



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การประเมินความหลากหลายพันธุกรรมของลักษณะ
ผลผลิตเนื้อ และคุณภาพเนื้อในไก่พื้นเมืองไทย”

โดย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สจี กัณหาเรียง

สิงหาคม 2560

สัญญาเลขที่ TRG5880022

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การประเมินความหลากหลายพันธุกรรมของลักษณะ
ผลผลิตเนื้อ และคุณภาพเนื้อในไก่พื้นเมืองไทย”

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สจี กัณหาเรียง
ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและ
มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(ความเห็นในรายงานนี้เป็นของผู้วิจัย
สกว.และต้นสังกัดไม่จำเป็นต้องเห็นด้วยเสมอไป)

รูปแบบ Abstract (บทคัดย่อ)

Project Code : TRG5880022

Project Title : การประเมินความหลากหลายพันธุกรรมของลักษณะผลผลิตเนื้อ และคุณภาพเนื้อใน
ไก่พื้นเมืองไทย

Investigator : สจ๊ กัณหาเรียง ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

E-mail Address : ksajee@kku.ac.th

Project Period : 2 ปี (2558-2560)

บทคัดย่อ

การเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก เพราะการเพิ่มการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อส่งผลให้เพิ่มผลผลิตเนื้อตามลำดับ โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความหลากหลายพันธุกรรมของยีนที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตและคุณภาพเนื้อในไก่พื้นเมืองไทย ทำการศึกษาในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 (PD) ไก่จินดำ (CB) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่จินดำ (PDCB) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 (CBPD) และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (กลุ่มควบคุม) จำนวน 500 ตัว ประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมด้วยเทคนิคการเพิ่มจำนวนยีนร่วมกับการตัดด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ (PCR-RFLP) ในยีนที่มีรายงานว่ามียีนที่พลต่อการพัฒนาและการเจริญเติบโตของกล้ามเนื้อในสัตว์ ได้แก่ ยีน *pituitary-specific transcription factor (PIT1)*, *myostatin*, transforming growth factor beta3 (*TGF-β3*)

ผลการวิจัย พบความหลากหลายรูปแบบยีนทั้ง 3 ยีน จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนกับลักษณะทางการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ พบความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* ในไก่ CBPD โดยจีโนไทป์ CT มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักตัวลูกไก่ อายุ 1 วัน, การเพิ่มขึ้นของค่าความสว่าง (L^*) ในส่วนเนื้อสะโพก การเพิ่มขึ้นของค่าแรงตัดผ่านเนื้อของเนื้อน่องและสะโพก การเพิ่มขึ้นของค่าการสูญเสียจากการปรุงสุกของเนื้อน่อง และเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อน่องและสะโพก แต่จีโนไทป์ CT มีความสัมพันธ์กับค่าแรงตัดผ่านเนื้อที่ลดลงของเนื้ออก ($P < 0.05$) ในไก่ PDCB พบความสัมพันธ์รูปแบบจีโนไทป์ CC กับการเพิ่มขึ้น ADG ที่อายุ 8 สัปดาห์ และค่า FCR ที่ลดลง ที่อายุ 8, 10 และ 12 สัปดาห์ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของ *PIT1* ในไก่ทดลองกลุ่มอื่น ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* ในไก่ PDCB พบจีโนไทป์ GA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักตัวที่อายุ 4 สัปดาห์ และจีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า L^* ของเนื้ออก และการลดลงของค่า b ของเนื้อสะโพก

แต่ในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า พบว่าจีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า b ของเนื้ออก ในขณะที่ในไก่ CBPD จีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า FCR สำหรับในไก่ PD จีโนไทป์ AA และ GG มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มความสว่าง (L^*) ของสีเนื้ออก และจีโนไทป์ GA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อสะโพก ความสัมพันธ์ของยีน $TGF-\beta 3$ ในไก่ PDCB พบจีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) ที่อายุ 12 สัปดาห์ จีโนไทป์ AA และ AB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวที่อายุ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ นอกจากนี้จีโนไทป์ AB ยังพบมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของค่าความสว่าง L^* ของเนื้อหนัง สำหรับไก่ CB รูปแบบจีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักมีชีวิต เพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อสะโพก ($P < 0.05$) สอดคล้องกับไก่เนื้อสายพันธุ์การค้าพบจีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อสะโพก จีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการลดลงของค่า FCR และจีโนไทป์ AB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้ออก ($P < 0.05$)

จากผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่ารูปแบบจีโนไทป์ในยีน *PIT1 myostatin* และ $TGF-\beta 3$ มีความเกี่ยวข้องในการพัฒนากล้ามเนื้อที่ส่งผลการเจริญเติบโต และผลผลิตเนื้อในไก่พื้นเมือง โดยมีศักยภาพที่จะพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายช่วยในการคัดเลือกลักษณะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อในไก่พื้นเมือง และเป็นประโยชน์ต่อการผลิตไก่พื้นเมืองและอุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีกที่เหมาะสมต่อไป

Keywords : เครื่องหมายพันธุกรรม, การเจริญเติบโต, ไก่พื้นเมืองไทย

Abstract

Muscle growth is an economic trait in the poultry industry, since increased muscle growth results in increased meat production. In this project, the aim of the study was to evaluate genes that may be involved in muscle growth, carcass traits and meat quality in Thai native chicken. A total of 500 samples including 100 samples of each chicken group: Thai native chicken Pradoo-Hang dam KKU55 (PD), Chinese black bone (CB), the crossbred between Pradoo-Hang dam KKU55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), the crossbred Chinese black bone sire x Pradoo-Hang dam KKU55 dam (CBPD) and broiler were investigated using polymerase chain reaction-restriction fragment length polymorphism (PCR-RFLP) analysis to explore variation in three candidate genes. These genes included: the Pituitary-Specific transcription factor (*PIT1*), the *myostatin*, the Transforming growth factor beta 3 (*TGF- β 3*). These genes have been previously reported to influence muscle growth rate, meat production and other production traits in animals.

The results revealed genetic variation at all the loci tested in the chicken studied. The variation in each gene was tested for its association with production traits. In CBPD, the presence of genotype *CT* of *PIT1* was associated with increased birth weight, increased L^* value of drumstick, increased shear force value of thigh and drumstick, increased cooking loss value of drumstick and increased water holding capacity of thigh and drumstick ($P < 0.05$), whereas it was decreased shear force value in breast meat. In PDCB, the presence of genotype *CC* was associated with increased ADG at 8 weeks and decreased FCR at 8, 10, 12 weeks. There was no association between *PIT1* with the measured traits in others. Variation of *myostatin*, in PDCB, the presence of genotype *GA* was associated with increased body weight at 4 weeks. Genotypes *AA* was associated with decreased L^* value of breast meat and decreased b^* value of drumstick. In broiler, the presence of genotype *AA* was associated with increased b^* value of breast meat, while in CB it was associated with increased FCR. In PD, the presence of genotype *AA* and *GG* were associated with increased L^* value of breast meat, and genotype *GA* was associated with increased water holding capacity in drumstick ($P < 0.05$). Variation in *TGF- β 3*, in PDCB, the presence of genotype *BB* was associated with increased ADG at 12 weeks, the presence of genotype *AA* and *AB* was associated with increased body weight at 0, 2, 4 weeks. Also, genotype *AB* was associated with increased L value of thigh. In CB, the presence of genotype *BB* was associated with increased body weight, increased drumstick and wing weight ($P < 0.05$). Similarly, in broiler, the presence of genotype *BB* was associated with

increased drumstick. Genotype *AA* was associated with decreased FCR. Genotype *AB* was associated with increased water holding capacity of breast meat ($P < 0.05$).

Together, these data suggest that genetic variation in *PIT1*, *myostatin* and *TGF- β 3* may be involved in skeletal muscle growth and meat production in chicken. The variation detected in this study might underpin the development of gene markers for improved muscle growth carcass traits and meat quality in native chicken. Given that these results could be of benefit to the native chicken and poultry industry, the genes warrant further investigation.

Keywords : gene markers, growth performance, Thai native chicken

สารบัญ

บทที่		หน้า
	บทคัดย่อ	i
	Abstract	ii
	สารบัญ	v
	สารบัญตาราง	vi
	สารบัญภาพ	vii
1	บทนำและวัตถุประสงค์	1
2	การตรวจเอกสาร	3
3	วิธีการดำเนินการวิจัย	5
4	ผลการวิจัยและวิจารณ์	8
	4.1.1 รูปแบบจีโนไทป์ของยีน <i>PIT1</i> , <i>myostatin</i> และ <i>TGF-β3</i>	8
	4.1.2 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล	9
	4.1.3 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ	10
	4.1.4 ความสัมพันธ์ของยีน <i>PIT1</i> ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ	15
	4.1.5 ความสัมพันธ์ของยีน <i>myostatin</i> ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ	22
	4.1.6 ความสัมพันธ์ของยีน <i>TGF-β3</i> ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ	28
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	38
6	เอกสารอ้างอิง	40
	ภาคผนวก : การใช้ประโยชน์จากงานวิจัย	44

สารบัญตาราง

Table 1	Genotype and allele frequency of <i>PIT1</i> , <i>myostatin</i> and <i>TGF-β3</i> in five chicken breeds ^{1/}	9
Table 2	Effect of breeds ^{1/} difference on production traits ^{2/} during 0-12 weeks	11
Table 3	Effect of breeds ^{1/} difference on carcass traits ^{2/} at 12 weeks	13
Table 4	Effect of breeds ^{1/} difference on meat quality traits ^{2/} at 12 weeks	15
Table 5	Effect of variation in <i>PIT1</i> on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds ^{1/}	16
Table 6	Effect of variation in <i>PIT1</i> on average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks	18
Table 7	Effect of variation in <i>PIT1</i> on carcass traits at 12 weeks	19
Table 8	Effect of variation in <i>PIT1</i> on meat color traits at 12 weeks	20
Table 9	Effect of variation in <i>PIT1</i> on shear force and water holding capacity at 12 weeks	21
Table 10	Effect of variation in <i>myostatin</i> on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds ^{1/}	22
Table 11	Effect of variation in <i>myostatin</i> on average daily gain (ADG) feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks	24
Table 12	Effect of variation in <i>myostatin</i> on carcass traits at 12 weeks	25
Table 13	Effect of variation in <i>myostatin</i> on meat color traits at 12 weeks	26
Table 14	Effect of variation in <i>myostatin</i> on shear force and water holding capacity at 12 weeks	27
Table 15	Effect of variation in <i>TGF-β3</i> on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds ^{1/}	28
Table 16	Effect of variation in <i>TGF-β3</i> on average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks	30
Table 17	Effect of variation in <i>TGF-β3</i> on carcass traits at 12 weeks	31
Table 18	Effect of variation in <i>TGF-β3</i> on meat color traits at 12 weeks	32
Table 19	Effect of variation in <i>TGF-β3</i> on shear force and water holding capacity at 12 weeks	33

สารบัญภาพ

Figure 1 Pattern of three genotypes in (A) *PIT1/MluCI* (B) *Myostatin/BbvI* and (C) 8
TGF- β 3/BsII gene of Thai native chicken-Pradoo hang dam morkor 55
Chinese black bone chicken and the crossbreds (M=100 bp DNA
Ladder)

บทที่ 1

บทนำและวัตถุประสงค์

1. บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ไก่พื้นเมืองไทยได้รับการพัฒนาและปรับปรุงพันธุ์มากกว่า 20 ปี การวิจัยมุ่งเน้นการพัฒนาการเลี้ยง การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และการพัฒนาพันธุ์กรรมไก่พื้นเมืองให้ผลผลิตเนื้อที่เพิ่มขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการบริโภคเนื้อไก่พื้นเมืองที่เพิ่มขึ้น รวมถึงไก่พื้นเมืองลูกผสม พบมีรายงานว่ามีความหลากหลายและรสชาติที่ดี เนื้อมีลักษณะนุ่มนวล มีปริมาณคอเลสเตอรอลต่ำ ทำให้เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งตลาดในประเทศและต่างประเทศ (Jaturasitha et al., 2008) ดังนั้นแนวโน้มอนาคตตลาดไก่พื้นเมืองไทย ไก่บ้านไทย (ไก่ลูกผสมที่ใช้ไก่พื้นเมืองเป็นพ่อพันธุ์ผสมกับแม่พันธุ์การค้า หรือสายแม่พันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุง) และเนื้อไก่บ้านไทย เป็นที่นิยมบริโภคเพิ่มขึ้น ด้วยรสชาติที่อร่อยกว่าไก่เนื้อต่างประเทศ ซึ่งในอนาคตเนื้อไก่ต่างประเทศอาจจะมีการบริโภคลดลง หรืออาจจะขาดแคลนเนื้อไก่จากต่างประเทศ จึงน่าจะเป็นโอกาสของเนื้อไก่ไทยได้เข้ามาทดแทนไก่เนื้อต่างประเทศ ทั้งนี้ไก่บ้านไทยสามารถผลิตได้ครั้งละมากๆ จึงสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรม เพื่อจำหน่ายได้ทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ (บัญญัติ และคณะ 2553)

การพัฒนาไก่พื้นเมืองไทยที่มีลักษณะ “โตดี ไข่ดก ออกวาง” โดยศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ทำการคัดเลือกและพัฒนาปรับปรุงไก่พื้นเมืองได้ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 และไก่พื้นเมืองพันธุ์ KU12 ที่มีลักษณะโตเร็ว ไข่ดก การพัฒนาไก่สายพันธุ์สังเคราะห์ รวมถึงการพัฒนาพันธุ์ไก่จินดำ ที่จัดเป็นอาหารสุขภาพ เป็นที่ยอมรับสำหรับผู้บริโภค และมีแนวโน้มความต้องการบริโภคเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีความเชื่อว่าไก่จินดำมีคุณสมบัติเป็นอายุวัฒนะ ซึ่งจากการวิจัยพบว่าไก่จินดำมีสารเมลานิน (melanin) และสารคาร์โนซีน (carnosine) ที่ช่วยเรื่องชะลอความแก่และความชราภาพของเซลล์ มีประโยชน์ต่อร่างกาย (Chen et al. 2008; Tu et al., 2007) นอกจากนี้เนื้อไก่จินดำรายงานมีปริมาณโปรตีน และไขมันต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อไก่สายพันธุ์การค้า (Lin and Wu, 2000) แต่จุดด้อยของไก่ดำ คือ รสชาติเนื้อไม่ดี มีกลิ่นคาว และเจริญเติบโตช้า ทำให้มีต้นทุนในการเลี้ยงสูง ด้วยคุณลักษณะที่โดดเด่นด้านการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข. 55 และคุณลักษณะด้านโภชนาของไก่จินดำ จึงมีแนวคิดการใช้ประโยชน์พันธุ์กรรมไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 และไก่จินดำ โดยการดึงคุณสมบัติเด่นของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 มาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาไก่พื้นเมืองลูกผสมไก่ประดู่หางดำ มข.55 ร่วมกับไก่จินดำ โดยมุ่งเน้นกลุ่มผู้บริโภครุ่นใหม่ที่มีสุขภาพดี แต่ไม่ชื่นชอบรสชาติไก่ดำแบบเดิม รวมถึงงานวิจัยในเชิงลึกเพิ่มมากขึ้น เพื่อกำหนดลักษณะเด่นของไก่พื้นเมืองไทย ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสม รวมถึงการวิจัยเพื่อมีการรองรับการจำหน่ายเนื้อไก่พื้นเมืองไทย ไก่บ้านไทย และเนื้อไก่พื้นเมือง ดังนั้นงานวิจัยเพื่อความเข้าใจในระดับพันธุศาสตร์โมเลกุลและรูปแบบของยีนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากล้ามเนื้อไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสม จะส่งผลดีต่อลักษณะทางการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อไก่พื้นเมืองต่อไป

ขอบเขตในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมระหว่างการสลับพ่อแม่พันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 และไก่จินดำ ที่ได้รับการพัฒนาพันธุ์ในศูนย์เครือข่ายวิจัยและการพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์ (ไก่พื้นเมือง) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

2. วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาความหลากหลายของยีนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากล้ามเนื้อในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข 55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมประดู่หางดำ มข 55xจินดำ
- เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของยีนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากล้ามเนื้อต่อลักษณะทางการผลิตคุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข 55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมประดู่หางดำ มข 55xจินดำ
- เพื่อคัดเลือกรูปแบบยีนที่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นเครื่องหมายพันธุกรรมในแผนการปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมือง

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

การพัฒนาพันธุ์ไก่พื้นเมืองไทยประดู่หางดำ มข.55 และไก่จินดำ

ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 ได้รับการพัฒนาสายพันธุ์โดยศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ร่วมกับ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และกรมปศุสัตว์ เพื่อใช้ประโยชน์พันธุ์กรรมไก่พื้นเมืองไทย โดยไก่พื้นเมืองประดู่หางดำมีความโดดเด่นด้านลักษณะรูปร่าง สีขน การเจริญเติบโตที่ดี ปริมาณไข่ตก และปริมาณเนื้อหน่อกมาก รวมถึงรสชาติของเนื้อ นอกจากนี้ยังเลี้ยงง่าย ทนร้อน ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี จึงเป็นที่นิยมเลี้ยงของเกษตรกร (บัญญัติ และคณะ, 2553) ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อพบว่าที่อายุ 12 สัปดาห์ เพศผู้มีน้ำหนัก 1400 กรัม เพศเมียมีน้ำหนัก 1,017 กรัม และอายุ 16 สัปดาห์ เพศผู้มีน้ำหนัก 1,968 กรัม ส่วนเพศเมียมีน้ำหนัก 1407 กรัม (นริศรา และคณะ, 2555)

การพัฒนาพันธุ์กรรมไก่ดำ ไก่จินดำที่เป็นรู้จักปัจจุบัน คือไก่ดำภูพาน ที่ได้รับการพัฒนาพันธุ์จากศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, และสายพันธุ์อื่นๆ เช่น ไก่ดำสายพันธุ์มองโกเลีย, ไก่ดำยูนนาน และไก่ดำไทจีน มีข้อดีคือเลี้ยงง่าย โตเร็ว ทนโรคและสภาพแวดล้อมสามารถเลี้ยงได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย (ศูนย์ศึกษาพัฒนาภูพานอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2552) เนื้อไก่ดำยังมีจุดเด่นกว่าไก่พื้นเมืองทั่วไปคือ มีสารเมลานิน (Melanin) และ แอนโดรเจน(Androgen) มีรายงานว่าสารเมลานินมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และแอนโดรเจน เป็นฮอร์โมนเพศชายที่กระตุ้นการพัฒนาของอวัยวะเพศ สมรรถนะทางเพศ ด้วยจุดเด่นด้านคุณภาพเนื้อและโภชนาการในเนื้อของไก่ดำ ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) ได้มีการรวบรวมพันธุ์ไก่ดำสายพันธุ์ต่างๆ ได้แก่ ไก่ดำม้งดำ ไก่ดำม้งน้ำตาล ไก่ดำจินดำ และไก่ดำจินขาว เพื่อพัฒนาพันธุ์กรรมไก่จินดำ การพัฒนาสายพันธุ์ไก่พื้นเมืองลูกผสมไก่ประดู่หางดำ ร่วมกับไก่จินดำ ศูนย์เครือข่ายฯ ได้พัฒนาไก่ลูกผสมดังกล่าว ภายใต้ชื่อ “ไก่สีหมอก” จากผลการศึกษาประสิทธิภาพการให้ผลผลิตพบว่า ไก่สีหมอกเพศผู้ที่มีน้ำหนัก 1.3 กิโลกรัม ใช้เวลาเลี้ยง 67 วัน ซึ่งเร็วกว่าไก่ประดู่หางดำถึง 2 สัปดาห์ ถือเป็นสายพันธุ์ที่น่าสนใจของเกษตรกรในการนำไปประกอบอาชีพ เพราะใช้ต้นทุนน้อย รายได้ดี สามารถขายได้ในราคา 90-150 บาทต่อกิโลกรัม ผู้บริโภคให้การตอบรับที่ดี เพื่อเป็นอีกทางเลือกของผู้บริโภคต่อไป

การประยุกต์ใช้ภูมิพันธุศาสตร์เพื่อการปรับปรุงลักษณะการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

การคัดเลือกสัตว์ดั้งเดิมคัดเลือกจากลักษณะปรากฏที่แสดงออกมาของสัตว์ ปัจจุบันการคัดเลือกสัตว์นิยมใช้เครื่องหมายโมเลกุลร่วมกับการประเมินพันธุกรรมในการคัดเลือก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและช่วยย่นระยะเวลาในการคัดเลือก ลักษณะที่นิยมนำเครื่องหมายโมเลกุลมาใช้คัดเลือกร่วมกับการประเมินพันธุกรรม ส่วนมากเป็นลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น การเจริญเติบโต การให้ผลผลิตเนื้อและ

คุณภาพเนื้อ ซึ่งเทคนิคทางอณูพันธุศาสตร์สามารถตรวจสอบยีนที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตในสัตว์ปีกได้

การตรวจหาเครื่องหมายพันธุกรรมที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกของลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจเพื่อใช้ในการคัดเลือกสัตว์ เป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพมาก เครื่องหมายพันธุกรรมที่ควบคุมลักษณะการเจริญเติบโตมีทั้งยีนที่ส่งผลโดยตรง เช่น ยีน *Chicken growth hormone (cGH)* ยีน *Insulin-like growth factor I (IGF1)* และยีน *Pituitary-Specific transcription factor (PIT1 หรือ POU1F1)* ที่ส่งผลทางอ้อมต่อการเจริญเติบโต *PIT1* เป็นโปรโมเตอร์ให้กับยีน *GH* และ การกลายยีนของยีน *PIT1* บริเวณ exon 6 มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวที่อายุ 8 สัปดาห์ ในไก่ (Jiang et al., 2004)

Myostatin หรือ *growth and differentiation factor 8 (GDF8)* มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของกล้ามเนื้อและการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จุดกลายยีนของยีน *Myostatin* ทำให้เกิดมัดกล้ามเนื้อ *doubled-muscling* ในโคเนื้อ (McPherron and Lee, 1997) และมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพซากในแกะ (Hickford et al., 2010) ในสัตว์ปีกจะควบคุมการพัฒนาของมัดกล้ามเนื้อ รวมไปถึงขบวนการ *fat metabolism* และ *disposition* (Gu et al., 2003) โดยมีรายงานความหลากหลายของรูปแบบยีน *myostatin* ในไก่พื้นเมืองไทยลูกผสม (Thongsa et al., 2015) และความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* ต่อน้ำหนักตัวที่อายุ 28, 42 และ 49 วันในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (Bhattacharya and Chatterjee, 2012)

รวมถึง *Transforming growth factor beta (TGF-β)* ที่มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต การพัฒนาการของเซลล์และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ (Piek et al., 1999; Saxena et al., 2009) ในไก่ *TGF-β3* มี 4 รูปแบบ คือ *TGF-β1*, *TGF-β2*, *TGF-β3* และ *TGF-β4* (Roberts and Sporn, 2012) โดยทั้ง 4 รูปแบบมีความสำคัญ *TGF-β3* มีรายงานความเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์ การพัฒนาและขบวนการ *embryogenesis* โดย *TGF-β3* จะแสดงออกในระยะแกสทูเลชั่นในไก่ มีความสำคัญต่อการเพิ่มจำนวนเซลล์ การเปลี่ยนแปลงของเซลล์ และการเจริญเติบโตของเซลล์ของตัวอ่อน (Sanders and Wride, 1997) อย่างไรก็ตาม *TGF-β3* ทั้ง 4 รูปแบบมีผลต่อปฏิกิริยาทางชีวภาพในร่างกายสัตว์ที่คล้ายคลึงกันทั้งสัตว์ปีกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Cogburn et al., 2000; Groenen et al., 2000) ในไก่ยีน *TGF-β3* มีรายงานตั้งอยู่บนโครโมโซมที่ 5 ยีนมีขนาด 16 kb ประกอบด้วยส่วน exon จำนวน 7 exon และ intron จำนวน 6 intron (Groenen et al., 2000) โดยมีรายงานว่ายีน *TGF-β3* ถูกระบุบนตำแหน่ง QTL ที่ผลต่อน้ำหนักร่างกาย และประสิทธิภาพการใช้อาหารในไก่ (De Kong et al., 2004; Abasht et al., 2006; Wang et al., 2012)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การวิเคราะห์การเจริญเติบโตและคุณภาพซาก

สัตว์ทดลอง ในการทดลองใช้ไก่ทดลองอายุ 1 วัน จำนวน 500 ตัว จาก 5 กลุ่มทดลอง ดังนี้กลุ่มที่ 1) ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 (สายไข่) รุ่น G8 กลุ่มที่ 2) ไก่จินดำ กลุ่มที่ 3) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จินดำ กลุ่มที่ 4) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 จากศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) และ กลุ่มที่ 5) ไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (Ross 308) จำนวนกลุ่มละ 100 ตัว (กลุ่มควบคุม)

การวางแผนการทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design) โดยแบ่งกลุ่มทดลอง (ทรีทเมนต์) ออกเป็น 5 กลุ่มๆ ละ 100 ตัว ตามกลุ่มไก่ทดลอง ทำการทดลองซ้ำจำนวนกลุ่มละ 4 ซ้ำๆ ละ 25 ตัว

การจัดการเลี้ยง ให้น้ำและอาหารแบบไม่จำกัด (*ad libitum*) ในไก่แต่ละทรีทเมนต์ เมื่อลูกไก่อายุ 7 วันให้วัคซีนนิวคาสเซิล (ND) ร่วมกับวัคซีนหลอดลมอักเสบติดต่อ (IB) เลี้ยงแบบคละเพศ ในโรงเรือนระบบเปิด ทำการกกด้วยหลอดไฟฟ้า ขนาด 100 วัตต์ ตั้งแต่แรกเกิดถึง 4 สัปดาห์ หลังจากนั้นปล่อยให้ได้รับแสงธรรมชาติ โดยไก่แต่ละซ้ำ (ซ้ำละ 25 ตัว) ถูกจัดให้เลี้ยงขังคอกปล่อยพื้นที่ ขนาด 1.5x3.0 เมตร จนสิ้นสุดการทดลอง อาหารที่ใช้เลี้ยงไก่แบ่งเป็น 2 ช่วง กำหนดให้อาหารไก่พื้นเมือง 0-4 สัปดาห์ มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 21% และอายุ 4-12 สัปดาห์ มีระดับโปรตีนไม่น้อยกว่า 20 %

สมรรถภาพการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

1. ชั่งน้ำหนักแรกเกิดลูกไก่ทั้ง 5 ทรีทเมนต์ทุกตัว และทุกๆ สัปดาห์ ตั้งแต่อายุ 0-12 สัปดาห์ เพื่อใช้ในการคำนวณน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่ระดับอายุต่างๆ บันทึกปริมาณการกินได้ทุกสัปดาห์ เพื่อคำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว บันทึกจำนวนไก่ตายจากวันที่เริ่มต้นการทดลองถึงอายุ 12 สัปดาห์ โดยคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ในแต่ละทรีทเมนต์

2. หลังการสิ้นสุดการเลี้ยง ทำการสุ่มไก่ในแต่ละกลุ่มการทดลองกลุ่มละ 24 ตัว โดยสุ่มให้เพศผู้ 3 ตัวและเพศเมีย 3 ตัว จากแต่ละซ้ำ จากนั้นอดอาหารเป็นเวลา 8-12 ชั่วโมง โดยมีน้ำให้กินตลอดเวลา ทำการฆ่าโดยการเชือดคอบริเวณ jugular vein นำซากไก่ไปถอนขน ล้างซากด้วยน้ำสะอาด ทำการเปิดซากเอาเครื่องในออก แล้วตัดแยกซากออกเป็นชิ้นส่วนต่างๆ ได้แก่ ส่วนเนื้ออก สะโพก น่อง ปีก หัว คอ แข้ง เท้า โครงร่าง และเครื่องใน ได้แก่ หัวใจ ม้าม ตับ กื่น)

3. นำชิ้นเนื้อส่วนอก ส่วนสะโพก และส่วนน่องมาวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ดังต่อไปนี้ ทำการประเมินสีของเนื้อ โดยประเมินหาค่าเฉลี่ยของสีเนื่องจากส่วนอก ส่วนสะโพก และส่วนน่อง ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง วิเคราะห์ค่าสี (Color) โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ (ดัดแปลงจากวิธีการของ AMSA, 1991) เก็บตัวอย่างกล้ามเนื้อหน้าอก สะโพก และ

นอง ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อทำการวัดค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ด้วยเครื่อง Warner-Bratzler shear force ตามวิธีการของ Van Moeseke and De smet (1999)

3.2 การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม

1. เก็บตัวอย่างเลือดไก่ทุกตัว จากทุกกลุ่มทดลอง จำนวน 500 ตัวอย่าง
2. เจาะเลือดใช้เข็มฉีดยาเบอร์ 24 เจาะเลือดบริเวณเส้นดำที่ปีก ปริมาตร 500 ไมโครลิตร ใส่หลอดทดลอง ขนาด 1.5 มิลลิลิตร ที่ใส่ EDTA เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเลือด และนำเลือดที่เจาะได้ แช่น้ำแข็งทันทีเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างก่อนนำไปใช้งาน
3. สกัดดีเอ็นเอตามวิธีของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพ โดยใช้วิธี Guanidine hydrochloride ดัดแปลงจาก Goodwin et al. (2007)
4. ตรวจสอบปริมาณและคุณภาพดีเอ็นเอด้วย agarose gel electrophoresis เริ่มต้นโดยเตรียม 0.8% agarose gel จากนั้นนำ genomic DNA ปริมาณ 1 ไมโครลิตร ผสมเข้ากับ 1X loading dye 3 ไมโครลิตร หยดลงในหลุมบนแผ่น agarose gel แยกขนาดดีเอ็นเอโดยใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 100 โวลต์ ใช้เวลา 20 นาที นำ agarose gel ย้อมด้วย gel star (Gel star INC. NY) 20 นาที เพื่อดูการเคลื่อนที่ของแถบดีเอ็นเอภายใต้แสง UV ด้วย Gel Documentation System (Lab Focus, INC)
5. เพิ่มจำนวน DNA ด้วยเทคนิคการเพิ่มขยายส่วนดีเอ็นเอ (Polymerase Chain Reaction; PCR) เพื่อตรวจสอบรูปแบบจีโนไทป์ของยีน

3.3 การตรวจรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *PIT1*, *Myostatin* และ *TGF-β3* ด้วยเทคนิค PCR-RFLP

ทำการเพิ่มชิ้นส่วนยีน *PIT1*, *Myostatin* และ *TGF-β3* โดยใช้เทคนิค PCR ในแต่ละปฏิกิริยา ประกอบด้วยดีเอ็นเอความเข้มข้น 50 ng/μl 1 ไมโครลิตร, 10X PCR-buffer 1 ไมโครลิตร, MgCl₂ 0.8 ไมโครลิตร, dNTPs (1.0 mM/each) 1 ไมโครลิตร, Primer forward และ Primer reverse อย่างละ 1 ไมโครลิตร (ยีน *PIT1*, *Myostatin* และยีน *TGF-β3*), 5 U/μl Taq DNA Polymerase 0.1 ไมโครลิตร และปรับปริมาตรด้วย sterile water ให้มีปริมาตรรวมทั้งสิ้น 10 ไมโครลิตร เพิ่มปริมาณยีนเป้าหมายด้วยเทคนิค PCR โดยมีวงรอบการทำ PCR ดังนี้ เริ่ม initial denaturation อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที จากนั้นทำปฏิกิริยา 30 รอบ ดังนี้ denaturation อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส เวลา 45 วินาที Primer annealing อุณหภูมิ 64 องศาเซลเซียส เวลา 30 วินาที Primer extension อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 45 วินาที และ Final extension อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส เวลา 3 นาที (Biometra, English Inc.) หลังจากสิ้นสุดปฏิกิริยาการเพิ่มชิ้นส่วนยีน *PIT1*, *Myostatin* และยีน *TGF-β3* แล้วตรวจสอบชิ้นส่วนยีนด้วย 2% agarose gel เมื่อได้ชิ้นส่วนยีนตามต้องการแล้วทำการย่อยชิ้นส่วนยีนด้วยเอนไซม์ตัดจำเพาะ โดยยีน *PIT1* ย่อยด้วยเอนไซม์ *MluCI*, ยีน *Myostatin* ย่อยด้วยเอนไซม์ *BbvI* และยีน *TGF-β3* ย่อยด้วยเอนไซม์ *BsII* ตรวจรูปแบบจีโนไทป์ของยีนด้วย 2% agarose gel บันทึกภาพแถบ DNA ที่เกิดขึ้นภายใต้แสง UV และกำหนดรูปแบบจีโนไทป์ตามรายงานที่ผ่านมายีน

PIT1/MluCI (Nie et al., 2008) *Myostatin/BbvI* (Zhang et al., 2011) และยีน *TGF-β3/BsII* (Amirinia et al., 2011)

3.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องหมายพันธุกรรมกับลักษณะที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม SAS (SAS, 2015) รายละเอียดดังนี้

1) หาความถี่จีโนไทป์ โดยใช้ชุดคำสั่ง Proc frequency หากความถี่ของจีโนไทป์ใดพบต่ำกว่า 5 เปอร์เซนต์ของฝูงจะไม่นำมาหาความสัมพันธ์ของรูปแบบยีนกับลักษณะที่นำมาศึกษา

2) วิเคราะห์การกระจายและความผิดปกติของข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวตั้งแต่อายุ 1-12 สัปดาห์ โดยใช้ชุดคำสั่ง Proc UNIVARIATE

3) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีนกับข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวตั้งแต่ อายุ 1-12 สัปดาห์ ด้วยวิธี General Linear Model (GLM) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะด้วยวิธี least significant difference ตามวิธีการของ มนต์ชัย (2544) โดยใช้ คำสั่ง Proc GLM มีโมเดลดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + Sex_i + Breeds_j + genotypes_k + \varepsilon_{ijkl}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ข้อมูลน้ำหนักแรกเกิด น้ำหนักตัวตั้งแต่อายุ 1-12 สัปดาห์

μ = ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษา

sex_i = อิทธิพลของเพศ i (i=เพศผู้ และ เพศเมีย)

$Breeds_j$ = อิทธิพลของพันธุ์ไก่ j (j = ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55, ไก่จินดำ,

ไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 x ไก่จินดำ ไก่จินดำ x ไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ)

$genotypes_k$ = อิทธิพลของรูปแบบจีโนไทป์ k (k = ยีน *PIT1*, *Myostatin* และยีน *TGF-β3*)

ε_{ijkl} = ความคลาดเคลื่อน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

4.1 ผลการวิจัย

4.1.1 รูปแบบจีโนไทป์ของยีน *PIT1*, *myostatin* และ *TGF-β3*

ผลการศึกษารูปแบบของยีน *PIT1*, *myostatin* และ *TGF-β3* ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข 55 ไก่จีนดำ ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ ไก่ลูกผสมพ่อจีนดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ ด้วยเทคนิค PCR-RFLP พบความแตกต่างของรูปแบบจีโนไทป์ของยีนที่ศึกษาทั้ง 3 ยีน (Figure 1)

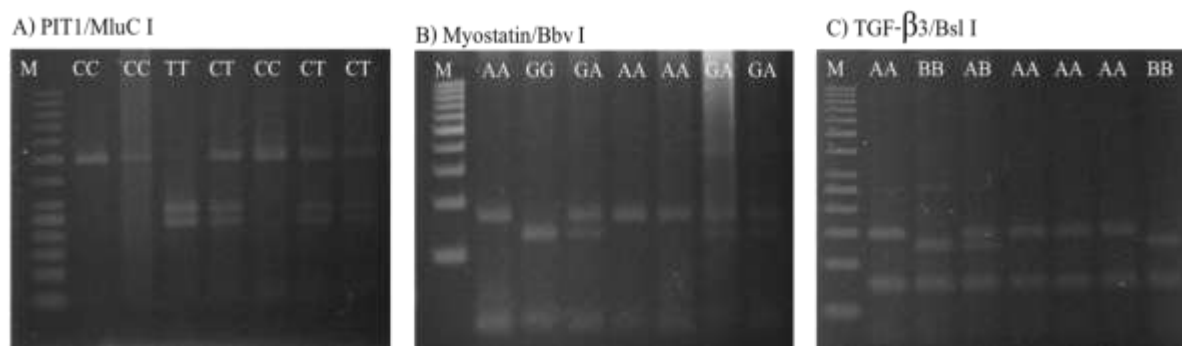


Figure 1 Pattern of three genotypes in (A) *PIT1/MluCI* (B) *Myostatin/BbvI* and (C) *TGF-β3/BslI* genes of Thai native chicken-Pradoo Hang Dam morkor 55 Chinese black bone chicken and the crossbreds (M = 100 bp DNA Ladder)

การเพิ่มจำนวนยีน *PIT1* ตรวจพบดีเอ็นเอเป้าหมายที่มีขนาด 483 คู่เบส หลังจากตัดย่อยด้วยเอนไซม์ *PIT1/MluCI* พบความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ จำนวน 2 รูปแบบ (CC และ CT) ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ แต่พบรูปแบบจีโนไทป์ จำนวน 3 รูปแบบ (CC CT และ TT) ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข 55 ไก่จีนดำ ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ และในไก่ลูกผสมพ่อจีน x แม่ประดู่หางดำ มข.55

การเพิ่มจำนวนยีน *myostatin* ตรวจพบดีเอ็นเอเป้าหมายที่มีขนาด 162 คู่เบส หลังจากตัดย่อยด้วยเอนไซม์ *myostatin/BbvI* พบความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ จำนวน 2 รูปแบบ (AA และ GA) ในไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ และในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ ในขณะที่พบรูปแบบจีโนไทป์ จำนวน 3 รูปแบบ (AA GA และ GG) ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข 55 และไก่ลูกผสมพ่อจีน x แม่ประดู่หางดำ มข.55 อย่างไรก็ตามพบรูปแบบจีโนไทป์ AA เพียงรูปแบบเดียวในไก่จีนดำ

การเพิ่มจำนวนยีน *TGF-β3* ตรวจพบดีเอ็นเอเป้าหมายที่มีขนาด 294 คู่เบส หลังจากตัดย่อยด้วยเอนไซม์ *TGF-β3/BsI* พบความหลากหลายของรูปแบบจีโนไทป์ จำนวน 3 รูปแบบ (AA AB และ BB) ในไก่ทั้ง 5 กลุ่มทดลอง ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่ายีน *TGF-β3* มีความหลากหลายรูปแบบของยีนที่สูงกว่า *PIT1* และ *myostatin* โดยทั้ง 3 จีโนไทป์พบกระจายในทั้งกลุ่มไก่พื้นเมืองและไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า

4.1.2 ความถี่จีโนไทป์และความถี่อัลลีล

ความถี่จีโนไทป์ของยีน *PIT1* (แสดงใน **Table 1**) พบความถี่จีโนไทป์ CC มีค่าสูงสุด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.50 ถึง 0.95 โดยพบว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า มีความถี่จีโนไทป์ CC สูงที่สุด เท่ากับ 0.95 ในขณะที่จีโนไทป์ CT มีความถี่อยู่ระหว่าง 0.41 ถึง 0.46 ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 ไก่จีนดำ และไก่ลูกผสม แต่พบมีความถี่ต่ำที่สุดในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า (0.05) ส่วนจีโนไทป์ TT พบมีความถี่ต่ำกว่า 1 % ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 ไก่จีนดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสม การศึกษาครั้งนี้ไม่พบจีโนไทป์ TT ในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า เมื่อพิจารณาความถี่อัลลีล C พบว่ามีความถี่สูงสุด (0.97) ในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า และความถี่อัลลีล T ต่ำที่สุด (0.03)

Table 1 Genotype and allele frequency of *PIT1*, *myostatin* and *TGF-β3* in five chicken breeds^{1/}

Gene	Genotype/allele	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
<i>PIT1</i>	CC	0.53(52)	0.55(54)	0.57(56)	0.50(50)	0.95(94)
	CT	0.46(46)	0.43(43)	0.41(41)	0.44(35)	0.05(5)
	TT	0.01(1)	0.02(2)	0.02(2)	0.06(5)	0
	C	0.76	0.76	0.77	0.72	0.97
	T	0.24	0.24	0.23	0.28	0.03
<i>Myostatin</i>	AA	0.77(76)	1.00(100)	0.90(88)	0.71(57)	0.94(92)
	GA	0.22(22)	0	0.10(10)	0.28(23)	0.06(6)
	GG	0.01(1)	0	0	0.01(1)	0
	A	0.88	1.00	0.95	0.85	0.97
	G	0.12	0	0.05	0.15	0.03
<i>TGF-β3</i>	AA	0.38(38)	0.46(45)	0.18(18)	0.22(18)	0.15(15)
	AB	0.50(46)	0.44(44)	0.63(62)	0.69(56)	0.43(42)
	BB	0.12(12)	0.10(10)	0.19(19)	0.09(7)	0.42(41)
	A	0.63	0.68	0.50	0.56	0.37
	B	0.37	0.32	0.50	0.44	0.63

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

ความถี่จีโนไทป์ของยีน *myostatin* (Table 1) พบความถี่จีโนไทป์ AA ที่ค่อนข้างสูง อยู่ในช่วงระหว่าง 0.71 ถึง 1.00 ในไก่ทุกกลุ่มการทดลอง โดยพบว่าไก่จินดำ มีความถี่จีโนไทป์ AA สูงที่สุดเท่ากับ 1.00 และพบความถี่จีโนไทป์ AA ต่ำที่สุด (0.71) ในไก่ลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ไก่พื้นเมืองประตูหางดำ มข.55 ในขณะที่จีโนไทป์ GA มีความถี่อยู่ระหว่าง 0 ในไก่จินดำ ถึง 0.28 ในไก่ลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ไก่พื้นเมืองประตูหางดำ มข.55 ส่วนจีโนไทป์ GG พบมีความถี่ต่ำกว่า 0.1 % ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประตูหางดำ และไก่ลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ไก่ประตูหางดำ มข.55 โดยทั้งนี้ไม่พบจีโนไทป์ GG ในไก่จินดำ ไก่ลูกผสมพ่อประตูหางดำ มข.55 x แม่จินดำ และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ นอกจากนี้ยังพบว่าความถี่อัลลีล A พบมีค่าความถี่ที่สูงกว่า 0.8 ในไก่ทุกกลุ่มทดลอง

ความถี่จีโนไทป์ของยีน *TGF-β3* (Table 1) พบความถี่จีโนไทป์ AB มีค่าสูงที่สุด อยู่ในช่วงระหว่าง 0.43 ถึง 0.69 โดยพบว่าไก่ลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประตูหางดำ มข.55 มีความถี่จีโนไทป์ AB สูงที่สุด เท่ากับ 0.69 รองลงมาคือไก่ลูกผสมพ่อประตูหางดำ มข.55 x แม่จินดำ เท่ากับ 0.63 และพบความถี่จีโนไทป์ AB ต่ำที่สุด (0.43) ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ ในขณะที่จีโนไทป์ AA มีความถี่อยู่ระหว่าง 0.15 ถึง 0.46 ความถี่จีโนไทป์ AA ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.15 พบในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ และสูงที่สุด 0.46 พบในไก่จินดำ ส่วนจีโนไทป์ BB พบมีความถี่ต่ำที่สุด (0.09) ในไก่ลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ไก่ประตูหางดำ มข.55 แต่พบจีโนไทป์ BB สูงที่สุด (0.42) ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความถี่อัลลีล พบว่าอัลลีล A จะมีความถี่สูงในกลุ่มไก่พื้นเมือง ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมส่วนอัลลีล B พบว่าความถี่อัลลีล B (0.63) ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีค่าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ

4.1.3 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

4.1.3.1 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อน้ำหนักตัวไก่ในแต่ละช่วงอายุ

ผลการศึกษพบว่าน้ำหนักตัวไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประตูหางดำ มข.55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีน้ำหนักตัวน้อยกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การคำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังแสดงใน Table 2 ในช่วงอายุตั้งแต่ 0-6 สัปดาห์ ไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีน้ำหนักตัวสูงที่สุด ที่อายุ 6 สัปดาห์ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 2145.99 ± 16.28 กรัม รองลงมาคือไก่จินดำ (697.64 ± 16.44 กรัม) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประตูหางดำ มข.55 (644.97 ± 16.90 กรัม) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประตูหางดำ มข.55 x แม่จินดำ (640.43 ± 15.41 กรัม) และไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประตูหางดำ มข.55 (496.87 ± 14.29 กรัม) มีน้ำหนักตัวน้อยที่สุด

หลังจาก 6 สัปดาห์ ดำเนินการสิ้นสุดงานทดลองการเลี้ยงไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ แต่ยังเลี้ยงไก่ทดลองทั้ง 4 กลุ่มต่อไป จนถึงอายุ 12 สัปดาห์ ในช่วงอายุ 8-12 สัปดาห์ พบว่าไก่จินดำมีน้ำหนักตัวสูงที่สุด รองลงมาคือไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม และไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประตูหางดำ เมื่ออายุ 12 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดงานทดลอง ไก่จินดำมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1706.55 ± 26.03 กรัม และ 1634.54 ± 24.10 กรัม 1613.57 ± 26.39 กรัม และ 1368.55 ± 22.34 กรัม ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประตูหางดำ มข.55 x

แม่จินดำ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข. 55 และไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ ตามลำดับ

Table 2 Effect of breeds^{1/} difference on production traits^{2/} during 0-12 weeks

Trait	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
BW (g)					
0	31.43±0.34c	35.06±0.39a	34.91±0.37a	32.66±0.40d	45.01±0.39b
2	112.14±2.03c	131.72±2.34a	130.92±2.19a	130.80±2.39a	262.89±2.32b
4	258.44±7.80c	326.70±8.97a	319.52±8.41a	320.32±9.16a	1054.07±8.89b
6	496.87±14.29c	697.64±16.44d	640.43±15.41a	644.97±16.90a	2145.99±16.28b
8	767.22±11.99b	1059.50±13.98c	947.03±12.93a	948.44±14.16a	-
10	1074.69±18.01b	1440.80±20.99c	1334.81±19.43a	1319.54±21.27a	-
12	1368.55±22.34b	1706.55±26.03c	1634.54±24.10a	1613.57±26.39a	-
ADG (g)					
0-2 wk	6.95±0.04 c	8.15±0.04 a	8.09±0.04 a	8.24±0.04 a	19.96±0.04 b
0-4 wk	9.81±0.18 c	13.51±0.18 a	12.51±0.18 d	13.47±0.19 a	71.09±0.18 b
0-6 wk	20.35±0.38 d	25.77±0.38 c	22.59±0.38 a	23.03±0.40 a	67.22±0.38 b
0-8 wk	20.25±0.22 c	24.55±0.21 b	17.80±0.21 a	17.89±0.22 a	-
0-10 wk	20.48±0.20 b	23.95±0.20 a	24.64±0.20 a	23.51±0.21 a	-
0-12 wk	24.02±0.53	22.44±0.54	24.15±0.53	23.82±0.57	-
FCR					
0-2 wk	1.82±0.01 d	1.72±0.01 c	1.69±0.01 a	1.69±0.01 a	1.26±0.01 b
0-4 wks	2.39±0.01 b	2.33±0.01 c	2.48±0.01 a	2.23±0.01 d	1.36±0.01 e
0-6 wks	2.72±0.03 d	2.57±0.03 c	3.14±0.03 a	2.93±0.03 b	2.27±0.03 e
0-8 wks	3.13±0.05 a	3.07±0.05 a	4.41±0.05 b	3.72±0.05 c	-
0-10 wks	3.68±0.03 b	3.34±0.03 ac	3.26±0.03 c	3.41±0.03 a	-
0-12 wks	4.55±0.10 c	4.98±0.10 a	4.16±0.10 b	4.39±0.10 bc	-

a, b, c, d means within row superscript in the same trait are differ significantly ($P<0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

2/ means production traits; body weight (BW), average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR)

๗ 4.1.3.2 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว

อัตราการเจริญเติบโต/ตัว/วัน (ADG) (Table 2) ในช่วงอายุที่ 0-2, 0-4 และ 0-6 สัปดาห์ พบว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การดำ มีค่าเฉลี่ย ADG สูงที่สุด เท่ากับ 19.96 ± 0.04 , 71.09 ± 0.18 และ 67.22 ± 0.38 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ และสูงกว่าไก่ทดลองทุกกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$) ในกลุ่มไก่พื้นเมืองพบว่าในช่วงอายุตั้งแต่ 0-10สัปดาห์ ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ย ADG ที่

ใกล้เคียงกัน แต่พบมีค่าเฉลี่ย ADG ที่สูงกว่าไก่พื้นเมืองพันธุ์ไทยประดู่หางดำ มข.55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในขณะที่ช่วงอายุ 0-12 พบว่า ADG ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เท่ากับ 24.02 ± 0.53 , 22.44 ± 0.54 , 24.15 ± 0.53 และ 23.82 ± 0.57 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) (Table 2) พบว่าเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงที่อายุ 6 สัปดาห์ ไก่เนื้อสายพันธุ์การค้ำมีค่า FCR เท่ากับ 2.27 ± 0.03 ที่มีค่าต่ำกว่า และช่วงเวลาเดียวกันนี้ พบค่าเฉลี่ย FCR ในไก่จินดำ (2.57 ± 0.03) มีค่าต่ำกว่าไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 (2.72 ± 0.03) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ (2.93 ± 0.03) และไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ (3.14 ± 0.03) และค่าเฉลี่ยในไก่แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยงที่อายุ 12 สัปดาห์ พบว่าค่าเฉลี่ย FCR ในไก่จินดำ (4.98 ± 0.10) มีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 (4.55 ± 0.10) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ (4.39 ± 0.10) ส่วนไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ พบมีค่าเฉลี่ย FCR (4.16 ± 0.10) ต่ำที่สุด และค่าเฉลี่ยในไก่แต่ละสายพันธุ์มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.1.3.3 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อคุณภาพซาก

ผลการวิเคราะห์อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อคุณภาพซาก (Table 3) พบว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้ำมีค่าเฉลี่ยของคุณภาพซากค่าสูงกว่าไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในทุกค่าสังเกต โดยไก่เนื้อสายพันธุ์การค้ำมีน้ำหนักซาก (carcass weight) มากที่สุดเท่ากับ 2131.97 ± 31.42 กรัม รองลงมาคือ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข. 55 ไก่จินดำ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข. 55 x แม่จินดำ และไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 เท่ากับ 1462.00 ± 30.75 กรัม, 1461.50 ± 31.42 กรัม, 1434.28 ± 31.42 กรัมและ 1143.12 ± 30.75 กรัม ตามลำดับ

อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของคุณภาพซากในกลุ่มไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสมพบไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่พบว่ามีค่าเฉลี่ยจะสูงกว่าไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ด้านเปอร์เซ็นต์ซาก พบไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 (88.25 ± 0.61) ไก่จินดำ (89.08 ± 0.62) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข. 55 (88.95 ± 0.62) และ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข. 55 x แม่จินดำ (88.09 ± 0.61) มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ซากแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และมีค่าน้อยกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้ำ มีเปอร์เซ็นต์ซากสูงที่สุด เท่ากับ

93.08±0.62 (Table 3) สอดคล้องกันกับน้ำหนักเครื่องในทั้ง 4 ส่วน พบว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีน้ำหนักส่วนตับ หัวใจ และกึ๋น สูงกว่าไก่ทอดลองกลุ่มอื่นๆ ยกเว้นส่วนของม้าม (spleen) พบไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 มีน้ำหนักม้ามสูงที่สุด (6.37±0.44 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

Table 3 Effect of breed^{1/} differences on carcass traits at 12 weeks

Trait.	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
Live weight (g)	1295.04±34.54c	1640.10±35.29a	1657.95±34.54a	1613.36±35.29a	2292.85±35.29b
Carcass weight (g)	1143.12±30.75c	1461.50±31.42a	1462.00±30.75a	1434.28±31.42a	2131.97±31.42b
Carcass (%)	88.25±0.61b	89.08±0.62b	88.09±0.61b	88.95±0.62b	93.08±0.62a
Breast (g)	232.08±8.00c	275.45±8.17a	286.16±8.00a	270.06±8.17a	613.63±8.17b
Wing (g)	125.66±4.60c	143.22±4.70a	139.12±4.60a	148.18±4.70a	166.07±4.70b
Thigh (g)	149.95±5.25c	179.91±5.37a	169.50±5.25a	183.56±5.37a	265.03±5.37b
Drum stick (g)	145.50±5.25c	173.62±5.37a	176.20±5.25a	169.06±5.37a	223.37±5.37b
Liver (g)	24.16±1.36a	24.01±1.39a	22.08±1.36a	25.66±1.39a	53.24±1.39b
Spleen (g)	6.37±0.44c	2.18±0.45b	2.16±0.44b	3.66±0.45a	4.29±0.45a
Gizzard (g)	33.58±1.60b	40.94±1.63a	36.41±1.60b	37.68±1.63b	42.62±1.63a
Heart (g)	6.29±0.35b	5.22±0.36b	4.58±0.35c	6.18±0.36b	10.59±0.36a

a, b, c, d means within row superscript in the same trait are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.3.4 อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อคุณภาพเนื้อไก่

ผลการวิเคราะห์ด้านคุณภาพเนื้อ (Table 4) พบความแตกต่างของสายพันธุ์มีผลต่อค่าเฉลี่ยของสีของเนื้อ (meat color) ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (shear force) การสูญเสียน้ำจากการปรุงสุก (cooking loss) และความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) ที่แตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

การวัดค่าสีเนื้อไก่ 3 ค่า คือ ค่าความสว่าง (L*) ค่าความแดง (a*) ค่าความเหลือง (b*) จากชิ้นส่วนเนื้อทั้ง 3 ส่วน พบค่า L* ที่วิเคราะห์จากเนื้อทั้ง 3 ส่วน มีค่าสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือสีเนื้ออก สีเนื้อน่อง และสีเนื้อสะโพก ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ มีค่า L* มากที่สุดเท่ากับ 46.75±1.53, 44.61±2.32 และ 44.50±2.64) ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 มีค่าเท่ากับ 43.63±1.77, 33.66±2.68 และ 39.36±3.05 ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ เท่ากับ 37.88±1.77, 29.39±2.68 และ 25.90±3.05 ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่จินดำ เท่ากับ 35.30±1.77c, 24.19±2.68c และ 19.95±3.05c และค่า L* พบมีค่าต่ำที่สุดในไก่จินดำ เท่ากับ 26.13±1.77b, 13.12±2.68b และ 7.40±3.05 (Table 4)

ในขณะที่ค่า a^* พบว่าสีเนื้ออก และเนื้อ มีค่าสูงที่สุดในไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข. 55 (7.84 ± 0.65 และ 15.50 ± 1.26) รองลงมาคือไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (6.31 ± 0.56 และ 11.12 ± 1.09) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ (5.24 ± 0.65 และ 8.16 ± 1.26) ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่จินดำ (5.16 ± 0.65 และ 7.98 ± 1.26) ไก่จินดำมีค่า a^* น้อยที่สุด (0.81 ± 0.65 และ 4.91 ± 1.26) ยกเว้นเนื้อส่วนสะโพก มีค่า a^* สูงที่สุดในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ แต่มีค่าไม่แตกต่างจากที่พบในไก่ประดู่หางดำ มข.55

และค่า b^* พบว่าค่าสีเนื้อทั้ง 3 ส่วน มีค่าสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน คือสีเนื้ออก สีเนื้อน่อง และสีเนื้อสะโพก พบไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีค่า b^* มากที่สุดเท่ากับ 24.82 ± 1.46 , 21.10 ± 1.49 และ 15.85 ± 2.16 อันดับถัดมาคือไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 มีค่าเท่ากับ 23.82 ± 1.46 , 19.91 ± 1.72 และ 13.24 ± 1.72 ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จินดำ เท่ากับ 20.16 ± 1.46 , 14.84 ± 1.72 และ 2.49 ± 2.49 ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 เท่ากับ 18.65 ± 1.46 , 9.80 ± 1.72 และ 8.60 ± 2.49 และค่า b^* พบมีค่าต่ำที่สุดในไก่จินดำ เท่ากับ 11.95 ± 1.46 , 6.79 ± 1.72 และ 0.98 ± 2.49 (Table 4)

ค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อ (Shear force value) พบความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อบริเวณเนื้ออก และเนื้อ น่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าแรงตัดผ่านของเนื้อส่วนสะโพก ($P > 0.05$) โดยพบค่าแรงตัดผ่านส่วนหน้าอกของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีค่าไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 49.56 ± 7.87 และ 46.44 ± 6.81 ตามลำดับ และพบค่าแรงตัดผ่านในส่วนเนื้อน่องของไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่จินดำ มีค่าสูงที่สุด (47.66 ± 5.16) แต่ไม่แตกต่างกับไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (42.32 ± 4.47) โดยไก่จินดำมีค่าแรงตัดผ่านชิ้นเนื้อทั้งสองส่วนต่ำที่สุด

ค่าการสูญเสียจากการปรุงสุก (Cooking loss) พบความแตกต่างของค่าการสูญเสียของเนื้ออก และเนื้อ น่อง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าการสูญเสียของเนื้อส่วนสะโพก ($P > 0.05$) โดยพบค่าการสูญเสียส่วนหน้าอกของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีค่าไม่แตกต่างกัน เท่ากับ 18.79 ± 0.92 และ 19.04 ± 0.80 ตามลำดับ และพบค่าการสูญเสีย ในส่วนเนื้อน่องของไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 มีค่าน้อยที่สุด (15.25 ± 0.92)

ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) พบความแตกต่างของค่าการสูญเสียของเนื้ออก และสะโพก มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ความแตกต่างของความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อน่อง ($P < 0.05$) โดยพบค่าความสามารถในการอุ้มน้ำไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีค่าสูงที่สุด (18.10 ± 0.90) แต่มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญกับเนื้อน่องของไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 (16.09 ± 1.04) และ ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่จินดำ (16.04 ± 1.04) และพบค่าความสามารถในการอุ้มน้ำส่วนเนื้อน่องของไก่จินดำ มีค่าน้อยที่สุด เท่ากับ 13.58 ± 1.04

Table 4 Effect of breed^{1/} differences on meat quality traits at 12 weeks

Trait	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
Meat color					
Breast					
L*	43.63±1.77a	26.13±1.77b	37.88±1.77c	35.30±1.77c	46.75±1.53a
a*	7.84±0.65a	0.81±0.65b	5.24±0.65c	5.16±0.65c	6.31±0.56a
b*	23.82±1.46c	11.95±1.46b	20.16±1.46a	18.65±1.46a	24.82±1.46
Thigh					
L*	33.66±2.68d	13.12±2.68b	29.39±2.68c	24.19±2.68c	44.61±2.32a
a*	15.50±1.26d	4.91±1.26b	8.16±1.26b	7.98±1.26b	11.12±1.09a
b*	19.91±1.72c	6.79±1.72b	14.84±1.72d	9.80±1.72b	21.10±1.49a
Drumstick					
L*	39.36±3.05a	7.40±3.05b	25.90±3.05c	19.95±3.05c	44.50±2.64a
a*	7.49±1.02a	1.96±1.02b	2.70±1.02b	5.50±1.02c	8.51±0.88a
b*	13.24±1.72c	0.98±2.49b	2.49±2.49b	8.60±2.49c	15.85±2.16a
Shear force					
Breast	49.56±7.87a	32.76±7.87a	46.77±7.87b	49.49±7.87a	46.44±6.81a
Thigh	36.56±5.16ab	25.65±5.16b	47.66±5.16a	31.88±5.16b	42.32±4.47a
Drumstick	39.03±6.43	37.94±6.43	41.84±6.43	34.81±6.43	28.53±5.57
Cooking loss					
Breast	16.89±0.83a	18.80±0.83a	14.53±0.83b	14.14±0.83b	17.45±0.72a
Thigh	18.79±0.92a	17.22±0.92ab	17.24±0.92ab	15.25±0.92b	19.04±0.80a
Drumstick	17.36±1.03	17.64±1.03	15.22±1.03	14.84±1.03	18.21±0.89
WHC					
Breast	15.47±0.91	16.57±0.91	16.64±0.91	15.11±0.91	16.71±0.79
Thigh	16.09±1.04abc	13.58±1.04b	16.04±1.04abc	15.24±1.04b	18.10±0.90a
Drumstick	15.41±0.99	13.15±0.99	15.84±0.99	15.24±0.99	17.03±0.86

a, b, c, d means within row superscript in the same trait are differ significantly ($P<0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

WHC, water holding capacity

4.1.4 ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

4.1.4.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* กับน้ำหนักตัวไก่ในช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของยีน *PIT1* กับน้ำหนักตัวไก่ (Table 5) พบความแปรปรวนของยีน *PIT1* มีผลต่อน้ำหนักตัวอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในช่วงอายุ 2-12 สัปดาห์ แต่พบความแปรปรวนของยีน *PIT1* มีผลต่อน้ำหนักตัวที่อายุ 1 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพองจีนดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55 โดยไก่ที่มีจีโนไทป์ CT มี

น้ำหนักตัว (33.48 ± 0.42 กรัม) สูงกว่าไก่ที่มีจีโนไทป์ CC (32.11 ± 0.42 กรัม) และ จีโนไทป์ TT (30.79 ± 1.13 กรัม) และพบว่าที่อายุ 4-12 สัปดาห์ ไก่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในไก่ทุกกลุ่มทดลอง

Table 5 Effect of variation in *PIT1* on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds^{1/}

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
----- 0 wk -----					
CC	31.21 ± 0.35	35.48 ± 0.49	35.05 ± 0.42	32.11 ± 0.42^a	45.12 ± 0.33
CT	31.97 ± 0.37	34.95 ± 0.59	34.80 ± 0.49	33.48 ± 0.42^b	42.80 ± 1.49
TT	ND	ND	ND	30.79 ± 1.13^a	ND
Female	31.70 ± 0.36	35.18 ± 0.62	34.93 ± 0.43	32.10 ± 0.51	43.76 ± 0.76
Male	31.49 ± 0.36	35.25 ± 0.46	34.92 ± 0.48	32.15 ± 0.51	44.16 ± 0.90
----- 2 wk -----					
CC	112.52 ± 1.71	131.68 ± 1.76	130.69 ± 1.92	132.10 ± 2.05	263.53 ± 3.09
CT	111.91 ± 1.82	132.68 ± 2.14	129.75 ± 2.24	129.23 ± 2.08	259.04 ± 13.72
TT	ND	ND	ND	128.27 ± 5.52	ND
Female	109.90 ± 1.78	130.28 ± 2.24	126.32 ± 1.97^b	127.21 ± 2.53	255.24 ± 7.00^b
Male	114.53 ± 1.75	134.08 ± 1.68	134.12 ± 2.18^a	132.51 ± 2.51	267.33 ± 8.36^a
----- 4 wk -----					
CC	260.09 ± 4.25	328.28 ± 4.16	317.77 ± 5.29	328.82 ± 6.32	1056.18 ± 13.22
CT	256.54 ± 4.51	324.69 ± 5.05	317.65 ± 6.20	314.22 ± 6.42	1092.65 ± 58.63
TT	ND	ND	ND	333.25 ± 16.98	ND
Female	246.23 ± 4.42^b	307.23 ± 5.30^b	298.51 ± 5.45^b	303.70 ± 7.79^b	1011.76 ± 29.93^b
Male	270.39 ± 4.34^a	345.73 ± 3.97^a	336.91 ± 6.02^a	347.16 ± 7.72^a	1137.07 ± 35.71^a
----- 6 wk -----					
CC	491.40 ± 7.09	690.48 ± 9.28	625.56 ± 8.99	659.01 ± 12.35	2162.31 ± 21.85
CT	490.15 ± 7.54	693.78 ± 11.28	645.98 ± 10.52	621.31 ± 12.40	2208.19 ± 96.89
TT	ND	ND	ND	660.33 ± 32.80	ND
Female	458.26 ± 7.38^b	631.44 ± 11.83^b	588.60 ± 9.24^b	593.56 ± 15.12^b	2001.05 ± 49.45^b
Male	523.28 ± 7.24^a	752.83 ± 8.86^a	682.94 ± 10.22^a	700.21 ± 14.92^a	2369.45 ± 59.01^a
----- 8 wk -----					
CC	769.91 ± 11.19	1043.98 ± 13.42	933.21 ± 17.07	967.17 ± 16.70	-
CT	752.86 ± 11.90	1046.45 ± 16.30	939.20 ± 19.97	924.40 ± 16.76	-
TT	ND	ND	ND	943.66 ± 44.34	-
Female	698.76 ± 11.65^b	939.52 ± 17.10^b	838.96 ± 17.56^b	851.41 ± 20.44^b	-
Male	824.01 ± 11.43^a	1150.91 ± 12.80^a	1033.45 ± 19.42^a	1038.74 ± 20.16^a	-

Table 5 (Cont.)

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
----- 10 wk -----					
CC	1074.29±17.46	1425.84±20.44	1321.24±23.79	1352.84±25.83	-
CT	1056.30±18.56	1408.51±24.83	1321.79±27.84	1273.40±25.93	-
TT	ND	ND	ND	1308.41±68.60	-
Female	971.04±18.17b	1238.98±26.04b	1169.79±24.47b	1164.60±31.62b	-
Male	1159.56±17.83a	1595.37±19.50a	1473.23±27.06a	1458.50±31.19a	-
----- 12 wk -----					
CC	1364.00±20.12	1693.49±27.11	1617.36±26.86	1629.06±34.64	-
CT	1352.26±21.39	1665.05±32.94	1631.49±31.44	1576.81±34.78	-
TT	ND	ND	ND	1627.43±91.99	-
Female	1210.85±20.95b	1419.29±34.54b	1388.50±27.64b	1405.29±42.40b	-
Male	1505.41±20.55a	1939.26±25.87a	1860.35±30.56a	1816.91±41.83a	-

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly ($P<0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

จาก **Table 6** การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ CC มีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวัน เมื่ออายุ 8 สัปดาห์ ที่เพิ่มขึ้นในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ (18.08 ± 0.19 กรัมต่อวัน) เมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ CT (17.44 ± 0.23 กรัมต่อวัน) แต่ไม่พบความแตกต่างของรูปแบบยีนจีโนไทป์ต่ออัตราการเจริญเติบโตต่อวันในไก่กลุ่มอื่นๆ ในขณะที่พบความแปรปรวนของ *PIT1* ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวในไก่ประดู่หางดำ มข.55 เมื่ออายุ 10 สัปดาห์ โดยพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ CC (3.63 ± 0.04) มีค่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่าจีโนไทป์ CT (3.74 ± 0.04) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และผลการวิเคราะห์เป็นไปในทิศทางเดียวกันเมื่อพบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ CC ของยีน *PIT1* ต่อประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ต่ำกว่าจีโนไทป์ CT เมื่ออายุ 8, 10 และ 12 สัปดาห์ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของรูปแบบยีน *PIT1* ต่อลักษณะคุณภาพซากพบค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นน้ำหนักหัวใจพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ CC มีผลต่อน้ำหนักหัวใจที่สูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับ CT ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่ไก่จีนดำ (5.35 ± 0.46 และ 3.50 ± 0.54) ในขณะที่ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจีนดำ x แม่ไก่ประดู่หางดำ มข.55 จีโนไทป์ CC มีผลทำให้น้ำหนักหัวใจลดลง (5.81 ± 0.24) เปรียบเทียบกับ จีโนไทป์ CT (7.42 ± 0.29)

ความสัมพันธ์กับคุณภาพเนื้อ พบว่าความแปรปรวนของยีน *PIT1* มีความสัมพันธ์กับค่าความสว่าง (L^*) ในส่วนเนื้อสะโพก (**Table 8**) ค่าแรงตัดผ่านเนื้อ ค่าการสูญเสียน้ำจากการปิ้งสุก และค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจีนดำ x แม่ไก่ประดู่หางดำ มข.55 (**Table 9**)

4.1.4.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์

Table 6 Effect of variation in *PIT1* on average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks

Breed ^{1/}		ADG (g/bird)					FCR				
		0-4	0-6	0-8	0-10	0-12	0-4	0-6	0-8	0-10	0-12
PD	CC	9.83±0.04	20.40±0.04	20.55±0.31	20.66±0.22	23.80±0.68	2.39±0.01	2.74±0.01	3.01±0.11	3.63±0.04 b	4.56±0.14
	CT	9.81±0.04	20.30±0.04	19.98±0.33	20.27±0.24	24.41±0.72	2.40±0.01	2.71±0.01	3.25±0.11	3.74±0.04 a	4.51±0.15
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	CC	13.46±0.16	25.74±0.35	24.50±0.20	23.77±0.42	22.34±1.00	2.34±0.03	2.57±0.04	3.07±0.01	3.39±0.08	4.99±0.20
	CT	13.57±0.19	25.67±0.42	24.67±0.25	24.19±0.51	22.58±1.21	2.32±0.03	2.59±0.05	3.05±0.01	3.23±0.09	4.96±0.24
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	CC	12.44±0.10	22.83±0.19	18.08±0.19 a	24.86±0.22	24.75±0.51	2.50±0.02	3.13±0.02	4.34±0.05 b	3.22±0.03 b	4.08±0.07 b
	CT	12.67±0.12	22.28±0.22	17.44±0.23 b	24.40±0.26	23.50±0.60	2.45±0.03	3.18±0.02	4.51±0.06 a	3.33±0.03 a	4.29±0.08 a
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	CC	13.43±0.11	23.19±0.70	17.77±0.46	23.56±0.16	24.19±0.78	2.24±0.02	2.91±0.10	3.73±0.10	3.42±0.03	4.33±0.14
	CT	13.61±0.12	23.12±0.73	17.50±0.48	23.57±0.16	23.59±0.81	2.21±0.02	2.93±0.11	3.86±0.10	3.37±0.03	4.50±0.14
	TT	13.05±0.32	22.19±1.93	19.13±1.28	23.47±0.44	24.62±2.15	2.30±0.05	3.02±0.29	3.33±0.28	3.54±0.08	4.09±0.38
Broiler	CC	70.95±0.37	67.06±0.69	-	-	-	1.37±0.01	2.28±0.02	-	-	-
	CT	73.30±1.67	68.46±3.07	-	-	-	1.33±0.03	2.24±0.09	-	-	-
	TT	ND	ND	-	-	-	ND	ND	-	-	-

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly (P<0.05)

^{1/} means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* กับคุณภาพซากที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 7 Effect of variation in *PIT1* on carcass traits at 12 weeks

Breed ^{1/}		Carcass traits										
		LW	CW	Breast	Thigh	Drumstick	wing	liver	spleen	gizzard	heart	Carcass%
PD	CC	1305.49±43.50	1155.80±38.64	241.48±8.60	154.15±6.18	146.10±6.37	125.99±5.21	24.86±0.93	6.22±0.87	32.62±1.15	6.69±0.41	88.49±0.97
	CT	1284.59±43.50	1139.44±38.64	222.68±8.60	145.76±6.18	144.90±6.37	125.33±5.21	23.46±0.93	6.52±0.87	34.54±1.15	5.88±0.41	88.01±0.97
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	CC	1652.28±32.38	1476.49±31.34	277.18±6.33	178.83±5.35	176.66±5.95	144.71±5.12	25.31±1.31	2.28±0.31	41.01±1.96	5.06±0.42	89.34±0.79
	CT	1600.50±52.58	1421.66±50.89	266.83±10.28	178.50±8.68	164.50±9.66	139.00±8.32	20.83±2.13	1.66±0.51	40.16±3.19	5.50±0.69	88.83±1.29
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	CC	1718.21±48.29	1501.14±43.74	294.42±9.77	171.92±8.89	181.78±8.33	147.21±6.97	22.42±1.45	1.92±0.40	37.71±2.82	5.35±0.46 a	87.36±1.06
	CT	1573.60±57.14	1407.20±51.76	274.60±11.56	166.10±10.51	168.40±9.85	127.80±8.25	21.60±1.72	2.50±0.48	34.60±3.34	3.50±0.54 b	89.12±1.25
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	CC	1595.80±66.42	1419.50±55.78	257.58±15.09	182.00±9.16	164.98±8.99	154.52±10.15	27.59±2.07	3.98±0.64	38.13±2.05	5.81±0.24 b	88.95±0.69
	CT	1680.19±81.68	1488.92±68.59	289.83±18.55	194.71±11.26	180.67±11.06	152.05±12.48	26.35±2.54	3.15±0.78	41.54±2.52	7.42±0.29 a	88.78±0.85
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	CC	2276.80±36.09	2117.97±31.01	607.57±10.14	264.05±4.09	222.43±3.99	164.96±2.46	53.50±2.42	4.35±0.58	42.15±1.94	10.63±0.43	93.11±0.47
	CT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.4.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* กับคุณภาพเนื้อที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 8 Effect of variation in *PIT1* on meat color traits at 12 weeks

Breed ^{1/}		Breast			Thigh			Drumstick		
		L	A	B	L	A	b	L	a	b
PD	CC	42.74±3.23	10.09±1.93	26.36±2.25	34.42±5.54	15.22±3.66	18.36±2.71	53.10±11.34	9.90±3.18	18.94±4.69
	CT	44.07±2.04	6.71±1.22	24.05±1.42	33.29±3.50	15.64±2.31	20.68±1.17	32.49±7.17	6.29±2.01	10.39±2.96
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	CC	26.62±2.80	1.23±0.33	12.66±2.06	13.46±4.15	5.15±1.24	4.73±1.32	4.76±2.28	1.35±1.69	2.69±5.25
	CT	25.17±4.43	-0.02±0.52	10.54±3.26	12.44±6.56	4.43±1.96	10.91±2.08	12.67±3.61	3.18±2.67	-2.43±8.30
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	CC	39.64±2.15	5.30±1.28	22.64±1.56	29.59±3.35	9.68±2.40	15.10±2.36	29.66±2.65	3.47±1.35	5.93±4.65
	CT	36.13±2.15	5.17±1.28	17.67±1.56	29.20±3.35	6.64±2.40	14.58±2.36	22.10±2.65	1.93±1.35	-0.26±4.65
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	CC	36.10±2.87	4.67±0.45	17.95±0.83	18.00±5.45	6.64±1.51	4.14±2.78	14.97±1.15 b	5.44±1.17	6.13±1.82
	CT	33.71±4.54	6.13±0.72	20.06±1.31	36.58±8.62	10.67±2.40	21.14±4.40	29.91±1.82 a	5.63±1.86	13.55±2.88
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	CC	46.75±1.42	6.31±0.43	21.55±1.31	44.61±1.96	11.12±1.19	21.10±0.92	44.50±1.98	8.51±0.85	15.85±1.47
	CT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

Table 9 Effect of variation in *PIT1* on shear force cooking loss and water holding capacity at 12 weeks

Breed ^{1/}		Shear force			Cooking loss			Water holding capacity		
		Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick
PD	CC	76.46±10.74	48.80±6.99	42.34±19.32	15.31±1.83	16.81±2.21	18.29±2.08	15.17±2.01	16.37±3.72	17.22±2.96
	CT	36.11±6.79	30.44±4.42	37.37±12.22	17.68±1.15	19.78±1.39	16.89±1.31	15.62±1.27	15.95±2.35	14.51±1.87
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	CC	41.32±4.06 a	24.93±3.31	47.29±9.99	20.83±1.27	16.04±0.75	17.56±1.42	16.18±0.93	12.91±1.48	13.55±0.95
	CT	15.63±6.43 b	27.09±5.24	19.25±15.80	14.72±2.01	19.58±1.19	17.79±2.24	13.35±1.47	14.90±2.35	12.35±1.51
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	CC	78.42±25.04	45.30±5.02	53.45±11.30	14.21±0.97	15.93±0.91	14.91±0.87	16.75±1.86	16.18±0.91	16.84±1.34
	CT	75.11±25.04	50.02±5.02	30.23±11.30	14.85±0.97	18.54±0.91	15.53±0.87	16.53±1.86	15.90±0.91	14.84±1.34
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	CC	60.35±2.98 a	28.81±5.14	23.66±2.56 b	13.24±0.53	13.51±0.69 b	12.36±1.56	14.60±0.93	14.28±0.31 b	14.28±0.31 b
	CT	27.77±4.72 b	38.01±8.12	57.10±4.05 a	15.94±0.84	18.73±1.09 a	19.80±2.46	16.11±1.47	17.17±0.49 a	17.17±0.49 a
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	CC	46.44±3.77	42.32±6.77	28.53±3.22	17.45±0.64	19.04±0.98	18.21±0.66	16.71±0.91	18.10±0.65	17.03±1.05
	CT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	TT	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly ($P<0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.5 ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

4.1.5.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* กับน้ำหนักตัวไก่ ช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์

ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของยีน *myostatin* กับน้ำหนักตัว พบว่าความแปรปรวนของยีน *myostatin* มีผลต่อน้ำหนักตัวไก่อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ยกเว้นในช่วงอายุ 4 สัปดาห์ พบว่าความแปรปรวนของยีน *myostatin* มีผลต่อน้ำหนักตัวไก่ที่อายุ 4 สัปดาห์ มีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.'55 x แม่จีนดำ โดยลูกไก่ที่มีจีโนไทป์ GA มีน้ำหนัก (340.76 ± 12.11 กรัม) ที่สูงกว่าลูกไก่ที่มีจีโนไทป์ AA (314.94 ± 4.11 กรัม) และพบว่าที่อายุ 4-12 สัปดาห์ ไก่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่ทุกกลุ่มทดลอง (Table 10)

Table 10 Effect of variation in *myostatin* on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds^{1/}

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
----- 0 wk -----					
AA	31.63±0.29	35.22±0.37	34.98±0.33	32.57±0.36	45.03±0.34
GA	31.44±0.55	ND	35.01±0.98	32.51±0.57	45.04±1.36
GG	ND	ND	ND	ND	ND
Female	31.61±0.40	35.21±0.58	34.91±0.58	32.41±0.44	44.71±0.72
Male	31.46±0.41	35.24±0.45	35.08±0.62	32.67±0.47	45.36±0.84
----- 2 wk -----					
AA	112.37±1.42	132.42±1.34	130.23±1.51	130.40±1.69	262.99±3.14
GA	111.88±2.65	ND	132.16±4.47	131.49±2.65	263.46±12.40
GG	ND	ND	ND	ND	ND
Female	109.74±1.93	130.34±2.11	126.87±2.66b	128.51±2.06	257.28±6.58b
Male	114.52±1.99	134.50±1.66	135.51±2.87a	133.38±2.18	269.17±7.62a
----- 4 wk -----					
AA	257.85±3.53	327.71±3.19	314.94±4.11b	321.54±5.29	1058.82±13.48
GA	260.84±6.56	ND	340.76±12.11a	329.06±8.30	1038.48±53.22
GG	ND	ND	ND	ND	ND
Female	247.22±4.77b	308.86±5.02b	308.88±7.20b	304.60±6.45b	988.42±28.27b
Male	271.47±4.92a	346.55±3.96a	346.84±7.77a	346.00±6.84a	1108.88±32.72a
----- 6 wk -----					
AA	491.62±5.83	693.08±7.02	630.72±7.13	636.85±10.40	2165.42±22.25
GA	491.66±10.84	ND	655.14±21.02	653.36±16.67	2135.35±87.85
GG	ND	ND	ND	ND	ND
Female	459.75±7.88b	631.44±11.03b	597.21±12.51b	596.49±12.96b	1969.86±46.67b
Male	523.54±8.14a	754.72±8.70a	688.64±13.50a	693.72±13.45a	2330.91±54.03a

Table 10 (Cont.)

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
----- 8 wk -----					
AA	763.73±9.21	1046.09±10.16	927.15±13.42	938.15±13.64	-
GA	761.72±17.12	ND	994.32±39.56	969.58±21.87	-
GG	ND	ND	ND	ND	-
Female	701.48±12.45b	938.55±15.95b	864.62±23.54b	865.56±17.00b	-
Male	823.97±12.86a	1153.63±12.59a	1056.82±25.40a	1042.17±17.65a	-
----- 10 wk -----					
AA	1068.14±14.25	1419.77±15.38	1314.08±18.90	1304.47±21.41	-
GA	1069.54±26.47	ND	1356.56±55.71	1339.08±34.34	-
GG	ND	ND	ND	ND	-
Female	976.86±19.26b	1242.78±24.15b	1184.50±33.16b	1182.05±26.69b	-
Male	1160.82±19.88a	1596.75±19.06a	1486.14±35.77a	1461.49±27.71a	-
----- 12 wk -----					
AA	1354.60±16.51	1682.94±20.32	1615.94±21.49	1610.57±28.19	-
GA	1376.90±30.68	-	1646.68±63.35	1598.56±45.21	-
GG	-	-	-	-	-
Female	1221.51±22.32b	1427.42±31.90b	1397.87±37.70b	1402.64±35.13b	-
Male	1509.99±23.04a	1938.45±25.18a	1864.75±40.68a	1806.49±36.49a	-

ND means no variation detected in this study

a, b, c, d means within column superscript in the same trait are differ significantly ($P < 0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของยีน myostatin พบว่าความแปรปรวนของจีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่า FCR ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจีนดำ x แม่ไก่ประดู่หางดำ มข.55 (Table 11) และพบความสัมพันธ์กับสีเนื้อในไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 ไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่จีนดำ และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (Table 13) นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์กับค่าความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อส่วนสะโพก ในไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับลักษณะของคุณภาพซากในไก่ทุกกลุ่มทดลอง (Table 12)

4.1.5.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ช่วงอายุ 12 สัปดาห์

Table 11 Effect of variation in *myostatin* on average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks

Breed ^{1/}		ADG (g/bird)					FCR				
		0-4	0-6	0-8	0-10	0-12	0-4	0-6	0-8	0-10	0-12
PD	AA	9.82±0.03	20.37±0.03	20.19±0.26	20.58±0.18	24.10±0.57	2.40±0.01	2.73±0.01	3.15±0.09	3.68±0.03	4.54±0.12
	GA	9.80±0.06	20.29±0.07	20.33±0.48	20.25±0.35	23.82±1.05	2.40±0.01	2.72±0.02	3.13±0.17	3.70±0.06	4.62±0.22
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	AA	13.50±0.12	25.69±0.26	24.56±0.15	23.91±0.31	22.43±0.75	2.33±0.02	2.58±0.03	3.07±0.01	3.35±0.06	4.97±0.15
	GA	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-
PDCB	AA	12.52±0.09	22.58±0.15	17.79±0.16	24.63±0.17	24.15±0.41	2.48±0.02	3.14±0.01	4.42±0.04	3.27±0.02	4.17±0.06
	GA	12.41±0.26	22.58±0.45	17.67±0.47	24.55±0.52	23.56±1.21	2.51±0.06	3.13±0.04	4.45±0.12	3.27±0.07	4.24±0.17
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	-	-	-	-	-
CBPD	AA	13.38±0.09 b	23.33±0.59	17.78±0.40	23.55±0.13	24.35±0.62	2.25±0.01 a	2.88±0.09	3.70±0.09	3.43±0.02	4.28±0.11
	GA	13.72±0.14 a	22.61±0.94	17.79±0.63	23.40±0.20	22.52±0.98	2.19±0.02 b	3.03±0.14	3.84±0.14	3.37±0.04	4.67±0.17
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	71.01±0.38	67.34±0.69	-	-	-	1.37±0.01	2.27±0.02	-	-	-
	GA	71.50±1.52	65.57±2.74	-	-	-	1.36±0.03	2.32±0.08	-	-	-
	GG	ND	ND	-	-	-	-	-	-	-	-

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.5.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* กับคุณภาพซากที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 12 Effect of variation in *myostatin* on carcass traits at 12 weeks

Breed ^{1/}		Carcass traits										
		LW	CW	Breast	Thigh	Drumstick	wing	Liver	spleen	gizzard	heart	Carcass%
PD	AA	1283.58±36.88	1129.69±33.89	228.30±7.97	147.31±5.52	141.99±5.32	122.60±4.42	23.97±0.89	5.82±0.79	33.95±1.10	5.99±0.39	87.95±0.86
	GA	1356.29±57.62	1197.56±52.96	245.48±12.45	159.52±8.63	157.84±8.32	135.70±6.91	24.45±1.40	7.22±1.23	33.08±1.73	6.82±0.61	88.21±1.34
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	AA	1638.22±26.04	1459.89±25.33	275.17±5.15	179.60±4.30	173.30±4.83	143.01±4.08	24.01±1.12	2.18±0.26	40.87±1.55	5.21±0.34	89.08±0.64
	GA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	AA	1641.70±43.35	1451.80±37.22	283.15±8.44	165.15±7.22	173.95±7.15	137.55±6.27	21.20±1.15	1.85±0.25	35.40±2.38	4.30±0.42	88.32±0.90
	GA	1785.41±112.76	1577.64±96.82	309.57±21.96	196.19±18.79	193.36±18.59	153.60±16.30	25.94±2.99	2.72±0.67	41.47±6.20	6.11±1.11	88.28±2.34
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	AA	1617.61±49.21	1441.69±41.98	269.17±12.50	185.40±7.30	170.03±7.20	152.22±7.59	25.24±1.47	3.79±0.46	37.48±1.73	6.07±0.38	89.10±0.46
	GA	1695.97±152.14	1512.62±129.76	300.46±38.66	197.90±22.59	175.32±22.26	134.22±23.47	26.66±4.55	1.93±1.43	41.55±5.36	6.92±1.18	89.68±1.44
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	2286.13±35.58	2125.95±30.56	610.36±10.04	264.68±3.94	223.04±3.85	165.68±2.45	53.31±2.31	4.31±0.56	42.63±1.91	10.54±0.42	93.07±0.45
	GA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.5.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* กับคุณภาพเนื้อที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 13 Effect of variation in *myostatin* on meat color traits at 12 weeks

Breed ^{1/}		Breast			Thigh			Drumstick		
		L	a	B	L	A	B	L	a	b
PD	AA	44.73±0.34 a	6.65±0.84	24.62±1.41	34.96±2.41	14.46±1.64	19.58±1.50	31.63±8.78	7.08±2.08	10.90±4.20
	GA	40.22±0.40 b	10.23±0.99	26.39±1.67	28.90±2.85	18.69±1.94	21.97±1.78	46.29±10.39	7.69±3.31	15.47±4.97
	GG	47.14±0.62 a	6.62±1.55	22.27±2.60	39.29±4.44	12.25±3.02	16.76±2.78	48.70±16.20	8.35±5.17	15.80±7.75
CB	AA	26.13±1.73	0.81±0.29	11.95±1.31	13.12±2.54	4.91±0.77	6.79±1.30	7.40±1.92	1.96±1.07	0.98±3.32
	GA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	AA	36.50±0.84 b	4.71±0.71	19.21±1.49	29.78±2.52	7.17±1.61	13.61±0.88 b	25.56±3.03	2.93±1.10	2.86±4.03
	GA	44.77±2.03 a	7.85±1.72	24.90±3.59	27.44±6.08	13.14±3.88	21.01±2.13 a	27.58±7.30	1.56±2.65	2.66±9.72
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	AA	36.84±1.21	4.88±0.32	18.78±0.78	20.92±4.09	7.82±1.46	7.25±2.71	19.02±3.12	6.05±0.60	8.86±2.12
	GA	27.62±2.93	6.53±0.77	18.00±1.88	40.53±9.86	8.80±3.53	22.56±6.54	24.58±7.51	2.75±1.45	7.32±5.11
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	48.45±1.52	6.14±0.62	21.88±3.35 a	44.85±2.73	11.31±1.35	20.99±0.94	42.50±2.39	9.48±0.97	17.60±1.54
	GA	42.67±3.83	6.35±1.56	14.32±0.90 b	40.29±6.87	14.34±3.42	18.13±2.38	51.30±6.03	5.68±2.44	9.13±3.88
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

^{1/} means Pradoo Hang Dam morkor 55 (PD), Chinese Black Bone (CB), crossbred Pradoo Hang Dam morkor 55 sire and Chinese Black Bone dam (PDCB), and crossbred Chinese Black Bone sire and Pradoo Hang Dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

Table 14 Effect of variation in *myostatin* on shear force cooking loss and water holding capacity at 12 weeks

Breed ^{1/}		Shear force			Cooking loss			Water holding capacity		
		Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick
PD	AA	41.92±11.70	28.39±2.77	33.97±14.05	17.18±1.12	19.87±1.71	17.74±1.02	16.68±1.11	17.39±2.69	13.99±0.46 a
	GA	47.28±13.85	44.87±3.28	48.22±16.62	17.81±1.42	17.44±2.03	15.63±1.21	14.38±1.31	14.68±3.19	18.81±0.55 b
	GG	77.00±21.59	44.46±5.11	35.84±25.91	14.20±2.22	18.26±3.16	19.65±1.88	13.99±2.05	15.00±4.97	12.89±0.85 a
CB	AA	32.76±4.95	25.65±2.06	37.94±7.70	18.80±1.28	17.22±0.74	17.64±0.87	16.57±0.60	13.58±0.96	13.15±0.61
	GA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
PDCB	AA	70.53±17.47	49.73±3.12	43.68±10.92	14.78±0.69	17.39±1.04	15.44±0.63	17.13±1.27	16.30±0.62	15.95±1.19
	GA	107.93±42.07	37.31±7.53	32.63±26.32	13.29±1.68	16.49±2.51	14.09±1.52	14.16±3.07	14.75±1.49	15.26±2.86
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CBPD	AA	52.04±6.62	31.46±4.48	33.27±7.20	13.75±0.51	14.46±0.72	15.02±2.00	14.93±0.77	14.97±0.56	14.97±0.56
	GA	36.75±15.95	33.98±10.80	42.48±17.35	16.06±1.24	19.21±1.73	13.95±4.83	16.00±1.86	16.61±1.36	16.61±1.36
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	46.13±4.21	40.86±5.00	31.56±3.62	17.61±0.67	19.84±0.83	18.69±0.91	16.25±1.20	18.28±0.89	17.31±1.52
	GA	59.75±10.59	75.31±12.58	25.37±9.13	14.75±1.70	19.94±2.11	16.97±2.29	19.75±3.03	18.83±2.25	17.27±3.84
	GG	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.6 ความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* ต่อการเจริญเติบโต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ

4.1.6.1 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* กับน้ำหนักตัวไก่ในช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์

ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความแปรปรวนของยีน *TGF-β3* กับน้ำหนักตัว พบว่าความแปรปรวนของยีน *TGF-β3* มีผลต่อน้ำหนักตัวไก่อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ในช่วงอายุ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ มข.'55 x แม่จินดำ แต่ไม่พบความสัมพันธ์ในไก่ทดลองกลุ่มอื่น (Table 15)

Table 15 Effect of variation in *TGF-β3* on body weight at 0-12 weeks in five chicken breeds^{1/}

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
----- 0 wk -----					
AA	31.82±0.42	35.19±0.54	35.93±0.71 ^a	31.44±0.65	44.47±0.86
AB	31.43±0.37	35.01±0.55	35.19±0.38 ^a	32.60±0.36	45.19±0.51
BB	31.62±0.76	36.29±1.14	33.04±0.69 ^b	32.92±1.01	45.06±0.51
Female	31.72±0.43	35.47±0.64	34.88±0.45	31.82±0.50	44.61±0.46
Male	31.53±0.38	35.52±0.54	34.57±0.47	32.82±0.53	45.20±0.55
----- 2 wk -----					
AA	113.55±1.98	133.70±1.96	136.60±3.22a	129.13±3.05	261.91±7.90
AB	110.43±1.75	131.58±2.01	130.64±1.74a	130.18±1.72	262.67±4.68
BB	116.06±3.59	130.16±4.14	122.48±3.15b	133.55±4.74	263.73±4.70
Female	111.31±2.06	129.66±2.34	126.72±2.08b	128.03±2.37b	256.95±4.19
Male	115.38±1.81	133.97±1.96	133.09±2.17a	133.87±2.49a	268.59±5.08
----- 4 wk -----					
AA	268.32±4.78a	326.59±4.68	332.06±8.95a	320.07±9.48	1039.15±33.74
AB	250.28±4.22b	328.84±4.82	319.64±4.83a	317.76±5.36	1074.48±19.98
BB	260.39±8.64ab	327.94±9.90	297.76±8.74b	330.36±14.74	1047.29±20.06
Female	248.30±4.96b	309.03±5.61b	299.69±5.77b	302.17±7.39b	992.59±17.91b
Male	271.03±4.37a	346.55±4.69a	333.29±6.03a	343.29±7.75a	1114.69±21.68a
----- 6 wk -----					
AA	495.97±8.26	694.11±10.30	642.63±15.89	622.58±18.02	2124.13±55.71
AB	489.28±7.29	692.80±10.60	635.58±8.58	634.29±10.25	2151.65±32.99
BB	481.41±14.93	689.56±21.77	619.97±15.52	657.14±28.01	2189.18±33.13
Female	455.88±8.57b	630.48±12.33b	587.95±10.24b	585.99±14.09b	1977.55±29.57b
Male	521.90±7.55a	753.83±10.32a	677.50±10.70a	690.02±14.73a	2332.43±35.80a

Table 15 (Cont.)

Genotype	PD	CB	PDCB	CBPD	Broiler
-----8 wk -----					
AA	776.11±12.99	1061.16±14.71	958.81±29.99	918.60±24.58	-
AB	757.29±11.46	1037.25±15.14	932.23±16.18	937.53±13.98	-
BB	735.24±23.47	1015.33±31.09	916.42±29.28	979.74±38.20	-
Female	692.36±13.47b	929.56±17.61b	843.10±19.33b	852.07±19.22b	-
Male	820.06±11.88a	1146.26±14.74a	1028.54±20.19a	1038.51±20.09a	-
-----10 wk -----					
AA	1081.65±20.34	1421.13±22.50	1401.01±40.96	1250.10±38.05	-
AB	1060.67±17.95	1412.01±23.16	1298.73±22.11	1308.36±21.65	-
BB	1037.00±36.75	1446.71±47.56	1303.00±39.99	1345.67±59.15	-
Female	964.13±21.09b	1249.18±26.93b	1190.96±26.40b	1154.64±29.76b	-
Male	1155.42±18.60a	1604.45±22.54a	1477.53±27.58a	1448.12±31.11a	-
-----12 wk -----					
AA	1368.12±23.63	1682.49±29.69	1668.45±47.26	1580.02±50.21	-
AB	1354.49±20.85	1672.61±30.56	1600.68±25.51	1579.74±28.57	-
BB	1331.22±42.69	1729.08±62.76	1632.25±46.14	1647.69±78.05	-
Female	1204.23±24.50b	1438.65±35.54b	1403.67±30.47b	1395.63±39.26b	-
Male	1498.33±21.61a	1950.81±29.75a	1863.92±31.83a	1809.34±41.05a	-

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly ($P<0.05$)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

จาก **Table 15** แสดงน้ำหนักตัวที่อายุ 1 วัน พบว่าไก่ที่มีจีโนไทป์ AA (35.93 ± 0.71 กรัม) และ จีโนไทป์ AB (35.19 ± 0.38 กรัม) มีน้ำหนักตัวที่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่ไก่ จีโนไทป์ AA และ AB มีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าไก่ที่มีจีโนไทป์ BB (33.04 ± 0.69 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P<0.05$)

น้ำหนักตัวไก่ที่ อายุ 2 สัปดาห์ พบว่าไก่ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (136.60 ± 3.22 กรัม) และ จีโน ไทป์ AB (130.64 ± 1.74 กรัม) มีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าจีโนไทป์ BB (122.48 ± 3.15 กรัม) สอดคล้องกับ น้ำหนักตัวที่อายุ 4 สัปดาห์ พบว่าไก่ที่มีรูปแบบจีโนไทป์ AA (332.06 ± 8.95 กรัม) และ จีโนไทป์ AB (319.64 ± 4.83 กรัม) มีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าไก่ที่มีจีโนไทป์ BB (297.76 ± 8.74 กรัม) อย่างมีนัยสำคัญทาง สถิติ ($P<0.05$) และพบว่าที่อายุ 4-12 สัปดาห์ ไก่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าเพศเมียอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่ทุกกลุ่มทดลอง

4.1.6.2 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* กับอัตราการเจริญเติบโตต่อวันและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ช่วงอายุ 0-12 สัปดาห์

Table 16 Effect of variation in *TGF-β3* on average daily gain (ADG) and feed conversion ratio (FCR) during 0-12 weeks

Breed ^{1/}		ADG (g/bird)					FCR				
		0-4	0-6	0-8	0-10	0-12	0-4	0-6	0-8	0-10	0-12
PD	AA	9.80±0.04	20.34±0.05	19.97±0.37	20.52±0.26	24.03±0.77 a	2.40±0.01	2.72±0.02	3.23±0.13	3.70±0.05	4.57±0.16
	AB	9.79±0.04	20.35±0.04	20.44±0.32	20.56±0.23	23.28±0.68 a	2.40±0.01	2.74±0.01	3.06±0.11	3.64±0.04	4.69±0.14
	BB	9.96±0.08	20.38±0.09	20.33±0.67	20.06±0.48	27.14±1.40 b	2.35±0.02	2.72±0.03	3.12±0.23	3.80±0.08	3.92±0.29
CB	AA	13.43±0.17	26.21±0.38	24.41±0.22	23.67±0.46	21.94±1.10	2.34±0.02	2.51±0.04	3.06±0.01	3.38±0.09	5.16±0.21
	AB	13.58±0.18	25.07±0.39	24.76±0.23	24.29±0.47	22.82±1.13	2.32±0.02	2.66±0.04	3.06±0.01	3.27±0.09	4.80±0.22
	BB	13.45±0.37	25.94±0.81	24.40±0.48	23.38±0.98	23.03±2.32	2.34±0.06	2.54±0.09	3.09±0.03	3.54±0.19	4.82±0.45
PDCB	AA	12.20±0.19	22.75±0.34	17.91±0.35	24.61±0.40	23.94±0.92	2.55±0.04	3.09±0.03	4.35±0.09	3.20±0.05	4.10±0.12
	AB	12.57±0.10	22.61±0.18	17.86±0.19	24.71±0.21	24.46±0.49	2.47±0.02	3.15±0.01	4.39±0.04	3.26±0.02	4.14±0.06
	BB	12.60±0.19	22.39±0.33	17.48±0.34	24.46±0.39	23.39±0.90	2.47±0.04	3.17±0.03	4.51±0.08	3.32±0.05	4.31±0.12
CBPD	AA	13.16±0.16	24.72±1.04	17.24±0.72	23.57±0.23	25.77±1.09	2.28±0.02	2.66±0.15	3.69±0.15	3.45±0.04	3.97±0.19 a
	AB	13.58±0.09	22.46±0.60	18.01±0.41	23.54±0.13	23.28±0.63	2.21±0.01	3.02±0.08	3.75±0.09	3.39±0.02	4.52±0.11 b
	BB	13.32±0.26	21.95±1.66	19.21±1.15	23.04±0.37	22.46±1.75	2.25±0.04	3.10±0.24	3.39±0.24	3.50±0.07	4.42±0.30 ab
Broiler	AA	70.66±0.97	66.18±1.72	-	-	-	1.38±0.02	2.30±0.05	ND	ND	ND
	AB	71.37±0.57	66.10±1.01	-	-	-	1.36±0.01	2.31±0.03	ND	ND	ND
	BB	70.83±0.57	68.74±1.02	-	-	-	1.37±0.01	2.23±0.03	ND	ND	ND

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

4.1.6.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน $TGF-\beta 3$ กับคุณภาพซากที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 17 Effect of variation in $TGF-\beta 3$ on carcass traits at 12 weeks

Breed ^{1/}	Carcass traits (g)											
		LW	CW	Breast	Thigh	drumstick	Wing	liver	Spleen	gizzard	heart	Carcass%
PD	AA	1302.00±58.87	1141.00±47.65	236.87±11.22	149.37±7.24	144.62±7.81	125.25±6.38	25.25±1.15	7.62±1.03	34.12±1.48	6.50±0.53	87.36±1.18
	AB	1302.27±42.33	1157.16±37.44	229.09±8.81	154.98±5.69	148.11±6.13	127.75±5.01	23.77±0.90	5.60±0.81	33.18±1.16	6.16±0.42	88.92±0.92
	BB	1245.13±88.59	1087.96±78.36	232.26±18.45	129.74±11.91	136.50±12.84	117.72±10.49	22.96±1.89	6.38±1.70	33.87±2.43	6.29±0.88	87.70±1.94
CB	AA	1583.03±34.13 a	1417.81±36.04	267.53±7.93	173.16±6.38	161.92±5.81 a	133.98±5.01 a	22.92±1.68	2.64±0.40	36.87±1.90 a	5.30±0.49	89.40±1.02
	AB	1637.38±36.47 a	1457.52±38.50	279.43±8.47	180.10±6.82	172.50±6.20 a	141.91±5.35 a	23.45±1.80	1.75±0.43	41.31±2.03 a	4.54±0.52	89.01±1.09
	BB	1779.25±53.48 b	1571.25±56.46	285.00±12.42	194.75±10.00	203.75±9.10 b	168.25±7.85 b	28.00±2.64	2.00±0.63	50.00±2.98 b	6.50±0.77	88.42±1.60
PDCB	AA	1725.00±63.51	1542.48±52.94	302.17±12.16	180.14±11.15	185.61±10.50	148.44±9.40	21.35±1.88	1.41±0.48	37.07±3.72	4.69±0.68	89.24±1.39
	AB	1577.00±58.88	1377.10±49.08	269.90±11.27	159.30±10.34	164.20±9.73	131.60±8.71	23.00±1.75	2.90±0.44	36.70±3.45	4.80±0.63	87.39±1.29
	BB	1699.18±86.73	1486.93±72.30	289.87±16.60	170.74±15.23	183.30±14.34	137.39±12.84	21.56±2.57	2.04±0.66	34.66±5.08	3.94±0.93	87.44±1.90
CBPD	AA	1635.47±97.53	1466.79±83.16	284.25±23.54	193.58±14.33	182.85±13.26	151.08±15.02	26.86±3.26	3.72±0.93	38.81±3.40	6.26±0.78	89.46±0.96
	AB	1593.04±56.12	1416.73±47.85	263.84±13.54	178.33±8.24	163.44±7.63	146.30±8.64	24.77±1.88	3.89±0.53	36.92±1.96	6.04±0.45	89.07±0.55
	BB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	AB	2284.73±49.50	2114.51±41.70	608.95±12.98	261.65±5.67	216.81±5.11 b	165.79±3.08	51.64±3.24	4.27±0.84	42.11±2.88	10.54±0.64	92.62±0.69
	BB	2333.33±54.99	2178.48±46.33	626.95±14.41	271.76±6.30	234.01±5.67 a	169.59±3.42	57.88±3.60	4.78±0.94	44.64±3.20	10.89±0.71	93.46±0.76

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

LW, live weight; CW, carcass weight

4.1.6.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน $TGF-\beta 3$ กับคุณภาพเนื้อที่อายุ 12 สัปดาห์

Table 18 Effect of variation in $TGF-\beta 3$ on meat color traits at 12 weeks

Breed ^{1/}		Breast			Thigh			Drumstick		
		L	a	B	L	a	b	L	a	b
PD	AA	41.79±1.56	9.37±1.00	26.31±1.08	32.46±3.50	16.27±2.31	20.25±1.86	48.61±5.86	6.37±2.12	12.50±3.84
	AB	45.46±1.56	6.30±1.00	23.33±1.08	34.87±3.50	14.73±2.31	19.56±1.86	30.12±5.86	8.61±2.12	13.98±3.84
	BB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	AA	28.66±2.58	1.33±0.25	13.58±1.30	14.72±3.85	4.09±1.02	5.61±1.61	5.54±3.18	1.52±2.07	-1.57±6.29
	AB	24.40±3.05	0.13±0.29	8.70±1.54	15.07±4.55	4.66±1.21	9.72±1.91	7.41±3.77	3.06±2.46	4.58±7.44
	BB	22.03±4.76	0.62±0.46	13.58±2.41	4.45±7.10	7.85±1.88	4.47±2.98	12.94±5.87	1.07±3.83	1.47±11.60
PDCB	AA	35.28±4.84	7.91±1.78	21.00±2.18	36.40±4.61	5.07±5.28	14.54±5.37	27.66±3.84	2.86±2.97	11.14±4.41
	AB	39.69±2.62	5.14±0.96	22.44±1.18	29.16±2.50	9.78±2.86	15.11±2.91	29.33±2.08	3.42±1.61	5.26±2.39
	BB	36.48±3.10	4.05±1.14	16.30±1.40	26.23±2.96	7.29±3.38	14.61±3.44	19.86±2.46	1.55±1.91	-4.96±2.83
CBPD	AA	31.48±5.07	6.11±0.99	17.95±1.87	29.98±13.69	4.94±3.02	7.26±10.16	20.04±8.04	3.98±2.03	7.71±5.15
	AB	36.07±2.10	4.96±0.41	18.79±0.77	23.03±5.68	8.59±1.25	10.31±4.21	19.93±3.34	5.81±0.84	8.78±2.13
	BB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	50.50±5.03	3.89±0.77	20.03±4.01	45.96±8.04	7.74±2.75	20.12±3.14	45.66±8.00	7.89±2.46	16.46±6.25
	AB	47.05±2.09	6.35±0.32	20.59±1.66	44.27±3.34	11.97±1.14	20.59±1.30	43.05±3.32	9.66±1.02	15.95±2.59
	BB	47.11±5.03	7.46±0.77	21.36±4.01	41.14±8.04	15.00±2.75	20.43±3.14	47.73±8.00	4.96±2.46	17.35±6.25

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo Hang Dam morkor 55 (PD), Chinese Black Bone (CB), crossbred Pradoo Hang Dam morkor 55 sire and Chinese Black Bone dam (PDCB), and crossbred Chinese Black Bone sire and Pradoo Hang Dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

Table 19 Effect of variation in *TGF-β3* on shear force cooking loss and water holding capacity at 12 weeks

Breed ^{1/}		Shear force			Cooking loss			Water holding capacity		
		Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick	Breast	Thigh	Drumstick
PD	AA	46.59±13.10	42.59±4.94	35.00±12.26	17.99±1.05	16.93±0.77 b	16.92±1.37	15.36±1.31	17.12±2.28	17.55±1.20
	AB	52.52±13.10	30.53±4.94	43.06±12.26	15.79±1.05	20.65±0.77 a	17.79±1.37	15.57±1.31	15.06±2.28	13.28±1.20
	BB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
CB	AA	34.83±9.52	26.39±3.48	52.64±6.88	19.55±2.42	17.01±1.44	16.09±0.95	15.92±0.16 a	12.84±0.82	14.29±0.37
	AB	34.25±11.27	27.42±4.12	22.97±8.14	17.32±2.87	16.88±1.71	18.69±1.13	18.23±0.20 b	12.49±0.97	11.60±0.44
	BB	23.57±17.56	19.91±6.43	23.79±12.69	19.47±4.47	18.55±2.66	20.18±1.76	15.20±0.31 a	17.95±1.51	12.83±0.68
PDCB	AA	35.73±46.16	59.50±8.14	14.91±22.17	12.40±0.77	20.99±0.30 a	17.57±1.00	18.76±3.77	13.75±1.00	17.95±1.58
	AB	80.74±25.03	44.74±4.41	54.35±12.02	14.36±0.41	15.79±1.16 c	14.79±0.54	16.62±2.04	16.31±0.54	16.66±0.85
	BB	91.33±29.62	46.11±5.22	36.55±14.22	15.86±0.49	17.53±0.19 b	14.69±0.64	15.61±2.42	16.79±0.64	13.56±1.01
CBPD	AA	58.59±16.89	38.24±10.14	31.86±17.90	15.48±1.51	14.82±2.99	13.70±4.81	12.26±0.81 b	16.05±1.52	16.05±1.52
	AB	47.67±7.01	30.61±4.21	35.40±7.43	13.87±0.62	15.33±1.24	15.07±2.00	15.67±0.33 a	15.08±0.63	15.08±0.63
	BB	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Broiler	AA	38.08±10.19	57.57±21.45	38.64±9.40	19.41±1.69	17.49±1.28	18.65±2.33	13.06±3.22	20.14±2.37	20.26±2.81
	AB	48.16±4.23	46.09±8.90	28.24±3.90	16.42±0.70	20.68±0.53	18.78±0.96	17.54±1.33	17.97±0.98	15.98±1.16
	BB	60.13±10.19	38.67±21.45	36.18±9.40	19.10±1.69	17.27±1.28	15.86±2.33	16.32±3.22	19.05±2.37	11.28±2.81

a, b, c means within column superscript in the same breed are differ significantly (P<0.05)

1/ means Pradoo hang dam morkor 55 (PD), Chinese black bone (CB), crossbred Pradoo hang dam morkor 55 sire x Chinese black bone dam (PDCB), crossbred Chinese black bone sire x Pradoo bang dam morkor 55 dam (CBPD) and broiler

ผลวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* พบรูปแบบจีโนไทป์ BB (27.14 ± 1.40 กรัมต่อวัน) กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจริญเติบโตต่อวันที่อายุ 12 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ AA (24.03 ± 0.77 กรัมต่อวัน) และ AB (23.28 ± 0.68 กรัมต่อวัน) ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับไก่ทดลองในกลุ่มอื่น และพบว่ารูปแบบจีโนไทป์ AA (3.97 ± 0.19) มีความสัมพันธ์กับค่า FCR ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ AA (4.52 ± 0.11) และ AB (4.42 ± 0.30) ในไก่จินดำ แต่ไม่พบความสัมพันธ์กับค่า FCR ในไก่กลุ่มทดลองอื่น (Table 16)

และพบรูปแบบจีโนไทป์ BB ของยีน *TGF-β3* (Table 17) มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักเนื้อส่วนสะโพก และส่วนปีก เมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ AA และ AB ในไก่จินดำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และ พบรูปแบบจีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักในเนื้อสะโพกในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ในขณะที่จีโนไทป์ AB พบความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของค่าการสูญเสียน้ำจากการปรงสุก (Table 19) เมื่อเปรียบเทียบกับจีโนไทป์ AA ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 และ จีโนไทป์ AB พบความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของเปอร์เซ็นต์การอุ้มน้ำของเนื้อส่วนอกในไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจินดำ x แม่ไก่ประดู่หางดำ มข.55 เมื่อเปรียบเทียบกับ AA และ BB อย่างไรก็ตามพบว่าจีโนไทป์ AB มีความสัมพันธ์กับค่าการอุ้มน้ำที่ลดลงของเนื้อหนังในไก่ลูกผสมพื้นเมืองพ่อประดู่หางดำ มข. 55 และแม่จินดำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์ของยีน *TGF-β3* กับค่าแรงตัดผ่านเนื้อลักษณะคุณภาพเนื้อ (Table 18)

4.2 วิจัยผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยพบความแปรปรวนของรูปแบบยีน *PIT1* *myostatin* และ *TGF-β3* ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ ไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม และไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ และมีความสัมพันธ์ของยีนทั้ง 3 กับลักษณะการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ แสดงให้เห็นถึงความแปรปรวนของยีนที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากล้ามเนื้อในไก่ทุกกลุ่มทดลอง โดยเฉพาะความแปรปรวนของยีน *TGF-β3* ที่มีกระจายของทุกจีโนไทป์และมีความถี่จีโนไทป์ค่อนข้างสูงในไก่ทุกกลุ่มทดลอง เมื่อเปรียบเทียบกับความแปรปรวนของยีน *PIT1* และ *myostatin* และพบความถี่ของยีนคู่ต่าง (heterozygous) จาก *TGF-β3* มีความถี่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับยีน *PIT1* และ *myostatin* ซึ่งมองว่าเป็นโอกาสที่ดีในการศึกษาอิทธิพลของยีนคู่ต่าง หรืออิทธิพลของเฮเทอโรซิส (heterosis) รวมไปถึงความสัมพันธ์ของอัลลีลเหล่านี้กับลักษณะทางการผลิตอื่นๆ เพื่อพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายในไก่พื้นเมืองได้ต่อไป

และจากผลการศึกษาที่มีข้อสังเกตว่าในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำมีรูปแบบจีโนไทป์ของยีนคู่เหมือน (homologous) ในยีน *PIT1* (จีโนไทป์ CC) และ *myostatin* (จีโนไทป์ AA) ที่ความถี่สูงกว่า 0.90 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสม ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่าการคัดเลือกลักษณะการ

เจริญเติบโตเร็วในไก่สายพันธุ์การค้ามีผลต่อความแปรปรวนของยีน *PIT1* และ *myostatin* ดังนั้นมีความน่าจะเป็นที่อัลลีลดังกล่าวจะมีความสัมพันธ์ต่อการเจริญเติบโตที่เร็วในไก่เนื้อทางการค้า ซึ่งเป็นโอกาสที่จะนำมาใช้เพื่อการคัดเลือกในลักษณะการเจริญเติบโตไก่พื้นเมืองได้

2. อิทธิพลของสายพันธุ์ต่อน้ำหนักตัว

จากผลการศึกษาเปรียบเทียบด้านการเจริญเติบโตในกลุ่มไก่พื้นเมือง พบไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ และไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีศักยภาพสูงในการพัฒนาพันธุ์กรรม และสามารถเลี้ยงในระบบการเลี้ยงแบบกึ่งเข้มข้น และเข้มข้น เพื่อสร้างรายได้แก่เกษตรกรได้ เนื่องจากหากพิจารณาน้ำหนักตัวไก่ที่เหมาะสมกับความต้องการของผู้บริโภค จะนิยมไก่ที่มีน้ำหนักตัว อยู่ระหว่าง 1200 ถึง 1500 กรัม ดังนั้นจะสังเกตว่าเมื่อเลี้ยงที่อายุเพียง 10 สัปดาห์ (70 วัน) น้ำหนักตัวไก่จินดำ (1706.55 ± 26.03 กรัม) และไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม (1634.54 ± 24.10 กรัม และ 1613.57 ± 26.39 กรัม) มีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วงดังกล่าว ในขณะที่ไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 เลี้ยงต่อไปถึง 12 สัปดาห์ (84 วัน) จะมีน้ำหนักตัวเฉลี่ย 1368.55 ± 22.34 กรัม สอดคล้องกับรายงานของ นริศรา และคณะ (2555) เลี้ยงไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ GP รุ่น G4 เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อ 2 ระยะ อาหารลูกไก่ที่อายุ 0-4 สัปดาห์ (โปรตีน ไม่น้อยกว่า 21%) และอาหารไก่รุ่นที่อายุ 4-16 สัปดาห์ (โปรตีน ไม่น้อยกว่า 19%) พบว่าที่อายุ 12 สัปดาห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 1133 กรัม และเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ มีน้ำหนักเฉลี่ย 1595 กรัม ในขณะที่ มนต์ชัย (2554) รายงานว่าไก่ประดู่หางดำ อายุ 112 วัน มีการเจริญเติบโตเฉลี่ย 13.30 กรัม/วัน ทั้งนี้โครงการวิจัย ให้อาหารสำเร็จรูป (อาหารไก่เนื้อ โปรตีน ไม่ต่ำกว่า 21% ในช่วงอายุ 1-4 สัปดาห์ และโปรตีนไม่น้อยกว่า 19% ในช่วงอายุ 4-12 สัปดาห์) จึงส่งผลให้น้ำหนักตัวอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวต่ำกว่า ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่าการเลี้ยงไก่พื้นเมืองเพื่อเป็นอาชีพหลักควรให้ความสำคัญกับทั้งพันธุ์ไก่และอาหารที่เหมาะสม

หากพิจารณาการประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองลูกผสมระหว่างการข้ามสลับพ่อแม่พันธุ์ไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 กับไก่จินดำ พบว่ามีประสิทธิภาพการผลิต คุณภาพซาก และคุณภาพเนื้อ ไม่แตกต่างกัน แต่มีข้อสังเกตว่าราคาพ่อพันธุ์ไก่ประดู่หางดำ มข.55 โดยเฉลี่ยตัวละ 500 บาท ส่วนไก่จินดำ ราคาเฉลี่ย 1000-1500 บาท ดังนั้นการคัดเลือกใช้พ่อพันธุ์ประดู่จะมีต้นทุนด้านพ่อพันธุ์ที่ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพ่อพันธุ์ไก่ดำ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงอายุตั้งแต่ 4 สัปดาห์เป็นต้นไป ไก่เพศผู้และเพศเมียจะมีน้ำหนักตัวที่แตกต่างกัน โดยไก่เพศผู้จะมีน้ำหนักตัวที่สูงกว่าเพศเมียในทุกกลุ่มทดลอง ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสม เมื่อไก่อายุ 4 สัปดาห์ สามารถแยกเพศและเลี้ยงแบบแยกเพศ

เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการเจริญเติบโตกับไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า ที่ได้รับการพัฒนาพันธุ์กรรมด้านการเจริญเติบโตเร็ว พบมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดี น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ยสูงกว่า 2100 กรัม เมื่ออายุ 6 สัปดาห์ ซึ่งชี้ให้เห็นศักยภาพการพัฒนาพันธุ์กรรมการเจริญเติบโตดีในไก่พื้นเมืองว่ามีความเป็นไปได้ ด้วยกระบวนการคัดเลือกพันธุ์กรรมอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะด้านการ

เจริญเติบโตจะมีค่าอัตราพันธุกรรม (h^2) ที่อยู่ระดับปานกลางถึงสูง (0.30-0.40) (Le Bihan-Duval et al., 2008) สอดคล้องกับ พิริยาภรณ์ และคณะ (2558) รายงานค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักแรกเกิดสูง (0.88 ถึง 0.99) และน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 4, 8, 12 และ 16 สัปดาห์ มีค่าอัตราพันธุกรรม อยู่ในระดับต่ำถึงสูง 0.09 ถึง 0.43, 0.20 ถึง 0.31, 0.51 ถึง 0.81 และ 0.08 ถึง 0.22 ตามลำดับ ในไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ และไก่จินดำ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จินดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมระหว่างไก่ประดู่หางดำ มข.55 ร่วมกับไก่จินดำ มีศักยภาพทางพันธุกรรมที่ดี ในกลุ่มไก่พื้นเมืองลูกผสมสามารถพัฒนาเป็นลูกผสมเพื่อการส่งออกในระดับอุตสาหกรรมในอนาคต ในขณะเดียวไก่จินดำก็มีศักยภาพทางพันธุกรรมที่ดีในการพัฒนาเป็นไก่ดำพันธุ์แท้ต่อไป

3. ความสัมพันธ์ของการเข้าสู่ของยีนแบบเฮเทอโรไซกัสต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต

ผลการวิจัยพบความสัมพันธ์ของรูปแบบจีโนไทป์เฮเทอโรไซกัส (heterozygous) ของยีน *PIT1 myostatin* และ *TGF- β 3* กับการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวในช่วงอายุ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว ในกลุ่มไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม สอดคล้องกับรายงานการเกิดลักษณะดีเด่น (hybrid vigor) ของลูกผสมในไก่จะมีผลต่อน้ำหนักตัวในช่วงอายุของไก่ที่แตกต่างกัน (Lamont and Deeb, 2001) ซึ่งอิทธิพลของ heterosis จะความสำคัญต่อลักษณะทางเศรษฐกิจในไก่ (Saadey et al., 2008; Williams et al., 2002) อย่างไรก็ตามอิทธิพลของ heterosis จะขึ้นกับคุณสมบัติของพ่อแม่พันธุ์ที่ส่งอิทธิพลต่อการเกิด heterosis ในรุ่นลูกที่แตกต่างกัน เนื่องจากหากเลือกคู่ผสมพันธุ์ที่ทำให้เกิดการเข้าสู่ของยีนที่จำเพาะ (specific alleles) นั้นจะส่งผลต่อระดับเกิด heterosis ที่สูงที่สุดในรุ่นลูกต่อไป (Siwendu et al., 2013) โดยทั่วไปการประเมินค่า specific combining ability (SCB) จากข้อมูลลักษณะกายปรากฏเพียงอย่างเดียว จะให้เวลาการคัดเลือกคู่ผสมจะทำการประเมินค่า specific combining ability (SCB) ที่นาน แต่มีรายงานว่าหากการใช้เครื่องหมายพันธุกรรมช่วยในการคัดเลือก (marker assisted selection) ที่ทำให้ทราบการเข้าสู่ของยีนแบบ homozygous หรือ heterozygous ช่วยลดระยะเวลาการคัดเลือกและเพิ่มความแม่นยำในการเลือกพันธุ์สัตว์ได้ (Guillaume et al., 2008) ผลงานวิจัยชี้ให้เห็นว่ามียีนทั้ง 3 มีศักยภาพในการพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายช่วยในการคัดเลือก และมีความเป็นไปได้ในการนำมาใช้กำหนดรูปแบบจีโนไทป์เพื่อพัฒนาไก่พื้นเมืองลูกผสมให้มีการคู่ผสมที่มี specific combining ability สูงที่สุดต่อไป

นอกจากนี้พบรายงานความสัมพันธ์ของยีน *TGF- β 3* กับน้ำหนักกล้ามเนื้ออก ปริมาณไขมันช่องท้อง เปอร์เซ็นต์น้ำหนักซาก และเปอร์เซ็นต์น้ำหนักน่อง ในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (Amirinia et al., 2011) นอกจากนี้ยังมีรายงานความสัมพันธ์ของยีน *TGF- β 3* กับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว (FCR) และปริมาณการกินอาหารในไก่เนื้อสายพันธุ์การคำ (Jin et al., 2013) ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้มีความสำคัญต่อปริมาณอาหารและต้นทุนการผลิต สอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้พบความสัมพันธ์ของแปรปรวนยีน *TGF- β 3* จีโนไทป์ AA มีความสัมพันธ์กับ FCR โดยที่อายุ 12 สัปดาห์

ไก่ที่มีจีโนไทป์ AA มีค่า FCR ที่ต่ำกว่าจีโนไทป์อื่นในไก่พื้นเมืองลูกผสม แสดงให้เห็นหาความแปรปรวนของยีน *TGF-β3*

ด้านเปอร์เซ็นต์ซากและคุณภาพซาก กลุ่มไก่พื้นเมือง และไก่พื้นเมืองลูกผสมมีเปอร์เซ็นต์ซากที่ไม่แตกต่างกัน อยู่ระหว่าง 88-89% ซึ่งน้อยกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้าที่มีเปอร์เซ็นต์ซากเฉลี่ยที่ 93% เมื่อพิจารณาคุณภาพซากพบความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* กับน้ำหนักตัวที่อายุ 12 สัปดาห์ น้ำหนักเนื้อสะโพก และปีก ในไก่จินดำ รวมถึงพบความสัมพันธ์ของยีน *TGF-β3* ต่อน้ำหนักเนื้อส่วนสะโพกในไก่เนื้อสายพันธุ์การค้า และด้านความสัมพันธ์ของยีนต่อคุณภาพเนื้อ พบว่าความแปรปรวนของยีน PIT1 และ *TGF-β3* มีผลต่อการสูญเสียจากการปรุงสุก (cooking loss) ในส่วนเนื้อน่อง แต่ไม่พบความแตกต่างในส่วนเนื้อสะโพกและอก ในไก่ประดู่หางดำ มข.55 และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม สอดคล้องกับ López et al. (2011) ที่ไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การสูญเสียจากการปรุงสุกในเนื้อสะโพก และยังพบว่าไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าการสูญเสียจากการปรุงสุกน้อยกว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้าสอดคล้องกับ Jaturasitha et al. (2002) รายงานว่าความแตกต่างของสายพันธุ์มีผลต่อค่าการสูญเสียจากการประกอบอาหาร โดยพบว่าไก่เนื้อสายพันธุ์การค้ามีค่าการสูญเสียจากการประกอบอาหารมากกว่าไก่พื้นเมือง จึงทำให้เนื้อไก่สายพันธุ์การค้ามีความเหนียวน้อยกว่าเนื้อไก่พื้นเมือง ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากลักษณะประจำพันธุ์ในไก่พื้นเมือง ในทิศทางเดียวกันมีรายงานว่าลักษณะคุณภาพเนื้อ เช่นค่าการสูญเสียจากการปรุงสุก และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ พบมีความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในเชิงบวกกับปริมาณความเข้มข้น lactate และ glycogen และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า pH ของเนื้อหลังจากการชำแหละ ที่มีผลต่อคุณภาพเนื้อ (Le Bihan-Duval et al., 2008) และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะคุณภาพเนื้อมีค่าอยู่ที่ระดับปานกลางถึงสูง ซึ่งให้เห็นว่าการปรับปรุงพันธุกรรมไก่ในด้านผลิตและคุณภาพเนื้อสามารถพัฒนาได้จากการคัดเลือกพันธุกรรมต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ผลการทดลองพบความแปรปรวนของรูปแบบยีน *PIT1 myostatin* และ *TGF- β 3* ในไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์ประดู่หางดำ มข.55 ไก่จีนดำ และไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม สำหรับยีน *PIT1* และ *myostatin* ความถี่ยีน C และ A พบสูงกว่า T และ G ในทุกกลุ่ม แต่ยีน *TGF- β 3* มีความถี่ยีน A สูงในไก่พื้นเมืองประดู่หางดำ มข.55 และไก่จีนดำ ส่วนอัลลีล B มีความถี่ที่สูงในไก่เนื้อสายพันธุ์การดำ

2. พบความสัมพันธ์ของยีน *PIT1* จีโนไทป์ CC กับการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโต ต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดี ในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อประดู่หางดำ x แม่จีนดำ

3. พบความสัมพันธ์ของยีน *myostatin* จีโนไทป์ GA มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตต่อวัน และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดี ในไก่ลูกผสมพื้นเมืองพ่อจีนดำ x แม่ประดู่หางดำ มข.55

4. พบความสัมพันธ์ของ *TGF- β 3* จีโนไทป์ BB มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มน้ำหนักตัวที่สูงขึ้นในไก่ลูกผสมพื้นเมืองพ่อประดู่หางดำ มข.55 x แม่จีนดำ ที่อายุ 0, 2 และ 4 สัปดาห์ และการเพิ่มอัตราการเจริญเติบโตที่อายุ 12 สัปดาห์ในไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ มข. 55 และมีผลต่อการน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น การเพิ่มน้ำหนักเนื้อสะโพก ในไก่จีนดำและไก่เนื้อสายพันธุ์การดำ รวมถึงความจีโนไทป์ AA กับประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัวที่ดีกว่าในไก่พื้นเมืองลูกผสมพ่อจีนดำ x แม่ประดู่หางดำ

5. ในด้านประสิทธิภาพการผลิตพบว่าไก่พื้นเมืองลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีศักยภาพในพัฒนาพันธุ์กรรมและเลี้ยงเป็นอาชีพเสริมได้

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการศึกษาอิทธิพลของความแปรปรวนยีนทั้ง 3 ต่อประสิทธิภาพการผลิต น้ำหนักตัว คุณภาพซากและคุณเนื้อ ในไก่พื้นเมืองลูกผสมกลุ่มอื่นๆ โดยเฉพาะยีน *TGF- β 3* กับความสัมพันธ์ต่อน้ำหนักตัว และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว รวมถึงอิทธิพลของ heterosis เพื่อพัฒนาเป็นยีนเครื่องหมายในการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์เพิ่มการเจริญเติบโตไก่พื้นเมืองต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และมหาวิทยาลัยขอนแก่น ในการสนับสนุนทุนนักวิจัยหน้าใหม่ Project Code: TRG5880022 ศูนย์เครือข่ายวิจัยและพัฒนาด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (ไก่พื้นเมือง) และขอขอบคุณห้องปฏิบัติการกลางด้านปรับปรุงพันธุ์สัตว์ (Animal Genome Unit) คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัยครั้งนี้

บทที่ 6

เอกสารอ้างอิง

- นริศรา สวयरูป, บัญญัติ เหล่าไพบุลย์, วุฒิไกร บุญคุ้ม, และมนต์ชัย ดวงจินดา. 2555. สมรรถนะการเจริญเติบโตของไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ และซีทีเลี้ยงด้วยอาหารไก่เนื้อและอาหารไก่ไข่. แก่นเกษตร. 40(ฉบับพิเศษ 2): 248-252.
- บัญญัติ เหล่าไพบุลย์, มนต์ชัย ดวงจินดา, เทวินทร์ วงษ์พระลับ, พิชญ์รัตน์ แสนไชยสุริยา, เกษม นันทชัย และ วุฒิไกร บุญคุ้ม. 2553. การทดสอบสมรรถนะการเจริญเติบโตและความนุ่มเนื้อในไก่ลูกผสมที่ได้จากไก่พ่อพันธุ์พื้นเมืองไทยกับไก่แม่พันธุ์ทางการค้า. แก่นเกษตร. 38: 373-384.
- พริยาภรณ์ สังคปริษา, มนต์ชัย ดวงจินดา, บัญญัติ เหล่าไพบุลย์, และวุฒิไกร บุญคุ้ม. 2558. การประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของสมรรถนะการเจริญเติบโตในไก่ดำสายพันธุ์ต่างๆ และลูกผสมไก่ดำ. แก่นเกษตร. 43: 309-318.
- มนต์ชัย ดวงจินดา. 2544. การใช้โปรแกรม SAS เพื่อการวิเคราะห์ทางสถิติ. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.
- Abasht, B., J. C. Dekkers, and S. J. Lamont. 2006. Review of quantitative trait loci identified in the chicken. Poultr. Sci. 85:2079–2096.
- Amirinia, C., H. R. Seyedabadi, N. Amirmozafari, R. V. Torshizi, M. Chamani, A. J. Aliabad and M. A. Abbasi. 2011. Association of transforming growth factor- β 3 gene polymorphism with growth and body composition traits in Iranian commercial broiler lines. Afr. J. Biotechnol. 10:1784-1788.
- AMSA. 1991. Guideline for meat color evaluation. American Meat science Association. Illionis. USA.
- Bhattacharya, T. K. and R. N. Chatterjee. 2012. Polymorphism of the myostatin gene and its association with growth traits in chicken. Poultry Science 92: 910–915.
- Chen, S. R., B. Jiang, L. X. Zhang, G.Y. Xu, J.Y. Li, and N. Yang. 2008. Isolation and characterixation of natural melanin derived from silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). Food Chemistry. 111: 745-749.
- Cogburn, L.A., J. Burnside and C.G Scanes. 2000. Physiology of growth and development. in Sturkie's Avian Physiology. 5th ed. G. C. Whittow, ed. Academic Press, San Diego. 635-656.

- De Koning, D. J., C. S. Haley, D. Windsor, P. M. Hocking, H. Griffin, A. Morris, J. Vincent, and D. W. Burt. 2004. Segregation of QTL for production traits in commercial meat-type chickens. *Genet. Res.* 83:211–220.
- Goodwin, W., A. Linacre and S. Hadi. 2007. *An Introduction to Forensic Genetics*. John Wiley & Sons Ltd., Chichester.
- Groenen, M. A., H. H. Cheng, N. Bumstead, B. F. Benkel, W. E. Briles, T. Burke, D. W. Burt, L. B. Crittenden, J. Dodgson, and J. Hillel. 2000. A consensus linkage map of the chicken genome. *Genome Res.* 10:137–147.
- Gu, Z.L, D.H Zhu, N. Li, H. Li, X.M Deng and C.X Wu. 2003. Polymorphisms of myostatin gene and its relationship with the development of skeletal muscle and fat in chickens. *Sci. China Life Sci.*, 33(3): 273-280.
- Guillaume, F., S. Fritz, D. Boicharo and T. Druet. 2008. Estimation by simulation of the efficiency of the French marker – assisted selection program in dairy cattle. *Gnet. Sel. Evol* 40: 91-102.
- Hickford, J. G. H., R. H. Forrest, H. Zhou, Q. Fang, J. Han, C. M. Frampton, and A. L. Horrell. 2010. Polymorphisms in the ovine myostatin gene (MSTN) and their association with growth and carcass traits in New Zealand Romney sheep. *Anim. Genet.* 41:64–72.
- 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. *Animal Genetics*, 35, 344–346.
- Jaturasitha, S., V. Leangwunta, A. Leotaragul, A. Phongphaew, T. Apichartsrungkoon, N. Simasathitkul, T. Vearasilp, L. Worachai, and U. ter Meulen. U. 2002. A comparative study of Thai native chicken and broiler on productive performance, carcass and meat quality. Page 146 in *Deutscher Tropentag 2002: Challenges to Organic Farming and Sustainable Land Use in the Tropics and Subtropics*. Book of Abstracts. A. Deininger, ed. Univ. Kassel, Germany. Witzenhausen, Germany.
- 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: 160-169.

- Jin, S., S. Chen, H. Li, Y. Lu, D. Zhang, C. Ji, G. Xu and N. Yang. 2013. Polymorphisms in the transforming growth factor $\beta 3$ gene and their associations with feed efficiency in chickens. *Poultry Science*. 92:1745-1749.
- Lamont, S. J., and N. Deeb. 2001. Genetics of body composition in a novel broiler cross. Pages 23–28 in: *Proceedings XV European Symposium on Quality of Poultry Meat*. WPSA Turkish Branch, Ege Univ., Izmir, Turkey.
- Le Bihan-Duval, E. M. Debut, C. M. Berri¹, N. Sellier, V. Santé-Lhoutellier, Y. Jégo and C. Beaumont. 2008. Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*. 9:53 doi:10.1186/1471-2156-9-53
- Lin, L. and H.C. Wu. 2000. Differences in meat quality between the Taiwan silkie and broiler. *Taiwanese J. Agri. Chem. Food Sci.* 38:302-309.
- Lopez, K. P., M. Schilling and A. Corzo. (2011). Broiler genetic strain and sex effects on meat characteristics. *Poultry Sci.*, 90: 1105–1111.
- McPherron, A.C., Lee, S.J. 1997. Double muscling in cattle due to mutations in the myostatin gene. *Proc Natl Acad Sci USA*. 94: 12457–12461.
- Nie, Q. H., M. X. Fang, L. Xie, M. Zhou, Z. M. Liang, Z. P. Luo, G. H. Wang, W. S. Bi, C. J. Liang, W. Zhang, X. Q. Zhang. 2008. The *PIT-1* gene polymorphisms were associated with chicken growth traits. *BMC Genet.* 9:20-24.
- Piek, E., C. H. Heldin, and P. Ten Dijke. 1999. Specificity, diversity, and regulation in TGF- β superfamily signaling. *FASEB J.* 13:2105–2124.
- Roberts, A. B., and M. B. Sporn. 2012. Transforming growth factor β : A large family of multifunctional regulatory proteins. *J. Anim. Sci.* 66:67–75.
- Saadey, S. M., A. Galal, H.I. Zaky, and A. Zein ElDein. 2008. Diallel Crossing Analysis for Body Weight and Egg Production Traits of two native Egyptian and two Exotic Chicken Breeds. *International Journal of poultry Science*. 7(1): 64-71.
- Sanders, E. J., and M. A. Wride. 1997. Roles for growth and differentiation factors in avian embryonic development. *Poult. Sci.* 76:111–117
- SAS Institute, Inc. 2015. SAS/STAT[®] 14.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Saxena, V. K., A. K. Sachdev, R. Gopal, and A. B. Pramod. 2009. Roles of important candidate genes on broiler meat quality. *World's Poult. Sci. J.* 65:37–50.

- Siwendu, N. A., Norris, D., Ngambi, J.W., Shinmelis, H.A., and Benyi, K.. 2013. Heterosis and combining ability for body weight in diallel cross of three chicken genotypes. *Trop. Anim Health Prod.* 45: 965-970.
- Thongsa, B., M. Duangjinda, B. Laopaiboon and S. Kunhareang. 2015. Genetic pattern of MSTN and TGF- β 3 in Thai native chicken crossbred. *Khon Kaen Agr. J.* 43 Suppl. 2: 200-202.
- Tu, Y., Y. Sun, Y. Tain, M. Xie, and J. Chen. 2009. Physicochemical characterization and antioxidant activity of melanin from the muscles of Taihe Black-bone silky fowl (*Gallus gallus domesticus* Brisson). *Food Chemistry.* 114:1345-1350.
- Van Moeseke, W and De smet, S. 1999. Effect of time of deboning and sample size on drip loss of pork. *Meat sci.* 52: 151-156.
- Wang, S. Z., X. X. Hu, Z. P. Wang, X. C. Li, Q. G. Wang, Y. X. Wang, Z. Q. Tang, and H. Li. 2012. Quantitative trait loci associated with body weight and abdominal fat traits on chicken chromosomes 3, 5 and 7. *Genet. Mol. Res.* 11:956–965.
- Williams, S. M., S. E. Price, and P. B. Siegel. 2002. Heterosis of growth and reproductive traits in fowl. *Poultry Science.* 8: 1109-1112.
- Zhang, G. X., X. H. Zhao, J. Y. Wang, F. X. Ding and L. Zhang. 2011. Effect of an exon 1 mutation in the myostatin gene on the growth traits of the Bian chicken. *Anim. Genet.* 43:458–459.

ภาคผนวก

Output จากโครงการวิจัยที่ได้รับทุนจาก สกว.

1. ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการนานาชาติ (ระบุชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง ชื่อวารสาร ปี เล่มที่ เลขที่ และหน้า) หรือผลงานตามที่คาดไว้ในสัญญาโครงการ
 - 1.1 อยู่ในระหว่างการดำเนินการเขียนเอกสารเพื่อส่งตีพิมพ์ “Manuscript หัวข้อ Association between candidate genes with growth traits and carcass traits in Thai native and crossbred chicken” คาดว่าจะส่งตีพิมพ์ในวารสาร “ Molecular Biotechnology”
2. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์
 - เชิงพาณิชย์ (มีการนำไปผลิต/ขาย/ก่อให้เกิดรายได้ หรือมีการนำไปประยุกต์ใช้โดยภาคธุรกิจ/บุคคลทั่วไป)
 - เชิงนโยบาย (มีการกำหนดนโยบายอิงงานวิจัย/เกิดมาตรการใหม่/เปลี่ยนแปลงระเบียบข้อบังคับหรือวิธีทำงาน)
 - เชิงสาธารณะ (มีเครือข่ายความร่วมมือ/สร้างกระแสความสนใจในวงกว้าง)
 - เชิงวิชาการ (มีการพัฒนาการเรียนการสอน/สร้างนักวิจัยใหม่)

ผลงานวิจัยที่ได้รับจากการสนับสนุนทุนนักวิจัยหน้าใหม่ในครั้งนี้ มีส่วนสำคัญที่นำไปใช้ในการเรียนการสอนรายวิชา Biotechnology in Animal Breeding ในระดับบัณฑิตศึกษา สาขาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และช่วยสนับสนุนการทำวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาสัตวศาสตร์ ที่อยู่ภายใต้การกำกับของของผู้รับทุน จำนวน 2 ท่าน ได้แก่ นางสาวผกาแก้ว ทาระเกตุ และนางสาวภัทรวรรณ กีฬา
3. อื่นๆ (เช่น ผลงานตีพิมพ์ในวารสารวิชาการในประเทศ การเสนอผลงานในที่ประชุมวิชาการ หนังสือ การจดสิทธิบัตร)
 - 3.1 ผลการวิจัยบางส่วนได้นำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress (17th AAAP) ระหว่างวันที่ 22-25 สิงหาคม 2559 ณ เมือง Fukuoka ประเทศ ญี่ปุ่น
 - 3.2 เข้าร่วมการนำเสนอผลงาน ชื่อเรื่อง “Genetic variation of MSTN TGF- β 3 and PIT1 genes in Thai native chicken”. การประชุม “นักวิจัยรุ่นใหม่...พบ...เมธีวิจัยอาวุโส สกว.” ครั้งที่ 16 ระหว่างวันที่ 11 – วันศุกร์ที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2560 ณ โรงแรมเดอะรีเจนท์ ชะอำ บีช รีสอร์ท จังหวัดเพชรบุรี