนื่องจากความร้อนในไก่และสัตว์ชนิดต่างๆหลายวิธี เช่น การดัดแปลงโรงเรือนให้สามารถระบายความร้อนได้ดียิ่งขึ้นโดยใช้พัดลมระบายอากาศร่วมกับการพ่นละอองน้ำ รวมทั้งเพิ่มจุดให้น้ำและร่มเงาภายในฟาร์ม (Madalena et al., 1990; Bryant et al., 2007; Berman, 2008; Marcillac-

Embertson et al., 2009) หรือแม้แต่การเปลี่ยนระบบการเลี้ยงเป็นแบบ Evaporative cooling system (EVAP) นอกจากนี้ ในด้านการจัดการอาหารและการให้อาหารมีการพัฒนาสูตรอาหารและหรือให้สารเสริมเพื่อลดกระบวนการสร้างความร้อนในขณะกิน ย่อย และดูดซึมอาหารโดยไก่ยังคงได้รับโภชนาเพียงพอต่อความต้องการ (Mader et al., 2002; Aengwanich, 2004; Moore et al., 2005) อย่างไรก็ตามวิธีการทั้งหมดที่กล่าวมาพบว่าย่อมมีข้อจำกัดบางประการ เช่น ต้องใช้งบประมาณลงทุนสูง อีกทั้งต้องปรับเปลี่ยนวิธีปฏิบัติไปตามสภาพอากาศที่เปลี่ยนไป จึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้อย่างถาวร ดังนั้น ทางเลือกหนึ่งที่สามารถให้ผลยั่งยืนให้กับไก่พื้นเมืองไทยนั้นคือการคัดเลือกพันธุ์กรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ภายใต้สภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ปัจจุบันมีการใช้เทคนิคการคัดเลือกหลายเทคนิค ได้แก่ การพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น พิจารณาจากระดับฮอร์โมน cortisol ในกระแสเลือดที่เพิ่มสูงขึ้น (Star et al., 2008) การลดลงของปริมาตรลดลงของเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Packed cell volume) และการเพิ่มขึ้นของอัตราส่วนเม็ดเลือดขาว heterophil ต่อ lymphocyte (H/L ratio) (Altan et al., 2000) นอกจากนี้ยังมีการประยุกต์ใช้เทคนิคด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลโดยศึกษารูปแบบจีโนไทป์ที่สัมพันธ์กับลักษณะความเครียดเนื่องจากความร้อน (Heat Shock Protein70; HSP70) (ชัยยุทธ และคณะ, 2550; ศุภกานท์ และคณะ, 2553) และแม้ว่าวิธีการเหล่านี้จะมีประสิทธิภาพสูงแต่ในเชิงของการประยุกต์ใช้อาจทำได้ยาก เนื่องจากมีขั้นตอนและกระบวนการในการเก็บข้อมูล (ตัวอย่างเลือด) การวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

เพิ่มขึ้นและมีความซับซ้อน อีกทั้งต้องลงทุนสูง และหากยีนที่ตรวจพบไม่ใช่ยีนหลัก (major gene) การนำไปใช้อาจให้ผลคลาดเคลื่อนสูง ดังนั้นทางเลือกของการคัดเลือกที่มีประสิทธิภาพเช่นกัน แต่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้กับประชากรขนาดใหญ่มากกว่านั้นคือ การประเมินพันธุกรรมโดยใช้โมเดลทางพันธุศาสตร์ร่วมกับข้อมูลค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (temperature humidity index; THI) (Ravagnolo and Misztal, 2000) โดย THI เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงอุณหภูมิและความชื้นของสภาพแวดล้อมในขณะนั้นว่ามีโอกาสที่จะทำให้ไก่เกิดความเครียด เนื่องจากความร้อนได้มากน้อยเพียงใด หากอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมสูงกว่าอุณหภูมิที่ไก่อยู่ได้อย่างสบาย (chicken's thermal neutral; 18-24°C) (Weaver Jr. 2002) ผลที่ตามมาคือ ไก่จะมีความสามารถในการระบายความร้อนออกจากร่างกายได้น้อยลงซึ่งเป็นสัญญาณที่แสดงว่าไก่กำลังเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน โดยทั่วไปในสภาวะดังกล่าวร่างกายของไก่จะพยายามรักษาสมดุลของอุณหภูมิร่างกายให้ปกติ (Ewing et al., 1999) แต่หากไก่ไม่สามารถระบายความร้อนส่วนเกินออกจากร่างกายได้ ไก่จะเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และจะแสดงพฤติกรรมและมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีรวิทยาเกิดขึ้น ซึ่งหากความเครียดเนื่องจากความร้อนทวีความรุนแรงมากขึ้น (severe heat stress) อาจทำให้ไก่ตายได้ ด้วยเหตุนี้วัตถุประสงค์การศึกษาครั้งนี้จึงเพื่อศึกษาผลกระทบของอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อนที่มีต่อการให้ผลผลิตไข่ ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม และเพื่อตรวจหาจุดเริ่มต้นของการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (threshold point) สำหรับวางแผนป้องกันภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนและผลผลิตไข่ลดลงรวมทั้งใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

ข้อมูลในการวิจัย

ข้อมูลผลผลิตไข่สะสมรายเดือนของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำจำนวน 7,752 บันทึกจากไก่ทั้งหมด 672 ตัวในช่วงวันที่ 1-4 ซึ่งเก็บบันทึกได้จากศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ในช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ.2550 ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ.2554 ถูกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (Table 1) การเตรียมข้อมูลก่อนวิเคราะห์ ผลผลิตไข่สะสมรายเดือนของแม่ไก่แต่ละตัวถูกเก็บบันทึกต่อเนื่องจนกระทั่งแม่ไก่ให้ไข่ครบ 365 วัน ข้อมูลสำคัญอื่นๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลผลผลิตไข่ประกอบด้วย หมายเลขสัตว์ หมายเลขฟอพันธุ์ หมายเลขแม่พันธุ์ ข้อมูลอายุของแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก ซุดฟัก (hatch) ช่วงวัน/เดือน/ปี เกิดของสัตว์ วัน/เดือน/ปี ที่เก็บบันทึกผลผลิตไข่ สำหรับการให้อาหารใช้ระบบจำกัดการกินวันละ 100 กรัมต่อตัว ทั้งไก่เพศผู้และเพศเมียและน้ำดื่มจะให้เต็มที่ภายในโรงเรือนเปิดที่มีการจัดการเลี้ยงแบบเดียวกันทุกตัว

ข้อมูลค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิรายวัน ได้แก่ บันทึกอุณหภูมิ (Avg_temp: หน่วยเซลเซียส) และความชื้นสัมพัทธ์ (Avg_RH: หน่วยเปอร์เซ็นต์) ถูกเก็บบันทึกทุก 3 ชั่วโมง และนำมาคำนวณให้อยู่ในรูปของค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ (temperature humidity index; THI) ตามวิธีการของ National Oceanic and Atmospheric Administration (1976) เพื่อใช้ศึกษาอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อนร่วมกับผลผลิตไข่และนำมาวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม ได้แก่ อัตราพันธุกรรม สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ข้อมูล THI ทั้งหมดบันทึกจากสถานีอุตุนิยมวิทยา ซึ่งใกล้เคียงกับฟาร์มศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จากนั้นทำการเชื่อมข้อมูลผลผลิตไข่รายเดือนและข้อมูล THI เข้าด้วยกันก่อนนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป โดยรูปแบบสมการคำนวณค่า THI มีดังนี้

$$THI = (1.8 \times Avg_temp + 32) - (0.55 - 0.0055 \times Avg_RH) \times (1.8 \times Avg_temp - 26)$$

ค่าเฉลี่ย THI ในเดือนที่ไก่ให้ผลผลิตไข่ถูกนำมาวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลผลผลิตไข่รายเดือนโดย

พิจารณาจากค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกัน (ไม่ได้แสดง) และค่า THI ดังกล่าวจะนำไปใช้ทดสอบเพื่อวิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นของการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (THI threshold of heat stress) ต่อไป

Table 1 Data for the analysis.

Category	N	Mean	SD	Min	Max
Animal with records	672				
Animal with pedigrees	879				
Number of records (after edited)	7,752				
Egg numbers (egg/year)		140	36	24	220
Age at first egg (days)		203	29	137	297
Air temperature, °C		26.8	2.1	23.0	29.5
Relative humidity, %		70.9	8.3	59.8	83.4
Temperature humidity index, THI		76.8	3.6	70.4	80.7

วิธีการวิเคราะห์และโมเดลที่ใช้ศึกษา

โมเดลวันทดสอบที่มีการวัดซ้ำ (repeatability test-day model) (Anang et al., 2000, 2002) ถูกใช้เป็นโมเดลสำหรับวิเคราะห์หาจุดของการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน อัตราการลดลงของผลผลิตไข่ (rate of decline of egg production) ต่อการเปลี่ยนแปลงของค่า THI และค่าประมาณพารามิเตอร์

ทางพันธุกรรม การประมาณค่าองค์ประกอบความแปรปรวน เพื่อใช้คำนวณหาค่าประมาณพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมใช้วิธี Expectation Maximization Restricted Maximum Likelihood (EM-REML) ภายใต้โปรแกรมสำเร็จรูป BLUPF90-ChickenPAK v 2.5 (Duangjinda et al., 2005) โดยโมเดลวันทดสอบที่มีการวัดซ้ำมีรูปแบบสมการดังนี้

$$y_{ijklm} = HG_{ij} + EMY_k + AFE_l + \alpha(THI) + a_{0m} + a_{1m}[f(THI)] + p_{0m} + p_{1m}[f(THI)] + e_{ijklm}$$

โดยมีข้อกำหนดดังนี้

$$Var \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ p_0 \\ p_1 \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a_0}^2 & A\sigma_{a_0a_1} & 0 & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_0a_1} & A\sigma_{a_1}^2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{p_0}^2 & I\sigma_{p_0p_1} & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{p_0p_1} & I\sigma_{p_1}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

เมื่อ

y_{ijklm} = ข้อมูลผลผลิตไข่สะสมรายเดือนของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำตัวที่ m ในชุดพัก-พักรุ่นที่

ij ($HG_{ij} = 12 \times 4$) จัดแบบ class effect, เดือน-ปีที่ให้ไข่ที่ k ($EMY_k = 1-12$) จัดแบบ class effect, อายุเมื่อให้ไข่ครั้งแรกที่ l (AFE_l) จัดแบบ covariate effect, AFE_l = เวลาคูของอิทธิพลคงที่เนื่องจากอายุเมื่อให้ไข่ครั้งแรกที่ j (จำนวนวัน), a_{0m} และ p_{0m} = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากยีนแบบบวกสะสมและสภาพแวดล้อมถาวร โดยยังไม่ได้พิจารณาปรับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน, $\alpha(THI)$ = อัตราการลดลงของผลผลิตไข่ต่อการเปลี่ยนแปลงในแต่ละระดับของค่า THI, $a_{1m}[f(THI)]$ และ $p_{1m}[f(THI)]$ = อิทธิพลสุ่ม

เนื่องจากยีนแบบบวกลบและสภาพแวดล้อมการที่มีการพิจารณาปรับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน, e_{ijklm} = อิทธิพลสุ่มเนื่องจากความคลาดเคลื่อน, $I\sigma_a^2, I\sigma_p^2, I\sigma_e^2$ = เมทริกซ์ความแปรปรวนของ

อิทธิพลเนื่องจากตัวสัตว์ สภาพแวดล้อมการและความคลาดเคลื่อนตามลำดับ, A และ I = numerator genetic relationship และ Identity matrix ตามลำดับ

ฟังก์ชันของความเครียดเนื่องจากความร้อน (heat stress function) สามารถคำนวณได้ดังนี้

$$f(THI) = \begin{cases} 0 & ; THI \leq THI_{threshold} \quad (no \text{ heat stress}), \\ THI - THI_{threshold} & ; THI > THI_{threshold} \quad (heat \text{ stress}) \end{cases}$$

ค่า THI ในช่วงระหว่าง 70 ถึง 80 ถูกใช้เป็นค่า THI ทดสอบภายใต้โมเดลวันที่ทดสอบที่มีการวัดซ้ำ ความแม่นยำของการประเมินพันธุกรรมและความถูกต้องของโมเดล (best model) พิจารณาจากค่าสถิติได้แก่ negative 2log likelihood (-2logL) ที่มีค่าต่ำที่สุด และค่า coefficient of determination (R^2) ที่มีค่าสูงที่สุดในแต่ละค่า THI ทดสอบ

ค่าประมาณอัตราพันธุกรรมที่มีการปรับด้วยอิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนออกไปซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$h_{f[THI]}^2 = \frac{\sigma_{a0}^2 + \sigma_{a1}^2 + 2\sigma_{a01}}{\sigma_{a0}^2 + \sigma_{a1}^2 + 2\sigma_{a01} + \sigma_{p0}^2 + \sigma_{p1}^2 + 2\sigma_{p01} + \sigma_e^2}$$

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างพันธุกรรมของการให้เข้ากับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$r_g = \frac{\sigma_{a01}}{\sqrt{\sigma_{a0}^2 * \sigma_{a1}^2}}$$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น

สภาพภูมิอากาศของพื้นที่ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ (จังหวัดขอนแก่น) พบว่า ในช่วงเดือนกันยายน ปี พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน ปี พ.ศ. 2554 มีลักษณะร้อนและชื้นตลอดทั้งปี อุณหภูมิเฉลี่ย 26.8 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 70.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเมื่อคำนวณในรูปของดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 76.8 (Table 1) โดยอุณหภูมิสูงสุดพบในช่วงเดือนเมษายนถึงพฤษภาคมซึ่งตรงกับฤดูร้อน ในขณะที่อุณหภูมิต่ำสุดพบในช่วงเดือนธันวาคมถึงมกราคมซึ่งตรงกับฤดูหนาวของประเทศไทย สำหรับความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนมีนาคม ตามลำดับ (Figure 1a) และเมื่อพิจารณาในรูปของดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์พบว่าในเดือนมิถุนายนจะมีค่าดังกล่าวสูงสุดของปี (Figure 1b)

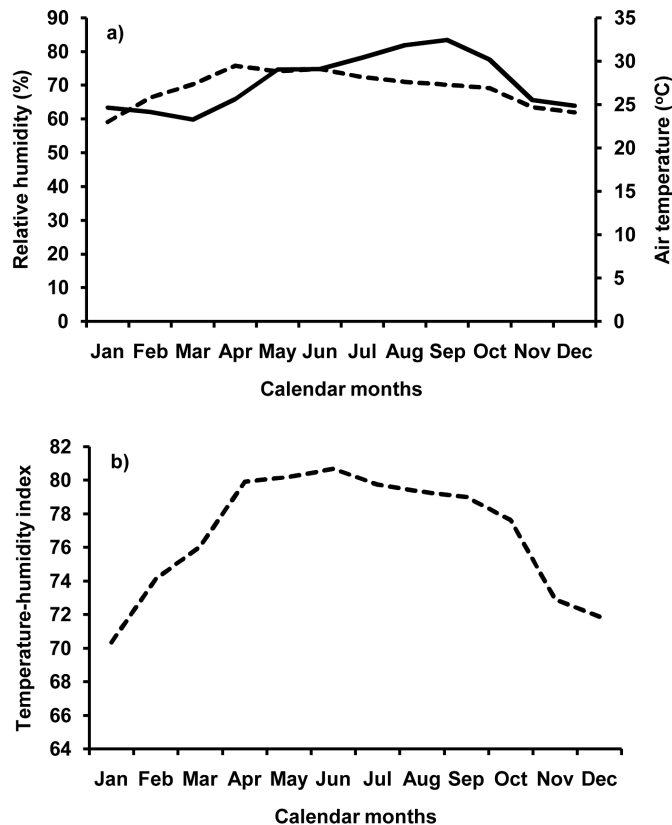


Figure 1 Illustration of mean of a) relative humidity (—), air temperature (---), and b) temperature-humidity index in research area (Khon Kaen province) across calendar months.

ความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตไข่กับดัชนีอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์

ผลผลิตไข่รายเดือนของไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่ หางดำช่วงวันที่ 1-4 ใน Figure 2a พบว่า มีปริมาณลดลงต่อเนื่องตั้งแต่เดือนมีนาคมจนกระทั่งถึงเดือนกันยายน ซึ่งตรงกับฤดูร้อน (ค่าเฉลี่ย THI = 78.3) และฤดูฝน (ค่าเฉลี่ย THI = 78.0) ของประเทศไทย ขณะที่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ (ค่าเฉลี่ย THI = 70.5) ปริมาณไข่จะเพิ่มสูงขึ้นซึ่งตรงกับฤดูหนาว สอดคล้องกับหลายงานวิจัยได้อธิบายว่า ในช่วงที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ไก่จะให้ผลผลิตไข่ลดลงซึ่งเป็นผลจากการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนโดยอิทธิพลดังกล่าวกระทบต่อตัวไก่ทำให้ปริมาณการกินอาหารลดลง (Mashaly et al., 2004; Deng et al., 2012) เกิดการเปลี่ยนแปลงของกลไกทางสรีรวิทยา ได้แก่ การเพิ่มขึ้นของระดับคอร์ติซอลไดออกไซด์ ทำให้

ค่า pH ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้น (alkalosis) ส่งผลต่อการหยุดชะงักของการใช้ประโยชน์จากสารไบคาร์บอเนต รวมถึงทำให้ระดับแคลเซียมในกระแสเลือดลดลงซึ่งมีส่วนสำคัญต่อกระบวนการสร้างไข่ (Marder and Arad, 1989) สำหรับผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์พบว่า ในไก่เพศเมียอิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนจะรบกวนการทำงานของระบบฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ทั้งในส่วนของการผลิตฮอร์โมนไฮโปทาลามัสและฮอร์โมนที่ผลิตได้จากรังไข่ ส่งผลให้กลไกการทำงานของฮอร์โมนไปเจสเทอโรน, LH และ FSH ที่ผลิตได้ผิดปกติ (Donoghue et al., 1989; Novero et al., 1991; Rozenboim et al., 2007; Elnagar et al., 2010) สำหรับในไก่เพศผู้อิทธิพลของความเครียด เนื่องจากความร้อนมีผลกระทบทำให้ปริมาณและความเข้มข้นของตัวอสุจิลดลง อัตราการตายของอสุจิเพิ่มขึ้น (Joshi et al., 1980; McDaniel

et al., 1995) รายงานวิจัยของ Tao and Xin (2003) ศึกษาความเครียดซึ่งเกิดจากความร้อนในไก่เนื้อพบว่า ไก่เนื้อจะไม่เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนความหาค่า THI ต่ำกว่า 70 ในขณะที่ ณ THI ระหว่าง 70-75 ไก่จะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนในระดับต่ำ และหากค่า THI สูงกว่า 75 ถือเป็นภาวะที่รุนแรงของการเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน ดังนั้นเมื่อกลับมาพิจารณาไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำพบว่า มีเพียงฤดูหนาวเท่านั้นที่ไก่ไม่ได้รับความเครียดเนื่องจากความร้อน (ค่าเฉลี่ย THI = 70.5) ในขณะที่ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนถือเป็นช่วงวิกฤติต่อการเกิดความเครียด เนื่องจากความร้อนดังจะเห็นได้จาก Figure 2a อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำเลี้ยงอยู่ในสภาพแวดล้อมแบบร้อนชื้นมายาวนานและถือเป็นสัตว์ประจำถิ่นของประเทศไทย จึงมีความเป็นไปได้ที่พันธุกรรมของความ

สามารถในการทนร้อนอาจได้รับการพัฒนาและปรับปรุงตามลำดับ ดังนั้นการใช้เกณฑ์ของไก่เนื้อ และเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างอาจไม่สามารถเปรียบเทียบกันได้ นอกจากนี้ Figure 2b แสดงให้เห็นว่า แนวโน้มผลผลิตไข่จะลดลงเมื่อ THI = 76 โดยที่ ณ THI ตั้งแต่ 70 ถึง 75 ผลผลิตไข่ค่อนข้างสม่ำเสมอ จากผลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำมีความสามารถในการทนร้อนได้มากกว่าไก่เนื้อ (Tao and Xin, 2003) อย่างไรก็ตาม การที่ผลผลิตไข่ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงย่อมมีปัจจัยประกอบอื่นอีกเป็นจำนวนมาก เช่น สุขภาพไก่ อาหารและการจัดการซึ่งในงานวิจัยครั้งนี้ไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่นร่วมด้วยซึ่งอาจส่งผลให้ผลการวิเคราะห์มีความคลาดเคลื่อนด้วยเหตุนี้การในงานวิจัยในอนาคตการพิจารณาปัจจัยที่ละเอียดย่อมส่งผลให้รู้ถึงผลกระทบของสภาพแวดล้อมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

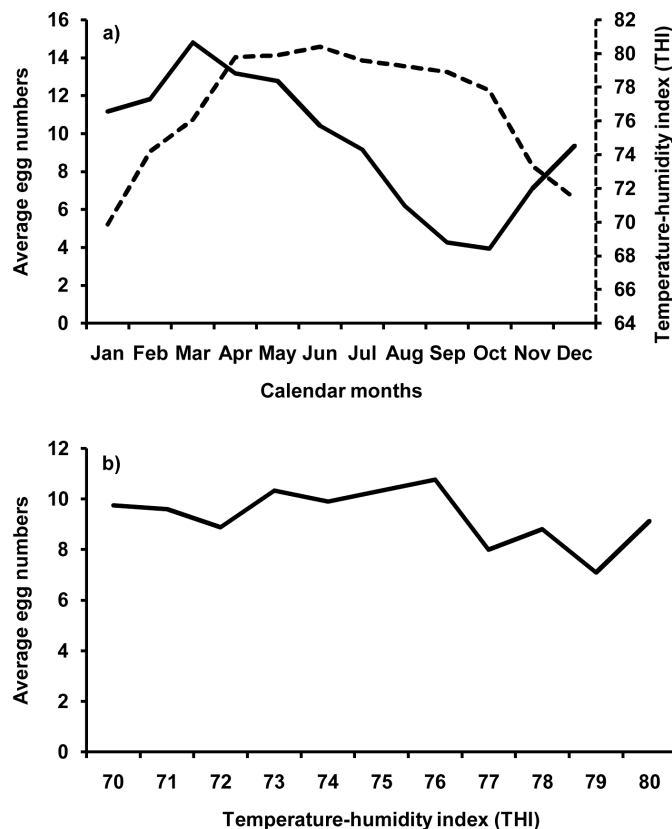


Figure 2 Relationship between average egg numbers and Temperature-humidity index (THI) in Pradu Hang Dam Thai native chicken generation 1-4 across calendar months (a) and average egg numbers across THI (b).

การวิเคราะห์หาโมเดลที่เหมาะสมและประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

เมื่อพิจารณาค่าสถิติใน Table 2 พบว่า ณ THI ที่ระดับ 76 มีค่า negative 2log likelihood (-2logL) ต่ำที่สุด และมีค่า R^2 สูงที่สุด หมายความว่าโมเดลสำหรับการวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะการให้ผลผลิตไข่ร่วมกับค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นสัมพัทธ์ ณ THI ที่ 76 มีความเหมาะสมและแม่นยำมากที่สุด จากผลการศึกษาดังกล่าวสามารถประยุกต์ได้ว่า ณ THI ที่ 76 ไก่ประจําฝูงทางดําจะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อนโดยแสดงออกโดยผลผลิตไข่จะเริ่มลดลง การลดลงของผลผลิตไข่ ณ THI ที่ 76 พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.16 ฟองต่อตัว และหากค่า THI มีค่าเท่ากับ 76 ตลอดทั้งปี (365 วัน) เกษตรกรจะสูญเสียผลผลิตไข่ที่ควรได้ 58.40 ฟองต่อตัวต่อปี สำหรับผลกระทบต่อพันธุกรรมพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตไข่ ณ THI ที่ 76 ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นของการเกิดความเครียด เนื่องจากความร้อนมีค่าเท่ากับ 0.23 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าอัตราพันธุกรรมจากงานวิจัยของ วุฒิไกร และคณะ (2555) ซึ่ง

ประมาณค่าอัตราพันธุกรรมของการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ประจําฝูงดําซึ่งมาจากประชากรเดียวกัน (0.26) กับการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีค่าต่ำกว่านั้นแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของความเครียด เนื่องจากความร้อนส่งผลกระทบต่อพันธุกรรมของลักษณะการให้ไข่สอดคล้องกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ระหว่างลักษณะการให้ผลผลิตไข่กับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน (-0.29) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงข้ามกัน นอกจากนี้ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมถาวรและอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน (-0.60) ซึ่งมีความสัมพันธ์ในลักษณะตรงข้ามกันเช่นกัน แต่สหสัมพันธ์ดังกล่าวมีค่าสูงกว่าสองเท่าของสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะการให้ผลผลิตไข่กับอิทธิพลความเครียดเนื่องจากความร้อน นั้นแสดงให้เห็นว่าอิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนกระทบต่อตัวไก่ในเชิงการให้ผลผลิตไข่ที่แสดงออกมากกว่าอิทธิพลทางพันธุกรรม ดังนั้นการให้ความสำคัญในเรื่องของการจัดการสภาพแวดล้อมย่อมช่วยให้ไก่สามารถแสดงศักยภาพทางพันธุกรรมได้เต็มที่มากยิ่งขึ้น

Table 2 Variance components, heritability, model statistic criteria, and rate of decline of egg production (egg/bird/THI level) in various temperature humidity indexes compared to temperature humidity index threshold of heat stress at 76 (THI 76) using repeatability test-day model.

Parameters ¹	THI70	THI71	THI72	THI73	THI74	THI75	THI76	THI77	THI78	THI79	THI80
Va0	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.03	8.02	8.02	8.02
Va1*100	1.23	1.25	1.27	1.28	1.30	1.33	1.35	1.40	1.49	1.57	1.63
Cova0a1*10	-1.12	-1.09	-1.07	-1.08	-1.04	-1.00	-0.96	-0.91	-0.86	-0.82	-0.80
Vp0	6.22	6.21	6.20	6.18	6.18	6.17	6.13	6.09	6.05	6.02	6.00
Vp1*100	9.44	9.56	9.60	9.78	9.87	10.14	10.25	10.87	11.78	14.22	18.45
Covp0p1*10	-4.58	-4.62	-4.65	-4.68	-4.72	-4.75	-4.76	-4.67	-4.56	-4.42	-4.39
Ve	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98	17.98	18.00	18.02	18.03	18.05
h ²	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.21	0.19
r _g	-0.36	-0.34	-0.33	-0.34	-0.32	-0.31	-0.29	-0.27	-0.25	-0.23	-0.22
r _p	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.60	-0.57	-0.54	-0.48	-0.42
Model statistic criterion ²											
-2logL	82	60	44	29	17	9	0	15	34	56	81
R ²	0.45	0.47	0.49	0.49	0.49	0.53	0.54	0.52	0.46	0.45	0.47
Rate of decline of egg production (egg/bird/THI level)											
α (THI)	0	0	0	0	0	0	-0.16	-0.18	-0.23	-0.24	-0.26

¹ Va0 = additive variance of animal, Va1 = additive variance of heat stress effect, Cova0a1 = Covariance between additive variance of animal and heat stress effect, Vp0 = permanent environmental variance of animal, Vp1 = permanent environmental variance of heat stress effect, Covp0p1 = Covariance between permanent environmental variance of animal and heat stress effect, Ve = residual variance, h² = heritability, r_g = genetic correlation, r_p = permanent environmental correlation.

²-2logL = Deviated negative 2log likelihood (3186), and coefficient of determination (R²)

สรุป

อิทธิพลของความเครียดเนื่องจากความร้อนกระทบต่อการลดลงทั้งในส่วนของการผลิตไข่และพันธุกรรมโดยไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำจะเริ่มมีผลผลิตไข่ลดลงเมื่อ THI เท่ากับ 76 การลดลงของผลผลิตไข่มีค่าเท่ากับ -0.16 ฟองต่อตัวต่อค่า THI ที่เพิ่มขึ้นหลังจาก THI ที่ 76 จากตัวเลขค่า THI ดังกล่าวสามารถนำมาประยุกต์สำหรับการเลี้ยงไก่และการคัดเลือกพันธุ์ไก่พื้นเมืองที่มีความสามารถทางพันธุกรรมให้ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อช่วยให้ผลผลิตไข่ไม่ได้รับผลกระทบต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

- เกรียงไกร โชประการ, วัชรพงษ์ วัฒนกุล, กิตติ วงศ์วิเศษฐ และ วรพงษ์ สุริยจันทร์พรททอง. 2543. ไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมพื้นเมือง: อดีตและปัจจุบัน. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, กรุงเทพฯ.
- ชัยยุทธ ดวงเดือน, มนต์ชัย ดวงจินดา, สุภร กตเวทิน และวรพล เองวานิช. 2550. ผลของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนต่อสมรรถนะการผลิตและการตอบสนองทางสรีรวิทยาไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์สีและไก่เนื้อ. วารสารสัตวแพทย์. 17: 122-133.
- วิรัตน์ สุรพิทยานนท์. 2542. การผลิตสัตว์ปีก. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วุฒิไกร บุญคุ้ม, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบลย์ และ เทวินทร์ วงษ์พระลับ. 2555. การประเมินพันธุกรรมและกราฟพันธุกรรมของการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทย (ประดู่หางดำ) โดยใช้โมเดลวันทดสอบปริมาตรขั้นสูง. เกษตร. 40: 69-78.
- ศุภณนธ์ ตูนีเม, มนต์ชัย ดวงจินดา และสุภร กตเวทิน 2553. การศึกษาความหลากหลายของยีน HSP70 ในไก่พื้นเมืองไทยสายพันธุ์ต่างๆ. น. 71-75. ใน: ประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 6 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ วิฤตหรือโอกาสของปศุสัตว์ไทย 14-15 ตุลาคม คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- อำนาจ เลี้ยวรากรกุล, ดร.ณ ธิ รังสี และชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ. 2553. ผลผลิตไข่และต้นทุนการผลิตลูกของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำสายใหม่ เมื่อเลี้ยงโดยฟาร์มของเกษตรกร. น. 99-103. ใน: ประชุมวิชาการสัตวศาสตร์ ครั้งที่ 6 คาร์บอนฟุตพริ้นท์ วิฤตหรือโอกาสของปศุสัตว์ไทย 14-15 ตุลาคม 2553. คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Aengwanich, W. 2004. Effect of heat stress and ascorbic acid on physiological changes in broilers. PhD thesis, Khon Kaen University, Khon Kaen.
- Al-Fataftah, A. R. A., and Z. H. M. Abu-Dieyeh. 2007. Effect of chronic heat stress on broiler performance in Jordan. Int. J. Poul. Sci. 6: 64-70.
- Altan, Ö., A. Altan, M. Çabuk, and H. Bayraktar. 2000. Effects of heat stress on some blood parameter in broilers. Turk. J. Vet. Anim. Sci. 24: 154-158.
- Anang, A., N. Mielenz, and L. Schuler. 2000. Genetic and phenotypic parameters for monthly egg production in White Leghorn hens. J. Anim. Breed. Genet. 117: 407-415.
- Anang, A., N. Mielenz, and L. Schuler. 2002. Monthly model for genetic evaluation of laying hen II. Random regression. Br. Poult. Sci. 43: 384-390.
- Berman, A. 2008. Increasing heat stress relief produced by coupled coat wetting and forced ventilation. J. Dairy Sci. 91: 4571-4578.
- Bryant, J. R., N. Lopez-Villalobos, J. E. Pryce, C. W. Holmes, D. L. Johnson, and D. J. Garrick. 2007. Environmental sensitivity in New Zealand dairy cattle. J. Dairy Sci. 90: 1538-1547.
- Deng, W., X. F. Dong, J. M. Tong, and Q. Zhang. 2012. The probiotic *Bacillus licheniformis* ameliorates heat stress-induced impairment of egg production, gut morphology, and intestinal mucosal immunity in laying hens. Poult. Sci. 91: 575-582.
- Donoghue, D. J., B. F. Krueger, B. M. Hargis, A. M. Miller, and M. E. El Halawani. 1989. Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens. Biol. Reprod. 41: 419-424.
- Duangjinda, M., I. Misztal, and S. Tsuruta. 2005. BLUPF90-ChickenPAK v 2.5: Users Manual. The University of Georgia and Khon Kaen University.
- Elnagar, S.A., S. E. Scheideler, and M. M. Beck. 2010. Reproductive hormones, hepatic deiodinase messenger ribonucleic acid, and vasoactive intestinal polypeptide-immunoreactive cells in hypothalamus in the heat stress-induced or chemically induced hypothyroid laying hen. Poult. Sci. 89: 2001-2009.
- Ewing, S. A., D. C. Lay, Jr., and E. von Borell. 1999. Farm Animal Well-Being-Stress Physiology, Animal Behavior, and Environmental Design. pp 27-77. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, USA.

- Joshi, P.C., B. Panda, and B. C. Joshi. 1980. Effect of ambient temperature on semen characteristics of White Leghorn male chickens. *Indian Vet. J.* 57: 52-56.
- Madalena, F. E., R. L. Teodoro, A. M. Lemos, J. B. N. Monteiro, and R. T. Barbosa. 1990. Evaluation of strategies for crossbreeding of dairy cattle in Brazil. *J. Dairy Sci.* 73: 1887-1901.
- Mader, T. L., S. M. Holt, G. L. Hahn, M. S. Davis, and D. E. Spiers. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 80: 2373-2382.
- Marcillac-Embertson, N. M., P. H. Robinson, J. G. Fadel, and F. M. Mitloehner. 2009. Effects of shade and sprinklers on performance, behavior, physiology, and the environment of heifers. *J. Dairy Sci.* 92: 506-517.
- Marder, J., and Z. Arad. 1989. Panting and acid-base regulation in heat stressed birds. *Comp. Biochem. Physiol. A Comp. Physiol.* 94: 395-400.
- Mashaly, M. M., G. L. Hendricks, M. A. Kalama, A. E. Gehad, A. O. Abbas, and P. H. Patterson. 2004. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poult. Sci.* 83: 889-894.
- McDaniel, C.D., R. K. Bramwell, J. L. Wilson, and B. Howarth. 1995. Fertility of male and female broiler breeders following exposure to an elevated environmental temperature. *Poult. Sci.* 74: 1029-1038.
- Moore, C. E., J. K. Kay, R. J. Collier, M. J. VanBaale, and L. H. Baumgard. 2005. Effect of supplemental conjugated linoleic acids on heat-stressed Brown Swiss and Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 88: 1732-1740.
- National Oceanic and Atmospheric Administration. 1976. Livestock hot weather stress. US Dept. Commerce, Natl. Weather Serv. Central Reg., Reg. Operations Manual Lett. C-31-76. US Govt. Printing Office, Washington, DC.
- Novero, R. P., M. M. Beck, E. W. Gleaves, A. L. Johnson, and J. A. Deshazer. 1991. Plasma progesterone, luteinizing hormone concentrations, and granulosa cell responsiveness in heat-stressed hens. *Poult. Sci.* 70: 2335-2339.
- Ravagnolo, O., and I. Misztal. 2000. Genetic component of heat stress in dairy cattle, parameter estimation. *J. Dairy Sci.* 83: 2126-2130.
- Rozenboim, I., E. Tako, O. Gal-Garber, J. A. Proudman, and Z. Uni. 2007. The effect of heat stress on ovarian function of laying hens. *Poult. Sci.* 86: 1760-1765.
- Star, L., E. Decuypere, H. K. Parmentier, and B. Kemp. 2008. Effect of single or combined climatic and hygienic stress in four layer lines: 2. Endocrine and oxidative stress responses. *Poult. Sci.* 87: 1031-1038.
- Tao X., and H. Xin. 2003. Temperature-humidity-velocity-index for market size broilers. Nevada, USA: Proceedings of the ASAE Annual International Meeting.
- Weaver Jr., W. D. 2002. Poultry housing. In: Commercial chicken meat and egg production, 5th ed., (Ed. Donald D. Bell and William D. Weaver Jr.). pp. 102-103.