รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

เรื่อง

ยีนที่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและคุณภาพซากในไก่เบตง

GENES ASSOCIATED WITH GROWTH AND CARCASS QUALITY IN BETONG CHICKEN

โดย

ปรัชญาพร เอกบุตร

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัย
งบประมาณแผ่นดิน (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2557
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติประจำปี 2557 ที่ได้จัดสรรทุนสนับสนุนโครงการวิจัยนี้ใคร่ขอขอบคุณฟาร์ม และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่สนับสนุนสถานที่ทดลอง และอุปกรณ์ และห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพสำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จได้ด้วยดี

บทคัดย่อ

ไก่เบตงมีคุณสมบัติที่โดดเด่นด้านการเจริญเติบโตและและคุณภาพเนื้อเมื่อเทียบกับไก่พื้นเมืองทั่วไป แต่การเจริญเติบโตยังต่ำกว่าไก่เนื้อ มีข้อมูลวิจัยแสดงให้เห็นว่ามีความแปรปรวนของพันธุกรรมต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโต (growth performance variations) ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ของจุดกลายพันธุ์ (SNP) ของยีน *IGF−1 PIT1 MC5R*−1 และ *IGFBP2* ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เบตง จำนวน 82 ตัว โดยเก็บข้อมูลน้ำหนักตัว (BW) น้ำหนักตัวเพิ่ม (WG) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) อายุ 1 สัปดาห์ คละเพศ จนถึงอายุ 18 สัปดาห์ สุ่มฆ่าไก่ 10 ตัว (ผู้ 5 ตัวและเมีย 5 ตัว) เพื่อดูผลผลิตซาก (carcass yield) ที่อายุ 16 สัปดาห์ เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อสกัดดีเอ็นเอและตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGF−1 MC5R*−1 และ *IGFBP2 ด้วย*เทคนิค PCR−RFLP *และ PIT1* ด้วยเทคนิค PCR วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง genetic marker กับลักษณะปรากฏด้วยวิธี GLM ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์ *PIT1* กับน้ำหนักตัวเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ที่อายุ 18 สัปดาห์ ($P<0.05$) โดยจีโนไทป์ II สัมพันธ์น้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันที่สูง ดังนั้นมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ *PIT1* เป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรมในการคัดเลือกเพื่อเพิ่มการเจริญเติบโตในการคัดเลือกไก่เบตง

คำสำคัญ: การเจริญเติบโต ไก่เบตง เครื่องหมายทางพันธุกรรม

Abstract

Betong chicken has high growth and meat quality compare to general Thai native chicken. However, growth performance is low than broiler. Moreover, some study showed genetic variation of growth performance. Therefore, the objective of the study was to detect genetic marker of *IGF—1, PIT1, MC5R*—1 and *IGFBP2* associated with growth performance and carcass yield in 82 Betong chicken. Data of body weight (BW), weight gain (WG), average daily gain (ADG) were collected for every 2 weeks to 18 weeks of age. Ten Betong chicken were random killed for collected carcass yield at 16 weeks of age. *IGF—1 MC5R—1*, *IGFBP2* and *PIT1* were genotyped by PCR—RFLP and PCR, respectively. *PIT1* was associated with WG and ADG at 18 weeks of age ($P<0.05$). Genotypic II was associated with high WG and ADG. Therefore, *PIT1* might be appropriate to use as genetic marker for growth improvement in Betong chicken.

Keywords: Growth, Betong chicken, genetic marker

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญภาพภาคผนวก	
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	3
2.1 ไก่พื้นเมืองไทย	3
2.2 สมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่พื้นเมือง	3
2.3 ลักษณะการเจริญเติบโต	3
2.4 ลักษณะประจำพันธุ์ของไก่เบตง	4
2.5 การเจริญเติบโตของไก่เบตง	5
2.6 เครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic marker)	5
2.7 การค้นหายีนที่มีอิทธิพลสูง (major effect) ด้วย candidate gene approach	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	8
3.1 การเก็บข้อมูล และบันทึกผลการทดลอง	8
3.2 ตัวอย่างและการสกัดดีเอ็นเอ	8
3.3 การเพิ่มชิ้นส่วนยีนด้วยเทคนิค PCR	8
3.4 ตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์	9
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	9
3.6 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโต	10
3.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง genetic marker กับ ลักษณะการเจริญเติบโต	10
บทที่ 4 ผลการทดลอง	11
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะการการเจริญเติบโต (growth traits)	11
4.2 ผลการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์	14
4.3 ความถี่จีโนไทป์ และอัลลีล	15

สารบัญ (ต่อ)

4.4 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับลักษณะการเจริญเติบโต 16
4.5 ผลผลิตซาก (carcass yield) 18
4.6 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับผลผลิตซาก 19
บทที่ 5 บทสรุป 20
เอกสารอ้างอิง 21
ภาคผนวก 23

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของไก่เบตงในช่วงต่างๆ 4

ตารางที่ 2.2 น้ำหนักตัวของไก่เบตง ไก่พื้นเมืองลูกผสมและไก่พื้นเมืองในระยะต่างๆ 5

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักเฉลี่ยของไก่เบตงที่อายุต่างๆ 5

ตารางที่ 2.4 การศึกษา candidate genes ในสัตว์ชนิดต่างๆ 7

ตารางที่ 2.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบต่างๆของยีน *IGF–I PIT1* MC5R—1 และ *IGFBP2* ในไก่ 7

ตารางที่ 3.1 ไพรเมอร์และเอนไซม์ตัดจำเพาะ 9

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักตัว (BW) น้ำหนักเพิ่ม (WG) และอัตราการอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG) 12

ตารางที่ 4.2 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล 15

ตารางที่ 4.3 least square means อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG) 17

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตซากไก่เบตงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 16 สัปดาห์ 18

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับผลผลิตซาก 19

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 4.1 น้ำหนักตัวไก่เบตงเพศผู้และเพศเมีย 13

ภาพที่ 4.2 จีโนไทป์ของยีน *IGFI PIT1 MC5R*-1 และ *IGFBP2* 15

สารบัญภาพภาคผนวก

หน้า

ภาพที่ 1. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 2 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 2. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 2 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 3. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 6 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 4. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 6 สัปดาห์ 23
ภาพที่ ถ. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 8 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 6. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 8 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 7. ไก่เบตงคละเพศ อายุ 14 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 8. แผลจากพฤติกรรมการจิกก้น 23
ภาพที่ 9. ซากทั้งตัวไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์ 23
ภาพที่ 10. ชิ้นส่วนไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์ 23

บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ไก่เบตงแหล่งกำเนิดมาจากไก่พันธุ์แลงชาน แต่ก็ถูกนำมาเลี้ยงในประเทศไทยเป็นระยะเวลายาวนาน ปัจจุบันนิยมเลี้ยงกันมากทางภาคใต้โดยส่วนใหญ่เกษตรจะเลี้ยงแบบหลังบ้านจนกลายเป็นไก่พื้นเมืองของไทยอีกพันธุ์หนึ่ง ไก่ชนิดนี้มีอกใหญ่ น่องใหญ่ ลำตัวกว้างลึก เพศผู้โตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 2.5-4.0 กิโลกรัม เพศเมียจะมีน้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่ประมาณ 1.9 กิโลกรัม (Horst, 1989 อ้างโดย นิรัตน์และรัตนา, 2539) ซึ่งถือว่าต่ำ เมื่อเทียบกับจากต่างประเทศแต่โตกว่าไก่พื้นเมืองไทยโดยทั่วไป และมีแนวโน้มในการให้ซากส่วนที่บริโภคได้ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปอร์เซ็นต์ซากส่วนที่เป็นเนื้ออกสันนอก และซากส่วนสะโพก (นิรัตน์และรัตนา, 2539) จึงนับได้ว่าไก่เบตงเป็นพันธุ์ไก่ที่น่าสนใจอีกพันธุ์หนึ่งซึ่งมีศักยภาพในการให้ผลผลิตเนื้อค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามต้นทุนการผลิตต่อตัวยังค่อนข้างสูง ดังนั้นหากสามารถคัดเลือกไก่ที่มีพันธุกรรมที่ดีเพื่อเป็นพ่อแม่พันธุ์ น่าจะเป็นทางเลือกในการเพิ่มผลผลิต และลดต้นทุนการผลิต แต่ข้อมูลการวิจัยเกี่ยวกับไก่เบตงทางด้านพันธุกรรมที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และคุณภาพซากยังมีค่อนข้างจำกัด

ดังนั้นการนำความรู้ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลเข้ามาใช้เพื่อการตรวจหาตำแหน่งที่มีความผันแปร (polymorphism) ของยีนที่มีอิทธิพลต่อลักษณะต่างๆเพื่อนำมาใช้ในการคัดเลือกสัตว์ด้วยวิธี marker assisted selection (MAS) ซึ่งสามารถใช้กับลักษณะที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งเพื่อเพิ่มความแม่นยำ และประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (Dekkers, 2004) รวมทั้งการใช้เพื่อหายีนที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่เบตง และสามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการคัดเลือก ทำให้สามารถคัดเลือกสัตว์ได้อย่างรวดเร็ว และแม่นยำ อีกทั้งยังใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานเพื่อกำหนดแนวทางในการพัฒนาสายพันธุ์ไก่เบตงต่อไป

การศึกษาเกี่ยวกับวิธีการ candidate gene คือการหายีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะที่สนใจศึกษา เพื่อใช้เป็นยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกสัตว์รายตัว โดยยีนที่ศึกษาจะมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะทั้งทางตรงและ/หรือทางอ้อม (Gao et al., 2007) ซึ่งถือเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากใน และมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับ candidate gene ที่สัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตของไก่เป็นจำนวนมาก เช่น ยีน insulin-like growth factor 1 (*IGF-1*) ยีน insulin-like growth factor 1 *receptor* (*IGF-1R*) ยีน pituitary-specific transcription factor 1 (*PIT1*) ยีน melanocortin 5 receptor (*MC5R*) ยีน insulin (*INS*) ยีน insulin-like growth factor binding protein*2* (*IGFBP2*) ยีน growth hormone (*GH*) ยีน *growth hormone* receptor (*GHR*) ยีนghrelin (*GHRL*) ยีน ghrelin (growth hormone secretagogue receptor, *GHSR*)) และยีน *adipose triglyceride lipase* (*ATGL*) เป็นต้น โดยยีน *IGFI PIT1 MC5R* และ *IGFBP2* ตั้งอยู่บนโครโมโซมคู่ที่ 1, 8, 2

และ 16 ตามลำดับ ยีน *IGFI* และ *cGH* มีความสำคัญต่อบทบาททางสรีรวิทยา โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่งผลต่อการพัฒนากล้ามเนื้อโครงร่างทั้งก่อนและหลังคลอด (Saxena et al., 2009) ส่วน *IGFBP2* เป็นโปรตีนที่จับกับฮอร์โมน *IGFI* เพื่อช่วยปกป้อง *IGFI* ให้มีช่วงอายุที่ยาวนานขึ้น และส่งผลให้ *IGFI* สามารถที่จะไปจับกับ receptor ที่เซลล์เป้าหมาย ทำให้การทำงานของฮอร์โมนเป็น ไปอย่างเต็มประสิทธิภาพ (Eddy and Johan, 2005) ส่วน *PIT*1 เกี่ยวข้องกับการพัฒนา การเพิ่มขนาดของ anterior pituitaryการกลายพันธุ์ของยีน *PIT*1 บริเวณ Exon 6 มี ความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่อายุ 8 สัปดาห์ใน ไก่ (Jiang et al., 2004)

ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาความสัมพันธ์ของจุดกลายพันธุ์ของยีน *IGF-1 PIT1 MC5R* และ *IGFBP2* ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เบตง สำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐานในการนำไปประยุกต์ใช้เป็น marker assisted selection (MAS) ในการปรับปรุงลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เบตงต่อไป

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 ไก่พื้นเมืองไทย

ไก่พื้นเมืองมีต้นกำเนิดมาจากไก่ป่าในทวีปเอเชียโดยเฉพาะในแถบประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น ไทย มาเลเซีย และจีนตอนใต้ ซึ่งมนุษย์ได้นำมาเป็นสัตว์เลี้ยงเมื่อประมาณ 3,000 ปี สำคัญไก่พื้นเมืองในประเทศไทยได้มีเลื่องเล่าตั้งแต่สมัยสมเด็จพระนเรศวรมหาราช ดังนั้นไก่พื้นเมืองจึงเป็นมรดกทางวัฒนธรรมและความมั่นคงทางชีวภาพอันเป็นทรัพย์สินภูมิปัญญาของชาวบ้าน

ไก่พื้นเมืองไทยหรือไก่บ้าน มีหลากหลายสายพันธุ์ เช่น ไก่แจ้ ไก่ชน ไก่คอ ล่อน ไก่ประดู่หางดำ และไก่เบตง เกษตรกรมักเลี้ยงไว้ตามหลังครัวเรือนและที่ปล่อยให้หากินเองตามธรรมชาติ ไก่พื้นเมืองเป็นไก่ที่เลี้ยงง่ายหากินเองเก่ง ไม่ต้องใช้ต้นทุนในการเลี้ยงสูง สามารถนำผลพลอยได้จากครัวเรือนมาเป็นอาหารให้ไก่ได้ ที่สำคัญคือไก่พื้นเมืองสามารถทนทานต่อโรคและแมลง สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยเป็นอย่างดี เนื้อมีรสชาติดี เนื้อแน่นจึงเป็นที่ถูกปากของผู้บริโภคทั่วไป รวมถึงเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ นอกจากนี้การเลี้ยงไก่พื้นเมืองก่อให้เกิดรายได้ต่อชุมชนและประเทศอีกด้วย

2.2 สมรรถนะการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่พื้นเมือง

ต้นทุนของการผลิตสัตว์รวมทั้งไก่ 70% เป็นค่าอาหาร ดังนั้นการถลดต้นทุนในส่วนนี้จึงเป็นสิ่งจำเป็นและเป็นประโยชน์ต่อเกษตรกรผู้ผลิตเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามโดยพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองไทยนั้น เป็นสัตว์ที่มีการเจริญเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารต่ำ โดยไก่พื้นเมืองอายุ 16 สัปดาห์มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.4–1.67 กิโลกรัม และมีอัตราการแลกเนื้อ (feed conversion ratio, FCR) ประมาณ 4 (ดรุณี และคณะ, 2550) ดังนั้นการปรับปรุงพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองเพื่อให้มีการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารให้ดีขึ้นจึงเป็นเรื่องที่มีความจำเป็น

2.3 ลักษณะการเจริญเติบโต

ลักษณะการเจริญเติบโตเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ซึ่งมียีนควบคุมเป็นจำนวนมากและทำงานร่วมกันในการแสดงออก กลไกการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปนั้น จะก่อให้เกิดเนื้อเยื่อที่มีความซับซ้อนและสมบูรณ์ ทั้งในด้านโครงสร้าง และการทำงานของโครงสร้างนั้นๆซึ่งประกอบไปด้วย 4 กระบวนการหลัก คือการเพิ่มจำนวนเซลล์ การเพิ่มขนาดของเซลล์ การเปลี่ยนแปลงสภาพของเซลล์ และการเกิดรูปร่างที่แน่นอน โดยกลไกหลักที่ก่อให้เกิดการเจริญเติบโตในสิ่งมีชีวิตคือ การเพิ่มจำนวนเซลล์และการเพิ่มขนาด

ของเซลล์ ซึ่งเป็นกระบวนการสะสมและสังเคราะห์สารอินทรีย์ภายโมเลกุลของเซลล์ ทำให้โมเลกุลมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือมีการรวมกันระหว่างโมเลกุลกับโมเลกุล เป็นผลให้เซลล์ต้องขยายขนาดตามไปด้วย จึงเกิดการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตโดยกระบวนการเหล่านี้จะต้องอาศัยกลไกการทำงานของฮอร์โมน ระบบประสาท และยีนที่เกี่ยวข้องจำนวนมาก

2.4 ลักษณะประจำพันธุ์ของไก่เบตง

ไก่เบตงมีแหล่งกำเนิดมาจากไก่พันธุ์แลงชาน ถูกนำมาเลี้ยงในประเทศไทยโดยคนจีนที่อพยพมาตั้งหลักแหล่งในอำเภอเบตง จังหวัดยะลา ปัจจุบันนิยมเลี้ยงกันมากทางภาคใต้โดยส่วนใหญ่เกษตรจะเลี้ยงแบบหลังบ้านจนกลายเป็นไก่พื้นเมืองของไทยอีกพันธุ์หนึ่ง ลักษณะประจำพันธุ์คือ มีขนสีเหลืองอ่อนตลอดลำตัว เพศผู้มีขนสร้อยสีเหลืองแดง เพศเมียมีสีเหลืองอ่อน หงอนจักร ปากและแข้งมีสีเหลือง และขนงอกช้าในช่วง 0-4 สัปดาห์ เมื่อโตเต็มที่ไม่มีการพัฒนาของขน มีเฉพาะขนปีกรอง (secondary) 4-8 ขน ที่บริเวณปีกและหางของไก่เพศผู้ไม่มีขนประเภท primary feather และขนหางในส่วนของ main tail feather ไม่มีหรือมีการพัฒนาน้อยมาก อกใหญ่ น่องใหญ่ ลำตัวกว้างลึก เพศผู้โตเต็มที่มีน้ำหนักประมาณ 2,110-2,350 กรัม เพศเมีย 1,690-1,780 กรัม ตับไข่มีขนาดค่อนข้างสั้นคล้ายกับของไก่พื้นเมือง น้ำหนักฟองไข่มีค่าเฉลี่ย 46-50 กรัม และนอกจากจะมีฟองไข่ขนาดเล็กแล้วน้ำหนักตัวของไก่พื้นเมืองก็ยังมีค่าน้อยมาก โดยมีน้ำหนักตัวแรกเกิดเฉลี่ยเพียง 27.6 กรัมเท่านั้น หลักจากนั้นการเพิ่มน้ำหนักตัวจะเป็นไปอย่างช้าๆ โดยมีอัตราการเพิ่มสูงสุด ในช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามไก่เบตงมีแนวโน้มในการให้ซากส่วนที่บริโภคได้ค่อนข้างสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเปอร์เซ็นต์ซากส่วนที่เป็นเนื้ออกสันนอก และซากส่วนสะโพก (นิรัตน์และรัตนา, 2539)

ลักษณะการเจริญเติบโตของไก่เบตงสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1 ซึ่งแสดงให้เห็นถึงพัฒนาการเจริญเติบของไก่เบตงในช่วง 1 สัปดาห์ ถึง 16 สัปดาห์

ดังตารางที่ 2.1 ลักษณะการเจริญเติบโตของไก่เบตงในช่วงต่างๆ

อายุ	ลักษณะรูปร่าง
1 – 2 สัปดาห์	ปกคลุมด้วยขนเลี้ยงสีเหลือง ไม่มีขนปีก
3 – 4 สัปดาห์	สามารถแยกเพศได้จากการสังเกตหงอน โดยเพศผู้เริ่มมีหงอนสีแดงและเป็นปมชัดเจน ส่วนเพศเมียมีหงอนซีดเหลืองไม่เป็นปม
1 เดือน	ขนเลี้ยงเริ่มร่วง ขนปีกยาวขึ้นเล็กน้อย
2 เดือน	ขนจริงขึ้นบริเวณหัวและปีก รวมทั้งบริเวณขา
3 เดือน	ขนที่แข้งและคอยาวขึ้น มีขนจริงขึ้นบริเวณหลัง
4 เดือน	ลักษณะแท้จริงปรากฏชัดเจน

ที่มา : ภาควิชาสัตวบาล (2552)

2.5 การเจริญเติบโตของไก่เบตง

ไก่เบตงมีการเจริญเติบโตต่ำกว่าไก่ทางค้า แต่มีแนวโน้มการเจริญเติบโตกว่าไก่พื้นเมืองไทย โดยทั่วไป สามารถแสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโต ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 น้ำหนักตัวของไก่เบตง ไก่พื้นเมืองลูกผสมและไก่พื้นเมืองในระยะต่างๆ

	0 สป	2 สป	4 สป	6 สป	8 สป	10 สป	12 สป	14 สป	16 สป
ไก่เบตง[1]	33	173	446	865	1,320	1,671	2,023	2,298	2,486
ไก่ลูกผสมพื้นเมืองXเบตง[1]	32	129	324	617	1,046	1,351	1,665	1,911	2,107
ไก่ลูกผสม เบตงXพื้นเมือง[1]	28	131	320	626	994	1,310	1,673	1,893	2,116
ไก่พื้นเมือง[1]	29	90	209	432	693	935	1,175	1,405	1,562
ไก่เบตง[2] (KU line)	.	.	321.25	539.92	781.82	969.13	1,141.19	1,332.80	.
ไก่ลูกผสมพื้นเมืองXเบตง[2]	.	74.17	217.14	381.25	564.00	842.50	1,173.33	1494.00	.
ไก่พื้นเมือง[2]	.	.	366.54	602.99	872.28	999.95	1,244.63	1459.84	.

ที่มา: [1]ดัดแปลงจากนิรัตน์และรัตนา (2539)[1], ดัดแปลงจากสุธาทิพย์และคณะ (2558) [2]

เมื่อพิจารณาการเจริญเติบโตแบบแยกเพศในการเลี้ยงไก่เคยูเบตง จากการรายงานพบว่าไก่เบตงเพศผู้มีน้ำหนักเฉลี่ยสูงกว่าเพศเมีย ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 น้ำหนักเฉลี่ยของไก่เบตงที่อายุต่างๆ

อายุ (สัปดาห์)	เพศผู้ (กรัม/ตัว)	เพศเมีย (กรัม/ตัว)
น้ำหนักเริ่มเลี้ยง	35	35
2	105	105
4	215	198
6	415	349
8	652	565
10	947	744
12	1,235	974
14	1,438	1,110
16	1,675	1,215
18	1,847	1,391
20	2,078	1,572

ที่มา: วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีร้อยเอ็ด (มปป)

2.6 เครื่องหมายพันธุกรรม (Genetic marker)

Genetic marker เป็นส่วนของดีเอ็นเอที่แตกต่างกันในสัตว์แต่ละตัว และสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ direct marker และ indirect marker หรือ linkage marker ซึ่ง direct marker หมายถึงเครื่องหมายพันธุกรรมเป็นส่วนหนึ่งของยีน และมีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะนั้นๆ โดยตรง ดังนั้นหากใช้ direct marker ในการคัดเลือกสัตว์ในรุ่นพ่อแม่ เพื่อปรับปรุงพันธุ์ลักษณะที่สนใจ รุ่นลูกจะได้รับพันธุกรรม

ที่ดีจากพ่อแม่ด้วย เช่น การคัดเลือกสุกรด้วย genetic marker ที่ได้จากการศึกษาเกี่ยวกับยีน halothane ต่อความเครียด พบว่าสุกรจะมีความเครียดลดลง ส่วน indirect marker หมายถึงเครื่องหมายพันธุกรรมที่อยู่ใกล้กับตำแหน่งที่ควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait loci: QTL) แต่ไม่ใช่ส่วนหนึ่งของยีน ซึ่งในการใช้ indirect marker จำเป็นต้องคำนึงถึงอัตราการเกิด crossing over ของระยะห่างระหว่าง genetic marker กับ QTL และต้องมั่นใจว่า genetic marker กับ QTL จะถ่ายทอดไปด้วยกัน ดังนั้นในการใช้ indirect marker ต้องทราบว่า genetic marker มีความสัมพันธ์กับลักษณะที่สนใจแบบ linkage disequilibrium (LD marker) หรือ linkage equilibrium (LE marker) (Kinghorn et al., 1993) ปัจจุบันการนำ genetic marker ไปใช้ในการคัดเลือกสัตว์ เรียกว่า marker assisted selection หรือ MAS ช่วยเพิ่มความก้าวหน้าในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ให้ไปถึงเป้าหมายได้รวดเร็วยิ่งขึ้น อีกทั้งยังสามารถคัดเลือกสัตว์ที่มีการแสดงออกในบางลักษณะที่ถูกจำกัดด้วยเพศ (sex limited) ได้อย่างแม่นยำ เช่น ความสามารถในการให้ผลผลิตไข่ในไก่ และความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมในโคนม ซึ่งไม่สามารถประเมินความสามารถในการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ได้โดยตรงในสัตว์เพศผู้ ดังนั้นการใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรมในการคัดเลือกสัตว์จึงเป็นทางเลือกในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ และในการค้นหา genetic marker ควรพิจารณาข้อมูลที่มีและเลือกวิธีที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ genetic marker ที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพสูงสุดสำหรับใช้ในการคัดเลือกสัตว์ต่อไป

2.7 การค้นหายีนที่มีอิทธิพลสูง (major effect) ด้วย candidate gene approach

การค้นหายีนที่มีอิทธิพลสูง (major effect) ต่อลักษณะที่สนใจศึกษาเพื่อใช้เป็น genetic marker ในการคัดเลือกสัตว์ สามารถตรวจสอบได้ด้วยเทคนิค linkage mapping และ candidate gene approach (Jennifer et al., 2000) ซึ่ง linkage mapping เป็นเทคนิคที่ตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรม (genetic marker) ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้กับยีนที่ควบคุมลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait loci: QTL) ของลักษณะที่สนใจศึกษาได้ทั่วทั้งจีโนม แต่เดิมมีการศึกษากันมากในสัตว์เกือบทุกชนิดแต่ปัจจุบันการนำไปใช้ค่อนข้างยากเนื่องจาก 1) ต้องมั่นใจว่า genetic marker และ QTL สามารถถ่ายทอดไปด้วยกันทุกรุ่น 2) จำเป็นต้องทราบข้อมูลพันธุ์ประวัติที่ซับซ้อน (deep pedigree file) และ 3) ประชากรที่ศึกษาควรเป็นฝูงที่เกิดจากพ่อพันธุ์ที่ผสมพันธุ์แบบ half sib ที่มีครอบครัวขนาดใหญ่ (Kinghorn et al., 1993) จึงนิยมใช้เทคนิค candidate gene approach กันมากโดยเป็นการนำยีนที่ทราบหน้าที่แล้ว (functional gene) ซึ่งมีอิทธิพลและหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแสดงออกของลักษณะที่สนใจศึกษาอย่างชัดเจนมาศึกษาเปรียบเทียบร่วมกันเพื่อหายีนที่เป็น major effect และเรียกยีนเหล่านั้นว่า candidate gene อย่างไรก็ตามวิธีการนี้ไม่จำเป็นต้องมีโครงสร้างข้อมูลที่ซับซ้อน ดังนั้นจึงง่ายต่อการศึกษาและมีความแม่นยำสูง (Montaldo and Meza-Herrera, 1998)

ปัจจุบันมีการศึกษา candidate genes ที่สัมพันธ์กับลักษณะต่างๆ ในสัตว์ชนิดต่างๆ อย่างกว้างขวาง ดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การศึกษา candidate genes ในสัตว์ชนิดต่างๆ

species	traits	References
Dairy	- mastitis resistant	Youngerman et al. (2008); Duangjinda et al. (2008)
Beef	- growth traits	Basarab et al. (2004)
	- marbling	Wibowo et al. (2007)
Pig	- meat quality and carcass traits	Zhou et al. (2010)
	- growth traits	Yu et al. (1995)
	- growth and carcass quality traits	Fang et al. (2009)
Goat	- reproductive performance	An et al. (2009)
	- reproductive traits	Ou et al. (2009); Li et al. (2009)
Chicken	- growth traits	Amirinia et al. (2011)

ที่มา: ดัดแปลงจาก สุกัญญา (2555)

นอกจากนี้ในการศึกษา candidate genes ในไก่เพื่อช่วยในการคัดเลือกไก่ให้มีลักษณะการให้ผลผลิตดีขึ้น อาจสรุปได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบต่างๆของยีน *IGF–I PIT1* MC5R และ *IGFBP2* ในไก่

reference	Gene / location	Effect on traits
Seo et al. (2001)	*IGF–I*	ไม่มีนัยสำคัญต่อลักษณะที่สนใจในไก่พื้นเมืองเกาหลี
Amills et al. (2003)	*IGF–I*	น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่ Black Penedesenca
หนึ่งฤทัย และคณะ (2554)	*IGF–I*	น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตในไก่ชี
	IGFBP2	น้ำหนักตัว อัตราการเจริญเติบโตในไก่ชี
อมรรัตน์ (2554)	*IGF–I*	ไม่มีนัยสำคัญต่อลักษณะที่สนใจในไก่ชุ่เหลืองหางขาว
Nie et al. (2008)	*PIT1*	น้ำหนักฟักออก ความกว้างแข้ง ความยาวแข้งในไก่ลูกผสม White Recessive Rock และ Chinese Xinghua
วิทย์ธพงษ์ และคณะ (2553)	*MC5R*	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันในไก่ประดู่หางดำ

จากตารางที่ 2.5 จะเห็นได้ว่าบางงานวิจัยยีนที่ใช้ในการศึกษามีผลอย่างมีนัยสำคัญต่อลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร จึงน่าสนใจที่จะศึกษาในไก่เบตง เพื่อพัฒนามาใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมในการคัดเลือก

บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

3.1 การเก็บข้อมูล และบันทึกผลการทดลอง

การศึกษาครั้งนี้ใช้เบตงคละเพศ เริ่มเลี้ยงตั้งแต่อายุ 7 วัน จำนวน 100 ตัว แบ่งออกเป็น 5 คอก คอกละ 20 ตัว ขนาด 2x4 เมตร แต่ละคอกมีเพศผู้ 9-11 ตัว ไก่ได้รับน้ำ และอาหารเต็มที่ (*ad libitum*) โดยใช้สูตรอาหารไก่ไข่สำเร็จรูประยะต่างๆ คือ ไก่เล็ก แรกเกิดถึงอายุ 5 สัปดาห์ โปรตีนไม่น้อยกว่า 19 เปอร์เซ็นต์ ระยะไก่รุ่นอายุเกิน 5 สัปดาห์ถึง 16 สัปดาห์โปรตีนไม่น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์ และระยะไก่ใหญ่ โปรตีนไม่น้อยกว่า 17 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้การเลี้ยงในโรงเรือนเปิด และทำวัคซีน นิวคาสเซิล หลอดลมอักเสบ กัมโบโร ฝีดาษ และโรคมาเร็กซ์ ตามโปรแกรมที่กำหนดของฟาร์มสัตว์ปีก ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ บันทึกข้อมูล ดังนี้

บันทึกข้อมูลรายตัวทุกๆ 2 สัปดาห์ ด้านสมรรถภาพการเจริญเติบโต โดยการบันทึกน้ำหนักตัว (body weight: BW) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average dairy gain: ADG) ที่อายุ 1 2 4 6 8 10 12 14 16 และ 18 สัปดาห์ สุ่มฆ่าที่อายุ 16 สัปดาห์ สุ่มไก่ เพศผู้ และเพศเมีย เพศละ 5 ตัว อดอาหารไก่ก่อนชำแหละ 12 ชั่วโมง ชั่งและบันทึกผลผลิตซาก และน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักซาก เนื้ออกสันนอก เนื้ออกสันใน เนื้อน่องรวมสะโพก ปีก ตับ หัวใจ และกระเพาะบด ด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียด คำนวณน้ำหนักของซากแต่ละส่วน เป็นผลผลิตซาก (carcass yield) บันทึกค่าต่างๆ และรายงานผล เป็นค่าเฉลี่ย (mean)

3.2 ตัวอย่างและการสกัดดีเอ็นเอ

เก็บตัวอย่างเลือดจากไก่เบตงที่อายุ 14 สัปดาห์ ตัวละ 500–1000 μl ที่เส้นเลือดดำใต้ปีกไก่เบตงที่เลี้ยงในฟาร์มภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ เก็บตัวอย่างเลือดในหลอดขนาด 1.5 ml. ที่มีสารป้องกันการแข็งตัว 0.5M EDTA (Ethylene Diamine Tetraacetic Acid) ปริมาตร 100 μl จากนั้นล้างเซลล์ทั้งหมดด้วย 0.09 % NaCl และแบ่งเลือด 50–100 μl เพื่อสกัด DNA โดยดัดแปลงจากวิธีของ Goodwin et al. (2007)

3.3 การเพิ่มชิ้นส่วนยีนด้วยเทคนิค PCR

เพิ่มปริมาณดีเอ็นเอโดยเทคนิค PCR โดยในแต่ละปฏิกิริยา PCR ปริมาตร 10 μl ประกอบด้วย 5X FIREPol master mix 2 μl, ไพรเมอร์ 10 μM Forward และ Reverse อย่างละ 0.25 μl, 50 ng/ul DNA template 1 μl และปรับปริมาตรด้วยน้ำ 6.5 μl โดยแต่ละยีนมีวงรอบ การทำ PCR ดังนี้ เริ่ม initial denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยา 35 รอบ ได้แก่ denaturation

ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที, primer annealing 58-60 องศาเซลเซียส นาน 30 วินาที (ตารางที่ 3.1) primer extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที และ final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที จากนั้นนำ PCR ที่ได้ไปตรวจสอบด้วย agarose gel electrophoresis ด้วยความเข้มข้น 2% โดยใช้ไพรเมอร์และเอนไซม์ตัดจำเพาะดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ไพรเมอร์และเอนไซม์ตัดจำเพาะ

Gene[1]	Primer sequence(5'-3')	AT[2]	Restriction enzyme	Restriction enzyme production size (bp)
IGFI[1]	5'-CATTGCGCAGGCTCTATCTG-3'	58	HinfI	CC: 622, 191
	5'-TCAAGAGAAGCCCTTCAAGC-3'			AC: 622, 378, 244,191
				AA: 378, 244, 191
PIT1[2]	5'-GTC AAGGCAAATATTCTGTACC-3'	60	/	387 หรือ 330
	5'-TGC ATGTTAATTTGGCTCTG-3'			
MC5R—1[3]	5'-CCTCCTACTGATTCTAATC-3'	58	Hin6I	AA:443
	TTT TCTGCTCATCTGTACTGG-3'			AG: 443, 243, 200
				GG: 243, 200
IGFBP2[1]	5'-GTCCCAGATAAACCTTGCT-3'	60	Pml I	AA: 367
	5'-GCTGGCAAGGGGTCTG-3'			AB: 367, 265, 102
				BB: 265, 102

1= reference: 1) หนึ่งฤทัย (2554), 2) Nie et al. (2008), 3) วิทย์พงษ์ (2553) 2= Annealing temperature

3.4 ตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์

นำ PCR-product ที่ได้มาตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *PIT1* ด้วยเทคนิค PCR ซึ่งเป็นเทคนิคที่ primer มีความจำเพาะกับอัลลีล จากนั้นตรวจสอบแถบดีเอ็นเอด้วย 2% agarose gel สำหรับยีน IGFI, MC5R—1 และ *IGFBP2* ตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ด้วยเทคนิค PCR-RFLP ซึ่งเป็นเทคนิคที่ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลำดับเบสบางตำแหน่งบนสายดีเอ็นเอ ทำให้ชนิดของกรดอะมิโนในสายโปรตีนแตกต่างกัน สัตว์จึงมีการแสดงออก และมีรูปแบบจีโนไทป์ที่แตกต่างกันซึ่งเทคนิคนี้ใช้เอนไซม์ตัดจำเพาะ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลของแต่ละยีนจากสูตร

$$\text{ความถี่จีโนไทป์} = \frac{\text{จำนวนสัตว์ที่มีจีโนไทป์ที่กำหนด}}{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมด}}$$

ความถี่อัลลีล = $D+\frac{1}{2}H$ เมื่อ D = ความถี่ homozygous genotype และ H = ความถี่ heterozygous genotype

วิเคราะห์ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี้สังเกต (H_O) และค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี้คาดหมาย (H_E)

$$H_O = \frac{\text{จำนวนสัตว์ที่มีจีโนไทป์ที่กำหนด heterozygous}}{\text{จำนวนสัตว์ทั้งหมด}}$$

$$H_E = 1 - \sum_{i=1}^{k} p_i^2$$; $p_i =$ ความถี่อัลลีลที่ I ในตำแหน่ง k

ทดสอบ Hardy-Weinberg equilibrium เพื่อทดสอบความสมดุลของยีนในประชากรของไก่แต่ละพันธุ์ด้วย Chi-square test (χ^2)

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$; $O_i =$ จำนวนตัวอย่างสังเกตที่ให้ข้อมูลพันธุกรรมแบบเฮตเทอโรไซกัสที่โลกัส i, E_i = จำนวนตัวอย่างคาดหวังที่ให้ข้อมูลพันธุกรรมแบบเฮตเทอโรไซกัสที่โลกัส i และ n = จำนวนโลไซที่ศึกษา

3.6 วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโต

วิเคราะห์ข้อมูลสถิติเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโต ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (means), ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standard error) ของลักษณะน้ำหนักตัว (BW) น้ำหนักเพิ่ม (WG) และอัตราการอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG) ด้วยวิธีการ GLM โดยมีรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์ดังนี้ $Y_{ijk} = \mu + P_i + S_j + e_{ijk}$ เมื่อ Y_{ijk} คือค่าสังเกตน้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน μ คือค่าเฉลี่ย P_i คืออิทธิพลคงที่เนื่องจากคอก S_j คืออิทธิพลเนื่องจากเพศ และ e_{ijk} คือความคลาดเคลื่อน

3.7 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง genetic marker กับลักษณะการเจริญเติบโต และซาก

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง genetic marker กับลักษณะการเจริญเติบโต โดยใช้ข้อมูลของลักษณะน้ำหนัก น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ที่อายุ 1 2 4 6 8 10 12 14 16 และ18 และเปอร์เซ็นต์ซากที่อายุ 16 สัปดาห์ เป็นข้อมูล phenotype ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อนำใช้ประโยชน์กับฝูงที่ยังไม่มีข้อมูลพันธุ์ประวัติ วิเคราะห์ความสัมพันธ์ด้วย วิธีการ general linear model (GLM) โดยมีรูปแบบโมเดลการวิเคราะห์ดังนี้ $Y_{ijk} = \mu + S_i + G_j + e_{ij}$ เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตของแต่ละลักษณะ, μ = ค่า เฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา S_i = อิทธิพลคงที่เนื่องจากเพศ G_j = อิทธิพลคงที่เนื่องจากรูปแบบของจีโนไทป์ และ e_{ij} = ความคลาดเคลื่อน ซึ่งมีสมมติฐานคือ รูปแบบจีโนไทป์มีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตที่อายุต่าง ๆ และเปอร์เซ็นต์ซาก

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะการการเจริญเติบโต (growth traits)

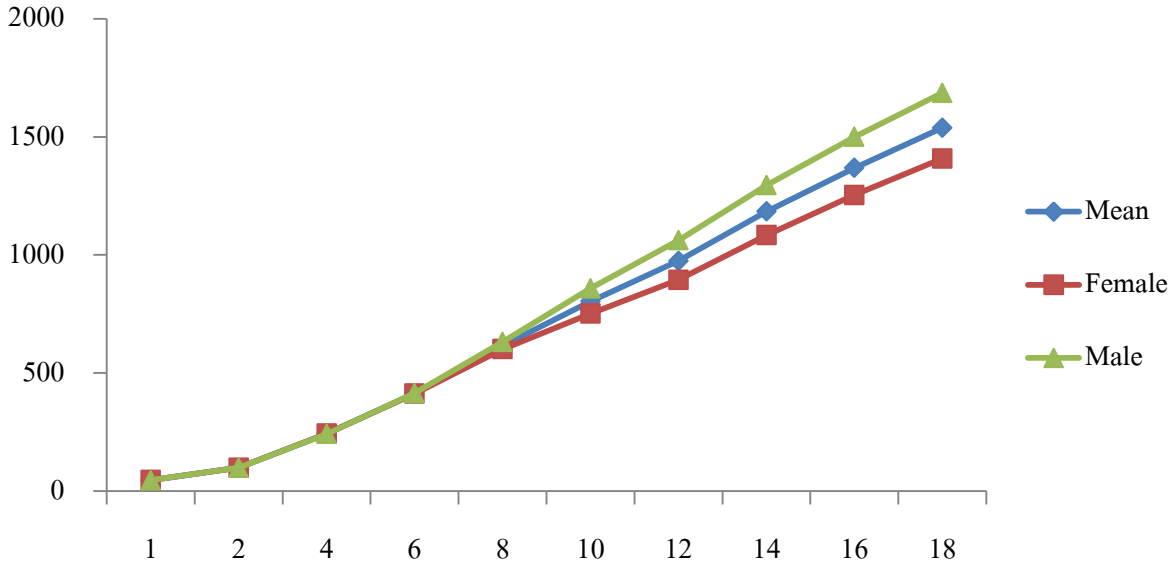
ไก่ที่ใช้ในการศึกษาครั้งมีรูปแบบการเลี้ยงแบบปล่อยพื้น ในระบบเปิด และไม่ตัดปาก เมื่อสิ้นสุดการทดลองที่อายุ 18 สัปดาห์ มีไก่คงเหลือจำนวน 82 ตัว (เพศผู้ 37 ตัว และเพศเมีย 45 ตัว) เก็บข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นของลักษณะการเจริญเติบโตรายตัว ตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ จนถึง 18 สัปดาห์ โดยบันทึกน้ำหนักเฉลี่ยในแต่ละคอก ในแต่ละเพศ ทุก 2 สัปดาห์ เนื่องจากในบางช่วง พบว่าคอกและเพศมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 น้ำหนักตัว; BW (กรัม) น้ำหนักเพิ่ม; WG (กรัม) และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน; ADG (กรัม)

ลำดับคอก	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์	14 สัปดาห์	16 สัปดาห์	18 สัปดาห์
BW 1	48.78±7.61	103.12±14.26	256.24±34.11	438.75±58.80^{a}	640.25±87.88	849.47±129.21	1022.11±162.12	1217.22±167.50	1377.33±170.22	1560.00±191.72
BW 2	45.86±6.68	96.96±13.28	235.71±28.59	417.00±49.08^{a}	626.50±71.70	819.50±103.59	993.88±150.96	1158.42±196.33	1378.33±216.63	1566.47±242.94
BW 3	45.86±7.74	99.72±13.98	251.72±33.33	434.00±49.06^{a}	615.00±63.43	805.26±94.00	982.63±137.83	1171.50±173.73	1360.53±215.57	1532.77±238.76
BW 4	46.41±8.71	100.46±18.82	231.84±45.33	397.63±74.37^{b}	617.37±99.80	797.37±115.80	944.71±160.12	1207.89±201.84	1364.66±208.80	1519.28±227.61
BW 5	44.00±5.95	93.98±13.25	236.38±31.58	378.75±62.78^{b}	577.50±92.30	746.25±159.00	926.32±181.76	1165.78±209.82	1361.58±210.11	1516.84±223.78
Mean± SD	46.19±7.41	98.79±14.87	242.48±35.57	413.18±62.55	615.30±84.85	803.14±124.87	974.35±159.59	1183.68±188.01	1368.14±201.47	1538.67±221.91
เพศเมีย	46.67±7.80	98.87±14.18	243.15±31.24	412.21±59.84	600.68±79.15^{b}	751.60±99.90^{B}	894.38±126.51^{B}	1083.60±133.26^{B}	1253.47±139.20^{A}	1407.95±156.73^{A}
เพศผู้	45.63±7.00	98.70±15.75	241.75±40.16	414.26±66.04	631.48±88.78^{a}	857.98±126.28^{A}	1061.59±146.55^{A}	1294.89±178.06^{A}	1500.00±181.02^{A}	1686.15±190.67^{A}
WG 1	.	54.34±8.00	153.12±25.34	182.52±32.24^{A}	201.50±40.59^{a}	213.94±65.54^{A}	172.63±77.73	177.22±48.60^{C}	200.66±77.77	182.66±29.14^{A}
WG 2	.	51.10±7.90	138.75±21.34	181.29±30.49^{A}	209.50 ±33.12^{a}	193.00±66.62^{A}	180.55±62.06	170.00±78.51^{C}	230.00±50.00	184.11±33.17^{A}
WG 3	.	53.86±7.66	152.00±25.23	182.28±45.61^{A}	181.00 ±53.18^{b}	194.47±65.80^{A}	177.36±62.96	197.36±59.23^{C}	193.68±86.87	161.11±35.62^{B}
WG 4	.	54.05±11.21	130.93±35.31	165.80 ±49.68^{B}	219.74 ±31.20^{a}	180.00±56.72^{B}	153.52±85.87	282.35±93.84^{A}	208.57±137.21	146.42±31.52^{B}
WG 5	.	49.82±9.29	143.05±24.20	141.66 ±44.62^{B}	200.79 ±42.76^{a}	153.681±92.09^{C}	193.16±74.61	239.47±67.45^{B}	195.79±54.39	155.26±26.53^{B}
Mean± SD	.	52.61±7.46	143.69±20.7	170.7±26.98	202.12±22.31	187.84±40.01	171.2±34.72	209.34±28.42	184.46±13.47	170.54±20.43
เพศเมีย	.	52.20 ±8.31	144.14±24.47	169.06±45.59	188.46±45.10^{B}	155.40±56.26^{B}	147.50±60.23^{B}	189.78±78.17^{B}	188.66±76.29^{b}	153.63±30.04^{B}
เพศผู้	.	53.19±9.62	143.204±30.59	173.31±40.81	218.04±32.38^{A}	221.52±71.16^{A}	206.81±72.71^{A}	237.04±77.02^{A}	224.35±87.50^{a}	179.74±33.04^{A}
ADG 1	.	7.76±1.14	10.94±1.81	13.04±2.30	14.39±2.90	15.28±4.68	12.33±$^{5.55}$	12.65±3.47^{B}	14.33±5.48	13.04±2.08^{A}
ADG 2	.	7.30±1.13	9.91±1.52	12.95±2.18	14.96±2.37	13.78±4.75	12.90±$^{4.43}$	12.14±5.60^{B}	16.42±3.57	13.15±2.36^{A}
ADG 3	.	7.69±1.10	10.86±1.80	13.02±3.59	12.93±3.80	13.89±4.70	12.67±4.50	14.09±4.23^{B}	13.83±6.21	11.50±2.54^{B}
ADG 4	.	7.72±1.60	9.35±2.52	11.84±3.55	15.70±2.23	12.85±4.05	10.97±6.13	20.16±6.70^{A}	14.89±8.93	10.45±2.25^{B}
ADG 5	..	7.09±1.30	10.19±1.69	10.10±3.10	14.27±2.99	12.05±8.01	13.80±5.33	17.10±4.81^{A}	13.98±3.88	11.09±1.89^{B}
Mean± SD	.	7.52±1.27	10.26±1.90	12.19±2.92	14.44±2.76	13.56±4.73	12.56±4.74	15.19±4.89	14.66±5.89	11.85±1.96
เพศเมีย	.	7.45±1.18	10.30±1.75	12.08±3.26	13.46±3.22^{b}	11.10±4.01^{B}	10.54±4.30^{B}	13.55±5.58^{B}	13.47±5.44^{B}	10.97±2.14^{B}
เพศผู้	.	7.59±1.36	10.22±2.17	12.32±2.91	15.51±2.3^{2a}	16.17±5.58^{A}	14.77±5.19^{A}	16.93±5.50^{A}	16.02±6.25^{A}	12.83±2.36^{A}

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าบางสัปดาห์คอกแล้เพศมีอิทธิพลต่อน้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน อาจเพราะพฤติกรรมการจิกกันรวมถึงการจิกกินเนื้อ เนื่องจากในบางช่วงไก่มีอัตราการจิกกันสูงจึงอาจส่งผลต่อการกินได้และการเจริญเติบโต ทำให้ค่าสังเกตดังกล่าวมีความแตกต่างกันในแต่ละคอก นอกจากนี้พบว่าเพศมีอิทธิพลต่อความแตกต่างของน้ำหนักตัว น้ำหนักเพิ่ม และอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ตั้งแต่อายุ 6 สัปดาห์เป็นต้นไป ($P<0.05$) และแตกต่างอย่างชัดเจนในอายุ 10 สัปดาห์ ดังภาพที่ 4.1 โดยในช่วงอายุ 1–4 สัปดาห์ ตัวเมียมีน้ำหนักตัวสูงกว่าเพศผู้ ($P>0.05$) และเพศผู้เริ่มมีน้ำหนักตัวสูงกว่าเพศเมียตั้งแต่อายุ 6 สัปดาห์ ($P>0.05$) ซึ่งเป็นช่วงอายุที่จำแนกเพศได้ชัดกว่าการจำแนกเพศตั้งแต่อายุ 1 สัปดาห์ ดังนั้นหากต้องการเลี้ยงแยกเพศ อาจเริ่มแยกเลี้ยงได้ตั้งแต่อายุ 6-8 สัปดาห์

อย่างไรก็ตามเมื่อสร้างกราฟจากข้อมูลค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัว ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวเพศผู้และเมีย ในแต่ละช่วงอายุสามารถแสดงภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 น้ำหนักตัวไก่เบตงเพศผู้และเพศเมีย

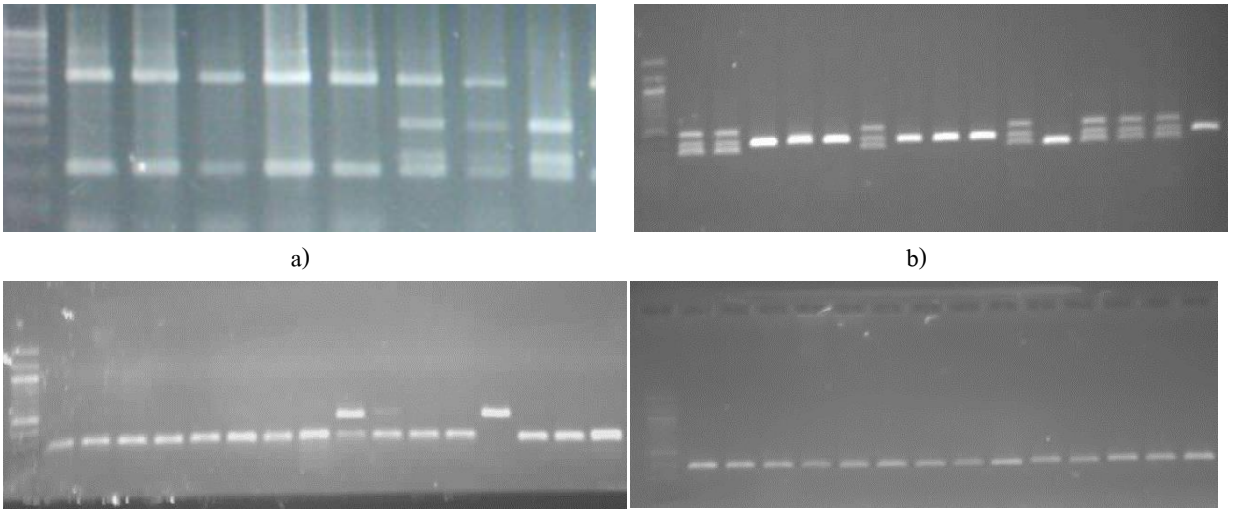
จากภาพที่ 4 แสดงให้เห็นว่าตั้งแต่ช่วงอายุ 8 สัปดาห์ ไก่เบตงเพศผู้มีน้ำหนักตัวสูงกว่าเพศเมีย ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.1 เมื่อเปรียบเทียบน้ำหนักตัวที่อายุ 16 สัปดาห์ พบว่าไก่เบตงมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1368.14 กรัม ซึ่งต่ำกว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่ประดู่หางดำ แต่สูงกว่าไก่ชี ซึ่งนริศรา และคณะ (2555) รายงานว่าไก่ประดู่หางดำและไก่ชีอายุ 16 สัปดาห์มีน้ำหนักตัว 1540.19 และ 1342.49 กรัม ตามลำดับ แต่ไก่เบตงที่ศึกษาในครั้งนี้มีน้ำหนักตัวที่อายุ 16 สัปดาห์ใกล้เคียงกับไก่เบตงสายเคยูที่อายุ 14 สัปดาห์ซึ่ง (สุธาทิพย์ และคณะ 2558) รายงานว่าไก่เบตงสายเคยูที่อายุ 14 สัปดาห์มีน้ำหนักตัว 1,332.80 ทั้งนี้อาจเกิดจากสายพันธุ์ เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ใช้ไก่เบตงสายยะลา อาหาร รูปแบบการเลี้ยง

เมื่อพิจารณาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันจากตารางที่ 4.1 จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าไก่เบตงสายยะลามีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงสุดในอายุ 14 สัปดาห์ คือ 15.19 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งต่างจากอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันไก่เบตงสายเคยูมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงสุดที่อายุ 12 สัปดาห์ (นฤมล และคณะ 2555) และในช่วง 8 สัปดาห์ (สุธาทิพย์ และคณะ, 2558) และต่างจากข้อมูลของไก่ Arbor acres คือมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงสุดในสัปดาห์ที่ 8 แสดงให้เห็นว่าโดยทั่วไปไก่มีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงอายุ 8–14 สัปดาห์ ดังนั้นในช่วงอายุดังกล่าวอาจต้องมีการจัดการด้านน้ำและอาหารให้เพียงพอ

4.2 ผลการตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์

จากการศึกษาพบความหลากหลายทางพันธุกรรมในยีน *IGFI* *PIT1* และ *MC5R*─1 มีศักยภาพที่จะนำมาประยุกต์ใช้เป็น MAS ในประชากรไก่เบตงได้ เนื่องจากพบว่า ยีนดังกล่าวมี genotype 3 จีโนไทป์ โดยแต่ละจีโนไทป์มีสัดส่วนที่เหมาะสมคือไม่มากหรือน้อยจนเกินไป ส่วน *IGFBP2* ไม่เหมาะที่จะนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตและผลผลิตซาก เนื่องจากมีเพียงจีโนไทป์เดียวเพราะเอนไซม์ Pml I ไม่สามารถย่อย *IGFBP2* ดังภาพที่ 4.2 โดยแต่ละจีโนไทป์มีขนาดดังแสดงใน ตารางที่ 3.1 และมีความถี่จีโนไทป์ และความถี่อัลลีลดังแสดงในตารางที่ 4.2 ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงตัดการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ของยีน *IGFBP2* กับลักษณะการเจริญเติบโตและลักษณะซากออก เนื่องจากไม่มีความหลากหลายของยีนดังกล่าว



a) b)

c) d)

ภาพที่ 4.2.จีโนไทป์ของยีน *IGFI PIT1 MC5R*─1 และ *IGFBP2*; a) 1= 100 bp ladder, 2-6 = CC, 7-8 = AC และ 9 = AA b) 1= 100 bp ladder, 2-3, 7,11, 13-15 = InDel, 4-6, 8-10, 16 = Insertion และ 12 = deletion c) 1= 100 bp ladder, 2-9, 12-13,15-17=GG,10-11 = AG และ 14 = AA และd) เอนไซม์ Pml I ไม่สามารถย่อย *IGFBP2* ได้

4.3 ความถี่จีโนไทป์ และอัลลีล

จากความถี่จีโนไทป์ (ตารางที่ 4.2) พบจีโนไทป์พื้นฐานของ *IGFI PIT1* และ *MC5R*–1 คือ AC II และ GG ตามลำดับ และมีอัลลีล A I และ G เป็นอัลลีลพื้นฐาน ตามลำดับ

ตารางที่ 4.2 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล

Genes	n	Genotypes			H_E	Alleles		$\chi^2_{(1, 0.05)}$=3.84
IGFI	81	AA (0.26)	AC (0.62)	CC (0.12)	0.49	A (0.57)	C (0.43)	0.03
PIT1	81	II (0.41)	ID (0.36)	DD (0.23)	0.48	I (0.59)	D (0.41)	0.03
MC5R–1	82	AA (0.29)	GA (0.11)	GG (0.60)	0.45	G (0.65)	A (0.35)	0.26
IGFBP2	*82*	AA (100)	AB (0.00)	BB (0.00)	0.00	A (1.00)	B (0.00)	-

จากการศึกษารูปแบบจีโนไทป์ของยีน *IGFI PIT1 MC5R* และ *IGFBP2* พบแต่ละยีนมี 3 จีโนไทป์ ยกเว้น *IGFBP2* ซึ่งไม่สามารถย่อยด้วยเอนไซม์ Pml I อาจเนื่องจากไก่เบตงไม่มีจุด SNP ที่จำเพาะกับเอนไซม์ Pml I ซึ่งต่างจากการรายงานของ หนึ่งฤทัยและคณะ (2554) ซึ่งรายงานว่าเอนไซม์ Pml I สามารถตัดยีน *IGFBP2* ในไก่ประดู่หางดำ และไก่ชีได้

สำหรับ *IGFI* จากการศึกษาในครั้งนี้พบจีโนไทป์ AC มีความถี่สูงสุด และอัลลีล A เป็นอัลลีลพื้นฐาน ซึ่งต่างจากการรายงานการศึกษาในไก่ประดู่หางดำ ไก่ชี และไก่เหลืองหางขาวซึ่งรายงานว่ายีน *IGFI* ในแหน่งเดียวกันนี้ ไม่พบจีโนไทป์ AA และจีโนไทป์ AC มีความถี่ต่ำ และมีอัลลีล C เป็นอัลลีลพื้นฐาน (หนึ่งฤทัยและคณะ, 2554 และ อมรรัตน์, 2554)

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า *MC5R*–1 มีความถี่จีโนไทป์ GG สูงสุด ต่างจาก วิทย์ธพงษ์ และคณะ (2553 และนิกร และคณะ, 2560) ซึ่งรายงานว่า *MC5R*–1 มีความถี่จีโนไทป์ AA สูงสุดในไก่ประดู่หางดำ และไก่เล็กฮอร์นขาว ความแตกต่างของรูปแบบจีโนไทป์และอัลลีลพื้นฐานอาจเนื่องจากเป็นประชากรต่างฝูง หรืออาจมีรูปแบบการคัดเลือกแตกต่างกัน

ค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี้สังเกต และค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี้คาดหมาย เป็นค่าทางสถิติที่ช่วยบ่งบอกถึงค่าความหลากหลายทางพันธุกรรม ผลการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าเฮตเทอโรไซโกซิตี้สังเกต และค่าเฮตเทอโร–ไซโกซิตี้คาดหมาย ในยีน *IGFI PIT1*และ *MC5R*–1 มีค่า 062 (0.49), 0.36 (0.23) และ 0.11 (0.45) ตามลำดับ ชี้ให้เห็นว่าทั้ง 3 ยีนมีความหลากหลายทางพันธุกรรมปานกลางถึงสูง และไม่พบความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *IGFBP2*

การทดสอบสมดุลความถี่ตามกฎของ Hardy–Weinberg ใช้เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงความถี่ของยีนหรือความถี่ของจีโนไทป์ในประชากร ในการศึกษาครั้งนี้พบว่ายีนที่ศึกษายังอยู่ในภาวะสมดุลตามกฎของ Hardy–Weinberg อาจเป็นไปได้ว่ารูปแบบการเลี้ยงอาจไม่ส่งผลกระทบต่อความถี่ยีนของประชากร หรือรูปแบบการเลี้ยงอาจส่งผลกระทบต่อยีนกลุ่มอื่นนอกเหนือนี้

รูปแบบยีนที่หลากหลายใน genetic marker ที่ใช้ในการศึกษาครั้งแสดงให้เห็นถึงโอกาสในปรับปรุงลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เบตง โดยอาจต้องติดตามความสัมพันธ์ของยีนกับลักษณะปรากฏ หรือใช้ค่าการผสมพันธุ์ (EBV) ในการประเมินความสัมพันธ์ หรืออาจต้องหายีนอื่นที่เกี่ยวข้อง

4.4 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับลักษณะการเจริญเติบโต

วิเคราะห์อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะการเจริญเติบโตที่อายุ 1 2 4 6 8 10 12 14 16 และ 18 สัปดาห์ ด้วยวิธี general linear model (GLM) พบว่ามีเพียงยีน *PIT1* ที่สามารถตรวจพบความสัมพันธ์กับลักษณะน้ำหนักตัวเพิ่มและ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันในช่วงอายุ 18 สัปดาห์ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 least square means อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG)

ยีน	1 สัปดาห์	2 สัปดาห์	4 สัปดาห์	6 สัปดาห์	8 สัปดาห์	10 สัปดาห์	12 สัปดาห์	14 สัปดาห์	16 สัปดาห์	18 สัปดาห์
IGFI:AA[1]	44.15	92.59	239.47	405.425781	608.53	824.38	991.60	1216.29	1412.50	1571.24
AC	46.17	98.32	237.87	395.482639	598.71	785.33	978.32	1185.42	1381.07	1546.95
CC	47.77	102.02	256.83	427.735540	615.90	808.37	974.10	1142.61	1340.03	1508.50
PIT1:DD	46.24	95.61	237.79	396.80	590.77	803.22	979.488	1184.29	1423.18	1603.52
ID	48.03	102.33	251.52	426.62	623.08	826.38	998.74	1201.07	1349.69	1502.68
II	43.82	95.00	244.88	405.22	609.30	788.498	965.82	1158.97	1360.74	1520.51
MC5R─1:AA	48.14	102.69	257.22	428.749856	625.89	827.25	998.12	1197.75	1365.46	1524.22
AG	44.30	93.57	237.10	386.463658	587.54	799.93	984.68	1201.18	1430.54	1591.78
GG	45.64	96.68	239.86	413.430446	609.70	790.90	961.22	1145.40	1337.60	1510.70
IGFI: AA[2]	.	48.43	146.88	165.95	203.10	216.44	168.00	229.58	214.33	158.74
AC	.	52.15	139.55	157.60	203.22	187.83	194.61	217.24	206.52	165.88
CC	.	54.25	154.80	170.90	188.17	192.45	171.99	197.26	219.21	168.46
PIT1:II	.	49.37	142.17	159.01	193.96	212.11	178.80	215.75	235.00	180.33[a]
ID	.	54.29	149.18	175.11	196.45	203.06	176.76	222.09	185.48	152.98[b]
DD	.	51.17	149.87	160.33	204.08	181.55	179.03	206.24	219.57	159.77[b]
MC5R─1:AA	.	54.54	154.53	171.52	197.14	204.21	171.75	209.95	201.50	158.75
AG	.	49.26	143.53	149.36	201.08	211.79	191.48	246.12	224.53	161.23
GG	.	51.03	143.17	173.57	196.27	180.73	171.37	188.01	214.53	173.10
IGFI :AA[3]	.	6.91	10.49	11.85	14.50	15.46	11.99	16.39	15.30	11.33
AC	.	7.45	9.96	11.25	14.51	13.41	13.90	15.51	14.75	11.84
CC	.	7.75	11.05	12.20	13.44	13.74	12.28	14.09	15.65	12.03
PIT1:II	.	7.05	10.15	11.35	13.85	15.15	12.77	15.41	16.78	12.88[a]
ID	.	7.75	10.65	12.50	14.03	14.50	12.62	15.86	13.24	10.92[b]
DD	.	7.30	10.70	11.45	14.57	12.96	12.78	14.73	15.68	11.41[b]
MC5R─1: AA	.	7.79	11.03	12.25	14.08	14.58	12.26	14.99	14.39	11.33
AG	.	7.03	10.25	10.67	14.36	15.12	13.67	17.58	16.03	11.51
GG	.	7.28	10.22	12.39	14.02	12.91	12.24	13.43	15.28	12.36

[1] least square means อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะน้ำหนักตัว, [2]least square means อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะน้ำหนักตัวที่เพิ่ม และ [3]least square means อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ต่อลักษณะอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน (ADG)

[a,b]ที่แตกต่างกันในสดมภ์เดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีความสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

จากตารางที่ 4.3 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง *IGFI และ MC5R*-1 กับน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ซึ่งต่างจากการศึกษาในไก่พื้นเมืองไทยสายพันธุ์ชีซึ่งมีรายงานว่าไก่ที่จีโนไทป์ AA ก็มีน้ำหนักตัวที่ช่วงอายุ 12 และ 16 สัปดาห์มากกว่าไก่ที่จีโนไทป์ AC และ CC ($P < 0.05$) (หนึ่งฤทัย และคณะ, 2554) ขณะที่ นิกร (2560) รายงานว่า *IGFI* จีโนไทป์ AA และ *MC5R*-1 จีโนไทป์ GG สัมพันธ์กับลักษณะการเจริญเติบโตในไก่เล็กฮอร์นขาว และโรดไอร์แลนด์แดง จึงอาจจำเป็นต้องติดตามอิทธิพลของยีนเหล่านี้ในไก่รุ่นลูกหลังการคัดเลือก หรืออาจต้องหายีนเครื่องหมายตำแหน่งอื่นเพื่อช่วยในการคัดเลือกให้ไก่เบตงมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น

จากการศึกษาครั้งนี้พบความสัมพันธ์ระหว่าง *PIT1* กับน้ำหนัก 18 สัปดาห์ ($P<0.05$) โดยไก่เบตงที่มีจีโนไทป์ II มีน้ำหนักตัวเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงกว่าไก่เบตงที่มีจีโนไทป์ ID และ DD

แม้ว่าการศึกษาครั้งนี้ให้ผลที่แตกต่างกับการรายงานการศึกษาก่อนหน้า ทั้งนี้อาจเป็นเพราะเป็นไก่ต่างพันธุกรรมกัน อย่างไรก็ตามผลการศึกษาได้แสดงให้เห็นว่าไก่เบตงยังคงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีนต่างๆ จึงอาจเป็นโอกาสในการหายีนที่เกี่ยวข้องกับลักษณะการให้ผลผลิตในไก่เบตงได้

4.5 ผลผลิตซาก (carcass yield)

เนื่องจากไก่เบตงมีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงสุดในช่วง 8–16 สัปดาห์ ดังนั้นที่อายุ 16 สัปดาห์ จึงสุ่มไก่ตัวผู้และตัวเมียเพศละตัวจาก 5 คอก รวม 10 ตัว อดอาหารไก่ก่อนชำแหละ 12 ชั่วโมง ชั่งและบันทึกผลผลิตซากและน้ำหนักชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ เนื้ออกสันนอก เนื้ออกสันใน น่อง สะโพก ปีก ตับ หัวใจ และกระเพาะบด คำนวณน้ำหนักของซากแต่ละส่วน เป็นผลผลิตซาก (carcass yield) โดยเทียบเป็นค่าร้อยละของน้ำหนักมีชีวิตดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลผลิตซากไก่เบตงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 16 สัปดาห์

Carcass	Male	Female	t-test
Live weight (g.)	1540±104.16	1202±169.32	*
Pectoralis minor (%)	3.21±0.57	3.25±0.27	NS
Pectoralis major (%)	7.45±1.24	8.46±1.50	NS
Thigh (%)	12.79±0.50	12.91±0.52	NS
Drumstick (%)	10.95±1.21	11.97±0.56	NS
Wing (%)	10.52±0.51	9.28±0.52	NS
Liver (%)	2.07±0.16	1.99±0.14	NS
Heart (%)	0.48±0.05	0.51±0.03	NS
Gizzard (%)	1.03±0.15	1.10±0.17	NS

*ในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีความสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$), NS ในแถวเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่าเพศไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ผลผลิตซากของไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับผลผลิตซาก ในไก่เบตงสายเคยูอายุ 14 สัปดาห์ (สุธาทิพย์ และคณะ, 2558) และไม่พบความสัมพันธ์ของ genetic markers กับลักษณะซากไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์ ดังตารางที่ 4.5

4.6 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับผลผลิตซาก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายพันธุกรรมและผลผลิตซาก ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่ง *PIT1 IGF* และ *MC5R-1* ไม่สัมพันธ์กับผลผลิตซากไก่เบตง (P>0.05)

ตารางที่ 4.5 ความสัมพันธ์ของ genetic markers กับผลผลิตซาก

Carcass	*PIT1*	*IGFI*	*MC5R-1*
	Pr > F	Pr > F	Pr > F
Pectoralis minor	0.6535	0.5201	0.5583
Pectoralis major	0.1782	0.4169	0.2728
Thigh	0.2706	0.2532	0.1491
Drumstick	0.6349	0.8328	0.9678
Wing	0.7870	0.7616	0.9739
Liver	0.7813	0.7860	0.2035
Heart	0.1037	0.1391	0.3542
Gizzard	0.1684	0.1152	0.1039

จากตารางที่ 4.5 ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายพันธุกรรมกับผลผลิตซากสอดคล้องกับอมรรัตน์ (2554) ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์ระหว่าง *IGF–I* และ *IGF–II* กับผลผลิตซากในไก่เหลืองหางขาว

บทที่ 5

บทสรุป

ไก่เบตงเพศผู้มีการเจริญเติบโตทั้งน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงกว่าเพศเมีย แตกต่างอย่างอย่างชัดเจนตั้งแต่อายุ 6 สัปดาห์ ($P<0.05$) โดยอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันสูงสุดของไก่เบตงอยู่ในช่วงอายุ 8 สัปดาห์ และที่อายุ 18 สัปดาห์ มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวันต่ำกว่า 16 สัปดาห์

พบความหลากหลายทางพันธุกรรมของยีน *IGFI PIT1* และ *MC5R*-1 ในประชากรไก่เบตงที่ศึกษาในครั้งนี้ โดยยีนเหล่านี้ยังคงมีความหลากหลายทางพันธุกรรมปานกลางถึงสูง และอยู่ในภาวะสมดุลตามกฎของ Hardy–Weinberg แต่ไม่พบความหลากหลายในยีน *IGFBP2*

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายพันธุกรรมกับน้ำหนักตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัว และผลผลิตซาก พบว่ายีน *PIT1* รูปแบบจีโนไทป์ II สัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่เพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อตัวต่อวัน ที่อายุ 18 สัปดาห์

เอกสารอ้างอิง

ดรุณี ณ รังษี, กิตติ อรรคฮาต และอำนวย เลี้ยวธารากุล. 2550. การสร้างฝูงไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ อัตราพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของน้ำหนักตัวกับสัดส่วนร่างกายไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ. วารสารวิชาการ ปี 2550.

นริศรา สวยรูป บัญญัติ เหล่าไพบูลย์ วุฒิไกร บุญคุ้ม และ มนต์ชัย ดวงจินดา. 2555. สมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำและชีที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่. แก่นเกษตร 40 (ฉบับพิเศษ 2): 248-252.

นฤมล แสงสว่าง ชัยภูมิ บัญชาศักดิ์ พรรณวดี โสพรรณรัตน์ และวิริยา ลุ้งใหญ่.2555. การเปรียบเทียบสมรรถภาพการเจริญเติบโต ลักษณะซาก และปริมาณไขมันใน ไก่เบตง (สายเคยู) และไก่กระทง เพศเมีย. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 50:1-8.

นิรัตน์ กองรัตนารัตน์ และ รัตนา โชติสังกาศ. 2539. การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตซากของไก่เบตงเปรียบเทียบกับของไกพื้นเมือง และไกลูกผสมเบตง×พื้น เมือง. วิทยาศาสตร์เกษตรศาสตร์ 30: 312-321.

ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์บางเขน กรุงเทพ. ไก่เบตง (สายเคยู).สืบค้นจาก http://www.ku.ac.th/e-magazine/oct52/image/ku_batong.pdf

รัตนา โชติสังกาศ, สุภาพร อิสริโยดม และนิรัตน์ กองรัตนานันท์. 2537. การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะการให้ไข่และส่วนประกอบฟองไข่ของไก่พื้นเมืองและไก่ไข่ลูกผสมทางการค้า. ว.เกษตรศาสตร์(วิทย.) 28:38-48.

วิทย์ธพงษ์ เปี้ยววงค์, ปุณเรศวร์ รัตนประดิษฐ์ และสัญชัย จตุรสิทธา. 2553. ความผันแปรทาง พันธุกรรมของยีน MC5R ต่ออัตราการเจริญเติบโตในไก่พื้นเมือง (ประดู่ หางดำ). วารสารเกษตร. 26: 163-172.

สุกัญญา เจริญศิลป์. 2555. การตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรมที่สัมพันธ์กับลักษณะการให้ผลผลิตไข่ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำและพันธุ์ชี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

สุธาทิพย์ ไชยวงศ์ วุฒิกร สระแก้ว พงษ์นรินทร์ คิสเคียน ธีรพงษ์ จันทบาล และ เกชา คูหา. 2558. การศึกษาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและลักษณะซากของไก่ลูกผสมพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์เบตง.แก่นเกษตร 43 (ฉบับพิเศษ 1): 409-504.

หนึ่งฤทัย พรหมวาที มนต์ชัย ดวงจินดา วุฒิไกร บุญคุ้ม และบัญญัติ เหล่าไพบูลย์. 2554. ความสัมพันธ์ระหว่างจุดกลายยีน (SNPs) ของยีน *GHSR*, *IGFI*, *cGH* และ *IGFBP2* ต่อลักษณะการเจริญเติบโตในไก่พื้นเมืองไทย (ชีและประดู่หางดำ). แก่นเกษตร 39: 261-270.

อมรรัตน์ โมพี. 2554. รายงานการวิจัยยีน Insulin –like growth factor I, II เพื่อการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่พื้นเมืองไทย. รหัสโครงการ SUT3-303-54-24-21

Amills, M., N. Jime´nez, 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 Associations with Growth and Feeding Traits. Poult. Sci. 82:1485–1493.

Goodwin, W., L. Adrian and H. Sibte. 2007. An introduction to forensic genetics. John Wiley and Sons Ltd: Oxford. 151 p.

Jennifer, M. M. D. Kwon, M. A. Goate, and. D. Phil. 2000. The candidate gene approach. Alcohol Res. Health. 24: 64-68.

Jiang, R., J. Li, L. Qu, H. Li, and N. Yang. 2004. A new single nucleotide polymorphism in the chicken pituitary-specific transcription factor (POU1F1) gene associated with growth rate. Anim Genet. 35: 344-346.

Kinghorn, B. P., B. W. Kennedy. and C. Smith. 1993. A method for screening for genes of major effect. Genetics. 134: 351-360.

Montaldo, H. H., and C. A. Meza-Herrera. 1998. Use of molecular markers and major genes in the genetic improvement of livestock. J. Biotechnol. 1: 83-89.

Nie, Q., M. Fang, L. Xie, M. Zhou, Z. Liang, Z. Luo, G. Wang, W. Bi, C. Liang, W. Zhang, and X. Zhang. 2008. The *PIT1* gene polymorphisms were associated with chicken growth traits. BMC Genet. 9: 1-5.

Saxena, V.K., A.K. Sachdev, R. Gopal, and A.B. Pramod. 2009. Roles of improtant candidate gene on broiler meat quality. World's Poultry Science Journal. 65: 37-50.

Seo, D. S., J. S. Yun, W. J. Kang, J. G. Jeon, K. C. Hong, and Y.Ko. 2001. Association of insulin-like growth factor-I (IGF-I) gene polymorphism with serum IGF-I concentration and bodyweight in Korean Native Ogol chicken. Asian-Aust. J. Anim. Sci. 14:915–921.

ภาคผนวก

ภาพที่ 1. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 2 สัปดาห์

ภาพที่ 2. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 2 สัปดาห์

ภาพที่ 3. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 6 สัปดาห์

ภาพที่ 4. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 6 สัปดาห์

ภาพที่ 5. ไก่เบตง เพศผู้อายุ 8 สัปดาห์

ภาพที่ 6. ไก่เบตง เพศเมียอายุ 8 สัปดาห์

ภาพที่ 7. ไก่เบตงคละเพศ อายุ 14 สัปดาห์

ภาพที่ 8. แผลจากพฤติกรรมการจิกกัน

ภาพที่ 9. ซากทั้งตัวไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์

ภาพที่ 10. ชิ้นส่วนไก่เบตงอายุ 16 สัปดาห์