วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj

# ผลของรูปแบบยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1 และ PRL* ต่อลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม

# Effect of variants in *cGH, IGF-I, VIPR-1* and *PRL* genes on reproductive and egg production traits in crossbred native chicken

**อนุวัฒน์ จันดามุก[1] และ สจี กัณหาเรียง[1]***

Anuwat Jandamook[1] and Sajee Kunhareang[1]*

[1] *สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ. ขอนแก่น 40002*
[1] *Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand*

**บทคัดย่อ:** การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหารูปแบบของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1* และ *PRL* และความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนต่อลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม จำนวน 192 ตัว ตรวจสอบความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1 และ PRL* ด้วยเทคนิค PCR-RFLP และวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้ Proc GLM ผลการศึกษา พบประชากรไก่ที่ศึกษามีความถี่จีโนไทป์ของยีน *cGH* คือ AA, AG, และ GG มีค่าเท่ากับ 0.115, 0.526 และ 0.359 ตามลำดับ ความถี่จีโนไทป์ของยีน *IGF-I* คือ AA, AC และ CC มีค่าเท่ากับ 0.171, 0.471 และ 0.358 ตามลำดับ ความถี่จีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* คือ CC, CT และ TT มีค่าเท่ากับ 0.175, 0.246 และ 0.579 ตามลำดับ และความถี่จีโนไทป์ของยีน *PRL* คือ ID และ DD เท่ากับ 0.100 และ 0.900 ตามลำดับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์พบความสัมพันธ์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* และ *IGF-I* กับลักษณะการสืบพันธุ์ และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม ($P<0.05$) โดยยีน *cGH* พบกลุ่มไก่ที่มีจีโนไทป์ AG มีน้ำหนักไข่ฟองแรกสูงสุด (38.44 ± 0.89 กรัม) เมื่อเทียบในกลุ่มจีโนไทป์ AA (37.05 ± 1.57 กรัม) และ GG (35.00 ± 1.11 กรัม) ยีน *IGF-I* พบกลุ่มไก่ที่มีจีโนไทป์ CC มีค่าเฉลี่ยผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุได้ 270 วันสูงสุด (70.25 ± 4.74 ฟอง) เมื่อเทียบในกลุ่มจีโนไทป์ AA (53.20 ± 5.82 ฟอง) และ AC (61.20 ± 4.18 ฟอง) นอกจากนี้แม่ไก่ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ CC ยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุได้ 300 วันสูงสุด เท่ากับ (85.08 ± 5.57 ฟอง) เมื่อเทียบในกลุ่มจีโนไทป์ AA (64.04 ± 6.79 ฟอง) และ AC (76.71 ± 4.83 ฟอง) แต่จากการศึกษาไม่พบความสัมพันธ์รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1 และ PRL* กับลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ ($P>0.05$) ในไก่พื้นเมืองลูกผสม การศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ายีน *cGH* และ *IGF-I* น่าจะมีบทบาทเกี่ยวข้องกับลักษณะทางการสืบพันธุ์ และการให้ผลผลิตไข่ ดังนั้นรูปแบบจีโนไทป์ของทั้ง 2 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมสำหรับการปรับปรุงการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสมต่อไป

**คำสำคัญ:** เครื่องหมายพันธุกรรม; ลักษณะทางด้านระบบสืบพันธุ์; ผลผลิตไข่; ไก่พื้นเมืองลูกผสม

**ABSTRACT:** The objectives of this study were to investigate the genetic variation in *cGH, IGF-I, VIPR-1* and *PRL* genes, and to evaluate their association with reproductive and eggs production traits. A total of 192 crossbred native chickens were studied. Genetic variation of *cGH, IGF-I, VIPR-1* and *PRL* genes was genotyped by PCR-RFLP method, and association analysis was performed by Proc GLM. In the studied population, the genotype of *cGH* was AA, AG and GG, which a frequency was 0.115, 0.526 and 0.359, respectively. Genotype of *IGF-I* was AA, AC and CC, which a frequency was 0.171, 0.471 and 0.358, respectively. Genotype of *VIPR-1* was CC, CT and TT, which a frequency was 0.175, 0.246 and 0.579, respectively. Genotype of *PRL* was ID and DD, which frequency was 0.100 and 0.900, respectively. The analysis revealed an association between variations of *cGH* and *IGF-I* with reproductive and egg production traits in crossbred native chicken ($P<0.05$). For *cGH*, the chicken with genotype AC had the highest of

* Corresponding author: ksajee@kku.ac.th

Received: date; May 11, 2021 Accepted: date; July 30, 2021 Published: date; January 5, 2022

first egg weight (38.44 ± 0.89 g) compared with the genotypes AA (37.05 ± 1.57 g) and GG (35.00 ± 1.11 g). For *IGF-I*, the chicken with genotype CC had the highest number of egg production at 270 days ( 70.25 ± 4.74 egg) compared with the genotypes AA (53.20 ± 5.82 egg) and AC (61.20 ± 4.18 egg). In the same way, the genotype CC had associated with the highest number of egg production at 300 days (85.08 ± 5.57 egg) compared to those in the genotypes AA (64.04 ± 6.79 egg) and AC (76.71 ± 4.83 egg). However, the study found no association between genotypic patterns of the *VIPR-1* and *PRL* genes with reproductive and egg production traits in crossbred native chicken (P>0.05). These findings indicated that both *cGH* and *IGF-I* genes might be involved in reproductive and egg production performances, and hence variation in *cGH* and *IGF-I* could potentially be useful as genetic marker for improving egg production of crossbred native chickens.

**Keywords:** genetic marker; reproductive traits; egg production; crossbred native chicken

**คำนำ**

ไก่พื้นเมืองลูกผสม (crossbred native chicken) ในการศึกษานี้เป็นไก่ที่ถูกพัฒนาโดยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในด้านการเจริญเติบโต การเป็นอาหารสุขภาพ และความสามารถในการแข่งขันในอนาคต โดยไก่พื้นเมืองลูกผสม ถูกพัฒนามาจากไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ซี และไก่เนื้อทางการค้า (Ross308) จึงมีความโดดเด่นด้านการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อที่ดี มีระดับไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำกว่าไก่เนื้อทางการค้า (บัญญัติ, 2561) อีกทั้งอุสาหกรรมการผลิตไก่พื้นเมืองลูกผสมในปัจจุบันเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในประเทศและต่างประเทศ (Jaturasitha et al., 2008) แต่ไก่พื้นเมืองลูกผสมยังมีราคาขายในตลาดที่สูงกว่าไก่เนื้อเชิงการค้า อันเนื่องมาจากต้นทุนการผลิตลูกไก่ที่สูงกว่าเมื่อเทียบกับไก่เนื้อเชิงการค้า ทำให้ไก่พื้นเมืองลูกผสมยังไม่สามารถเลี้ยงในระดับอุตสาหกรรมได้ เพื่อพัฒ นาไก่พื้นเมืองลูกผสมให้เป็นสายแม่พันธุ์เพื่อสร้างไก่เนื้อไทย ดังนั้นการเพิ่มขีดความสามารถทางด้านระบบสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม เพื่อพัฒนาไก่พื้นเมืองลูกผสมให้เป็นสายแม่พันธุ์เพื่อสร้างไก่เนื้อไทย จึงเป็นสิ่งที่มีความสำคัญ และอีกหนึ่งหนทางที่จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลูกไก่พื้นเมืองลูกผสม และจะช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันในระดับอุตสาหกรรมไก่เนื้อไทยให้สูงขึ้น และยังเป็นทางเลือกให้แก่เกษตรกรให้หันมาใช้ไก่ที่เป็นพันธุกรรมภายในประเทศ ลดการนำเข้าพ่อแม่พันธุ์จากต่างประเทศ และยังตอบโจทย์ยุทธศาสตร์ชาติในด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันและการเพิ่มผลิตภาพการผลิตทางการเกษตรทั้งเชิงปริมาณและมูลค่า (สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, 2561)

การใช้เทคโนโลยีทางอณูพันธุศาสตร์ (molecular genetics) ที่นิยมในปัจจุบันคือการค้นหาเครื่องหมายพันธุกรรม (genetic marker) เพื่อช่วยในการคัดเลือกแม่พันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสม ให้มีลักษณะทางการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ที่ดีขึ้น โดยปัจจุบันไก่พื้นเมืองลูกผสมเมื่ออายุ 300 วัน ให้ผลผลิตไข่เฉลี่ย 78 ฟอง (อนุวัฒน์, 2563) ดังนั้นการตรวจหาความหลากหลายของรูปแบบยีนกับลักษณะเป้าหมายที่สนใจ และทดสอบความสัมพันธ์ของยีนเครื่องหมายกับลักษณะทางเศรษฐกิจที่สนใจจะทำให้สามารถคัดแม่พันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสมที่มีลักษณะทางการสืบพันธุ์ และการให้ผลผลิตไข่ได้แม่นยำยิ่งขึ้น โดยพบว่าลักษณะทางการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่เป็นลักษณะเชิงปริมาณถูกควบคุมด้วยยีนหลายตำแหน่ง (Dekkers, 2004)

ยีน chicken growth hormone (*cGH*) และ insulin-like growth factor I (*IGF-I*) มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและการพัฒนาของเซลล์กระดูกอ่อนรวมทั้งทำให้ follicle ของไก่เกิดการพัฒนา โดยที่ฮอร์โมน cGH มีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของฮอร์โมน IGF-I ส่งผลต่อการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ การทำงานของเซลล์ gonadotrope ที่ทำหน้าที่สร้างและหลั่ง follicle stimulating hormone (FSH) ทำให้เกิดการพัฒนาของ Follicle ไปเป็นไข่แดง และ Luteinizing hormone (LH) ที่ทำให้เกิดการตกไข่สู่ท่อนำไข่ (Roberts et al., 1994: Monget et al., 2002) และยังพบว่า ยีน *cGH* มีความสัมพันธ์กับอายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรกและส่งผลต่อการให้ผลผลิตไข่ในไก่เล็กฮอร์นขาว (Feng et al., 1997) ยีน *IGF-I* พบความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่ Suranaree University of Technology chicken (SUT) (Prajan et al., 2015) ยีน prolactin (PRL) ตำแหน่ง promoter -358 เกิดจากการเพิ่มขึ้นของเบส 24 เบสบริเวณ promoter -358 มีผลต่อการทำงานของโพรแลคตินทำให้ไก่ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น และในไก่เล็กฮอร์นขาวพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน *PRL* ส่งผลต่อการให้ผลผลิตไข่ (Cui et al., 2005; Jiang et al., 2010) และ ยีน Vasoactive intestinal peptide receptor-1 (VIPR-1) พบว่ามีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่ควบคุมวงรอบการสืบพันธุ์ในไก่ ซึ่ง VIPR-1 จะไปกระตุ้นการหลั่งโพรแลกติน ทำให้ไก่หยุดไข่ (Chaiseha et al., 2004) และพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* มี

ความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตไข่และอายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก (Zhou et al., 2008; Xu et al., 2011; Ngu et al., 2015) ดังนั้นยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1* และ *PRL* จึงมีความน่าสนใจที่จะศึกษาความสัมพันธ์กับการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม

ดังนั้นงานวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษารูปแบบของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1* และ *PRL* ในไก่พื้นเมืองลูกผสม และศึกษาความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1* และ *PRL* กับลักษณะทางด้านระบบสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม

## วิธีการศึกษา

### สัตว์ทดลอง

ไก่พื้นเมืองลูกผสมเพศเมียที่มีระดับสายเลือดไก่พื้นเมืองพันธุ์ชี 50% และไก่ทางการค้าสายพันธุ์ Ross 308 50% ทั้งหมด 192 ตัว โดยเป็นแม่ไก่ทั้งหมดของฝูง เลี้ยงไก่ในโรงเรือนระบบเปิด ให้อาหารไก่ไข่ทางการค้าตลอดระยะเวลาการให้ไข่ โดยใช้อาหารไก่ไข่ระยะให้ไข่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 17% ปริมาณน้ำให้กินไม่จำกัด ทำการเลี้ยงในพื้นที่โรงเรือนของหมวดสัตว์ปีก สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บันทึกข้อมูลทางด้านระบบสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ฟองแรก, น้ำหนักแม่ไก่เมื่อไข่ฟองแรก, อายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก, จำนวนไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 240, 270 และ 300 วัน

### การเก็บตัวอย่างและสกัดดีเอ็นเอ

เก็บตัวอย่างเลือดที่เส้นเลือดดำบริเวณใต้ปีกของไก่พื้นเมืองลูกผสม จำนวน 192 ตัวอย่าง ทั้งประชากรของสัตว์ที่เลี้ยง เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดทดลองขนาด 1.5 ml ที่มีสาร 0.5M EDTA ปริมาณ 100 µl เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด จากนั้นล้างเซลล์ทั้งหมด ด้วย 0.9% NaCl เซลล์เม็ดเลือดที่ได้จะถูกนำไปสกัดดีเอ็นเอต่อไป ตามวิธีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางสัตว์ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยดัดแปลงจาก Goodwin et al. (2007) มีขั้นตอนโดยสรุป คือ แบ่งตัวอย่างเลือดปริมาณ 30 µl ใส่หลอดทดลอง ขนาด 1.5 ml ล้างด้วยน้ำเกลือ 0.9% NaCl ปริมาตร 1,000 µl จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง 3,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทส่วนที่เป็นของเหลวทิ้ง แล้วเติม 5M Guanidine HCl ปริมาตร 625 µl, 20% SDS ปริมาตร 70 µl, 7.5M Na-acetate ปริมาตร 50 µl และ 1% Proteinase K (1mg/ml) ปริมาตร 25 µl ผสมให้สารเข้ากันดี นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 3-6 ชั่วโมง จากนั้นนำมาปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ดูดสารละลาย ส่วนใสใส่หลอดใหม่ เติม absolute isopropanol ปริมาตร 600 µl กลับหลอดไปมา เพื่อให้สารเข้ากันดี นำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที ล้างตะกอนดีเอ็นเอด้วย 75% Ethanol ปริมาตร 500 µl นำไปปั่นเหวี่ยง 10,000 รอบต่อนาที นาน 5 นาที เทส่วนใสทิ้ง (ล้างตะกอนดีเอ็นเอ ซ้ำอีกครั้ง) ผึ่งตะกอนดีเอ็นเอในหลอดทดลอง ทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที จากนั้นเติม TE buffer ปริมาตร 20 µl นำไปอุ่นใน water bath หรือ heat block ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 3-6 ชั่วโมง เพื่อละลายตะกอนดีเอ็นเอ จากนั้นตรวจสอบความเข้มข้นและคุณภาพดีเอ็นเอด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ (Nano-Drop2000, Wilmington, Delaware USA)

### การตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ด้วยเทคนิค PCR-RFLP

ดีเอ็นเอที่สกัดได้ถูกนำไปเพิ่มชิ้นส่วนยีนโดยใช้เทคนิค polymerase chain reaction (PCR) นำ PCR Products ของยีน *cGH, IGF-I* และ *VIPR-1* จากการเพิ่มจำนวนชิ้นส่วน ดีเอ็นเอ จำนวน 1.5 µl ใส่ microtube ขนาด 0.6 ml จากนั้น นำไปตัดเอนไซม์โดยมีสารประกอบต่าง ๆ **Table 1** ในปฏิกิริยาการตัดเอนไซม์ ดังนี้ ในยีน *IGF-I* มีสารประกอบ คือ CutSmart buffer ปริมาตร 1 µl เอนไซม์ *HinfI* ปริมาตร 0.3 µl เติม sterile water ปริมาตร 7.2 µl เพื่อให้ปริมาตรครบ 10 µl ยีน *VIPR-1* มีสารประกอบ คือ CutSmart buffer ปริมาตร 1 µl เอนไซม์ *TaqI* ปริมาตร 0.3 µl เติม sterile water ปริมาตร 7.2 µl เพื่อให้ปริมาตรครบ 10 µl จากนั้นนำมาบ่มข้ามคืนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส

อุณหภูมิ 37 ℃ ส่วนยีน *cGH* มีสารประกอบ คือ 3.1buffer ปริมาตร 1 µl เอนไซม์ *EcoRV* ปริมาตร 0.3 µl เติม sterile water ปริมาตร 7.2 µl เพื่อให้ปริมาตรครบ 10 µl ก่อนที่จะนำไปบ่มข้ามคืนที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นทำการตรวจสอบชิ้นส่วนดีเอ็นเอที่ได้จากการตัดเอนไซม์ตัดจำเพาะด้วย 2% Agarose gel ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 40 นาที จากนั้นนำแผ่นเจลที่ได้ไปย้อม ดีเอ็นเอ ด้วย Gel star (Gelstar INC.NY) ดูการเคลื่อนที่ของแถบ ดีเอ็นเอ ภายใต้แสง UV ทำการบันทึกภาพการปรากฏของแถบ ดีเอ็นเอ, จำนวนรูปแบบยีน และตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยโปรแกรม Gene Tool (Lab focus, INC.)

**การตรวจสอบรูปแบบยีนด้วยวิธี Allele Specific - Polymerase Chain Reaction (AS-PCR)**

นำ PCR Products ของยีน *PRL* ที่ได้จากการเพิ่มชิ้นส่วนยีนด้วยเทคนิค PCR นำไปตรวจสอบชิ้นส่วนดีเอ็นเอด้วย 3% Agarose gel ใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้า 100 โวลต์ นาน 40 นาที จากนั้นนำแผ่นเจลที่ได้ไปย้อมดีเอ็นเอด้วย Gel star (Gelstar INC.NY) ดูการเคลื่อนที่ของแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UV ทำการบันทึกภาพการปรากฏของแถบดีเอ็นเอ, จำนวนรูปแบบยีน และตรวจสอบขนาดของดีเอ็นเอด้วยโปรแกรม Gene Tool

**Table 1. PCR primers and PCR-RFLP conditions to detect genetic variation of *cGH*, *IGF-I*, *VIPR-1* and *PRL* gene**
AT = annealing temperature.

| Gene/ enzyme | Sequence (5' to 3') | AT (℃) | PCR-RFLP size (bp) | PCR size (bp) | References |
|---|---|---|---|---|---|
| *cGH/EcoRV* | F: 5'TCCCAGGCTGCGTTTTGTTACTC3' | 66 | 296/133 | 429 | Nie *et al.*, |
| | R: 5'ACGGGGGTGAGCCAGGACTG3' | | | | (2005) |
| *IGF-I/HinfI* | F: 5'CATTGCGCAGGCTCTATCTG3' | 60 | 378/244/191 | 813 | Zhou *et al.*, |
| | R: 5'TCAAGAGAAGCCCTTCAAGC3' | | | | (2005) |
| *VIPR-1/TaqI* | F:5'TTTAATATTGGTGGGTGAAGAGACA3' | 62 | 295/191 | 486 | Xu et al. |
| | R: 5'ATGCCACTGATCCTCGAAAACTC3' | | | | (2011) |
| *PRL* | F:5'TTTAATATTGGTGGGTGAAGAGACA3' | 62 | - | 130, 154 | Cui et al. |
| | R: 5'ATGCCACTGATCCTCGAAAACTC3' | | | | (2006) |

**การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ**

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม SAS V.6.02 (SAS, 1998) เนื่องจากข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลจากฟาร์ม (field data) จึงต้องตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูลน้ำหนักไข่ฟองแรก, น้ำหนักแม่ไก่เมื่อไข่ฟองแรก, อายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก, จำนวนไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 240, 270 และ 300 วัน หากมีข้อมูลกระจายตัวที่ผิดปกติพิจารณาตัดข้อมูลออกก่อนนำไปวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไปด้วยคำสั่ง Proc Univariate จากนั้นจึงจะนำข้อมูลไปวิเคราะห์โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล โดยใช้คำสั่ง Proc Frequency หากความถี่ของรูปแบบจีโนไทป์ไม่ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ของฝูงถูกตัดออกจากการศึกษา

2. วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะทางการสืบพันธุ์ โดยใช้ Proc GLM เพื่อวิเคราะห์อิทธิพลของรูปแบบของยีน ต่อลักษณะการสืบพันธุ์ได้แก่ น้ำหนักไข่ฟองแรก, น้ำหนักแม่ไก่เมื่อไข่ฟองแรก, อายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก, จำนวนไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 240, 270 และ 300 วัน ในไก่พื้นเมืองลูกผสม โดยใช้โปรแกรม SAS V.6.02 (SAS, 1998) มีหุ่นจำลองทางสถิติคือ $y_{ij} = \mu+G_i+e_{ij}$ เมื่อ $y_{ij}$ = ค่าสังเกต (น้ำหนักไข่ฟองแรก, น้ำหนักแม่ไก่เมื่อไข่ฟองแรก, อายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก, จำนวนไข่เมื่อแม่ไก่อายุ

240, 270 และ 300 วัน), $\mu$ = overall mean, $G_i$ = อิทธิพลของจีโนไทป์ของยีน *cGH*, *IGF-I*, *VIPR-1* และ *PRL*, $e_{ij}$ = ความคลาดเคลื่อน

**ผลการศึกษา**

**ข้อมูลทางด้านการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม**

จากการศึกษาพบว่าไก่พื้นเมืองลูกผสม มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ฟองแรก (first egg weight ), น้ำหนักไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก (body weight at first egg), อายุไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรก (age at first laying), จำนวนไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 240, 270 และ 300 วัน ของแม่พันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสมดังแสดงใน **Table 2**

**Table 2** Descriptive statistics of data used in gene association study in crossbred native chicken

| Item | First egg weight (g) | Body weight at first egg (g) | Age at first laying (day) | E240D (eggs) | E270D (eggs) | E300D (eggs) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mean | 38.72 | 3,283.41 | 153.09 | 47.81 | 63.34 | 78.14 |
| SD | 5.92 | 382.17 | 16.88 | 16.29 | 19.11 | 21.54 |
| MAX | 61 | 4100 | 200 | 78 | 104 | 126 |
| MIN | 21 | 1500 | 114 | 9 | 10 | 11 |

E240D, E270D and E300D = number of egg production at 240, 270 and 300 days, number 192 samples

**ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีลของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1* และ *PRL***

ผลการวิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์ (**Table3**) ของยีน *cGH* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.27 (G>A +1705 Intron3) ในกลุ่มไก่พื้นเมืองลูกผสม ครั้งนี้พบว่าความถี่จีโนไทป์ AA, AG และ GG เท่ากับ 0.115, 0.526 และ 0.359 ตามลำดับ และความถี่อัลลีล A และ G เท่ากับ 0.378 และ 0.622 ตามลำดับ โดยพบว่าอัลลีล G มีความถี่สูงกว่าอัลลีล A โดยที่อัลลีล G พบมากในไก่พื้นเมืองลูกผสม สอดคล้องกับการศึกษาของ Nie et al. (2005) พบความถี่อัลลีล G ในไก่ลูกผสมรุ่น F2 สูงถึง 0.86 เช่นเดียวกับ ทองสา และคณะ (2557) ศึกษายีน *cGH* ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพบความถี่อัลลีล G (0.54) สูงกว่าอัลลีล A ในทิศทางเดียวกันกับการรายงานความถี่อัลลีลยีน *cGH* ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ชี เคเคยู 12 ฝูง GP และฝูงไก่พันธุ์ชี เคเคยู 12 สายพันธุ์พัฒนาที่เน้นในผลผลิตเนื้อ มีความถี่อัลลีล G สูงกว่าอัลลีล A เท่ากับ 0.96 และ 0.97 โดยยังพบว่ามีความถี่อัลลีล G สูงกว่าในสายพันธุ์พัฒนาที่เน้นให้ผลผลิตไข่ เท่ากับ 0.74 (สจี และคณะ, 2561)

ยีน *IGF-I* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.1 (A>C 5'UTR) พบความถี่จีโนไทป์ AA, AC และ CC เท่ากับ 0.171, 0.471 และ 0.358 ตามลำดับ และ ความถี่อัลลีล A และ C เท่ากับ 0.406 และ 0.594 ตามลำดับ โดยพบอัลลีล C มีความถี่สูงกว่าอัลลีล A โดยที่อัลลีล C พบมากในไก่พื้นเมืองลูกผสม ทำนองเดียวกับการศึกษาของ นิกร และคณะ (2560) ที่ทำการศึกษาในไก่เล็กฮอร์นขาว และ โรดไอแลนด์เรด พบว่ายีน *IGF-I* มีความถี่อัลลีล C มากกว่าอัลลีล A สอดคล้องกับการศึกษาของ สจี และคณะ (2561) พบความถี่อัลลีล C (0.87) สูงกว่าอัลลีล A (0.13) ในฝูงไก่ชีสายพันธุ์พัฒนาที่คัดเลือกเน้นให้ผลผลิตไข่ แต่อย่างไรก็ตามจากการรายงานของ Nguyen et al. (2015) มีการศึกษายีน *IGF-I* ในไก่เนื้อไทย ที่มีระดับสายเลือดไก่พื้นเมือง 25 เปอร์เซ็นต์ พบอัลลีล A มากกว่าอัลลีล C

ยีน *VIPR-1* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr. 2 (C1715301T) พบความถี่จีโนไทป์ CC, CT และ TT เท่ากับ 0.175, 0.246 และ 0.579 ตามลำดับ ความถี่อัลลีล C เท่ากับ 0.298 และความถี่อัลลีล T เท่ากับ 0.702 โดยพบว่าอัลลีล T มีความถี่สูงกว่าอัลลีล C ในไก่พื้นเมืองลูกผสม สอดคล้องกับการรายงานความถี่อัลลีล T สูงในกลุ่มไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว (ศรีนวล และคณะ, 2553) และรายงานของ สจี และ

คณะ (2561) พบความถี่อัลลีล T (0.59) สูงกว่า อัลลีล C (.041) ในไก่พันธุ์ชี เคเคยู 12 สายพันธุ์พัฒนาที่เน้นให้ผลผลิตไข่ ในขณะที่ความถี่อัลลีล C พบมีความถี่สูงในกลุ่มไก่พื้นเมืองไก่ชีเคเคยู12 และไก่ประดู่หางดำเคเคยู 50 (ศรีนวล และคณะ, 2553) เช่นเดียวกับการศึกษาในไก่ Noi (ไก่พื้นเมืองเวียดนาม) พบความถี่อัลลีล C สูงกว่าอัลลีล T (Ngu et al., 2015) ผลการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าอัลลีล C มีโอกาสพบได้ในกลุ่มไก่เน้นผลผลิตเนื้อ และอัลลีล T มีโอกาสตรวจพบในกลุ่มไก่ที่เน้นให้ผลผลิตไข่

ยีน *PRL* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr. 2 (Promoter -358) พบความถี่จีโนไทป์ ID และ DD เท่ากับ 0.100 และ 0.900 ตามลำดับ ความถี่อัลลีล I และ D เท่ากับ 0.050 และ 0.95 ตามลำดับ พบว่าอัลลีล D มีความถี่สูงกว่าอัลลีล I โดยที่อัลลีล D พบมากในไก่พื้นเมืองลูกผสม เช่นเดียวกับในไก่ประเทศจีน ได้แก่ ไก่ Yangshan, Taihe Silkies, White Rock, Nongdahe และ Taihe Silkies พบว่าอัลลีล D มีความถี่มากกว่า อัลลีล I แต่รายงานในไก่เล็กฮอร์นขาวจะพบเฉพาะอัลลีล I เท่านั้น (Cui et al., 2006) ซึ่งมีความสอดคล้องกับการพบอัลลีล D มีความถี่สูงกว่า อัลลีล I ในไก่ประดูหางดำ มข 55 และ ไก่ชีเคเคยู12 (สุกัญญา และคณะ, 2555) แสดงให้เห็นว่า อัลลีล D จะพบได้ในกลุ่มไก่พื้นเมืองและไก่ลูกผสมที่เน้นให้ผลผลิตเนื้อ และอัลลีล I มีโอกาสตรวจพบในกลุ่มไก่ที่เน้นให้ผลผลิตไข่

ผลการตรวจสอบสมดุลความถี่ของยีนใน ประชากรด้วยวิธี chi-square test แสดงใน **Table 3** พบว่า*ยีน cGH, IGF-I, PRL* ในไก่พื้นเมืองลูกผสมที่ทำการศึกษาครั้งนี้ มีความถี่ยีนอยู่ในสมดุลตามกฎของ Hardy-Weinberg แต่ผลการตรวจสอบยีน *VIPR-1* พบความถี่ยีนไม่อยู่ในสมดุล ทั้งนี้อาจจะเป็นไปได้ว่าในขั้นตอนการคัดเลือกลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ ในฝูงประชากรมีผลต่อรูปแบบยีน ซึ่งมีหน้าที่โดยตรงต่อการให้ผลผลิตไข่ อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความถี่ยีน *VIPR-1* ไม่อยู่ในสมดุลตามกฎ Hardy-Weinberg ทั้งนี้อย่างไรก็ตามการคัดเลือกลักษณะดังกล่าว ไม่มีผลกระทบต่อความถี่ยีน *cGH, IGF-I, PRL* ในไก่พื้นเมืองลูกผสมที่ศึกษาในครั้งนี้ อาจเป็นเพราะหน้าที่โดยตรงของยีน *cGH* และ *IGF-I* มีผลโดยตรงต่อลักษณะการเจริญเติบโตทำให้การคัดเลือกลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ไม่มีผลกระทบต่อความถี่ยีน *cGH* และ *IGF-I* และสาเหตุที่ความถี่ยีน *PRL* อยู่ในสมดุล โดยที่ไม่ได้รับผลกระทบต่อการคัดเลือกอาจเป็นเพราะความถี่อัลลีล D ในประชากรไก่ลูกผสม มีค่าสูงจึงทำให้การคัดเลือกลักษณะการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่โดยใช้ลักษณะปรากฏ (Phenotype) ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความถี่ยีน จึงยังทำให้ความถี่ยีน *PRL* อยู่ในสมดุลตามกฎ Hardy-Weinberg

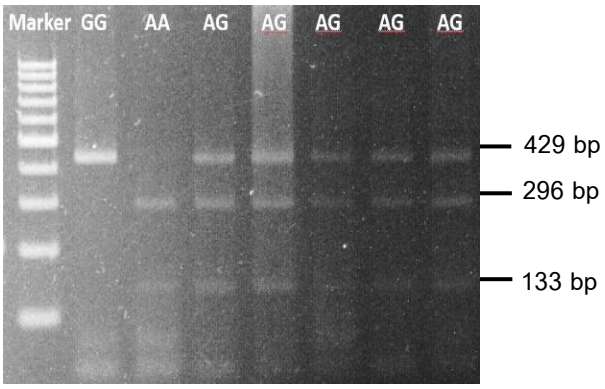


**Figure 1** RFLP patterns of *cGH*/*EcoRV*

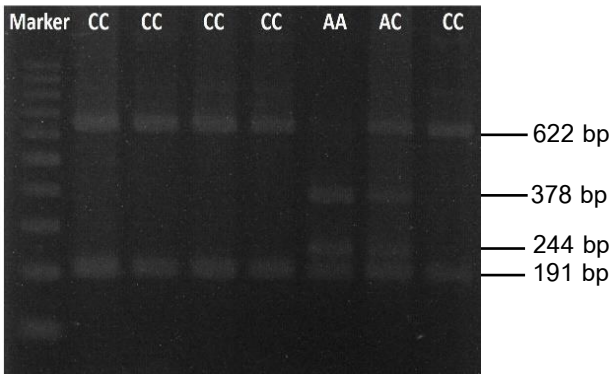


**Figure 2** RFLP patterns of *IGF-I*/*HinfI*

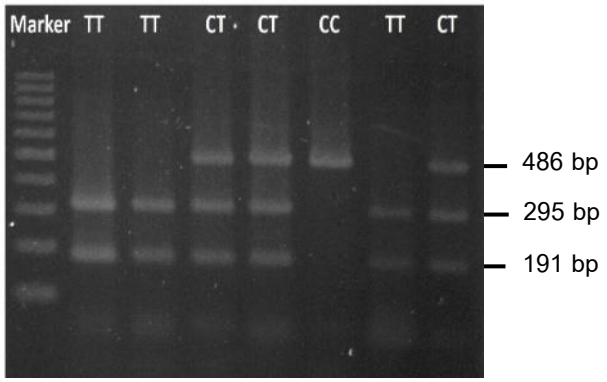


**Figure 3** RFLP patterns of *VIPR-1*/ *TaqI*

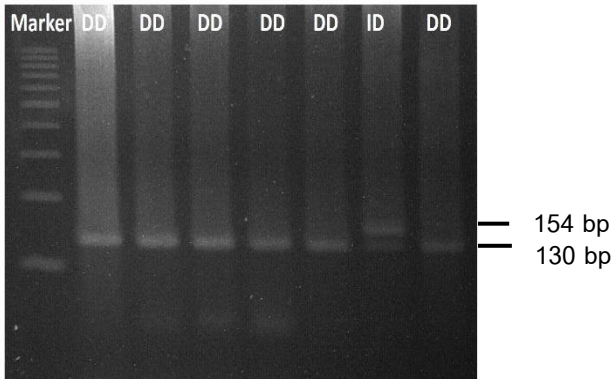


**Figure 4** PCR patterns of *PRL*

**Table 3** Allele and genotype frequencies of *cGH, IGF-I, VIPR-1* and *PRL* in crossbred native chicken

| Gene | N | Genotype | Allele | Frequency | | $X^2_{(1,0.05)}$ = 3.841 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Genotype | Allele | |
| *cGH/EcoRV* | 192 | AA | A | 0.115 (22) | 0.378 | 2.724 |
| Chr.27 (G>A +1705 Intron3) | | AG | G | 0.526 (101) | 0.622 | |
| | | GG | | 0.359 (69) | | |
| *IGF-I/HinfI* | 187 | AA | A | 0.171 (32) | 0.406 | 0.114 |
| Chr.1 (A>C 5'UTR) | | AC | C | 0.471 (88) | 0.594 | |
| | | CC | | 0.358 (67) | | |
| *VIPR-1/TaqI* | 183 | CC | C | 0.175 (32) | 0.298 | 31.050 |
| Chr. 2 (C1715301T) | | CT | T | 0.246 (45) | 0.702 | |
| | | TT | | 0.579 (106) | | |
| *PRL* | 190 | II | I | - | 0.050 | 0.526 |
| Chr. 2 (Promoter -358) | | ID | D | 0.100 (19) | 0.950 | |
| | | DD | | 0.900 (171) | | |

*cGH*, chicken growth hormone gene; *IGF-I*, insulin-like growth factor-I gene; *VIPR-1*, Vasoactive intestinal peptide receptor-1 gene; *PRL*, Prolactin gene,

( )= number of samples, N = number of samples.

**ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1 และ PRL***

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1 และ PRL* **Table 4** ไม่พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr. 2 (C1715301T) และ *PRL* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr. 2 (Promoter -358) ในไก่พื้นเมืองลูกผสม (P>0.05) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาผลผลิตไข่ที่อายุ 240, 270 และ 300 วัน พบว่าจีโนไทป์ CC มีค่าเฉลี่ยจำนวนไข่ สูงกว่ารูปแบบจีโนไทป์ TT และ CT ในไก่พื้นเมืองลูกผสม สอดคล้องกับการศึกษาของ Ngu et al. (2015) ที่พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ CC ของยีน *VIPR-1* มีความสัมพันธ์กับจำนวนไข่ที่ 20 สัปดาห์ในไก่ Noi (ไก่พื้นเมืองเวียดนาม) และเมื่อพิจารณาบทบาทของ VIPR-1 มีการทำงานร่วมกับ VIP ที่มีหน้าที่เป็น PRL releasing factor มีบทบาทเกี่ยวข้องกับลักษณะพฤติกรรมฟักไข่และลักษณะการให้ผลผลิตไข่โดยไปกระตุ้นการทำงานของ PRL ซึ่งพฤติกรรมการฟักไข่ จะมีความสัมพันธ์กันเชิงลบ (negative correlation) กับการให้ผลผลิตไข่ โดยไก่ที่มีพฤติกรรมฟักไข่ต่ำจะสามารถให้ผลผลิตไข่สูง (Jiang et al., 2010) และในส่วนของยีน *PRL* จากการศึกษา ไม่พบรูปแบบจีโนไทป์ II ของยีน *PRL* และพบความถี่จีโนไทป์ ID ต่ำ ทำให้การศึกษาในครั้งนี้ไม่สามารถทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างจีโนไทป์ II กับลักษณะทางด้านการสืบพันธุ์ได้ ซึ่งจีโนไทป์ II เป็นรูปแบบยีน *PRL* ที่มีการเพิ่มเข้ามาของเบส 24 เบส (24bp-PRL) มีผลต่อการยับยั้งการทำงานของฮอร์โมน PRL ทำให้ไก่ให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้น (Jing et al., 2009) และจากการรายงาน

ของ Cui et al. (2006) พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ II มีความสัมพันธ์กับผลผลิตไข่ ในไก่ไวท์เล็กฮอร์น ดังนั้นยีน *VIPR-1* และ *PRL* ยังคงมีความน่าสนใจที่จะทดสอบในกลุ่มประชากรอื่นอยู่

แต่จากการศึกษาพบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.27 (G>A +1705 Intron3) ในกลุ่มไก่พื้นเมืองลูกผสม กับน้ำหนักไข่ฟองแรก และยีน *IGF-I* ที่มีตำแหน่ง SNP ใน Chr.1 (A>C 5'UTR*)* พบความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 270 และ 300 วัน อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) โดยพบว่ายีน *cGH* ในแม่ไก่ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AG มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ฟองแรกสูงสุด เท่ากับ 38.44 ± 0.89 กรัม เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบจีโนไทป์ AA และ GG มีค่าเท่ากับ 37.05 ± 1.57 กรัม และ 35.00 ± 1.1 กรัม โดยในส่วนของยีน *IGF-I* พบรูปแบบจีโนไทป์ CC มีค่าเฉลี่ยผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุได้ 270 วัน เท่ากับ 70.25 ± 4.74 ฟอง ซึ่งสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบจีโนไทป์ AA และ AC ที่มีค่าเท่ากับ 53.20 ± 5.82 และ 61.20 ± 4.18 ฟอง ตามลำดับ และ แม่ไก่ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ CC มีค่าเฉลี่ยของ ผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุได้ 300 วัน เท่ากับ 85.08 ± 5.57 ฟอง เมื่อเปรียบเทียบกับรูปแบบจีโนไทป์ AA และ AC ที่มีค่าเท่ากับ 64.04 ± 6.79 และ 76.71 ± 4.83 ฟอง ตามลำดับดังแสดงใน **Table 4**

การศึกษารูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* ในครั้งนี้มีความสอดคล้องกับการศึกษาในไก่ไข่เล็กฮอร์นขาวที่พบว่ารูปแบบจีโนไทป์ของยีน *cGH* มีความสัมพันธ์กับอายุแม่ไก่เมื่อให้ไข่ฟองแรกในไก่เล็กฮอร์นขาว (Feng et al., 1997) เช่นเดียวกับรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF-I* ที่พบความสัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่ Suranaree University of Technology chicken (SUT) (Prajan et al., 2015) โดยที่ฮอร์โมน cGH มีหน้าที่กระตุ้นการทำงานของฮอร์โมน IGF-I ส่งผลต่อการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ การทำงานของเซลล์ Gonadotrope ที่ทำหน้าที่สร้างและหลั่ง FSH ซึ่งทำให้เกิดการพัฒนาของ Follicle ไปเป็นไข่แดง และ LH ที่ทำให้เกิดการตกไข่สู่ท่อนำไข่ (Roberts et al., 1994: Monget et al., 2002) ดังนั้น ยีน *cGH* และ *IGF-I* จึงมีอิทธิพลต่อความสัมพันธ์ต่อลักษณะการให้ผลผลิตไข่และลักษณะทางการสืบพันธุ์ในไก่พื้นเมืองลูกผสม ในส่วนของยีน *VIPR-1* ที่ไม่พบความสัมพันธ์กับลักษณะทางการสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ สืบเนื่องมาจากระยะเวลาในการเก็บข้อมูลการให้ผลผลิตไข่ ซึ่งมีการเก็บข้อมูลถึงแค่อายุแม่ไก่ 300 วัน ซึ่งหากพิจารณาค่าเฉลี่ยการให้ผลผลิตไข่แล้วจะพบว่าจีโนไทป์ CC มีค่าเฉลี่ยจำนวนไข่สูงกว่ารูปแบบจีโนไทป์ TT และ CT ที่อายุแม่ไก่ 240, 270 และ 300 วัน แต่ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่า หากมีการเก็บข้อมูลผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 365 วัน และเมื่อแม่ไก่ให้ผลผลิตไข่ครบ 1 ปี ยีน VIPR-1 อาจมีผลกระทบต่อการให้ผลผลิตไข่ในช่วงระยะเวลาดังกล่าว

**Table 4** Association between variation of *cGH, IGF-I, VIPR-1* and *PRL* with first egg weight, body weight at first egg, age at first egg, number of egg production at 240, 270 and 300 days in crossbred native chicken (least squares means ± SE)

| Genes | Genotypes | N | First egg weight (g) | Body weight at first egg (g) | Age at first egg (day) | E240D (eggs) | E270D (eggs) | E300D (eggs) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *cGH/EcoRV* | AA | 22 | 37.05 ± 1.57[b] | 3,402.36 ± 108.83 | 147.82 ± 4.10 | 47.17 ± 5.59 | 57.03 ± 6.62 | 72.88 ± 8.19 |
| | AG | 101 | 38.44 ± 0.89[bc] | 3,329.84 ± 61.63 | 148.13 ± 2.36 | 49.97 ± 3.12 | 64.07 ± 3.83 | 78.52 ± 4.31 |
| | GG | 68 | 35.00 ± 1.11[a] | 3,248.53 ± 77.68 | 143.45 ± 2.94 | 51.28 ± 3.91 | 63.54 ± 4.64 | 74.44 ± 5.49 |
| | P-value | | 0.002 | 0.262 | 0.154 | 0.535 | 0.461 | 0.580 |
| *IGF-I/HinfI* | AA | 31 | 37.49 ± 1.38 | 3,381.67 ± 95.72 | 149.55 ± 3.60 | 44.51 ± 4.83 | 53.20 ± 5.82[a] | 64.04 ± 6.79[a] |
| | AC | 88 | 36.62 ± 0.99 | 3,295.52 ± 69.47 | 145.99 ± 2.67 | 49.41 ± 3.50 | 61.20 ± 4.18[b] | 76.71 ± 4.83[b] |
| | CC | 67 | 36.38 ± 1.12 | 3,303.54 ± 77.66 | 143.87 ± 2.93 | 54.50 ± 3.91 | 70.25 ± 4.74[c] | 85.08 ± 5.57[c] |
| | P-value | | 0.686 | 0.601 | 0.229 | 0.712 | 0.002 | 0.002 |
| *VIPR-1/TaqI* | TT | 106 | 38.23 ± 0.86 | 3,338.11 ± 57.66 | 146.79 ± 2.24 | 49.24 ± 2.84 | 62.89 ± 3.54 | 75.04 ± 4.23 |
| | CT | 45 | 37.49 ± 1.12 | 3,361.37 ± 75.94 | 149.55 ± 3.01 | 49.60 ± 3.62 | 64.35 ± 4.56 | 82.71 ± 5.34 |
| | CC | 32 | 36.61 ± 1.25 | 3,192.87 ± 83.60 | 143.01 ± 3.22 | 55.59 ± 4.23 | 70.73 ± 5.36 | 84.56 ± 6.24 |
| | P-value | | 0.361 | 0.145 | 0.198 | 0.259 | 0.292 | 0.127 |
| *PRL* | ID | 19 | 38.57 ± 1.37 | 3,240.71 ± 90.89 | 153.97 ± 4.01 | 49.30 ± 3.95 | 64.61 ± 4.80 | 84.51 ± 6.02 |
| | DD | 171 | 38.07 ± 0.51 | 3,267.67 ± 34.06 | 151.72 ± 1.44 | 49.72 ± 1.55 | 65.61 ± 1.95 | 80.49 ± 2.36 |
| | P-value | | 0.670 | 0.776 | 0.680 | 0.837 | 0.762 | 0.550 |

*cGH*, chicken growth hormone gene; *IGF-I*, insulin-like growth factor-I gene; *VIPR-1*, Vasoactive intestinal peptide receptor-1 gene; *PRL*, Prolactin gene E240D, E270D and E300D = number of egg production at 240, 270 and 300 days, N = number of samples

[a, b, C] means with in column superscript in the same trait are differ significantly (P<0.05)

**สรุปผลการทดลอง**

การศึกษารูปแบบและความสัมพันธ์ของยีน *cGH, IGF-I, VIPR-1 และ PRL* ต่อลักษณะทางด้านระบบสืบพันธุ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ ของยีน *cGH* มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักไข่ฟองแรก และรูปแบบจีโนไทป์ ของยีน *IGF-I* มีความสัมพันธ์กับผลผลิตไข่เมื่อแม่ไก่อายุ 270 และ 300 วัน แต่ผลการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *VIPR-1* และ *PRL* กับลักษณะทางด้านระบบสืบพันธ์และการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสม ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าหากพิจารณาโอกาสในการพัฒนาเครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือก จะเห็นว่ารูปแบบของยีน *cGH* และ *IGF-I* น่าจะมีศักยภาพในการพัฒนาเป็นเครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองลูกผสมได้ต่อไป

**คำขอบคุณ**

การศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้รับทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การสนับสนุนสถานที่ในด้านการวิเคราะห์ข้อมูลจากห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และขอขอบคุณคุณ ทองสา บัวสุข ที่ให้คำชี้แนะในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านอณูพันธุศาสตร์ และการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเป็นอย่างสูงและขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาที่ให้กำลังใจและช่วยเหลืองานครั้งนี้ด้วยดีเสมอมา

**เอกสารอ้างอิง**

ทองสา บัวสุข, มนต์ชัย ดวงจินดา, ยุพิน ผาสุข, และ สจี กัณหาเรียง. 2557. รูปแบบของยีน cGH, IGF-1, ApoB2, ApoVLDL-II และ FASN กับน้ำหนักตัวและระดับคอเลสเตอรอลในพลาสมาของไก่พื้นเมืองไทยลูกผสม. แก่นเกษตร. 42(3): 357-368.

นิกร ปรีชา, รังสรรค์ เจริญสุข, ทศพร อินเจริญ, สนธยา นุ่มท้วม, นิทัศน์ วิชาสิทธิ์, และ ธิติมา เพ็ชรคง. 2560. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน cGH, MC5R, IGFBP2 และ IGF-1 และความสัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เล็กฮอร์นขาวและโรดไอร์แลนด์แดง. แก่นเกษตร. 45(ฉบับพิเศษ 1): 783-789.

บัญญัติ เหล่าไพบูลย์. 2561. “ไก่ไร้เก๊าท์” ผลงานวิจัย ม.ขอนแก่น ยกระดับขึ้นพรีเมี่ยมฟูด กินแล้วไม่เป็นเก๊าท์. แหล่งข้อมูล: https://www.77kaoded.com/content/70412. ค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2562.

ศรีนวล คณานิตย์, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์, และ ปรัชญาพร เอกบุตร. 2553. ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน Vasoactive Intestinal Peptide Receptor-1 (VIPR-1) ในไก่ชี ไก่ประดู่ และไก่เล็กฮอร์น. แก่นเกษตร. 38(ฉบับพิเศษ): 85-89.

สจี กัณหาเรียง, ทองสา บัวสุข, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ และยุพิน ผาสุข. 2561. ความสัมพันธ์ของยีน cGH, VIPR-1, FASN และ IGF-1 ต่อน้ำหนักตัว และขนาดรอบอกในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ชี เคเคยู 12. แก่นเกษตร. 46(4): 721-732.

สุกัญญา เจริญศิลป์, มนต์ชัย ดวงจินดา, สุภร กตเวทิน, และ พรรณวดี โสพรรณรัตน์. 2555. การตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชี. แก่นเกษตร. 40: 257-268.

สำนักงานเลขานุการของคณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ, สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. 2561. ยุทธศาสตร์ชาติ. แหล่งข้อมูล: https://www.nesdb.go.th/download/document/SAC/NS_SumPlanOct2018.pdf. ค้นเมื่อ 15 ธันวาคม 2562.

อนุวัฒน์ จันดามุก. 2563. การศึกษาเครื่องหมายพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและการสืบพันธุ์ในพ่อแม่พันธุ์ไก่ไข่มุกอีสาน 2. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Chaiseha, Y., O. M. Youngren, and M.E. El Halawani. 2004. Expression of vasoactive intestinal peptide receptor messenger RNA in the hypothalamus and pituitary throughout the turkey reproductive cycle. Biology of Reproduction. 70: 593-599.

Cui, J.X., H.L. Du, Y. Liang, X.M. Deng, N. Li, and X.Q. Zhang. 2006. Association of polymorphism in the promoter region of chicken prolactin with egg production. Journal of Poultry Science. 85: 26-31.

Dekkers, J.C.M. 2004. Commercial application of marker-and gene-assisted selection in livestock: Strategies and lessons. Journal of Animal Sciences. 82: E313-E328.

Feng, X.P., U. Kuhnlein, S.E. Aggrey, J.S. Gavora, and D. Zadworny. 1997. Trait association of genetic markers in the growth hormone and the growth hormone receptor gene in a white leghorn strain. Journal of Poultry Science. 76: 1770-1775.

Goodwin, W., L. Adrian, and H. Sibte. 2007. An Introduction to Forensic Genetics. John Wiley and Sons Ltd, Oxford.

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). Journal of Poultry Science. 87(1): 160-169.

Jiang, R.S., L.L. Zhang, Z.Y. Geng, T. Yang, and S.S. Zhang. 2009. Single nucleotide polymorphisms in the 5'-flanking region of the prolactin gene and the association with reproduction traits in geese. South African Journal of Animal Science. 39: 83-87.

Jiang, R.S., X.Y., Chen, and Z.Y. Geng. 2010. Broodiness, egg production, and correlations between broody traits in an indigenous chicken breed. Journal of Poultry Science. 89: 1094-1096.

Monget. P., S. Fabre, P. Mulsant, F. Lecerf, J.M. Elsen, S. Mazerbourg, C. Pisselet, and D. Monniaux. 2002. Regulation of ovarian folliculogenesis by IGF and BMP system in domestic animals. Domestic Animal Endocrinology. 23: 139-154.

Ngu, N.T., N.H. Xuan, C.T. Vu, N.T. An, N.T. Dung, and N.T.H. Nhan. 2015. Effects of genetic polymorphisms on egg production in indigenous noi chicken. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. 3(6): 487-493.

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: 698-703.

Prajan, S., P. Na-Lampang, P. Kaewsatuan, S. Homkhachon, W. Khosinklang, and A. Molee. 2015. The effect of genes on egg production in female line and growth performance of its progeny. Khon Kaen Agriculgure Journal. 43 SUPPL. 2: 165-168.

Roberts. R.D., P.J. Sharp, D.W. Burt, and C. Goddard. 1994. Insulin-like growth factor-1 in the ovary of the laying hen:gene expression and biological actions on granulosa and fecal cell. General and Comparative Endocrinology. 93: 327-336.

SAS. 1998. User's Guide: V.6.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.

Xu, H.P., H. Zeng, D.X. Zhang, X.L. Jia, C.L. Luo, and M.X. Fang. 2011. Polymorphisms associated with egg number at 300 days of age in chickens. Genetics and Molecular Research Journal. 10(4): 2279-2289.

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. 82: 9-16.

Zhou, M., F.F. Liang, Y.S. Rao, H. Zeng, D.X. Zhang, and X.Q. Zhang. 2008. Association of twelve polymorphisms of the VIPR-1 gene with chicken early egg production traits. Chinese Journal of Animal and Veterinary Sciences. 39: 1147-1152.