วารสารแก่นเกษตร
THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

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

การศึกษาลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำฟ้าหลวง

The study of carcass characteristics and meat quality of Thai native black bone chickens (Fah Luang)

กรรณิกา ฮามประคร[1]*, ประภากร ธาราฉาย[1], เถลิงศักดิ์ อังกุรศรณี[1], กฤดา ชูเกียรติศิริ[1], จุฬากร ปานะถึก[1], ภาคภูมิ เสาวภาคย์[1], สุภารักษ์ คำพุฒ[1] และ ครรชิต ชมภูพันธ์[1]

Kannikar Hamprakorn[1]*, Prapakorn Tarachai[1], Talerngsak Angkuraseranee[1], Kridda Chukiatsiri[1], Julakorn Panatuk[1], Phakphume Saowaphak[1], Suparak Khumput[1] and Kanchit Chompupun[1]

[1] *คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 50290*
[1] *Faculty of Animal Science and Technology, Maejo University, Chiang Mai, 50290*

บทคัดย่อ: การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของลักษณะซากของไก่กระดูกดำฟ้าหลวง ซึ่งเปรียบเทียบระหว่างลูกไก่กระดูกดำที่ได้จากการจับคู่ผสมพ่อแม่พันธุ์ของไก่กระดูกดำฟ้าหลวง 1 (MA) และไก่กระดูกดำฟ้าหลวง 2 (MJ) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) จากการแบ่งกลุ่มคู่ผสมเป็น 4 คู่ผสม กลุ่มที่ 1 (MA x MJ) กลุ่มที่ 2 (MA x MA) กลุ่มที่ 3 (MJ x MA) และกลุ่มที่ 4 (MJ x MJ) โดยศึกษาในลูกไก่เพศผู้และเพศเมียที่มีอายุ 16 สัปดาห์ที่ได้จากแต่ละกลุ่มทดลองจำนวน 48 ตัว ผลการศึกษาพบว่าในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซาก และองค์ประกอบของซากในไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงเพศผู้และเพศเมียที่อายุ 16 สัปดาห์ที่ได้จากคู่ผสมที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในทุกกลุ่มทดลอง แต่อย่างไรก็ตามในด้านคุณภาพเนื้อพบว่าค่า pH ที่ 24 ชั่วโมงของเนื้อสะโพกในไก่กระดูกดำฟ้าหลวงกลุ่มที่มีพ่อพันธุ์ MJ มีค่าสูงกว่ากลุ่มคู่ผสมอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อีกทั้งไก่กระดูกดำฟ้าหลวงกลุ่มคู่ผสม MA x MA พบว่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกของเนื้ออกที่น้อยกว่าในกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) จากการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าลูกไก่กระดูกดำฟ้าหลวงจากการจับคู่ผสมพ่อแม่พันธุ์ของไก่กระดูกดำฟ้าหลวงระหว่างพ่อแม่พันธุ์สาย MA และสาย MJ ไม่มีความแตกต่างกันทางด้านลักษณะซาก ในขณะที่การใช้พ่อแม่พันธุ์สาย MA ส่งผลดีในด้านของคุณภาพเนื้อ ซึ่งจะเป็นทางเลือกในจับคู่ผสมที่หลากหลายขึ้นเพื่อการส่งเสริมการเลี้ยงไก่กระดูกดำฟ้าหลวงแก่เกษตรกรที่สนใจได้

คำสำคัญ: ไก่กระดูกดำ; ไก่ฟ้าหลวง; ลักษณะซาก; คุณภาพเนื้อ

ABSTRACT: The purpose of this study was to determine the carcass characteristics of black bone chickens (Fah Luang). The carcass features and meat quality of black-bone chickens were compared from the breeding pairs of Fah Luang 1 (MA) and Fah Luang 2 (MJ). The experiment was conducted using a completely randomized design (CRD) and divided into 4 breeding pairs: group 1 (MA x MJ), group 2 (MA x MA), group 3 (MJ x MA), and group 4 (MJ x MJ). Subsequently, at 16 weeks of age 48 chicken (male and female chickens) from each group were taken and then slaughtered. The different parts of the chicken carcass were weighed. The results showed that the carcass percentage and carcass composition of male and female in all experimental group was no significant difference (P>0.05). In terms of meat quality, it was found that the pH value at 24 hours of the thigh meat in the black bone chicken group with MJ male breeder was higher than the other experimental groups (P<0.05). However, the breast

* Corresponding author: kannikar_h@mju.ac.th

Received: date; May 1, 2024 Revised: date; July 21, 2024

Accepted: date; August 7, 2024 Published: date;

meat from group MA x MA had a lower cooking loss percentage than the other experimental groups (P<0.05). The results of this study showed that the carcass characteristics there were no differences between the MA and MJ breeders. While using MA breeders has a positive effect in terms of meat quality. This might be an alternative for breeding pairs to promote the farmer to raising Fah Luang black bone chickens.
Keywords: black bone chicken; Fah Luang chicken; carcass characteristic; meat quality

บทนำ

ไก่กระดูกดำ (Black bone chicken) เป็นไก่ที่มีลักษณะสีดำ 3 ส่วนของร่างกาย ได้แก่ ส่วนของหนัง เนื้อ และกระดูกที่เกิดจากการสะสมของเม็ดสีเมลานิน (Melanin) ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันในประมาณมาก ซึ่งไก่กระดูกดำพันธุ์ฟ้าหลวงจัดเป็นไก่พื้นเมืองในท้องถิ่นที่เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ของทางภาคเหนือตอนบนนิยมเลี้ยง จากข้อมูลทางสถิติของสำนักงานปศุสัตว์เขต 5 (กรมปศุสัตว์, 2564) รายงานว่าจำนวนไก่พื้นเมืองและจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และเชียงราย เป็นจังหวัดที่มีจำนวนประชากรไก่พื้นเมืองมากเป็นลำดับต้น ๆ ในพื้นที่เขต 5 โดยจำนวนประชากรไก่พื้นเมืองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่และเชียงรายมีจำนวนประชากรไก่พื้นเมืองเพิ่มขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2560-2564 ร้อยละ 35.76, 37.43, 36.73, 37.97 และ 39.39 ตามลำดับ อีกทั้งอุดมศรี และคณะ (2548) รายงานว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงที่ช่วงอายุ 4, 12 และ 16 สัปดาห์ เพศผู้มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 140.04, 1,011.02 และ 1,393.89 กรัม ตามลำดับ และเพศเมียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 121.62, 827.66 และ 1,062.97 กรัม ตามลำดับ และไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงสามารถให้ผลผลิตไข่ได้มากถึง 141 ฟองต่อปี (Lengkidworraphiphat et al., 2020) จากการรายงานของศิริพันธ์ และคณะ (2548)ระบุว่าไก่ฟ้าหลวงที่มีที่มาจากทางจังหวัดเชียงรายจะมีลักษณะพิเศษบริเวณสร้อยคอและหลังมีสีเหลืองหรือน้ำตาลแดง ขนลำตัวดำ มีขอบตา ปาก แข้ง เท้าดำ และมีผิวหนังและเนื้อดำซึ่งจัดเป็นลักษณะเด่นของไก่ฟ้าหลวง 1 (MA) และจากการส่งเสริมการเลี้ยงไก่กระดูกดำส่งผลให้เกิดการปรับปรุงพันธุ์จนได้ไก่ฟ้าหลวง 2 (MJ) ที่มีลักษณะเด่นทางด้านการเจริญเติบโตของโครงร่างที่ดีกว่าในสายพันธุ์พื้นเมืองแต่ยังคงเอกลักษณ์ด้านความดำของเนื้อและเครื่องใน อีกทั้งในส่วนของสร้อยคอและหลังที่จะมีสีน้ำตาลแดงที่มากกว่าในสายพันธุ์ดั้งเดิม ความพิเศษของไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงคือลักษณะของสีดำที่เกิดขึ้นในไก่กระดูกดำ โดยลักษณะของสีดำนั้นมีที่มาจากลักษณะการถ่ายทอดของยีนที่ควบคุมการสร้างเม็ดสีดำที่พบอยู่ภายในเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Fibromelanosis, Fm) ซึ่งยีนนั้นจะถูกควบคุมด้วยยีน 2 ตำแหน่งคือ Autosomal dominant fibromelanosis (Fm/fm+) และ Incompletely dominant inhibitor of dermal melanin (Id/id+) (Dorshorst et al., 2010) อีกทั้งจากการรายงานของ Deng et al. (2024) ระบุว่ามียีนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตเม็ดสีเมลานินในเนื้อออกของไก่กระดูกดำอยู่ด้วยกันจำนวน 7 ยีน (ยีน DCT, PMEL, MLANA, TYRP1, OCA2, EDNRB2 และ CALML4) โดยที่ลักษณะของยีน sex-linked (Id) จะเข้าไปทำการยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีดำ และการทำงานของยีน Autosomal dominant fibromelanosis (Fm/fm+) ซึ่งการทำงานของยีนดังกล่าวนั้นจะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่อระดับการแสดงออกของยีนที่ควบคุมกระบวนการสร้างเม็ดสีดำ (Sun et al., 2022; Jiang and Groen, 2000) โดยยีน sex-linked (Id) นั้นจะทำหน้าที่ในการยับยั้งกระบวนการสร้างเม็ดสีดำภายในเซลล์ของสัตว์ ทำให้ระดับการแสดงออกของยีนที่ควบคุมกระบวนการสร้างเม็ดสีดำนั้นลดลง ดังนั้นการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างยีน Incompletely dominant inhibitor of dermal melanin (Id/id+) และยีน Autosomal dominant fibromelanosis (Fm/fm+) ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างของระดับความเข้มของเม็ดสีดำที่พบในเนื้อสัตว์

ไก่กระดูกดำยังได้รับความนิยมในกลุ่มผู้บริโภคอาหารสุขภาพ (functional food) เป็นอย่างมากเนื่องจากเนื้อไก่กระดูกดำมีความสำคัญทางสังคมและวัฒนธรรมของชุมชนท้องถิ่นทางภาคเหนือของไทย เนื่องจากคุณค่าทางโภชนาการ โปรตีนและคอลลาเจนในปริมาณที่สูงกว่าเนื้อไก่ทางการค้า (Lengkidworraphiphat et al., 2021) มีไขมันและคอเลสเตอรอลต่ำ (Budi et al., 2023) และไก่กระดูกดำยังมีสารคาร์โนซีนในปริมาณที่สูง ซึ่งสารคาร์โนซีนนั้นเป็นจัดเป็นเปปไทด์ในกลุ่มต้านอนุมูลอิสระที่มีปริมาณที่มากกว่าที่พบได้ในไก่พื้นเมือง (Khumpeerawat et al., 2021) และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสุขภาพของผู้บริโภค ลักษณะสีดำของเนื้อไก่จึงถือว่าเป็นลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจเนื่องจากผู้บริโภคมีความเข้าใจว่าคุณค่าทางโภชนะของเนื้อจะสูงขึ้นตามความเข้มของสีดำของเนื้อไก่ (Xu et al., 2023) อีกทั้งในปัจจุบันยังมีการนำเอาไก่กระดูกดำมาใช้ทางการผลิตเจลาตินทางธรรมชาติเพื่อเป็นองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์

ทางเภสัชวิทยาและผลิตภัณฑ์เพื่อความสวยความงามอีกด้วย (Saenmuang et al., 2020) แต่อย่างไรก็ตามสืบเนื่องจากสภาพการผลิตไก่กระดูกดำในประเทศไทยยังคงมีการผลิตอยู่ในรูปแบบของกลุ่มผู้ผลิตต้นน้ำที่มีประชากรไก่กระดูกดำพ่อแม่พันธุ์อย่างจำกัด 50 ถึง 100 ตัว และเป็นรูปแบบการผลิตเพื่อการจัดจำหน่ายสำหรับการนำไปประกอบพิธีกรรมตามความเชื่อทางวัฒนธรรม ศาสนา และงานมงคลของชาวภาคเหนือตอนบน (Budi et al., 2023) ซึ่งในมุมมองทางทฤษฎีด้านพันธุศาสตร์ประชากรและพันธุศาสตร์เชิงปริมาณพบว่าการเลี้ยงของเกษตรกรในรูปแบบนี้จะส่งผลให้เกิดการเสื่อมถอยของลักษณะสำคัญทางเศรฐกิจต่าง ๆ ของไก่กระดูกดำจากการผสมพันธุ์แบบเลือดชิด (Inbreeding depression) ในไก่กระดูกดำในระยะยาวได้ (Falconer, 1989) และการเปลี่ยนแปลงของสีดำในไก่กระดูกดำนั้นส่งผลกระทบโดยตรงต่อมูลค่าทางการค้าของไก่กระดูกดำในปัจจุบัน (Sun et al., 2022; Xu et al., 2023) ซึ่งจากผลลัพธ์ที่อาจเกิดขึ้นข้างต้นนั้นจะส่งผลให้เกษตรกรกลุ่มผู้ผลิตไก่กระดูกดำต้นน้ำขาดความยั่งยืนในการประกอบกิจการ และจะเกิดผลกระทบต่อมาถึงผู้ผลิตกลางน้ำและผู้ผลิตปลายน้ำได้ เพื่อการแก้ไขปัญหาข้างต้นนั้นสามารถดำเนินการโดยใช้เทคนิคการผสมพันธุ์แบบพบกันหมดและสลับพ่อแม่ (Full diallel crossbreeding plan) การสร้างลูกผสมไก่กระดูกดำที่ยังคงลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจต่าง ๆ ของไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงไว้ เพื่อเป็นการสนับสนุนการประกอบกิจการเลี้ยงไก่กระดูกดำของเกษตรกรได้อย่างยั่งยืน

ทั้งนี้ด้วยข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำลูกผสมสายพันธุ์ฟ้าหลวงให้ตอบสนองความต้องการด้านอัตราการการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อที่เป็นที่ต้องการของเกษตรกรผู้เลี้ยงไก่กระดูกดำ เพื่อการส่งเสริมการผลิตไก่กระดูกดำลูกผสมสายพันธุ์ฟ้าหลวง (สายพันธุ์ MA และ MJ) ให้แก่เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่กระดูกดำที่มีความสนใจ โดยการศึกษาครั้งนี้คณะผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงลักษณะซาก องค์ประกอบของซาก และคุณภาพเนื้อของลูกไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมที่มีพ่อและแม่พันธุ์ไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงที่มีแหล่งที่มาที่แตกต่างกัน (สายพันธุ์ MA และ MJ)

วิธีการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ดำเนินการทดลองประสิทธิภาพการผลิตของไก่กระดูกดำฟ้าหลวง ณ ฟาร์มสัตว์ปีก คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยได้รับการอนุมัติจากคณะกรรมการกำกับดูแลการการเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (เลขที่ MACUC 011A/2565) โดยใช้ไก่พ่อแม่พันธุ์ไก่กระดูกดำพันธุ์ฟ้าหลวง 1 (MA) และไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวง 2 (MJ) ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) โดยใช้พ่อแม่พันธุ์ไก่กระดูกดำแบ่งเป็น 4 คู่ผสม กลุ่มที่ 1 (MA x MJ) กลุ่มที่ 2 (MA x MA) กลุ่มที่ 3 (MJ x MA) และกลุ่มที่ 4 (MJ x MJ) เพื่อผลิตลูกไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง นำลูกไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจาก 4 กลุ่มทดลอง กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 16 ตัว (เพศผู้ 8 ตัว เพศเมีย 8 ตัว) เลี้ยงภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ทดลองแบบเปิด ขนาด 1.25*2.5 เมตร และใช้แกลบเป็นวัสดุรองพื้น ไก่แต่ละกลุ่มทดลองจะได้รับอาหารพื้นฐานอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) และมีน้ำสะอาดให้ตลอดเวลา ดำเนินการเลี้ยงเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ไก่ทุกตัวได้รับการทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิล (Newcastle disease; ND) + โรคหลอดลมอักเสบติดต่อ (Infectious Bronchitis; IB) เมื่อมีอายุ 7, 14 และ 21 วัน ตามลำดับ

การศึกษาองค์ประกอบซาก

เมื่อไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงมีอายุ 16 สัปดาห์ ทำการสุ่มไก่เพศผู้ 8 ตัวและไก่เพศเมีย 8 ตัวจากแต่ละกลุ่มคู่ผสมที่ทำการทดสอบ นำเข้ากระบวนการฆ่าและชำแหละซากสัตว์ปีกโดยใช้วิธีการตามมาตรฐานการชำแหละซากสัตว์ปีก (มกอช.) โดยมีขั้นตอนในการพักสัตว์ก่อนการฆ่าอย่างน้อย 6 ชั่วโมงก่อนการฆ่าและการตัดแต่งซากสัตว์ปีกเพื่อแยกส่วนประกอบซากเป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้แก่ เนื้ออกด้านนอก เนื้ออกด้านใน เนื้อสะโพก น่อง ปีก และอวัยวะภายใน เพื่อนำมาคำนวณเปอร์เซ็นต์ซาก (Dressing Percentage) และร้อยละขององค์ประกอบชิ้นส่วนไก่ที่สามารถรับประทานได้ (Edible meat percentage) และส่วนของเครื่องใน (Giblets percentage) ตามวิธีการของสัญชัย (2553) ดังนี้

Dressing percentage (%) = $\left(\frac{Carcass\ weight}{Live\ weight}\right) x\ 100$

Edible meat percentage (%) = $\left(\frac{Edible\ part\ of\ each\ meat\ weight}{Carcass\ weight}\right) x\ 100$

Giblets percentage (%) = $\left(\frac{Part\ of\ each\ Giblets\ weight}{Live\ weight}\right) x\ 100$

การศึกษาคุณภาพเนื้อ

การศึกษาด้านคุณภาพเนื้อนี้ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้ออกและเนื้อสะโพกในการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง จำนวน 4 ตัวอย่างต่อกลุ่มการทดลอง โดยดำเนินการวัดค่า pH ของเนื้อไก่กระดูกดำด้วยเครื่อง pH meter รุ่น HI 991400 (Hanna Instruments, Padua, Italy) โดยวัดค่าจากตัวอย่างโดยการสอดปลาย electrode เข้าไปในเนื้อไก่กระดูกดำประมาณ 1 เซนติเมตร ทำการวัด 3 ซ้ำ ต่อ 1 ตัวอย่างและล้างปลายหัว electrode ด้วยน้ำกลั่นก่อนการวัดตัวอย่างถัดไป การวัดสีของเนื้อใช้เครื่อง Color reader CR-400 (Konica Minolta Holding Inc., Tokyo, Japan) วัดที่บริเวณผิวด้านใน เนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำ และบันทึกค่าความสว่างของเนื้อ (L*, Lightness) ค่าความแดงของเนื้อ (a*, Redness) และค่าความเหลืองของเนื้อ (b*, Yellowness) โดยทำการวัดซ้ำ 3 ครั้ง แล้วนำมาเฉลี่ยเพื่อคำนวณค่า Hue angle = (arctangent [{b*/a*}x360^{o}] / [2x3.14]) และค่า Chroma = (square root $[a^*]^2 + [b^*]^2$) ดำเนินการวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกตามวิธีการของ (Choi et al., 2013) โดยใช้ตัวอย่างชิ้นส่วนอกและสะโพก ชั้นละ 30 กรัม 3 ซ้ำต่อตัวอย่าง ทำการให้ความร้อนชิ้นเนื้อตัวอย่างที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที และดำเนินการวัดค่าการสูญเสียน้ำจากการแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง โดนทำการชั่งน้ำหนักภายหลังการทดสอบและนำมาคำนวณเพื่อหาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของชิ้นเนื้อ การวัดแรงเฉือนของเนื้อ โดยตัดเนื้อไก่กระดูกดำให้มีหน้าตัดขนาด 1 x 1 เซ็นติเมตรและยาว 4 เซ็นติเมตร จากนั้นนำไปวัดแรงเฉือนของเนื้อโดยใช้เครื่อง Instron (Instron Model 3343, USA) โดยใช้หัวตัดเฉือนผ่านชิ้นเนื้อตัวอย่างที่เตรียมไว้และประมวลผลข้อมูลเป็นค่าแรงเฉือนของเนื้อไก่กระดูกดำ

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

รวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดลองและนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variances: ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design: CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มทดลองด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติสำเร็จรูป SAS (SAS Institute, 2023)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

องค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง

จากการศึกษาองค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจากคู่ผสมที่ต่างกัน 4 คู่ ดังแสดงใน **Table 1** พบว่าน้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักซากของไก่เพศผู้ที่เกิดจากทุกคู่ผสมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซากจากการเก็บตัวอย่างไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่อายุ 16 สัปดาห์ ในไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศผู้ที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ คู่ผสม MJ x MA คู่ผสม MA x MA และคู่ผสม MJ x MJ มีค่าเป็น 83.94 %, 83.29%, 83.23% และ 82.99 % ตามลำดับ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ทั้งนี้เปอร์เซ็นต์ซากของไก่กระดูกดำจากการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าที่พบในการรายงานของ Chaiwang et al. (2023) ที่ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมืองพบว่ามีค่าอยู่ระหว่าง 68.21% - 71.58% ซึ่งอาจเกิดจากช่วงอายุของการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกันจึงส่งผลให้ปริมาณของเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมืองที่ได้รับมีความแตกต่างกัน อีกทั้งยังมีความแตกต่างกันทางด้านของจีโนไทป์ และสูตรอาหารซึ่งส่งผลต่อปริมาณของการสะสมเนื้อในไก่อีกด้วย ในขณะที่ร้อยละขององค์ประกอบชิ้นส่วนไก่ที่สามารถรับประทานได้ของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง เพศผู้ที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกัน ไม่มีความ

แตกต่างกันทางสถิติในส่วนของชิ้นส่วนเนื้ออก (*Pectoralis major* และ *Pectoralis minor*) ชิ้นส่วนปีกรวม ชิ้นส่วนน่อง และชิ้นส่วนเนื้อสะโพก (P>0.05) อีกทั้งเมื่อพิจารณาถึงชิ้นส่วนของเครื่องในของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศผู้ที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกัน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในส่วนของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของตับ หัวใจ ม้าม กระเพาะบด และลำไส้ (P>0.05) ซึ่งเมื่อพิจารณาจากองค์ประกอบซากของไก่กระดูกดำที่มาจากทุกคู่ผสมพันธุ์มีค่าที่ไม่แตกต่างกัน โดยจากการเปรียบเทียบข้อมูลในด้านลักษณะซากไก่กระดูกดำมีองค์ประกอบซากที่ต่ำกว่าไก่เนื้อทางการค้า แต่ใกล้เคียงกับไก่พื้นเมืองพันธุ์ประดู่หางดำ (ปิยะ และคณะ, 2562) สืบเนื่องมาจากการปรับตัวเพื่อให้เหมาะสมต่อสภาพแวดล้อมในการดำรงชีวิตของไก่พื้นเมือง เนื่องจากลักษณะของซากและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมืองในประเทศไทยส่วนใหญ่ได้รับอิทธิพลหลักมาจากจีโนไทป์ อายุ น้ำหนักตัว อาหาร และสภาพแวดล้อมเฉพาะของแต่ละพื้นที่ (สัญชัย และคณะ, 2555; ปิยะ และคณะ, 2562)

Table 1 Average carcass composition of male Thai native black-bone chickens (Fah Luang)

Parameters	MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
Live weight (g)	1678.33	1677.50	1672.50	1676.67	0.979	0.279
Carcass weight (g)	1408.80	1396.19	1393.04	1408.26	0.218	0.341
Dressing percentage (%)	83.94	83.23	83.29	82.99	0.358	0.831
Edible meat percentage (%CW)						
Pectoralis major	11.51	10.28	10.16	10.49	0.226	0.129
Pectoralis minor	3.31	3.38	3.43	3.22	0.091	0.879
Wings	10.48	10.66	10.79	10.08	0.135	0.274
Thighs	12.65	12.53	12.86	12.97	0.208	0.885
Drumsticks	13.02	13.37	13.01	13.27	0.151	0.808
Giblets percentage (%LW)						
Liver	1.77	1.67	1.87	1.83	0.046	0.488
Heart	0.49	0.36	0.45	0.47	0.023	0.194
Spleen	0.31	0.27	0.32	0.27	0.020	0.756
Gizzard	2.39	2.88	2.41	2.71	0.068	0.148
Intestine	2.84	2.61	3.11	3.04	0.098	0.299

SEM= standard error of means. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

%CW = % of Carcass weight; %LW = % of Live weight

นอกจากนี้การศึกษาองค์ประกอบซากในไก่กระดูกดำเพศเมียยังพบว่า น้ำหนักมีชีวิตและน้ำหนักซากของไก่เพศเมียที่เกิดจากทุกคู่ผสมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ซากจากการเก็บตัวอย่างไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศเมียที่อายุ 16 สัปดาห์ ที่เกิดจากคู่ผสม MA x MA มีค่าเปอร์เซ็นต์ซาก 83.34 % ในขณะที่คู่ผสม MJ x MA คู่ผสม MA x MJ และคู่ผสม MJ x MJ ตามลำดับ (82.85%, 82.40% และ 81.19 %) ดังแสดงใน **Table 2** แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อีกทั้งในด้านของร้อยละขององค์ประกอบชิ้นส่วนไก่ที่สามารถรับประทานได้ของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง เพศ

เมียที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในส่วนของชิ้นส่วนเนื้ออก (*Pectoralis major* และ *Pectoralis minor*) ชิ้นส่วนปีกรวม ชิ้นส่วนน่อง และชิ้นส่วนสะโพก (P>0.05) เมื่อพิจารณาถึงชิ้นส่วนของเครื่องในของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศเมียที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกันพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้งในส่วนของเปอร์เซ็นต์สัดส่วนของตับ หัวใจ ม้าม กระเพาะบด และลำไส้ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของสัญชัย และคณะ (2555) ระบุว่าสายพันธุ์ของไก่พื้นเมืองและเพศนั้นเป็นปัจจัยร่วมที่จะส่งผลโดยตรงต่อเปอร์เซ็นต์ซากของไก่พื้นเมือง ซึ่งในไก่ประดู่หางดำนั้นไม่พบความแตกต่างกันในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซากในระหว่างเพศที่แตกต่างกันของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1 และจากผลการศึกษาองค์ประกอบซากของการทดลองนี้พบว่าไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศผู้จะมีอัตราส่วนขององค์ประกอบซากทั้งในส่วนของเปอร์เซ็นต์ซาก ชิ้นส่วนปีก และชิ้นส่วนน่องที่ค่อนข้างสูงกว่าที่พบในไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศเมีย ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของวัชรพงษ์ และคณะ (2566) ปิยะ และคณะ (2562) และสัญชัย และคณะ (2555) ที่พบว่าไก่พื้นเมืองเพศผู้ในระยะเวลาการเลี้ยงที่เท่ากันนั้นจะมีเปอร์เซ็นต์ส่วนของเนื้ออก และส่วนของสะโพกที่สูงกว่าที่พบในไก่พื้นเมืองเพศเมีย

Table 2 Average carcass composition of female Thai native black-bone chickens (Fah Luang)

Parameters	MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
Live weight (g)	1215.00	1251.67	1210.00	1205.00	0.551	0.165
Carcass weight (g)	1001.18	1043.15	1002.51	978.39	0.337	0.216
Dressing percentage (%)	82.40	83.34	82.85	81.19	0.456	0.407
Edible meat percentage (%CW)						
Pectoralis major	12.33	10.74	11.33	12.59	0.390	0.312
Pectoralis minor	4.04	4.27	3.73	3.90	0.116	0.421
Wings	9.94	10.38	10.62	10.54	0.135	0.301
Thighs	12.42	13.16	12.72	11.66	0.277	0.285
Drumsticks	11.46	12.02	11.99	11.68	0.155	0.543
Giblets percentage (%LW)						
Liver	1.72	1.81	1.89	1.99	0.064	0.488
Heart	0.41	0.42	0.47	0.43	0.015	0.435
Spleen	0.44	0.23	0.28	0.20	0.066	0.601
Gizzard	3.03	2.80	2.92	3.52	0.121	0.179
Intestine	3.64	3.22	3.01	3.12	0.113	0.216

SEM= standard error of means. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

%CW = % of Carcass weight; %LW = % of Live weight

คุณภาพเนื้อของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง

จากการศึกษาลักษณะคุณภาพของเนื้อของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจากคู่ผสมที่ต่างกัน 4 คู่ ดังแสดงใน **Table 3** พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ (pH value) ณ 45 นาทีภายหลังการฆ่าในส่วนของเนื้ออก และ 24 ชั่วโมงภายหลังการฆ่าทั้งเนื้ออกและเนื้อสะโพกนั้น เนื้อไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกันทั้ง 4 คู่ผสมนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อสะโพกที่ทำการวิเคราะห์ที่ 45 นาทีภายหลังการฆ่าพบว่าในเนื้อไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสม MJ x MJ มีค่า pH อยู่ที่ 6.01 ซึ่งสูงกว่าค่าที่พบในเนื้อไก่ที่เกิดจากคู่ผสม MJ x MA คู่ผสม MA x MJ และคู่ผสม MA x MA ตามลำดับ (5.97, 5.89 และ 5.73) (P<0.05) ซึ่งมีค่า pH ที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีความใกล้เคียงกับการรายงานของ Kralik et al. (2014) และสัญชัย และคณะ (2547) ที่มีการรายงานว่าค่า pH ที่ปกติที่พบในไก่พื้นเมืองมีค่าอยู่ที่ 5.91-6.02 และหากพบค่า pH ที่ 5.88-5.84 บ่งบอกได้ว่าเนื้อของไก่พื้นเมืองนั้นอยู่ในภาวะ Pale Soft Exudative (PSE) แต่หากพบค่า pH ที่ 6.35-6.40 บ่งบอกได้ว่าเนื้อของไก่พื้นเมืองนั้นอยู่ในภาวะ Dark Firm Dry (DFD) ในสภาวะปกติพบว่าค่า pH ของซากไก่หลังจากการชำแหละจะมีค่าอยู่ในช่วง 5.30 - 6.50 (Jaturasitha, 2012) ซึ่งโดยทั่วไปในเนื้อไก่จะเกิดกระบวนการ onset ของการเกิด Ligor mortis ภายใน 2–4 ชั่วโมงหลังการฆ่า จึงเป็นผลให้หลังการฆ่าที่ 1 ชั่วโมงค่า pH จะอยู่ใกล้เคียงกับ 6.5 และภายหลังฆ่าเป็นเวลา 24 ชั่วโมงค่า pH จะลดลงไปอยู่ใกล้เคียงกับ 5.8 และในขณะที่การศึกษาของ Chaisan and Baipong (2023) พบว่าเนื้อไก่กระดูกดำหลังการชำแหละมีค่า pH อยู่ระหว่าง 6.26 ถึง 6.30 ซึ่งสูงกว่าที่พบในการทดลองนี้ จากการรายงานของ ปภาพินท์ (2554) ระบุว่าการที่เนื้อไก่มีค่า pH ที่ต่ำนั้นสืบเนื่องมาจากการที่สัตว์มีการเคลื่อนไหวมากและจากพฤติกรรมที่ตื่นตกใจได้ง่าย ความเครียดส่งผลให้เกิดการสลายตัวของไกลโคเจนในกล้ามเนื้อเร็วขึ้น ซึ่งส่งผลให้เกิดการสะสมของกรดแลคติกในปริมาณมากขึ้นตามไปด้วย มีผลให้ค่า pH ของเนื้อลดลงไปจากค่าปกติได้ (ไชยวรรณ และคณะ, 2547) อีกทั้งการจัดการก่อนการฆ่า วิธีการในการฆ่า ระยะเวลาและการขนส่ง ก็เป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อค่า pH ของเนื้อเช่นกัน (Warriss et al., 1999) ซึ่งจากค่า pH ที่ต่ำนี้อาจสืบเนื่องมาจากการสะสมของกรดแลคติคในกล้ามเนื้ออกและกล้ามเนื้อสะโพกที่มากขึ้น ส่งผลให้ค่า pH ในเนื้อสัตว์มีค่าน้อยลงได้

Table 3 Average pH value of Thai native black-bone chickens (Fah Luang) meat

Parameters	MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
pH value at 45_{min} postmortem						
Breast	5.35	5.30	5.30	5.30	0.02	0.70
Thigh	5.89	5.73	5.97	6.01	0.04	0.06
pH value at 24_{h} postmortem						
Breast	5.24	5.23	5.26	5.31	0.07	0.50
Thigh	5.91 [ab]	5.70 [b]	5.94 [a]	6.05 [a]	0.05	0.01

SEM= standard error of means. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

[a-b] Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

คุณภาพของเนื้อสัตว์ได้รับผลกระทบจากหลายปัจจัย ไม่ว่าจะเป็นสายพันธุ์ อาหาร การจัดการ โดยสายพันธุ์ถือเป็นปัจจัยหลักที่มีความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของเนื้อ (Mir et al., 2017) ดัชนีชี้วัดคุณภาพของเนื้อมีหลากหลายปัจจัยซึ่งสีของเนื้อก็เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของเนื้อเช่นเดียวกับองค์ประกอบของเนื้อสัมผัส จากการศึกษานี้ดังแสดงใน **Table 4** และ **Figure 1** พบว่าลักษณะค่าสีของเนื้อ ณ 45 นาทีภายหลังการฆ่าในส่วนของเนื้ออก พบว่าค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่า Hue angle และค่า Chroma

ที่วิเคราะห์ในไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมที่ต่างกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในขณะที่ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และค่า Chroma ในไก่กลุ่มที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ มีค่า 46.29, 4.29, 6.62 และ 9.14 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในไก่กลุ่มที่เกิดจากคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) อีกทั้งลักษณะของสีเนื้อที่วิเคราะห์ ณ 45 นาที ภายหลังการฆ่าของเนื้อสะโพกพบว่า ลักษณะสีของเนื้อไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกันทั้ง 4 คู่ผสมนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05; **Table 4** และ **Figure 1**) ในขณะที่ลักษณะสีของผิวหนัง ณ 45 นาทีภายหลังการฆ่ามีค่าความสว่าง (L*) ในกลุ่มของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงกลุ่มที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ อยู่ที่ 46.21 ซึ่งสูงกว่าที่พบในกลุ่ม MJ x MA ซึ่งมีค่าความสว่างของหนังเพียง 38.78 (P<0.05) แต่อย่างไรก็ตามของความแตกต่างของคู่ผสมไม่ส่งผลต่อค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ค่า Hue angle และค่า Chroma ในไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจากทุกคู่ผสม (P>0.05) จากการรายงานของ Fletcher (1999) และ Xiong et al. (1999) ระบุว่าอิทธิพลหลักของการเกิดสีในเนื้อและหนังของสัตว์เกิดจากปัจจัยทางด้านการสะสมเม็ดสี Myoglobin ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อของตัวสัตว์เอง และอิทธิพลหลักที่ส่งผลต่อสีของเนื้อสัตว์เกิดจากพันธุกรรมของตัวสัตว์เอง

Table 4 Average color of Thai native black-bone chickens (Fah Luang) meat at 45 minutes postmortem

Items		MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
Color at 45_{min} postmortem							
Breast	L*-value	46.29^{a}	34.93^{b}	34.84^{b}	42.25^{ab}	1.813	0.042
	a*-value	4.29^{a}	1.92^{b}	2.07^{b}	4.45^{a}	0.622	0.021
	b*-value	6.62^{a}	0.83^{b}	1.61^{b}	3.99^{ab}	0.825	0.043
	Hue angle	47.03	106.12	189.28	39.51	30.081	0.307
	Chroma	9.14^{a}	2.21^{c}	3.43^{c}	6.01^{b}	0.947	0.025
Thigh	L*-value	37.31	32.40	34.16	36.73	1.015	0.291
	a*-value	6.91	5.13	2.64	6.72	0.877	0.303
	b*-value	2.62	1.30	0.79	2.03	0.471	0.583
	Hue angle	18.66	18.33	19.03	14.94	7.356	0.145
	Chroma	7.44	5.39	3.05	7.10	0.937	0.354
Skin	L*-value	46.21^{a}	40.10^{a}	38.78^{b}	41.71^{ab}	1.03	0.046
	a*-value	3.81	2.83	2.39	2.89	0.28	0.314
	b*-value	0.69	-0.03	-1.19	-0.51	0.42	0.492
	Hue angle	244.47	287.60	244.47	252.82	40.07	0.281
	Chroma	5.59	4.33	3.54	2.50	0.56	0.272

SEM= standard error of means. L*= Lightness, a*= Redness, b*= Yellowness. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

$^{a-b}$ Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

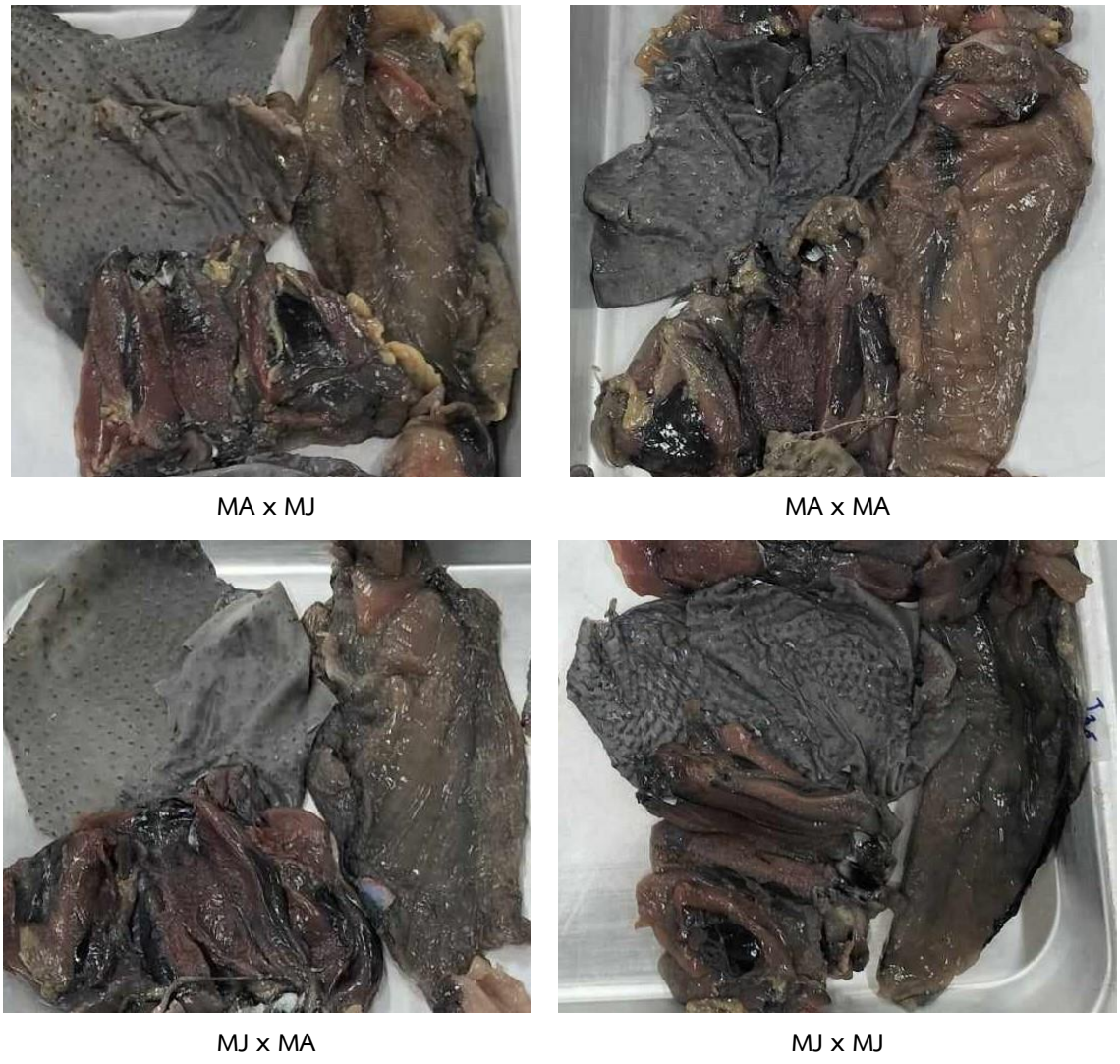

Figure 1 Representative of color from skin, breast, and thigh of Thai native black-bone chickens (Fah Luang) at 45-minute post-mortem. *MA x MJ*= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; *MA x MA* = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; *MJ x MA*= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; *MJ x MJ*= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

Table 5 Average color of Thai native black-bone chickens (Fah Luang) meat at 24 hours postmortem

Items		MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
Color at 24_h postmortem							
Breast	L*-value	46.71[a]	35.83[b]	36.04[b]	41.99[ab]	1.608	0.021
	a*-value	8.11[a]	1.99[b]	2.25[b]	3.44[a]	0.825	0.018
	b*-value	9.46	1.22	1.66	4.39	1.085	0.081
	Hue angle	49.90	109.27	186.38	51.33	28.934	0.321
	Chroma	12.51[a]	2.61[b]	3.63[b]	6.17[b]	1.211	0.039
Thigh	L*-value	37.31	32.40	34.16	36.73	1.015	0.291
	a*-value	6.91	5.13	2.64	6.72	0.877	0.303
	b*-value	2.62	1.30	0.79	2.03	0.471	0.583
	Hue angle	18.66	18.33	19.03	14.94	7.356	0.145
	Chroma	7.44	5.39	3.05	7.10	0.937	0.354
Skin	L*-value	45.22	39.93	37.49	40.22	1.20	0.115
	a*-value	3.70[a]	2.55[b]	2.22[b]	2.50[b]	0.20	0.021
	b*-value	1.60	0.77	2.35	0.61	0.99	0.959
	Hue angle	145.00[b]	145.00[b]	326.23[a]	245.31[a]	36.16	0.034
	Chroma	5.24[a]	3.60[b]	3.07[b]	3.12[b]	0.27	0.023

SEM= standard error of means. L*: Lightness, a*: Redness, b*: Yellowness. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.
[a-b] Means in the same row with different superscripts differ (P<0.05)

จากการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อ ณ 24 ชั่วโมงภายหลังฆ่าของเนื้ออกของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงกลุ่มที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ (**Table 5**) พบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และค่า Chroma มีค่า 46.71, 8.11, 9.46 และ 12.51 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในไก่กลุ่มที่เกิดจากคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) จากการรายงานของ Deng et al. (2024) ระบุว่าและค่าความสว่างของผิวหนังแสดงให้เห็นความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าความสว่างของกล้ามเนื้ออก โดยค่าความสว่างของผิวหนังสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางอ้อมสำหรับการสะสมของเม็ดสีเมลานินของกล้ามเนื้ออกได้ ค่าความเป็นสีแดงของเนื้อนั้นเกิดจากการปริมาณของ Myoglobin ที่ทำหน้าที่ในการส่งออกซิเจนเข้าสู่เซลล์กล้ามเนื้อของสัตว์เพื่อใช้ในกระบวนการเมตาบิลิซึม ซึ่งในเนื้อส่วนที่มีการทำงานและมีการเคลื่อนไหวบ่อยครั้ง จะเกิดการสะสมของ Myoglobin ในปริมาณที่มากกว่าเนื้อที่ไม่มีการทำงานหรือมีการทำงานน้อย ดังจะเห็นได้ว่าเนื้อในส่วนสะโพกพบค่าความเป็นสีแดงที่มากกว่าในเนื้ออก แต่ในส่วนของค่า Hue angle นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในทุกคู่ผสม เมื่อพิจารณาในส่วนของเนื้อสะโพกนั้น ไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงกลุ่มที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ พบว่าค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่า Chroma ที่มีค่าเท่ากับ 37.84, 7.46 และ 8.00 ตามลำดับ (P<0.05) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าค่าความเป็นสีเหลือง (b*) และค่า Hue angle นั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ในทุกคู่ผสม สอดคล้องกับการรายงานของ Kriangwanich et al. (2021) ลักษณะสีของกล้ามเนื้อแต่ละส่วนของไก่กระดูกดำนั้นเกิดจากการสะสมของเม็ดสีเมลานินที่แตกต่างกัน ดังที่แสดงใน **Table 5** พบว่าลักษณะสีของผิวหนัง ณ 24 ชั่วโมง

ภายหลังการฆ่ามีความเป็นสีแดง (a*) ค่า Hue angle และค่า Chroma ในกลุ่มของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงกลุ่มที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ อยู่ที่ 3.70, 145.00 และ 5.24 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าที่พบในกลุ่มไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างของคู่ผสมกลับไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ในไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง ($P>0.05$) ซึ่งลักษณะสีของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจากการศึกษาในครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการรายงานของปริญญา และคณะ (2549) ที่ระบุว่าเนื้ออกของไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงมีค่าความสว่างของเนื้อ (L*) อยู่ที่ 40.06 ในขณะที่มีค่าความเป็นสีแดงของเนื้อ (a*) อยู่ที่ 9.04 และมีค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ที่ 3.05 อีกทั้งยังรายงานว่าผิวหนังของไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงมีค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) อยู่ที่ 43.45, 4.97 และ 0.57 ตามลำดับ ซึ่งการที่เนื้อและสีผิวของกลุ่มคู่ผสม MA x MJ มีค่าสีที่ค่อนข้างโดดเด่นกว่ากลุ่มคู่ผสมอื่นในการทดลองนี้อาจเนื่องมาจากได้รับอิทธิพลจากปัจจัยต่างๆ เช่น การสะสมเม็ดสี Myoglobin ภายในเส้นใยกล้ามเนื้อ และอิทธิพลจากพันธุกรรมของสัตว์ (Fletcher, 1999; Xiong et al., 1999)

Table 6 Average meat quality of Thai native black-bone chickens (Fah Luang)

Items	MA x MJ	MA x MA	MJ x MA	MJ x MJ	SEM	P-value
Cooking loss (%)						
Breast	21.95^{ab}	19.24^{c}	20.77^{b}	23.13^{a}	0.756	0.018
Thigh	26.44	25.64	21.45	23.97	1.067	0.383
Dripping loss (%)						
Breast	7.52	9.53	8.01	6.02	0.661	0.375
Thigh	5.53	5.54	5.01	6.61	0.303	0.315
Shear force (kg)						
Breast	2.06	1.72	1.94	2.01	0.170	0.910
Thigh	1.54	1.63	1.50	2.07	0.101	0.065

SEM= standard error of means. MA x MJ= Fah Luang 1 x Fah Luang 2; MA x MA = Fah Luang 1 x Fah Luang 1; MJ x MA= Fah Luang 2 x Fah Luang 1; MJ x MJ= Fah Luang 2 x Fah Luang 2.

$^{a-c}$ Means in the same row with different superscripts differ ($P<0.05$)

องค์ประกอบของเนื้อสัมผัสของเนื้อไก่นั้นรวมไปถึงค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกด้วยความร้อนและการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งค่าทั้งสองนั้นบ่งบอกได้ถึงความสามารถในการอุ้มน้ำที่มีอยู่ในเนื้อที่จะส่งผลโดยตรงต่อค่าความชุ่มฉ่ำของเนื้อและความนุ่มเหนียวของเนื้อ (Mir et al., 2017) จากข้อมูลผลวิเคราะห์ที่แสดงใน **Table 6** จากการศึกษาลักษณะคุณภาพของเนื้อของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงจากคู่ผสมที่ต่างกัน 4 คู่ เมื่อพิจารณาจากค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกด้วยความร้อน (Cooking loss) ในส่วนของเนื้ออกของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสม MJ x MJ มีค่า 23.13 % ซึ่งสูงกว่าที่พบในเนื้อไก่ที่เกิดจากคู่ผสม MA x MJ, คู่ผสม MJ x MA และคู่ผสม MA x MA ตามลำดับ (27.95 %, 20.77 % และ 19.24 %) ($P<0.05$) ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำให้สุกบ่งบอกถึงการสูญเสียมวลของน้ำอิสระภายในใยกล้ามเนื้อได้ง่าย เนื่องจากมวลน้ำอิสระนี้มีความสามารถในการคลายตัวได้ง่ายเมื่อเกิดการแปรรูปขึ้นกับชิ้นเนื้อ เช่น การตัด การบด และการทำชิ้นเนื้อให้สุก เป็นต้น ซึ่งจากการรายงานของ Sumague et al. (2016) ระบุว่าในไก่พื้นเมืองจะมีค่าการสูญเสียมวลของน้ำอิสระอยู่ระหว่าง 12.06-20.15% ซึ่งช่วงความต่างของการสูญเสียมวลน้ำอิสระนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยทั้งขนาดของใยกล้ามเนื้อ จีโนไทป์ และอุณหภูมิที่เกิดขึ้นในระหว่างการแปรรูป ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำ

จากการทำให้สุกด้วยความร้อนในเนื้อสะโพกนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกกลุ่มคู่ผสม(P>0.05) นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำจากการแช่เย็น (Dripping loss) ในเนื้ออกและเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสมที่แตกต่างกันทั้ง 4 คู่ผสมนั้นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) อีกทั้งจากการวิเคราะห์แรงเฉือนของเนื้อพบว่าในเนื้อสะโพกของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงที่เกิดจากคู่ผสม MJ x MJ คู่ผสม MA x MA คู่ผสม MA x MJ และคู่ผสม MJ x MA มีค่า 2.07 kg, 1.63 kg, 1.54 kg และ 1.50 kg ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งค่าแรงเฉือนที่สูงบ่งบอกได้ว่าเนื้อมีค่าการใช้แรงในการเคี้ยวที่สูงกว่ากลุ่มที่มีค่าแรงเฉือนต่ำ (ธัญญาภรณ์, 2550) ซึ่งจากการรายงานของชัยณรงค์ (2529) อธิบายว่าเนื้อที่มีแรงเฉือนต่ำอนุมานได้ว่ามีความนุ่มมากกว่าเนื่องจากมีปริมาณของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันน้อยกว่าและอาจมีระดับของไขมันแทรกอยู่ภายในกล้ามเนื้อมากกว่า นอกจากนี้ยังคงมีปัจจัยด้านอื่นที่ส่งผลโดยตรงต่อความแตกต่างที่เกิดขึ้นกับคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมือง ได้แก่ อายุ เพศ ความเครียดที่เกิดขึ้นก่อนกระบวนการฆ่า ระหว่างกระบวนการฆ่าและหลังกระบวนการฆ่า เป็นต้น

สรุป

จากผลการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า ไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงเพศผู้และเพศเมียที่ได้จากกลุ่มคู่ผสมที่ใช้พ่อแม่พันธุ์ไก่กระดูกดำ 1 (MA) และ 2 (MJ) มีเปอร์เซ็นต์ซาก และองค์ประกอบซากที่ไม่ความแตกต่างกันในทุกกลุ่มคู่ผสม แต่อย่างไรก็ตามในด้านคุณภาพเนื้อพบว่าไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง กลุ่มที่มาจากคู่ผสมที่ใช้พ่อพันธุ์ไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง 1 (MA) จะมีคุณภาพเนื้อในส่วนของเนื้ออกและเนื้อสะโพก ด้านความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดีกว่ากลุ่มที่ใช้พ่อพันธุ์ไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง 2 (MJ) ดังนั้นเพื่อการพัฒนาและปรับปรุงคุณภาพของไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวงอาจมีการใช้พ่อพันธุ์ไก่กระดูกดำลูกผสมพันธุ์ฟ้าหลวง 1 (MA) เพื่อเป็นพ่อพันธุ์ในการจับคู่ผสมเพื่อให้ได้ลูกไก่กระดูกดำฟ้าหลวงที่มีคุณภาพเนื้อที่ดี เพื่อการสนับสนุนการเลี้ยงไก่กระดูกดำสายพันธุ์ฟ้าหลวงให้แก่เกษตรกรต่อไป

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เลขที่สัญญา N24A660338 ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยและนวัตกรรมในการทดลองในครั้งนี้ ฟาร์มสัตว์ปีก และห้องปฏิบัติการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัตว์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่สนับสนุนสถานที่เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ และอำนวยความสะดวกในระหว่างการเลี้ยงไก่ทดลอง และนักศึกษาระดับปริญญาตรีที่ให้การช่วยเหลือในระหว่างการเก็บตัวอย่างซากและเนื้อสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2564. หนังสือข้อมูลจำนวนปศุสัตว์ในประเทศไทย ประจำปี 2560-2564. ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, กรมปศุสัตว์. กรุงเทพฯ.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์. ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตรศาสตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร.

ไชยวรรณ วัฒนจันทร์, อาภรณ์ ส่งแสง, สุธา วัฒนสิทธิ์, พิทยา อดุลยธรรม และเสาวคนธ์ วัฒนจันทร์. 2547. คุณภาพซาก องค์ประกอบเคมี ลักษณะทางกายภาพ ลักษณะเนื้อสัมผัสของไก่คอล่อนและเนื้อไก่พื้นเมือง. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (สกว.). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ธัญญาภรณ์ ศิริเลิศ. 2550. การประเมินลักษณะเนื้อสัมผัสในอาหาร. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(1): 6-13.

ปภาพินท์ พุทธรักษา. 2554. ผลของระบบการเลี้ยงแบบปล่อยต่อสมรรถนะการเจริญเติบโตลักษณะซากและคุณภาพเนื้อของไก่พื้นเมือง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

ปริญญา กัญญาคำ, ศุภศิษฏ์ บุญนวล, อำนวย เลี้ยวธารากุล, นุชา สิมะสาธิตกุล และสัญชัย จตุรสิทธา. 2549. คุณภาพซากและเนื้อทางอ้อมของไก่เบรส และไก่กระดูกดำ. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44 สาขาสัตว์ สาขาสัตวแพทยศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 44. (หน้า 37-44). สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ปิยะ เปี่ยมยา, ขจร นิติวรารักษ์, ธุวานนท์ บุญเกิด, จุฬากร ปานะถึก และวินัย แก้วละมุล. 2562. การศึกษาสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ คุณภาพซาก และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1 ที่เลี้ยงด้วยอาหารไก่พื้นเมืองสำเร็จรูปและอาหารผสมเอง. แก่นเกษตร. 47(6): 1203-1212.

วัชรพงษ์ วัฒนกูล, นครินทร์ พริบไหว, นิราภรณ์ ชัยวัง, ณัฐวุฒิ ครุฑไทย, พศิน มรุปัณฑ์ธร และกุลิสรา มรุปัณฑ์ธร. 2566. ประสิทธิภาพการผลิตและลักษณะสัณฐานวิทยาของไก่แม่ฮ่องสอนเมื่อเทียบกับไก่ประดู่หางดำ ไก่ไข่เพศผู้และไก่เนื้อ. แก่นเกษตร. 51(5): 842-855.

ศิริพันธ์ โมราถบ, อำนวย เลี้ยวธารากุล และจเร หลิมวัฒนา. 2548. การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมืองของท้องถิ่น (ไก่ชี้ฟ้า) สำหรับเลี้ยงในเขตพื้นที่สูงภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เชียงใหม่ มูลนิธิโครงการหลวง. https://cmudc.library.cmu.ac.th/frontend/Info/item/dc:134305.

สัญชัย จตุรสิทธา, รัชนีวรรณ เขียวสะอาด, อังคณา ผ่องแผ้ว, อำนวย เลี้ยวธารากุล, ศุภฤกษ์ สายทอง, ทัศนีย์ อภิชาติสรางกุล และวราภรณ์ เหลืองวันทา. 2547. คุณภาพซากและเนื้อทางอ้อมของไก่พื้นเมืองและไก่บ้านไทยในเพศและน้ำหนักต่างกัน. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 42. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 466 หน้า.

สัญชัย จตุรสิทธา, อภิรักษ์ เพียรมงคล และอำนวย เลี้ยวธารากุล. 2555. โครงการ คุณภาพเนื้อ กลิ่น และรสชาติของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ (สกว.). สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2553. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่2. โรงพิมพ์มิ่งเมือง, เชียงใหม่. 367 หน้า.

อุดมศรี อินทรโชติ, ไสว นามคุณ, นิพนธ์ วิทยากร และอำนวย เลี้ยวธารากุล. 2548. การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่พื้นเมืองของท้องถิ่น (ไก่ฟ้าหลวง) สำหรับเลี้ยงในเขตพื้นที่สูง ภาคเหนือของประเทศไทย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3045-3275.

Budi, T., W. Singchat, N. Tanglertpaibul, W. Wongloet, A. Chaiyes, N. Ariyaraphong, W. Thienpreech, W. Wannakan, A. Mungmee, T. Thong, P. Wattanadilokchatkun, T. Panthum, S. F. Ahmad, A. Lisachov, N. Muangmai, R. Chuenka, P.Prapattong, M. Nunome, W. Chamchumroon, K. Han, S. Pornpipatsiri, T. Supnithi, M. S. Peng, J. L. Han, Y. Matsuda, P. Duengkae, P. Noinafai, and K. Srikulnath. 2023. Thai local chicken breeds, Chee Fah and Fah Luang, originated from Chinese black-boned chicken with introgression of red junglefowl and domestic chicken breeds. Sustainability. 15(8): 6878.

Chaisan, W., and S. Baipong. 2023. Quality of black-boned chicken (*Gallus Domesticus*) carcass and development to black-boned chicken soup. Journal of KPRU Science Mathematics and Technology. 2(Special Issue): 55-73.

Chaiwang, N., K. Marupanthorn, N. Krutthai, W. Wattanakul, S. Jaturasitha, C. Arjin, K. Sringarm, and P. Setthaya. 2023. Assessment of nucleic acid content, amino acid profile, carcass, and meat quality of Thai native chicken. Poultry Science. 102(11): 103067.

Choi, Y. S., K. S. Park, H. W. Kim, K. E. Hwang, D. H. Song, M. S. Choi, S. Y. Lee, H. D. Paik, and C. J. Kim. 2013. Quality characteristics of reduced-fat frankfurters with pork fat replaced by sunflower seed oils and dietary fiber extracted from *makgeolli* lees. Meat Science. 93(3): 652-658.

Deng, Y., X. Qu, Y. Yao, M. Li, C. He, and S. Guo. 2024. Investigating the impact of pigmentation variation of breast muscle on growth traits, melanin deposition, and gene expression in Xuefeng black-bone chickens. Poultry Science. 103(6): 103691.

Dorshorst, B., R. Okimoto, and C. Ashwell. 2010. Genomic regions associated with dermal hyperpigmentation, polydactyly and other morphological traits in the Silkie chicken. Journal of Heredity. 101(3): 339-350.

Falconer, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd ed. Longman Scientific and Technical, London.

Fletcher, D. L. 1999. Broiler breast meat color variation, pH, and texture. Poultry Science. 78(9): 1323-1327.

Jaturasitha, S. 2012. Meat Technology (4th ed.). Chiang Mai, Thailand: Mingmuang Press. 367 p.

Jiang, X., and A. F. Groen. 2000. Chicken breeding with local breeds in China-a review. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 13(10): 1482-1498.

Khumpeerawat, P., M. Duangjinda, and Y. Phasuk. 2021. Carnosine content and its association with carnosine-related gene expression in breast meat of Thai native and black-bone chicken. Animals. 11(1987): 1-10.

Kralik, G., I. Djurkin, and Z. Kralik. 2014. Quality indicators of broiler breast meat in relation to colour. Animal Science Papers and Reports. 32(2): 173-178.

Kriangwanich, W., P. Piboon, W. Sakorn, K. Buddhachat, V. Kochagul, K. Pringproa, S. Mekchay, and K. Nganvongpanit. 2021. Consistency of dark skeletal muscles in Thai native black-bone chickens (*Gallus gallus domesticus*). PeerJ. 9: e10728.

Lengkidworraphiphat, P., R. Wongpoomchai, S. Taya, and S. Jaturasitha. 2020. Effect of genotypes on macronutrients and antioxidant capacity of chicken breast meat. Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 33(11): 1817.

Lengkidworraphiphat, P., R. Wongpoomchai, T. Bunmee, A. Chariyakornkul, N. Chaiwang, and S. Jaturasitha. 2021. Taste-active and nutritional components of Thai native chicken meat: A perspective of consumer satisfaction. Food Science of Animal Resource. 41(2): 237-246.

Mir, N. A., A. Rafiq, F. Kumar, V. Singh, and V. Shukla. 2017. Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review. Research and Review: Journal of Food Science and Technology. 54: 2997–3009.

Saenmuang, S., P. Suphatta, and C. Chumnanka. 2020. Extraction and characterization of gelatin from black bone chicken by products. Food Science and Biotechnology. 29(4): 469-478.

SAS Institute Inc. 2023. “The GLIMMIX Procedure” in SAS/STAT® 15.3 User’s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Sun, J., X. Tan, X. Yang, L. Bai, F. Kong, G. Zhao, J. Wen, and R. Liu. 2022. Identification of candidate genes for meat color of chicken by combing selection signature analyses and differentially expressed genes. Genes. 13(2): 307.

Warriss, P.D., L.J. Wilkins, and T.G. Knowles. 1999. The influence of ante-mortem handling on poultry meat quality. In: Poultry Meat Science. Eds. R.I. Richadson and G.C. Mead. 1999. Poultry Science Symposium Series. 25: 217-230.

Xiong, Y. L., C. T. Ho, and F. Shahidi. 1999. Quality characteristics of muscle foods: An overview. Quality attributes of muscle foods. 1-10.

Xu, M., S. Tang, X. Liu, Y. Deng, C. He, S. Guo, and X. Qu. 2023. Genes influencing deposition of melanin in breast muscle of the Xuefeng black bone chicken based on bioinformatic analysis. Genome. 66(8): 212-223.