



พารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในไก่เบตง Genetic Parameter for Carcass Trait in Betong Chicken

กนก เชาวภาสี¹ นิรันดร์ นกแดง¹ และสุนีย์ ตรีมณี^{2*}
Kanok Chaovapasee¹, Nirandorn Nakdaeng¹ and Suneen Trimanee^{2*}

¹คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส 96000

²วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีนราธิวาส มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ อำเภอเมืองนราธิวาส จังหวัดนราธิวาส 96130

¹Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Muang, Narathiwat 96000, Thailand

²Narathiwat Agriculture and Technology College, Princess of Naradhiwas University, Ra-ngae, Narathiwat 96130, Thailand

*Corresponding author, e-mail: suneenara26@gmail.com

(Received: Jan 15, 2024; Revised: Mar 25, 2024; Accepted: May 1, 2024)

บทคัดย่อ

ไก่เบตง คือ ไก่พื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงในสามจังหวัดชายแดนใต้ของประเทศไทย เนื่องจากไก่เบตงมีความดีเด่นด้านคุณภาพเนื้อ และหนัง การพัฒนาพันธุกรรมของไก่เบตงสำหรับลักษณะซากมีความจำเป็นต้องทราบค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าว การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ประมาณค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในไก่เบตง จากข้อมูลของลูกจำนวน 414 ข้อมูล และข้อมูลในพันธุ์ประวัติ จำนวน 722 ข้อมูล วิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน และความแปรปรวนร่วม ด้วยกลวิธี Restricted maximum likelihood โดยใช้การวิเคราะห์หลายลักษณะด้วยโมเดลตัวสัตว์ ผลการศึกษาพบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก เท่ากับ 0.40 0.44 0.33 0.25 0.49 0.39 และ 0.39 ตามลำดับ ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกมีค่าสหสัมพันธ์ เป็นบวกอยู่ในระดับสูง ($r_g = 0.74$ ถึง 0.98) ในขณะที่ลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลางกับลักษณะน้ำหนักสันใน ($r_g = 0.45$ ถึง 0.61) ในการปรับปรุงลักษณะดังกล่าวสามารถปรับปรุงได้โดยการคัดเลือกสามารถปรับปรุงทุกลักษณะได้อย่างพร้อม ๆ กัน

คำสำคัญ : ค่าอัตราพันธุกรรม ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ลักษณะซาก ไก่เบตง

Abstract

Betong chicken is a famous native chicken in the southern part of Thailand because of their preferred meat and skin quality. The breeding schemes of Betong chicken for carcass traits are necessary to know genetic parameter of those traits. This study aimed to estimate genetic parameter for carcass traits in Betong chicken. The data were collected from 414 progeny and 722 birds were obtained from pedigree data. Variance and covariance components were using the Restricted maximum likelihood (REML) algorithm, and a multiple trait animal model was employed in this study. The results showed that the estimates of heritability for weight at 18 weeks of age, hot carcass weight (remove entrails), pectoralis major weight, pectoralis minor weight, drumstick weight, thigh weight, and wing weight were 0.40, 0.44, 0.33, 0.25, 0.49, 0.39 and 0.39, respectively. The genetic correlations of weight at 18 weeks of age, hot carcass weight, drumstick weight, thigh weight and wing weight were high and positive ($r_g = 0.74$ to 0.98). While the genetic correlation between pectoralis minor weight and weight at 18 weeks of age, cold carcass weight, drumstick weight, thigh weight, and wing weight were moderate and positive ($r_g = 0.45$ to 0.61). This study showed carcass traits could be improved by selection for all traits.

Keywords: Heritability, Genetic correlation, Carcass traits, Betong chicken



บทนำ

ปัจจุบัน ไก่พื้นเมือง (*Gallus domesticus*) เป็นที่ต้องการของตลาดมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเนื้อของไก่พื้นเมืองมีรสชาติอร่อยและเนื้อแน่นกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไก่เนื้อเชิงการค้า (Danvilai *et al.*, 2014; Nualhnuplong *et al.*, 2019) อีกทั้งไก่พื้นเมืองยังเลี้ยงง่าย สามารถใช้อาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ดี มีความทนต่อโรค และสภาพอากาศได้ดี หากแต่มีการเจริญเติบโตช้า จึงต้องใช้เวลานาน นอกจากนี้อย่างยิ่งให้จำนวนไข่ต่อปีน้อย (Bungsrisawat *et al.*, 2018; Chaovapasee *et al.*, 2020; Peeya *et al.*, 2017) ไก่เบตง เป็นไก่พื้นเมืองที่นิยมเลี้ยงในสามจังหวัดชายแดนภาคใต้ คือ ยะลา นราธิวาส และ ปัตตานี มีแหล่งกำเนิดจากไก่พื้นเมืองจีน ส่วนใหญ่เลี้ยงเพื่อขาย นิยมเลี้ยงแบบปล่อยและขังคอก โดยให้อาหารสำเร็จรูปร่วมกับเศษเหลือใช้จากครัวเรือน ด้วยคุณภาพเนื้อซึ่งมีกลิ่นหอมและนุ่ม และส่วนหนังที่มีความหนึบ ซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของไก่เบตงที่ดีกว่าไก่พื้นเมืองชนิดอื่น ๆ จึงทำให้เหมาะกับการทำเป็นอาหารประจำถิ่นใน สามจังหวัดชายแดนใต้ เช่น ไก่เบตงสับเป็นต้น (Danvilai *et al.*, 2014; Nualhnuplong *et al.*, 2019) สำหรับการคัดเลือกพันธุ์ทำโดยเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ และปล่อยให้ผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ จึงทำให้เกษตรกรผู้เลี้ยงส่วนใหญ่ไม่ได้จดบันทึกข้อมูลการการเจริญเติบโต และข้อมูลการผสมพันธุ์อย่างเป็นระบบ ทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบลูกที่เกิดขึ้นในแต่ละรุ่นได้ ว่ามีการพัฒนาปรับปรุงมากน้อยเพียงใด และยังไม่สามารถเห็นถึงความก้าวหน้าทางพันธุกรรมในลักษณะที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น น้ำหนักตัว การเจริญเติบโต และคุณภาพซาก เป็นต้น (Puttharaksa *et al.*, 2019; Wangtaweessukkamol, 2014)

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ต้องอาศัยกระบวนการ 2 อย่าง คือ การคัดเลือกและการจับคู่ผสมพันธุ์ คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ได้เล็งเห็นความสำคัญของไก่เบตง จึงได้ดำเนินการรวบรวมไก่เบตงจากแหล่งพันธุกรรม 3 แหล่ง คือ ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ยะลา จังหวัดยะลา ศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์นราธิวาส จังหวัดนราธิวาส และฟาร์มเกษตรกร จังหวัดปัตตานี เพื่อมาใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมในการคัดเลือก และพัฒนาพันธุกรรมของไก่เบตงตั้งแต่วันที่ พ.ศ. 2563 เพื่อให้ได้คุณภาพซากที่ตอบสนองต่อความต้องการผู้บริโภค หากแต่การปรับปรุงพันธุ์สัตว์มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทราบข้อมูลค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมเพื่อนำไปคำนวณค่าการผสมพันธุ์ (Breeding value) เพื่อใช้ในการคัดเลือกสัตว์ไว้เป็นพ่อแม่พันธุ์ นอกจากนั้นค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมสามารถใช้ในการวางแผนปรับปรุงพันธุกรรมของฝูงไก่เบตงของคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ หากค่าอัตราพันธุกรรมสูง นั้นแสดงว่าความผันแปรของลักษณะการแสดงออกของสัตว์ที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องมาจากพันธุกรรมภายในตัวสัตว์ ดังนั้นการคัดเลือกที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงย่อมทำได้ง่ายมากกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมที่ต่ำ นอกจากนั้นค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมยังสามารถใช้การคัดเลือกทางอ้อมเพื่อคัดเลือกลักษณะที่ต้องมาเพื่อการเก็บข้อมูลและการพัฒนาปรับปรุงลักษณะใดลักษณะหนึ่งจะต้องไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่ออีกลักษณะหนึ่ง โดยเฉพาะลักษณะที่ต้องมาเพื่อการเก็บข้อมูล เช่น ลักษณะน้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก เป็นต้น (Puttharaksa *et al.*, 2019; Tantiyasawasdikul *et al.* 2021) จากการรายงานของ Bungsrisawat *et al.* (2018) และ Puttharaksa *et al.* (2019) พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะซากในไก่เบตง (สายเคยู) มีค่าสูง (0.53 – 0.61) จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงนำมาสู่การศึกษาในครั้งนี้ที่ให้ความสำคัญและมุ่งเน้นในการหาค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในไก่เบตง

วิธีดำเนินการวิจัย

1. สวัสดิภาพสัตว์ทดลอง

การทดลองในงานวิจัยนี้ได้รับการเห็นชอบโดยคณะกรรมการจรรยาบรรณการใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ โดยมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (PNU.AE-2022/01.001) โดยเห็นว่าไม่ขัดต่อแนวทางสากลและประเทศในการปฏิบัติเกี่ยวกับการเลี้ยงสัตว์และการดำเนินงานต่อสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์

2. ข้อมูล

ข้อมูลลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก ที่เกิดระหว่างปี พ.ศ. 2565 ถึง 2566 ที่ใช้ในการศึกษานี้ได้รวบรวมจากฟาร์มเกษตรกรในพื้นที่และฟาร์มคณะเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ จำนวน 414 ข้อมูล และข้อมูลในพันธุ์ประวัติ จำนวน 722 ข้อมูล (ตารางที่ 1) ไก่เบตง ที่เกิดในปี ชุดพัก และวิธีการจัดการเลี้ยงแบบเดียวกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มการจัดการ (Contemporary group, CG) เดียวกัน โดยติดเบอร์ปีกบริเวณฟงผัดที่ปีก ไม่ให้โดนเส้นเลือด ตั้งแต่ลูกไก่แรกเกิด และเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ ด้วยอาหารสำเร็จรูป โปรตีน 21 เปอร์เซ็นต์ และทำวัคซีนตามมาตรฐาน



วัคซีนทั่วไป ก่อนแจกจ่ายให้เกษตรกร หรือเลี้ยงต่อที่มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ (ด้วยอาหารสำเร็จรูป โปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์) เพื่อใช้เก็บข้อมูลลักษณะซาก โดยฟาร์มเกษตรกรจะให้แสงตามธรรมชาติให้อาหาร 2 ครั้ง คือ ช่วงเช้า กับ ช่วงเย็น ส่วนฟาร์มคณะเกษตรศาสตร์ จะให้แสง 24 ชั่วโมงต่อวัน ให้อาหารเต็มที่ (*Ad libitum*) และมีน้ำกินอย่างพอเพียง ตลอด 24 ชั่วโมง เมื่อไก่อายุ 18 สัปดาห์ ดำเนินการอดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนชั่งน้ำหนัก และฆ่าถอนขนตาม มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 9008-2549 (การปฏิบัติที่ดีสำหรับโรงฆ่าสัตว์ปีก) (Thai Agricultural Standard, 2006) แล้วทำการตัดแต่งซากออกเป็นส่วนต่าง ๆ เพื่อบันทึกน้ำหนักได้แก่ น้ำหนักซากอุ่น (Hot carcass weight) น้ำหนักสันนอก (Pectoralis major weight) น้ำหนักสันใน (Pectoralis minor weight) น้ำหนักน่อง (Drumstick weight) น้ำหนักสะโพก (Thigh weight) น้ำหนักปีก (Wing weight) ตามวิธีการของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700-2548 (เนื้อไก่) (Thai Agricultural Standard, 2005) และ Ritchoo (2019)

ตารางที่ 1 ข้อมูลพันธุ์ประวัติของไก่เบตง

ลักษณะ	จำนวนสัตว์ในพันธุ์ประวัติ	จำนวนข้อมูล	จำนวนพ่อพันธุ์	จำนวนแม่พันธุ์
น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์	722	425	13	30
น้ำหนักซากอุ่น	722	414	13	30
น้ำหนักสันนอก	722	389	13	30
น้ำหนักสันใน	722	390	13	30
น้ำหนักน่อง	722	390	13	30
น้ำหนักสะโพก	722	390	13	30
น้ำหนักปีก	722	390	13	30

3. ข้อมูล

ข้อมูลทั้งหมดถูกนำมาตรวจสอบความถูกต้อง โดยการวิเคราะห์สถิติเชิงพรรณนา เพื่อตรวจสอบความผิดปกติของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่มีน้ำหนักน้อยกว่าปกติ หรือข้อมูลที่มีน้ำหนักมากกว่าปกติ เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้นไปตรวจสอบกับแบบบันทึกข้อมูลเพื่อยืนยันความถูกต้องของข้อมูลก่อนนำไปวิเคราะห์อิทธิพลของปัจจัยคงที่ (Fixed effect) ได้แก่ เพศ (Sex) และ CG ที่มีผลต่อค่าสังเกต (น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก) ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least square method) เพื่อประมาณค่าเฉลี่ยกำลังสองน้อยที่สุด (Least square mean) และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (Standard error) โดยมีแบบหุ้ดังนี้

$$y_{ijk} = \mu + s_i + CG_j + e_{ijk}$$

เมื่อ y_{ijk} คือ ค่าสังเกตของน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก ในเพศที่ i กลุ่มการจัดการที่ j และสัตว์ตัวที่ k , μ คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะที่ศึกษาในประชากร, s_i คือ คือ อิทธิพลคงที่เนื่องจากเพศที่ i (i = เพศผู้ และเพศเมีย), CG_j คือ อิทธิพลคงที่เนื่องจากกลุ่มการจัดการที่ j (j = 1, 2, 3, ..., 15), e_{ijk} คือ ความคลาดเคลื่อนสุ่มโดยมีการแจกแจงของ $e_{ijk} \sim NID(0, \sigma_e^2)$

การวิเคราะห์องค์ประกอบของความแปรปรวน ความแปรปรวนร่วม ค่าอัตราพันธุกรรม และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกด้วยวิธี Restricted maximum likelihood (REML) ที่ใช้กลวิธีคำนวณค่าแบบ Average information algorithm ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป WOMBAT (Meyer, 2022) โดยใช้แบบหุ้ทางสถิติหลายลักษณะสำหรับสัตว์เบื้องต้น (Animal model) ดังนี้

$$y = X\beta + Za + e$$

โดยที่ y คือ เวกเตอร์ของค่าสังเกตสำหรับลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอุ่น น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก β คือ เวกเตอร์ของอิทธิพลคงที่ ได้แก่ เพศ และ CG a คือ

เวกเตอร์ของอิทธิพลทางพันธุกรรมแบบบวกสะสม X คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยคงที่กับค่าสังเกต Z คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยแบบสุ่มที่มีความสัมพันธ์กับข้อมูล e คือ เวกเตอร์ของปัจจัยอื่น ๆ ที่ไม่สามารถระบุได้ (Residual error)

โดยกำหนดให้ค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนเป็นดังนี้

$$E[y] = X\beta \text{ และ } \text{Var}[e] = \begin{bmatrix} G \otimes A & 0 \\ 0 & R \otimes I \end{bmatrix}$$

เมื่อ G คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมทางพันธุกรรมแบบบวกสะสมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก R คือ เมทริกซ์ความแปรปรวนและความแปรปรวนร่วมของความคลาดเคลื่อนของลักษณะที่ศึกษา A คือ เมทริกซ์ที่แสดงความสัมพันธ์ทางเครือญาติระหว่างสัตว์ในประชากร (Numerator relationship matrix), I คือ อินซิเดนซ์เมทริกซ์ (Identity matrix)

ผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะซากในไก่เบตง

ประชากรไก่เบตงในการศึกษานี้ มีค่าเฉลี่ยของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก (Mean $\pm$ SD) เท่ากับ 1,544.80 $\pm$ 336.22 1,243.64 $\pm$ 292.99 146.64 $\pm$ 36.08 51.59 $\pm$ 12.10 178.80 $\pm$ 49.53 205.29 $\pm$ 53.15 และ 124.69 $\pm$ 28.12 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2) โดยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสำหรับลักษณะที่ใช้ในการศึกษานี้มีค่าสูง หมายความว่าประชากรของไก่เบตงในลักษณะดังกล่าว มีความผันแปรของลักษณะปรากฏสูง แต่ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานไม่สามารถระบุได้ว่าความผันแปรดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากผลของพันธุกรรมและผลของสิ่งแวดล้อมในสัดส่วนเท่าไร

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุด และต่ำสุด ของลักษณะซากในไก่เบตง

ลักษณะ	จำนวน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์	425	1,544.80	336.22	914.00	2,438.00
น้ำหนักซากอ่อน	414	1,243.64	292.99	590.00	2,073.00
น้ำหนักสันนอก	390	146.64	36.08	62.00	250.00
น้ำหนักสันใน	390	51.59	12.10	22.00	86.00
น้ำหนักน่อง	390	178.80	49.53	92.00	302.00
น้ำหนักสะโพก	390	205.29	53.15	94.00	376.00
น้ำหนักปีก	390	124.69	28.12	66.00	194.00

2. อิทธิพลของคงที่สำหรับลักษณะซากในไก่เบตง

อิทธิพลของเพศ และกลุ่มการจัดการมีผลต่อลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 3) โดยเพศผู้มีค่าสูงกว่าเพศเมียในทุกลักษณะ ผลการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าเพศ และกลุ่มการจัดการที่แตกต่างกันส่งผลต่อลักษณะซากในไก่เบตง

3. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก ($h^2 \pm SE$) เท่ากับ 0.40 $\pm$ 0.15 0.44 $\pm$ 0.16 0.33 $\pm$ 0.14 0.25 $\pm$ 0.13 0.49 $\pm$ 0.17 0.39 $\pm$ 0.15 และ 0.39 $\pm$ 0.15 ตามลำดับ (ตารางที่ 4) ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะซากของไก่เบตงมีค่าอัตราพันธุกรรมค่อนข้างสูง ยกเว้นลักษณะน้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกที่มีค่าอัตราพันธุกรรมอยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้นสามารถพัฒนาพันธุกรรมของลักษณะดังกล่าวโดยการคัดเลือกสัตว์ภายในฝูงสัตว์ และสามารถตอบสนองต่อการคัดเลือกได้เร็ว



ตารางที่ 3 อิทธิพลของเพศ และกลุ่มการจัดการต่อลักษณะซากในไก่เบตง

ลักษณะ	p-value	
	เพศ	กลุ่มการจัดการ
น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักซากอ่อน	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักสันนอก	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักสันใน	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักน่อง	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักสะโพก	<0.0001	<0.0001
น้ำหนักปีก	<0.0001	<0.0001

ตารางที่ 4 ความแปรปรวนทางพันธุกรรม (σ_a^2) ความแปรปรวนส่วนที่เหลือ (σ_e^2) ความแปรปรวนลักษณะปรากฏ (σ_p^2) ค่าอัตราพันธุกรรม (h^2) $\pm$ ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (SE) สำหรับลักษณะซากในไก่เบตง

ลักษณะ	σ_a^2	σ_e^2	σ_p^2	$h^2 \pm SE$
น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์	15,907.20	23,510.00	39,417.20	0.40 $\pm$ 0.15
น้ำหนักซากอ่อน	12,716.30	16,303.70	29,020.00	0.44 $\pm$ 0.16
น้ำหนักสันนอก	239.53	482.08	721.61	0.33 $\pm$ 0.14
น้ำหนักสันใน	19.25	57.15	76.40	0.25 $\pm$ 0.13
น้ำหนักน่อง	460.35	475.95	936.30	0.49 $\pm$ 0.17
น้ำหนักสะโพก	228.87	778.68	1,007.55	0.39 $\pm$ 0.15
น้ำหนักปีก	62.02	212.95	274.97	0.39 $\pm$ 0.15

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 กับน้ำหนักสันนอก และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักสันนอกกับน้ำหนักปีก มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับสูง ($r_g = 0.74$ ถึง 0.98) ในขณะที่ลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกมีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลางกับลักษณะน้ำหนักสันใน ($r_g = 0.45$ ถึง 0.61) และค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักสันนอก มีค่าสหสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ในระดับปานกลาง กับลักษณะน้ำหนักซากอ่อน น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง และน้ำหนักสะโพก ($r_g = 0.50$ ถึง 0.68) (ตารางที่ 5) นั้นแสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงพันธุ์สามารถคัดเลือกทุกลักษณะไปพร้อม ๆ กันได้

ตารางที่ 5 ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของลักษณะซากในไก่เบตง

ลักษณะ	น้ำหนักซากอ่อน	น้ำหนักสันนอก	น้ำหนักสันใน	น้ำหนักน่อง	น้ำหนักสะโพก	น้ำหนักปีก
น้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์	0.98 $\pm$ 0.02	0.74 $\pm$ 0.16	0.61 $\pm$ 0.22	0.92 $\pm$ 0.06	0.87 $\pm$ 0.09	0.96 $\pm$ 0.05
น้ำหนักซากอ่อน		0.68 $\pm$ 0.18	0.51 $\pm$ 0.25	0.95 $\pm$ 0.04	0.91 $\pm$ 0.06	0.97 $\pm$ 0.04
น้ำหนักสันนอก			0.59 $\pm$ 0.22	0.50 $\pm$ 0.24	0.58 $\pm$ 0.22	0.77 $\pm$ 0.16
น้ำหนักสันใน				0.45 $\pm$ 0.27	0.53 $\pm$ 0.25	0.55 $\pm$ 0.24
น้ำหนักน่อง					0.95 $\pm$ 0.04	0.89 $\pm$ 0.07
น้ำหนักสะโพก						0.89 $\pm$ 0.08

อภิปรายผลการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของลักษณะซากในไก่เบตง

ในการศึกษาครั้งนี้ ใช้ลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ เนื่องจากคณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ ใช้ไก่อายุประมาณ 4 เดือน ถึง 4 เดือนครึ่ง ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ไก่เบตงของคลินิกเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ มีค่าเฉลี่ยลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ เท่ากับ 1,544.80 กรัม มีค่าน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ ของไก่เบตงเพศผู้ และเพศเมีย ที่รายงานโดย Thepparat *et al.* (2016) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,142 และ 1,644 กรัม ตามลำดับ และไก่เบตง สายเคยู ที่มีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ อยู่ในช่วง 1,598 ถึง 2,183 กรัม (Bungsrisawat *et al.*, 2018; Puttharaksa *et al.*, 2019) นอกจากนี้ยังมีรายงานในไก่พื้นเมืองไทย ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ที่โคกสล่อน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,634 กรัม (Odton & Supasiripong, 2018) อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของลูกผสมไก่ประดู่หางดำที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,376 กรัม (Sungkhapreecha *et al.*, 2015) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของไก่ประดู่หางดำที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,011 กรัม (Wattanukul *et al.*, 2023) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของไก่ประดู่หางดำ สายพันธุ์เชียงใหม่ เพศผู้ และเพศเมีย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,640 และ 1,138 กรัม ตามลำดับ (Sawasdee *et al.*, 2015) ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของไก่เหลืองหางขาว สายพันธุ์กบินทร์ ค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1,201 ถึง 1,551 กรัม (Laothong *et al.*, 2017; Soponchit & Chormai, 2018; Tongsirir *et al.*, 2019) และค่าเฉลี่ยของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของไก่แม่ฮ่องสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,128 กรัม (Wattanukul *et al.*, 2023) เนื่องจากข้อมูลของไก่เบตงที่ใช้เป็นช่วงเริ่มต้นของการรวบรวมพันธุ์และเก็บข้อมูลลักษณะต่าง ๆ อีกทั้งยังไม่ได้มีการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ จึงมีความหลากหลายของลักษณะการแสดงออกสูง นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้อาหารไก่พื้นเมืองในการเลี้ยงไก่ (โปรตีน 14 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งแตกต่างจากการทดลองของ Bungsrisawat *et al.* (2018) ที่ใช้อาหารไก่เนื้อในการเลี้ยง (โปรตีน 19 ถึง 21 เปอร์เซ็นต์) จึงทำให้การตอบสนองพันธุ์กรรมต่อสภาพแวดล้อม (อาหาร) มีความแตกต่างกัน และส่งผลทำให้ลักษณะอื่น ๆ แตกต่างกันด้วยเช่นกัน

2. อิทธิพลของเพศสำหรับลักษณะซากในไก่เบตง

อิทธิพลของเพศมีผลต่อลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bungsrisawat *et al.* (2018) Odton & Supasiripong (2018) Puttharaksa *et al.* (2019) และ Chaovapasee *et al.* (2020) รายงานว่าอิทธิพลของเพศ และอิทธิพลของกลุ่มการจัดการมีผลต่อลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ และลักษณะน้ำหนักอกและน้ำหนักขา นั้นแสดงให้เห็นว่า เพศเป็นปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักตัว เนื่องจากเพศผู้จะมีน้ำหนักตัวและอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าเพศเมีย

3. ค่าพารามิเตอร์ทางพันธุกรรม

การศึกษานี้ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์มีค่าเท่ากับ 0.40 ซึ่งใกล้เคียงกับค่าอัตราพันธุกรรมของไก่พื้นเมืองไทย เช่น ไก่เบตง (สายเคยู) มีค่าอัตราพันธุกรรมเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ มีค่าอยู่ในช่วง 0.38 ถึง 0.47 (Bungsrisawat *et al.*, 2016; Bungsrisawat *et al.*, 2018; Wangtaweessukkamol, 2014) ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะดังกล่าวมีค่าน้อยกว่าค่าอัตราพันธุกรรมไก่เบตง (สายเคยู) ที่รายงานโดย Puttharaksa *et al.* (2019) มีค่าเท่ากับ 0.60 แต่มีค่ามากกว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ในไก่ประดู่หางดำ ที่รายงานโดย Chaikuad *et al.* (2023) มีค่าอยู่ในช่วง 0.24 ถึง 0.29 และในลูกผสมไก่ประดู่หางดำ ที่รายงานโดย Sungkhapreecha *et al.* (2015) มีค่าเท่ากับ 0.14 นอกจากนี้ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่ออายุ 20 สัปดาห์ในไก่ประดู่หางดำ สายพันธุ์เชียงใหม่ และสายพันธุ์กบินทร์ มีค่าเท่ากับ 0.33 และ 0.30 ตามลำดับ (Sawasdee *et al.*, 2015; Tongsirir *et al.*, 2019) อย่างไรก็ตามค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ของไก่พันธุ์ Mandarah Matrouh Inshas และ Silver Montazah ที่รายงานโดย Hassan *et al.* (2022) มีค่าเท่ากับ 0.25 ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ของไก่พันธุ์ Kurdish และไก่พื้นเมืองประเทศเกาหลี มีค่าเท่ากับ 0.28 และ 0.29 ตามลำดับ (Baper, 2023; Cahyadi *et al.*, 2015) ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักซากอ่อนในการศึกษาครั้งนี้ (0.44) มีค่าน้อยกว่าค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากเย็นของไก่เบตง (สายเคยู) มีค่าอยู่ในช่วง 0.54 ถึง 0.58 (Bungsrisawat *et al.*, 2016; Bungsrisawat *et al.*, 2018; Puttharaksa *et al.*, 2019) นอกจากนี้ค่าอัตราพันธุกรรมของน้ำหนักซากอ่อนของไก่พื้นเมืองประเทศเกาหลี มีค่าเท่ากับ 0.20 (Cahyadi *et al.*, 2015) ค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักสันนอก และน้ำหนักสันใน มีค่าอยู่ในระดับปานกลาง (0.33 และ 0.25 ตามลำดับ) ส่วนค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักน่อง และน้ำหนักสะโพก มีค่าเท่ากับ 0.49 และ 0.39 ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะน้ำหนักอก

(น้ำหนักสันนอก และน้ำหนักสันใน) และน้ำหนักขา (น้ำหนักน่อง และน้ำหนักสะโพก) ของไก่เบตง (สายเคยู) ที่รายงานโดย Bungrisawat *et al.* (2016) และ Puttharaksa *et al.* (2019) มีค่าอยู่ในช่วง 0.56 ถึง 0.57 และ 0.53 ถึง 0.60 ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะน้ำหนักอก (น้ำหนักสันนอก และน้ำหนักสันใน) น้ำหนักน่อง และน้ำหนักสะโพกของไก่ Ghanaian มีค่าเท่ากับ 0.60 0.55 และ 0.51 ตามลำดับ (Kanlisi *et al.*, 2024) และค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักปีกในการศึกษาครั้งนี้ (0.39) มีค่าน้อยกว่าค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะน้ำหนักปีกของไก่เบตง (สายเคยู) ที่มีค่าเท่ากับ 0.53 (Puttharaksa *et al.*, 2019) และค่าอัตราพันธุกรรมลักษณะน้ำหนักปีกของไก่ Ghanaian มีค่าเท่ากับ 0.62 (Kanlisi *et al.*, 2024) โดยค่าอัตราพันธุกรรมในแต่ละประชากรสามารถแตกต่างกันได้เนื่องมาจากค่าอัตราพันธุกรรมเป็นค่าจำเพาะเจาะจงสำหรับประชากรนั้น ๆ และ ค่าอัตราพันธุกรรมเป็นสัดส่วนความผันแปรเนื่องมาจากพันธุกรรมกับความผันแปรเนื่องมาจากลักษณะปรากฏ สำหรับลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูง หมายความว่า ความผันแปรของอิทธิพลแบบบวกสะสมเนื่องมาจากพันธุกรรมแบบบวกสะสม (Breeding value) มีอิทธิพลสูงต่อลักษณะปรากฏของสัตว์ตัวนั้น ๆ ซึ่งเป็นผลให้สัดส่วนความผันแปรของอิทธิพลอื่น ๆ (Residual error) ลดน้อยลง (Bourdon, 2014; Chaovapasee *et al.*, 2017) นั้นแสดงให้เห็นว่าความผันแปรทางพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักขาอก่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง และน้ำหนักสะโพก ที่ทำการศึกษานี้ ยังอยู่ในระดับที่ให้ผลตอบแทนต่อการคัดเลือกได้เป็นอย่างดี ดังนั้นในการปรับปรุงลักษณะของลักษณะน้ำหนักตัว และน้ำหนักขาของไก่เบตง ต้องให้ความสำคัญทั้งการจัดการสภาพแวดล้อมควบคู่กับการพัฒนาพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักตัว และน้ำหนักขาของไก่เบตงมีความก้าวหน้าได้อย่างรวดเร็ว

ค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักขาอก่อน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก มีค่าสหสัมพันธ์ เป็นบวกอยู่ในระดับสูง ($r_g = 0.87$ ถึง 0.98) มีค่าใกล้เคียงกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ น้ำหนักขาอก่อน น้ำหนักขา และน้ำหนักปีกของไก่เบตง (สายเคยู) มีค่าอยู่ในช่วง 0.81 ถึง 0.97 (Puttharaksa *et al.*, 2019) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกของไก่ Ghanaian มีค่าอยู่ในช่วง 0.89 ถึง 0.94 (Kanlisi *et al.*, 2024) ส่วนค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ กับลักษณะน้ำหนักสันนอก และน้ำหนักสันใน มีค่าใกล้เคียงกับค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ กับลักษณะน้ำหนักอกของไก่เบตง (สายเคยู) ที่รายงานโดย Bungrisawat *et al.* (2018) มีค่าเท่ากับ 0.63 แต่อย่างไรก็ตามค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักสันนอก และน้ำหนักสันใน กับลักษณะเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก มีค่าน้อยกว่าค่าสหสัมพันธ์ระหว่างลักษณะน้ำหนักอก กับลักษณะเมื่ออายุ 16 สัปดาห์ น้ำหนักขา และน้ำหนักปีก ของไก่เบตง (สายเคยู) ที่รายงานโดย Puttharaksa *et al.* (2019) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักอก กับลักษณะน้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีกของไก่ Ghanaian มีค่าอยู่ในช่วง 0.79 ถึง 0.86 (Kanlisi *et al.*, 2024) ดังนั้น ผลการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมที่เป็นบวกระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ กับลักษณะน้ำหนักขา สามารถใช้เป็นแนวทางในการคัดเลือกลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ เพื่อใช้ในการปรับปรุงลักษณะขาของไก่เบตงได้ ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะขาเป็นลักษณะที่ต้องมาเพื่อการวัด จึงไม่สามารถที่ใช้ลักษณะขามาคัดเลือกไก่เบตงเป็นพ่อแม่พันธุ์ จึงจำเป็นต้องใช้การคัดเลือกทางอ้อมเพื่อปรับปรุงลักษณะขาให้ดีขึ้น อีกทั้งลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์มีค่าอัตราพันธุกรรมที่สูง จึงส่งผลทำให้การคัดเลือกจากลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ส่งผลให้มีการตอบสนองต่อการคัดเลือกลักษณะดังกล่าวได้เป็นอย่างดี

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ประชากรไก่เบตงที่ศึกษาครั้งนี้ มีค่าอัตราพันธุกรรมของลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักขาอก่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก มีค่าอัตราพันธุกรรมปานกลาง ถึงสูง (0.25 ถึง 0.49) และค่าสหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างลักษณะน้ำหนักเมื่ออายุ 18 สัปดาห์ น้ำหนักขาอก่อน น้ำหนักสันนอก น้ำหนักสันใน น้ำหนักน่อง น้ำหนักสะโพก และน้ำหนักปีก มีค่าสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางบวก อยู่ในระดับปานกลางถึงสูง (0.45 ถึง 0.98)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ประจำปี 2565 และคณะผู้วิจัยขอขอบคุณฟาร์มคณะเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ราชชนรินทร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านโรงเรือน ข้อมูล คน และสถานที่ในการจัดเก็บข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้



เอกสารอ้างอิง

- Bourdon, R. M. (2014). *Pearson New International Edition: Understanding animal breeding*. Harlow: Pearson.
- Baper, M. I. (2023). Genetic and non-genetic factors affecting the body weight of the Kurdish local chicken. *Kirkuk University Journal for Agricultural Sciences*, 14(3), 141-149.
- Bungsisawat, P., Tumwasorn, S., Loongyai, W., Nakthong, S. & Sopannarath, P. (2016). Variance component and heritability on carcass traits in Betong chicken (KU line). *The 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress*, August, 22-25, 2016. Fukuoka: Japanese Society of Animal Science.
- Bungsisawat, P., Tumwasorn, S., Loongyai, W., Nakthong, S. & Sopannarath, P. (2018). Genetic parameters of some carcass and meat quality traits in Betong chicken (KU line). *Agriculture and Natural Resources*, 52(3), 274-279.
- Cahyadi, M., Park, H., Seo, D., Jin, S., Choi, N., Heo, K., Kang, B., Jo, C. & Lee, J. (2015). Genetic parameters for growth-related traits in Korean native chicken. *Korean J. Poult. Sci.*, 42(4), 285-289.
- Chaikuad, N., Loengbudnark, W., Chankitisakul, V. & Boonkum, W. (2023). Genetic comparisons of body weight, average daily gain, and breast circumference between slow-Growing Thai native chickens (Pradu Hang dum) raised on-site farm and on-station. *Veterinary Sciences*, 10(1), 11.
- Chaovapasee, K., SornthepTumwasorn, Loongyai, W. & Sopannarath, P. (2017). Effect of Z chromosome on genetic parameters of egg production traits in Betong chicken (KU line). *Proceedings of 55th Kasetsart University Annual Conference: Plants, Animals, Veterinary Medicine, Fisheries, Agricultural Extension and Home Economics*, January, 31 – February, 3, 2017. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai).
- Chaovapasee, K., Tumwasorn, S., Loongyai, W. & Sopannarath, P. (2020). Prolactin haplotypes and their effect on body weight and egg production in the KU line of Betong chicken. *Agriculture and Natural Resources*, 54(5), 479-484.
- Danvilai, W., Loongyai, W. & Sopannarat, P. (2014). A Study of Growth Performances and Carcass Characteristics of the Female Broiler, Thai Native and Betong (KU line) Chickens. *Proceedings of 52nd Kasetsart University Annual Conference: Animal, Veterinary Medicine*, February, 4 – 7, 2014. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai).
- Hassan, H. A., Iraqi, M. M., Khalil, M. H., El-Gendi, G. M. & EL Nagar, A. G. (2022). Genetic evaluation of additive and heterotic effects for growth traits in crossing four egyptian strains of chickens. *Egyptian J. Anim. Prod.*, 59 (Suppl.), 57-64.
- Kanlisi, R. A., Amuzu-Aweh, E. N., Naazie, A., Otsyina, H. R., Kelly, T. R., Gallardo, R. A., Lamont, S. J., Zhou, H., Dekkers, J. & Kayang, B. B. (2024). Genetic architecture of body weight, carcass, and internal organs traits of Ghanaian local chickens. *Frontiers in Genetics*, 15, 1297034.
- Laothong, W., Kriewkamaltad, B., Sopha, D. & Chormai, T. (2017) Study on productive performance and carcass characteristic of Lueng Hangkhao Kabin chicken breed under the conditions of network farm in the lower north. *BAHGI e-journal*, 3, 42-52. (in Thai).
- Meyer, K. (2022). *WOMBAT a Program for mixed model analyses by restricted maximum likelihood*. New South Wales: University Of New England.
- Nualhnuplong, P., Wattanachant, C. & Wattansit, S. (2019). Effect of rearing system on meat quality of Betong chickens. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(2), 327-334. (in Thai).
- Odton, W. & Supasiripong, V. (2018). *Selection and breeding improvement of Kolon chicken*. Phatthalung: Thaksin University. (in Thai).



- Peeya, R., Sahoh, S., Madeeyah, N. & Noola-aong, J. (2017). Effect of using Sago palm pith growth performers of Betong chicken. *YRU Journal of Science and Technology*, 2(2), 67-76. (in Thai).
- Puttharaksa, P., Kayan, A., Boonkaewwan, C. & Sopannarath, P. (2019). Genetic parameters for carcass yield, skin color and thickness in Betong chicken (KU line). *Khon Kaen Agriculture Journal*, 47(6), 1265-1274. (in Thai).
- Ritchoo, K. (2019). *Effect of rearing system on carcass quality, physical properties and chemical composition of Betong chicken meat*. Master's Thesis. Prince of Songkla University. (in Thai).
- Sawasdee, P., Leotaragul, A. & Kammongkun, J. (2015). Reproductive performance of Thai native chicken (Pradu – Hangdum Chiangmai) in local condition. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 43(Suppl. 2), 234-237. (in Thai).
- Soponchit, S. & Chormai, T. (2018). Productive performance of Thai indigenous chicken (Leung Hang Kao Kabin) raising in government farm and local farms at Chachoengsao Province. *BAHGI e-journal*, 1, 28-35. (in Thai).
- Sungkhapreecha, P., Duangjinda, M., Laopaiboon, B. & Boomkum, W. (2015). Estimation of genetic parameters of growth traits in Black chicken and crossbred Thai indigenous chicken (Pradu-Hang dam). *Khon Kaen Agriculture Journal*, 43(Suppl. 2), 126-129. (in Thai).
- Tantiyasawasdikul, V., Chomchouen, K., Pimprasert, M., Chankitisakul, V. & Boomkum, W. (2021). Estimation of genetic parameters of growth traits in Thai native crossbred (KKU1) chickens using different cock lines. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 49(Suppl. 2), 482-486. (in Thai).
- Thai Agricultural Standard. (2005). *Chicken Meat (TAS 6700-2005)*. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai).
- Thai Agricultural Standard. (2006). *Good manufacturing practices for poultry abattoir (TAS 9008e2006)*. National Bureau of Agricultural Commodity and Food Standards. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok, Thailand. (in Thai).
- Thepparat, M., Trimanee, S., Klomtong, P. & Mhadmhan, S. (2016). Analysis of growth curves in Betong chicken. *Proceedings of the 17th Asian-Australasian Association of Animal Production Societies Animal Science Congress*, August, 22 – 25, 2016. Fukuoka: Japanese Society of Animal Science.
- Tongsiri, S., Jeyaruban, G. M., Hermes, S. & Van der Werf, J. H. J. (2019). Genetic parameters and inbreeding effects for production traits of Thai native chickens. *Asian-Australas J Anim Sci.*, 32(7), 930-938.
- Wangtaweessukkamol, N. (2014). *Estimation of genetic parameters and breeding value0s for body weights in Betong chicken (KU Line)*. Master's Thesis. Kasetsart University. (in Thai).
- Wattanakul, W., Pripwai, N., Chaiwang, N., Krutthai, N., Marupanthorn, P. & Marupanthorn, K. (2023). Production performances and morphometric traits of Maehongson chickens comparing Praduhangdum, male layer chickens, and broiler. *Khon Kaen Agriculture Journal*, 51(5), 842-855. (in Thai).