

ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบยีน *cGH* และ *IGF-1* กับน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโตของไก่ไข่มุกอีสาน 2

Association Between *cGH* and *IGF-1* Genotype Patterns and Body Weight and Growth of Khai Mook Esarn 2 Chicken

อนุวัฒน์ จันตามุก บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และ สจี กันหาเรียง*
Anuwat Jandamook, Banyat Laopaiboon and Sajee Kunhareang*

ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002
Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

*Corresponding author: Email: ksajee@kku.ac.th

(Received: 23 August 2019; Accepted: 13 February 2020)

Abstract: Chicken growth hormone (*cGH*) and insulin-like growth factor (*IGF-I*) have a crucial role for regulating of growth in chickens, which improvements of genetic variation of growth might result in an increase of productive performance in chickens. The objective of this study was to investigate genetic variation in *cGH* and *IGF-1* gene and evaluate associations between genotypes of these genes, and body weight and growth traits of Khai Mook Esarn 2 (KME2) chickens. A total of 318 chickens were collected from the 5th generation of KME2. Genetic variation of *cGH* and *IGF-1* genes was genotyped by PCR-RFLP method, and an association analysis was performed by Proc GLM. In the study population, the genotypic frequency of *cGH/EcoRV* by SNP region in Chr.27 (G>A +1705 Intron3) was 0.101 for AA, 0.550 for AG and 0.349 for GG. While the genotype frequency of the *IGF-1/HinfI* by SNP region in Chr.1 (A>C 5'UTR) was 0.160 for AA, 0.591 for AC and 0.248 for CC. The association analysis revealed association between variations of *IGF-1/HinfI* and body weight in KME2. The AC genotypic group had the highest birth weight (41.39 ± 0.44 g) compared to those in the AA (39.70 ± 0.51 g) and CC (40.49 ± 0.29 g) ($P < 0.05$). In addition, the AC genotype tended to have the highest body weight at 10 weeks ($P < 0.1$), but there was no association between *IGF-1/HinfI* genotypes and the average daily gain at 4 weeks, breast width and breast circumference. Meanwhile, there was no association among genotypes of *cGH/EcoRV* and body weight, average daily gain, breast width and breast circumference ($P > 0.05$) of KME2. These findings suggested that variation in *IGF-1/HinfI* could potentially be useful as genetic marker for improving body weight of KME2 chickens.

Keywords: Genetic marker, birth weight, growth performance

บทคัดย่อ: ฮอร์โมนการเจริญเติบโตในไก่ (chicken growth hormone, cGH) และฮอร์โมน insulin-like growth factor (IGF-I) มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ร่างกายที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตในไก่ การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ตรวจสอบรูปแบบของยีน cGH และ IGF-1 และความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนต่อน้ำหนักตัวและลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ช่วงวันที่ 5 จำนวน 318 ตัวอย่าง หาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน cGH และ IGF-1 โดยใช้เทคนิค PCR-RFLP วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Proc GLM ผลการศึกษาพบประชากรที่ศึกษาที่มีความถี่จีโนไทป์ของยีน cGH/EcoRV ตำแหน่ง SNP ใน Chr.27 (G>A +1705 Intron3) คือ 0.101 สำหรับ AA, 0.550 สำหรับ AG และ 0.349 สำหรับ GG ขณะที่ความถี่จีโนไทป์ของยีน IGF-1/HinfI ตำแหน่ง SNP ใน Chr.1 (A>C 5'UTR) คือ 0.160 สำหรับ AA, 0.591 สำหรับ AC และ 0.248 สำหรับ CC การวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบว่าความสัมพันธ์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-1/HinfI กับน้ำหนักตัวในไก่ไข่มุกอีสาน 2 กลุ่มไก่ที่มีจีโนไทป์ AC มีน้ำหนักแรกเกิดเฉลี่ยสูงสุด (41.39 ± 0.44 กรัม) เมื่อเทียบในกลุ่มจีโนไทป์ AA (39.70 ± 0.51 กรัม) และ CC (40.49 ± 0.29 กรัม) ($P < 0.05$) นอกจากนี้จีโนไทป์ AC มีแนวโน้มที่จะมีน้ำหนักตัวสูงสุดที่ 10 สัปดาห์ ($P < 0.1$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ของยีน IGF-1/HinfI กับอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่ 4 สัปดาห์, ความกว้างอก และรอบอก ในขณะที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ของยีน cGH/EcoRV กับน้ำหนักตัว, อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันที่ 4 สัปดาห์, ความกว้างอก และรอบอก ($P > 0.05$) ของไก่ไข่มุกอีสาน 2 การค้นพบเหล่านี้ชี้ให้เห็นว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน IGF-1/HinfI น่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงน้ำหนักตัวของไก่ไข่มุกอีสาน 2 ต่อไป

คำสำคัญ: เครื่องหมายพันธุกรรม น้ำหนักแรกเกิด ประสิทธิภาพการเติบโต

คำนำ

ไก่พื้นเมืองเป็นไก่ที่นิยมบริโภคอย่างมากในประเทศไทย และเป็นที่ต้องการของตลาด โดยทั่วไปไก่พื้นเมือง มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ที่อายุ 16 สัปดาห์ มีน้ำหนักประมาณ 1.6 กิโลกรัม (Na Rungsri *et al.*, 2007) ส่งผลให้เกษตรกรต้องเพิ่มต้นทุนด้านอาหารยารักษาโรค และใช้เวลานานในการเลี้ยงเพื่อขาย จึงยังเป็นข้อจำกัดในการพัฒนาการเลี้ยงไก่พันธุ์พื้นเมืองในเชิงธุรกิจ ทั้งนี้เพราะไก่พื้นเมืองมีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ ซึ่งเป็นข้อจำกัดในด้านผลผลิตที่สำคัญของไก่พื้นเมือง (Peawong *et al.*, 2010) เพื่อพัฒนาศักยภาพทางพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองไทยให้มีอัตราการเจริญเติบโตที่มีระยะเวลาส่งขายตลาดที่สั้นลง ศูนย์เครือข่ายวิจัยและการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) จึงมีการพัฒนาพันธุ์ไก่ไทยคือ ไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 ที่มีระดับสายเลือดไก่พันธุ์พื้นเมือง 50% และไก่กึ่งไข่กึ่งเนื้อเชิงการค้า 50% พบว่า ไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 มีลักษณะการเจริญเติบโตที่มีน้ำหนักเมื่อให้ไข่ฟองแรกเฉลี่ย 2,124 กรัม น้ำหนักไข่ฟองแรก 38 กรัม ไข่สะสม 365 วัน จำนวน

ไข่ 200 ฟอง สามารถเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดและสามารถกินอาหารตามธรรมชาติได้ โดยลักษณะภายนอกของไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 มีขนสีขาว และแข้งสีเหลือง (Laopaiboon, 2018) สามารถเลี้ยงในโรงเรือนระบบเปิดและกินอาหารตามธรรมชาติได้ ลักษณะภายนอกของไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 มีขนสีขาว และแข้งสีเหลืองจึงมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นแม่พันธุ์เพื่อผลิตไก่ลูกผสมที่มีระดับสายเลือดไก่พื้นเมือง 25% (Nguyen *et al.*, 2015)

การพัฒนาพันธุ์ไก่ไข่มุกอีสาน 2 ศูนย์เครือข่ายวิจัยและการพัฒนาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ได้เห็นความสำคัญในการใช้ประโยชน์แม่พันธุ์ไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 มีการพัฒนาพันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสมขึ้น จากการนำแม่พันธุ์ไก่ไข่มุกอีสานเคเคยู 50 ผสมพันธุ์กับพ่อพันธุ์ไก่เนื้อเชิงการค้า จากนั้นคัดเลือกและผสมภายในรุ่น (Inter se) ปัจจุบันเรียกไก่พื้นเมืองลูกผสมนี้ว่า “ไก่ไข่มุกอีสาน 2” ไก่ไข่มุกอีสาน 2 มีระดับสายเลือดไก่พื้นเมือง 25% และไก่เชิงการค้า 75% มีลักษณะเด่นคือ มีกรดยูริคต่ำเพียง 1.91 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าไก่เนื้อทางการค้า เหมาะสำหรับการทำไก่ย่างหรือไก่ทอด (Laopaiboon, 2018) และมีอัตราการ

เจริญเติบโตที่ดีหากเลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อทางการค้าจะมีน้ำหนักเมื่ออายุ 10 สัปดาห์ 2677.69 ± 288.48 กรัม (Nguyen *et al.*, 2015) อีกทั้งอุตสาหกรรมการผลิตไก่พื้นเมืองลูกผสมในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ (Jaturasitha *et al.*, 2008) ดังนั้น ไก่ไข่มุกอีสาน 2 จึงมีโอกาสนในการพัฒนาพันธุ์สู่การเลี้ยงไก่พื้นเมืองลูกผสมในเชิงธุรกิจ การปรับปรุงพันธุ์มีเป้าหมายเพื่อพัฒนาเป็นไก่พ่อแม่พันธุ์เพื่อผลิตไก่พื้นเมืองลูกผสมในอนาคต มุ่งเน้นการพัฒนาลักษณะการเจริญเติบโตให้สูงขึ้น

ด้วยเหตุนี้การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ไก่ไข่มุกอีสาน 2 ให้มีการเจริญเติบโตที่สูงขึ้นจำเป็นต้องมีความแม่นยำการใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลเพื่อช่วยในการคัดเลือกและเพิ่มความแม่นยำมากขึ้น (Dekkers, 2004) จากการตรวจเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า ยีนที่มีความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโต ประกอบด้วย ยีน growth hormone (GH) ทำหน้าที่กระตุ้นให้สัตว์มีการเจริญเติบโตและมีความสำคัญต่อการสร้างกระดูก รวมทั้งการสะสมของไขมันในช่องท้องของไก่ (Yan *et al.*, 2003) และยังพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน cGH มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Nie *et al.*, 2005; Nguyen *et al.*, 2005) ยีน insulin-like growth factors (IGF-I) มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อรวมไปถึงเซลล์กล้ามเนื้อ กระดูก และกระดูกอ่อน อีกทั้งยังพบว่าน้ำหนักไขมันในช่องท้องของไก่ยังได้รับอิทธิพลมาจากความแตกต่างของรูปแบบยีน IGF-I (Zhou *et al.*, 2005) ในไก่สายพันธุ์สังเคราะห์มีรายงานพบรูปแบบของยีน IGF-1 มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแรกเกิดและน้ำหนักตัว (Promwatee *et al.*, 2013) ดังนั้นการใช้ยีนเครื่องหมายทางพันธุกรรม (genetic marker) เข้ามาช่วยในการคัดเลือก เป็นการให้ความสำคัญกับอิทธิพลของยีนและการเข้าคู่กันของอัลลีลของยีนในแต่ละตำแหน่งที่คาดว่าจะมีอิทธิพลต่อลักษณะที่สนใจและจะทำให้การคัดเลือกมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น (Li and Li, 2006)

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษารูปแบบของยีน cGH และ IGF-1 ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ช่วงวันที่ 5 และศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน cGH

และ IGF-1 กับลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ไข่มุกอีสาน 2 เพื่อใช้เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมในการคัดเลือกไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะการเจริญเติบโตที่ดีในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

สัตว์ทดลอง

ไก่ไข่มุกอีสาน 2 ช่วงวันที่ 5 (G5) ทั้งหมด 318 ตัว เพศผู้ 168 ตัว เพศเมีย 150 ตัว โดยแยกเลี้ยงเป็นชุดพักแบ่งออกเป็น 12 ชุดพัก แต่ละชุดพักมีระยะห่างกัน 1 สัปดาห์ เลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบเปิดขนาดคอกย่อย 1.5×3.0 เมตร เลี้ยง 6 ตัวต่อ 1 ตารางเมตร ให้อาหารไก่ไข่ทางการค้าตลอดระยะเวลาการเลี้ยง ตั้งแต่อายุ 0-10 สัปดาห์ โดยไก่ไข่มุกอีสาน 2 อายุ 0-4 สัปดาห์ ใช้อาหารไก่ไข่ระยะกกไก่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 19% มีปริมาณพลังงาน 2,970 kcal ME/kg และเมื่ออายุ 5-10 สัปดาห์ ใช้อาหารไก่ไข่ระยะไก่อุ่น มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 15% มีปริมาณพลังงาน 2,900 kcal ME/kg เลี้ยงในพื้นที่โรงเรือนของศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต ได้แก่ ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวที่ 4 และ 10 สัปดาห์, วัดความกว้างของหน้าอกจากโคมี่ชีวิต โดยใช้เวอร์เนีย มาตรฐาน 150 มิลลิเมตร และวัดรอบอกที่ 10 สัปดาห์ โดยใช้สายวัดตัวความยาว 150 เซนติเมตร วัดบริเวณรอบอกไก่เหนือกระดูกอก (keel bone) 3 เซนติเมตรในท่านอนหงาย, อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน 0-4, 0-10 และ 4-10 สัปดาห์

การเก็บตัวอย่างและสกัดดีเอ็นเอ

เก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณใต้ปีกของไก่ไข่มุกอีสาน 2 จำนวน 318 ตัวอย่าง ทั้งประชากรของสัตว์ที่เลี้ยง เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดทดลองขนาด 1.5 ml ที่มีสาร 0.5M EDTA ปริมาณ 100 μ l เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นล้างเซลล์ทั้งหมด ด้วย 0.9% NaCl เซลล์เม็ดเลือดที่ได้จะถูกนำไปสกัดดีเอ็นเอต่อไปตามวิธีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางสัตว์ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัย

ขอนแก่น มีขั้นตอนโดยสรุป คือ แบ่งตัวอย่างเลือด ปริมาณ 30 ml ใส่หลอดทดลอง ขนาด 1.5 ml ล้างด้วย น้ำเกลือ 0.9% NaCl ปริมาตร 1,000 ml จากนั้นนำมาปั่น เหวี่ยง 3,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทส่วนที่เป็น ของเหลวทิ้ง แล้วเติม 5M Guanidine HCl ปริมาตร 625 ml, 20% SDS ปริมาตร 70 ml, 7.5M Na-acetate ปริมาตร 50 ml และ 1% Proteinase K (1mg/ml) ปริมาตร 25 ml ผสมให้สารเข้ากันดี นำไปปั่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3-6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่น เหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ดูด สารละลาย ส่วนใสใส่หลอดใหม่ เติม absolute isopropanol ปริมาตร 600 ml กลับหลอดไปมา เพื่อให้ สารเข้ากันดี นำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 75% Ethanol ปริมาตร 500 ml นำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เท ส่วนใสทิ้ง (ล้างตะกอนดีเอ็นเอ ซ้ำอีกครั้ง) ผึ่งตะกอนดี เอ็นเอในหลอดทดลองทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที จากนั้นเติม TE buffer ปริมาตร 20 ml นำไปอุ่น ใน water bath หรือ heat block ที่อุณหภูมิ 37 องศา เซลเซียส นาน 3-6 ชั่วโมง เพื่อละลายตะกอนดีเอ็นเอ จากนั้นตรวจสอบความเข้มข้นและคุณภาพดีเอ็นเอด้วย เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ด้วยเทคนิค PCR-RFLP

ดีเอ็นเอที่สกัดได้ถูกนำไปเพิ่มชิ้นส่วนยีนโดยใช้ เทคนิค polymerase chain reaction (PCR) ในแต่ละ ปฏิกริยา PCR ประกอบด้วยดีเอ็นเอต้นแบบ (DNA template) ที่มีความเข้มข้น 50 ng/ μ l ปริมาตร 1 μ l, 10X PCR-buffer ปริมาตร 1 μ l, $MgCl_2$ ปริมาตร 0.8 μ l, dNTPs (1.0 mM/each) ปริมาตร 1 μ l, primer forward

และ primer reverse (Table 1) อย่างละปริมาตร 1 μ l, Taq DNA Polymerase ปริมาตร 0.1 μ l และปรับปริมาตร ด้วย sterile water ให้มีปริมาตรรวมทั้งสิ้น 10 μ l โดยมี วงรอบการทำ PCR ดังนี้ initial denaturation ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำปฏิกริยา 30 รอบ ดังนี้ denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที annealing (AT) ที่อุณหภูมิแตกต่างกัน (Table 1) เป็นเวลา 30 วินาที extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 วินาที และ extension ที่ อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 นาที หลังจาก สิ้นสุดปฏิกริยาการเพิ่มชิ้นส่วนยีนตรวจสอบชิ้นส่วนยีน ด้วย 2% agarose gel จากนั้นนำผลของ PCR ไปตัดด้วย ด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (Table 1) ตรวจรูปแบบจีโนไทป์ ด้วย 2% agarose gel บันทึกภาพแถบ DNA ที่เกิดขึ้น ภายใตแสงอัลตราไวโอเลต

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS V.6.02 (SAS, 1998) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจริงจากฟาร์ม (field data) จึงต้องตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล น้ำหนักแรกเกิด, 4 และ 10 สัปดาห์ ความกว้างอก และ รอบอกที่ 10 สัปดาห์ หากมีข้อมูลกระจายตัวที่ผิดปกติ พิจารณาตัดข้อมูลออกก่อนนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอน ต่อไปด้วยคำสั่ง PROC UNIVARIATE จากนั้นจึงจะนำ ข้อมูลไปวิเคราะห์โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล โดยใช้ คำสั่ง proc frequency หากความถี่ของรูปแบบจีโนไทป์ ไม่ถึง 4 เปอร์เซนต์ของฝูงถูกตัดออกจากการศึกษา
2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโน ไทป์ต่อลักษณะการเจริญเติบโต โดยใช้ Proc GLM เพื่อ วิเคราะห์อิทธิพลของรูปแบบของยีน ต่อลักษณะ

Table 1. PCR primers and PCR-RFLP conditions to detect genetic variation of *cGH* and *IGF-1* gene

Gene/ enzyme	Sequence (5' to 3')	Ta (°C)	PCR-RFLP size (bp)	PCR size (bp)	References
<i>cGH/EcoRV</i>	F: 5'TCCCAGGCTGCGTTTTGTTACTC3'	66	296/133	429	Nie <i>et al.</i> , (2005)
Chr.27 G>A +1705 Intron3	R: 5'ACGGGGGTGAGCCAGGACTG3'				
<i>IGF-1/Hinfl</i>	F: 5'CATTGCGCAGGCTCTATCTG3'	60	378/244/191	813	Zhou <i>et al.</i> , (2005)
Chr.1 A>C 5'UTR	R: 5'TCAAGAGAAGCCCTTCAAGC3'				

การเจริญเติบโตได้แก่ น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักที่อายุ 4 และ 10 สัปดาห์ ความกว้างหน้าอก และขนาดรอบอก ที่อายุ 10 สัปดาห์ และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี least significant difference โดยใช้โปรแกรม SAS V.6.02 (SAS, 1998) มีหุ่นจำลองทางสถิติคือ $y_{ijk} = \mu + G_i + S_j + H_k + e_{ijk}$ เมื่อ y_{ijk} = ค่าสังเกต (น้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักที่อายุ 4 และ 10 สัปดาห์, ความกว้างหน้าอก และขนาดรอบอก ที่อายุ 10 สัปดาห์, อัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่ 0-4, 0-10 และ 4-10 สัปดาห์), μ = overall mean, G_i = อิทธิพลของจีโนไทป์ของยีน cGH และ IGF-1, S_j = (เพศผู้ 168 ตัว เพศเมีย 150 ตัว), H_k = อิทธิพลเนื่องจากชุดฟัก (12 ชุดฟัก ชุดที่ 1-12 มีเพศผู้ = 18, 8, 16, 16, 6, 17, 17, 19, 20, 8, 8, และ 15 ตัวตามลำดับ และเพศเมีย = 19, 16, 14, 16, 5, 10, 13, 20, 11, 1, 10, 15 ตัว ตามลำดับ), e_{ijk} = ความคลาดเคลื่อน

ผลการทดลองและวิจารณ์

ค่าเฉลี่ยของลักษณะการเจริญเติบโต

จากการศึกษาพบว่าไก่ไข่มุกอีสาน 2 ช่วงวันที่ 5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว (body weight, BW), อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily gain, ADG)

ความกว้างหน้าอก (breast width, BrW) และ ขนาดรอบอก (breast circumference, BrC) ในไก่เพศผู้ 168 ตัว และไก่เพศเมีย 150 ตัว ดังแสดงใน (Table 2)

ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล

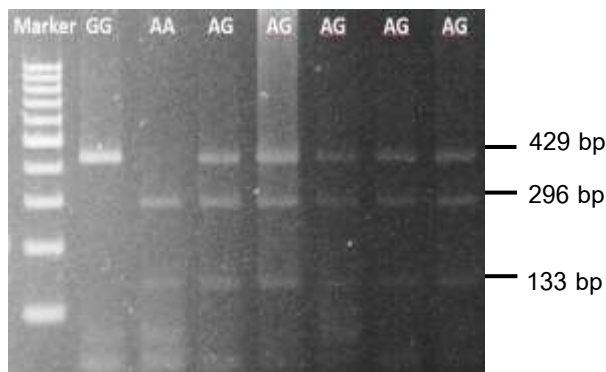
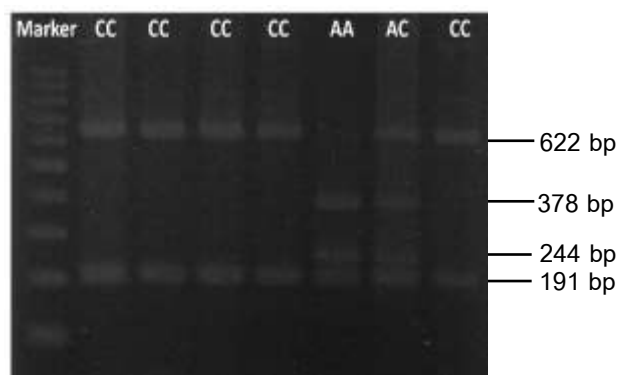
ผลการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน cGH ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.27 (G>A +1705 Intron3) และ IGF-1 ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.1 (A>C 5'UTR) พบความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ 3 รูปแบบ ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 โดยรูปแบบจีโนไทป์และขนาดของชิ้นส่วนยีนแสดงใน (Figure 1 and 2) ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน cGH และ IGF-1 แสดงใน (Table 3) เมื่อพิจารณาความถี่อัลลีลของยีน cGH พบอัลลีล G มากกว่าอัลลีล A ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 คิดเป็นร้อยละ 62.4 มีความสอดคล้องกับการรายงานพบอัลลีล G มีความถี่สูงถึง 86 เปอร์เซ็นต์ ในไก่ลูกผสมรุ่น F2 (White Recessive Rock และ Xinghua) ที่เน้นให้ผลผลิตเนื้อ (Nie et al., 2005) และเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับการศึกษาในไก่พื้นเมืองลูกผสม (PS boiler และ ไก่ไข่มุกอีสาน) พบอัลลีล G มีความถี่สูงกว่า 54 เปอร์เซ็นต์ (Buasook et al., 2014; Nguyen et al., 2015) ผลการศึกษาดังกล่าวนี้แสดงให้เห็นว่าอัลลีล G มีโอกาสจะพบในไก่กลุ่มเน้นให้ผลผลิตเนื้อ

Table 2. Descriptive statistics of data used in gene association study in Khai Mook Esarn 2 chickens

Traits	Male (n=168)				Female (n=150)			
	Mean	SD	Min	Max	Mean	SD	Min	Max
BW 0 (g/d)	40.69	3.12	34	50	40.19	3.58	28	50
BW 4 (g/d)	440.71	70.52	220	690	400.76	73.87	200	610
BW 10 (g/d)	1,961.89	235.06	1,300	2,650	1,638.49	197.66	1,060	2,200
ADG 0-4 (g/d)	14.39	2.42	6.54	22.86	12.47	2.83	5.61	20.07
ADG 4-10 (g/d)	35.99	5.11	21.90	51.19	29.50	4.46	16.43	42.62
ADG 0-10 (g/d)	27.35	3.44	18.04	37.24	22.69	2.85	14.57	30.79
BrW (cm)	7.12	0.57	5.4	9.1	6.73	0.50	5.2	8.3
BrC (cm)	29.07	1.90	22.8	33.7	27.86	1.73	21.1	33.4

BW, body weight (at hatching 0, 4, and 10 weeks of age); ADG, average daily gain (during 0 to 4, 0 to 10, and 4 to 10 weeks of age); BrW, Breast width at 10 weeks of age; BrC, Breast circumference at 10 weeks of age

The number in () = number of sample

Figure 1. RFLP patterns of *cGH/EcoRV*Figure 2. RFLP patterns of *IGF-1/HinfI*

ยีน *IGF-1* จากการศึกษาในครั้งนี้พบอัลลีล C มีความถี่สูงกว่าอัลลีล A ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Preecha *et al.* (2017) ที่ศึกษาในไก่ไข่เล็กรุ่นขาว และไก่ไข่โรดไอแลนด์เรด ในยีน *IGF-1* พบอัลลีล C มากกว่าอัลลีล A แต่อย่างไรก็ตามจากการรายงานของ Nguyen *et al.* (2015) มีการศึกษายีน *IGF-1* ในไก่ Thai broiler ที่มีระดับสายเลือดไก่พื้นเมือง 25 เปอร์เซ็นต์ พบอัลลีล A มากกว่าอัลลีล C ข้อมูลในเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าอัลลีล A มีการตรวจพบได้ในกลุ่มไก่เน้นให้ผลผลิตเนื้อ และอัลลีล C มีโอกาสตรวจพบในกลุ่มไก่ที่เน้นให้ผลผลิตไข่

ผลการตรวจสอบสมมติฐานความถี่ของยีนในประชากรด้วยวิธี chi-square test แสดงใน (Table 3) พบว่ายีน *cGH* และ *IGF-1* ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ความถี่ยีนไม่อยู่ในสมดุลตามกฎของ Hardy-Weinberg เนื่องจากไก่ไข่มุกอีสาน 2 ถูกคัดเลือกลักษณะการเจริญเติบโต โดยคัดจากลักษณะปรากฏ (phenotype) มาทั้งหมด 4 ช่วง เป็นประชากรกลุ่มพ่อแม่พันธุ์ภายในฝูงมีการผสมแบบ

inter se เพื่อรักษาความดั้งเดิมของสายพันธุ์ และขนาดของประชากรมีขนาดเล็ก (Preecha *et al.*, 2017) จึงอาจส่งผลกระทบต่อความถี่ยีนอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความถี่ยีน *cGH* และ *IGF-1* ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ไม่อยู่ในสมดุลตามกฎ Hardy-Weinberg

ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *cGH* และ *IGF-1* ต่อน้ำหนักตัว และลักษณะการเจริญเติบโต

ผลการวิเคราะห์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.27 (G>A +1705 Intron3) ในกลุ่มไก่ไข่มุกอีสาน 2 ครั้งนี้ ไม่พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* กับน้ำหนักตัวและลักษณะการเจริญเติบโต (Table 4) แต่ยังคงพบมีรายงานความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *cGH* ต่อน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในไก่เนื้อไทย (ไก่พื้นเมืองลูกผสมที่ระดับเลือด 25% พื้นเมือง) (Nguyen *et al.* 2015) รวมถึงพบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH*

Table 3. Allele and genotype frequency of *cGH/EcoRV* and *IGF-1/HinfI* in Khai Mook Esarn 2 chickens

Gene	N	Genotype frequency			Allele frequency		χ^2
<i>cGH</i>		AA	AG	GG	A	G	
	318	0.101(32)	0.550(175)	0.349(111)	0.376	0.624	9.52
<i>IGF-1</i>		AA	AC	CC	A	C	
	318	0.160(51)	0.591(188)	0.248(79)	0.456	0.544	11.68

cGH, chicken growth hormone gene; *IGF-I*, insulin-like growth factor-I gene

χ^2 (1,0.05) = 3.841

Table 4. Association between variation of *cGH/EcoRV* and growth trait in Khai Mook Esarn 2 Chickens

Growth traits	<i>cGH</i>			<i>P</i> -value
	AA (n=32)	AG (n=174)	GG (n=112)	
BW0 (g)	40.63 ± 0.57	40.58 ± 0.27	40.02 ± 0.33	0.622
BW4 (g)	431.61 ± 13.32	416.75 ± 6.29	404.66 ± 7.82	0.121
BW10 (g)	1,780.38 ± 39.05	1,789.62 ± 18.44	1,781.25 ± 22.93	0.593
ADG 0-4 (g/d)	13.96 ± 0.47	13.43 ± 0.22	13.02 ± 0.28	0.094
ADG 0-10 (g/d)	24.85 ± 0.56	24.98 ± 0.26	24.87 ± 0.33	0.783
ADG 4-10 (g/d)	32.11 ± 0.84	32.69 ± 0.40	32.78 ± 0.50	0.770
BrW (cm)	6.85 ± 0.10	6.91 ± 0.05	6.94 ± 0.06	0.840
BrC (cm)	28.41 ± 0.32	28.50 ± 0.15	28.16 ± 0.20	0.212

cGH, chicken growth hormone gene; BW, body weight (at hatching 0, 4, and 10 weeks of age); ADG, average daily gain (during 0 to 4, 0 to 10, and 4 to 10 weeks of age); BrW, Breast width at 10 weeks of age; BrC, Breast circumference at 10 weeks of age,

The number in () = number of sample

ต่อน้ำหนักตัวไก่ และอัตราการเจริญเติบโตในไก่พื้นเมืองจีนพันธุ์ Taihe Silkies (Nie *et al.*, 2005) และความกว้างอกในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ซี (Promwatee *et al.*, 2011) แสดงให้เห็นในกลุ่มประชากรไก่ที่ผ่านการคัดเลือกและพัฒนาพันธุ์จากแหล่งที่แตกต่างกัน ยังคงมีความหลากหลายของยีน *cGH* และอิทธิพลของยีนมีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโตในไก่ ทั้งนี้ *cGH* ถือว่าเป็นยีนที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโต รวมไปถึงเมตาบอลิซึมของร่างกาย เนื่องจากยีน *cGH* มีผลโดยตรงต่อเซลล์เป้าหมายในกระบวนการผลิตฮอร์โมน GH ซึ่งฮอร์โมน GH จะส่งสัญญาณทำงานไปยังเซลล์เป้าหมายตัวรับสัญญาณหลายชนิด ที่เรียกว่า Growth hormone receptor (GHR) เช่น ตับ เนื้อเยื่อในระบบน้ำเหลือง เซลล์เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ไขมันบลาสท์ และกระดูกอ่อน ทำให้

เซลล์เหล่านี้เกิดการเจริญเติบโต (Kansaku *et al.*, 2008) รวมทั้งจากบทบาทของยีน *cGH* ที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตในสัตว์ปีก (Nie *et al.*, 2005) แม้การศึกษาครั้งนี้จะไม่พบความสัมพันธ์ของยีน *cGH* กับลักษณะที่ศึกษา แต่การศึกษอิทธิพลของยีน *cGH* เพื่อการพัฒนาพันธุ์กรรมของลักษณะการเจริญเติบโตมีความเป็นไปได้และยังน่าสนใจในกลุ่มประชากรไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสมอื่น

สำหรับผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF-1* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.1 (A>C 5'UTR) พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF-1* ต่อดัชนีน้ำหนักตัว (body weight) ของลูกไก่แรกเกิดในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ดังแสดงใน (Table 5) โดยกลุ่มไก่ศึกษาที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AC มี

Table 5. Association between variation of *IGF-1/HinfI* and growth trait in Khai Mook Esarn 2 Chickens

Growth traits	IGF-1			P-value
	AA (n=50)	AC (n=187)	CC (n=81)	
BW0 (g)	39.70 ± 0.51 ^a	41.39 ± 0.44 ^b	40.49 ± 0.29 ^{ab}	0.046
BW4 (g)	422.26 ± 10.91	419.93 ± 6.65	410.82 ± 9.26	0.540
BW10 (g)	1,793.64 ± 32.01	1,807.59 ± 19.49	1,750.02 ± 27.14	0.083
ADG 0-4 (g/d)	13.66 ± 0.39	13.55 ± 0.23	13.21 ± 0.33	0.576
ADG 0-10 (g/d)	25.05 ± 0.45	25.24 ± 0.28	24.41 ± 0.39	0.793
ADG 4-10 (g/d)	32.65 ± 0.69	33.04 ± 0.42	31.89 ± 0.59	0.151
BrW (cm)	6.94 ± 0.08	6.93 ± 0.05	6.84 ± 0.07	0.411
BrC (cm)	28.25 ± 0.27	28.61 ± 0.16	28.20 ± 0.23	0.168

IGF-I, insulin-like growth factor-I gene; BW, body weight (at hatching 0, 4, and 10 weeks of age); ADG, average daily gain (during 0 to 4, 0 to 10, and 4 to 10 weeks of age); BrW, Breast width at 10 weeks of age; BrC, Breast circumference at 10 weeks of age.

^{a,b} means within a row with no common superscript are different significant ($P < 0.05$), The number in () = number of sample

ความสัมพันธ์กับน้ำหนักแรกเกิด สูงกว่ารูปแบบจีโนไทป์ AA แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน ความกว้างอก และขนาดรอบอก จากความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ AC กับลักษณะน้ำหนักตัวที่พบสูงนี้ อาจเป็นไปได้ว่ามีผลมาจากอิทธิพลของ Heterotic effect ที่ ยีน มีสภาพของจีโนไทป์ เป็นแบบ heterozygous (Baranwal *et al.*, 2012) จะส่งเสริมให้ลูกมีลักษณะดีเด่นกว่าพ่อแม่ อย่างไรก็ตามมีรายงานอิทธิพลของน้ำหนักแรกเกิดมีผลต่อน้ำหนักตัวในไก่เนื้อทางการค้า โดยลูกไก่ที่มีน้ำหนักตัวสูงกว่าจะส่งผลให้ไก่เนื้อมีน้ำหนักตัวที่สูงขึ้นเมื่อถึงอายุ 43 วัน (Patbandha *et al.*, 2017) รวมกับมีรายงานว่าลูกไก่ที่มีน้ำหนักตัวสูงจะส่งผลให้มีอัตราการเลี้ยงรอดที่สูงขึ้น (Tarachai, 2017) ซึ่งจะเป็นการลดการสูญเสียของลูกไก่ในระยะแรกของการเลี้ยงได้นอกจากนี้ผลการศึกษายังพบรูปแบบจีโนไทป์ AC ของยีน *IGF-1* มีความน่าจะเป็นที่จะมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเมื่อไก่อายุ 10 สัปดาห์ ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ($P < 0.1$) ร่วมกับการรายงานของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF-1* มีความสัมพันธ์กับอัตราการเจริญเติบโต (Amills *et al.*, 2003) และการเพิ่มน้ำหนักที่อายุ 2 สัปดาห์ (Nguyen *et al.*, 2015) ผลการศึกษานี้ยังมีความน่าสนใจในการพัฒนารูปแบบยีน *IGF-1* เพื่อการปรับปรุงน้ำหนักตัวในกลุ่มประชากรไก่ไข่มุกอีสาน 2 ต่อไป

อิทธิพลเนื่องจากเพศ (Gender) ที่มีผลต่อน้ำหนักตัว และลักษณะการเจริญเติบโต

ผลวิเคราะห์อิทธิพลร่วมของเพศ พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโตในไก่ไข่มุกอีสาน 2 แสดงใน (Table 6) โดยเพศผู้จะมีค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวที่อายุ 4 และ 10 สัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในช่วงอายุ 0-4, 4-10 และ 0-10 สัปดาห์ ความกว้างอก และรอบอกที่ 10 สัปดาห์ สูงกว่าเพศเมีย ($P < 0.01$) สอดคล้องกับรายงานในไก่ลูกผสมที่มีระดับเลือดไก่พื้นเมือง 25, 50 และ 75 เปอร์เซนต์ พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัวไก่ โดยเพศผู้จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าเพศเมียเมื่ออายุเท่ากัน (Buasook *et al.*, 2014) และในไก่ลูกผสมระหว่างไก่ Fayoumi x Naked neck และ Rhode Island Red x Local Netch พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวไก่เพศผู้สูงกว่าในไก่เพศเมีย เมื่ออายุ 4 สัปดาห์ขึ้นไป (Bekele *et al.*, 2010) เช่นเดียวกับการรายงานไก่เนื้อสายพันธุ์ทางการค้าที่ลูกผสมเพศผู้มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าเพศเมีย (Lopez *et al.*, 2011) ผลจากการศึกษานี้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยไก่ไข่มุกอีสาน 2 เพศผู้จะมีอัตราการเจริญเติบโตที่เร็วกว่าเพศเมียเมื่ออายุ 4 สัปดาห์ขึ้นไป และการวิจัยครั้งนี้ใช้ลูกไก่ไข่มุกอีสาน 2 เลี้ยงแบบคละเพศลูกไก่อายุ 1 วัน เนื่องจากอายุ 1 วัน การแยกเพศลูกไก่ด้วยลักษณะสีขนภายนอกไม่

Table 6. Effect of gender on body weight, average daily gain, breast width and breast circumference in Khai Mook Esarn 2 Chickens

Traits	Male (n=168)	Female (n=150)	P-value
BW0 (g)	40.80 ± 0.39	40.44 ± 0.42	0.337
BW4 (g)	433.37 ± 8.30 ^a	385.09 ± 9.20 ^b	<.0001
BW10 (g)	1,894.16 ± 22.49 ^a	1,576.38 ± 24.82 ^b	<.0001
BrW (cm)	7.04 ± 0.05 ^a	6.70 ± 0.06 ^b	<.0001
BrC (cm)	28.52 ± 0.27 ^a	27.63 ± 0.30 ^b	0.0015
ADG0-4 (g/day)	14.04 ± 0.31 ^a	12.32 ± 0.33 ^b	<.0001
ADG4-10 (g/day)	34.76 ± 0.48 ^a	28.43 ± 0.54 ^b	<.0001
ADG0-10 (g/day)	26.51 ± 0.33 ^a	22.02 ± 0.36 ^b	<.0001

BW, body weight (at hatching 0, 4, and 10 weeks of age); ADG, average daily gain (during 0 to 4, 0 to 10, and 4 to 10 weeks of age); BrW, Breast width at 10 weeks of age; BrC, Breast circumference at 10 weeks of age. ^{a,b} means within a row with no common superscript are different significant ($P<0.05$)

สามารถทำได้ หากต้องการควบคุมอิทธิพลของเพศควรพิจารณาวิธีการแยกเพศลูกไก่ที่อายุ 1 วัน และเลี้ยงแบบแยกเพศ อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาด้านการจัดการเลี้ยง ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าเมื่อลูกไก่อายุ 4 สัปดาห์ หากสามารถแยกเพศได้ ควรพิจารณาแบบแยกเพศ เพื่อจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้ลูกไก่แต่ละเพศมีการน้ำหนักตัวและการเจริญเติบโตที่สม่ำเสมอขึ้น

อิทธิพลเนื่องจากชุดฟัก (Hatchability) ที่มีผลต่อลักษณะการเจริญเติบโต

ผลวิเคราะห์อิทธิพลร่วมเนื่องจากชุดฟักต่อการเจริญเติบโตในไก่ไข่มุกอีสาน 2 พบว่า ชุดฟักมีผลต่อน้ำหนักตัว และลักษณะการเจริญเติบโตของไก่ไข่มุกอีสาน 2 จะส่งผลต่อการเจริญเติบโตในไก่ไข่มุกอีสาน 2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) พบว่าปัจจัยร่วมระหว่างปีที่เกิดและชุดฟักมีอิทธิพล ต่อลักษณะน้ำหนักตัว ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากจำนวนไก่เพศผู้และเพศเมียในแต่ละชุดฟักไม่เท่ากันจึงส่งผลให้ในแต่ละชุดฟักมีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการศึกษาในไก่เบตง (KU line) (Wangtaweekamol *et al.*, 2013) นอกจากนี้ อาจจะมีอิทธิพลของบางชุดฟัก ที่เป็นช่วงคาบเกี่ยวของฤดูร้อนและฤดูฝน (กุมภาพันธ์-มิถุนายน) ทำให้สภาพแวดล้อมของอุณหภูมิและความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของไก่ไข่มุกอีสาน 2 ที่เกิดในช่วงเดือน

ดังกล่าว เช่นเดียวกับรายงานอิทธิพลของฤดูโดยเฉพาะฤดูร้อนและฤดูฝน มีผลต่อน้ำหนักไก่และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่มีความแตกต่างกัน (Leotaragul *et al.*, 1996) ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยพบข้อจำกัดด้านอุณหภูมิที่สูงในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มิถุนายน ที่ส่งผลต่ออัตราการผสมติดที่ลดลง และอัตราการฟักออกของไข่มีเชื้อที่ลดลง รวมถึงการสูญเสียไก่พ่อแม่พันธุ์เนื่องจากอุณหภูมิที่สูง ส่งผลให้มีความจำเป็นต้องนำเข้าฟักจำนวนทั้งสิ้น 12 ชุดฟัก อย่างไรก็ตามหากต้องการเลี้ยงผลกระทบดังกล่าว การวางแผนการผสมก่อนจะเข้าสู่ช่วงฤดูร้อนก็น่าจะเป็นทางเลือกเพื่อผลผลิตลูกไก่ไข่มุกอีสาน 2 ได้

สรุป

การศึกษานี้พบความหลากหลายรูปแบบของยีน *cGH* และ ยีน *IGF-1* ในไก่ไข่มุกอีสาน 2 และผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ พบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF-I* กับลักษณะน้ำหนักแรกเกิดในไก่ไข่มุกอีสาน 2 โดยพบกลุ่มไก่ไข่มุกอีสาน 2 ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ *IGF-I* มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักแรกเกิดที่สูง มีโอกาสจะมีน้ำหนักตัวที่ 10 สัปดาห์สูงด้วยเช่นกัน แต่ผลการศึกษานี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* กับลักษณะน้ำหนักตัวและการ

เจริญเติบโตในกลุ่มไก่ไข่มุกอีสาน 2 ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหากพิจารณาโอกาสในการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือก จะเห็นว่ามีรูปแบบของยีน *IGF-I* น่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะน้ำหนักตัวในไก่ไข่มุกอีสาน 2 ได้ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การสนับสนุนตัวอย่างการวิจัยจากศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) การสนับสนุนสถานที่ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบคุณคุณทองสา บัวสุข ที่ให้คำชี้แนะในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอนุพันธุศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาที่ให้ความสนใจและช่วยเหลืองานครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

เอกสารอ้างอิง

- Amills, M., N. Jimenez, D. Villalba, M. Tor, E. Molina, D. Cubilo, C. Marcos, A. Francesch, A. Sanchez and J. Estany. 2003. Identification of three single nucleotide polymorphisms in the chicken insulin-like growth factor 1 and 2 genes and their association with growth and feeding traits. *Journal of Poultry Science* 82(10): 1485-1493.
- Baranwal, V. K., V. Mikkilineni, U. B. Zehr, A. K. Tyagi and S. Kapoor. 2012. Heterosis: emerging ideas about hybrid vigour. *Journal of Experimental Botany* 63(18): 6309-6314.
- Bekele, F., T. Adnogy, H. M. Gjoen, J. Kathle and G. Abebe. 2010. Production performance of dual purpose crosses of two indigenous with two exotic chicken breeds in sub-tropical environment. *International Journal of Poultry Science* 9(7): 702-710.
- Buasook, T., M. Duangjinda, Y. Phasuk and S. Kunhareang. 2014. Patterns of *cGH*, *IGF-1*, *ApoB2*, *ApoVLDL-II* and *FASN*; and body weight and cholesterol level in plasma of Thai native chicken crossbreds. *Khon Kaen Agriculture Journal* 42(3): 357-368. (in Thai)
- Charoensook, R., T. Incharoen, N. Wichasit and N. Preecha. 2016. Influence of breed and sex on the growth traits of White Leghorn and Rhode Island Red chickens under topical condition. *Khon Kaen Agriculture Journal* 44(Suppl.1): 401-404. (in Thai)
- Dekkers, J.C.M. 2004. Commercial application of marker- and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. *Journal of Animal Science* 82: E313-328.
- Jaturasitha, S., T. Srikanchai, M. Kreuzer and M. Wicke. 2008. Differences in carcass and meat characteristics between chicken indigenous to northern Thailand (Black-boned and Thai native) and imported extensive breeds (Bresse and Rhode Island Red). *Poultry Science* 87(1): 160-169.
- Kansaku, N., G. Hiyama, T. Sasanami and D. Zadworny. 2008. Prolactin and growth hormone in birds: Protein structure, gene structure and genetic variation. *Journal of Poultry Science*. 45:(1), doi:10.2141/jpsa.45.1.
- Laopaiboon, B. 2018. Chicken without gout. (Online). Available <https://www.77kaoded.com/content/70412> (December 16, 2018). (in Thai)
- Leotaragul, A., P. Sondhipiroj and S. Morathop. 1996. Breeding and selection of native chickens

- of Mahasarakham Livestock Breeding Station II. Productive performance of native chickens raised in livestock breeding station. *Journal of Agriculture* 12(1): 55-64. (in Thai)
- Li, C.Y. and H. Li. 2006. Association of MC4R gene polymorphisms with growth and body composition traits in chicken. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 19(6): 763-768.
- Lopez, K.P., M.W. Schilling, and A. Corzo. 2011. Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Journal of Poultry Science* 90: 1105-1111.
- Na Rungsri, D., K. Akkahart and A. Leotaragul. 2007. Formation of foundation stock of Thai indigenous chicken (Pradu Hangdum); 6. Heritability and genetic correlation between body weight and body conformation of Pradu Hangdum. *Animal Husbandry Division, Department of Livestock Development, Bangkok*. 12 p. (in Thai)
- Nguyen, A.T.L., S. Kunhareang and M. Duangjinda. 2015. Association of chicken growth hormones and insulin-like growth factor gene polymorphisms with growth performance and carcass traits in Thai broilers. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 28(12): 1686-1695.
- Nie, Q., B. Sun, D. Zhang, C. Luo, N.A. Ishag, M. Lei, G. Yang and X. Zhang. 2005. High diversity of the chicken growth hormone gene and effects on growth and carcass traits. *Journal of Heredity* 96(6): 698-703.
- Pandey, N.K., R.P. Singh, V.K. Saxena, N. Shit, R. Singh, R.K. Sharma and K.V.H. Sastry. 2013. Effect of IGF1 gene polymorphism and expression levels on growth factors in Indian colored broilers. *Livestock Science* 155(2): 157-164.
- Patbandha, T.K., D.D. Garg, S. Marandi, D.G. Vaghmashi, S.S. Patil and H.H. Savsani. 2017. Effect of chick weight and morphometric traits on growth performance of coloured broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(6): 1278-1281.
- Peawong, W., P. Ratanapradit and S. Jaturasitha. 2010. Genetic polymorphism of *MC5R* gene on growth rate of indigenous chicken (Praduhangdum). *Journal of Agriculture* 26(2): 163-172. (in Thai)
- Preecha, N., R. Charoensok, T. Incharoen, S. Numthuam, N. Wichasit and T. Pechrkong. 2017. Polymorphisms of *cGH*, *MC5R*, *IGFBP2* and *IGF-1* genes and their association with growth traits in White Leghorn and Rhode Island Red. *Khon Kaen Agriculture Journal* 45(Suppl. 1): 783-789. (in Thai)
- Promwatee, N., M. Duangjinda, W. Boonkum and B. Loapaiboon. 2011. Association of single nucleotide polymorphisms in *GHSR*, *IGFI*, *cGH* and *IGFBP2* genes on growth traits in Thai Native Chickens (Chee and Pradu Hang Dam). *Khon Kaen Agriculture Journal* 39(3): 261-270. (in Thai)
- Promwatee, N., B. Laopaiboon, T. Vongpralub, Y. Phasuk, S. Kunhareang, W. Boonkum and M. Duangjinda. 2013. Insulin-like growth factor I gene polymorphism associated with growth and carcass traits in Thai synthetic chickens. *Genetics and Molecular Research* 12(4): 4332-4341.
- Salmon, W.D. and W.H. Daughaday. 1957. A hormonally controlled serum factor which

- stimulates sulfate incorporation by cartilage in vitro. The Journal of Laboratory and Clinical Medicine 49(6): 825-836.
- SAS. 1998. User's Guide: V.6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Tarachai, P. 2017. Poultry production: Broiler raising. (Online). Available <http://www.as.mju.ac.th/E-Book/t.pdf> (December 16, 2018). (in Thai)
- Yan, B., X. Deng, J. Fai, X. Hu, C. Wu and N. Li. 2003. Single nucleotide polymorphism analysis in chicken growth hormone gene and its associations with growth and carcass traits. Chinese Science Bulletin 48(15): 1561-1564.
- Wangtaweessukamol, N., W. Loongyai, B. Chomtee and P. Sopannarath. Genetic parameters for body weights in Betong chicken (KU Line). Agricultural Science Journal 44(Suppl. 1): 167-170. (in Thai)
- Zhou, H., A.D. Mitchell, J.P. McMurtry, C.M. Ashwell and S.J. Lamont. 2005. Insulin-like growth factor-I gene polymorphism associations with growth, body composition, skeleton integrity, and metabolic traits in chickens. Journal of Poultry Science 84(2): 212-219.
-