สมรรถภาพการผลิตไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีส ของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

อิศรา มหาวงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

สมรรถภาพการผลิตไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีส ของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

อิศรา มหาวงศ์

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสัตวศาสตร์
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "สมรรถภาพการผลิตไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีส ของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว"

ของ อิศรา มหาวงศ์

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรภัทร หวันเหล็ม)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง สมรรถภาพการผลิตไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีส ของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

ผู้วิจัย อิศรา มหาวงศ์

ประธานที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทศพร อินเจริญ

กรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ วท.ม. สัตวศาสตร์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2566

คำสำคัญ ไก่ลูกผสม, ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์, ผลผลิตไข่, คุณภาพไข่, กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ, เฮทเทอโรซีส

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้และไก่พันธุ์ลูกผสมระยะก่อนการให้ไข่ (อายุ 0-16 สัปดาห์) และ 2) ประเมินสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่พันธุ์ลูกผสมระยะไข่ การศึกษาที่ 1 ประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (Pradu-Hangdum Chiang Mai; PDCM) ไก่เล็กฮอร์นขาว (White Leghorn; WLH) และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์ การผสมพันธุ์ระหว่างไก่พ่อพันธุ์ x ไก่แม่พันธุ์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ดังนี้ 1) PDCM x PDCM 2) WLH x WLH 3) WLH x PDCM และ 4) PDCM x WLH ตามลำดับ ไก่แม่พันธุ์ได้รับการผสมเทียมสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สัดส่วนเพศผู้ 1 ตัว ต่อเพศเมีย 5 ตัว หลังจากนั้น ทำการเก็บรวบรวมไข่ จำนวน 344 ฟอง/กลุ่ม เพื่อนำเข้าตู้ฟักสำหรับการประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ เมื่อลูกไก่อายุครบ 6 สัปดาห์ คัดเลือกไก่เพศเมียที่มีสุขภาพแข็งแรงมาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ สายพันธุ์ PDCM, WLH, WLH x PDCM และ PDCM x WLH จำนวน 78, 78, 75 และ 90 ตัว/กลุ่ม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟักของกลุ่ม PDCM x WLH มีค่าสูงสุด ในขณะที่อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อ และลูกไก่ลักษณะปกติ มีค่าต่ำสุด ($P<0.001$) ในกลุ่ม PDCM อย่างไรก็ดี น้ำหนักแรกฟักของกลุ่ม PDCM x WLH มีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ที่อายุครบ 16 สัปดาห์ น้ำหนักตัวเฉลี่ย และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่กลุ่ม PDCM มีค่าสูงสุด ($P<0.01$) ในขณะที่ไก่กลุ่ม WLH ที่มีค่าต่ำสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ การศึกษาที่ 2 ประเมินประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมของทั้งสองสาย เมื่อไก่อายุครบ 18 สัปดาห์ ทำการคัดเลือกไก่เพศเมียที่มีสุขภาพแข็งแรง เลี้ยงบนกรงตับขังเดี่ยว ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยแบ่ง

ออกเป็น 4 กลุ่ม คือ สายพันธุ์ PDCM, WLH, WLH x PDCM และ PDCM x WLH จำนวน 60 ตัว/กลุ่ม บันทึกประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ ตั้งแต่เริ่มไข่ ไปจนถึงอายุ 72 สัปดาห์ วัดคุณภาพไข่ทุกๆ 4 สัปดาห์ เริ่มเมื่ออายุ 25 – 69 สัปดาห์ จำนวน 440 ฟอง/กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง คัดเลือกไก่ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน จำนวน 5 ตัว/กลุ่ม เพื่อเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ (Jugular vein) บริเวณใต้ปีก เพื่อเก็บตัวอย่างเลือดไปวิเคราะห์กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ ค่าเฮทเทอโรซีสถูกประเมินเป็นเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างลูกผสมจากค่าเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์ ผลการทดลองพบว่า ไก่กลุ่ม WLH มีปริมาณผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ฟองแรก มวลไข่ น้ำหนักไข่เฉลี่ย และค่าความสดของไข่มากที่สุด (P<0.001) ในขณะที่ กลุ่ม WLH x PDCM ให้ไข่เร็วกว่ากลุ่มอื่นๆ อย่างไรก็ตาม ไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์มีปริมาณผลผลิตไข่ มวลไข่ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ อัตราการตาย และคุณภาพไข่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ มีระดับของเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione peroxidase; GPx) สูงกว่าไก่พันธุ์แท้ (P<0.05) ระดับของเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเทส (Superoxide dismutase; SOD) ในไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่มีแนวโน้มลดลง (P=0.068) และมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ยกเว้นระดับของเอนไซม์คะตาเลส (Catalase; CAT) ของทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เปอร์เซนต์เฮทเทอโรซีสของไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเป็นลบในลักษณะอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก และมีค่าเป็นบวกในลักษณะจำนวนผลผลิตไข่ และลักษณะน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มไข่ ทั้งนี้ลักษณะน้ำหนักไข่ฟองแรกมีค่าเป็นบวกในไก่กลุ่ม PDCM x WLH เช่นเดียวกับ อายุเมื่อไข่ฟองแรก และจำนวนผลผลิตไข่ดีที่สุดในไก่กลุ่ม WLH x PDCM

จากผลการศึกษานี้ สามารถสรุปได้ว่า ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่และแม่เล็กฮอร์นขาวมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาวและแม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ส่วนอัตราการตายของไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม ไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่โดยรวม และคุณภาพไข่ ดีกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (ไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้) และมีค่าทัดเทียมกับไก่เล็กฮอร์นขาว (ไก่ไข่พันธุ์แท้) รวมทั้งกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ เช่นเดียวกับค่าเฮทเทอโรซีสของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตไข่มีค่าเป็นบวก แสดงให้เห็นว่า การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ของไก่พันธุ์แท้ทั้ง 2 สายพันธุ์ ส่งผลให้เกิดค่าเฮทเทอโรซีสที่สูงต่อลักษณะที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการให้ผลผลิตไข่ของไก่ลูกผสม

Title EGG PERFORMANCE, ANTIOXIDATIVE ENZYME ACTIVITIES AND HETEROSIS OF PRADU HANGDAM CHIANG MAI X WHITE LEGHORN CROSSBRED CHICKENS

Author Itsara Mahawong

Advisor Associate Professor Doctor Tossaporn Incharoen

Co-Advisor Assistant Professor Doctor Narakamol Laorodphan

Academic Paper M.S. Thesis in Animal Science - (Type A1), Naresuan University, 2023

Keywords Crossbred chickens, Reproductive efficiency, Egg performance, Egg quality, Antioxidative enzyme activities, Heterosis

ABSTRACT

The aims of this study were as follows: 1) to determine the reproductive efficiency and growth rate of pure breed and crossbred chickens during the pre-laying period (0-16 weeks of age); and 2) to assess the egg performance, quality, heterosis, and antioxidative enzyme activities of the pure breed chickens and crossbred chickens during laying period. The first experiment assessed the growth rate and reproductive efficacy of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH), and their crossbred chickens. The mating system involving cockerels and hens (male x female) was randomly assigned into the following four groups using a completely randomized design: 1) PDCM x PDCM 2) WLH x WLH 3) WLH x PDCM and 4) PDCM x WLH, respectively. Hens were artificially inseminated twice a week, with a ratio of one cockerel to five hens. Subsequently, 344 eggs were collected from each group and placed in an incubator for the purpose of evaluating reproductive effectiveness. At six weeks of age, female healthy chickens were selected and divided into four groups: PDCM x PDCM (78 birds) WLH x WLH (78 birds) WLH x PDCM (75 birds) and PDCM x WLH (90 birds). The results showed that the percentage of fertile eggs and hatchability on set eggs of the PDCM x WLH group were highest, while the hatchability on fertile eggs and normal chick were lowest ($P<0.001$) in PDCM group.

However, body weights of newly hatched in PDCMx WLH group was highest when compared to other groups. At 16 week old, the average weight and average daily gain of the PDCM group chickens were highest (P <0.01), while the WLH group exhibited the lowest values in comparison to the other groups. The second experiment investigated the egg performance, egg quality, antioxidative enzyme activities, and heterosis of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH), and their crossbred chickens. A total of 60 healthy pullets were chosen from each group at 18 weeks of age and reared on an individual cage under a completely randomized design: PDCM, WLH, WLH x PDCM and PDCM x WLH. Data on egg production characteristics was collected from the first day of egg laying until the 72 week of egg production. A total of 440 1,760 eggs were measured for their quality every 4 week, starting from 25 weeks and continuing until 69 weeks of age. Each group consisted of 440 eggs. Egg production traits were collected from the start of lay until 72 weeks of egg. Egg qualities were measured every 4 weeks from 25 to 69 weeks of age (440 eggs/group). At the end of the experiment, five laying hens with comparable body weight were chosen from each group. Their blood was collected from the jugular vein and preserved for investigation of antioxidative enzyme activity. Heterosis was estimated as the percentage difference of performance of a crossbred from that of the parental average. Results showed that the WLH group had the hightest egg production, first egg weight, egg mass, average egg weight and Haugh unit (P<0.001), while the W L H x PDCM group revealed the faster layed egg than the other groups. However, both crossbred chickens had a similar result on egg production, egg mass, feed conversion ratio, mortality and egg quality (P>0.05). A higher level of glutathione peroxidase was found in both crossbred chickens compared with purebred (P<0.05). Superoxide dismutase tended to decreasd in PDCM group and the lowest value was detected compard to the other groups. Except the level of catalase in all group did not significantly different (P>0.05). The heterosis percentage in both crossbred chickens showed a negative in terms of age at first laid egg, and positive in terms of egg yields and body weight at first laid egg. While, a positive in terms of first egg weight was found in PDCM x WLH group as well as age at first laid egg and egg yields

were best value in WLH x PDCM group.

The current results can concluded that reproductive efficiency and growth performance of Pradu Hangdam Chiang Mai (male) x White Leghorn (female) crossbred chicken were better than those of White Leghorn (male) x Pradu Hangdam Chiang Mai (female) crossbred chicken. The mortality rates of both crossbred chickens are not significantly different. Nevertheless, both crossbred chickens exhibited superior overall egg performance and quality compared to the purebred Pradu Hangdam Chiang Mai chicken. A comparable result was observed with the purebred White Leghorn layer chicken. Antioxidant activity tended to increase in both crossbred chickens as well as the heterosis percentage in terms of egg production showed a positive value. This suggested that the selection and breeding of both purebred showed the higher heterosis related with egg performance of crossbred chicken.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ทศพร อินเจริญ ประธานกรรมการที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณรกมล เลาห์รอดพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในการทดลอง การเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ และขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ทองวิทยา ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรภัทร หวันเหล็ม กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน ที่กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ จนกระทั่งวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์และมีคุณค่า

ขอขอบพระคุณ ท่านเฉลิมพล บุญเจือ ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษา รวมทั้งโครงการพัฒนาพันธุ์สัตว์พระราชทานด่านซ้าย มูลนิธิชัยพัฒนา ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านอาหารสัตว์และสถานที่ทดลองในฟาร์ม ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ในหน่วยงานทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกตลอดช่วงเวลาของการดำเนินการทดลอง

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร ทุกท่านสำหรับการช่วยเหลือ การประสานงาน การอำนวยความสะดวกในงานเอกสารในการวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และพี่ชาย ของข้าพเจ้าที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆด้านอย่างดีที่สุด ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ สาขาสัตวศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่านสำหรับกำลังใจและให้การช่วยเหลือในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ขออุทิศส่วนบุญส่วนกุศลให้กับสัตว์ทดลองที่ทำให้การศึกษานี้สำเร็จลุล่วง ขอขอบคุณตัวเองที่มีความอดทน และความพยายามมากพอที่ทำให้เล่มวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จ ผู้วิจัยหวังว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดได้ในอนาคต

อิศรา มหาวงศ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ซ

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการศึกษา 2

ขอบเขตของงานวิจัย 2

สมมุติฐานของการวิจัย 2

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ประวัติการเลี้ยงไก่ไข่ 4

ระบบการเลี้ยงไก่ไข่ 5

การผสมเทียมไก่ 7

ประโยชน์ของไข่ไก่ 10

ที่มาของการสร้างไก่ลูกผสม และสายพันธุ์ไก่ 11

พันธุ์ไก่ไข่ (Laying hens) 11

ไก่พื้นเมือง (Native chickens) 12

ไก่ลูกผสม....13
คุณลักษณะของสายแม่พันธุ์....17
ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตไข่....18
คุณภาพไข่ (egg quality)....19
ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีก....24
ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น....28
ผลกระทบของภาวะเครียดออกซิเดชันที่เกิดจากความร้อนในสัตว์ปีก....30
สารต้านอนุมูลอิสระ....31
เฮทเทอโรซีส (Heterosis)....33
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย....38
การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว....38
การทดลองที่ 2 การประเมินสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว....41
บทที่ 4 ผลการวิจัย....45
ผลการทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว....45
สมรรถภาพการสืบพันธุ์....45
อัตราการเจริญเติบโต....47
อัตราการตาย....47

ผลการทดลองที่ 2 การประเมินสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำ เชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว 49
สมรรถภาพการผลิตไข่ 49
การวิเคราะห์คุณภาพไข่ (Egg quality) 50
คุณภาพภายนอก (External quality) 50
คุณภาพภายใน (Internal quality) 54
กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ 61
เฮทเทอโรซีสสำหรับลักษณะที่ศึกษา 63
บทที่ 5 บทสรุป 66
สรุปผลการวิจัย 66
อภิปรายผล 66
ข้อเสนอแนะ 74
บรรณานุกรม 75
ภาคผนวก 92
อภิธานศัพท์ 114
ประวัติผู้วิจัย 115

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สารอาหารในไข่ไก่ 1 ฟอง 11

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตไข่ของไก่พันธุ์แท้และลูกผสม 14

ตารางที่ 3 ลักษณะอัตราการผสมติด และอัตราการฟักออก 15

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของไก่ในช่วงอายุต่างๆ 16

ตารางที่ 5 การให้ผลผลิตในแม่พันธุ์ไก่ไข่ และไก่พื้นเมือง 18

ตารางที่ 6 ลักษณะคุณภาพภายนอกฟองไข่ของไก่พันธุ์แท้และไก่ลูกผสม 21

ตารางที่ 7 ลักษณะคุณภาพภายในฟองไข่ของไก่พันธุ์แท้และไก่ลูกผสม 23

ตารางที่ 8 ปัจจัยภายนอกและภายในของการเกิดอนุมูลอิสระ 30

ตารางที่ 9 โปรแกรมวัคซีนไก่ไข่ 39

ตารางที่ 10 Assessment of reproductive efficiency of Pradu-Hangdum Chiang Mai, White Leghorn and their crossbred chickens using artificial insemination 46

ตารางที่ 11 Descriptive statistics for egg performance of PDCM, WLH and their crossbreds chickens 52

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบกรงตับ (conventional cage).....6

ภาพที่ 2 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบเสริมอุปกรณ์ (furnished cages).....6

ภาพที่ 3 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยอิสระ (free range).....7

ภาพที่ 4 ตำแหน่งของบลาสโตดิส (blastodisc).....9

ภาพที่ 5 โครงสร้างของไข่.....22

ภาพที่ 6 ฮอร์โมนที่ควบคุมการตกไข่.....26

ภาพที่ 7 อวัยวะสืบพันธุ์ของไก่เพศเมีย.....28

ภาพที่ 8 Average body weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old.....48

ภาพที่ 9 Average daily gain of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old.....48

ภาพที่ 10 Mortality of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old.....49

ภาพที่ 11 Average egg weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old.....51

ภาพที่ 12 Average shape index of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old.....53

ภาพที่ 13 Average shell thickness of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old.....54

ภาพที่ 14 Average shell weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old.....55

ภาพที่ 15 Average albumin height of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 56

ภาพที่ 16 Average albumin weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 56

ภาพที่ 17 Average yolk weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 57

ภาพที่ 18 Average Haugh unit of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 58

ภาพที่ 19 Average yolk index of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old.....58

ภาพที่ 20 Average percentage of albumin of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 59

ภาพที่ 21 Average percentage of yolk of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 60

ภาพที่ 22 Average percentage of shell of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old 60

ภาพที่ 23 Mean values of superoxide dismutase (SOD) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age.....61

ภาพที่ 24 Mean values of glutathione peroxidase (GPx) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age.....62

ภาพที่ 25 Mean values of catalase activity (CAT) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age. 63

ภาพที่ 26 Heterosis value for egg production traits. EN/Hen, egg number per hen; EWFE, egg weight at first egg; BWFE, egg weight of first egg; AFE, age at first egg; PDCM x WLH, offspring of Pradu-Hangdum Chiang Mai sires crossed to White Leghorn dams; WLH x PDCM, offspring of White Leghorn sires crossed to Pradu-Hangdum Chiang Mai dams.....64

ภาพที่ 27 Heterosis value for egg production traits. EN/Hen, egg number per hen; EWFE, egg weight at first egg; BWFE, body weight of first egg; AFE, age at first egg; PDCM x WLH, offspring of Pradu-Hangdum Chiang Mai sires crossed to White Leghorn dams; WLH x PDCM, offspring of White Leghorn sires crossed to Pradu-Hangdum Chiang Mai dams.....65

ภาพที่ 28 ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ เพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข).....97

ภาพที่ 29 ไก่เล็กฮอร์นขาว เพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข).....97

ภาพที่ 30 การรีดน้ำเชื้อไก่เพศผู้ เล็กฮอร์นขาว (ก) และประดู่หางดำเชียงใหม่ (ข).....97

ภาพที่ 31 การฉีดน้ำเชื้อผสมเพศเมีย เล็กฮอร์นขาว (ก) และประดู่หางดำเชียงใหม่ (ข)..97

ภาพที่ 32 ไข่เข้าฟัก.....98

ภาพที่ 33 การส่องไข่ ไข่ไม่มีเชื้อ (ก) และไข่มีเชื้อ (ข).....98

ภาพที่ 34 การชั่งน้ำหนักลูกไก่แรกเกิด 98

ภาพที่ 35 การเลี้ยงไก่ระยะเล็ก 99

ภาพที่ 36 การชั่งน้ำหนักลูกไก่ทุก 2 สัปดาห์ 99

ภาพที่ 37 การเลี้ยงไก่ระยะรุ่น.....99

ภาพที่ 38 การชั่งน้ำหนักเพื่อคัดเลือกขึ้นกรงตับขังเดี่ยว ประดู่หางดำเชียงใหม่ (ก),..... 100

ภาพที่ 39 แม่ไก่ขึ้นกรงตับขังเดี่ยว 100

ภาพที่ 40 การให้น้ำและอาหาร รางน้ำ (ก) และรางอาหาร (ข)..... 100

ภาพที่ 41 การเก็บไข่รายวัน 101

ภาพที่ 42 การบันทึกข้อมูลไข่ฟองแรก (ก) และการบันทึกข้อมูลผลผลิตไข่ (ข) 101
ภาพที่ 43 การวัดลักษณะคุณภาพไข่ภายนอก การชั่งน้ำหนักไข่ (ก), ความกว้างของไข่ (ข),..... 101
ภาพที่ 44 การวัดลักษณะคุณภาพไข่ภายใน ความสูงไข่ขาว (ก), ความสูงไข่แดง (ข).... 102
ภาพที่ 45 อุปกรณ์เจาะเลือด 102
ภาพที่ 46 การเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ (ก) และตัวอย่างเลือด (ข).. 102

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาของปัญหา

ไข่ไก่เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง หาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง รวมทั้งสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลากหลายประเภท ทำให้อัตราการบริโภคไข่ไก่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากข้อมูลสถิติการบริโภคไข่ไก่ พบว่า ในปี 2562 คนไทยบริโภคไข่ไก่เฉลี่ย คิดเป็นจำนวน 247 ฟองต่อคนต่อปี และเพิ่มขึ้นเป็น 282 ฟองต่อคนต่อปี ในปี 2565 (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2565) ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายรณรงค์ให้คนไทยบริโภคไข่ไก่ให้ได้ 300 ฟองต่อคนต่อปี ของหน่วยงานภาครัฐ โดยคณะทำงานกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ร่วมกับกรมอนามัย ปัจจุบันประเทศไทยผลิตไก่ไข่ จากพ่อแม่พันธุ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลัก ไก่ไข่ที่ได้จะให้ผลผลิตไข่สูง และมีคุณภาพตามความต้องการของตลาด แต่สภาพอากาศในประเทศไทยเป็นพื้นที่เขตร้อนชื้น จึงมักเกิดปัญหาเกี่ยวกับโรคระบาดประจำถิ่น และสัตว์พาหะรบกวน จากปัญหาดังกล่าว เกษตรกรผู้เลี้ยงไก่ไข่เป็นอาชีพหลัก จึงนิยมเลี้ยงไก่ไข่ในโรงเรือนระบบปิดที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนได้ และมีการจัดการอาหารและการให้อาหารที่มีคุณภาพสูง เพื่อให้ได้ปริมาณผลผลิตเป็นไปตามเป้าหมาย และได้ไข่ที่มีคุณภาพสูง แต่ในทางตรงกันข้าม ปัจจัยการผลิตเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนการผลิตที่เพิ่มสูงขึ้น จึงอาจไม่เหมาะกับเกษตรกรตามชนบท เนื่องจากรูปแบบการเลี้ยงไก่เป็นแบบปล่อยอิสระ ให้หาอาหารกินตามธรรมชาติ และอาจมีการให้อาหารข้นเสริมบ้างเล็กน้อย ดังนั้นเพื่อให้เกษตรกรตามชนบท หรือถิ่นทุรกันดาร สามารถเลี้ยงไก่ไข่และผลิตไข่ได้ด้วยตนเองในระดับครัวเรือน จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาสายพันธุ์ไก่ไข่ที่มีลักษณะเฉพาะที่เหมาะสมกับบริบทของพื้นที่ เช่น แข็งแรง ทนโรค ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศได้ หากินเก่ง และใช้อาหารที่มีคุณภาพต่ำได้ เป็นต้น

จากที่มาของปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์ไก่ เพื่อให้ได้ไก่ไข่ลูกผสมข้ามสายพันธุ์ (Cross breeding) ระหว่างไก่ไข่พันธุ์แท้ และไก่พันธุ์พื้นเมือง เพื่อรวมเอาลักษณะที่ดีของสัตว์ 2 สายพันธุ์เข้ามาไว้ในรุ่นลูก และต้องการผลของ Heterosis effect หรือ hybrid vigor เพื่อการแสดงออกให้ได้ผลผลิตตามความต้องการ รวมทั้งสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย โดยใช้ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ที่ให้ผลผลิตไข่ ประมาณ 95 - 175 ฟอง/แม่/ปี เป็นไก่พื้นเมืองไทยพันธุ์แท้อีกหนึ่งสายพันธุ์ มีความแข็งแรง ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และสามารถใช้อาหารที่มีในท้องถิ่นเลี้ยงได้ (อุดมศรี และคณะ, 2553) นำมาผสมข้ามพันธุ์กับไก่ไข่

เล็กฮอร์นขาวที่เป็นไก่ไข่พันธุ์แท้ มีลักษณะลำตัวเพรียว ขนาดตัวเล็ก มีขนสีขาวล้วน จัดเป็นไก่ที่มีรูปทรงมาตรฐานของไก่พันธุ์ไข่ที่ดี ให้ไข่เร็ว และให้ไข่ดก เปลือกไข่สีขาว มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ค่อนข้างสูง ให้ไข่ปีละประมาณ 280 – 300 ฟองต่อตัว (กรมปศุสัตว์, 2544) ดังนั้น การผสมข้ามพันธุ์โดยใช้ไก่พื้นเมืองประดู่หางดำเชียงใหม่ผสมกับไก่ไข่เล็กฮอร์นขาว อาจจะทำให้เกิดเฮทเทอโรซีสในไก่ไข่ลูกผสมที่ให้สมรรถภาพการผลิตที่สูงกว่าไก่พื้นเมือง ส่งผลให้เกษตรกรรายย่อยสามารถเลี้ยงได้ในสภาพการเลี้ยงตามชนบทได้

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาสมรรถภาพการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

2. เพื่อศึกษาสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอ็นไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่และเล็กฮอร์นขาว

ขอบเขตของงานวิจัย

โดยการวิจัยครั้งนี้ เป็นการประเมินประสิทธิภาพการผลิตของไก่ลูกผสมระหว่างไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 การทดลอง ประกอบด้วย การศึกษาที่ 1 เปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้ และไก่พันธุ์ลูกผสมระหว่างสายพันธุ์ประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว เพื่อศึกษาอิทธิพลการผสมข้ามพันธุ์ต่ออัตราการฟักออก สมรรถภาพการเจริญเติบโต และอัตราการตาย ระหว่างช่วงอายุ 0 – 16 สัปดาห์ ส่วนการศึกษาที่ 2 เป็นประเมินประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว โดยทำการเก็บข้อมูลตั้งแต่แม่ไก่เริ่มให้ผลผลิตไข่ฟองแรกจนครบ 1 ปี โดยไก่ทุกตัวถูกเลี้ยงภายใต้การจัดการ และสภาพแวดล้อมเดียวกัน เพื่อทดสอบข้อมูลการให้ไข่ฟองแรก จำนวนไข่ต่อตัวต่อปี อัตราการกินอาหาร คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของลักษณะการให้ไข่ของไก่ลูกผสมเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของพ่อแม่

สมมุติฐานของการวิจัย

สมมติฐานของงานวิจัยในครั้งนี้ คือ การพัฒนาและปรับปรุงสายพันธุ์ไก่ เพื่อผลิตไก่ลูกผสมข้ามสายพันธุ์ (Cross breeding) ระหว่างไก่ไข่พันธุ์แท้ และไก่พันธุ์พื้นเมือง เป็นการรวมเอาลักษณะที่ดีของสัตว์ 2 สายพันธุ์เข้ามาไว้ในรุ่นลูก และต้องการผลของ Heterosis effect หรือ hybrid vigor

เพื่อการแสดงออกให้ได้ผลผลิตไข่ตามเป้าหมายการผลิต รวมทั้งไก่ลูกผสมจะสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในประเทศไทย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ประวัติการเลี้ยงไก่ไข่

การเลี้ยงไก่ไข่ในอดีตประเทศไทยมีการเลี้ยงตามบ้านเพื่อบริโภคไข่หรือเนื้อ แบ่งปันให้ญาติพี่น้อง หรือจำหน่ายในตลาดท้องถิ่น ส่วนใหญ่จะมีการเลี้ยงแบบปล่อยตามธรรมชาติให้ไก่อาศัยตามใต้ถุนบ้าน ชายคา โรงนา หรือต้นไม้ ซึ่งจะเป็นพันธุ์ไก่พื้นเมือง เช่น ไก่แจ้ ไก่อู และไก่ตะเภา เป็นต้น ในปี พ.ศ. 2546 ได้มีการนำเข้าไก่พันธุ์ไข่สายพันธุ์เล็กฮอร์น โดยหม่อมเจ้าสิทธิพร กฤษฎากร นำมาเลี้ยงเพื่อการค้า แต่ไม่ประสบความสำเร็จมากนักเนื่องจากในสมัยนั้นไม่มีวัคซีน รวมทั้งยาเพื่อป้องกัน และรักษาโรคไก่ ในปี พ.ศ. 2484 หลวงสุวรรณวาจกสิกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และกรมปศุสัตว์ ได้ร่วมกันเลี้ยงไก่สายพันธุ์ต่าง ๆที่แผนกสัตว์เล็ก บางเขน ระหว่างนี้เกิดสงครามมหาเอเชียบูรพา ทำให้การเลี้ยงไก่ไข่หยุดชะงักไประยะหนึ่ง ในปี พ.ศ. 2592 ได้นำเข้าไก่โรดไอแลนด์แดงจากสหรัฐอเมริกา และไก่พันธุ์ออสตราลอปจากออสเตรเลีย เข้ามาทดลองเลี้ยงและส่งเสริมให้ประชาชนเลี้ยงเป็นอาชีพ จึงทำให้ประชาชนตื่นตัวในการเลี้ยงไก่เป็นอย่างมาก เนื่องจากจอมพล ป. พิบูลสงคราม ให้การสนับสนุน และส่งเสริมการเลี้ยงไก่เป็นอย่างมาก ในช่วงปี พ.ศ. 2494 – 2495 ได้มีการเลี้ยงไก่ลูกผสม วัตถุประสงค์เพื่อให้ได้ไข่ดก ทนทานต่อสภาพภูมิอากาศในประเทศไทย เช่น พันธุ์ออสตราไวท์ โรดบาร์ เป็นต้น นอกจากนี้องค์การอาหารและเกษตรขององค์การสหประชาชาติส่งผู้เชี่ยวชาญด้านการเลี้ยงไก่ และโรคไก่ เข้ามาช่วยเหลือ ส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงไก่ไข่ในประเทศไทย และกรมปศุสัตว์ได้ทำการศึกษา ทดลอง และผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ในการเลี้ยงไก่ไข่ จนกระทั่งการเลี้ยงไก่ไข่เริ่มเป็นที่ยอมรับของประชาชนมากขึ้น จนกลายเป็นอาชีพที่สำคัญอีกอาชีพหนึ่งของคนไทย

ในปัจจุบันแม้ว่าไก่ไข่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงมากขึ้น แต่ก็มีปัญหาและอุปสรรคในการเลี้ยง เช่น ต้นทุนค่าอาหารที่สูงขึ้น เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ให้ผลผลิตมากหรือน้อยตามฤดูกาล โรคอุบัติใหม่ ราคาพันธุ์สัตว์ ยา และวัคซีนมีการเปลี่ยนแปลงราคาที่ไม่แน่นอน จึงทำให้เกษตรกรต้องมีการปรับตัว โดยเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดที่สามารถควบคุม และป้องกันโรคต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับไก่ไข่ และเพื่อให้ได้ผลผลิตไข่เพิ่มมากขึ้น ปัจจัยต่าง ๆเหล่านี้ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นเช่นเดียวกัน ประกอบกับประชากรในประเทศที่เพิ่มมากขึ้น จึงมีความต้องการบริโภคไข่ไก่เพิ่มขึ้น โดยปี พบว่า ในปี 2562 คนไทยบริโภคไข่ไก่เฉลี่ย คิดเป็นจำนวน 247 ฟองต่อคนต่อปี และเพิ่มขึ้นเป็น 282 ฟองต่อคนต่อปี ในปี 2565 (สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล, 2565) หน่วยงานภาครัฐโดยกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ร่วมกับกรมอนามัย และคณะทำงานโครงการรณรงค์บริโภคไข่ไก่ให้ได้ 300 ฟองต่อคนต่อปี โดยความต้องการบริโภคไข่ไก่ของผู้บริโภคส่วนใหญ่

จะคำนึงถึงคุณภาพ และความปลอดภัย จึงส่งผลให้ผู้ผลิตต้องคำนึงถึงหลักสวัสดิภาพสัตว์ (Animal Welfare) มากขึ้น โดยคณะกรรมการด้านสวัสดิภาพสัตว์แห่งราชอาณาจักร (United Kingdom farm animal welfare council; FAWC) กำหนดให้ระบบการเลี้ยงสัตว์ต้องคำนึงถึงสัตว์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ ถึงจะส่งผลให้สุขภาพร่างกายสมบูรณ์แข็งแรงตามหลักสวัสดิภาพสัตว์ (animal welfare) โดยยึดหลักอิสรภาพ 5 ประการ (Mellor, 2016) คือ

1. สัตว์ที่เลี้ยงมีอิสระจากความหิว กระหาย และการให้อาหารที่ไม่ถูกต้อง (Freedom from thirst, hunger and malnutrition)

2. อิสระจากความไม่สะดวกสบายและการถูกสัมผัส (Freedom from discomfort and exposure)

3. มีอิสระจากความเจ็บปวด การบาดเจ็บ และโรค (Freedom from pain, injury and disease)

4. มีอิสระจากความกลัวและความทุกข์ทรมาน (Freedom from fear and distress)

5. มีอิสระในการแสดงพฤติกรรมตามปกติของสัตว์ (Freedom to express normal behavior)

ระบบการเลี้ยงไก่ไข่

1. ระบบการเลี้ยงแบบกรงตับ (conventional cage)

โรงเรือนมี 2 ลักษณะ คือ โรงเรือนระบบเปิด และโรงเรือนระบบปิด ภายในโรงเรือนเป็นกรงตับพื้นลวด ตามมาตรฐานสากลควรมีพื้นที่ต่อตัวอย่างน้อยที่สุด 450 ตารางเซนติเมตร (Abrahamsson and Tauson, 1995) หากมีพื้นที่ต่ำกว่า 450 ตารางเซนติเมตร ถือเป็นพื้นที่เสี่ยงต่อสวัสดิภาพไก่ไข่ แต่ปัจจุบันกำหนดว่าควรมีพื้นที่ต่อตัวไม่ต่ำกว่า 750 ตารางเซนติเมตร (Tactacan et al., 2009) ลักษณะกรงขังเดี่ยวเรียงต่อกันเป็นแถวยาว อาจซ้อนกันหรือซ้อนแบบเหลื่อมกัน และการวางกรงหลายชั้นในแนวตั้ง ตั้งกรงสูงจากพื้นประมาณ 60 เซนติเมตร มีรางอาหาร และรางน้ำ พื้นกรงมีลักษณะลาดเอียง (slope) และมีรางรองรับไข่ด้านหน้า การเลี้ยงคำนึงถึงการให้อาหาร น้ำ แสง และโปรแกรมการจัดการด้านสุขภาพ (AHAW, 2005)

ภาพที่ 1 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบกรงตับ (conventional cage)

2. ระบบการเลี้ยงโดยคำนึงถึงสวัสดิภาพของไก่ไข่

เป็นการเลี้ยงแบบเสริมอุปกรณ์ (furnished cages) ลักษณะคล้ายระบบโรงเรือนกรงตับแบบเก่าแต่เพิ่มพื้นที่ต่อตัว รวมทั้งความสูงของกรง เสริมอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้ไก่สามารถแสดงพฤติกรรมตามธรรมชาติได้ โดยมีข้อกำหนด ดังนี้ (Weber et al., 2003)

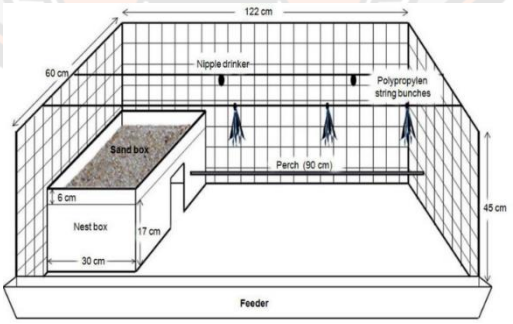
พื้นกรงมีพื้นที่ต่อตัวไม่น้อยกว่า 750 ตารางเซนติเมตร และใน 600 ตารางเซนติเมตร ไม่รวมพื้นที่ของกล่องรังไข่

ความสูงของกรงไม่ต่ำกว่า 45 เซนติเมตร นับจากพื้นกรง

รังไข่ (Nest)

วัสดุสำหรับคุ้ยเขี่ย

คอน (Perch) ความยาว 15 เซนติเมตรต่อตัว



ภาพที่ 2 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบเสริมอุปกรณ์ (furnished cages)

ที่มา: Matur et al. (2015)

3. ระบบปล่อยอิสระ (free range)

เป็นการเลี้ยงไก่ไข่ที่ปล่อยออกนอกโรงเรือนได้อย่างอิสระ เพื่อให้ไก่แสดงพฤติกรรมทางธรรมชาติ โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

พื้นที่ภายในโรงเรือน 4- 5 ตัวต่อตารางเมตร

พื้นที่ปล่อยอิสระมีหญ้า หรือพืชผักให้กิน 4 ตารางเมตรต่อตัว

มีรังไข่ให้ไก่อย่างน้อย 7 แม่ต่อ 1 รัง

ภายในมีคอนนอนอย่างน้อย 15 เซนติเมตรต่อตัว

ภาพที่ 3 ลักษณะการเลี้ยงไก่ไข่แบบปล่อยอิสระ (free range)

การผสมเทียมไก่

การผสมเทียมในสัตว์ปีก เป็นการนำน้ำเชื้อ (semen) จากพ่อพันธุ์สัตว์ปีกฉีดเข้าไปในระบบสืบพันธุ์ของแม่พันธุ์ เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิระหว่างไข่กับอสุจิ วิธีการผสมเทียมมักใช้ในกรณีที่ต้องการให้พ่อพันธุ์ที่มีลักษณะดีเด่นผสมกับแม่พันธุ์ให้มากที่สุด เนื่องจากการหลั่งน้ำเชื้อของพ่อพันธุ์ในแต่ละครั้ง สามารถนำน้ำเชื้อไปเจือจาง และฉีดให้กับแม่พันธุ์หลายตัว และนอกจากนี้สามารถใช้สำหรับที่ไก่ที่เลี้ยงบนกรงตับได้ด้วย (วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, 2531)

การผสมเทียมไก่นิยมใช้น้ำเชื้อสด (fresh semen) โดยมีอุปกรณ์ และขั้นตอน ดังนี้

- สารละลายน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85 หรือ 0.90% ใช้สำหรับเจือจางน้ำเชื้อ
- กระบอกฉีดยา (Insuline syringe) ขนาด 1 มิลลิลิตร
- ภาชนะผิวเรียบเพื่อรองรับน้ำเชื้อ

ประโยชน์ของการผสมเทียมในสัตว์ปีก ดังนี้ (สุรชัย ชาครียรัตน์, 2530; สุจินต์ สิมารักษ์, 2532)

1. ช่วยให้ประหยัดการเลี้ยงดูพ่อพันธุ์ลง ประมาณ 3-5 เท่าของจำนวนพ่อพันธุ์ที่จะต้องเลี้ยงดูในกรณีที่ใช้วิธีผสม พันธุ์ตามธรรมชาติ และถ้าทำการเจือจางน้ำเชื้อสามารถใช้ผสมแม่พันธุ์ได้ จำนวนมากขึ้น กว่าการผสมแบบธรรมชาติ

2. ทำให้ประหยัดโรงเรือนและพื้นที่เลี้ยงดูฝูงผสมพันธุ์ลง เนื่องจากการผสมเทียมจะแยกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์เลี้ยงไว้ในกรงตับ เมื่อเทียบกับการเลี้ยงดูพ่อแม่พันธุ์ โดยใช้โรงเรือนผสมพันธุ์และการผสมเทียมในระบบการเลี้ยงแบบขังกรง ทำให้อัตราการฟักออกเป็นตัวของไก่สูงขึ้น และยังมีส่วนช่วยในการดูแลสัตว์แต่ละตัวดีขึ้น การเก็บบันทึกสมบูรณ์ขึ้น

3. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผสมพันธุ์ในสัตว์ปีกขนาดใหญ่ เช่น ห่าน ไก่งวง และเป็ดเนื้อ (เพศผู้ 1: เพศเมีย 5) ซึ่ง มีขนาดร่างกายใหญ่ ไม่คล่องตัวในการผสมพันธุ์ มีผลทำให้อัตราการมีเชื้อของไข่และเปอร์เซ็นต์การฟักออกต่ำ และการผสมเทียมมีประสิทธิภาพสูงกว่าการผสมจริงมาก

4. ทำให้เกิดการผสมข้ามพันธุ์ขึ้นในสัตว์ปีกได้ ซึ่งโดยธรรมชาติจะไม่ผสมกันเอง เช่น พ่อไก่กับแม่ไก่ฟ้า พ่อไก่กับ แม่ไก่ตๆก เป็นต้น

5. เป็นเครื่องมืออันสำคัญยิ่งในการขยายพันธุ์สัตว์พันธุ์ดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพ่อพันธุ์ที่ได้ผ่านการทดสอบมาแล้ว ว่าจะให้ลูกที่มีคุณสมบัติเป็นเลิศ เช่น เจริญเติบโตรวดเร็วในไก่หรือเป็ดเนื้อ หรือไข่ดก มีตับไข่หลายฟอง เช่น ไก่ไข่ พ่อพันธุ์ที่ว่าจะมีอยู่น้อยตัว การรีดน้ำเชื้อและใช้วิธีการผสมเทียม จะทำให้การขยายพันธุ์ ดังกล่าวเป็นไปอย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพยิ่ง

6. ใช้ผสมเทียมแทนการผสมแบบธรรมชาติ ในกรณีที่การผสมแบบธรรมชาติให้ความสมบูรณ์พันธุ์ (fertility) ต่ำ เช่น ในเป็ดเนื้อที่เกิดจากการผสมระหว่างเป็ดเทศกับเป็ดเพศเมีย หรือการผสมไก่งวงที่พ่อพันธุ์ตัว ใหญ่มีน้ำหนักมากกว่าตัวเมีย ทั้งสองกรณีนี้เกิดจากการต้องการในการผลิตเนื้อสัตว์ที่โตเร็ว

7. ช่วยในการทดสอบพ่อพันธุ์โดยใช้ลูก (progeny testing) และควบคุมแผนการผสมพันธุ์ได้ โดยใช้น้ำเชื้อของพ่อพันธุ์ที่ต้องการผสมกับแม่พันธุ์ที่ต้องการได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้สะดวกในการขนย้ายน้ำเชื้อไปใช้ในฟาร์มอื่น ๆด้วย

8. ช่วยในการคัดเลือกพ่อพันธุ์ เพราะการผสมเทียมจำเป็นต้องมีการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ ซึ่งมีผลดี เนื่องจากพ่อพันธุ์แต่ละตัวมีความแปรปรวนในการผสมพันธุ์สูง

9. ช่วยแก้ปัญหากรณีที่ในฤดูกาลที่การผลิตต่ำ ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำในฝูง หรือเพราะสาเหตุจากโรค โดยทำการผสมเทียม

ปัจจัยที่มีผลต่อการสมบูรณ์พันธุ์ (นิรัตน์ กองรัตนานันท์, 2557)

ความสมบูรณ์ (fertility) คือ อัตราการผสมติด ประกอบด้วยปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่

- อายุและสายพันธุ์ อัตราการผสมติดจะลดลงเมื่อไก่มีอายุมากขึ้น
- อาหาร โดยเฉพาะวิตามินอีมีความสำคัญต่อระบบสืบพันธุ์
- สภาวะความเครียด เช่น อากาศร้อน การขังแน่น เป็นต้น ทำให้อัตราการผสมติดลดลง
- อัตราการไข่ แม่ไก่ที่ให้ไข่ดกมักมีแนวโน้มอัตราการผสมติดสูง
- ทักษะของคนฉีดน้ำเชื้อ
- ความถี่และเวลาในการฉีดน้ำเชื้อ ความถี่ในการฉีดน้ำเชื้อ ควรฉีดอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง การฉีดน้ำเชื้อสัปดาห์ละ 2 – 3 ครั้ง จะมีผลทำให้อัตราการผสมติดสูงขึ้น

เวลาในการฉีดน้ำเชื้อ เวลาที่เหมาะสมคือช่วงบ่ายสองโมง - บ่ายสี่โมง เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่แม่ไก่ส่วนใหญ่วางไข่เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นจึงไม่มีฟองไข่ตกค้างอยู่ในท่อนำไข่ เนื่องจากบริเวณที่เป็นที่อยู่ของนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของไก่เรียกว่า บลาสโตดิส (blastodisc) หรืออาจเรียกอย่างง่ายว่าจุดกำเนิด ลักษณะจุดกลมๆขนาดเล็ก มีสีขาวลอยตัวอยู่บนผิวของไข่แดง ภาพที่ 4 เป็นบริเวณที่เกิดการปฏิสนธิกับอสุจิ ในช่วงบ่ายเป็นเวลาที่ไก่ส่วนใหญ่จะเริ่มมีขบวนการตกไข่ ฟองไข่จะหลุดออกมาจากรังไข่เคลื่อนที่เข้าสู่ท่อนำไข่ส่วนต้น ซึ่งมีลักษณะคล้ายปากแตร เรียกว่า อินฟันดิบูลัม (infundibulum) ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่ยังไม่มีการสร้างไข่ขาว เยื่อเปลือกไข่ หรือเปลือกไข่ออกมาหุ้มไข่แดง จึงทำให้อสุจิสามารถเจาะเยื่อหุ้มเซลล์ไข่เข้าไปผสมกับนิวเคลียสของเซลล์ไข่ บริเวณบลาสโตดีสได้อย่างง่ายดาย

ภาพที่ 4 ตำแหน่งของบลาสโตดิส (blastodisc)

ที่มา : yellow birch hobby farm (2013)

การเก็บไข่มีเชื้อ ควรเริ่มเก็บไข่ในวันที่ 3 หลังจากวันที่ฉีดน้ำเชื้อ โดยปกติสามารถเก็บไข่พันธุ์ติดต่อกันได้ประมาณ 7 วัน เพื่อนำไปเข้าในตู้ฟัก สำหรับไก่ที่ไก่วางไข่ในช่วง 2 วันแรกอาจมีบางฟองเป็นไข่ที่ยังได้รับการผสมกับอสุจิ

ประโยชน์ของไข่ไก่

ไข่ไก่เป็นแหล่งอาหารที่มีราคาไม่แพง มีคุณค่าทางโภชนาการ ไข่เป็นแหล่งโปรตีนคุณภาพสูง ราคาถูก วิตามินบางชนิด และแร่ธาตุ สารอาหารส่วนใหญ่มีประโยชน์ทางชีวภาพสูง องค์ประกอบของไขมัน ขึ้นอยู่กับอาหารที่ให้ไก่กิน (Seuss-Baum and Nau, 2011) ไข่ 1 ฟองมีโปรตีน 6 กรัม ให้พลังงาน 77 แคลอรี (ตารางที่ 1) ไข่ 1 ฟอง ประกอบไปด้วยไข่ขาว และไข่แดง

1 ไข่ขาว ส่วนประกอบหลักคือน้ำ ประมาณ 88 เปอร์เซนต์ มีพลังงาน 15 แคลอรี และมีโปรตีนคุณภาพดี ซึ่งมีความจำเป็นในการสร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ เพื่อการเจริญเติบโต เป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ และฮอร์โมนทุกชนิด รวมทั้งมีกรดอะมิโนจำเป็น (essential amino acid) ครบทุกชนิด คือ ฮีสทิดีน (Histidine), ไอโซลิวซีน (Isoleucine), ลิวซีน (Leucine), วาลีน (Valine), ไลซีน (Lysine), เมไธโอนีน (Methionine), ฟีนิลอะลานีน (Phenylalanine), ทรีโอนีน (Threonine) และทริปโตแฟน (Tryptophan)

2 ไข่แดง มีส่วนประกอบของน้ำประมาณ 49.5 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 15.5 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 32.6 เปอร์เซ็นต์ ให้พลังงาน 60 แคลอรี คาร์โบไฮเดรต 1 เปอร์เซ็นต์ แร่ธาตุต่าง ๆ 1 เปอร์เซ็นต์ และวิตามินต่าง ๆอีกเล็กน้อย ในไข่แดงมีคลอเลสเตอรอล มีคำแนะนำในการบริโภคคอเลสเตอรอลไม่ควรเกิน 300 มิลิลิกรัมต่อวัน ซึ่งไข่ 1 ฟอง มีคลอเลสเตอรอลประมาณ 200 มิลิกรัม สารอาหารที่จำเป็นและพบในไข่แดงโดยเฉพาะวิตามินที่ละลายในไขมัน คือ วิตามินเอ หรือเรตินอล (Retinol) วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค **ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนที่ทำหน้าที่ควบคุมการแข็งตัวของเลือด** รวมทั้งวิตามินบี2 วิตามินบี9 วิตามินบี6 โฟเลต (folate) วิตามินบี 12 และมีเกลือแร่ 13 ชนิด ได้แก่ แคลเซี่ยม (calcium) แมกนีเซียม (magnesium) ธาตุเหล็ก (iron) โปแตสเซี่ยม (potassium) โซเดียม (sodium) และซีลีเนี่ยม (selenium) โดยแร่ธาตุเหล่านี้จะอยู่ในไข่แดงมากกว่าไข่ขาว และยังมีสารลูเที่ยน (Lutein) และซีแซนทิน (Zeaxanthin) เป็นสารจำพวกแคโรทีน มีคุณสมบัติป้องกันการเสื่อมสภาพของจอรับภาพที่ตา ในไข่จะพบโคลีน (Choline) จัดอยู่ในกลุ่มของวิตามินบี เป็นสาระสำคัญที่ช่วยในการควบคุมการทำงานของสมอง ระบบประสาท และระบบไหลเวียนของเลือด

ตารางที่ 1 สารอาหารในไข่ไก่ 1 ฟอง

สารอาหาร	ไข่ทั้งฟอง	ไข่ขาว	ไข่แดง
น้ำ (ก)	37.7	29.3	8.1
พลังงาน (แคลอรี)	72.0	17.0	55.0
โปรตีน (ก)	6.29	3.60	2.70
ไขมัน (ก)	5.00	0.0	5.0
คาร์โบไฮเดรต (ก)	0.39	0.21	0.61
เถ้า (ก)	0.47	0.21	0.29
แร่ธาตุ (มก)	412.4	255.0	187.4
วิตามินเอ (IU)	244.0		224.0
วิตามินดี (IU)	18.0		18.0
วิตามินอี (มก)	0.48		0.48
วิตามินบี (มก)	221.5	2.03	220.7

ที่มา : Watson (2002)

ที่มาของการสร้างไก่ลูกผสม และสายพันธุ์ไก่

การเลี้ยงไก่ไข่ในชนบท หรือในพื้นที่ในถิ่นทุรกันดาร จำเป็นที่จะต้องมีพันธุ์ไก่ไข่ที่แข็งแรง เพื่อที่จะมีชีวิตรอดและให้ผลผลิตให้แก่กลุ่มเกษตรกร หรือโรงเรียนที่ได้รับการสนับสนุนได้ สามารถใช้อาหาร หรือวัตถุดิบในท้องถิ่นเลี้ยงไก่ได้ โดยการศึกษาในครั้งนี้ เป็นการนำไก่สายพันธุ์ไข่เล็กฮอร์นขาว และไก่พื้นเมืองประดู่หางดำเชียงใหม่ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ดีที่กรมปศุสัตว์อนุรักษ์และพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง นำมาผสมข้ามพันธุ์กัน วัตถุประสงค์ เพื่อให้ได้ไก่ลูกผสมที่ให้ไข่ดกมากกว่าไก่พื้นเมือง และสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมในชนบทได้

พันธุ์ไก่ไข่ (Laying hens)

1. โร๊ดไอส์แลนด์แดง (Rhode Island Red) หรือเรียกว่าไก่โร๊ด เป็นไก่สายพันธุ์เก่าแก่พันธุ์หนึ่ง มีอายุกว่า 100 ปี โดยการผสมและคัดเลือกพันธุ์มาจากไก่มาเลย์แดง เซี่ยงไฮ้แดง เล็กฮอร์นสีน้ำตาล ไวยันดอทท์ และบราห์มาส์ ไก่โร๊ดไอแลนด์แดงมี 2 ชนิดคือ ชนิดหงอนกุหลาบ และชนิดหงอนจักร แต่ที่นิยมเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายเป็นชนิดหงอนจักร (กรมปศุสัตว์, 2544) ไก่โร๊ดไอส์แลนด์แดงหงอนจักรมีขนสีน้ำตาลแกมแดง ผิวหนังและแข้งสีเหลือง แผ่นหูสีแดง เปลือกไข่สีน้ำตาล ลักษณะนิสัยเชื่อง แข็งแรง ปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี เริ่มไข่เมื่ออายุประมาณ 5½ - 6 เดือน โดยให้ไข่ปีละประมาณ 280 – 300 ฟอง น้ำหนักตัวเมื่อโตเต็มที่เพศผู้ หนัก 3.1 – 4.0 กิโลกรัม

เพศเมียหนัก 2.2 – 4.0 กิโลกรัม ในอดีตนิยมเลี้ยงเป็นไก่ไข่เพราะให้ไข่ดก แต่ปัจจุบันนิยมเลี้ยงเป็นไก่ต้นพันธุ์ ในการผลิตไก่ไข่ลูกผสมทางการค้า เพื่อให้ได้ลูกผสมที่สามารถคัดเพศได้ตั้งแต่แรกเกิด โดยดูความแตกต่างของสีขน

2. บาร์พลีมัทร็อค (Barred Plymouth Rock) หรือไก่บาร์ เป็นไก่ที่มีขนสีบาร์ คือมีสีดำสลับขาวตามขวางของขน หงอนจักร ผิวหนังสีเหลือง เปลือกไข่สีน้ำตาล เริ่มให้ไข่เมื่ออายุประมาณ 5½ - 6 เดือน เป็นพันธุ์ที่ได้ผสมและคัดเลือกพันธุ์ขึ้นประมาณ ค.ศ. 1865 โดยการผสมระหว่างไก่เพศผู้พันธุ์โดมินิคกับไก่เพศเมียพันธุ์โคชินดำหรือจาวาดำ ปัจจุบันใช้เป็นสายแม่พันธุ์ผสมกับไก่เพศผู้พันธุ์โร๊ดไอส์แลนด์แดง หรือนิวแฮมเชียร์ ลูกผสมที่ได้สามารถคัดเพศเมียเมื่ออายุ 1 วันได้ โดยลูกผสมตัวเมียจะมีขนสีดำและให้ไข่ดก ส่วนลูกผสมตัวผู้มีสีบาร์ (กรมปศุสัตว์, 2544)

3. เล็กฮอร์นขาว (White Leghorn) เป็นไก่ที่มีถิ่นกำเนิดในประเทศ อิตาลี เป็นไก่พันธุ์แท้ประเภทพันธุ์ไข่ ลักษณะของไก่พันธุ์เล็กฮอร์นมีลักษณะลำตัวเพรียว ขนาดตัวเล็ก มีขนสีขาวล้วน จัดเป็นไก่ที่มีรูปทรงมาตรฐานของไก่พันธุ์ไข่ที่ดี ให้ไข่เร็ว และให้ไข่ดก เปลือกไข่สีขาว มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ค่อนข้างสูง ให้ไข่ปีละประมาณ 280 – 300 ฟองต่อตัว เพศผู้เมื่อโตเต็มที่หนัก 2.2 – 2.9 กิโลกรัม เพศเมียหนัก 1.8 - 2.2 กิโลกรัม เริ่มไข่เมื่ออายุ 4.5 - 5 เดือน ปัจจุบันนิยมใช้ไก่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวผสมข้ามสายพันธุ์ตั้งแต่สองสายพันธุ์ขึ้นไป เพื่อผลิตเป็นไก่ไข่ลูกผสมเพื่อการค้า (กรมปศุสัตว์, 2544) ไก่ไข่เล็กฮอร์นสามารถให้ผลผลิตที่ดีในสภาพอากาศร้อน (Siegel, 1985) ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะมวลร่างกายที่ต่ำ (Smith and Oliver, 1971)

ไก่พื้นเมือง (Native chickens)

1. ประดู่หางดำเชียงใหม่ (Pradu Hangdam Chiang Mai) เป็นไก่ที่พบในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศ ได้รับการพัฒนาพันธุ์จากศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์เชียงใหม่ เป็นสายพันธุ์ไก่ชนที่มีปากสีดำ ปากอูมใหญ่ ตาสีประดู่ หรือแดงอมม่วง หรือตาออกสีดำ หรือตาสีแดง หงอนหิน สร้อยคอสีประดู่ ยาวประบ่า ปีกใหญ่ยาว สร้อยปีกสีเดียวกับสร้อยคอ ขนลำตัว ขนปีกสีดำ โคนขาใหญ่ อกกว้าง และยาว ขา แข้ง เล็บ และเดือยสีดำ เพศเมียสีเดียวกับเพศผู้แต่ไม่มีสร้อย (กรมปศุสัตว์, 2546) ผลผลิตไข่ 95 - 175 ฟอง/แม่/ปี เปลือกไข่สีนวล น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ เพศผู้หนัก 3.58 กิโลกรัม เพศเมียหนัก 2.38 กิโลกรัม ไก่สายพันธุ์นี้เป็นไก่พื้นเมืองไทย จึงมีความแข็งแรงทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี และสามารถใช้อาหารที่มีในท้องถิ่นเลี้ยงได้ (อุดมศรี และคณะ, 2553)

2. ไก่แดงสุราษฎร์ธานี (Dang Surathani) เป็นไก่พื้นเมืองไทย กรมปศุสัตว์โดยศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์สุราษฎร์ธานี อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ และให้ชื่อว่า "ไก่แดงสุราษฎร์ธานี" แหล่งที่เลี้ยงพบมากในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย ลักษณะภายนอกประจำพันธุ์โดยเพศผู้ มีสร้อยคอสีแดง ขนหางสีแดง-ดำ ขนลำตัวสีแดง แข้ง ปากสีเหลือง

ใบหน้าสีแดง หงอนถั่ว และเพศเมีย ลักษณะเหมือนเพศผู้ ยกเว้น ไม่มีขนสร้อยคอและมีขนหางสีแดง น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ 3.02 กิโลกรัม เพศเมีย 2.03 กิโลกรัม ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (FCR) 3.6 มีอัตราการตาย (Mortality) 3.4 % อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก 181 - 203 วัน และให้ผลผลิตไข่ 78 – 140 ฟอง/แม่/ปี เปลือกไข่สีนวล

3. ไก่เหลืองหางขาวกบินทร์บุรี (Lueng Hang Kao Kabinburi) เป็นไก่พันธุ์พื้นเมืองไทย กรมปศุสัตว์ โดยศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์กบินทร์บุรี อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์และให้ชื่อว่า "ไก่เหลืองหางขาวกบินทร์บุรี" แหล่งที่เลี้ยงพบมากในพื้นที่ภาคตะวันออกของประเทศไทย ลักษณะภายนอกประจำพันธุ์ เพศผู้ มีสร้อยคอ สร้อยหลัง และสร้อยปีกสีเหลืองหรือเหลืองส้ม ขนลำตัวสีดำแซมกระขาว ขนหางสีดำแซมขาว ใบหน้าสีแดง หงอนถั่ว แข้งและปากสีเหลือง เพศเมีย มีปากเหลือง แข้งเหลือง ขนลำตัวดำ มีกระขาวเล็กน้อย ลักษณะทางเศรษฐกิจ น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ 3.14 กิโลกรัม เพศเมีย 2.28 กิโลกรัม อัตราการตาย (Mortality) 1.5 % อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก 177 - 201 วัน ผลผลิตไข่ 83 - 143 ฟอง/แม่/ปี เปลือกไข่สีนวล

4. ไก่ชีท่าพระ (Chee Tha Pra) เป็นไก่พื้นเมืองไทย กรมปศุสัตว์ โดยศูนย์วิจัยและบำรุงพันธุ์สัตว์ท่าพระ อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น ได้ทำการคัดเลือกพันธุ์ และให้ชื่อว่า "ไก่ชีท่าพระ" แหล่งที่เลี้ยงพบมากในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ลักษณะภายนอกประจำพันธุ์ เพศผู้ มีสร้อยคอสีขาวหรือสีงาช้าง ขนหาง ขนลำตัวสีขาว แข้ง ปากสีเหลือง ใบหน้าสีแดง หงอนถั่ว เพศเมีย ลักษณะเหมือนเพศผู้ยกเว้นที่ไม่มีขนสร้อยคอ น้ำหนักเมื่อโตเต็มที่ เพศผู้ 2.6 กิโลกรัม เพศเมีย 1.8 กิโลกรัม อัตราการตาย(Mortality) 2.3 % อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก 203 - 245 วัน การให้ผลผลิตไข่ 72 -160 ฟอง/แม่/ปี เปลือกไข่สีนวล

ไก่ลูกผสม

เป็นไก่ที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างไก่พันธุ์แท้ 2 พันธุ์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ได้ ไก่ที่ให้ไข่ดก โตเร็ว เพื่อเป็นการผลิตไข่ในราคาที่ถูกที่สุด ส่วนมากแล้วการผสมไก่ประเภทนี้ลูกผสมที่ได้จะมีลักษณะบางอย่างที่ดีกว่าพ่อแม่พันธุ์ โดยเฉพาะความทนทานต่อโรค ไก่ลูกผสมที่ยังมีผู้นิยมเลี้ยง ได้แก่ ไก่ลูกผสมระหว่างพ่อโร๊ด x แม่บาร์, พ่อบาร์ x แม่โร๊ด, เล็กฮอร์น x โร๊ด, โร๊ด x ไฮบริด และลูกผสม 3 สายเลือด คือ ลูกตัวเมียที่ได้จากลูกผสมพ่อโร๊ด x แม่บาร์ นำไปผสมกับพ่อไก่อู ลูกผสมที่ได้จะมีเนื้อดี โตเร็ว และไข่ดีพอสมควร เหมาะสำหรับนำไปเลี้ยงเป็นรายได้เสริม

วัตถุประสงค์ของการผสมข้ามพันธุ์เพื่อให้ลูกผสมที่เกิดมาเป็นอภิชาตพันธุ์ (heterosis) หมายถึง ลูกผสมที่เกิดจากการผสมขามพันธุ์มีความสามารถแสดงลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ผลผลิตไข่ อัตราการอยู่รอด เหนือกวาคาเฉลี่ยของพันธุที่นำมาเปนพ่อ แม่พันธุ์ รวมทั้งเพื่อศึกษา

ความสามารถในการฟักไข่ น้ำหนักลูกไก่แรกเกิด และความสามารถในการอยู่รอดของลูกไก่ จากรายงานของ Dudley (1944) ได้นำไก่เล็กฮอร์นขาว ผสมข้ามพันธุ์กับไก่โร๊ดไอแลนด์เรด พบว่าไก่ลูกผสมให้ผลผลิตไข่สูงกว่าพันธุ์แท้เล็กฮอร์น และ โร๊ดไอแลนด์เรด และอัตราการตายของลูกผสมมีค่าต่ำกว่าพ่อแม่พันธุ์แท้ สอดคล้องกับ เฉลิมพล และอุดมศรี (2552) รายงานว่า ไก่ลูกผสมพ่อพันธุ์โร๊ดไอส์แลนด์เรด กับแม่พันธุ์บาร์พลีมัทร็อค ให้ผลผลิตไข่สูงกว่า พ่อแม่พันธุ์แท้ ส่วนของอัตราการผสมติด และอัตราการฟักออกของไข่ฟัก จากการศึกษาของ Ibrahim et al. (2019) พบว่าในไก่ลูกผสมมีอัตราความสามารถในการฟักออกไข่เพิ่มขึ้นประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ และ Malago and Baitilwake (2009) พบว่าในไก่ลูกผสมมีค่าอัตราการฟักออกสูงกว่าไก่พันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Zelleke et al. (2005) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และเปอร์เซ็นต์ฟักออกของไข่ฟักของไก่ลูกผสมระหว่างโรดไอส์แลนด์เรด และเล็กฮอร์นขาวสูงกว่าโร๊ดไอส์แลนด์เรด แต่ต่ำกว่าเล็กฮอร์นขาว ในด้านลักษณะการเจริญเติบโตของน้ำหนักตัว (body weight) การศึกษาการเจริญเติบโตของไก่แต่ละสายพันธุ์ อายุ และเพศ เป็นปัจจัยที่มีผลต่อน้ำหนักตัว จากผลการศึกษาน้ำหนักตัวแรกเกิด ถึงน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 12 สัปดาห์ น้ำหนักเฉลี่ยของไก่ลูกผสมจะมีค่าเท่ากับ หรือมากกว่าไก่พันธุ์แท้

ตารางที่ 2 สมรรถภาพการผลิตไข่ของไก่พันธุ์แท้และลูกผสม

สายพันธุ์	อายุเมื่อไข่ฟองแรก (วัน)	น้ำหนักไข่ฟองแรก(ก)	น้ำหนักตัวเมื่อไข่ฟองแรก (ก)	ผลผลิตไข่ (ฟอง)	อ้างอิง
พันธุ์แท้					
ประดู่หางดำ	188	39.4	2,037	139	อุดมศรี และคณะ (2553)
White leghorn	141.19	40.41	1,354.70	-	กาญจนา และสุรีรัตน์ (2558)
White leghorn	190.4	-	1,822.87	194.4	Dudley (1944)
White leghorn	155	-	-	146	Goraga et al. (2012)
New Hampshire	146	-	-	204	Goraga et al. (2012)
RIR	210.9	-	2,372.85	196.8	Dudley (1944)
RIR	175.41	43.07	1,976.10	270.66	เฉลิมพล และอุดมศรี (2552)
BB	176.83	37.36	1,687.77	255.96	เฉลิมพล และอุดมศรี (2552)
ลูกผสม					
PDCM x SCWL	188.44	37.65	1,848.11	239.82	มนทกานต์ และเฉลิมพล 2562)
SCWL x PDCM	184.05	36.30	1,863.34	273.30	มนทกานต์ และเฉลิมพล (2562)
Hilly x Fayoumi	147.5	35.98	1,350	-	Das et al. (2018)
RIR x WL	199.3	-	2,131.88	197	Dudley (1944)

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สายพันธุ์	อายุเมื่อไข่ฟองแรก (วัน)	น้ำหนักไข่ฟองแรก(ก)	น้ำหนักตัวเมื่อไข่ฟองแรก (ก)	ผลผลิตไข่ (ฟอง)	อ้างอิง
WL x RIR	186.1	-	2,035.50	204.5	Dudley (1944)
RIR x BB	169.08	41.31	1,941.51	273.49	เฉลิมพล และอุดมศรี (2552)
NHI x WL77	146	-	-	214	Goraga et al. (2012)
WL77 x NHI	143	-	-	224	Goraga et al. (2012)

WL77 = White leghorn; NHI **=** New Hampshire; PDCM x SCWL = Pradu Hangdam Chiang Mai male x Single comb white Leghorn female; SCWL x PDCM = Single comb white Leghorn male x Pradu Hangdam Chiang Mai female; Hilly x Fayoumi = Hilly male x Fayoumi female; RIR x WL = Rhode Island Red male x White leghorn female; WL x RIR = White leghorn male x Rhode Island Red female; RIR x BB = Rhode Island Red male x Barred Plymouth Rock female; NHI x WL77 = New Hampshire male x White leghorn female; WL77 x NHI = White leghorn male x New Hampshire female

ตารางที่ 3 ลักษณะอัตราการผสมติด และอัตราการฟักออก

สายพันธุ์	ลักษณะที่ศึกษา							อ้างอิง
	ไข่มีเชื้อ (%)	ลูกเกิดจากไข่มีเชื้อ (%)	ลูกเกิดจากไข่ทั้งหมด (%)	ไข่เชื้อตาย (%)	ไข่ตายโคม (%)	ลูกไก่ปกติ (%)	ลูกไก่พิการ (%)	
BPR	88.80	88.59	81.28	2.68	4.94	97.73	2.27	Islam et al. (2002)
WLH	94.78	90.15	86.08	2.96	6.20	97.90	1.43	Islam et al. (2002)
WLH	96.11	97.12	93.33	-	-	-	-	Zelleke et al. (2005)
RIR	88.29	88.37	79.57	3.73	5.18	98.56	1.44	Islam et al. (2002)
RIR	82.97	76.67	59.49	-	-	-	-	Zelleke et al. (2005)
RIR	91.10	64.00		2.00		60.60		Malago and Baitilwake (2009)
WR	92.16	91.93	84.85	3.09	5.08	96.49	32.51	Islam et al. (2002)
Local	92.00	52.20	-	15.00	-	50.00	-	Malago and Baitilwake (2009)

ตารางที่ 3 (ต่อ)

สายพันธุ์	ลักษณะที่ศึกษา							อ้างอิง
	ไข่มีเชื้อ (%)	ลูกเกิดจากไข่มีเชื้อ (%)	ลูกเกิดจากไข่ทั้งหมด (%)	ไข่เชื้อตาย (%)	ไข่ตายโคม (%)	ลูกไก่ปกติ (%)	ลูกไก่พิการ (%)	
ประดู่หางดำ	82.74	82.39	68,20	-	-	-	-	อำนวย และคณะ (2553)
ประดู่หางดำ	84.30	89.20	75.10	-	-	-	-	อุดมศรี และคณะ (2553)
เหลืองหางขาว	79.50	75.10	59.80	-	-	-	-	อุดมศรี และคณะ (2553)
แดง	61.90	63.60	39.40	-	-	-	-	อุดมศรี และคณะ (2553)
RIR x WLH	84.66	86.67	73.42	-	-	-	-	Zelleke et al. (2005)
WLH x RIR	85.48	97.72	84.09	-	-	-	-	Zelleke et al. (2005
Crossbred	94.50	80.60	-	18.00	-	76.80	-	Malago and Baitilwake (2009)

BPR = Barred Plymouth Rock; WLH = White leghorn; RIR = Rhode Island Red; WR = White Rock Crossbred = Rhode Island Red male x Local female; RIRxWLH = Rhode Island Red female x White leghorn male; WLHxRIR = White leghorn female x Rhode Island Red male

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักตัวของไก่ในช่วงอายุต่างๆ

สายพันธุ์	อายุ (สัปดาห์)				อ้างอิง
	0	4	8	12	
RIR	37.90	200.71	585.41	985.55	Kausar et al. (2016)
RIR	37.31	201.92	503.44	940.53	Das et al. (2015)
RIR	31.30	-	514.60	-	Khawaja et al. (2012)
Fayoumi	20.90	-	385.00	-	Khawaja et al. (2012)
Fayoumi	29.39	93.09	181.93	331.59	Kebede (2017)
White Leghorn	33.46	130.13	243.01	359.78	Kebede (2017)
White Leghorn	30.18	152.35	351.22	585.19	Adedeji et al. (2006)
White Leghorn	34.10	216.70	515.20	914.40	Abdel et al. (2016)
Golden Montazah	33.30	221.40	601.60	977.30	Abdel et al. (2016)

ตารางที่ 4 (ต่อ)

สายพันธุ์	อายุ (สัปดาห์)				อ้างอิง
	0	4	8	12	
Golden Montazah	-	192.98	499.57	908.10	Khalil et al. (2018)
ประดู่หางดำ (เพศเมีย)	33.00	214.10	566.80	977.50	อุดมศรี และคณะ (2553)
เหลืองหางขาว(เพศเมีย)	29.90	221.70	623.30	1,046.70	อุดมศรี และคณะ (2553)
ไก่พื้นเมือง	26.70	155.70	-	-	El-Safty (2012)
RIFI	25.24	-	487.96	-	Khawaja et al. (2012)
FIRI	30.00	-	521.52	-	Khawaja et al. (2012)
GM x WL	29.60	250.80	640.90	1,121.00	Abdel et al. (2016)
NN x WL	36.17	142.90	348.61	595.61	Adedeji et al. (2006)

RIFI=Rhode Island Red male x Fayoumi female; FIRI=Fayoumi male x Rhode Island Red female; NN x WL = Naked Neck male x White Leghorn Female; GMWL= Golden Montazah male x White Leghorn Femal

คุณลักษณะของสายแม่พันธุ์

คุณสมบัติของสายแม่พันธุ์ที่ดีสังเกตได้จาก ความสามารถในการสืบพันธุ์ เช่น มีผลผลิตไข่ต่อตัวสูง มีอัตราการผสมติดสูง มีอัตราการฟักออกสูง สามารถส่งต่อพันธุกรรมที่ดีไปสู่รุ่นลูกได้ ซึ่งลักษณะเหล่านี้มีความสำคัญในเชิงการค้า โดยเฉพาะเรื่องต้นทุนการผลิต ลักษณะที่สำคัญในไก่ไข่จะประกอบด้วย ผลผลิตไข่ต่อตัวต่อปี อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก น้ำหนักไข่ และอัตราการให้ไข่สูงสุด ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ที่เลี้ยงบนกรงตับขังเดี่ยวเมื่อเลี้ยงไก่จนครบอายุการไข่ 1 ปี พบว่าผลผลิตไข่เท่ากับ 147 ฟอง/ตัว อัตราการผสมติดเท่ากับ 82.74 เปอร์เซ็นต์ (อำนวย และคณะ., 2553) สอดคล้องกับ (Boonkum et al., 2012) พบว่าไก่ประดู่หางดำ ให้ผลผลิตไข่ต่อปีเท่ากับ 140 ฟอง/ตัว ในการผสมข้ามพันธุ์โดยใช้สายแม่พันธุ์เล็กฮอร์น ผลผลิตไข่ 151 ฟองต่อตัว ผสมกับ พ่อพันธุ์ออสตราลอป ผลผลิต 167 ฟองต่อตัว พบว่าลูกผสมให้ผลผลิต 209 ฟองต่อตัว (Sheridan and Randall, 1977) ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การให้ผลผลิตในแม่พันธุ์ไก่ไข่ และไก่พื้นเมือง

สายพันธุ์	น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก (กรัม)	ผลผลิตไข่ต่อตัวต่อปี (ฟอง)	อายุเมื่อให้ผลผลิตไข่ฟองแรก (วัน)	น้ำหนักไข่(กรัม)
[1]โร๊ดไอแลนด์แดง	2,200-4,000	280	165-180	53
[1]บาร์พลีมัทร็อค	-	230	170	52
[1]เล็กฮอร์นขาว	1,800-2,200	300	135 - 150	-
[2]ประดู่หางดำเชียงใหม่	2,037	139	183	36
[2]แดงสุราษฎร์ธานี	1,843		192	36
[2]เหลืองหางขาวกบินทร์บุรี	1,937		189	36
[2]ชีท่าพระ	1,706		224	39

ที่มา : [1]กรมปศุสัตว์, 2544, [2]อุดมศรี และคณะ, 2553

ปัจจัยที่มีผลต่อการให้ผลผลิตไข่

1. อุณหภูมิ ไก่เป็นสัตว์ที่ไม่มีต่อมเหงื่อ การระบายความร้อนออกจากร่างกายไม่สามารถระบายออกทางผิวหนังได้ ดังนั้นการระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยหายใจเอาอากาศเข้าไปในปอด เข้าถุงลม ส่วนน้ำที่ไก่กินเข้าไปบางส่วนจะระเหยรวมออกมากับอากาศที่ไก่หายใจออก ดังนั้นการหายใจจึงนำความร้อนออกมา ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิในร่างกายของไก่ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่ หรือการเลี้ยงสัตว์เพื่อให้ได้ผลผลิตสูงจะอยู่ระหว่าง 1-27 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าผลผลิตไข่จะลดลง เปลือกไข่บาง ไข่มีลักษณะเล็กลง ไก่กินน้ำมากขึ้น และกินอาหารน้อยลง ถ้าอุณหภูมิต่ำเกินไปประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง เพราะอาหารที่กินจะต้องนำไปสร้างความอบอุ่นแก่ร่างกายมากขึ้น ปริมาณการไข่ก็จะลดลงเช่นกัน อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างกะทันหัน ไม่ว่าสูงหรือต่ำ จะมีผลกระทบต่อการไข่ของไก่รุนแรงกว่าการเปลี่ยนแปลงแบบค่อยเป็นค่อยไป เนื่องจากไก่สามารถปรับตัวได้

2. การถ่ายเทหรือการระบายอากาศ โรงเรือนไก่ไข่ต้องคำนึงถึงการระบายอากาศหากสร้างโปร่ง การถ่ายเทอากาศและการหมุนเวียนดี จะทำให้อากาศเสียถูกระบายออกนอกโรงเรือนและอากาศบริสุทธิ์จากภายนอกจะเข้าไปแทนที่ โดยนำความร้อนจากภายในโรงเรือนออกไปด้วย รวมทั้งช่วยลดปริมาณเชื้อโรคต่าง ๆ อีกทางหนึ่ง แต่หากการระบายอากาศไม่ดีไก่จะสุขภาพไม่แข็งแรงป่วยง่าย นอกจากโรงเรือนที่สร้างโดยเน้นให้โปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดีแล้ว จะต้องคำนึงถึงจำนวนไก่ที่เลี้ยงอยู่ภายในโรงเรือนด้วย หากมีจำนวนไก่มากเพื่อประหยัดการใช้พื้นที่และแรงงานก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ความร้อนภายในโรงเรือนสูงขึ้น จึงควรใช้พัดลมช่วยดันอากาศอีกทางหนึ่งก็ยิ่งเป็นผลดี

3 แสงสว่าง การเลี้ยงไก่ไข่แสงสว่างมีความจำเป็นที่จะต้องเพิ่มเมื่อไก่มีอายุ 6-22 สัปดาห์ โดยค่อย ๆ เพิ่มแสงให้สัปดาห์ละ 0.5-1 ชั่วโมง จนครบ 4 ชั่วโมง รวมแสงธรรมชาติอีก 12 ชั่วโมงต่อวัน รวมเป็น 16 ชั่วโมง จึงจะเพียงพอต่อความต้องการ เพื่อที่จะให้ได้ผลผลิตไข่สูง หรืออายุการให้ไข่นาน และจะใช้แสงเช่นนี้ไปจนกว่าไก่จะหมดไข่ หรือปลดจำหน่าย ในการปลดไก่ ผู้เลี้ยงไก่ไข่เพื่อการค้าจะเปิดแสงสว่างตลอด 24 ชั่วโมง เพื่อให้ไก่กินอาหารได้เต็มที่เป็นการเพิ่มน้ำหนักตัวก่อนการส่งตลาดนานประมาณ 7-10 วัน

4 ความชื้นสัมพัทธ์ ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมประมาณ 50-80 % ซึ่งถ้าความชื้นในอากาศต่ำ การระบายความร้อนออกจากร่างกายจะระบายได้ดีขึ้น ซึ่งประเทศไทยมักจะเจอปัญหาเรื่องความชื้นในฤดูฝน (ร้อน-ชื้น) ซึ่งทำให้การระบายความร้อนออกจากร่างกายไม่ดีนัก วิธีการลดความร้อนและความชื้นออกจากโรงเรือนใช้พัดลมระบายอากาศช่วยไล่ความร้อนและความชื้นออกจากโรงเรือน หรือใช้วัสดุมุงหลังคาที่สามารถสะท้อนความร้อนได้ดี และไม่เก็บสะสมความร้อน

คุณภาพไข่ (egg quality)

การศึกษาคุณภาพไข่ได้รับความสนใจเนื่องจาก ความต้องการบริโภคไข่ของผู้บริโภคเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงต้องคำนึงถึงคุณภาพ และความปลอดภัยของไข่ต่อผู้บริโภค ไข่ 1 ฟอง ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 เปลือกไข่ มีประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารประกอบแคลเซียมคาร์บอเนต ที่เปลือกมีรูพรุนเล็ก ๆ 100-200 รูต่อตารางเซนติเมตร เพื่อให้อากาศผ่านเข้าไปในฟองไข่ในขณะที่มีกระบวนการฟักออกเป็นตัว เมื่อไก่ออกไข่มาใหม่ ๆจะมีเมือกเคลือบที่ผิวเปลือกไข่ เมื่อไข่ออกมาระยะหนึ่งเมือกที่เคลือบไว้จะแห้งปิดรูที่เปลือกไข่ ป้องกันจุลินทรีย์เข้าไปในฟองไข่ ด้านในของเปลือกมีเยื่อสีขาว 2 ชั้นทำหน้าที่ป้องกันจุลินทีย์เข้าไปในฟองไข่เช่นเดียวกัน

ส่วนที่ 2 ไข่ขาว มีสัดส่วน 59.50 เปอร์เซ็นต์ แยกเป็น 2 ส่วน คือ ไข่ขาวข้นล้อมรอบไข่แดง และไข่ขาวเหลวกระจายอยู่ทั่วฟองไข่

ส่วนที่ 3 ไข่แดง มีเยื่อหุ้มทำให้ไข่แดงคงรูปกลมไว้ในไข่ขาว ซึ่งคุณภาพไข่แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1 คุณภาพภายนอก (external quality)

1.1 คุณภาพของเปลือกไข่ (egg shell) ลักษณะการมีสีของเปลือกไข่เกิดจากธาตุสี (pigment) เปลือกไข่สีน้ำตาลในพันธุ์อเมริกามีธาตุสีโปรโดพอร์ไฟริน (protoporphyrin) เปลือกไข่สีน้ำตาลมีความเข้มแตกต่างกันไปจากสีอ่อนจนถึงสีเข้ม ความเข้มของธาตุสีมีสหสัมพันธ์ทางลบกับผลผลิตไข่ ถ้ามีธาตุสีน้อยผลผลิตจะเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากแม่ไก่ต้องใช้อาหารส่วนหนึ่งไปสร้างธาตุสีจึง

ทำให้ผลผลิตไข่ลดลง ดังนั้นไข่ไก่เปลือกสีขาวจะมีราคาถูกกว่าไข่ไก่เปลือกสีน้ำตาล เนื่องจากแม่ไก่ที่ให้ไข่สีน้ำตาลจะกินอาหารมากกว่าแม่ไก่ที่ให้ไข่เปลือกสีขาว สายพันธุ์ที่มีติ่งหูสีขาวมักจะวางไข่สีขาว ในขณะที่สายพันธุ์ที่มีติ่งหูสีแดงมักจะวางไข่สีน้ำตาล การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างไก่ที่มีเปลือกไข่สีขาวกับเปลือกไข่สีน้ำตาล ลูกที่ได้จะมีเปลือกไข่สีกึ่งกลางระหว่างสีขาวกับสีน้ำตาล สีเปลือกไข่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณภาพของรสชาติ หรือคุณค่าทางโภชนาการ

1.2 ความแข็งแรงของเปลือกไข่ (shell strength) คุณสมบัติของเปลือกไข่ช่วยป้องกันความเสียหายจากการขนส่ง และป้องกันจุลินทรีย์เข้าไปในไข่ ทำให้ช่วยลดความสูญเสียทางเศรษฐกิจเนื่องจากเปลือกไข่แตก (Arango et al., 2016; Solomon, 2010; Zhang et al., 2015) จึงมีความสำคัญทางด้านการเก็บรักษาและการขนส่ง ความแข็งแรงของเปลือกไข่ขึ้นอยู่กับ

- ความหนาของเปลือกไข่ (shell thickness) เปลือกหนาย่อมมีความแข็งแรงมาก
- รูเปลือกไข่ (porosity) เปลือกไข่ที่บางจะมีรูระบายอากาศมาก ความแข็งแรงจะลดลง การระเหยของน้ำจะมีมาก วัดโดยหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักไข่ที่ลดลงเมื่อฟักได้ 14 วัน
- เปอร์เซ็นต์ของเปลือกไข่ต่อฟองไข่ ถ้ามีเปอร์เซ็นต์สูงจะมีความแข็งแรงมาก วัดโดยการชั่งน้ำหนักเฉพาะเปลือกไข่เทียบกับน้ำหนักไข่ทั้งฟอง

ปัจจัยที่มีผลต่อความหนาของเปลือกไข่

- อาหาร หากขาดแคลเซียมและวิตามินดี เปลือกไข่จะบาง
- อุณหภูมิ หากอุณหภูมิสูง จำนวนแคลเซียมในเลือดจะลดลง จะทำให้เปลือกไข่บางลงด้วย
- ตำแหน่งไข่ในตับไข่ ไข่ฟองแรกและฟองสุดท้ายของตับไข่จะมีความหนาของเปลือกไข่มากสุด
- โรค เช่น นิวคาสเซิล หวัดเรื้อรัง

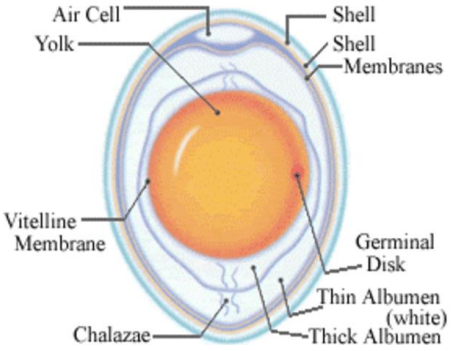
1.3 รูปร่างของไข่ (shape index, SI) ไข่ไก่ปกติมีรูปร่างเป็นวงรี ไข่ที่มีลักษณะกลมหรือยาวผิดปกติ มีแนวโน้มที่จะเสียหายระหว่างการขนส่งมากกว่าไข่ที่มีรูปร่างปกติเนื่องจากกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ไม่พอดี สัดส่วนความกว้างและยาวของไข่ ขนาดของรูปร่างไข่มี 3 ลักษณะ (Sarica and Erensayin, 2009) คือ

- Sharp มีค่าอยู่ที่ <72
- Normal (standard) มีค่าอยู่ที่ ระหว่าง 72 ถึง 76
- Round มีค่าอยู่ที่ >76

ตารางที่ 6 ลักษณะคุณภาพภายนอกฟองไข่ของไก่พันธุ์แท้และไก่ลูกผสม

สายพันธุ์	ลักษณะที่ศึกษา					เอกสารอ้างอิง
	น้ำหนักไข่ (ก.)	รูปร่างไข่ (%)	Egg shell (%)	Egg shell thickness (มม.)	Shell weight (ก.)	
พันธุ์แท้						
Mandarah chicken	50.60	76.50	9.05	0.38	-	Taha and El-Ghany (2013)
El-Salam chicken	52.50	75.34	9.65	0.35	-	Taha and El-Ghany (2013)
Fayoumi	39.83	-	-	-	6.14	Islam and Dutta (2010)
Rhode Island Red	56.50	-	-	-	9.10	Islam and Dutta (2010)
Leghorn	45.7	76.2	-	0.27	5.5	Khalil et al. (2013)
Golden Montazah	44.0	78.1	-	0.30	5.5	Khalil et al. (2013)
ลูกผสม						
MS	51.37	77.18	9.53	0.37	-	Taha and El-Ghany (2013)
SM	53.10	76.35	9.74	0.37	-	Taha and El-Ghany (2013)
Broiler(Cob 500)	46.80				6.80	Islam and Dutta (2010)
RIR x FAY	43.80				7.90	Islam and Dutta (2010)
ML	47.7	76.4		0.28	5.8	Khalil et al. (2013)

MS = Mandarah chicken male x El-Salam chicken female; SM = El-Salam chicken male x Mandarah chicken female; RIR x FAY = Rhode Island Red male x Fayoumi female; ML = Golden Montazah male x Leghorn female



ภาพที่ 5 โครงสร้างของไข่

ที่มา :Mydin (2018)

2. คุณภาพภายในของไข่ (internal egg quality)

คุณภาพภายในของไข่ขึ้นอยู่กับการจัดการและอาหารที่ให้ไก่กิน การเก็บรักษาที่เหมาะสมมีผลต่อคุณภาพภายในของไข่เช่นเดียวกัน ภายในไข่ประกอบด้วยไข่ขาว และไข่แดง ตารางที่ 7 และภาพที่ 5

2.1 คุณภาพของไข่ขาว (albumen quality) ไข่ขาว มีอิทธิพลสำคัญโดยรวมของคุณภาพภายในไข่ เมื่อไข่ขาวแบนคือตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของไข่ที่ลดลง อาจเกิดจากกรรมพันธุ์ โรคนิวคาสเซิล หลอดลมอักเสบติดต่อ อุณหภูมิในการเก็บไข่สูง ระยะเวลาเก็บไข่ และเมื่อแม่ไก่อายุมากขึ้นคุณภาพของไข่จะลดลง ค่าหาด้วยวิธีการวัดค่าฮอกยูนิต (Haugh unit, HU) เป็นหน่วยที่วัดจากความสัมพันธ์ระหว่างความหนาของไข่ขาวกับน้ำหนักไข่ ไข่ใหม่และคุณภาพสูงจะมีค่าฮอกยูนิตสูง มีหน่วยตั้งแต่ 1 – 100

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไข่ขาว

- อุณหภูมิ หากเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูงเป็นเวลานานทำให้ไข่เสื่อมคุณภาพเร็วขึ้นซึ่งส่งผล ต่อคุณภาพไข่ขาวด้วย

- ความชื้นสัมพัทธ์ มีความเกี่ยวข้อง 70% ในการควบคุมการระเหยของน้ำในไข่ หากอุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำในไข่ลดลงส่งผลให้น้ำหนักลดลง และเพิ่มขนาดช่องอากาศ

- ปฏิกิริยาทางฟิสิกส์เคมี ไข่ที่มีคุณภาพสูงมักประกอบด้วยเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวที่สูงการเพิ่มขึ้นของช่องอากาศทำให้ไข่ขาวบางลง ไข่ขาวและไข่แดงเพิ่มความเป็นด่าง ไข่สดประกอบด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ไข่ขาวค่อนข้างทึบไม่โปร่งแสง หากเก็บไข่เป็นเวลานานคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆลดลงเกิดไฮโดรเจนไอออนที่เข้มข้น และค่า pH เพิ่มขึ้น

ซึ่งไข่สดควรมีค่า pH ประมาณ 7.6 แต่หากเก็บไว้เป็นเวลานานจะทำให้ค่า pH ขึ้นสูงเป็น 9.5 หรือมากกว่านั้น แสดงว่าไข่นั้นเสื่อมคุณภาพ

2.2 คุณภาพของไข่แดง (yolk quality) ไข่แดงสดจะกลมและแน่น เมื่อเก็บไข่เป็นเวลานานไข่แดงจะดูดซับน้ำจากไข่ขาวจึงมีขนาดใหญ่ขึ้น เยื่อหุ้มไข่แดงจะบางลงทำให้ไข่แดงค่อย ๆ แบนลง แสดงถึงคุณภาพไข่ที่ลดลงด้วย จะขึ้นอยู่กับสีของไข่แดงที่เกิดจากการให้อาหาร ลักษณะสีจะมีตั้งแต่สีเหลืองซีดจนถึงสีเหลืองเข้มหรือส้ม อายุแม่ไก่อาจส่งผลต่อคุณภาพของไข่ โดยสีของไข่แดงนอกจากการกินอาหารทีมีเม็ดสีแคโรทีนอยด์ แต่ยังเกิดจากการสังเคราะห์ไขมันในร่างกายด้วย (Rizzi and Chiericato, 2005) ซึ่งสอดคล้องกับ (Silversides and Scott, 2001) น้ำหนักของไข่แดงจะเพิ่มขึ้นตามอายุของแม่ไก่

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพไข่แดง

- อาหาร สีของไข่แดงมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกับรงควัตถุแคโรทินอยด์ (Carotenoid)

- จุดด่างดำ เกิดจากการเก็บไข่ไว้นาน แอลบูมิน (Albumin) จะเคลื่อนผ่านเยื่อหุ้มไข่แดง (Vitelline membrane) เข้าสู่ไข่แดง ซึ่งพบในไข่ที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง

- จุดเลือด เกิดจากการแตกของเส้นเลือดแดงในฟอลลิเคิล (follicle) ในขณะที่ยังติดกับรังไข่ โดยทั่วไปพบบนไข่แดง หรือหลังการสร้างไข่ขาว นอกจากนี้ยังเกิดจากอาหารที่มีวิตามินเอต่ำ เป็นการเพิ่มการเกิดจุดเลือด

- จุดเนื้อ มีลักษณะเป็นสีเข้ม หรือสีขาว พบบนผิวหน้าของไข่แดง เกิดจากการเสื่อมสลายของเม็ดเลือดรงควัตถุของเปลือก และการเจริญของเนื้อเยื่อที่ผิดที่ รวมทั้งการฉีกขาดของเนื้อเยื่อ

ตารางที่ 7 ลักษณะคุณภาพภายในฟองไข่ของไก่พันธุ์แท้และไก่ลูกผสม

สายพันธุ์	ลักษณะที่ศึกษา					เอกสารอ้างอิง
	Haugh unit, HU	นน.ไข่แดง (ก.)	ความสูงไข่ขาว (มม.)	นน.ไข่ขาว (ก.)	ความสูงไข่แดง (มม.)	
พันธุ์แท้						
Rhode Island Red	74.45	18.61	16.97	32.78	0.56	Hanusova et al. (2015)
Fayoumi	90.38	12.81	-	23.86	-	Fathi et al. (2007)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

สายพันธุ์	ลักษณะที่ศึกษา					เอกสารอ้างอิง
	Haugh unit, HU	นน.ไข่แ ดง (ก.)	ความสูงไข่ขาว (มม.)	นน.ไข่ขาว (ก.)	ความสูงไข่แดง (มม.)	
Native chicken	74.91	-	15.77	-	0.52	Kejela et al. (2019)
Leghorn	90.2	14.4	-	25.6	-	Khalil et al. (2013)
Golden Montazah	94.1	14.4	-	24.2	-	Khalil et al. (2013)
ลูกผสม						
RIFI	-	15.82		23.65	0.70	Khawaja et
FIRI	-	16.00		24.20	0.80	al. (2013)
RLH	-	16.20		25.80	0.84	Khawaja et al. (2013)
Sasso	86.50		17.1		0.75	Kejela et al. (2019)
Bovans brown	94.60		17.48		0.89	Kejela et al. (2019)
ML	88.9	14.7		27.2		Khalil et al. (2013)

RIFI = Rhode Island Red male x Fayoumi female; FIRI = Fayoumi male x Rhode Island Red female

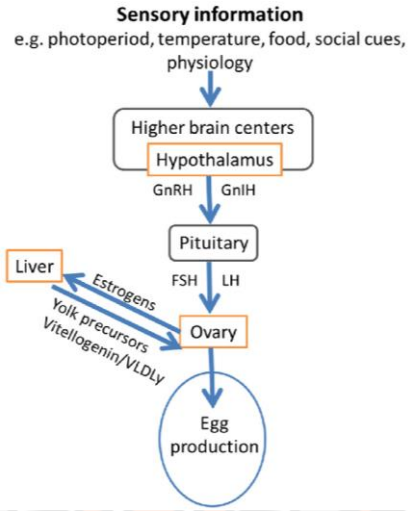
RLH **=** White Leghorn x FIRI; ML = Golden Montazah male x Leghorn female

ระบบสืบพันธุ์สัตว์ปีก

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศเมียประกอบด้วยรังไข่ และท่อนำไข่เพียงด้านซ้ายด้านเดียว เนื่องจากในขณะที่ตัวอ่อนเจริญในไข่ฟัก รังไข่ด้านขวาเกิดการชะงักการเจริญเติบโต หรือพัฒนาได้น้อยมาก เป็นผลจากรังไข่ด้านซ้ายเจริญเติบโตได้เร็วกว่า และสังเคราะห์ฮอร์โมนที่เป็นสเตอร์รอยด์ออกมาก่อน ฮอร์โมนนี้จึงไปยับยั้งการเจริญเติบโตของรังไข่ด้านขวา ทำให้รังไข่ด้านขวาหยุดชะงัก

1. กระบวนการผลิตไข่

1.1 การสร้างไข่แดง ไข่แดงไม่ใช่เซลล์สืบพันธุ์แต่เป็นแหล่งอาหารของเซลล์เล็ก ๆ ที่เรียกว่า บลาสโตเดิร์ม (Blastoderm) เมื่อเข้าสู่วัยสาวขนาดของรังไข่และท่อนำไข่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก โดยก่อนที่แม่ไก่จะวางไข่ฟองแรก 11 วัน การทำงานของระบบฮอร์โมนเพศจะเริ่มขึ้นโดยสมองส่วนไฮโปธาลามัส (hypothalamus) ผลิตและหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทนปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน (Gonadothopin Releasing Hormone, GnRH) ส่งผ่านกระแสเลือดไปยังต่อมใต้สมองส่วนหน้า (Anterior pituitary gland) ให้ผลิตและหลั่งฮอร์โมน follicle stimulating hormone, FSH และฮอร์โมน luteinizing hormone, LH ซึ่งฮอร์โมนทั้งสองตัวมีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของไก่ไข่เพศเมีย โดยที่ FSH ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของกระเปาะไข่ (Ovarian follicle) และไข่ภายในกระเปาะให้มีการขยายขนาดขึ้น รวมทั้งกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนภายในกระเปาะไข่ ส่วน LH ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการตกไข่ และกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนโปรเจนเตอโรน ส่วนตับ (Liver) เป็นอวัยวะสำคัญในการผลิตไข่ เนื่องจากตับมีหน้าที่ผลิตสารอาหารไขมันและโปรตีน (lipoproteins) ที่เป็นส่วนประกอบสำคัญของไข่แดง (Yolk) โดยอาศัยฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสังเคราะห์ไข่แดง ซึ่งส่งมาจากตับทางกระแสเลือด (ภาพที่ 6) ความเครียดจากความร้อนเฉียบพลันอาจทำให้ระดับ luteinizing hormone, LH ลดลง (Donoghue et al., 1989) จากการศึกษาของ Xie et al. (2017) พบว่าในสภาพอากาศหนาวระดับ follicle-stimulating hormone และ luteinizing hormone ในไก่พื้นเมือง Bashang Long-tail chicken, ไก่ลูกผสม RMBF (Rhode Island Red male x Bashang Long-tail chicken female) และ RFBM (Rhode Island Red female x Bashang Long-tail chicken male) สูงกว่าไก่ Rhode Island Red ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไก่สามารถทนต่อความหนาวเย็นและมีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ในสภาพแวดล้อมที่หนาวเย็นได้



ภาพที่ 6 ฮอร์โมนที่ควบคุมการตกไข่

ที่มา : Laine et al. (2019)

1.2 ท่อนำไข่ (Oviduct) ท่อนำไข่ของไก่ที่กำลังอยู่ในช่วงวางไข่มีความยาวประมาณ 70-80 เซนติเมตร เริ่มจากปากแตร ถึงทวารร่วม ท่อนำไข่ยึดอยู่กับเส้นเอ็นเพอริโตเนียลดอร์ซอล (Peritoneal dorsal) ซึ่งหุ้มไปทางด้านล่างกลายเป็นเส้นเอ็นเวนทรัล (Ventral ligament) ท่อนำไข่เป็นส่วนที่มีเส้นเลือด เส้นประสาท มาหล่อเลี้ยงมาก และประกอบด้วยชั้นของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ท่อนำไข่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ภาพที่ 7 ดังนี้

1.2.1 ส่วนปากแตร (Infundibulum) ส่วนนี้มีลักษณะเป็นรูปกรวย (Funnel-shaped) ที่มีขอบหยักไปมาเรียก Fimbria มีความยาวประมาณ 9 เซนติเมตร (3.5 นิ้ว) ปกติจะไม่ทำงาน ยกเว้นหลังจากตกไข่ จะใช้เป็นที่รองรับไข่แดงที่สุกแล้ว (Ovum) และตกลงมา ไข่แดงจะอยู่ในส่วนนี้ประมาณ 15 นาที ส่วนนี้มีต่อมกักเก็บอสุจิเรียกว่า sperm nest ส่วนของปากแตรเป็นบริเวณที่เกิดการปฏิสนธิ

1.2.2 ส่วนผลิตไข่ขาว (Magnum) เป็นแหล่งผลิตไข่ขาว (Albumen-secreting portion) มีความยาวประมาณ 33 เซนติเมตร (13 นิ้ว) ไข่แดงจะอยู่ในส่วนนี้นานประมาณ 3 ชั่วโมง ท่อนำไข่ส่วนนี้จะมีความกว้างและผนังหนากว่าส่วนอื่น ๆ ไข่แดงพร้อมเยื่อหุ้มจะค่อยๆหมุนลงมารับไข่ขาวที่ถูกสร้างโดยเนื้อเยื่อภายในท่อนี้ ไข่ขาวที่สร้างในส่วนนี้ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้

- Chalaza มีประมาณ 2.7% ทำให้ไข่แดงลอยอยู่ตรงกลาง
- Liquid inner white มีประมาณ 17.3%
- Dense white มีประมาณ 57% เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุด

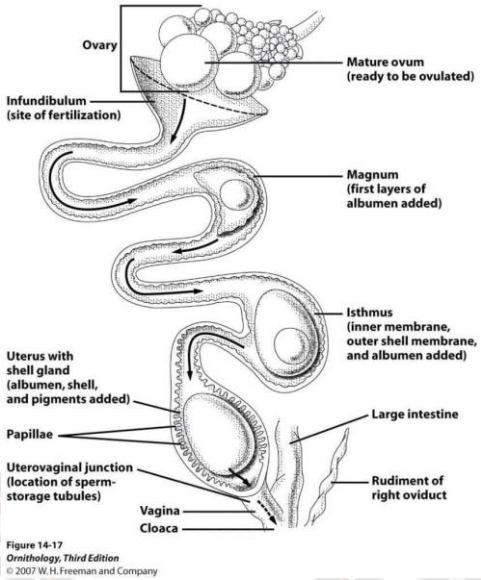
- Outer thin white มีประมาณ 23% การสร้างยังไม่สมบูรณ์จนกว่าจะผ่านเข้าไปยังส่วนมดลูก

1.2.3 ส่วนผลิตเยื่อเปลือกไข่ (Isthmus) เป็นท่อนำไข่ส่วนที่สั้น มีความยาวประมาณ 10 เซนติเมตร (4 นิ้ว) ไข่จะอยู่ในส่วนนี้นานประมาณ 75 นาที ท่อนำไข่ส่วนนี้แตกต่างจากส่วนสร้างไข่ขาวอย่างเห็นได้ชัดคือ มีลักษณะแคบและ ผนังยาวกว่า ทำหน้าที่ผลิตเยื่อหุ้มไข่ขาวทั้งชั้นในและชั้นนอก (Inner และ outer shell membranes) เป็นส่วนที่กำหนดรูปทรงไข่ มีการสร้างส่วนของน้ำเหลว เยื่อหุ้มเปลือกไข่ชั้นนอกหนากว่าชั้นในประมาณ 3 เท่า บริเวณที่เยื่อเปลือกไข่แยกออกจากกันมักจะเกิดทางด้านป้านเกิดเป็นช่องอากาศ ไข่ที่ออกใหม่ๆจะไม่พบช่องอากาศ เยื่อเปลือกไข่ทำหน้าที่ป้องกันเชื้อโรคและในไก่สาวจะหนากว่าไก่แก่

1.2.4 ส่วนมดลูก (Uterus) ท่อนำไข่ส่วนนี้มีลักษณะเป็นถุงมีความยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร (4.0-4.7 นิ้ว) ไข่จะอยู่ในส่วนนี้นานประมาณ 18-20 ชั่วโมง ริ้วของเยื่อบุผิวในมดลูกจะยาวกว่าในส่วนผลิตเยื่อเปลือก และมีปริมาณมากกว่าลักษณะของริ้วซับซ้อนมากกว่าทำให้พื้นที่ผิวของเยื่อมูก (Mucus membrane) สัมผัสกับเปลือกได้มากผนังมดลูกเป็นกล้ามเนื้อหนา ส่วนของมดลูกมีหน้าที่ในการสร้างเปลือกไข่ สีเปลือกไข่ คิวติเคิลหรือนวลไข่ (Cuticle) และ Outer thin white โดยน้ำและเกลือแร่จะซึมผ่านเยื่อเปลือกไข่เข้าไปยังส่วน Outer thin white สารพอร์ไพริน (Porphyrins) ที่ผลิตจากเซลล์เยื่อบุของผนังที่สร้างเปลือกไข่ ทำให้เปลือกไข่มีสีแตกต่างกันไปตามชนิดสัตว์ปีก เปลือกไข่ไก่มีน้ำหนักประมาณ 6.1 กรัม

1.2.5 ช่องออกไข่ (Vagina) ไข่ก่อนเข้าสู่ทวารร่วมต้องผ่านช่องออกไข่ (Vagina) ซึ่งยาวประมาณ 12 เซนติเมตร และไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการสร้างไข่ แต่มีหน้าที่ช่วยในการวางไข่ในส่วนนี้ มีต่อมกักเก็บอสุจิ เรียกว่า Utero-vaginal gland ลักษณะของท่อนำไข่ส่วนนี้มีรูปร่างเป็นท่อโค้งคล้ายตัวเอส มีกล้ามเนื้อแทรกอยู่ กล้ามเนื้อช่องออกไข่แข็งแรงมาก เมื่อไก่ได้รับการผสมพันธุ์ตัวอสุจิสามารถเดินทางไปถึงท่อนำไข่ ส่วนปากแตรภายในเวลาประมาณ 30 นาที

1.2.6 ทวารร่วม (Cloaca) เป็นท่อร่วมระหว่างระบบขับถ่าย และระบบสืบพันธุ์เป็นที่รอให้ฟองไข่สมบูรณ์แล้วพักอยู่ ก่อนที่จะออกไปนอกตัวไก่



ภาพที่ 7 อวัยวะสืบพันธุ์ของไก่เพศเมีย

ที่มา : www.bhwt.org.uk/produce/

ความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

ภาวะเครียดออกซิเดชัน คือ ภาวะถูกออกซิไดซ์เกินสมดุล หรือ ภาวะของความไม่สมดุลระหว่างการเกิดอนุมูลอิสระกับกระบวนการต้านสารอนุมูลอิสระในร่างกาย ความเครียดเกิดจากการตอบสนองของร่างกายต่อสภาพแวดล้อม ซึ่งเมื่อเกิดอนุมูลอิสระที่มากเกินสารต้านอนุมูลอิสระในร่างกายจะกำจัดออกได้หมด อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นจะเข้าไปทำลายโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน รวมไปถึงโครงสร้างต่าง ๆ ของเซลล์ ทำให้เซลล์เหล่านั้นมีโครงสร้างและการทำงานเสียหาย สัตว์ที่อยู่ในภาวะความเครียดออกซิเดชันจะมีปริมาณของสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde) เพิ่มมากขึ้น โดยสารนี้เกิดขึ้นจากกระบวนการลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1. ระยะเหนี่ยวนำ (initiation) เป็นระยะที่กรดไขมันมีการแตกตัวเป็นอนุมูลอิสระ

$$RH \longrightarrow R^{\bullet} + H^{\bullet}$$

2. ระยะเพิ่มจำนวน (propagation) เป็นระยะที่อนุมูลอิสระทำปฏิกิริยากับออกซิเจนเกิดเป็น อนุมูลเปอร์ออกซี (peroxy radical) ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดไขมันเกิดเป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydroperoxide) และอนุมูลอิสระซึ่งเมื่อมีแสงและความร้อนเป็นตัวเร่งก็จะเกิดปฏิกิริยาต่อทำให้อนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นก็สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่ได้ไปเรื่อย ๆ

$$R^{\bullet} + O_2 \longrightarrow ROO^{\bullet}$$

$$ROO^{\bullet} + RH \longrightarrow ROOH + R^{\bullet}$$

3. ระยะสิ้นสุด (termination) เป็นระยะที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นอาจรวมตัวกันในรูปแบบต่าง ๆ

$$R^{\bullet} + R^{\bullet} \longrightarrow RR$$

$$ROO^{\bullet} + ROO^{\bullet} \longrightarrow ROOR + O_2$$

ในภาวะเครียดออกซิเดชันจะมีการสร้างอนุมูลอิสระ (free radical) มากขึ้น โดยเฉพาะบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งมีไขมันเป็นองค์ประกอบทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหาย โดยผลผลิตที่ได้จากกระบวนการออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวสายยาว (polyunsaturated fatty acid) คือ มาลอนไดอัลดีไฮด์ หรือ MDA (malondialdehyde, $C_3H_4O_2$) ซึ่งเป็นสารที่มีคาร์บอนและอัลดีไฮด์เป็นองค์ประกอบ

อนุมูลอิสระสามารถกระตุ้นได้ทั้งจากภายในร่างกาย (endogenous reactive species) ที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในไมโทคอนเดรีย และอนุมูลอิสระที่เกิดจากการกระตุ้นภายนอกร่างกาย (exogenous reactive species) เช่น รังสีแกมม่า เป็นต้น สารอนุมูลอิสระสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 กลุ่ม คือ reactive oxygen species (ROS) และ reactive nitrogen species (RNS) ดังแสดงใน ตารางที่ 8 ซึ่งอนุมูลอิสระเหล่านี้สามารถเกิดขึ้นได้เองจากกระบวนเมแทบอลิซึมที่เกิดขึ้นในร่างกาย เมื่อเกิดอนุมูลอิสระร่างกายจะมีกลไกในการกำจัดอนุมูลอิสระดังกล่าว เพื่อให้เกิดภาวะสมดุลระหว่างอนุมูลอิสระและสารต้านอนุมูลอิสระ โดยอนุมูลอิสระที่สำคัญต่อร่างกายได้แก่

1. อนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ ($O2^{\bullet-}$) เป็นอนุมูลอิสระทั่วไปที่พบในเซลล์ ส่วนใหญ่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งอิเล็คตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำภายในไมโตคอนเดรีย อนุมูลนี้จะไม่เข้าไปทำลายเซลล์โดยตรง แต่เมื่อทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) จะ ได้เป็นอนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\bullet}$) ซึ่งเป็นสารออกซิไดซ์ที่มีความว่องไวสูง

2. อนุมูลไฮดรอกซิล ($OH^{\bullet}$) จัดเป็นสารออกซิไดซ์แรงสูงที่มีความว่องไวสูงสุด สร้างขึ้นจากไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ที่มีโลหะทรานสิชันอยู่ในระบบ โดยเหล็ก (Fe^{2+}) จะทำลายพันธะที่ยึดเหนี่ยวระหว่างออกซิเจนของสารเปอร์อออกไซด์ได้เป็นอนุมูลไฮดรอกซิล และไฮโดรเจนไอออน (hydrogen ion, H^-)

3. อนุมูลไนตริก ($NO^{\bullet}$) เป็นอนุมูลอิสระขนาดเล็ก โดยอนุมูลไนตริกออกไซด์สามารถเข้าจับฮีโมโกลบินได้เร็วกว่าโมเลกุลของออกซิเจนจนเกิดกระบวนการขัดขวางการขนส่งก๊าซออกซิเจน นอกจากนี้ยังทำปฏิกิริยากับอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ได้อย่างรวดเร็ว เกิดเป็นอนุมูล peroxynitite ($ONOO^{\bullet}$) ที่มีความว่องไวสูงในสภาวะที่มีออกซิเจนอนุมูลไนตริกจะถูกออกซิไดซ์เป็นไนโตรเจนไดออกไซด์ (Nitrogen Oxide, NO_2) ซึ่งเป็นสารมลพิษสามารถทำลายเซลล์ของถุงลมและผนังหลอดเลือด

ตารางที่ 8 ปัจจัยภายนอกและภายในของการเกิดอนุมูลอิสระ

Internally generated	External sources
Mitochondria	Cigarette smoke
Phagocytes	Radiation
Xanthine oxidase	UV light
Reactions with Fe and with other transition metals	Pollution
	Certain drugs
Arachidonate pathways	Chemical reagents
Peroxisomes	Industrial solvents
Exercise	
Inflammation	
Ischemia and reperfusion	

ที่มา : Surai et al. (2002)

ผลกระทบของภาวะเครียดออกซิเดชันที่เกิดจากความร้อนในสัตว์ปีก

โดยทั่วไปเมื่ออากาศร้อนสัตว์ชนิดอื่นจะมีการควบคุมอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่โดยการระบายความร้อนออกทางผิวหนังผ่านทางต่อมเหงื่อ แต่เนื่องจากในสัตว์ปีกไม่มีต่อมเหงื่อ การกำจัดความร้อนออกจากร่างกายจึงต้องอาศัยวิธีการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การแผ่รังสีความร้อน (radiation) จะส่งผ่านความร้อนในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่พื้นผิวทั้งสองชนิดไม่ต้องสัมผัสกัน

2. การนำความร้อน (conduction) เป็นการนำความร้อนจากพื้นผิวหนึ่งไปอีกพื้นผิวหนึ่งโดยการสัมผัสกันโดยตรง เช่น การที่ตัวไก่นอนสัมผัสกับพื้นวัตถุหรือพื้นโรงเรือน

3. การพาความร้อน (convention) เป็นการระบายความร้อนโดยอาศัยการเคลื่อนไหวของอากาศรอบตัวเพื่อพาความร้อนออกจากร่างกาย

4. การระบายความร้อนออกจากร่างกายทางระบบทางเดินหายใจโดยการอ้าปากหายใจ (evaporation)

เมื่ออุณหภูมิสูงมากขึ้น ไก่มีการระบายเอาความร้อนออกจากร่างกายเพิ่มมากขึ้นจนถึงภาวะร้อนเฉียบพลัน (acute heat stress) หรือภาวะที่ไก่อยู่ในสภาพอากาศร้อนเป็นเวลานาน ๆ (chronic heat stress) ส่งผลให้ไก่ตายได้ โดยช่วงอุณหภูมิที่มีผลกระทบต่อสัตว์ได้ ซึ่งโดยปกติแล้วไก่จะมีอุณหภูมิภายในร่างกายประมาณ 41°C แต่เมื่อใดก็ตามที่อุณหภูมิภายนอก 11 ร่างกายสูงขึ้น

มากกว่า 4°C จาก comfort zone ร่างกายไม่สามารถที่จะระบายความร้อนในร่างกายออกไปได้ไก่จะเริ่มซึมและตายในที่สุด

เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงสูงขึ้นจะส่งผลให้อุณหภูมิภายในร่างกายสูงขึ้นตามไปด้วย โดยพบว่าไก่เนื้อเพศผู้มีอัตราการเกิดภาวะความเครียดจากความร้อนได้มากกว่าในไก่เพศเมีย ในสภาวะดังกล่าวไก่จะมีการย่อยได้ของโภชนะต่าง ๆ ลดลง ส่งผลทำให้สมรรถนะการเจริญเติบโตลดลง โดยไก่เนื้อที่เลี้ยงภายใต้อุณหภูมิ 32°C มีปริมาณการกินได้ลดลง 24% (Geraert et al., 1996; Deng et al., 2012) การย่อยได้ของโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันลดลง สัตว์กินน้ำเพิ่มมากขึ้น ถ่ายเหลว และมีการขับแร่ธาตุต่าง ๆ ออก จากร่างกายมากขึ้น ทำให้การสะสมของวิตามิน แร่ธาตุ ในร่างกายลดลง โดยเฉพาะวิตามิน และแร่ธาตุที่มีบทบาทในการต้านอนุมูลอิสระจะถูกขับออกมาด้วย (Deng et al., 2012; Mashaly et al., 2004) นอกจากนี้ในไก่ไข่ยังพบปัญหาเปลือกไข่บาง (Mahmoud et al., 1996; Bonnet et al., 1997; Mashaly et al., 2004) เนื่องจากในสภาพอากาศร้อน ไก่หอบหายใจเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ละลายอยู่ในเลือดลดลงเพราะมีการระเหยออกจากปอดไปพร้อมกับการหอบในอัตราที่สูงขึ้น ส่งผลให้ระดับของไฮโดรเจนไอออน (H^+) ในเลือดลดลง เลือดมีค่าpHสูงขึ้น สภาวะนี้เรียกว่าเลือดเป็นด่าง (alkalosis) เพราะคาร์บอนไดออกไซด์หากละลายอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูปของกรดคาร์บอนิกเมื่อเลือดเป็นด่างมีผลให้คาร์บอเนตจากแคลเซียมคาร์บอเนตที่ใส่ในอาหารเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และถูกขับออกจากร่างกายโดยการหายใจ ส่งผลให้ไก่มีแคลเซียมไม่เพียงพอในการนำไปสร้างเปลือกไข่ ความเครียดจากความร้อนนอกจากจะทำให้เปลือกไข่บางและไม่แข็งแรงแล้วยังมีผลต่อระบบภูมิคุ้มกันอีกด้วย โดยไก่ที่ถูกเลี้ยงภายใต้สภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิสูงตั้งแต่ 32.2-43°C จะส่งผลถึงอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการสร้างภูมิคุ้มกัน เช่น ม้าม ไทมัส และเบอร์ซ่า มีขนาดเล็กลง และกดการหลั่งฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ (Oguntunji and Alabi, 2010)

สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระคือ สารที่ทำหน้าที่ในการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย สามารถให้อิเล็กตรอนกับอนุมูลอิสระ โดยมีกลไกการท่างานดังนี้

1. การดักจับอนุมูลอิสระ (radical scavenging) สารต้านอนุมูลอิสระสามารถยับยั้งอนุมูลอิสระได้ โดยการทำให้โมเลกุลของอนุมูลอิสระมีความเสถียรขึ้น ซึ่งกลไกของปฏิกิริยาเกิดโดยการให้ไฮโดรเจนหรืออิเล็คตรอนแก่อนุมูลอิสระ (เจนจิรา และประสงค์, 2554) ดังสมการ

$$R^{\bullet} + AH \longrightarrow RH + A^{\bullet}$$

$$RO^{\bullet} + AH \longrightarrow ROH + A^{\bullet}$$

$$R^{\bullet} + A^{\bullet} \longrightarrow RA$$

$$RO^{\bullet} + A^{\bullet} \longrightarrow ROA$$

2. ยับยั้งการทำงานของซิงเกล็ทออกซิเจน (singlet oxygen quenching, $^1O_2^{\bullet}$) สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ได้แก่ แคโรทีนอยด์ โดยการเปลี่ยน $^1O_2^{\bullet}$ ให้อยู่ในรูปของ $^3O_2$ และปล่อยพลังงานในรูปความร้อน โดยแคโรทีนอยด์ จำนวน 1 โมเลกุล สามารถทำปฏิกิริยากับซิงเกล็ทออกซิเจนได้ถึง 1,000 โมเลกุล (เจนจิรา และประสงค์, 2554)

3. จับกับโลหะที่สามารถเร่งสารกลุ่มนี้ได้ (metal chelation) โลหะที่มีผลต่อการเกิดอนุมูลอิสระ คือ Fe^{2+} และ Cu^{2+} ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) กรดฟอสฟอริก (phosphoric acid) และกรดซิตริก (citric acid) เป็นต้น

4. หยุดปฏิกิริยาการสร้างอนุมูลอิสระ (chain breaking) วิตามินอี (α-tocopherol) สามารถป้องกันเยื่อหุ้มเซลล์ไม่ให้ถูกทำลายจากปฏิกิริยาลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยทำหน้าที่เป็นตัวรับอิเล็คตรอน (electron-acceptor antioxidant) จากอนุมูล peroxyl ($ROO^{\bullet}$) (Burtan, 1994)

5. เสริมฤทธิ์ (synergism) สารในกลุ่มนี้จะช่วยสนับสนุนให้สารต้านอนุมูลอิสระทำงานได้ดีขึ้น เช่น การทำงานร่วมกันระหว่างวิตามินอีกับวิตามินซี และการทำงานร่วมกันระหว่างวิตามินอี และซีลีเนียม โดยที่วิตามินซีไม่สามารถทำงานในสภาวะไม่มีขั้ว (hydrophobic condition) ได้เหมือนวิตามินอี แต่จะให้ไฮโดรเจนอะตอมแก่อนุมูล α-tocopherol peroxyl ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง α-tocopherol กับอนุมูลเปอร์ออกซิล ($ROO^{\bullet}$) เพื่อให้กลับมาอยู่ในรูปของ α-tocopherol ที่สามารถทำงานได้

6. ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาอนุมูลอิสระ (enzyme inhibition) สารประกอบฟีนอลิกบางชนิด เช่น กรดฟีนอลิก (phenolic acid) และแกลเลต (gallate) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลโพออกซีจีเนส (lipooxygenase) โดยสามารถเข้าจับกับไอออนของเหล็กซึ่งเป็นโคแฟกเตอร์ (cofactor) ส่งผลให้เอนไซม์ดังกล่าวไม่สามารถทำงานได้ สารต้านอนุมูลอิสระสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดด้วยกันคือ

6.1 สารต้านอนุมูลอิสระชนิดเอนไซม์จะถูกสังเคราะห์ขึ้นภายในร่างกาย โดยอาศัยโลหะต่าง ๆ เป็นโคแฟกเตอร์ (co factor) เอนไซม์ที่มีความสำคัญในการต้านอนุมูลอิสระได้แก่

6.1.1 Superoxide dismutase (SOD) ท่าหน้าที่ขจัดอนุมูลอิสระเริ่มต้นที่เกิดขึ้นในร่างกาย คืออนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ (O_2^-) โดยมี SOD เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา dismutase ในการเปลี่ยนอนุมูล O_2^- ให้เป็นไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และออกซิเจน เอนไซม์ SOD พบในไซโตซอลและไมโทคอนเดรีย โดยในไซโตซอลจะมีทองแดงและสังกะสีเป็นแฟกเตอร์ (CuZn-SOD) โดยการเชื่อมต่อของกรดอะมิโนฮีสตามีน ส่วน SOD ที่พบในไมโทคอนเดรียจะมีแมงกานีสเป็นโคแฟกเตอร์ (Mn-SOD) ทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระออกซิเจนที่เกิดจากกระบวนการหายใจในร่างกาย

$$2\ O_2^- + 2\ H_3O^+ \longrightarrow O2 + H_2O_2 + 2\ H_2O$$

6.1.2 Catalase (CAT) เป็นเอนไซม์ที่พบในเซลล์ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นโมเลกุลของน้ำและออกซิเจน มี Fe^{2+} เป็นโคแฟกเตอร์ ซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารอันตรายที่ถูกสร้างขึ้นจากกระบวนการเมแทบอลิซึมในร่างกาย โดยคาตาเลสจะทำหน้าที่ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยาในการที่ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะถูกเปลี่ยนไปเป็น OH ผ่านปฏิกริยา Fenton ที่จะถูกเร่งปฏิกิริยาด้วยเหล็กหรือทองแดง (วีรพล คู่คงวิริยพันธุ์, 2557)

$$2GSH + H_2O_2 \xrightarrow{GPx} GSSG + 2\ H_2O$$

$$GSSG + \beta\text{-NADPH} \xrightarrow{GR} \beta\text{-NADP} + 2GSH$$

6.1.3 Glutathione peroxidase (GSH-Px) เป็นเอนไซม์ที่สามารถสร้างขึ้นเองได้จากกรดอะมิโน 3 ชนิด คือ ซีสเตอีน ไกลซีน และกลูตามิก กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสเป็นเอนไซม์ที่พบมากในไซโตพลาสซึมและไมโตคอนเดรีย มีซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบสำคัญอยู่ในโครงสร้าง เนื่องจากเอนไซม์ชนิดนี้ต้องการไอออนของซีลีเนียมเป็นโคแฟกเตอร์ในรูปของซีลีโนซีสเตอีน (selenocysteine) ทำหน้าที่ในการเร่งปฏิกิริยารีดักชันของสารประกอบ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่ง ได้แก่ ลิพิดเปอร์ออกไซด์ (ROOH) และไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ในการเปลี่ยนไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จำเป็นต้องอาศัยกลูตาไธโอน (GSH) เป็นสารตั้งต้น ในการทำงานและจะเปลี่ยนกลูตาไธโอนให้อยู่ในรูปออกซิไดซ์ (GSSG) การทำงานของเอนไซม์ชนิดนี้จะตรงข้ามกับเอนไซม์กลูตาไธโอนรีดักเตส (Glutathione reductase, GR) ซึ่งจะเปลี่ยนกลูตาไธโอนในรูปออกซิไดซ์ให้กลับไปเป็นกลูตาไธโอนรีดิวส์อีกครั้ง (ทินกร และคณะ, 2556)

6.2 สารต้านอนุมูลอิสระชนิดที่ไม่ใช่เอนไซม์ได้แก่ วิตามินอี และซีลีเนียม เป็นต้น สารต้านอนุมูลอิสระในกลุ่มนี้ร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ขึ้นเองได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องได้รับจากอาหาร

เฮทเทอโรซีส (Heterosis)

ลักษณะที่มองเห็น (phenotype) ของสิ่งมีชีวิตมีผลจากยีน (genotype) และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม (environment) สามารถแสดงสมการ ดังนี้

$$P = G + E + (G \times E)$$

P = Phenotype คือลักษณะที่สามารถมองเห็นได้ หรือสามารถวัดลักษณะได้ เช่น สี น้ำหนัก ความสูง เป็นต้น

G = Genotype คือ ยันที่ควบคุมลักษณะต่างๆ

E = Environment คือ ปัจจัยอื่นๆที่มีผลต่อการแสดงออกของยีนที่ควบคุมลักษณะนั้นๆ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น แสง เป็นต้น

ลักษณะในการปรับปรุงพันธุ์ (อมรรัตน์ โมพี, ม.ป.ป.)

1. ลักษณะเชิงคุณภาพ (Qualitative trait) หมายถึง ลักษณะที่สามารถจำแนกความแตกต่างได้ค่อนข้างชัดเจน เป็นลักษณะที่มียีนที่ควบคุมหรือมีบทบาทต่อการแสดงออกของลักษณะนี้จำนวนไม่มาก และมีอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อมน้อยมาก ลักษณะปรากฏของลักษณะนี้มักตรงกับรูปแบบ genotype ของยีน ในการปรับปรุงของพันธุกรรมในลักษณะนี้สามารถทำได้ง่ายกว่าการปรับปรุงหรือพัฒนาพันธุกรรมในลักษณะเชิงปริมาณ

2. ลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative trait) หมายลึง ลักษณะที่สามารถชั่ง ตวง วัด นับได้ แต่ไม่สามารถแยกความแตกต่างได้ชัดเจนในเชิงลักษณะคุณภาพ เป็นลักษณะที่ถูกควบคุมหรือได้รับอิทธิพลจากยีนจำนวนมาก หรือเรียกว่า polygene โดยแต่ละยีนอาจมีผลต่อลักษณะนี้มากบ้างน้อยบ้างแตกต่างกะนไป นอกจากนี้ ยังเป็นลักษณะที่มีอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมมีส่วนในการแสดงออกของลักษณะเหล่านี้ สำหรับลักษณะเชิงปริมาณของสัตว์เศรษฐกิจ มักเป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ (economic trait)

อิทธิพลของยีน ประกอบด้วย 2 อิทธิพลหลัก (อมรรัตน์ โมพี, ม.ป.ป.) คือ

1. Additive gene effect หรือ อิทธิพลของยีนแบบบวกสะสมในลักษณะเชิงปริมาณ ยีนที่มีบทบาทต่อการแสดงออกของลักษณะ ประกอบด้วยยีนหลายตำแหน่ง แต่ละตำแหน่งต่างช่วยกันในการทำให้ลักษณะนั้น ๆแสดงออกมา บางตำแหน่งอาจมีอิทธิพลต่อลักษณะนั้นสูง บางตำแหน่งอาจมีอิทธิพลต่อลักษณะนั้นต่ำ บางตำแหน่งมีอิทธิพลในการลดของลักษณะ เมื่อมีอิทธิพลของยีนทุกตำแหน่งที่มีบทบาทต่อลักษณะมารวมกัน ก็จะเป็นค่าของอิทธิพลแบบบวกสะสม โดยทฤษฎี เมื่อเอาค่า Additive gene effect มารวมกับ อิทธิพลของยีนแบบ dominance effect, epistasis effect และอิทธิพลเนื่องจากสิ่งแวดล้อม จะได้ค่าเป็น P หรือค่าของลักษณะปรากฏของสัตว์ตัวนั้น ๆ

Additive gene effect เป็นอิทธิพลที่สามารถถ่อยทอดจากพ่อ แม่ ไปสู่ลูกได้ โดยในการถ่ายทอดนี้พ่อจะถ่ายทอดไปยังลูกได้ ½ ของอิทธิพลแบบ Additive gene effect ของพ่อ และแม่ก็สามารถถ่ายทอดไปได้ ½ ของอิทธิพลนี้ ซึ่งการถ่ายทอดนี้อยู่ในกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (sperm and egg) ในเซลล์สืบพันธุ์ประกอบด้วยชุดโครโมโซม 1n และบนโครโมโซมประกอบด้วยยีนต่าง ๆ เมื่อเซลล์สืบพันธุ์เข้าสู่กระบวนการปฏิสนธิ ชุดโครโมโซมจาก sperm (1n) และ egg (1n) ก็มารวมกัน กลายเป็น 2n และยีนต่าง ๆที่อยู่บนโครโมโซมของพ่อและแม่ก็จะปรากฏที่ลูก

2. Non- additive gene effect หรืออิทธิพลของยีนแบบไม่บวกสะสมอิทธิพลของยีนตำแหน่งต่าง ๆ แต่เป็นอิทธิพลที่เกิดร่วมกันระหว่างยีนในตำแหน่งเดียวกัน (อิทธิพลร่วมระหว่าง allele ณ locus เดียวกัน) ที่เรียกว่า dominance effect หรืออิทธิพลร่วมระหว่างยีนต่างตำแหน่งกัน (อิทธิพลร่วมระหว่าง allele ที่อยู่ต่าง locus กัน) ที่เรียกว่า epistasis effect อิทธิพลทั้ง 2 รูปแบบนี้เรียกว่า อิทธิพลของยีนแบบไม่บวกสะสม (non-additive gene effect)

non-additive gene effect เป็นอิทธิพลที่ไม่สามารถถ่ายทอดจากพ่อ แม่ ไปสู่ลูกได้ เมื่อเข้าสู่กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ allele ที่เข้าคู่กันเป็น genotype ณ ตำแหน่งต่าง ๆของยีนจนถูกแยกจากกัน ปฏิกิริยาร่วมที่เคยมี allele มีการเข้าคู่กันก็จะหายไปในเซลล์สืบพันธุ์ และเมื่อเซลล์สืบพันธุ์เข้าสู่กระบวนการปฏิสนธิ การเข้าคู่กันของ allele ก็อาจจะเป็นการเข้าคู่กันด้วย allele อื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้ปฏิกิริยาร่วมอาจดีกว่า หรือเลวกว่าก็ได้ ถ้าการเข้าคู่ผสมพันธุ์กันไม่ได้เกิดจากการวางแผน

การเกิด Heterosis หรือ Hybrid vigor

Heterosis หรือ Hybrid Vigor หมายถึง ลูกที่เกิดจากพ่อแม่ที่ไม่มีความสัมพันธ์ทางเครือญาติ ลูกที่เกิดมีความแข็งแรง ทนทานต่อการมีชีวิตรอด เติบโตเร็วกว่า หรืออาจให้ผลผลิตมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ คำว่า heterosis มาจากคำว่า heterozygosis ทั้งนี้เพราะลูกผสมที่เกิดจากพ่อแม่ที่ไม่มีความสัมพันธ์ต่อกัน (outbreeding หรือ crossbreeding) ทั้งนี้ Heterosis วัดโดยการผสมข้ามสายสัมพันธ์เพื่อสร้างรุ่น F1 ซึ่งจะเปรียบเทียบกับพ่อแม่พันธุ์แท้ ซึ่ง Heterosis จะมีค่าในทิศทางบวก หรือลบก็ได้ โดยในประเทศเขตอบอุ่น การผสมข้ามพันธุ์ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายในสุกรและสัตว์ปีกเพื่อใช้ประโยชน์จากความแตกต่างสายพันธุ์ ดังนั้น Heterosis จะมีความสำคัญมากกว่าในสภาพแวดล้อมที่แย่หรือไม่เหมาะสม (Wakchaure et al., 2015)

ประเภทของการเกิด heterosis

1. Individual heterosis คือ การที่ลูกผสมมีความดีเด่น (better performance) กว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์แท้ ในลักษณะที่ตรวจวัดได้ เช่น ADG, FCR น้ำหนักหย่านม น้ำหนักซากที่เพิ่มขึ้น เป็นต้น

2. Maternal heterosis คือ การที่ลูกผสมเพศเมียมีคุณสมบัติในการเป็นแม่พันธุ์ที่ดีเด่น เหนือกว่าของค่าเฉลี่ยแม่พันธุ์แท้ ตัวอย่างเช่น จำนวนลูกต่อครอก และจำนวนลูกหย่านม น้ำหนักหย่านมที่สูงขึ้น และลักษณะการสืบพันธุ์อื่นๆ เป็นต้น

3. Paternal heterosis คือ การที่ลูกผสมเพศผู้มีคุณสมบัติในการเป็นพ่อพันธุ์ที่ดีเด่นเหนือกว่าพ่อพันธุ์แท้ ตัวอย่างเช่น ความแข็งแรง และอายุการใช้งาน ความเข้มข้นของอสุจิดีขึ้น เป็นต้น

การเกิด Heterosis

ในทางพันธุศาสตร์ heterosis มีสาเหตุจากสภาพของ genotype เป็น heterozygosity ของ non-additive gene จึงอธิบายได้ตามหลักเกณฑ์ของ dominance, overdominance และ epistasis ดังต่อไปนี้

1. หลักเกณฑ์ของ dominance

เนื่องจากมียีนหลายคู่ควบคุมลักษณะในแต่ละลักษณะ ซึ่งอาจจะเป็น homozygous หรือ heterozygous ก็ได้ และเมื่อผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่ไม่เกี่ยวดองเป็นเครือญาติกัน ลูกที่เกิดจะมีโอกาสเป็น heterozygous ได้มาก ตามทฤษฎีของ dominance

2. หลักเกณฑ์ของ overdominance

Overdominance หรือเรียกว่า การข่มเกิน เป็นปฏิกิริยาระหว่าง heterozygous gene ที่เป็นคู่กันมีอำนาจเหนือกว่า homozygote

3. หลักเกณฑ์ของ epistasis

Epistasis หรือเรียกว่ายีนข่มข้ามคู่ เป็นปฏิกิริยาระหว่าง dominance gene คู่หนึ่ง ไปมีปฏิกิริยาต่อ dominance gene อีกคู่หนึ่ง ซึ่งเป็น non allelic ต่อกัน

ปริมาณ Heterosis ในลักษณะต่าง ๆ (ชาญชัย รอดอนันต์, 2536)

1. ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำ เช่น ลักษณะที่ปรากฏเริ่มแรกของชีวิต ความสมบูรณ์พันธุ์ ความต้านทานโรค ความอยู่รอด การเจริญเติบโตก่อนหย่านม ลักษณะเหล่านี้จะเกิด heterosis ได้มาก

2. ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมปานกลาง ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตระยะขุน ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ลักษณะเหล่านี้จะเกิด heterosis ในระดับปานกลาง

3. ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูง เช่น ลักษณะคุณภาพซาก ความหนาของมันแข็ง ลักษณะเหล่านี้จะเกิด heterosis ได้ต่ำมาก

ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณ Heterosis ต่างกัน (ชาญชัย รอดอนันต์, 2536)

1. ขึ้นอยู่กับอัตราพันธุกรรม ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมสูง ซึ่งเป็นผลของอำนาจยีน additive จะเกิด heterosis ในปริมาณน้อย หรือต่ำ แต่ลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมต่ำจะมีปริมาณ heterosis ได้มาก เช่น ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์หรือจำนวนลูกต่อครอกในสุกร มีอัตราพันธุกรรมเพียง 15-17% จะเกิด heterosis ได้มาก ในทางปฏิบัติการเลี้ยงสุกรจึงนิยมผสมนอกสายพันธุ์เสมอ

2. ระดับความแตกต่างทางพันธุกรรม คู่ผสมมีความแตกต่างกันมากจะทำให้เกิด heterosis ได้มาก ดังเช่น การผสมพันธุ์สัตว์ข้ามระหว่างพันธุ์จะมี heterosis มากกว่าคู่ผสมพันธุ์ที่

ได้มาจากสายสัมพันธ์ตระกูลเดียวกัน ทั้งนี้เพราะสัตว์ที่ใกล้ชิดเป็นเครือญาติกันจะมีโอกาสมีคู่ของยีนเป็น homozygous คู่เดียวกันได้มาก แต่ถ้าสัตว์ที่ไม่เป็นเครือญาติกัน homozygous gene จะเกิดต่างคู่กันได้มาก และเมื่อยีนเหล่านั้นเป็น non – additive นำมาผสมกันก็จะเกิด heterosis

จากการศึกษาของ Hristakieva et al. (2014) รายงานว่า ค่า %Heterosis ของไก่ลูกผสมของอายุเมื่อสมบูรณ์พันธุ์ มีค่าเป็นลบระหว่าง -1.29 ถึง -6.70 เปอร์เซ็นต์ จึงทำให้อายุเมื่อเริ่มวางไข่เร็วขึ้น น้ำหนักไข่อยู่ในช่วงระหว่าง 0.97 ถึง 1.63 เปอร์เซ็นต์ ผลผลิตไข่มีค่าระหว่าง 17.40 ถึง 34.28 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการอยู่รอดมีค่าระหว่าง -7.97 ถึง 3.13 เปอร์เซ็นต์ ในไก่ไข่ค่า %Heterosis จะอยู่ระหว่าง -3 ถึง 40 เปอร์เซนต์ (Fairfull, 1990) และการศึกษาของ Khalil et al. (2023) พบว่าไก่ลูกผสม %Heterosis อายุเมื่อไข่ฟองแรกอยู่ระหว่าง 3.80 ถึง 28.50 เปอร์เซ็นต์ และจำนวนผลผลิตไข่อยู่ระหว่าง 19.70 ถึง 29.30 เปอร์เซ็นต์

Assefa et al. (2021) ศึกษา %Heterosis ในไก่ลูกผสมระหว่างไก่ White Leghorn กับไก่ Fayoumi ด้วยการผสมพันธุ์แบบสลับ (reciprocal) พบว่า น้ำหนักตัวเมื่ออายุ 20 สัปดาห์มีค่าเป็นบวกที่ 14.55 และ 14.89 เปอร์เซ็นต์ การกินได้ต่อวันเมื่ออายุ 16-20 สัปดาห์มีค่า -0.40 และ 2.71 เปอร์เซ็นต์ อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักตัว เมื่ออายุ 16-20 สัปดาห์ ที่ค่าเป็นลบที่ -25.00 และ -16.67 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกมีค่า เป็นบวกที่ 11.45 และ 12.08 เปอร์เซ็นต์ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกมีค่าเป็นลบที่ -2.39 และ -6.59 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักไข่ฟองแรกมีค่า -2.22 และ 3.06 เปอร์เซนต์

Wang et al. (2022) ศึกษาในไก่ White Leghorn (WW), ไก่ Beijing-You (YY), ไก่ลูกผสม WY และ ไก่ลูกผสม YW พบว่าไก่ลูกผสม WY และ YW มีค่า Heterosis ในด้านจำนวนไข่เมื่ออายุ 35 สัปดาห์เท่ากับ 4.03 และ 2.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งให้ไข่ดีกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์แท้ ไก่ลูกผสมให้ไข่เร็วขึ้น -1.24 และ 0.92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำหนักไข่มีค่าที่ 2.63 และ 3.94 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การศึกษาคุณภาพไข่มีค่า Heterosis เป็นบวกในระดับที่ต่ำกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ ได้แก่ น้ำหนักไข่ น้ำหนักเปลือกไข่ อัตราส่วนไข่แดง อัตราส่วนไข่ขาว และความหนาเปลือกไข่ ดังนั้น ไก่ลูกผสมสามารถให้ผลผลิตที่เหนือกว่าค่าเฉลี่ยพ่อแม่ในด้าน ผลผลิตไข่ น้ำหนักไข่ และคุณภาพไข่ รวมทั้งเหนือกว่าในทางลบในด้านของอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกที่ไก่ลูกผสมให้ไข่เร็วกว่า ซึ่งสอดคล้องกับ Fulla (2022) กล่าวว่า % Heterosis ของน้ำหนักไข่ มีค่าเป็นบวกโดยอยู่ระหว่าง 0-5 เปอร์เซ็นต์ ในลูกผสม

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

การสร้างฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ และการผสมพันธุ์

การสร้างฝูงไก่พันธุ์แท้ประดู่หางดำเชียงใหม่, เล็กฮอร์นขาว และฝูงไก่ลูกผสมระหว่างประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว โดยมีฝูงไก่เล็กฮอร์นขาว (WLH) จำนวน 240 ตัว (เพศผู้ 40 ตัว, เพศเมีย 200 ตัว) และฝูงไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (PDCM) จำนวน 240 ตัว (เพศผู้ 40 ตัว, เพศเมีย 200 ตัว) และนำไก่พันธุ์แท้ 2 สายพันธุ์มาผสมข้ามสายพันธุ์ ดังนี้ 1) PDCM x WLH คือ ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศผู้) x เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) และ 2) WLH x PDCM คือ เล็กฮอร์นขาว (เพศผู้) x ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศเมีย) โดยวิธีการผสมเทียม อัตราส่วนเพศผู้ : เพศเมีย คือ 1 : 5 โดยใช้สารละลายน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85-0.90% ในอัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำเกลือ หนึ่ง ต่อหนึ่งในช่วงเวลา 15.00 – 16.00 น. สัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทำการเก็บไข่ติดต่อกัน 14 วัน และเก็บในห้องที่มีอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังการนั้นทำการฟักโดยใช้ตู้ฟักไข่อัตโนมัติ อุณหภูมิที่ใช้ฟักไข่ มีค่าเท่ากับ 37.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ และกลับไข่อัตโนมัติทุกๆ 2 ชั่วโมง ส่องไข่ประเมินไข่มีเชื้อ ที่อายุ 7 วัน และ 18 วัน จากนั้นย้ายไข่ฟักทั้งหมดไปยังถาดเกิด ควบคุมอุณหภูมิภายในตู้เกิดให้มีค่าเท่ากับ 37.5 องศาเซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ ลูกไก่แรกเกิดมีการจดบันทึกข้อมูลการชั่งน้ำหนัก ติดเบอร์ขา และติดเบอร์ปีกเฉพาะลูกไก่เพศเมียเมื่ออายุประมาณ 4 – 6 สัปดาห์

การศึกษาอัตราการฟักออก และอัตราการเจริญเติบโตในไก่ไข่เล็กฮอร์นขาว (พันธุ์แท้), ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (พันธุ์แท้), ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาว x แม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ เพศเมีย จำนวน 1,600 ฟอง โดยแบ่งไก่ออกเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ไข่มีเชื้อของไก่เล็กฮอร์นขาว (พันธุ์แท้) จำนวน 400 ฟอง
- กลุ่มที่ 2 ไข่มีเชื้อของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (พันธุ์แท้) 400 ฟอง

- กลุ่มที่ 3 ไข่มีเชื้อของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศผู้) x ไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) จำนวน 400 ฟอง

- กลุ่มที่ 4 ไข่มีเชื้อของไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศผู้) x ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศเมีย) จำนวน 400 ฟอง

อาหารและการให้อาหาร

การจัดการการให้อาหาร ไก่พ่อแม่พันธุ์ทั้ง 4 กลุ่ม ได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลอง เพื่อให้ไก่มีสมรรถภาพการผลิตสูงสุด โดยอาหารที่ใช้เป็นอาหารสำเร็จรูปของบริษัทสำหรับการเลี้ยงไก่ไข่ในแต่ละระยะ ดังนี้

ไก่อายุแรกเกิด – 5 สัปดาห์ ได้รับอาหารไก่ไข่สำเร็จรูป มีโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 19 %
ไก่อายุ 5 – 12 สัปดาห์ ได้รับอาหารไก่ไข่สำเร็จรูป มีโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 15 %
ไก่อายุ12 – 20 สัปดาห์ ได้รับอาหารไก่ไข่สำเร็จรูป มีโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 13 %

การเลี้ยงและการจัดการ

ไก่ทดลองทั้งหมดอยู่ภายใต้ความรับผิดชอบของศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย กรมปศุสัตว์ การเลี้ยงและการจัดการไก่เล็ก และไก่รุ่น เป็นรูปแบบการเลี้ยงภายในโรงเรือนแบบกึ่งขังกึ่งปล่อย โดยช่วงกลางวันจะเลี้ยงแบบปล่อยลานที่จำกัดบริเวณให้น้ำ และอาหารอย่างเต็มที่ ตอนกลางคืนจะต้อนไก่ทั้งหมดเข้ามาเลี้ยงภายในโรงเรือน ปิดประตูอย่างมิดชิดเพื่อป้องกันสัตว์อื่น เลี้ยงรวมกันทั้งเพศผู้และเพศเมียจนกว่าจะแยกเพศได้ คัดเฉพาะเพศเมียเพื่อเข้าทดสอบในกรงตับขังเดี่ยว

การป้องกันโรค

การป้องกันโรค ไก่ทุกตัวได้รับวัคซีนตามโปรแกรมวัคซีนไก่ไข่ของกรมปศุสัตว์

ตารางที่ 9 โปรแกรมวัคซีนไก่ไข่

อายุไก่	ชนิดวัคซีน	วิธีการทำวัคซีน	ระยะคุ้มโรค
1 วัน	มาเรกซ์	ฉีดใต้ผิวหนัง/กล้ามเนื้อขา	ตลอดชีพ
3-5 วัน	นิวคาสเซิล+หลอดลมอักเสบ	หยอดจมูก/ตา ตัวละ 2 หยด	ทำซ้ำ 21 วัน
10 วัน	กัมโบโร	ละลายน้ำ/หยอดปาก 1 หยด	ตลอดชีพ

ตารางที่ 9 (ต่อ)

อายุไก่	ชนิดวัคซีน	วิธีการทำวัคซีน	ระยะคุ้มโรค
21 วัน	นิวคาสเซิล+หลอดลมอักเสบ	หยอดจมูก/ตา ตัวละ 2 หยด	3 เดือน
37 วัน	ฝีดาษ	แทงผนังปีก	1 ปี
75 วัน	อหิวาต์	ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ	3 เดือน

หลังจากนั้นทำวัคซีนนิวคาสเซิล+หลอดลมอักเสบติดต่อ, อหิวาต์ไก่, ถ่ายพยาธิภายนอกและภายในทุกๆ 3 เดือน

การเก็บข้อมูลงานวิจัย

1. บันทึกข้อมูลไข่เข้าฟัก ดังนี้

-ส่องไข่ 7 วัน บันทึกข้อมูลจำนวนไข่มีเชื้อ ไข่ไม่มีเชื้อ และไข่เชื้อตาย

-ส่องไข่ 18 วัน บันทึกข้อมูลจำนวนไข่มีเชื้อ และไข่เชื้อตาย

-บันทึกข้อมูลจำนวนลูกเกิด จำนวนไก่พิการ และไก่ตายโคม

ค่าต่าง ๆ ที่ทำการบันทึกจะถูกนำมาคำนวณหาค่าดังต่อไปนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์การผสมติด (fertility)} = \frac{\text{จำนวนไข่มีเชื้อ} \times 100}{\text{จำนวนไข่ทั้งหมด}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์การฟักออก (hatchability)} = \frac{\text{จำนวนลูกเกิด} \times 100}{\text{จำนวนไข่มีเชื้อ}}$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไก่พิการและคัดทิ้ง} = \frac{\text{จำนวนไก่พิการ+จำนวนไก่คัดทิ้ง} \times 100}{\text{จำนวนไข่มีเชื้อ}}$$

2. บันทึกข้อมูลน้ำหนักแรกเกิดรายตัว ที่อายุ 1 วัน และติดเบอร์ปีก เพื่อเป็นการทำเครื่องหมายไว้สำหรับการเก็บข้อมูลรายตัว

3. บันทึกข้อมูลรายตัวทุกๆ 2 สัปดาห์ ไปจนกระทั่งไก่อายุครบ 16 สัปดาห์ ได้แก่ ค่าน้ำหนักตัว ปริมาณหาหารที่กิน และอัตราการตาย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลมาวิเคราะห์สถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับ $P<0.05$ (Steel and Torrie, 1980)

การทดลองที่ 2 การประเมินสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

การศึกษาครั้งนี้ ใช้ไก่ไข่ เพศเมีย อายุ 18 สัปดาห์ จำนวนทั้งหมด 240 ตัว แบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 4 กลุ่มๆ ละ 20 ซ้ำๆ ละ 3 ตัว รวม 60 ตัวต่อกลุ่ม ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ไก่เล็กฮอร์นขาว เพศเมีย (พันธุ์แท้)
- กลุ่มที่ 2 ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ เพศเมีย (พันธุ์แท้)
- กลุ่มที่ 3 ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่เล็กฮอร์น
- กลุ่มที่ 4 ไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์น x แม่ประดู่หางดำเชียงใหม่

ไก่ทั้ง 4 กลุ่มได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ (*ad libitum*) ตลอดการทดลองเพื่อให้ไก่มีสมรรถภาพการผลิตสูงสุด โดยอาหารที่ใช้เป็นอาหารสำเร็จรูปไก่ระยะไข่ถึงปลด มีโปรตีน ไม่ต่ำกว่า 16 % ไก่ทุกตัวถูกเลี้ยงบนกรงตับเดี่ยว ไปจนถึงอายุประมาณ 72 สัปดาห์ ใช้กรงขนาด 20 x 41 x 30.5 เซนติเมตร เป็นกรงเดี่ยวเรียงต่อกัน พื้นกรงลาดเอียง (slope) มีรางรองรับไข่ด้านหน้า มีรางอาหารอยู่ด้านหน้ากรง ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตร ลึก 10 เซนติเมตร ระบบน้ำเป็นรางน้ำติดอยู่ด้านบนกรง ขนาดกว้าง 7 เซนติเมตร ลึก 4.5 เซนติเมตร บรรจุไก่กรงละ 1 ตัว พื้นที่ต่อตัวเท่ากับ 820 ตารางเซนติเมตร เลี้ยงภายในโรงเรือนระบบเปิดภายใต้อุณหภูมิสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ ทำการบันทึกอุณหภูมิ และความชื้นในโรงเรือน ในช่วงเวลาเช้า 09.00 น. และช่วงบ่าย 13.00 น. ตั้งแต่เริ่มการทดลองจนจบการทดลอง แล้วนำข้อมูลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย

การบันทึกข้อมูลด้านสมรรถภาพการผลิตไข่ (Egg performance)

บันทึกข้อมูลผลผลิตไข่ ของแต่ละกลุ่มการทดลอง ตลอดการทดลอง 72 สัปดาห์ รวมทั้งจำนวนการตายของไก่ที่พบ โดยนำข้อมูลที่ได้คำนวณตามสูตร ต่อไปนี้

1. อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก, น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก, น้ำหนักไข่ฟองแรก
2. อัตราการตาย (%) $= \frac{\text{จำนวนไก่ตาย x 100}}{\text{จำนวนไก่เริ่มเลี้ยง}}$
3. ผลผลิตไข่ (Hen day eeg production)

$$= \frac{\text{จำนวนไข่ในช่วงการทดลอง x 100}}{\text{จำนวนวัน x จำนวนไก่}}$$

4. ผลผลิตไข่ (Hen house eeg production)

$$= \frac{\text{จำนวนไข่ในช่วงการทดลอง x 100}}{\text{จำนวนวัน}}$$

5. มวลไข่ (Egg mass) = เปอร์เซนต์ไข่เฉลี่ย x น้ำหนักไข่ (ก.)
100

6. ปริมาณการกินได้ต่อวัน (Feed intake per day)
= ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด
จำนวนวันที่เลี้ยง

7. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ (Feed per egg ratio)
= ปริมาณอาหารที่กิน(กรัม)
น้ำหนักไข่ที่ผลิตได้(กรัม)

การวิเคราะห์คุณภาพไข่ (Egg quality)

วิเคราะห์คุณภาพไข่ทุกๆ 4 สัปดาห์ ตลอดระยะเวลาการทดลอง ทำการสุ่มไข่ กลุ่มละ 40 ฟอง (กรงละ 2 ฟอง) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพไข่ ดังนี้

1. การวัดดัชนีรูปร่างไข่ (Shape Index) ด้วยเวอร์เนียร์คาลิปเปอร์ แบบดิจิตอล

วิธีหาค่า SI = $\frac{W}{L} \times 100$

โดย W = ความกว้างฟองไข่ (mm.)

L = ความยาวฟองไข่ (mm.)

2. วัดความหนาของเปลือกไข่ (Shell thickness, mm) โดยใช้ ไมโครมิเตอร์ แกะเอาเฉพาะเปลือกไข่ ลอกเอาเยื่อออก วัด 3 จุด คือ ด้านป้าน, ด้านแหลม และตรงกลางของฟองไข่

3. วัดความสูงของไข่ขาว (Albumin height, cm) คำนวณค่าฮอกยูนิต (Haugh unit, HU) หรือค่าความสดของไข่ โดยใช้สมการฮอก (Haugh, 1937) ตามสูตรดังนี้

$HU = 100 \log (H - 1.7w^{0.37} + 7.6)$

เมื่อ H = ความสูงไข่ขาวเฉลี่ย (mm.)

w = น้ำหนักไข่ทั้งฟอง (g.)

4. น้ำหนักไข่เฉลี่ย (Egg weight) = น้ำหนักไข่ทั้งหมด(กรัม)
จำนวนไข่ทั้งหมด(ฟอง)

5. น้ำหนักไข่แดง (Yolk weight, g) ชั่งบนเครื่องชั่งดิจิตอล

6. น้ำหนักไข่ขาว (Albumen weight, g) ชั่งบนเครื่องชั่งดิจิตอล

7. น้ำหนักไข่แดง+น้ำหนักไข่ขาว (Yolk + albumen weight, g) ชั่งบนเครื่องชั่งดิจิตอล

การวิเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง คัดเลือกไก่ที่มีน้ำหนักตัวใกล้เคียงกัน จำนวน 5 ตัว/กลุ่ม เพื่อเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่บริเวณใต้ปีก ตัวอย่างละ 3 มิลลิตร ใส่ในหลอดที่ไม่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเม็ดเลือดแล้วปั่น 5,000 rpm เพื่อแยกส่วนใสทำการเก็บซีรั่ม โดยเลือดที่ทำการเก็บจะรีบแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส แล้วทำการปั่นแยกซีรั่ม เพื่อนำไปทำการวิเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการต้านอนุมูลอิสระ ได้แก่ ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส (Superoxide Dismutase; SOD) เอนไซม์คาตาเลส (Catalase Activity; CAT) และ เอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดส (Glutathione Peroxidase; GSH-Px) โดยการนำซีรั่มของตัวอย่างมาเจือจางในสารละลายฟอสเฟสบัฟเฟอร์ให้เป็น 300 เท่า วิเคราะห์การทำงานของเอนไซม์ซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตสโดยการวัดอัตราการยับยั้ง Formazan และทำให้เกิดสีด้วย Nitrotetrazolium Blue Chloride (NBT) จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 550 นาโนเมตร เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส การวัดการทำงานของเอนไซม์คาตาเลส โดยใช้ H_2O_2 เป็นสารตั้งต้นทำปฏิกริยากับ Ammonium Molybdate ได้สารประกอบสีเหลือง เติมตัวอย่างซีรั่มลงในปฏิกริยาและเปรียบเทียบการยับยั้งปฏิกริยากับหลอดควบคุมและคำนวณสมรรถนะของเอนไซม์คาตาเลส ที่ได้เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน อัตราการเปลี่ยนแปลง Reduced Glutathione (GSH) ไปเป็น Oxidizing Glutathione (GSSG) โดยการทำงานของเอนไซม์กลูตาไธโอนเปอร์ออกซิเดสถูกนำมาใช้วิเคราะห์สมรรถนะการทำงานของเอนไซม์ที่เกิดขึ้น (Stukelj et al., 2013)

การประมาณค่าเฮทเทอโรซีส

1. การประมาณค่าเฮทเทอโรซีส โดยทั่วไป ค่า Hybrid vigor, HV สามารถหาได้โดยการวัดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของลักษณะโดยวัดความแตกต่างของค่าเฉลี่ยลักษณะที่สนใจในรุ่นลูกเทียบกับค่าเฉลี่ยรุ่นพ่อแม่

$$HV = \overline{P_{F1}} - \overline{P_P}$$

เมื่อ $\overline{P_{F1}}$, $\overline{P_P}$ คือค่าเฉลี่ยของลักษณะที่สนใจในรุ่นลูก และรุ่นพ่อแม่ ตามลำดับ โดย $\overline{P_P}$ คำนวณจาก

$$\overline{P_P} = \frac{\overline{P_{p1}} + \overline{P_{P2}}}{2}$$

เมื่อ $\overline{P_{P1}}$, $\overline{P_{P2}}$ คือค่าเฉลี่ยของลักษณะนั้น ๆในสายพ่อ และแม่ ตามลำดับ

2. การประมาณเปอร์เซนต์ของค่าเฮทเทอโรซีส ในกรณีที่ต้องการวัดค่า HV เป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้ (Fairfull, 1990)

$$H(\%) = [F1-(P1+P2)/2] / [(P1+P2)/2] \times 100$$

เมื่อ: H(%) – heterosis (%)

F1– = average values of traits of hybrid lines

P1, 2 = average values of traits of original lines

การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ และกิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ มาวิเคราะห์สถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) และเปรียบเทียบความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับ $P<0.05$ (Steel and Torrie, 1980)

สถานที่ทำการวิจัยและเก็บข้อมูล

หน่วยผลิตสัตว์ปีก ณ ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย เลขที่ 674 หมู่ 3 ตำบลด่านซ้าย อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย 42120

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

สมรรถภาพการสืบพันธุ์

การประเมินสมรรถภาพการสืบพันธุ์ของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม (ตารางที่ 10) พบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อของไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าสูงที่สุด (P<0.05) คิดเป็น 93.31 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ไก่เล็กฮอร์นขาว ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 84.30, 79.94 และ79.36 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ไข่ไม่มีเชื้อของไก่ลูกผสม PDCM x WLH ที่มีค่าต่ำที่สุด (P<0.05) คิดเป็น 6.69 เปอร์เซ็นต์ ตรงกันข้ามกับไก่เล็กฮอร์นขาว ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 15.70, 20.06 และ 20.64 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุฟัก 7 วัน ของไก่ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 10) โดยไก่เล็กฮอร์นขาว ไก่ลูกผสม WLH x PDCM ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าเท่ากับ 2.33, 1.74 1.74 และ 1.16 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ อย่างไรก็ดี เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุฟัก 18 วัน ของไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าสูงสุด (P<0.05) คิดเป็น 5.95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ยกเว้นไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ที่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คิดเป็น 3.35 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุฟัก 18 วัน ของไก่เล็กฮอร์นขาวมีค่าต่ำที่สุด คิดเป็น 1.42 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 1.90 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคมของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คิดเป็น 15.61 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) รองลงมาคือ ไก่เล็กฮอร์นขาว ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM คิดเป็น 8.51, 7.94 และ 6.32 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ลูกไก่พิการสามารถพบได้ในไก่พันธุ์แท้ทั้ง 2 กลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าสูงที่สุด คือ 3.67 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) รองลงมา คือ ไก่เล็กฮอร์นขาว มีค่าเท่ากับ 1.97 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับ เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่มีลักษณะปกติ ที่พบ

เฉพาะในไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ PDCM x WLH ซึ่งทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเท่ากับ 100.00 เปอร์เซ็นต์

เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คิดเป็น 81.05 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 10) ในขณะที่ ไก่เล็กฮอร์นขาว ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คือ 90.07, 90.16 และ 87.73 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) คิดเป็น 63.37 เปอร์เซ็นต์ ตรงกันข้ามกับ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH ที่เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดมีค่าสูงสุด คิดเป็น 82.56 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ไก่เล็กฮอร์นขาว และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเท่ากับ 73.84 และ 68.60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 10 Assessment of reproductive efficiency of Pradu-Hangdum Chiang Mai, White Leghorn and their crossbred chickens using artificial insemination

Parameters	PDCM[1/]	WLH[2/]	WLH x PDCM[3/]	PDCM x WLH[4/]	SEM	P-value
Fertility, %						
Fertile egg, %	79.36^{b}	84.30^{b}	79.94^{b}	93.31^{a}	0.983	<0.001
Infertile egg, %	20.64^{a}	15.70^{a}	20.06^{a}	6.69^{b}	0.983	<0.001
Dead in germ at 7 days, %	1.16	2.33	1.74	1.74	0.350	0.716
Dead in germ 18 days, %	3.35^{ab}	1.42^{b}	5.95^{a}	1.90^{b}	0.510	0.009
Dead in shell, %	15.61^{a}	8.51^{b}	6.32^{b}	7.94^{b}	0.870	<0.001
Abnormal chicks, %	3.67^{a}	1.97^{ab}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.366	0.001
Normal chicks, %	96.33^{b}	98.03^{ab}	100.00^{a}	100.00^{a}	0.366	0.001
Hatchability on fertile egg, %	81.05^{b}	90.07^{a}	87.73^{a}	90.16^{a}	0.990	0.003
Hatchability on set eggs, %	63.37^{c}	73.84^{b}	68.60^{bc}	82.56^{a}	1.21	<0.001

[1/]Pradu-Hangdum Chiang Mai, [2/]White Leghorn, [3/]White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen, [4/]Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen.

[a-c]Mean values within a row with different superscript indicated significant differences (P<0.05).

SEM = Standard error of mean

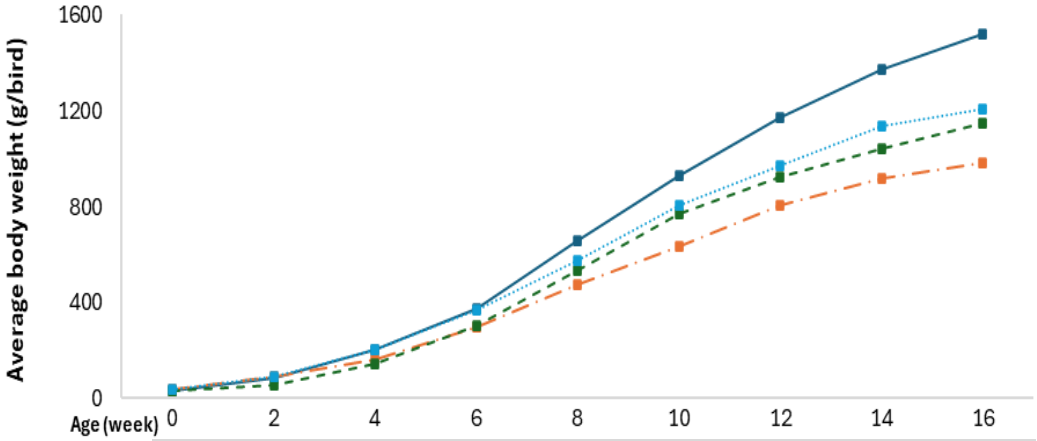
อัตราการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่ PDCM ไก่ WLH และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ระหว่างอายุ 0-16 สัปดาห์ (ภาพที่ 8) พบว่า น้ำหนักตัวแรกฟักของไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) คิดเป็น 41 กรัม/ตัว รองลงมา คือ ไก่ WLH ไก่ PDCM และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเท่ากับ 40, 33 และ 33 กรัม/ตัว ตามลำดับ อย่างไรก็ดี น้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่ทุกกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำหนักตัวเฉลี่ยที่อายุ 16 สัปดาห์ มีค่าสูงที่สุด ($P<0.05$) ในไก่ PDCM คิดเป็น 1,519 กรัม/ตัว รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ WLH มีค่าเท่ากับ 1,205, 1,147 และ 983 กรัม/ตัว ตามลำดับ

การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ระหว่างช่วงอายุ 0-16 สัปดาห์ (ภาพที่ 9) พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่ทุกกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในสัปดาห์ที่ 6-8 พบว่า ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันเพิ่มขึ้นสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) มีค่าเท่ากับ 20.2 กรัม/ตัว/วัน รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่เล็กฮอร์นขาว มีค่าเท่ากับ 16.5, 15.0 และ 12.8 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ

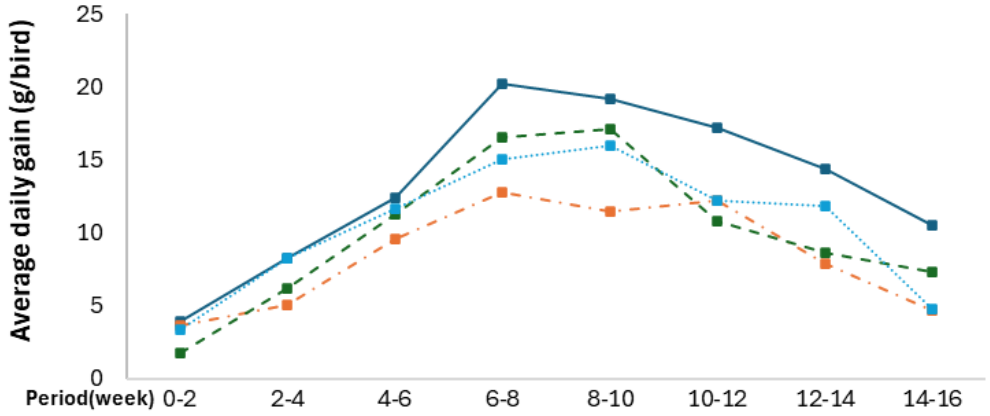
อัตราการตาย

อัตราการตายของไก่ PDCM ไก่WLH และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ตลอดระยะเวลาทดลอง 0-16 สัปดาห์ แสดงในภาพที่ 10 เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง พบว่า ไก่ WLH มีอัตราการตายสูงสุด ($P<0.05$) คิดเป็น 18.40 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ อัตราการตายของไก่ PDCM ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ คิดเป็น 7.62, 6.78 และ 5.28 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ



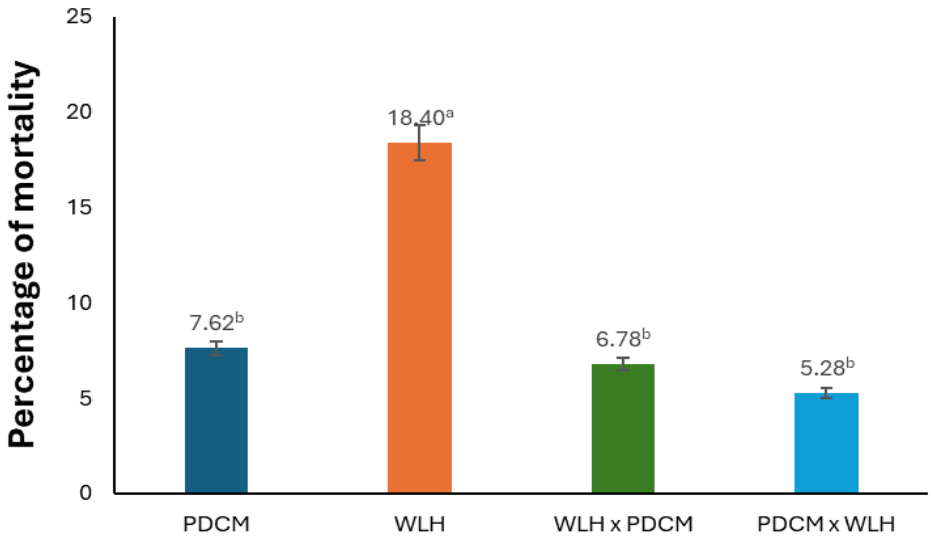
PDCM	33^{b}	87^{a}	203^{a}	377^{a}	660^{a}	930^{a}	1,171^{a}	1,372^{a}	1,519^{a}
WLH	40^{a}	90^{a}	162^{b}	295^{b}	475^{d}	635^{c}	806^{d}	917^{d}	983^{d}
WLH x PDCM	33^{b}	57^{b}	145^{c}	302^{b}	534^{c}	773^{b}	924^{c}	1,044^{c}	1,147^{c}
PDCM x WLH	41^{a}	89^{a}	205^{a}	368^{a}	578^{b}	803^{b}	973^{b}	1,138^{b}	1,205^{b}
SEM	0.25	0.96	2.12	3.58	5.61	7.37	8.88	9.77	11.00

ภาพที่ 8 Average body weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old



PDCM	3.9^{a}	8.3^{a}	12.4^{a}	20.2^{a}	19.2^{a}	17.2^{a}	14.4^{a}	10.5^{a}
WLH	3.6^{b}	5.1^{c}	9.6^{c}	12.8^{d}	11.5^{c}	12.2^{b}	7.9^{c}	4.7^{c}
WLH x PDCM	1.8^{c}	6.2^{b}	11.3^{b}	16.5^{b}	17.1^{b}	10.8^{b}	8.6^{c}	7.3^{b}
PDCM x WLH	3.4^{b}	8.3^{a}	11.6^{ab}	15.0^{c}	16.0^{b}	12.2^{b}	11.8^{b}	4.8^{c}
SEM	0.06	0.12	0.17	0.22	0.30	0.35	0.35	0.29

ภาพที่ 9 Average daily gain of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old



ภาพที่ 10 Mortality of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 0-16 week old

ผลการทดลองที่ 2 การประเมินสมรรถภาพการผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และค่าเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

สมรรถภาพการผลิตไข่

อายุการให้ไข่ฟองแรกของไก่ลูกผสม WLH x PDCM เร็วที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ที่อายุ 137.15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ (ตารางที่ 11) รองลงมา คือ ไก่ WLH และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 147.46 และ 150.41 วัน ตามลำดับ ในขณะเดียวกัน ไก่ PDCM มีน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ WLH มีค่าเท่ากับ 1709.90, 1530.65 และ 1348.80 กรัม/ตัว ตามลำดับ

น้ำหนักไข่ฟองแรก มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่ WLH (38.80 กรัม/ฟอง) (ตารางที่ 11) รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH ไก่ WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเท่ากับ 37.13, 35.07 และ 34.60 กรัม/ฟอง ตามลำดับ

จำนวนไข่เฉลี่ยต่อแม่ไก่ตั้งแต่เริ่มให้ไข่ฟองแรก เป็นระยะเวลา 12 เดือน มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในไก่ WLH (ตารางที่ 11) ในขณะที่ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่

ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (260.95 และ 258.05 ฟอง/แม่ไก่ 1 ตัว ตามลำดับ) และจำนวนไข่เฉลี่ยต่อแม่ไก่ มีค่าต่ำที่สุดในไก่ PDCM คิดเป็น 151.75 ฟอง/แม่ไก่ 1 ตัว

เปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่เฉลี่ยต่อวันของไก่ WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (73.08, 72.72 และ 69.75 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) (ตารางที่ 11) แต่ในทางตรงกันข้าม ไก่ PDCM มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่เฉลี่ยต่อวันต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) คิดเป็น 43.21 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่เฉลี่ยต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้น มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในไก่ลูกผสม WLH x PDCM ไก่ WLH และไก่ลูกผสม PDCM x WLH (64.93, 64.74 และ 61.38 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ) ยกเว้นไก่ PDCM ที่มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่เฉลี่ยต่อจำนวนแม่ไก่เริ่มต้น ต่ำสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) คิดเป็น 40.63 เปอร์เซ็นต์

อัตราการกินเฉลี่ยต่อวันและอัตราการตายของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 11) โดย ไก่ PDCM ไก่ WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 102.40, 92.29, 97.98 และ 100.69 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไข่ดีที่สุด ($P<0.001$) ในไก่ WLH (2.28) รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 2.61 และ 2.72 และไก่ PDCM มีค่าด้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คิดเป็น 4.81

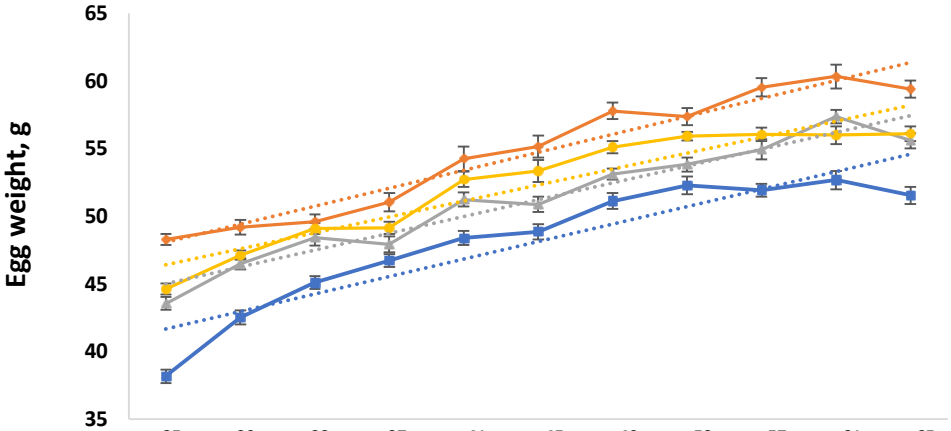
น้ำหนักไข่เฉลี่ยของ WLH มีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ ($P<0.05$) (ตารางที่ 11) คิดเป็น 55.21 กรัม/ฟอง รองลงมา คือ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเท่ากับ 53.00 และ 51.54 กรัม/ฟอง ตามลำดับ และน้ำหนักไข่เฉลี่ยต่ำสุด พบได้ใน PDCM มีค่าเท่ากับ 49.24 กรัม/ฟอง สอดคล้องกับค่ามวลไข่ของไก่ WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 40.34, 37.47 และ 36.96 กรัม/ตัว ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.001$) เมื่อเปรียบเทียบกับ PDCM (21.27 กรัม/ตัว) อย่างไรก็ดีอัตราการตายของทุกกลุ่มการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

การวิเคราะห์คุณภาพไข่ (Egg quality)

คุณภาพภายนอก (External quality)

น้ำหนักไข่เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดย WLH มีค่าสูงที่สุด (54.72 กรัม) ซึ่งไม่แตกต่าง($P>0.05$) กับไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ WLH x PDCM (52.30 และ 51.22 กรัม ตามลำดับ) ส่วน PDCM มีค่าน้อยที่สุด (48.11 กรัม) โดยผลจากการผสมข้ามพันธุ์พบว่า ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีแนวโน้มให้น้ำหนักไข่ที่สูงกว่าไก่ลูกผสม WLH x PDCM และมากกว่า PDCM

นอกจากนี้ยังพบว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีแนวโน้มน้ำหนักไข่เพิ่มสูงขึ้นตามอายุที่มากขึ้น ดังแสดงใน ภาพที่ 11



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	38.15^{c}	42.50^{c}	45.08^{b}	46.73^{c}	48.38^{c}	48.85^{c}	51.13^{d}	52.28^{b}	51.93^{c}	52.68^{c}	51.55^{c}	48.14^{b}
WLH	48.28^{a}	49.18^{a}	49.58^{a}	51.03^{a}	54.25^{a}	55.15^{a}	57.80^{a}	57.38^{a}	59.53^{a}	60.35^{a}	59.40^{a}	54.72^{a}
WLH x PDCM	43.55^{b}	46.48^{b}	48.43^{a}	47.93^{bc}	51.23^{b}	50.88^{b}	53.13^{c}	53.83^{b}	54.95^{b}	57.38^{b}	55.67^{b}	51.23^{ab}
PDCM x WLH	44.63^{b}	47.13^{b}	49.10^{a}	49.15^{b}	52.73^{ab}	53.35^{a}	55.10^{b}	55.93^{a}	56.08^{b}	56.00^{b}	56.10^{b}	52.30^{a}
SEM	0.46	0.35	0.32	0.32	0.39	0.43	0.37	0.35	0.42	0.45	0.36	0.73

ภาพที่ 11 Average egg weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old

ตารางที่ 11 Descriptive statistics for egg performance of PDCM, WLH and their crossbreds chickens

Parameters	PDCM[1/]	WLH[2/]	WLH x PDCM[3/]	PDCM x WLH[4/]	SEM	P-value
Age at first laid egg, days	161.07[c]	147.46[b]	137.15[a]	150.41[b]	1.119	<0.001
Body weight at first laid egg, g	2,078.43[d]	1,348.80[a]	1,530.65[b]	1,709.90[c]	31.965	<0.001
First egg weight, g	35.07[bc]	38.80[a]	34.60[c]	37.13[ab]	0.419	<0.001
Average number of eggs, egg/hen	151.75[c]	275.35[a]	260.95[b]	258.05[b]	6.089	<0.001
Hen day egg production, %	43.21[b]	73.08[a]	72.72[a]	69.75[a]	2.435	<0.001
Hen house egg production, %	40.63[b]	64.74[a]	64.93[a]	61.38[a]	2.191	<0.001
Feed Intake, g/hen/day	102.40	92.29	97.98	100.69	4.423	0.869
Feed conversion ratio	4.81[a]	2.28[c]	2.61[b]	2.72[b]	0.647	<0.001
Egg weight, g/egg	49.24[d]	55.21[a]	51.54[c]	53.00[b]	0.302	<0.001
Egg mass	21.27[b]	40.34[a]	37.47[a]	36.96[a]	1.474	<0.001
Mortality, %	10.00	13.33	8.33	8.33	1.940	0.733

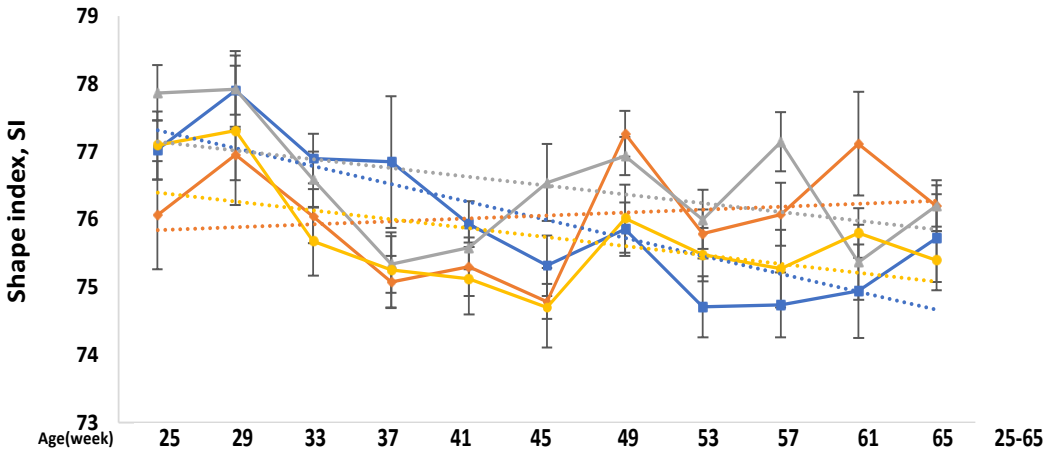
[1/]Pradu-Hangdum Chiang Mai, [2/]White Leghorn, [3/]White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen, [4/]Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen.

[a,b,c,d] Mean values within a row with different superscript indicated significant differences (P<0.05).

SEM = Standard error of mean

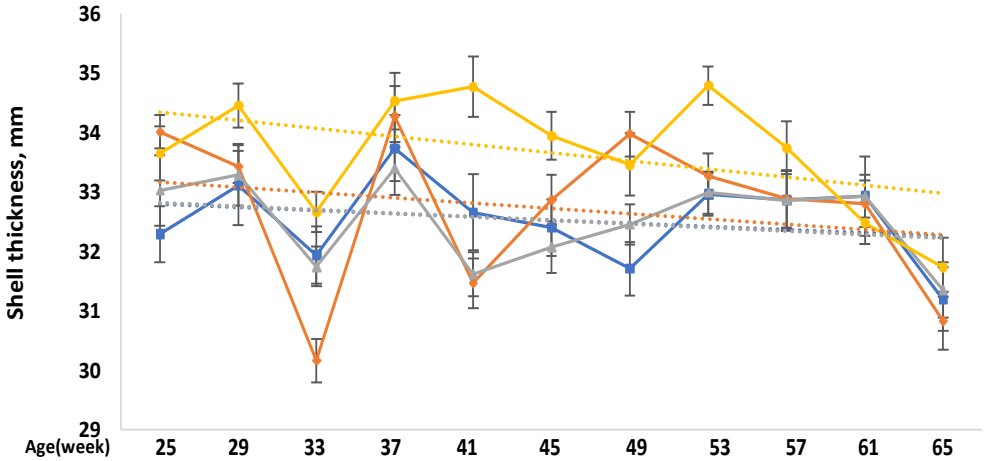
รูปร่างไข่ (Shape index, SI) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) โดย PDCM, WLH, WLH x PDCM และ PDCM x WLH มีค่า 75.99, 76.06, 76.50 และ 75.74 ตามลำดับ ดังแสดงใน ภาพที่ 12

ความหนาเปลือกไข่ (Shell thickness) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยความหนาเปลือกไข่มีค่าแตกต่างกัน (P<0.05) โดย PDCM x WLH มีความหนาเปลือกไข่มากที่สุด (33.66 มิลลิเมตร) ส่วน PDCM, WLH และ WLH x PDCM มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) โดยมีค่า 32.53, 32.73 และ32.52 มิลลิเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้ความหนาของเปลือกไข่ในไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีความสัมพันธ์เชิงลบกับน้ำหนักไข่ และมีแนวโน้มลดลงตามอายุของแม่ไก่ ดังแสดงใน ภาพที่ 13



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	77.03	77.91	76.9	76.85	75.93	75.31^{ab}	75.85^{b}	74.71	74.74^{b}	74.94	75.72	75.99
WLH	76.06	76.96	76.05	75.08	75.3	74.78^{b}	77.26^{a}	75.79	76.07^{ab}	77.12	76.20	76.06
WLH x PDCM	77.87	77.92	76.59	75.33	75.58	76.54^{a}	76.93^{ab}	75.99	77.14^{a}	73.67	76.17	76.50
PDCM x WLH	77.09	77.32	75.67	75.25	75.12	74.69^{b}	76.01^{b}	75.48	75.27^{b}	75.79	75.49	75.74
SEM	0.28	0.33	0.21	0.32	0.21	0.25	0.20	0.21	0.26	0.31	0.23	0.14

ภาพที่ 12 Average shape index of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	32.29	33.12	31.94^{a}	33.74	32.66^{b}	32.40^{b}	31.71^{c}	32.97^{b}	32.87	32.93	31.20	32.53^{b}
WLH	34.02	33.42	30.17^{b}	34.27	31.47^{b}	32.87^{ab}	33.98^{a}	33.26^{b}	32.89	32.81	30.83	32.73^{b}
WLH x PDCM	33.02	33.29	31.75^{a}	33.4	31.62^{b}	32.08^{b}	32.46^{bc}	32.99^{b}	32.86	32.93	31.36	32.52^{b}
PDCM x WLH	33.65	34.46	32.67^{a}	34.53	34.77^{a}	33.95^{a}	33.47^{ab}	34.79^{a}	33.75	32.48	31.75	33.66^{a}
SEM	0.24	0.24	0.22	0.25	0.29	0.23	0.23	0.19	0.24	0.23	0.25	0.16

ภาพที่ 13 Average shell thickness of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25 - 65 week old

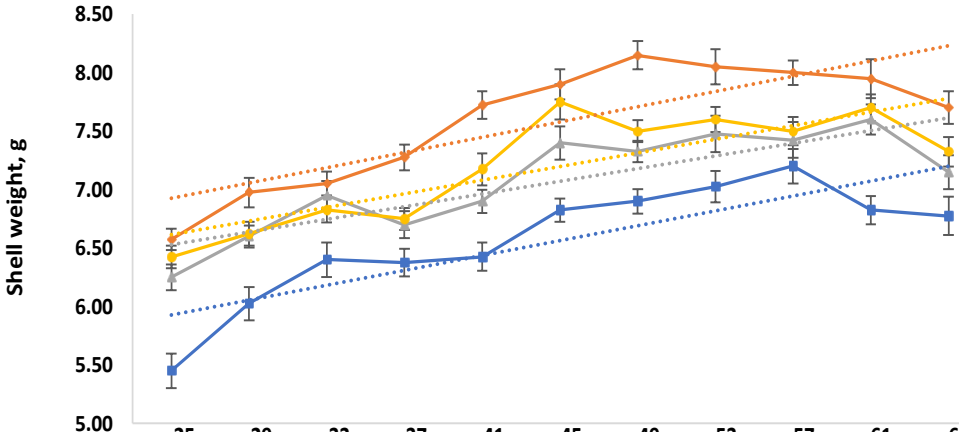
น้ำหนักเปลือกไข่ (Shell weight) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักเปลือกไข่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดย WLH มีค่าสูงสุด (7.58 กรัม) ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 7.07 และ 7.20 กรัม ตามลำดับ และ PDCM มีค่าน้อยที่สุด (6.57 กรัม) ดังแสดงใน ภาพที่ 14

คุณภาพภายใน (Internal quality)

ความสูงไข่ขาว (Albumin height) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยความสูงไข่ขาวมีความแตกต่างกัน (P<0.05) WLH มีค่ามากที่สุด (6.79 มิลลิเมตร) ส่วน PDCM และไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 5.61, 6.03 และ 5.87 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังแสดงใน ภาพที่ 15

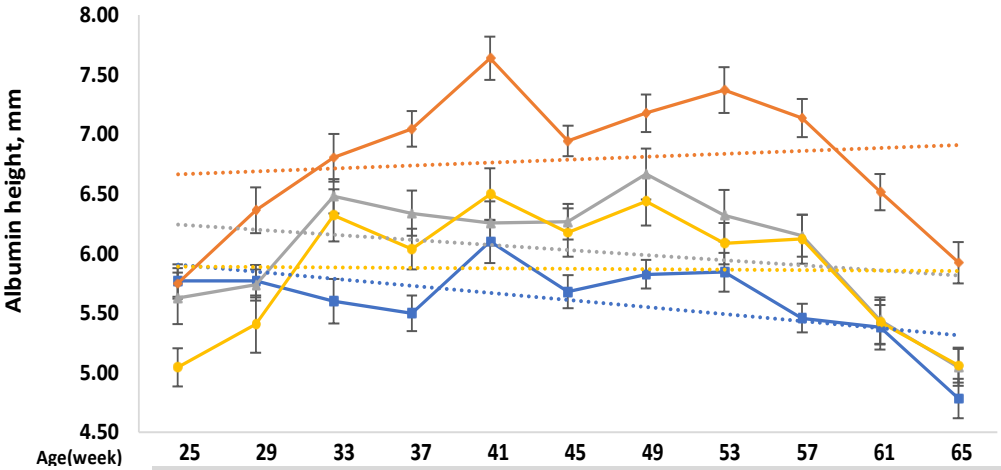
น้ำหนักไข่ขาว (Albumin weight) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ขาวมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดย WLH มีค่าสูงที่สุด (32.25 กรัม) ส่วนไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าไม่

แตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 28.49 และ 29.16 กรัม ตามลำดับ และ PDCM มีค่าน้อยที่สุด (25.63 กรัม) ดังแสดงใน ภาพที่ 16



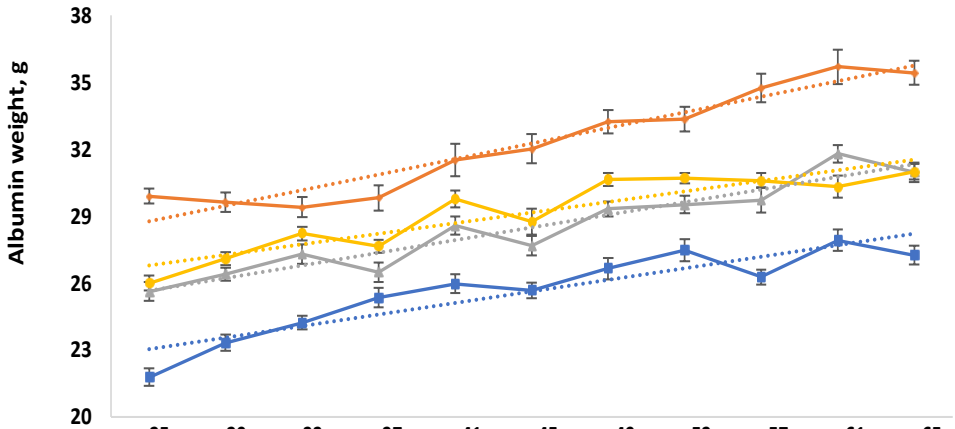
Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	5.45^{b}	6.03^{c}	6.40^{b}	6.38^{c}	6.43^{c}	6.83^{c}	6.90^{c}	7.03^{c}	7.20^{b}	6.83^{b}	6.78^{c}	6.57^{c}
WLH	6.58^{a}	6.98^{a}	7.05^{a}	7.28^{a}	7.73^{a}	7.90^{a}	8.15^{a}	8.05^{a}	8.00^{a}	7.95^{a}	7.70^{a}	7.58^{a}
WLH x PDCM	6.25^{a}	6.60^{b}	6.95^{a}	6.70^{b}	6.90^{b}	7.40^{b}	7.33^{b}	7.48^{b}	7.43^{b}	7.60^{a}	7.15^{b}	7.07^{b}
PDCM x WLH	6.43^{a}	6.63^{b}	6.83^{a}	6.75^{b}	7.18^{b}	7.75^{ab}	7.50^{b}	7.60^{b}	7.50^{b}	7.70^{a}	7.33^{ab}	7.20^{b}
SEM	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.09

ภาพที่ 14 Average shell weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	5.77^{a}	5.77^{b}	5.60^{b}	5.50^{c}	6.10^{b}	5.68^{c}	5.82^{c}	5.84^{b}	5.46^{c}	5.38^{b}	4.78^{b}	5.61^{b}
WLH	5.75^{a}	6.36^{a}	6.80^{a}	7.05^{a}	7.64^{a}	6.95^{a}	7.18^{a}	7.37^{a}	7.14^{a}	6.52^{a}	5.92^{a}	6.79^{a}
WLH x PDCM	5.62^{a}	5.74^{b}	6.48^{a}	6.34^{b}	6.26^{b}	6.27^{b}	6.67^{b}	6.32^{b}	6.15^{b}	5.44^{b}	5.04^{b}	6.03^{b}
PDCM x WLH	5.04^{b}	5.41^{b}	6.32^{a}	6.04^{b}	6.50^{b}	6.18^{b}	6.44^{b}	6.08^{b}	6.12^{b}	5.42^{b}	5.06^{b}	5.87^{b}
SEM	0.09	0.10	0.11	0.10	0.12	0.09	0.10	0.11	0.11	0.10	0.09	0.10

ภาพที่ 15 Average albumin height of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	21.78^{c}	23.33^{c}	24.23^{c}	25.35^{c}	25.98^{c}	25.68^{c}	26.65^{d}	27.48^{d}	26.28^{c}	27.93^{c}	27.25^{c}	25.63^{c}
WLH	29.90^{a}	29.63^{a}	29.40^{a}	29.83^{a}	31.53^{a}	32.03^{a}	33.25^{a}	33.35^{a}	34.75^{a}	35.70^{a}	35.43^{a}	32.25^{a}
WLH x PDCM	25.63^{b}	26.40^{b}	27.30^{b}	26.48^{bc}	28.58^{b}	27.68^{b}	29.33^{c}	29.53^{c}	29.73^{b}	31.80^{b}	30.97^{b}	28.49^{b}
PDCM x WLH	26.00^{b}	27.10^{b}	28.23^{b}	27.65^{b}	29.78^{b}	28.75^{b}	30.65^{b}	30.70^{b}	30.60^{b}	30.33^{b}	31.03^{b}	29.16^{b}
SEM	0.37	0.31	0.29	0.29	0.34	0.36	0.34	0.32	0.41	0.42	0.32	0.46

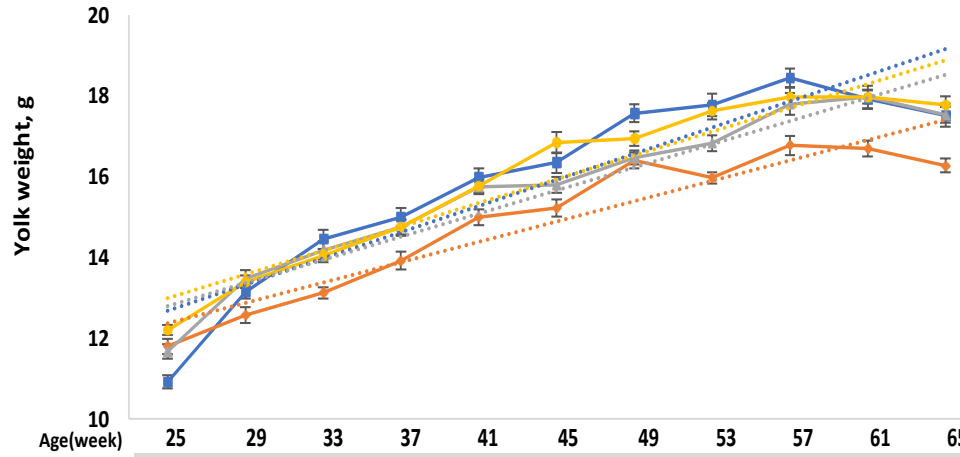
ภาพที่ 16 Average albumin weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old

น้ำหนักไข่แดง (Yolk weight) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่แดงมีความแตกต่างกัน (P<0.05) โดย PDCM, ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าสูงไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 45.92, 15.66 และ 15.94 กรัม ตามลำดับ แต่ไก่ WLH มีค่าต่ำสุดที่ 14.89 กรัม ดังแสดงใน ภาพที่ 17

ค่า Haugh unit (HU). หรือคุณภาพความสดของไข่ เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ย HU. มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดย WLH มีค่าสูงที่สุด (83.22) ส่วน PDCM ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH ไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 77.28, 79.02 และ 77.65 ตามลำดับ ดังแสดงใน ภาพที่ 18

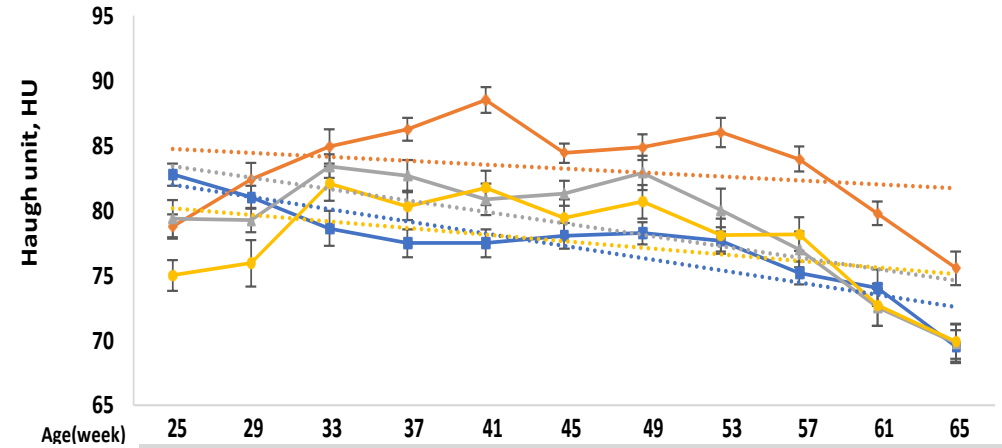
ดัชนีไข่แดง (Yolk index) เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าค่าเฉลี่ยของดัชนีไข่แดงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดย PDCM, WLH ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่า 0.44, 0.43, 0.44 และ 0.43 ตามลำดับ ดังแสดงใน ภาพที่ 19

เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดย WLH มีเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวสูงที่สุด (58.90 เปอร์เซ็นต์) ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH PDCM มีค่าไม่แตกต่างกัน (P>0.05) ที่ 55.64 และ 55.81 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ PDCM มีค่าต่ำที่สุด (53.35 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงใน ภาพที่ 20



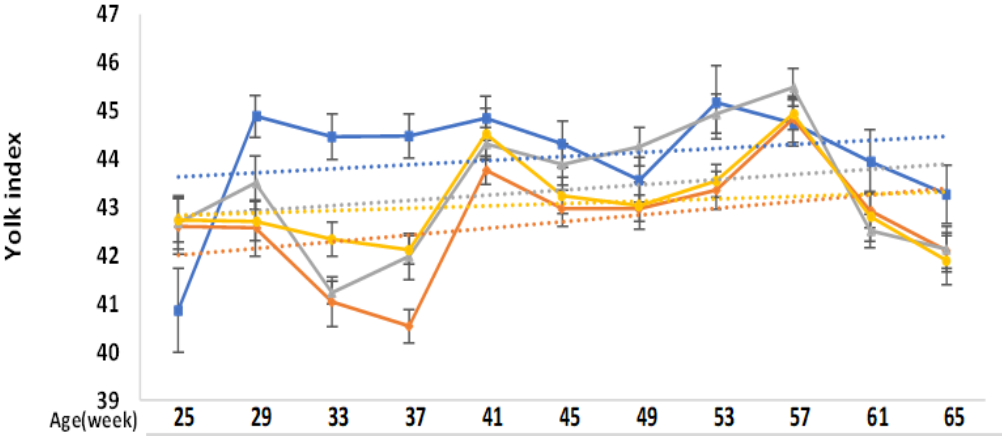
Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	10.93^{c}	13.15^{a}	14.45^{a}	15.00^{a}	15.98^{a}	16.35^{ab}	17.58^{a}	17.78^{a}	18.45^{a}	17.93^{a}	17.53^{a}	15.92^{a}
WLH	11.80^{ab}	12.58^{b}	13.13^{b}	13.93^{b}	15.00^{b}	15.23^{c}	16.40^{b}	15.98^{b}	16.78^{b}	16.70^{b}	16.28^{b}	14.89^{b}
WLH x PDCM	11.68^{b}	13.48^{a}	14.18^{a}	14.75^{a}	15.75^{a}	15.80^{b}	16.48^{b}	16.83^{a}	17.80^{a}	17.98^{a}	17.54^{a}	15.66^{a}
PDCM x WLH	12.20^{a}	13.40^{a}	14.05^{a}	14.75^{a}	15.78^{a}	16.85^{a}	16.95^{b}	17.63^{a}	17.98^{a}	17.98^{a}	17.74^{a}	15.94^{a}
SEM	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11	0.13	0.11	0.13	0.14	0.12	0.12	0.06

ภาพที่ 17 Average yolk weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	82.77^{a}	81.02^{a}	78.63^{b}	77.47^{c}	77.47^{c}	78.06^{c}	78.25^{c}	77.69^{b}	75.18^{b}	74.06^{b}	69.52^{b}	77.28^{b}
WLH	78.77^{b}	82.38^{a}	84.95^{a}	86.27^{a}	88.52^{a}	84.42^{a}	84.87^{a}	86.01^{a}	83.95^{a}	79.78^{a}	75.55^{a}	83.22^{a}
WLH x PDCM	79.38^{b}	79.25^{b}	83.41^{a}	82.71^{b}	80.85^{b}	81.32^{b}	82.92^{ab}	80.05^{b}	77.00^{b}	72.54^{b}	69.81^{b}	79.02^{b}
PDCM x WLH	75.00^{c}	75.93^{b}	82.07^{ab}	80.34^{bc}	81.74^{b}	79.44^{bc}	80.69^{bc}	78.09^{b}	78.18^{b}	72.73^{b}	69.92^{b}	77.65^{b}
SEM	0.63	0.68	0.66	0.63	0.72	0.59	0.62	0.74	0.67	0.75	0.69	0.67

ภาพที่ 18 Average Haugh unit of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old

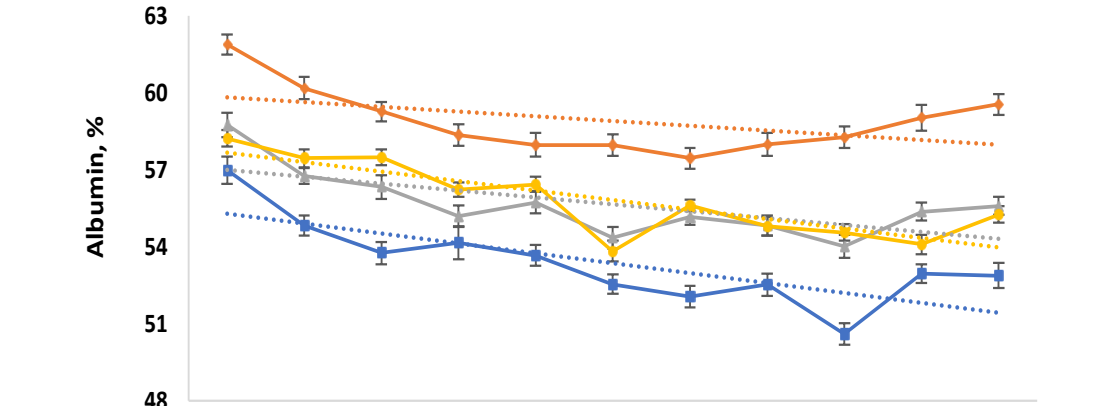


Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	0.41^{b}	0.45^{a}	0.44^{a}	0.44^{a}	0.45	0.44	0.44	0.45	0.45	0.44	0.43	0.44
WLH	0.43^{ab}	0.43^{b}	0.41^{b}	0.41^{c}	0.44	0.43	0.43	0.43	0.45	0.43	0.42	0.43
WLH x PDCM	0.44^{a}	0.44^{ab}	0.41^{b}	0.42^{b}	0.44	0.44	0.44	0.45	0.45	0.43	0.42	0.44
PDCM x WLH	0.43^{a}	0.43^{b}	0.42^{ab}	0.42^{b}	0.45	0.43	0.43	0.44	0.45	0.43	0.41	0.43
SEM	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005	0.002	0.002	0.003	0.002

ภาพที่ 19 Average yolk index of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old

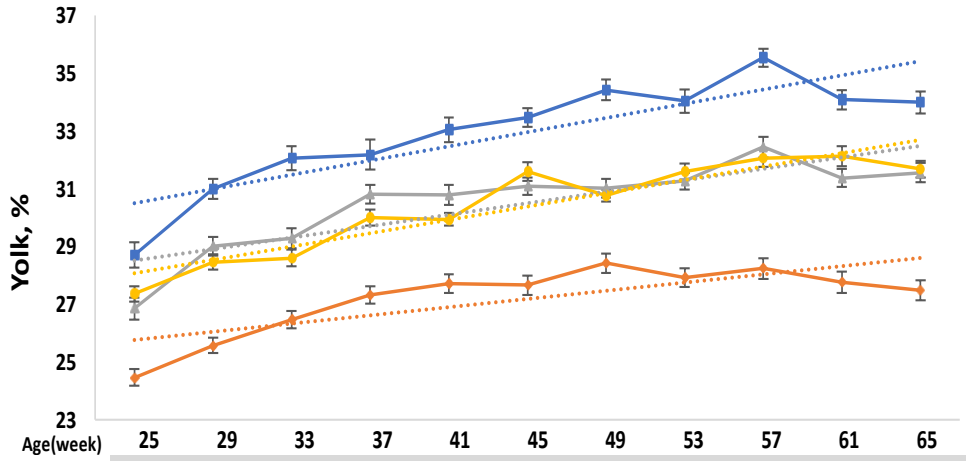
เปอร์เซ็นต์ไข่แดง เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดงมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) โดย PDCM มีค่าสูงที่สุด (32.96 เปอร์เซ็นต์) ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH PDCM มีค่าไม่แตกต่างกัน (P> 0.05) ที่ 30.51 และ 30.39 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ WLH มีค่าต่ำที่สุด (27.19 เปอร์เซ็นต์) ดังแสดงใน ภาพที่ 21

เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ เฉลี่ยระหว่างอายุ 25 – 65 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบทั้ง 4 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดย PDCM, WLH ไก่ลูกผสมWLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่า 13.68, 13.90, 13.85 และ 13.79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ดังแสดงใน ภาพที่ 22



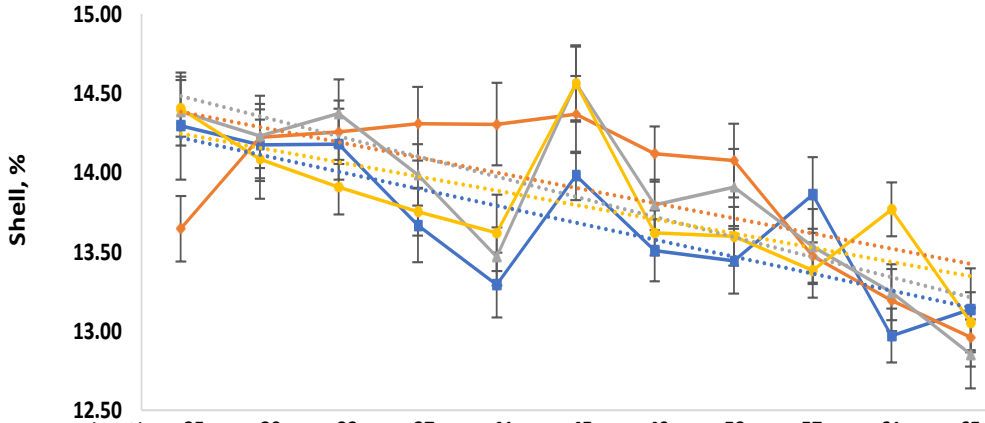
Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	56.99^{c}	54.83^{c}	53.75^{c}	54.15^{c}	53.66^{c}	52.54^{c}	52.06^{c}	52.51^{c}	50.60^{c}	52.94^{d}	52.87^{c}	53.35^{c}
WLH	61.88^{a}	60.19^{a}	59.27^{a}	58.36^{a}	57.98^{a}	57.96^{a}	57.45^{a}	57.99^{a}	58.28^{a}	59.03^{a}	59.55^{a}	58.90^{a}
WLH x PDCM	58.70^{b}	56.79^{b}	56.44^{b}	55.27^{bc}	55.72^{b}	54.33^{b}	55.20^{b}	54.87^{b}	54.07^{b}	55.36^{b}	55.59^{b}	55.64^{b}
PDCM x WLH	58.23^{b}	57.45^{b}	57.48^{b}	56.23^{b}	56.43^{b}	53.83^{b}	55.62^{b}	54.80^{b}	54.55^{b}	54.09^{c}	55.25^{b}	55.81^{b}
SEM	0.26	0.24	0.25	0.26	0.24	0.26	0.23	0.25	0.29	0.27	0.27	0.37

ภาพที่ 20 Average percentage of albumin of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old



Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	28.71^{a}	31.00^{a}	32.07^{a}	32.18^{a}	33.05^{a}	33.48^{a}	34.43^{a}	34.04^{a}	35.54^{a}	34.09^{a}	34.00^{a}	32.96^{a}
WLH	24.46^{c}	25.58^{c}	26.48^{c}	27.33^{c}	27.72^{c}	27.67^{c}	28.43^{c}	27.93^{c}	28.24^{c}	27.77^{d}	27.49^{c}	27.19^{c}
WLH x PDCM	26.87^{b}	28.94^{b}	29.19^{b}	30.73^{b}	30.77^{b}	31.08^{b}	31.02^{b}	31.19^{b}	32.38^{b}	31.04^{c}	31.56^{b}	30.51^{b}
PDCM x WLH	27.36^{b}	28.46^{b}	28.61^{b}	30.01^{b}	29.95^{b}	31.61^{b}	30.77^{b}	31.61^{b}	32.06^{b}	32.14^{b}	31.69^{b}	30.39^{b}
SEM	0.21	0.21	0.23	0.23	0.23	0.23	0.23	0.24	0.26	0.25	0.25	0.39

ภาพที่ 21 Average percentage of yolk of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old

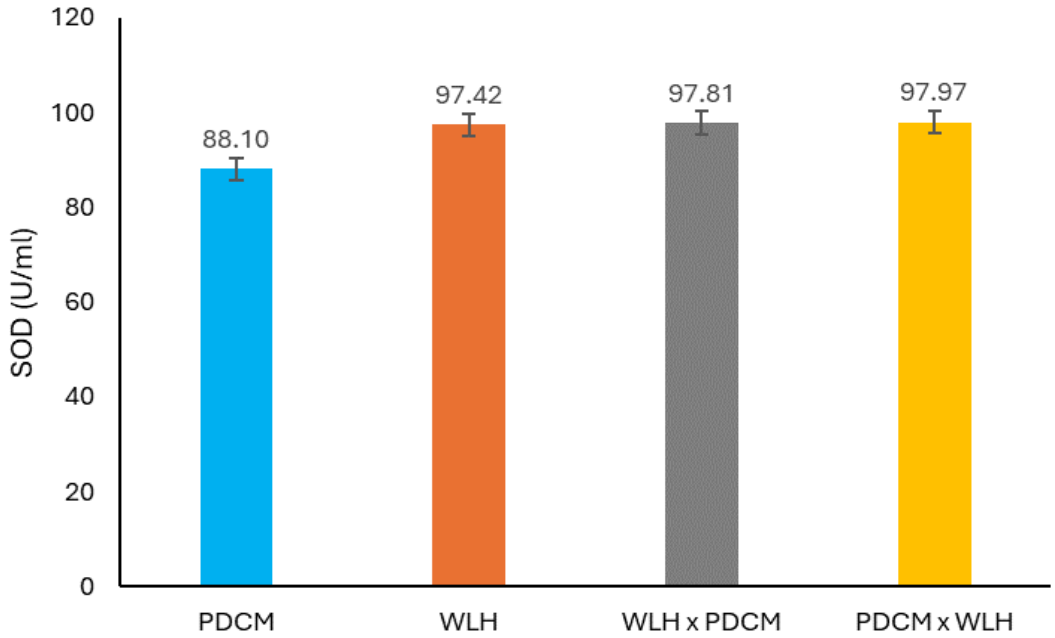


Age(week)	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	25-65
PDCM	14.29	14.17	14.18	13.67	13.29^{b}	13.98	13.51	13.44	13.86	12.97^{b}	13.14	13.68
WLH	13.65	14.22	14.26	14.31	14.31^{a}	14.37	14.11	14.07	13.48	13.20^{b}	12.96	13.90
WLH x PDCM	14.39	14.23	14.37	13.99	13.47^{b}	14.56	13.8	13.91	13.53	13.25^{b}	12.86	13.85
PDCM x WLH	14.41	14.08	13.91	13.75	13.62^{b}	14.56	13.62	13.6	13.38	13.77^{a}	13.06	13.79
SEM	0.12	0.12	0.10	0.10	0.12	0.11	0.09	0.11	0.10	0.09	0.11	0.07

ภาพที่ 22 Average percentage of shell of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens during 25-65 week old

กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ

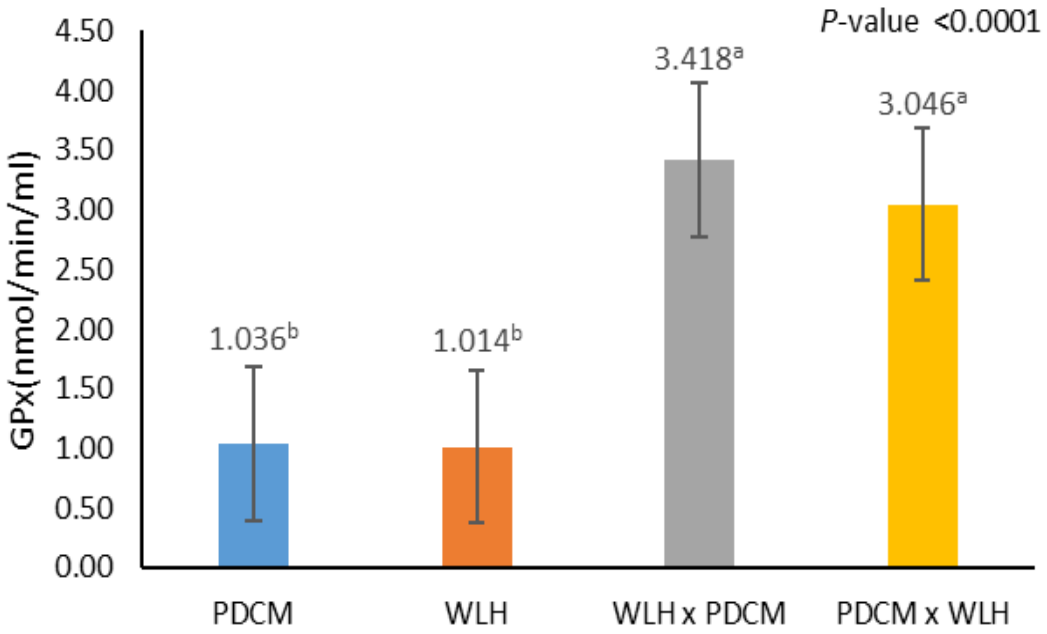
สภาวะความเครียดที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันที่พบได้จากการวัดระดับเอนไซม์ Superoxide dismutase (SOD) ในพลาสมาพบว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดย PDCM, WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสมPDCM x WLH มีค่าเท่ากับ 88.10, 97.42, 97.81 และ 97.97 U/ml ตามลำดับ อย่างไรก็ดี ระดับเอนไซม์ Superoxide dismutase ในไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีแนวโน้มลดลง (P=0.068) และมีค่าต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ดังแสดงใน ภาพที่ 23



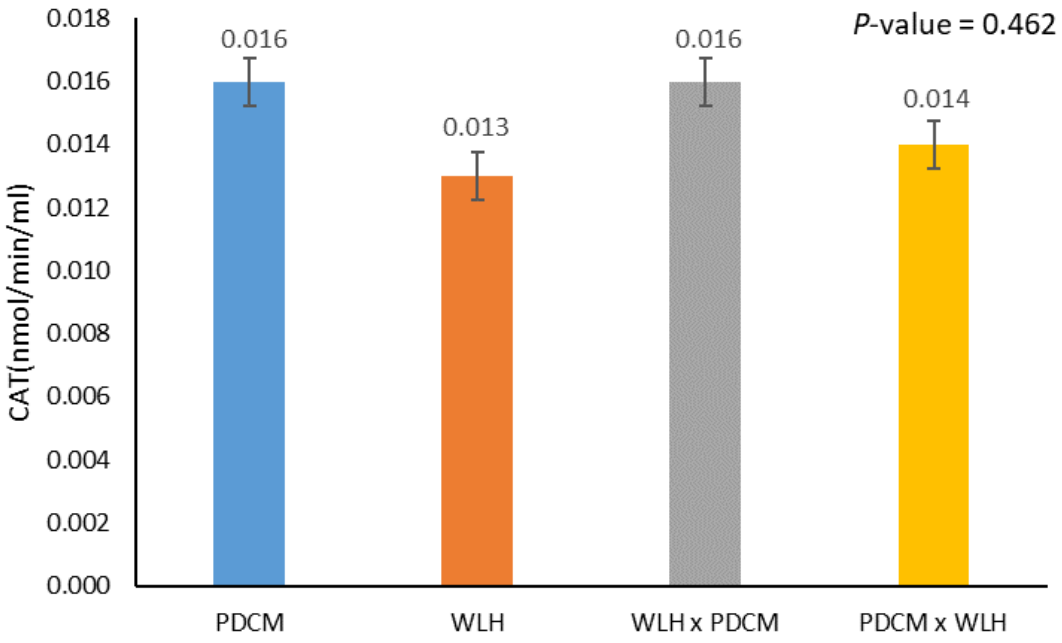
ภาพที่ 23 Mean values of superoxide dismutase (SOD) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age.

ระดับ Glutathione peroxidase (GPx) ในพลาสมา พบว่า ในไก่ลูกผสม WLH x PDCM (3.418) และไก่ลูกผสม PDCM x WLH (3.046) มีค่าสูงกว่า PDCM (1.036) และWLH (1.014) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001) ดังแสดงใน ภาพที่ 24

ระดับ catalase activity (CAT) ในพลาสมา พบว่า PDCM, WLH ไก่ลูกผสม WLH x PDCM และไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่า 0.016, 0.013, 0.016 และ 0.014 nmol/min/ml ตามลำดับ ซึ่งไก่ทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (P>0.05) ดังแสดงใน ภาพที่ 25



ภาพที่ 24 Mean values of glutathione peroxidase (GPx) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age.



ภาพที่ 25 Mean values of catalase activity (CAT) activity of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred chickens at 75 weeks of age.

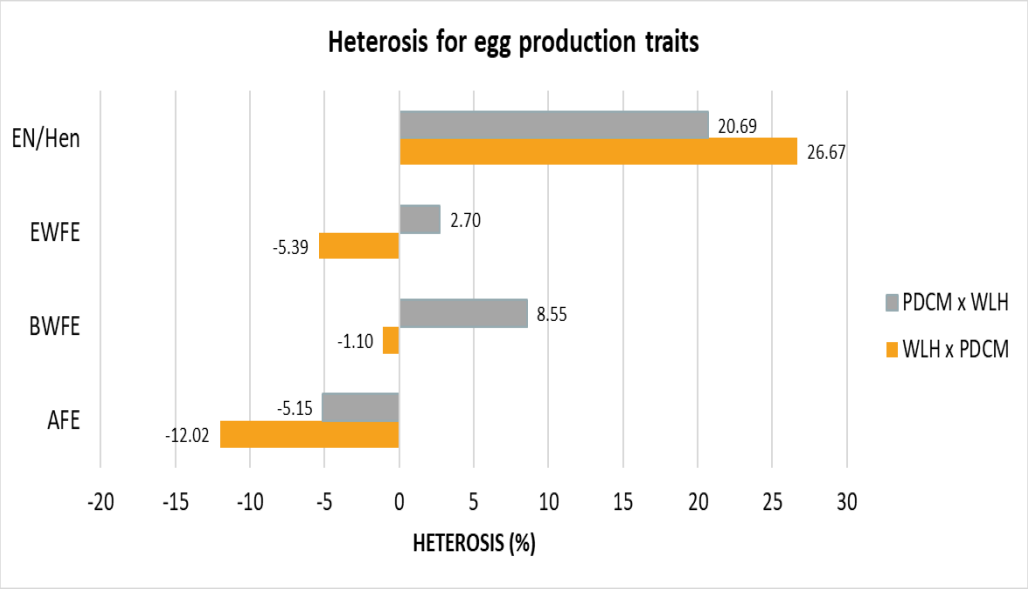
เฮทเทอโรซีสสำหรับลักษณะที่ศึกษา

ค่าเฮทเทอโรซีสของไก่ลูกผสมระหว่างประดู่หางดำเชียงใหม่กับเล็กฮอร์นขาว ด้านจำนวนผลผลิตไข่ต่อแม่พบว่าไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นบวกมีค่าอยู่ในช่วง 42.25 และ 54.47 ฟอง ตามลำดับคิดเป็น 20.69 และ 26.67 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (ภาพที่ 26 และ 27)

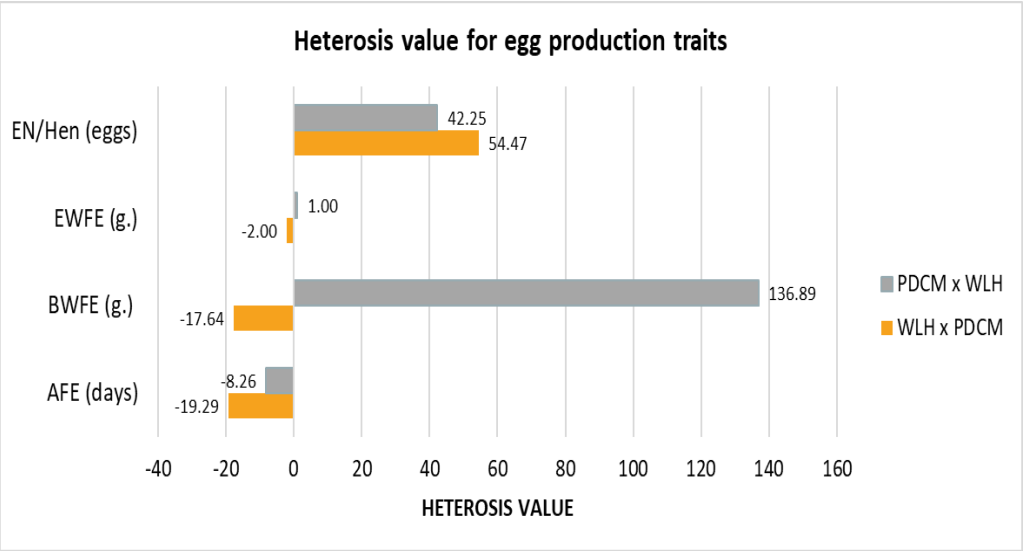
น้ำหนักไข่ฟองแรก พบว่าไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นบวกมีค่าอยู่ในช่วง 1 กรัม หรือคิดเป็น 2.70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งค่าเฮทเทอโรซีสเป็นบวกในระดับต่ำ ดังนั้นน้ำหนักไข่ฟองแรกจึงใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้ แต่ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเป็นลบอยู่ในช่วง -2 กรัม หรือคิดเป็น -5.39 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นน้ำหนักไข่ฟองแรกจึงน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้ ไก่ลูกผสม PDCM x WLH จึงมีโอกาสให้ไข่ที่มีน้ำหนักมากกว่า ไก่ลูกผสม WLH x PDCM

น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก พบว่า ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นบวกมีค่าอยู่ในช่วง 136.89 กรัม คิดเป็น 8.55 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกจึงมากกว่าค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้ แต่ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นลบมีค่าอยู่ในช่วง -17.64 กรัม คิดเป็น -1.10 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกจึงน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้ อายุเมื่อให้ไข่

ฟองแรก พบว่า ไก่ลูกผสม PDCM x WLH และ ไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นลบ มีค่าอยู่ในช่วง -8.26 และ -19.29 วัน ตามลำดับ คิดเป็น-5.15 และ -12.02 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 26 และ 27)



ภาพที่ 26 Heterosis value for egg production traits. EN/Hen, egg number per hen; EWFE, egg weight at first egg; BWFE, egg weight of first egg; AFE, age at first egg; PDCM x WLH, offspring of Pradu-Hangdum Chiang Mai sires crossed to White Leghorn dams; WLH x PDCM, offspring of White Leghorn sires crossed to Pradu-Hangdum Chiang Mai dams.



ภาพที่ 27 Heterosis value for egg production traits. EN/Hen, egg number per hen; EWFE, egg weight at first egg; BWFE, body weight of first egg; AFE, age at first egg; PDCM x WLH, offspring of Pradu-Hangdum Chiang Mai sires crossed to White Leghorn dams; WLH x PDCM, offspring of White Leghorn sires crossed to Pradu-Hangdum Chiang Mai dams.

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการวิจัย

การทดลองที่ 1 การเปรียบเทียบสมรรถภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่และแม่เล็กฮอร์นขาวมีสมรรถภาพการสืบพันธุ์ และอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาวและแม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ส่วนอัตราการตายของไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ไม่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 2 การประเมินประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ คุณภาพไข่ กิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ และเฮทเทอโรซีสของไก่พันธุ์แท้ และไก่ลูกผสมประดู่หางดำเชียงใหม่ และเล็กฮอร์นขาว

1. ไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่โดยรวม สูงกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (ไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้) และมีค่าทัดเทียมกับไก่เล็กฮอร์นขาว (ไก่ไข่พันธุ์แท้)

2. ไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์มีระดับเอนไซม์ GPx ที่ช่วยลดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันมากกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และไก่เล็กฮอร์นขาว ในขณะที่ระดับฮอร์โมน SOD ในไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่มีแนวโน้มต่ำกว่าทุกกลุ่ม อย่างไรก็ตามระดับฮอร์โมน CAT ของไก่ในทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน

3. ค่าเฮทเทอโรซีสของไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่และแม่เล็กฮอร์นขาว มีน้ำหนักไข่ฟองแรก และน้ำหนักตัวเมื่อไข่ฟองแรกมากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์ อายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกของไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาวและแม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ จะให้ไข่เร็วกว่า ส่งผลให้จำนวนผลผลิตไข่ต่อตัวมากกว่า จึงทำให้ไก่ลูกผสมให้ผลผลิตไข่มากกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่พันธุ์

อภิปรายผล

การผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และไก่เล็กฮอร์นขาว ส่งผลให้ไก่ลูกผสมของทั้ง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์โดยรวมที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับคู่ผสมไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่พันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Peters et al. (2008) ที่รายงานว่า อัตราการฟักออกของไก่พันธุ์แท้มักจะต่ำกว่าไก่ลูกผสม เนื่องจากในเขตร้อนชื้นไก่พันธุ์แท้มีการตายโคมของไข่

มากกว่า แสดงให้เห็นว่าการลดระดับสายเลือดไก่พื้นเมืองให้เหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ อาจเป็นผลดีต่อการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ จากผลการทดลองนี้ ชี้ให้เห็นว่า ไก่คู่ผสมระหว่างไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศผู้) x ไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์มากกว่า ไก่คู่ผสมระหว่างไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศผู้) x ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศเมีย) ทั้งนี้อาจเป็นอิทธิพลมาจากการถ่ายทอดลักษณะที่ดีของไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) เพื่อส่งต่อไปยังรุ่นลูก คล้ายกับ ผลของอัตราการฟักออกที่มักจะได้รับอิทธิพลมาจากไก่เพศเมียมากกว่าไก่เพศผู้ (Zelleke et al., 2005) สอดคล้องกับ Pagala et al. (2020) ที่รายงานว่า การผสมพันธุ์ระหว่างไก่พื้นเมือง (เพศผู้) x ไก่ไข่ (เพศเมีย) ส่งผลให้ไก่ลูกผสมที่ได้ มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ดีขึ้น เนื่องจากการผสมข้ามพันธุ์สามารถลดยีน homozygous และเพิ่ม heterozygotes แต่อย่างไรก็ตาม นอกจากอิทธิพลของสายพันธุ์แล้ว ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และการจัดการด้านต่าง ๆ ก็มีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ด้วยเช่นกัน

จากผลการทดลอง อาจกล่าวได้ว่าน้ำหนักแรกฟักของลูกไก่กลุ่ม PDCM x WLH และ WLH มีความสัมพันธ์โดยตรงกับไก่สายพันธุ์เล็กฮอร์นขาว ที่ให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saatci et al. (2006) ที่รายงานว่า น้ำหนักแรกฟักของลูกนกกระทาได้รับอิทธิพลมาจากแม่พันธุ์มากกว่าพ่อพันธุ์ แต่อย่างไรก็ดีที่อายุ 6 สัปดาห์ ไก่กลุ่ม PDCM และ PDCM x WLH มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงกว่า ไก่กลุ่ม WLH x PDCM และ WLH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องไปจนกระทั่ง อายุครบ 16 สัปดาห์ โดยน้ำหนักตัวเฉลี่ย มีค่าสูงสุด ($P<0.05$) ในไก่กลุ่ม PDCM (1,519 กรัม/ตัว) รองลงมา คือ ไก่กลุ่ม PDCM x WLH (1,205 กรัม/ตัว), WLH x PDCM (1,147 กรัม/ตัว) และ WLH (983 กรัม/ตัว) ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่มีเลือดของพ่อพันธุ์ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าสูงกว่าไก่กลุ่มที่มีเลือดของพ่อพันธุ์ไก่เล็กฮอร์นขาวในทุกช่วงอายุ สอดคล้องกับ การศึกษาของ Adedeji et al. (2006) ที่รายงานว่า น้ำหนักตัวของไก่พ่อพันธุ์มีอิทธิพลโดยตรงต่อน้ำหนักตัวของลูก น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่แต่ละสายพันธุ์ ตลอดช่วงอายุ 0-16 สัปดาห์มีค่าสูงสุด และต่ำสุด ในไก่กลุ่ม PDCM และ WLH ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับรายงานของ Iraqi et al. (2013) ที่พบว่า ไก่ลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมืองโกลเดนมอนทาซา กับแม่พันธุ์ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าไก่พันธุ์แท้ และอัตราการตาย พบว่า ไก่กลุ่ม PDCM, WLH x PDCM และ PDCM x WLH มีค่าค่อนข้างต่ำ คิดเป็นร้อยละ 7.62, 6.78 และ 5.28 ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากไก่ลูกผสมดังกล่าว ได้รับคุณสมบัติความทนทานต่อโรคมาจากไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ จึงมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี และอัตราการเลี้ยงรอดสูงทัดเทียมกับไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Islam and Nishibori (2010) ที่รายงานว่า ไก่สายพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองจะสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในเขตร้อน มีความทนทานต่อโรคสูง และมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าไก่สายพันธุ์แท้

จากการศึกษาประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ พบว่า ไก่เล็กฮอร์นขาว, ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าไก่ลูกผสม และไก่เล็กฮอร์นขาวเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ จากการศึกษาการผสมข้ามพันธุ์ในหลายครั้งพบว่าไก่รุ่นลูก (F1) จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วกว่าพ่อแม่พันธุ์ (Tuiskula-Haavisto et al., 2002; Khawaja et al., 2013; Tomar et al. 2015; Das et al., 2016; Sutherland et al., 2018) สอดคล้องกับ Goraga et al. (2012) ที่ศึกษาในไก่ลูกผสมระหว่างไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่นิวแฮมเชียร์ จะมีอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรกน้อยกว่าไก่พันธุ์แท้ โดยลักษณะการให้ไข่ฟองแรกมีความสำคัญในหลายลักษณะที่นำไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์ เนื่องจากการให้ไข่ฟองแรกแสดงถึงวัยเจริญพันธุ์ของไก่ Sowunmi et al. (1998) รายงานว่า น้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรกขึ้นอยู่กับอายุ สายพันธุ์ และการจัดการเป็นส่วนใหญ่ โดยไก่ที่มีน้ำหนักตัวน้อย จะเริ่มให้ไข่ฟองแรกเร็วกว่าไก่พันธุ์ที่มีน้ำหนักมากกว่า (Amer, 1965) สอดคล้องกับ Lacin et al. (2008) กล่าวว่า ขนาดร่างกายเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ และคุณภาพไข่ของแม่ไก่ น้ำหนักไข่ฟองแรก พบว่า ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีน้ำหนักไข่ฟองแรกสูงกว่า ไก่ลูกผสม WLH x PDCM สอดคล้องกับ จิระนันท์ และคณะ (2559) กล่าวว่าปัจจัยด้านพ่อพันธุ์ไม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักไข่ฟองแรกของไก่พื้นเมืองลูกผสม แต่ปัจจัยด้านแม่พันธุ์ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟองแรกของไก่พื้นเมืองลูกผสมแตกต่างกัน โดยได้ศึกษาในไก่ลูกผสมที่เกิดจากแม่ ISA brown มีน้ำหนักไข่ฟองแรกสูงกว่าไก่ลูกผสมที่เกิดจากแม่โรดไอส์แลนด์เรด ทั้งนี้เนื่องจากพันธุ์ ISA brown เป็นไก่ไข่ทางการค้าที่ได้รับการปรับปรุงพันธุกรรมให้มีน้ำหนักไข่สูง ดังนั้นน้ำหนักไข่ฟองแรกอาจนำมาพิจารณาในการปรับปรุงพันธุ์ โดยการคัดเลือกไก่เล็กฮอร์นขาวเป็นสายแม่พันธุ์

ผลจากการผสมข้ามพันธุ์พบว่า ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม ให้ผลผลิตไข่ และประสิทธิภาพการผลิตไข่ดีกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ แต่ด้อยกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ไก่เล็กฮอร์นขาวและไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม ให้ไข่ฟองแรกเมื่ออายุน้อยกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ประมาณ 2 สัปดาห์ จึงให้ผลผลิตไข่มากกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ อาจเนื่องจากไก่เล็กฮอร์นขาวเป็นสายพันธุ์ไก่ไข่ที่ให้ผลผลิตไข่ปีละประมาณ 280 – 300 ฟอง/ตัว/ปี (กรมปศุสัตว์, 2544) ในไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ที่เลี้ยงบนกรงตับให้ไข่ 146.95 ฟอง/ตัว/ปี (อำนวย และคณะ, 2553) และการผสมข้ามพันธุ์ทำให้ไก่ลูกผสมมีลักษณะดีเด่นเหนือกว่ารุ่นพ่อแม่ (heterosis or hybrid vigor) และมีผลทำให้ค่า heterozygosity ของยีนเพิ่มสูงขึ้นด้วย (Leymaster, 2002) เป็นการเพิ่มศักยภาพด้านผลผลิตไข่ และเมื่อไก่เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์เร็วจะสามารถเพิ่มผลผลิตไข่ได้สูง จากการศึกษาของมนทกานต์ และเฉลิมพล (2562) พบว่า การให้ผลผลิตไข่ของไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่เล็กฮอร์นขาว น้อยกว่าไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาว x แม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เท่ากับ 239.82 และ 273.30 ฟอง ตามลำดับ สอดคล้องกับ Isa et al. (2020) ที่พบว่าไก่ลูกผสมระหว่างเล็กฮอร์นขาว และไก่โร๊ดไอส์แลนด์เรด ให้ผลผลิตไข่มากกว่าเมื่อ

เปรียบเทียบกับไก่พันธุ์แท้ และจากรายงานของ Soliman et al. (2020) และ El-Tahawy and Habashy. (2021) พบว่าไก่ลูกผสมให้ผลผลิตไข่มากกว่าไก่พื้นเมือง แต่น้อยกว่าไก่ไข่ทางการค้า และให้ข้อสรุปว่าไก่ไข่ทางการค้าสามารถใช้เป็นสายพ่อพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะของอายุเมื่อถึงวัยเจริญพันธุ์ และผลผลิตไข่ได้ ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าจากการผสมข้ามพันธุ์สามารถเพิ่มผลผลิตไข่ของไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ได้ จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์มีประสิทธิภาพการให้ผลผลิตไข่ไม่แตกต่างกัน แต่ในทางปฏิบัติสำหรับการผลิตเพื่อส่งเสริมนั้นแม่พันธุ์ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ให้ผลผลิตไข่ที่น้อยกว่าแม่พันธุ์ไก่เล็กฮอร์นขาว ดังนั้นจึงควรใช้สายพันธุ์ลูกผสมพ่อพันธุ์ประดู่หางดำเชียงใหม่กับแม่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว ในการผลิตไก่ลูกผสมเพื่อลดต้นทุนการผลิต

อัตราการกินได้ต่อวัน พบว่า ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้มสูงกว่าไก่เล็กฮอร์นขาวแต่น้อยกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ จากการศึกษาของ Amao (2017) ที่พบว่าไก่โรดไอส์แลนด์เรดจะกินอาหารในปริมาณที่มากกว่าไก่พื้นเมือง และไก่ลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญของทั้งอัตราการกินได้ต่อวันและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร ผลที่ได้อาจเป็นไปตามน้ำหนักตัวไก่ที่พบว่าไก่ที่มีน้ำหนักตัวมากจะมีแนวโน้มต่ออัตราการกินได้ต่อวันที่สูงขึ้น โดยจะเห็นได้ว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่มีแนวโน้มการกินอาหารที่สูงกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ประประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ พบว่า ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ไม่มีความแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Kedija et al. (2019) ที่ศึกษาในไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ Horro และไก่ไข่ทางการค้า Exotic Dominant Red Barred D 922 และไก่ลูกผสมของทั้ง 2 สายพันธุ์ พบว่าไก่ไข่ทางการค้าและไก่ลูกผสมมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นไข่ที่ดีกว่าไก่พื้นเมือง

มวลไข่ของไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกัน ซึ่งมากกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ สอดคล้องกับรายงานของ Kedija et al. (2019) พบว่าไก่ลูกผสมระหว่างพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง และแม่พันธุ์ไก่ไข่ทางการค้ามีมวลไข่ที่สูงกว่าพันธุ์แท้ และในการศึกษาของ Soliman et al. (2020) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติของมวลไข่ระหว่างไก่ลูกผสม 2 สายพันธุ์ จึงอาจกล่าวได้ว่าการปรับปรุงพันธุ์ด้วยวิธีการการผสมข้ามพันธุ์ส่งผลในเชิงบวกทำให้ไก่ลูกผสมมีมวลไข่มากกว่าไก่พื้นเมือง

จากการวิเคราะห์คุณภาพไข่ภายนอก พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักไข่ของไก่เล็กฮอร์นขาวมีค่าสูงที่สุดในทุกสัปดาห์ ตามมาด้วยไก่ลูกผสม ทั้ง 2 กลุ่ม ที่ให้น้ำหนักไข่สูงใกล้เคียงกัน และไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่มีค่าน้อยที่สุด โดยไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีแนวโน้มน้ำหนักไข่เพิ่มสูงขึ้นตามอายุที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Hussen et al. (2019) ที่พบว่าไก่ประจำท้องถิ่นลูกผสมให้น้ำหนักไข่สูงกว่าไก่ประจำท้องถิ่น และ Ledvinka et al.. (2011) กล่าวว่าน้ำหนักไข่เฉลี่ยของไก่เพิ่มขึ้นตามอายุ ซึ่งสอดคล้องกับหลายการศึกษา (Rizzi and Chiericato, 2005; Johnston and Gous, 2007; Odabasi et al., 2007; Zita et al., 2009). ซึ่งขนาดของไข่แดงที่ผ่านลงสู่ท่อนำไข่ จะเป็นตัวกำหนดขนาดของฟองไข่

กล่าวคือไข่ไก่สาวที่เพิ่งเริ่มไข่ ซึ่งจะให้ไข่แดงขนาดเล็กตกสู่ท่อไข่ แล้วมีการสร้างไข่ขาวเล็กน้อยหุ้มรอบ ทำให้ได้ไข่ฟองเล็กออกมา ซึ่งตรงกันข้ามกับไก่ไข่ที่โตเต็มวัย จะให้ไข่แดงขนาดใหญ่และฟองโต (วิโรจน์ จันทรัตน์, 2537) ลักษณะรูปร่างไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มไม่มีความแตกต่างกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Tumova and Gous (2012) ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างอายุแม่ไก่กับรูปร่างไข่ทั้งในไก่เนื้อและไก่ไข่ เป็นไปในทิศทางเดียวกับ Iqbal et al. (2012) ที่ได้ศึกษาในไก่ 4 สายพันธุ์ ไม่พบความแตกต่างของรูปร่างไข่ ซึ่งรูปร่างไข่จะได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรม ลักษณะเฉพาะตัวของแม่ไก่ และท่อนำไข่ (Hrnćar et al., 2016) ความหนาเปลือกไข่ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน โดยความหนาของเปลือกไข่มีแนวโน้มลดลงเมื่อแม่ไก่มีอายุมากขึ้น สอดคล้องกับ Harms et al. (1990) กล่าวว่า เมื่อแม่ไก่มีอายุมากขึ้น น้ำหนักไข่ที่เพิ่มขึ้นความแข็งแรงของเปลือกไข่จะลดลง ซึ่งสาเหตุอาจเกิดจากการทำกิจกรรมลดลง การเมตาบอลิซึมและแคลเซียมจะต่ำลงเมื่ออายุมากขึ้น (กานดา ล้อแก้วมณี, 2558) สอดคล้องกับ Wistedt et al. (2019) พบว่าที่อายุ 49 สัปดาห์ ความแข็งแรงของเปลือกไข่และกระดูกลดลง แต่แม่ไก่ยังสามารถให้ผลผลิตไข่ไปได้จนถึง 70 สัปดาห์ การเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาที่พบในสัปดาห์ที่ 49 คือ การลดลงของความหนาแน่นของต่อมสร้างเปลือกไข่ และการเปลี่ยนแปลงของสมดุลของตัวรับเอสโตรเจน (Estrogen receptors) ในต่อมสร้างเปลือกไข่ ซึ่งสัมพันธ์กับการลดลงของกิจกรรมของเอนไซม์ Carbonic anhydrases ในลำไส้เล็กส่วนต้น ซึ่งอาจเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของเปลือกไข่และคุณภาพของกระดูกซึ่งสัมพันธ์กับอายุของไก่ โดยไก่ที่มีอายุมากจะทำให้คุณภาพและความแข็งแรงของเปลือกไข่ลดลง ลักษณะน้ำหนักเปลือกไข่ พบว่า ผสมข้ามพันธุ์พบว่าไก่ลูกผสมมีน้ำหนักเปลือกไข่ใกล้เคียงกับไก่เล็กฮอร์นขาว ซึ่งเป็นสายพันธุ์ไก่ไข่ และมากกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ โดยพบว่าน้ำหนักเปลือกไข่จะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักไข่ และอายุของไก่ สอดคล้องกับ Hrnćar et al. (2014) ที่ศึกษาในนกกระทาญี่ปุ่นประเภทเนื้อ และประเภทไข่ พบว่าน้ำหนักไข่ที่สูงขึ้นในนกกระทาญี่ปุ่นประเภทเนื้อทำให้น้ำหนักเปลือกไข่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และการศึกษาในไก่เนื้อพบว่าเมื่ออายุแม่ไก่เพิ่มขึ้นน้ำหนักเปลือกไข่จะสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับน้ำหนักเปลือกไข่เมื่อแม่ไก่เริ่มให้ไข่ (Padhi et al., 2013)

จากการวิเคราะห์คุณภาพไข่ภายใน พบว่า จากการผสมข้ามพันธุ์พบว่าไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มมีความสูงไข่ขาว น้อยกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว และมีแนวโน้มสูงกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ โดยความสูงของไข่ขาวและไข่แดงจะเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักไข่ (Şekeroğlu and Altuntas, 2009) ความสูงไข่ขาวเป็นลักษณะสำคัญและอาจเป็นการใช้ปรับปรุงคุณภาพไข่โดยผ่านการคัดเลือกได้ (Khawaja et al., 2013) น้ำหนักไข่ขาวในไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มสูงกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ แต่ต่ำกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว โดยพบว่าน้ำหนักไข่ขาวจะเพิ่มขึ้นตามอายุของไก่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Rossi and Pompei (1995) และ Suk and Park (2001) น้ำหนักไข่แดง พบว่า ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้ม

น้ำหนักไข่แดงสูงกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว และใกล้เคียงกับไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ โดยพบว่าเมื่อแม่ไก่อายุมากขึ้น น้ำหนักไข่แดงของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย สอดคล้องกับ Rossi and Pompei. (1995) และ Rizzi and Chiericato. (2005) ที่กล่าวว่าน้ำหนักไข่แดง และเปอร์เซ็นต์ไข่แดงเพิ่มขึ้นอย่างมากตามอายุของแม่ไก่ ค่า Haugh unit (HU). ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าน้อยกว่าไก่เล็กฮอร์นขาว แต่ใกล้เคียงกับไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ โดยค่า HU. มีค่าสูงในไก่เล็กฮอร์นขาวที่มีน้ำหนักไข่มากกว่าไก่อีก 3 กลุ่ม และยังพบว่าไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่า HU. ลดลงตามอายุแม่ไก่ที่มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Niranjan et al. (2008) และ Rajkumar et al. (2009) ที่พบว่าค่า HU. ลดลงในช่วงท้ายของวงจรการให้ไข่ และลดลงช่วงท้ายของการให้ไข่ในแม่พันธุ์ไก่เนื้อ (Tumova and Gous. 2012) ส่วน Emsley et al. (1997) ได้กล่าวว่าไข่ที่มีน้ำหนักมากจะมีค่า HU. สูง นอกจากนี้ค่า HU. จะลดลงตามอายุของแม่ไก่ สภาพแวดล้อมที่วางไข่ และการเก็บรักษา (Rizzi, 2020) ดัชนีไข่แดงของทุกกลุ่มมีค่าใกล้เคียงกันตั้งแต่อายุ 41 ถึง 65 สัปดาห์ สอดคล้องกับ Antony et al. (2023) ที่ศึกษาค่าดัชนีไข่แดงในไก่ลูกผสมพบว่าดัชนีไข่แดงเฉลี่ยของไข่ที่อายุ 40 สัปดาห์ในไก่ลูกผสมมีค่าใกล้เคียงกัน และ Mohanty and Nayak. (2011) รายงานว่าดัชนีไข่แดงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในทุกช่วงอายุระหว่างไก่ 6 สายพันธุ์ และ Iraqi. (2002) ที่ศึกษาในไก่สายพันธุ์แท้ พบว่าดัชนีไข่แดงมีค่าไม่แตกต่างกัน เปอร์เซ็นต์ไข่ขาว พบว่า ไก่เล็กฮอร์นขาวมีค่าสูงกว้า ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม และไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ สอดคล้องกับ รัตนา และคณะ (2536) กล่าวว่าไข่ของไก่พื้นเมืองและฟาโยมิมีเปอร์เซ็นต์ไข่ขาวน้อยกว่าไก่โร๊ดฯ และเล็กฮอร์นอย่างเห็นได้ชัด สาเหตุหนึ่งอาจเนื่องจากท่อนำไข่ของไก่พื้นเมือง และฟาโยมิ มีการเจริญน้อยกว่าของไก่โร๊ดฯ และเล็กฮอร์น และท่อนำไข่มีหน้าที่หลักในการสร้าง และหลั่งสารไข่ขาว และสารเยื่อหุ้มไข่ (Nalbandov, 1976) จากการศึกษาของ นิรัตน์ กองรัตนานันท์ (2535) พบว่าความยาวท่อนำไข่ของไก่พื้นเมือง ฟาโยมิ โร๊ดไอส์แลนด์แดง บาร์พลีมัธร็อค และเล็กฮอร์น มีค่าเป็น 52.1, 41.2, 84.2, 65.7 และ 77.0 เซนติเมตร ตามลำดับ

เปอร์เซ็นต์ไข่แดง พบว่า ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่ามากที่สุด ตามด้วยไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม และไก่เล็กฮอร์นขาวมีค่าต่ำที่สุด สอดคล้องกับ Moula et al. (2009) ที่ศึกษาคุณภาพไข่ในไก่สายพันธุ์ท้องถิ่น กับไก่ไข่ทางการค้า พบว่าเปอร์เซ็นต์ไข่แดงสูงในไก่ไข่สายพันธุ์ท้องถิ่น และเมื่ออายุไก่เพิ่มมากขึ้นเปอร์เซ็นต์ไข่แดงจะสูงขึ้น ส่วนเปอร์เซนต์ไข่ขาวจะลดลง (Zita et al., 2009) เปอร์เซ็นต์เปลือกไข่ ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าใกล้เคียงกัน รายงานของ Lordelo et al. (2020) พบว่าร้อยละของเปลือกไข่สูงขึ้นในกลุ่มลูกผสมที่ผลิตไข่ขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งอาจเกิดจากความสัมพันธ์แบบผกผันระหว่างเปอร์เซนต์ของเปลือกและน้ำหนักของไข่ในไก่สายพันธุ์เดียวกันเท่านั้น โดยพันธุกรรมมีบทบาทสำคัญที่ส่งผลต่อลักษณะของเปลือกไข่

จากการศึกษากิจกรรมเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ พบว่า ระดับค่า SOD ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มมีแนวโน้มสูงกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ อาจบ่งชี้ว่าไก่เล็กฮอร์นขาว และ

ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่มสามารถกำจัดอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็วซึ่งอาจก่อตัวขึ้นภายใต้การเลี้ยงบนกรงตับ และปรับตัวเข้ากับความเครียดจากสภาพแวดล้อมได้ดีกว่า อีกนัยหนึ่งในไก่ประดู่หางดำที่มีระดับ SOD ต่ำอาจเนื่องมาจากกลไกการปรับตัวของร่างกายสัตว์ต่อความเครียดที่ได้รับติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน Carter et al. (2004) รายงานว่าการได้รับความเครียดบ่อยครั้งจะทำให้ร่างกายสัตว์มีกลไกการปรับตัว ทำให้ปริมาณสารอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นต่ำ โดย SOD เป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการปรับตัวครั้งแรกของสัตว์ให้เข้ากับสภาพแวดล้อม ความเครียดต่าง ๆ (Surai et al., 2019) สอดคล้องกับ Surai. (2016) กล่าวว่าเอนไซม์ SOD เป็นเอนไซม์ที่เหนี่ยวนำได้และอนุมูลอิสระนั้นเป็นปัจจัยสำคัญที่กระตุ้นการผลิต SOD ในสัตว์ปีกและการผลิตเอนไซม์ SOD ที่เพิ่มขึ้นนั้นเป็นกลไกการปรับตัวของสัตว์ปีกในระหว่างสภาวะความเครียด เพื่อลดการก่อตัวของอนุมูลอิสระและหลีกเลี่ยงความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Sugiharto et al., 2021)

ระดับค่า CAT ของไก่ทั้ง 4 กลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าสายพันธุ์ไม่มีผลต่อค่า CAT ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Andreeva et al. (2021) ที่ศึกษาเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ SOD และ CAT ในตัวอสุจิจากแกะพันธุ์ต่าง ๆ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันของค่า CAT ระหว่างสายพันธุ์ที่ต่างกัน และ Huang et al. (2023) พบว่า ระดับ CAT ของเนื้ออกและต้นขาของห่านไม่ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยเพศหรือการผสมข้ามพันธุ์

ระดับค่า GPx ของไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีกิจกรรมการทำงานของเอนไซม์ GPx สูงกว่าไก่พันธุ์แท้ เห็นได้จากผลผลิตไข่ของไก่ลูกผสมมีปริมาณใกล้เคียงกับเล็กฮอร์นขาว ที่เป็นไก่สายพันธุ์ไข่ดก เป็นการบ่งชี้ถึงการปรับปรุงพันธุ์โดยการผสมข้ามพันธุ์จะได้ไก่ลูกผสมที่สามารถทนต่อสภาวะเครียดได้ดีกว่าไก่พื้นเมืองภายใต้การจัดการเดียวกัน ในการศึกษาของ Radhika et al. (2011) พบว่าระดับซีลีเนียมในเลือดแกะลูกผสมสูงกว่าแกะสายพันธุ์แท้ภายใต้การจัดการและโภชนาการที่เหมือนกัน โดยซีลีเนียมเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ GPx (Maseko et al., 2014) แสดงให้เห็นว่าพันธุกรรมมีผลต่อระดับของซีลีเนียม

ประสิทธิภาพการผลิตและการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกที่ลดลงเนื่องมาจากความเครียดยังคงทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจอย่างมาก การเลี้ยงและการคัดเลือกพันธุกรรมเพื่อการเติบโตอย่างรวดเร็ว การเปลี่ยนอาหารที่ดีขึ้น และอัตราการผลิตไข่ที่สูง ทำให้การเลี้ยงนก รวมทั้งไก่เนื้อ ไก่ไข่ และไก่งวง มีความไวต่อความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเป็นพิเศษ (Soleimani et al., 2011) โดยทั่วไปการเกิดความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน คือการที่มีการสร้างอนุมูลอิสระมากเกินกว่าที่ร่างกายจะสามารถทำลายได้หมด หรือความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระลดลง (Schrader and Fahimi, 2006) ความเครียดในอุตสาหกรรมสัตว์ปีกมี 4 ประเภทหลัก ได้แก่ เทคโนโลยี สิ่งแวดล้อม โภชนาการ และภายในตัวไก่เอง ซึ่งนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงที่เป็นอันตรายในระดับโมเลกุล เซลล์ และสรีรวิทยา และสุดท้ายก็ลดประสิทธิภาพการผลิตและการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกในเชิงพาณิชย์ (Surai

and Fisinin. 2016a, Surai and Fisinin. 2016b, Surai. 2018) ดังนั้น Azim and Farahat (2009) ได้กล่าวว่า การตรวจหาองค์ประกอบของเลือดสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้การคาดการณ์เพื่อเพิ่มและปรับปรุงการผลิตไข่ได้ และยังสามารถนำมาใช้ในโปรแกรมการคัดเลือกเพื่อปรับปรุงลักษณะการผลิตไข่ของไก่ได้ รวมทั้งนำไปใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเป็นตัวทำนายล่วงหน้าสำหรับการคัดเลือกหรือการผสมข้ามพันธุ์ที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรค ความทนทานต่อความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และประสิทธิภาพการผลิต และการวิเคราะห์ค่า Oxidative Stress อาจเป็นทางเลือกหนึ่งในการคัดเลือกสายพันธุ์ไก่ไข่ในด้านประสิทธิภาพการผลิต หากมีการจัดการภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน ได้แก่ อายุ สภาพแวดล้อม การให้น้ำและอาหาร ที่เหมือนกันทุกตัว จึงเป็นการชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์นั้นเกิดจากพันธุกรรม (Farahat et al., 2008) สอดคล้องกับ Mizuno (1984) และ Shen et al. (1992) พบว่า สายพันธุ์ที่แตกต่างกันมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระในไก่

การศึกษาค่าเฮทเทอโรซีสในไก่ลูกผสม พบว่า ไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีค่าเฮทเอทโรซีสของจำนวนผลผลิตไข่มีค่าเป็นบวก จึงยืนยันได้ว่าไก่ลูกผสมให้ผลผลิตไข่มากกว่าค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Wang et al. (2022) พบว่าจำนวนไข่ในไก่ลูกผสมสูงกว่าค่าเฉลี่ยของไก่พันธุ์แท้โดยมี ค่าเฮทเทอโรซีส เป็นบวกที่ 4.03 และ 2.84 เปอร์เซนต์ อาจเป็นผลมาจากจำนวนไข่ที่ผลิตเพิ่มขึ้นพร้อมกับอายุเมื่อไข่ฟองแรกที่ลดลง (Abou El-Ghar et al., 2012) โดยระดับของความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์แต่มักจะอยู่ที่ประมาณ 10% หรือมากกว่า (Fairfull, 1990) ค่าเฮทเทอโรซีสน้ำหนักไข่ฟองแรก พบว่าไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีน้ำหนักไข่ฟองแรก และน้ำหนักตัวเมื่อให้ไข่ฟองแรก มากกว่าไก่ลูกผสม WLH x PDCM ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Assefa et al. (2021) ที่พบว่า ไก่ลูกผสมแม่เล็กฮอร์นขาว x พ่อฟายูมิมีค่าเป็นบวก (3.06 เปอร์เซ็นต์) ส่วนไก่ลูกผสมแม่ฟายูมิ x พ่อเล็กฮอร์นขาว มีค่าเป็นลบ (-2.22 เปอร์เซ็นต์) และน้ำหนักไข่ของไก่ลูกผสมจะสูงกว่าไก่สายพันธุ์แท้ (Hristakieva et al., 2014) การศึกษาของ Leonard (2018) พบว่าลูกผสมไก่พ่อพันธุ์คอล่อนกับไก่แม่พันธุ์เล็กฮอร์นขาวมีน้ำหนักตัวมากกว่าลูกผสมไก่พ่อเล็กฮอร์นขาวกับไก่แม่พันธุ์คอล่อน แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักตัวของพ่อพันธุ์เล็กฮอร์นขาวมีส่วนทำให้น้ำหนักตัวของลูกลดลง และไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม ให้ไข่เร็วกว่าค่าเฉลี่ยของพ่อแม่ ในหลายการศึกษาพบว่าหลังจากผสมพันธุ์แม่ไก่ท้องถิ่นด้วยไก่ Lohmann Brown และ Leghorn พบว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างค่าเฮทเทอโรซีสสำหรับเมื่อให้ไข่ฟองแรกแตกต่างกันไปตั้งแต่ –25% ถึง 11.5 เปอร์เซ็นต์ (Singh et al., 1983; Fairfull et al., 1987; Bordas et al.,1996; Gavora et al., 1996; Mohamed 1997; Williams et al., 2002) โดย Isa et al. (2020) กล่าวว่า ไก่ลูกผสมมีค่าเฮทเทอโรซีสเป็นลบสำหรับอายุเมื่อให้ไข่ฟองแรก ค่าความแตกต่างเชิงลบบ่งชี้ถึงความแข็งแรงของลูกผสมที่ดีขึ้นตามอายุของความสมบูรณ์พันธุ์ในไก่

ลูกผสม (Wang et al., 2022) และความสมบูรณ์พันธุ์ทางเพศตั้งแต่อายุน้อยทำให้ผลผลิตไข่เพิ่มขึ้นตราบเท่าที่การพัฒนาร่างกายและอวัยวะสืบพันธุ์ไม่ได้รับความเสียหาย (Das et al., 2016)

ข้อเสนอแนะ

1. ไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่และแม่เล็กฮอร์นขาว มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปใช้เป็นต้นพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไก่ลูกผสมที่มีคุณสมบัติที่ดีในการผลิตไข่ทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ เพราะแม่ไก่เล็กฮอร์นขาวให้ผลผลิตไข่ที่สูง เมื่อนำไปผสมพันธุ์กับพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่แล้ว สามารถทำให้ได้ไก่ลูกผสมในจำนวนที่เพียงพอกับความต้องการเลี้ยงของเกษตรกรได้เป็นอย่างดี

2. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในระบบการเลี้ยงแบบปล่อยอิสระ กึ่งขังกึ่งปล่อย และการให้อาหารรูปแบบต่างๆ ที่มีความสอดคล้องกับบริบทของพื้นที่ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการผลิตไข่ระหว่างไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ในระบบการเลี้ยงเชิงพื้นที่ต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. (2544). *การเลี้ยงไก่ไข่*. สืบค้น 24 ตุลาคม 2562, จาก http://region9.dld.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=69:2011-02-01-23-38-17&catid=50:2011-02-01-22-54-48&Itemid=78.

กรมปศุสัตว์. (2546). *การเลี้ยงไก่พื้นเมือง*. สืบค้น 5 ตุลาคม 2563, จาก http://pvlo-cmi.dld.go.th

กานดา ล้อแก้วมณี. (2558). ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพไข่. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์. 60*(2), 1-8.

กาญจนา ธรรมรัตน์ และสุรีรัตน์ สืบสุนทร. (2558). *สหสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสหสัมพันธ์ลักษณะปรากฏของลักษณะทางเศรษฐกิจในไก่ไข่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว*. สืบค้น 5 กรกฎาคม 2562, จาก https://royal.dld.go.th.

จิระนันท์ อินทรีย์, จารึก ณัฏฐากรกุล และธนิตพันธ์ พงษ์จงมิตร. (2559). สมรรถนะการผลิตของไก่ลูกผสมระหว่างพ่อพื้นเมืองไทยพันธุ์ชีกับไก่ไข่ในการเลี้ยงแบบกึ่งปล่อย. กาฬสินธุ์. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์.

เจนจิรา จิรัมย์ และประสงค์ สีหานาม. (2554). อนุมูลอิสระ และสารต้านอนุมูลอิสระ: แหล่งที่มาและกลไกการเกิด ปฏิกิริยา, ว. วิชาการ. มหาวิทยาลัยราชภัฏกาฬสินธุ์. *1*(1): 59-70.

เฉลิมพล บุญเจือ และอุดมศรี อินทรโชติ. (2552). *ค่าอัตราพันธุกรรมและค่าการผสมพันธุ์ของลักษณะ ทางเศรษฐกิจในไก่ไข่ พันธุ์โรดไอแลนด์แดง, บาร์พลีมัทร็อค และลูกผสมโรดไอแลนด์แดง x บาร์พลีมัทร็อค*. สืบค้น 5 กรกฎาคม 2562, จาก http://agknowledge.arda.or.th/chickeneggs/?page_id=373

ชาญชัย รอดอนันต์. (2536). *การผสมพันธุ์สัตว์*. จันทบุรี. โรงพิมพ์อนันตศิลป์.

ทินกร เหล่าออง, กนกวรรณ จารุกำจร และวรัญญา จตุพร ประเสริฐ. (2556). ผลกระทบของระบบต้านอนุมูลอิสระและภาวะเครียดออกซิเดชันต่อพัฒนาการของภาวะเบาหวาน. *ว. เภสัชศาสตร์อีสาน, 9*(1): 1-14

นิรัตน์ กองรัตนานันท์. (2535) *การศึกษาการเจริญเติบโตและการพัฒนาการสืบพันธุ์ของไก่พันธุ์พื้นเมืองเปรียบเทียบกับไก่พันธุ์แท้บางพันธุ์*. (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

นิรัตน์ กองรัตนานันท์. (2557). การผสมเทียมไก่. *ข่าวสารเกษตรศาสตร์, 59*(2), 27-38.

มนทกานต์ กันแก้ว และเฉลิมพล บุญเจือ. (2562). *สมรรถภาพการเจริญเติบโต และลักษณะเมื่อให้ไข่ฟองแรกของลูกผสมระหว่างประดู่หางดำเชียงใหม่ เล็กฮอร์นขาว*. สืบค้น 5 ตุลาคม 2562, จาก http://royal.dld.go.th.

รัตนา โชติสังกาศ, นิรัตน์ กองรัตนานันท์ และสุภาพร อิสริโยดม. (2536). การพัฒนาทางการสืบพันธุ์และระดับสเตอรอยด์ฮอร์โมนพื้นฐานของไก่พื้นเมือง เปรียบเทียบกับของไก่พันธุ์แท้บางพันธุ์. *การประชุมทางวิชาการสาขาสัตว์ ครั้งที่ 31*. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ.

วรวิทย์ วณิชาภิชาติ. (2531). *ไข่และการฟักไข่*. สงขลา : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิโรจน์ จันทรัตน์. (2537). *กายวิภาคและสรีรวิทยาของสัตว์ปีก*. เชียงใหม่ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางสัตว์ คณะผลิตกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วีรพล คู่คงวิริยพันธุ์. (2557). บทบาทสำคัญของเครือข่ายต้านออกซิเดชันของวิตามินและเอนไซม์. *ศรีนครินทร์เวชสาร. 29*(1): 59-70.

สุจินต์ สิมารักษ์. (2532). *สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของสัตว์ปีก*. ขอนแก่น : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุรชัย ชาครียรัตน์. (2530). *หลักการสืบพันธุ์และการผสมเทียมของสัตว์*. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิชย์ จำกัด. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สถาบันนวัตกรรมและธรรมาภิบาลข้อมูล. (2565). *สถานการณ์ไก่ไข่และไข่ไก่ในประเทศไทย*. สืบค้น 5 พฤษภาคม 2566, จาก https://digi.data.go.th/showcase/eggs-in-thailand/

อมรรัตน์ โมพี. (ม.ป.ป.). *เอกสารประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ด้วยอิทธิพลยีนแบบบวกสะสม*. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. สืบค้น 26 กันยายน 2566, จาก http: / / sutir. sut. ac. th: 80080/ sutir/ bitstream/ 123456789/ 6028/ 1/ img-126142249.pdf.

อุดมศรี อินทรโชติ, อำนวย เลี้ยวธารากุล, ธีระชัย ช่อไม้ และทวีศิลป์ จีนด้วง และชูศักดิ์ ประภาสวัสดิ์. (2553). *ไก่พื้นเมืองไทย*. กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์ชุมชนการเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

อำนวย เลี้ยวธารากุล, ชาตรี ประทุม, และศิริพันธ์ โมราถบ. (2553). ผลผลิตไข่และต้นทุนการผลิตลูกของไก่พื้นเมือง ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1 ที่เลี้ยงในกรงตับ. *วารสารเกษตร*, *26*(2), 173–178.

Abou-el-Ghar, R. S., Ghanem, H. H., Shalan, H. M., & Aly, O. M. (2012). Heterosis from crossing some local strains with two commercial lines of laying hens. *Egyptian Poultry Science Journal*, *32*(3), 515-529.

Abrahamsson, P., & Tauson, R. (1995). Aviary systems and conventional cages for laying hens: Effects on production, egg quality, health and bird location in three hybrids. *Acta Agriculturae Scandinavica A-Animal Sciences*, *45*(3), 191-203.

Adedeji, T. A., Adebambo, O. A., Peters, S. O., Ojedapo, L. O., & Ige, A. O. (2006). Growth Performance of Crossbred and Purebred Chickens Resulting from Different Sire Strain in a Humid Tropical Environment. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, *5*(8), 645-650.

EFSA Panel on Animal Health and Animal Welfare (AHAW). (2015). Scientific Opinion on welfare aspects of the use of perches for laying hens. *EFSA Journal*, *13*(6), 4131.

Abdel Alal, M. H., Khalil, M. H., Iraqi, M. M., & El-Moghazy, G. M. (2016). Quantitative trait loci affecting growth performance in F2 intercross between Golden Montazah and White Leghorn chickens. In 3rd International Conference on Biotechnology *Applications in Agriculture (ICBAA) , Benha University, Moshtohor and Sharm El-Sheikh* (pp. 5-9).

Amao, S. R. (2017). Effect of Crossing Fulani Ecotype with Rhode Island Red chickens on growth performance, egg and reproductive traits under Southern Guinea Savanna region of Nigeria. *Journal of Animal and Verinary Science*, *4*, 14-18.

Amer, M. F. (1965). A comparison of sexual maturity age and egg weight between standard breeds and Fayoumi chickens in subtropics. *Poultry Science*, *44*(5), 1180-1184.

Andreeva, M., Alexandrova, A., Tsvetanova, E., Metodiev, N., & Stefanov, R. (2021). Effect of the breed on the activity of the antioxidant enzymes-SOD and cat in ram sperm, before and after cryopreservation. *Tradition & Modernity in Veterinary Medicine*, *6*(2), 28-33.

Antony, S., Joseph, L., Peethambaran, P. A., & Anitha, P. (2023). Evaluation of egg quality traits and cholesterol content of eggs of Aseel crossbreds. *The Pharma Innovation International Journal* ; *SP-12*(7): 113-115.

Arango, J., Wolc, A., Settar, P., & O'Sullivan, N. P. (2016). Model comparison to evaluate a shell quality bio-complex in layer hens. *Poultry Science*, *95*(11), 2520-2527.

Ashizawa, K., Sakuragi, M., & Tsuzuki, Y. (1998). Temperature-dependent flagellar motility of demembranated, cytosol-free fowl spermatozoa. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 121*(1), 83-89.

Assefa, K., Tadesse, Y., Kebede, E., & Ameha, N. (2021). Evaluation of heterosis, maternal and reciprocal effects on different traits of Fayoumi and White Leghorn crossbreeds. *Ethiopian Veterinary Journal*, *25*(1), 58-76.

Azim, A. A., & Farahat, G. S. (2009). Breed differences and phenotypic correlations of antioxidant enzymes activities, some physiological parameters and productive traits of chicken 2. phenotypic correlations. *Egyptian Poultry Science Journal*, *29*(2), 645-666.

Boonkum, W., Duangjinda, M., Laopaiboon, B., & Vongpralub, T. (2012). Genetic evaluation and genetic curve for egg production in Thai native chickens (Pradu Hang Dam) using a random regression test-day model. *Khon Kaen Agriculture Journal, 40*, 69-78.

Bonnet, S., Geraert, P. A., Lessire, M., Carre, B., & Guillaumin, S. (1997). Effect of high ambient temperature on feed digestibility in broilers. *Poultry Science*, *76*(6):857-863.

Bordas, A., Merat, P., & Minvielle, F. (1996). Heterosis in egg-laying lines under divergent selection for residual feed consumption. *Poultry science*, *75*(1), 20-24.

Burtan, R., C. (1994). " Work Under Low Temperatures and Reactions to Cold." Occupational Medicine, Third Edition, C. Zenz, O. B. Dickerson, and E. P. Horvath, editors, Mosby-Year Book, St. Louis, MO. pp. 334-342.

Blesbois, E., Grasseau, I., & Hermier, D. (1999). Changes in lipid content of fowl spermatozoa after liquid storage at 2 to 5 C. *Theriogenology*, *52*(2), 325-334.

Carter, R. N., Pinnock, S. B., & Herbert, J. (2004). Does the amygdala modulate adaptation to repeated stress?. *Neuroscience*, *126*(1), 9-19.

Das, A. K., Kumar, S., Rahim, A., Kokate, L. S., & Mishra, A. K. (2015). Genetic analysis of body conformation and feed efficiency characteristics in a selected line of Rhode Island Red chicken. *Asian Journal of Animal Sciences*, *9*(6), 434-40.

Das, A. K., Kumar, S., Rahim, A., & Mishra, A. K. (2016). Characterization of production and reproduction performances in Rhode Island Red-White Strain chicken. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, *6*(3), 707-713.

Das, A., Gupta, M. D., Khan, M. K. I., Momin, M. M., & Miazi, O. F. (2018). Genetic and phenotypic parameter estimates for body weight and egg production at sexual maturity in Hilly× Fayoumi crossbred chickens. *Asian Journal of Medical and Biological Research*, *4*(2), 186-192.

Deng, W., Dong, X. F., Tong, J. M., & Zhang, Q. (2012). The probiotic Bacillus licheniformis ameliorates heat stress-induced impairment of egg production, gut morphology, and intestinal mucosal immunity in laying hens. *Poultry science*, *91*(3), 575-582.

Ledvinka, Z., Zita, L., Hubený, M., Tůmová, E., Tyller, M., Dobrovolný, P., & Hruška, M. (2011). Effect of genotype, age of hens and K/k allele on eggshell quality. *Czech Journal of Animal Science*, *56*(5): 242–249.

Donoghue, D. J., Krueger, B. F., Hargis, B. M., Miller, A. M., & Halawani, M. E. (1989). Thermal stress reduces serum luteinizing hormone and bioassayable hypothalamic content of luteinizing hormone-releasing hormone in hens. *Biology of reproduction*, *41*(3), 419-424.

Dudley, F. J. (1944). Results of crossing the Rhode Island Red and White Leghorn breeds of poultry. *The Journal of Agricultural Science*, *34*(2), 76-81.

El-Safty, S. A. R. (2012). Comparative study on some immunological traits in two different genetic groups of chicken. *Veterinary World*. *5*(11), 645 - 650.

El-Tahawy, W. S., & Habashy, W. S. (2021). Genetic effects on growth and egg production traits in two-way crosses of Egyptian and commercial layer chickens. *South African Journal of Animal Science*, *51*(3), 349-354.

Emsley, A., Dickerson, G. E., & Kashyap, T. S. (1977). Genetic parameters in progeny-test selection for field performance of strain-cross layers. *Poultry Science*, *56*(1), 121-146.

Fairfull, R. W., Gowe, R. S., & Nagai, J. (1987). Dominance and epistasis in heterosis of White Leghorn strain crosses. *Canadian Journal of Animal Science*, *67*(3), 663-680.

Fairfull, R. W. (1990) Heterosis. In: Crawford, R.D., editor .*Poultry Breeding and Genetics*. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands. P 913-933.

Farahat, G. S., Eissa, E. A., Balogh, K., & Mézes, M. (2008). Glutathione peroxidase activity in different breeds and sexes of chickens during embryonic development up to peak of egg production. *Journal of Animal and Feed Sciences*, *17*(4), 588-599.

Fathi , M. M., El-Dein, A. Z., El-Safty, S. A., & Radwan, L. M. (2007). Using scanning electron microscopy to detect the ultrastructural variations in eggshell quality of Fayoumi and Dandarawi chicken breeds. *International Journal of Poultry Science, 6*(4), 236-241.

Fulla, S. T. (2022). Review on potential and impact of chicken crossbreeding in developing countries. *World Scientific News*, *166*, 28-42.

Gavora, J. S., Fairfull, R. W., Benkel, B. F., Cantwell, W. J., & Chambers, J. R. (1996). Prediction of heterosis from DNA fingerprints in chickens. *Genetics*, *144*(2), 777-784.

Geraert, P. A., Padilha, J. C. F., & Guillaumin, S. (1996). Metabolic and endocrine changes induced by chronic heatexposure in broiler chickens: growth performance, body composition and energy retention. *British Journal of Nutrition*, *75*(2), 195-204.

Goraga, Z. S., Nassar, M. K., & Brockmann, G. A. (2012). Quantitative trait loci segregating in crosses between New Hampshire and White Leghorn chicken lines: I. egg production traits. *Animal Genetics*, *43*(2), 183–189.

Hanusova, E., Hrnčár, C., Hanus, A.,& Oravcova, M. (2015). Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, *18*(1), 20–24.

Harms, R. H., Rossi, A. F., Sloan, D. R., Miles, R. D., & Christmas, R. B. (1990). A method for estimating shell weight and correcting specific gravity for egg weight in eggshell quality studies. *Poultry Science*, *69*(1), 48-52.

Haugh, H. (1937). The Haugh Unit for measuring egg quality. In U.S. *egg and poultry magazine, 43*, 552–555, 572-573.

Hen Welfare Trust. (2020) "How Does My Hen Produce an Egg Every Day? Find out Here!" BHWT. สืบค้น 10 ตุลาคม 2563, จาก www.bhwt.org.uk/produce/.

Huang, J., Rao, L., Zhang, W., Chen, X., Li, H., Zhang, F., & Wei, Q. (2023). Effect of crossbreeding and sex on slaughter performance and meat quality in Xingguo gray goose based on multiomics data analysis. *Poultry Science*, *102*(8) , 102753.

Hussen, K., Goshu, G., Esatu, W., & Abegaz, S. (2019). Comparing egg quality traits of crossbred local Horro ecotype with Dominant Red Bared D 922 exotic chickens: a step towards synthetic breed development in Ethiopia. *British Journal of Poultry Sciences*, *8*(1), 1-9.

Hristakieva, P., Oblakova, M., Lalev, M., & Mincheva, N. (2014). Heterosis effect in hybrid laying hens. *Biotechnology in Animal Husbandry*, *30*(2), 303-311.

Hrnćar, C., Hanusova, E., Hanus, A., & Bujko, J. (2014). Effect of genotype on egg quality characteristics of Japanese quail (Coturnix japonica). *Slovak Journal of Animal Science*, *47*(1), 6-11.

Hrnćar, C., Biesiada-Drzazga, B., Nikolova, N., Hanusova, E., Hanus, A., & Bujko, J. (2016) . Comparitive analysis of the extrenal and internal egg quality in different pure chicken breeds. *Acta Fytotechn. Zootechn*., *19*, 123–127.

Ibrahim, D., Goshu, G., Esatu, W., & Cahaner, A. (2019). Dual-purpose production of genetically different chicken crossbreeds in Ethiopia. 1. Parent stocks' feed intake, body weight, and reproductive performance. *Poultry Science*, *98*(8) , 3119–3129.

Iqbal, A., Akram, M., Sahota, A. W., Javed, K., Hussain, J., Sarfraz, Z., & Mehmood, S. (2012). Laying characteristics and egg geometry of four varieties of indigenous Aseel chicken in Pakistan. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, *22*(4), 848-852.

Iraqi, M. M. (2002). Genetic evaluation for egg quality traits in crossbreeding experiment involving Mandarah and Matrouh chickens using Animal Model. *Egyptian Poultry Science Journal*, *22*(3), 711-726.

Iraqi, M. M., Khalil, M. H., & El-Attrouny, M. M. (2013). Estimation of crossbreeding components for growth traits in crossing Golden Montazah with White Leghorn chickens. *In VIth international conference*: Balnimalcon (pp. 494-504).

Isa, A. M., Sun, Y., Shi, L., Jiang, L., Li, Y., Fan, J., Wang, P., Ni, A., Huang, Z., Ma, H,. Li, D,. & Chen, J. (2020). Hybrids generated by crossing elite laying chickens exhibited heterosis for clutch and egg quality traits. *Poultry science*, *99*(12), 6332-6340.

Islam, M. S., Howlider, M. A. R., Kabir, F., & Alam, J. (2002). Comparative assessment of fertility and hatchability of Barred Plymouth Rock, white leghorn, Rhode Island Red and White rock hen. *International Journal of Poultry Science*, *1*(4), 85-90.

Islam, M.A., & Nishibori, M. (2010). Crossbred chicken for poultry production in the tropics. *Journal of Poultry Science*, *47*: 271-279.

Islam, M. S., & Dutta, R. K. (2010). Egg quality traits of indigenous, exotic and crossbred chickens *(Gallus domesticus L.)* in Rajshahi, Bangladesh. *Journal of Life and Earth Sciences*, *5*, 63-67.

Johnston, S. A., & Gous, R. M. (2007). Modelling the changes in the proportions of the egg components during a laying cycle. *British poultry science*, *48*(3), 347-353.

Kausar, H., Vermar, M. R., Kumar, S., Sharmar, V. B., Das, A. K., & Dilliwar, L. (2016). Modelling of Rhode Island Red chicken strains. *The Indian Journal of Animal Sciences*, *86*(5), 612-615.

Kebede, E. (2017). Growth Performance and Rearing Costs of Fayoumi and White Leghorn Chicken Breeds. *East African Journal of Sciences*, *11*(1), 37–42.

Kedija, H., Wondmeneh, E., Gebeyehu, G., & Solomon A. (2019). Egg Production Traits of Horro Ecotype Crossed with Exotic Dominant Red Barred D 922 Chickens: a step towards synthetic breed development for village production system in Ethiopia. *Livestock Research Results*, 737-764.

Kejela, Y., Banerjee, S., & Taye, M. (2019). Some internal and external egg quality characteristics of local and exotic chickens reared in Yirgalem and Hawassa towns, Ethiopia. *International Journal of Livestock Production*, *10*(5), 135–142.

Khalil, M. H., Iraqi, M. M., & El-Atrouny, M. M. (2013). Effects on egg quality traits of crossing Egyptian Golden Montazah with White Leghorn chickens. *Livestock Research for rural development*, *25*(6), 2013.

Khalil, M. H., Debes, A. A., & Shebl, M. K. (2018). Estimation of Heterosis, Combining Ability and Reciprocal Effects for Growth Traits in Chickens from a Full Diallel Cross. *International Journal of Research in Agricultural Sciences*, *5*(6), 291-295.

Khalil, M., Hassan, H. A., El-Gendi, G., & EL Nagar, A. G. (2023). Heterotic components for age at first egg, egg production, some partial egg records, clutch sizes and duration in crossing four Egyptian strains of chickens. *Egyptian Poultry Science Journal*, *43*(1), 109-125.

Khawaja, T., Khan, S. H., Mukhtar, N., & Parveen, A. (2012). Comparative study of growth performance, meat quality and haematological parameters of Fayoumi, Rhode Island Red and their reciprocal crossbred chickens. *Italian Journal of Animal Science*, *11*(2), e39. 211-216.

Khawaja, T., Khan, S. H., Mukhtar, N., Parveen, A., & Fareed, G. (2013). Production performance, egg quality and biochemical parameters of three way crossbred chickens with reciprocal F1 crossbred chickens in sub-tropical environment. *Italian Journal of Animal Science*, *12*(1), 127-132.

Laine, V. N., Verhagen, I., Mateman, A. C., Pijl, A., Williams, T. D., Gienapp, P., van Oers, K., & Visser, M. E. (2019). Exploration of tissue-specific gene expression patterns underlying timing of breeding in contrasting temperature environments in a songbird. *BMC Genomics*, *20*(1), 693-709.

Lacin, E., Yildiz, A., Esenbuga, N., & Macit, M. (2008). Effects of differences in the initial body weight of groups on laying performance and egg quality parameters of Lohmann laying hens. *Czech Journal of Animal Science*, *53*(11), 466-471.

Leonard, M. B. (2018). Effects of 4x4 Full Diallel Crossbreeding of Chickens on Growth Production Performance, Genetics and Phenotypic Characteristics (Doctoral dissertation). University of South Africa.

Leymaster, K. A. (2002). Fundamental aspects of crossbreeding of sheep: Use of breed diversity to improve efficiency of meat production. *Sheep and Goat Research Journal, 17,* 50-59.

Lordelo, M., Cid, J., Cordovil, C. M., Alves, S. P., Bessa, R. J., & Carolino, I. (2020). A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. *Poultry Science*, *99*(3), 1768-1776.

Malago, J. J., & Baitilwake, M. A. (2009). Egg traits, fertility, hatchability and chick survivability of Rhode Island Red, local and crossbred chickens. *Tanzania Veterinary Journal*, *26*(1), 24-36.

Maseko, T., Howell, K., Dunshea, F. R., & Ng, K. (2014). Selenium-enriched Agaricus bisporus increases expression and activity of glutathione peroxidase-1 and expression of glutathione peroxidase-2 in rat colon. *Food chemistry*, *146*, 327-333.

Mashaly, M. M., Hendricks 3rd, G. L., Kalama, M. A., Gehad, A. E., Abbas, A. O., & Patterson, P. H. (2004). Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. *Poultry science*, *83*(6), 889-894.

Matur, E., Eraslan, E., Akyazi, I., Ekiz, E. E., Eseceli, H., Keten, M., Metiner, K. & Bala, D. A. (2015). The effect of furnished cages on the immune response of laying hens under social stress. *Poultry Science*, *94*(12), 2853-2862.

Mellor, D. J. (2016). Updating animal welfare thinking: Moving beyond the " Five Freedoms" towards "a Life Worth Living". *Animals*, *6*(3), 21-41.

Mizuno, Y. (1984). Changes in superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, and glutathione reductase activities and thiobarbituric acid-reactive products levels in early stages of development in dystrophic chickens. *Experimental neurology*, *84*(1), 58-73

Mohamed, K. A. H. (1997). Improvement of some Egyptian strains of chickens by crossing with egg-type commercial breeders. In *Second Hungarian Egyptian Poultry Conf*, (pp. 16-19).

Mohanty, P. K., & Nayak, Y. (2011). Comparative evaluation of egg quality traits of native chicken population of Bhubaneswar with other improved chicken breeds. *Indian journal of poultry science*, *46*(3), 390-395.

Mahmoud, K. Z., Beck, M. M., Scheideler, S. E., Forman, M. F., Anderson, K. P., & Kachman, S. D. (1996). Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationships in the hen. *Poultry science*, *75*(12), 1555-1562.

Moula, N., Antoine-Moussiaux, N., Farnir, F., & Leroy, P. (2009). Comparison of egg composition and conservation ability in two Belgian local breeds and one commercial strain. *International Journal of poultry science*, *8*(8), 768-774.

Mydin, M. A. O. (2018). Physico-mechanical properties of lime mortar by adding exerted egg albumen for plastering work in conservation work. *Journal of Materials and Environmental Science*, *9*(2), 376-384.

Nalbandov, A. V. (1976). Reproductive physiology of mammals and birds. The comparative physiology of domestic and laboratory animals and man. 3rd ed. W.H Freeman and Company. San Francisco. 344 p.

Niranjan, M., Sharma, R. P., Rajkumar, U., Chatterjee, R. N., Reddy, B. L. N., & Battacharya, T. K. (2008). Egg quality traits in chicken varieties developed for backyard poultry farming in India. *Livestock Research for Rural Development*, *20*(12), 189.

Odabasi A. Z., Miles R. D., Balaban M. O., & Portier K. M. (2007): Changes in brown eggshell colour as the hen ages. *Poultry Science*, *86*(2), 356–363.

Oguntunji, A. O., & Alabi, O. M. (2010). Influence of high environmental temperature on egg production and shell quality: a review. *World's poultry science journal*, *66*(4), 739-749.

Padhi, M. K., Chatterjee, R. N., Haunshi, S., & Rajkumar, U. (2013). Effect of age on egg quality in chicken. *Indian Journal of Poultry Science*, *48*(1), 122-125.

Pagala, M. A., Indi, A., Badaruddin, R., Sandiah, N., & Aprianti, N. (2020). The egg fertility from offspring of crossbreeding results of Bangkok chickens and laying hens. In IOP Conference Series: *Earth and Environmental Science* (465: 012052). IOP Publishing.

Peters, S. O., Ilori, B. M., Ozoje, M. O., Ikeobi, C. O. N., & Adebambo, O. A. (2008). Gene segregation effects on fertility and hatchability of pure and crossbred chicken genotypes in the humid tropics. *International Journal of Poultry Science*, *7*(10), 954-958.

Radhika, G., Raghavan, K. C., Ajithkumar, S., Reghunandanan, K. V., Alex, R., & Thomas, N. (2011). Difference in trace mineral status among genetic groups of goats. *Options Méditerranéennes*, 195-199.

Rajkumar, U., Sharma, R. P., Rajaravindra, K. S., Niranjan, M., Reddy, B. L. N., Bhattacharya, T. K., & Chatterjee, R. N. (2009). Effect of genotype and age on egg quality traits in naked neck chicken under tropical climate from India. *International Journal of Poultry Science*, *8*(12), 1151-1155.

Rizzi, C., & Chiericato, G. M. (2005). Organic farming production. Effect of age on the productive yield and egg quality of hens of two commercial hybrid lines and two local breeds. *Italian Journal of Animal Science*, *4*(sup3), 160–162.

Rizzi, C. (2020). Laying hen biodiversity: the effect of genotype and age on the yield performance and egg quality of two Italian purebred chickens. *Acta fytotechn zootechn*, *23*, 299-307.

Rossi, M., & Pompei, C. (1995). Changes in some egg components and analytical values due to hen age. *Poultry Science*, *74*(1), 152-160.

Saatci, M., Omed, H., & Ap Dewi, I. (2006). Genetic parameters from univariate and bivariate analyses of egg and weight traits in Japanese quail. *Poultry Science*, *85*(2), 185-190.

Sarica, M., & Erensayin, C. (2009). Poultry Products. In: Turkoglu, M., Sarica, M.: Poultry Science 2009. Bey-Ofset, Ankara, Turkey, ISBN (Not available), 89-138.

Şekeroğlu, A., & Altuntaş, E. (2009). Effects of egg weight on egg quality characteristics. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *89*(3), 379-383.

Seuss-Baum, I., & Nau, F. (2011). The nutritional quality of eggs. In Improving the safety and quality of eggs and egg products. Woodhead Publishing. Cambridge, MA, USA, pp. 201–236.

Siegel, H.S. (1985). Immunological responses as indicators of stress. *World's Poultry Science Journal*, *41*(1), 36-44.

Singh, Y.P., Singh, R.P. Chaudhary, R.V. and Vikram S. (1983). Diallel crossing for estimation of GCA, SCA, heterosis and other genetic effects of various traits in White Leghorn. *Indian Veterinary Journal*, *60*, 384- 389.

Silversides, F. G., & Scott, A. T. (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry science*, *80*(8), 1240-1245.

Soleimani, A. F., Zulkifli, I., Omar, A. R., & Raha, A. R. (2011). Physiological responses of 3 chicken breeds to acute heat stress. *Poultry science*, *90*(7), 1435-1440.

Soliman, M.A., Khalil, M.H., El-Sabrout, K., & Shebl, M.K. (2020). Crossing effect for improving egg production traits in chickens involving local and commercial strains. *Veterinary World*, *13*(3), 407-412.

Solomon, S. E. (2010). The eggshell: strength, structure and function. *British Poultry Science*, *51*(1), 52-59.

Sowunmi, I. O., Ikeobi, C. O. N., & Adebambo, O. A. (1998). Effect of body weight at caging on pre-peak production performance of white feather Yaafa layers: Egg number and Egg size. In *NSAP Silv Annivconf/WASAP Inaugural Conference*, (pp. 21-6).

Sugiharto, S., Yudiarti, T., Widiastuti, E., Wahyuni, H., Sartono, T., & Pratama, A. R. (2021). Performances of crossbred chickens fed fermented papaya leaf and seed powder at high stocking density. *Tropical Animal Science Journal*, *44*(3), 316-326.

Suk, Y. O., & Park, C. (2001). Effect of breed and age of hens on the yolk to albumen ratio in two different genetic stocks. *Poultry Science*, *80*(7), 855-858.

Surai, P. F.; Dvorska J. E., Sparks, N. H. C., & Jacques, K. A. (2002). Impact of mycotoxins on the body's antioxidant defence. In: Proceedings of Alltech's 18th Annual Symposium. Kentucky, USA

Surai, P. F. (2016). Antioxidant systems in poultry biology: superoxide dismutase. *Journal of Animal Research and Nutrition*, *1*(1), 1-17.

Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2016a). Vitagenes in poultry production: Part 1. Technological and environmental stresses. *World's poultry science journal*, *72*(4), 721-734.

Surai, P. F., & Fisinin, V. I. (2016b). Vitagenes in poultry production: Part 2. Nutritional and internal stresses. *World's poultry science journal*, *72*(4), 761-772.

Surai, P. F. (2018). Selenium in poultry nutrition and health. Wageningen Academic Publishers.

Surai, P. F., Kochish, I. I., Fisinin, V. I., & Kidd, M. T. (2019). Antioxidant defence systems and oxidative stress in poultry biology: An update. *Antioxidants*, *8*(7), 235.

Sutherland, D. A. A. T., Honaker, C. F., Dorshorst, B., Andersson, L., Brisbin Jr, I. L., & Siegel, P. B. (2018). Growth patterns for three generations of an intercross between red junglefowl and chickens selected for low body weight. *Journal of animal breeding and genetics*, *135*(4), 300-310.

Schrader, M., & Fahimi, H. D. (2006). Peroxisomes and oxidative stress. *Biochimica Et Biophysica Acta*, *1763*(12), 1755–1766.

Shen, Y., Engberg, R., & Jakobsen, K. (1992). On the requirement of vitamin E in fast and slow growing chickens: Experiments with broiler and Leghorn‐type chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *67*(1‐5), 113-122.

Sheridan, A. K., & Randall, M. C. (1977). Heterosis for egg production in white leghorn Australorp crosses. *British Poultry Science*, *18*(1), 69–77.

Smith, A. J., & Oliver, J. (1971). Some physiological effects of high environmental temperatures on the laying hen. *Poultry Science*, *50*(3), 912-925.

Steel, R. G. D., & Torrie, J. H. (1980). Principles and procedures of statistics. A biometrical approach, 2nd Edition, McGraw-Hill Book Company, New York.

Stukelj, M., Toplak, I., & Svete, A.N., (2013). Blood antioxidant enzymes (SOD, GPX), biochemical and haematological parameters in pigs naturally infected with porcine reproductive and respiratory syndrome virus. *Polish Journal of Veterinary Sciences*, *16*(2), 369-376.

Tactacan, G. B., Guenter, W., Lewis, N. J., Rodriguez-Lecompte, J. C., & House, J. D. (2009). Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages. *Poultry science*, *88*(4), 698-707.

Taha, A. E., & El-Ghany, F. A. A. (2013). Improving Production Traits for El-Salam and Mandarah Chicken Strains by Crossing II-Estimation of Crossbreeding Effects on Egg Production and Egg Quality Traits. *International Journal of Nutrition and Food Engineering*, *7*(10), 982–987.

Tomar, A. K., Poonia, J. S., Chaudhari, M., & Kumar, P. (2015). Evaluation of production performance of some economic traits in White Leghorn birds. *Haryana Vet*, *54*, 19–21.

Tuiskula-Haavisto, M., Honkatukia, M., Vilkki, J., de Koning, D. J., Schulman, N. F., & Maki-Tanila, A. (2002). Mapping of quantitative trait loci affecting quality and production traits in egg layers. *Poultry science*, *81*(7), 919-927.

Tumova, E., & Gous, R.M. (2012). Interaction of hen production type, age and temperature on laying pattern and egg quality. *Poultry Science*, *91*(5), 1269-1275.

Wakchaure, R., Ganguly, S., Praveen, P. K., Sharma, S., Kumar, A., Mahajan, T., & Qadri, K. (2015). Importance of heterosis in animals: a review. International Journal of Advanced Engineering *Technology and Innovative Science*, *1*(1), 1-5.

Wang, Y., Sun, Y., Ni, A., Li, Y., Yuan, J., Ma, H., Wang, P., Shi, L., Zong, Y., Zhao, J., Bian, S. & Chen, J. (2022). Research Note: Heterosis for egg production and oviposition pattern in reciprocal crossbreeds of indigenous and elite laying chickens. *Poultry Science*, *101*(12), 102201.

Watson, R.R. (Ed.). (2002). Eggs and health promotion. Iowa State Press, a Blackwell Publishing Company, Ames USA, pp. 19–36.

Weber, R. M., Nogossek, M., Sander, I., Wandt, B., Neumann, U., & Glünder, G. (2003). Investigations of laying hen health in enriched cages as compared to conventional cages and a floor pen system. *Wien Tierärztl Monat-Vet Med Austria*, *90*(1), 257-266.

Williams, S. M., Price, S. E., & Siegel, P. B. (2002). Heterosis of growth and reproductive traits in fowl. *Poultry Science*, *81*(8), 1109-1112.

Wistedt, A., Ridderstrale, Y., Wall, H., & Holm, L. (2019). Age-related changes in the shell gland and duodenum in relation to shell quality and bone strength in commercial laying hen hybrids. *Acta Veterinaria Scandinavica*, *61*, 1-14.

Xie, S., Yang, X., Gao, Y., Jiao, W., Li, X., Li, Y. & Ning, Z. (2017). Performance differences of Rhode Island Red, Bashang Long-tail Chicken, and their reciprocal crossbreds under natural cold stress. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, *30*(10), 1507-1514.

Zelleke, G., Moudgal, R.,P., & Asmare, A. (2005). Fertility and hatchability in RIR and WL breeds as functionally modified by crossing them in alternate sex combinations (*Gallus domesticus*). *British Poultry Science*, *46*(1), 119–123.

Zita, L., Tůmová, E., & Štolc, L. (2009). Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno*, *78*, 85–91.

Zhang, Q., Zhu, F., Liu, L., Zheng, C. W., Wang, D. H., Hou, Z. C., & Ning, Z. H. (2015). Integrating transcriptome and genome re-sequencing data to identify key genes and mutations affecting chicken eggshell qualities. *PLoS One*, *10*(5), e0125890.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาคผนวก ก.1 การผสมเทียมไก่ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือการรีดน้ำเชื้อ และการฉีดน้ำเชื้อ

1. การรีดน้ำเชื้อ (Semen collection) ใช้ผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อย 2 คน

ขั้นตอนการรีดน้ำเชื้อ

ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 1 ทำหน้าที่จับไก่

จับไก่อย่างระมัดระวัง และมีความนิ่มนวล อย่าให้ไก่บาดเจ็บหรือตื่นตกใจเนื่องจากจะทำให้ไก่เครียดและไม่ยอมปล่อยน้ำเชื้อ รวบบริเวณโคนน่องไก่ทั้ง 2 ข้าง จับให้มั่นคงแต่อย่าแน่นเกินไป ให้ไก่อยู่ในลักษณะผ่อนคลาย อุ้มไก่เข้าซอกรักแร้แนบชิดติดข้างลำตัวตนจับ โดยหันส่วนหัวของไก่ไปทางด้านหลังหันส่วนก้นของไก่เข้าหาคนที่ทำหน้าที่รีดน้ำเชื้อ

ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 2 ทำหน้าที่รีดน้ำเชื้อ

ถือภาชนะที่ใช้เก็บน้ำเชื้อด้วยมือข้างหนึ่ง กระตุ้นพ่อพันธุ์โดยใช้มืออีกข้างหนึ่งนวดเบาๆ บริเวณช่องท้องของไก่ ตรงบริเวณด้านล่างของกระดูกเชิงกราน (pubic bone) ไปจนถึงส่วนก้นของไก่ ต่อจากนั้นเปลี่ยนมาเป็นใช้มือลูบตั้งแต่ส่วนหลังของไก่ไล่มาจนถึงโคนหาง ทันทีที่ไก่กระดกหางขึ้น ใช้นิ้วหัวแม่มือกับนิ้วชี้ออกแรงบีบบริเวณรอบๆก้นไก่อย่างรวดเร็ว น้ำเชื้อจะพุ่งออกมาจากช่องเปิดของกะเปาะเก็บน้ำเชื้อตรงบริเวณก้นไก่ รองรับน้ำเชื้อด้วยภาชนะผิวเรียบที่ใช้เก็บน้ำเชื้อ

การเจือจางน้ำเชื้อเพื่อใช้ในการผสมเทียม

เจือจางน้ำเชื้อด้วยสารละลายน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่มีความเข้มข้น 0.85% หรือ 0.90% ในอัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำเกลือหนึ่งต่อหนึ่ง คนเบาๆให้เข้ากันแล้วนำไปฉีดให้กับแม่ไก่

2. ขั้นตอนการฉีดน้ำเชื้อ

ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 1 ทำหน้าที่จับไก่

-จับไก่อย่างระมัดระวังและมีความนิ่มนวล อย่าให้ไก่ได้รับบาดเจ็บหรือตกใจ

-ใช้มือข้างหนึ่งอุ้มไก่โดยสอดฝ่ามือเข้าใต้ช่องท้องของแม่ไก่ ให้ตัวไก่พักบนฝ่ามือโดยหันส่วนก้นของแม่ไก่เข้าหาคนฉีดน้ำเชื้อ

-ใช้มืออีกข้างเปิดขนที่คลุมก้นแม่ไก่ไปด้านบน เพื่อให้เห็นช่องทวารหนัก

-ใช้นิ้วชี้และนิ้วที่เหลือของมือที่อยู่ใต้ท้องแม่ไก่ ออกแรงกดบริเวณช่องท้องของแม่ไก่ดันขึ้นมา ให้ส่วนทวารหนักโผล่ทะลักออกมาทางก้นไก่

-เมื่อเห็นช่องเปิดของท่อนำไข่ (vagina) ได้อย่างชัดเจนมีลักษณะเป็นช่องนูน มีรูขนาดเล็กด้านซ้ายมือของคนฉีดน้ำเชื้อ

ผู้ปฏิบัติงานคนที่ 2 ทำหน้าที่ฉีดน้ำเชื้อ

-สังเกตตำแหน่งรูช่องเปิดของท่อนำไข่ของแม่ไก่ อยู่ทางด้านซ้ายมือของคนฉีดน้ำเชื้อ

-สอดหลอดฉีดน้ำเชื้อเข้าไปในรูช่องเปิดท่อนำไข่ ปริมาตรน้ำเชื้อ 0.05 มิลลิลิตรต่อตัว โดยสอดเข้าไปลึกประมาณ 1 นิ้ว

-ขณะที่ฉีดน้ำเชื้อเข้าไปให้คนจับไก่ค่อยๆผ่อนแรงกดที่ช่องท้องเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเชื้อไหลย้อนกลับ

-ค้างหลอดฉีดน้ำเชื้อให้อยู่ในท่อนำไข่สักครู่ รอจนกระทั่งคนจับไก่ผ่อนแรงที่กดช่องท้องจนหมด ซึ่งจะทำให้ท่อนำไข่กลับคืนสู่ตำแหน่งปกติ หลังจากนั้นค่อยๆดึงหลอดฉีดน้ำเชื้อออกมา เวลาที่ฉีดน้ำเชื้อ ช่วงบ่ายสองโมงถึงบ่ายสี่โมง ความถี่ในการฉีดน้ำเชื้อ สัปดาห์ละ 2 ครั้ง

การเก็บไข่พันธุ์ เริ่มเก็บในวันที่ 5 หลังจากวันที่ฉีดน้ำเชื้อ เก็บไข่ติดต่อกัน 14 วัน ในห้องปรับอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส และนำไปฟักในตู้ฟัก

3. การเตรียมพ่อพันธุ์ก่อนรีดน้ำเชื้อ (วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, 2531)

3.1 ใช้ไก่พ่อพันธุ์ที่โตเต็มที่แล้วมีสุขภาพดีและมีลักษณะตรงตามพันธุ์

3.2 ตัดแต่งขนรอบทวารร่วม เพื่อให้ง่ายเวลารีดน้ำเชื้อ อาจจะใช้วิธีการตัดแต่งด้วยกรรไกรหรือถอนก็ได้

3.3 รับการฝึกฝนการรีดน้ำเชื้อมาแล้ว มีความเชื่องไม่ตื่นตกใจง่าย

3.4 แยกออกจากฝูงไก่ตัวเมีย อย่างน้อย 24 ชั่วโมง

3.5 กำจัดตัวเบียนภายนอก

3.6 สามารถรีดน้ำเชื้อได้ทุก ๆ 2-4 วัน/ครั้ง

3.7 ขังพ่อพันธุ์ไก่ในกรงขังเดี่ยว เพราะถ้าขังพ่อไก่ไว้ 2 ตัว ในกรงเดียวกันจะให้ผลผลิตน้ำเชื้อต่ำที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ (วิโรจน์ จันทรัตน์, 2537) กล่าวว่า ถ้าเอาไก่พ่อพันธุ์เพศผู้แยกออกขังเดี่ยวในกรงจะทำให้การสร้างน้ำเชื้อ ได้มากที่สุดและถ้าขังไก่พ่อพันธุ์เพศผู้ 2 ตัว รวมกันในกรงจะทำให้การสร้างน้ำเชื้อเกิดขึ้นน้อย และควรทำการขังไก่พ่อพันธุ์ไว้ในกรงขังเดี่ยว (Ashizawa et al., 1998; Blesbois et al., 1999)

4. การเจือจางน้ำเชื้อ (นิรัตน์ กองรัตนานันท์, 2557)

การผสมเทียมส่วนใหญ่ใช้น้ำเชื้อสด หลังจากรีดน้ำเชื้อแล้วต้องใช้ให้เสร็จภายในครึ่งชั่วโมง ในกรณีที่ต้องการปริมาตรของน้ำเชื้ออาจเจือจางน้ำเชื้อด้วยสารละลายน้ำเชื้อ

ลักษณะของน้ำเชื้อไก่ ปริมาณน้อยแต่มีความเข้มข้นสูงมาก การเจือจางน้ำเชื้อเป็นการเพิ่มปริมาตรซึ่งมีผลดี สามารถนำไปฉีดให้กับแม่ไก่จำนวนมากขึ้น ประมาณ 7 – 20 ตัว

วิธีเจือจางน้ำเชื้อ โดยใช้สารละลายน้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.85% หรือ 0.90% ในอัตราส่วนน้ำเชื้อต่อน้ำเกลือหนึ่งต่อหนึ่ง คนเบาๆให้เข้ากันแล้วนำไปฉีดให้แม่ไก่ ห้ามเจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำกลั่น เนื่องจากน้ำกลั่นจะทำให้เซลล์อสุจิแตก อสุจิจะตาย มีผลทำให้อัตราการผสมติดต่ำ

5. ข้อควรคำนึงในการผสมเทียม (นิรัตน์ กองรัตนานันท์, 2557)

5.1 ไก่พ่อแม่พันธุ์ควรได้รับการจัดการเลี้ยงดูอย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อให้ระบบสืบพันธุ์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถให้ผลผลิตไข่ และน้ำเชื้ออย่างต่อเนื่องตลอดเวลาการให้ผลผลิต

5.2 ควรแยกไก่พ่อพันธุ์ในกรงขังเดี่ยว

5.3 ควรคัดแม่ไก่ที่ไม่ให้ไข่ หรือไข่ไม่ดกออกจากฝูงเพื่อลดต้นทุนการผลิต เนื่องจากไก่ที่ไข่ไม่ดกมักจะมีแนวโน้มอัตราการผสมติดต่ำ

5.4 ก่อนรีดน้ำเชื้อครั้งแรก ควรฝึกรีดน้ำเชื้อก่อนประมาณ 1- 2 ครั้ง เพื่อให้ไก่เกิดความคุ้นเคย โดยปกติไก่ที่มีประสบการณ์รีดน้ำเชื้อจะให้น้ำเชื้อง่าย

5.5 อุปกรณ์ที่ใช้รีดน้ำเชื้อ และฉีดเชื้อ ควรล้างทำความสะอาดผ่านการฆ่าเชื้อโรคก่อนและหลังการใช้ทุกครั้ง

5.6 ในการรีดน้ำเชื้อไม่ควรออกแรงบีบเค้นที่ทวารหนักมากเกินไป เนื่องจากจะทำให้มีการปลดปล่อยของเลวใส (transparent fluid) ซึ่งมีผลเสียต่อการมีชีวิตของอสุจิ

ของเหลวใสดังกล่าว ผลิตจากเนื้อเยื่อในระบบน้ำเหลืองซึ่งมีตำแหน่งบริเวณส้วงทวารหนัก (cloaca) ของไก่ เป็นของเหลวงที่มีส่วนประกอบคล้ายกับของเหลวงในเลือด (plasma) โดยมีระดับกลูโคส คลอไรด์ และแคลเซียม สูงกว่าระดับที่พบในเลือด ในการผสมพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติ ไก่เพศผู้จะหลั่งของเหลวเหล่านี้ออกมาในปริมาณน้อย ซึ่งเป็นประโยชน์คือช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างในท่อนำไข่ของไก่เพศเมียให้เหมาะสมกับการมีชีวิตของอสุจิ

5.7 ขณะรีดน้ำเชื้อควรระวังการปนเปื้อนของมูลไก่ ปัสสาวะ เลือด และสิ่งสกปรกต่าง ๆ

5.8 การสอดหลอดฉีดน้ำเชื้อเข้าไปในท่อนำไข่ควรระมัดระวัง อย่าให้เกิดการบาดเจ็บซึ่งอาจเป็นสาเหตุของการติดเชื้อได้

5.9 การเสริมวิตามินอีในอาหารไก่พันธุ์มีผลดีต่อคุณภาพน้ำเชื้อ เนื่องจากวิตามินอีมีคุณสมบัติต่อต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โดยมีผลไปยับยั้งขบวนการที่เรียกว่า เปอร์ออกซิเดชั่น (peroxidation) ซึ่งเป็นขบวนการผลิตกรด เปอร์ออกไซด์(peroxide) เป็นกรดที่อันตรายต่ออสุจิ

6. การนำไข่เข้าตู้ฟัก

6.1 คัดเลือกไข่ไก่ที่จะเข้าฟักให้มีขนาด 50-65 กรัม มีรูปร่างไข่ปกติผิวเปลือกไข่เรียบสม่ำเสมอ เปลือกหนาและไม่บุบร้าว

6.2 รมควันฆ่าเชื้อบนเปลือกไข่โดยใช้ก๊าซฟอร์มาดีไฮด์ก่อนนำเข้าห้องเก็บไข่ทุก ๆ ครั้ง

6.3 เก็บในห้องเก็บไข่ที่ปรับอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

6.4 กลับไข่ในห้องเก็บไข่ทุก ๆ วัน ๆ ละ 1 ครั้ง โดยการขยับถาดไข่ให้โยกเล็กน้อย หรือขยับถาดพอที่จะทำให้ไข่เคลื่อนที่ จากที่ ๆ อยู่เดิม

6.5 ก่อนนำไข่เข้าตู้ฟักให้นำไข่ออกจากห้องเย็นผึ่งอากาศในอุณหภูมิห้องไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง หรือหนึ่งคืนก่อนนำเข้าตู้ฟัก

6.6 เดินเครื่องตู้ฟักไข่ก่อนนำไข่เข้าตู้อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง

6.7 เติมน้ำในถาดใส่น้ำอย่าให้ขาดและตรวจสอบกับอุณหภูมิของปรอทตุ้มเปียกให้ได้ 84-86 องศา F ถ้าหากอุณหภูมิต่ำกว่านี้ ให้เพิ่มถาดน้ำให้มากขึ้นจนได้อุณหภูมิตามต้องการ

6.8 ส่องไข่เชื้อตายและไม่มีเชื้อออกเมื่อฟักได้ 7, 14 และ 18 วัน แล้วลงบันทึกในแบบฟอร์มการฟักไข่ของแต่ละรุ่นในสมุดปกแข็งประจำโรงฟักไข่ โดยบันทึกเป็นรุ่น ๆ ละ สัปดาห์ติดต่อกัน

6.9 ย้ายไข่อายุ 18 วัน ไปฟักในตู้เกิด (Hatcher) โดยให้ไข่นอนนิ่งบนถาดไข่และไม่มีการกลับไข่ในระยะนี้ในช่วง 3 วัน สุดท้ายนี้ตัวอ่อนจะเติบโตมาก สร้างความร้อนขึ้นได้เองในตัวอ่อน จึงต้องลดอุณหภูมิของตู้เกิดให้เหลือ 98.9-99 องศา F แต่ความชื้นตุ้มเปียกเพิ่มขึ้นเป็น 86 องศา F ตู้ฟักไข่บางตู้ตู้เกิดอยู่ชั้นล่าง ซึ่งการออกแบบส่วนใหญ่แล้วอุณหภูมิของชั้นล่างจะต่ำกว่าชั้นบนอยู่ประมาณ 1 องศา F ดังนั้นจึงต้องตั้งอุณหภูมิชั้นบนให้เป็น 100 องศา แล้วชั้นล่างจะเป็น 99 องศา F พอดีในกรณีเช่นนี้เราเพียงแต่เติมน้ำในถาดใส่น้ำให้เติม หรือเพิ่มถาดน้ำให้ได้ความชื้นตามที่ต้องการ

6.10 ย้ายลูกไก่ออกจากตู้เกิดในวันที่ 21 ของการฟัก บันทึกข้อมูลจำนวนลูกไก่ที่เกิดและตายโคมในวันที่ 22 คัดลูกไก่ที่ไม่สมบูรณ์และอ่อนแอออกพร้อมทั้งบันทึกความแข็งแรงปกติหรือข้อสังเกตในช่องหมายเหตุของแต่ละรุ่น นำถาดไข่ที่เปรอะเปื้อนขี้ของลูกไก่แช่ไว้ในถังน้ำและใช้แปรงขัดให้สะอาดล้างด้วยน้ำจืดอีกครั้ง แล้วนำไปตากแดดฆ่าเชื้อโรค ทำความสะอาดช่องที่เกิดลูกไก่ปัดกวาดขนลูกไก่ออกและใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดถูพื้นและชั้นวางถาดพร้อมทั้งเอาผ้าชุบน้ำละลายด่างทับทิมเช็ดถูพื้น และชั้นวางถาดไข่ทุก ๆ ครั้ง ที่มีการนำลูกไก่ออกจากตู้

ภาคผนวก ก.2 ขั้นตอนการเจาะเลือดเพื่อส่งตรวจ

1. อุปกรณ์การเก็บเลือด

1. กระบอกฉีดยาขนาด 3 มิลลิลิตร และเข็มฉีดยาเบอร์ 22 - 23
2. หลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA)
3. ถุงพลาสติกและยางรัด
4. น้ำแข็งหรือ Ice pack
5. กล่องโฟมหรือกระติกน้ำ

2. วิธีการเก็บเลือด

2.1 ใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ทำความสะอาดบริเวณตำแหน่งที่ทำการเก็บตัวอย่าง

2.2 เจาะเลือดไก่บริเวณเส้นเลือดดำใต้ปีก (wing vein) โดยทำการจับตัวไก่หงายท้อง และกางปีกออก ใช้กระบอกฉีดยาขนาด 3 มิลลิลิตร และเข็มฉีดยาเบอร์ 22 - 23 เจาะเข้าบริเวณเส้นเลือดดำใต้ปีกโดยสอดเข็มผ่านบริเวณกระดูกอ่อน ทำการเก็บตัวอย่างเลือดประมาณตัวละ 1-3 มิลลิลิตร

2.3 ถ่ายเลือดลงในหลอดเก็บเลือดที่มีสารป้องกันการแข็งตัวของเลือด (EDTA) โดยถอดหัวเข็มออกจากกระบอกฉีดยา แล้วดันด้านกระบอกฉีดยาช้าๆเพื่อป้องกันไม่ให้เม็ดเลือดแดงแตก

2.4 เขียนชื่อ หมายเลขสัตว์ วันที่เก็บให้ชัดเจนด้วยหมึกที่ไม่ลบหลุดง่าย

2.5 หลังจากเก็บตัวอย่างเสร็จให้บรรจุในถุงพลาสติก มัดให้แน่น แช่ในภาชนะเช่น กระติกหรือกล่องโฟม ที่มีน้ำแข็งหรือ Ice pack นำส่งตรวจภายใน 24 ชั่วโมง

3. สาเหตุการแตกของเม็ดเลือดแดง ได้แก่

3.1 แอลกอฮอล์ที่ใช้ทำความสะอาดบริเวณที่เจาะเลือดยังไม่แห้ง

3.2 เข็มที่ใช้เจาะเลือดเล็กเกินไป

3.3 การดูดเลือดออกจากร่างกายสัตว์ที่รุนแรงเกินไปและไม่สม่ำเสมอ

3.4 การถ่ายเลือดในหลอดเก็บเลือดโดยไม่ถอดเข็มเจาะเลือดออก

3.5 การสัมผัสกับน้ำ

3.6 การเก็บเลือดไว้ในช่องแช่แข็ง

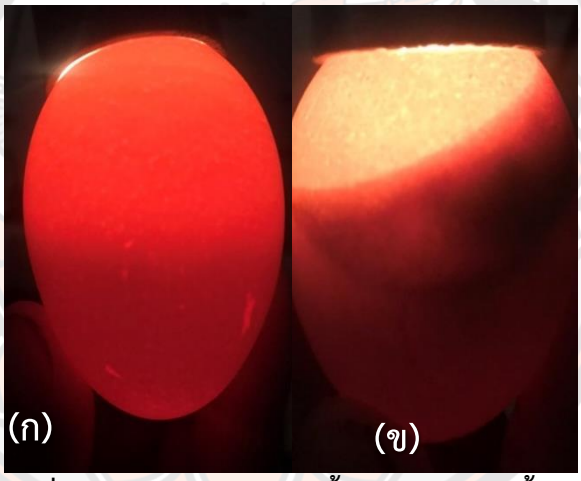
ภาพที่ 28 ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ เพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข)

ภาพที่ 29 ไก่เล็กฮอร์นขาว เพศผู้ (ก) และเพศเมีย (ข)

ภาพที่ 30 การรีดน้ำเชื้อไก่เพศผู้ เล็กฮอร์นขาว (ก) และประดู่หางดำเชียงใหม่ (ข)

ภาพที่ 31 การฉีดน้ำเชื้อผสมเพศเมีย เล็กฮอร์นขาว (ก) และประดู่หางดำเชียงใหม่ (ข)

ภาพที่ 32 ไข่เข้าฟัก



ภาพที่ 33 การส่องไข่ ไข่ไม่มีเชื้อ (ก) และไข่มีเชื้อ (ข)

ภาพที่ 34 การชั่งน้ำหนักลูกไก่แรกเกิด

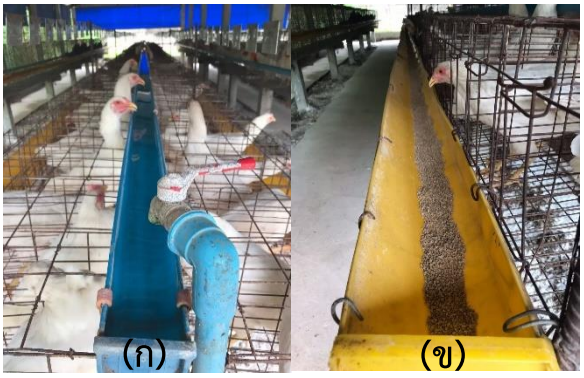
ภาพที่ 35 การเลี้ยงไก่ระยะเล็ก

ภาพที่ 36 การชั่งน้ำหนักลูกไก่ทุก 2 สัปดาห์

ภาพที่ 37 การเลี้ยงไก่ระยะรุ่น

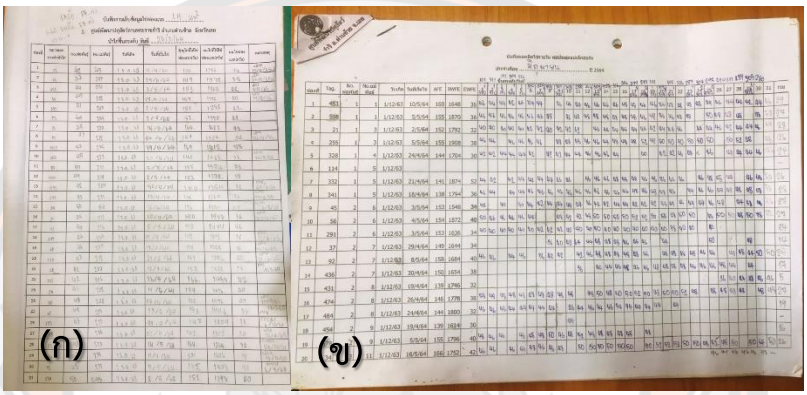
ภาพที่ 38 การชั่งน้ำหนักเพื่อคัดเลือกขึ้นกรงตับขังเดี่ยว ประดู่หางดำเชียงใหม่ (ก), เล็กฮอร์นขาว (ข), ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์นขาว x แม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (ค) และ ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่เล็กฮอร์นขาว (ง)

ภาพที่ 39 แม่ไก่ขึ้นกรงตับขังเดี่ยว

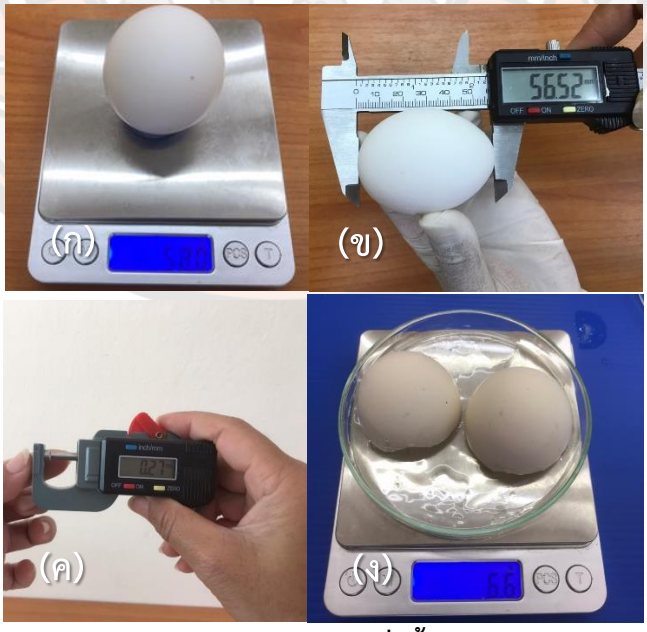


ภาพที่ 40 การให้น้ำและอาหาร รางน้ำ (ก) และรางอาหาร (ข)

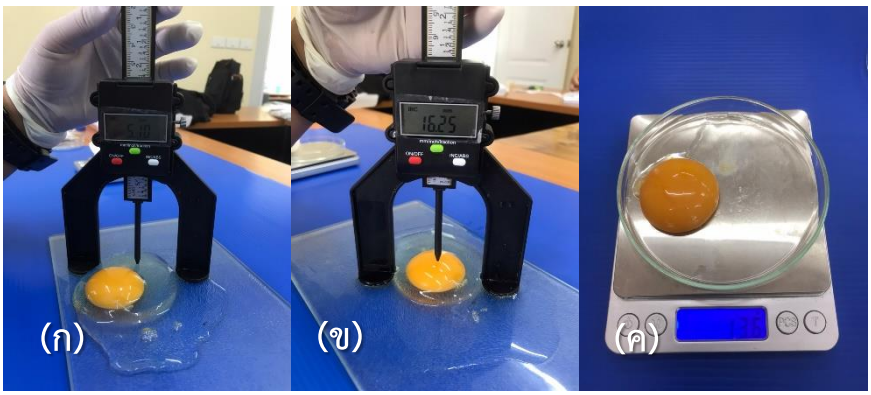
ภาพที่ 41 การเก็บไข่รายวัน



ภาพที่ 42 การบันทึกข้อมูลไข่ฟองแรก (ก) และการบันทึกข้อมูลผลผลิตไข่ (ข)



ภาพที่ 43 การวัดลักษณะคุณภาพไข่ภายนอก การชั่งน้ำหนักไข่ (ก), ความกว้างของไข่ (ข), ความหนาเปลือกไข่ (ค) และน้ำหนักเปลือกไข่ (ง)



ภาพที่ 44 การวัดลักษณะคุณภาพไข่ภายใน ความสูงไข่ขาว (ก), ความสูงไข่แดง (ข) และน้ำหนักไข่แดง (ค)

ภาพที่ 45 อุปกรณ์เจาะเลือด

ภาพที่ 46 การเจาะเก็บตัวอย่างเลือดจากเส้นเลือดดำใหญ่ (ก) และตัวอย่างเลือด (ข)

ภาคผนวก ข

ผลงานตีพิมพ์งานวิจัยและเกียรติบัตร

วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL KAJ

การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์

Assessment of reproductive efficiency and growth rate of Pradu-Hangdum Chiang Mai, White Leghorn, and their crossbred pullets

อิศรา มหาวงศ์[1,3], เฉลิมพล บุญเจือ[1], ปฏิพัทธ์ อุดมสมุทรหิรัญ[1], ณรกมล เลาห์รอดพันธ์[2], สุภาวดี แหยมคง[2] และ ทศพร อินเจริญ[3]*

Itsara Mahawong[1,3], Chalermpon Boonjuae[1], Patiphat Udomsamuthirun[1], Norakamol Laorodphan[2], Suphawadee Yaemkong[2] and Tossaporn Incharoen[3]*

[1] *ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย กรมปศุสัตว์*
[1] *Dansai Royal Livestock Development Center, Department of Livestock Development*
[2] *คณะเทคโนโลยีการเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม*
[2] *Faculty of Food and Agricultural Technology, Pibulsongkram Rajabhat University*
[3] *สาขาวิชาสัตวศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์การเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร*
[3] *Division of Animal Science, Faculty of Agriculture Natural Resources and Environment, Naresuan University*

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (PDCM) ไก่เล็กฮอร์นขาว (WLH) และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์ การผสมพันธุ์ระหว่างไก่พ่อพันธุ์ x ไก่แม่พันธุ์ แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม ภายใต้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ ดังนี้ 1) PDCM x PDCM 2) WLH x WLH 3) WLH x PDCM และ 4) PDCM x WLH ตามลำดับ ซึ่งไก่แม่พันธุ์ได้รับการผสมเทียมสัปดาห์ละ 2 ครั้ง สัดส่วนเพศผู้ 1 ตัว ต่อเพศเมีย 5 ตัว นำไข่ที่เก็บรวบรวมได้กลุ่มละ 344 ฟอง เข้าตู้ฟักเพื่อประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ เมื่อลูกไก่อายุครบ 6 สัปดาห์ คัดเลือกไก่เพศเมียที่มีสุขภาพแข็งแรงมาแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ สายพันธุ์ PDCM, WLH, WLH x PDCM และ PDCM x WLH จำนวน 78, 78, 75 และ 90 ตัว/กลุ่ม ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟักของไก่กลุ่ม PDCM x WLH มีค่าสูงสุด แต่ในทางกลับกัน อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อ และลูกไก่ลักษณะปกติ มีค่าต่ำสุด ($P<0.001$) ในกลุ่ม PDCM น้ำหนักแรกฟัก มีค่าสูงสุด ในไก่กลุ่ม PDCM x WLH และ WLH ตามลำดับ เมื่ออายุครบ 16 สัปดาห์ ไก่กลุ่ม PDCM มีค่าน้ำหนักตัวเฉลี่ย และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันมีค่าสูงสุด ($P<0.01$) ตรงกันข้ามกับไก่กลุ่ม WLH ที่มีค่าต่ำสุด ลักษณะปรากฏของไก่กลุ่ม WLH x PDCM คล้ายกับไก่เล็กฮอร์นขาว ได้แก่ ขนลำตัว ขนปีก ขนหาง แข้ง ตา และปากมีสีขาว แต่ไก่กลุ่ม PDCM x WLH มีสีขาวปนสีดำเป็นหย่อมๆ ทั่วตัว ปากและแข้ง มีสีขาวอมเหลืองปนสีดำ อย่างไรก็ดี อัตราการตายสูงสุด ($P<0.01$) พบในกลุ่ม WLH คิดเป็น 18.40 เปอร์เซ็นต์ การศึกษานี้สามารถสรุปได้ว่า การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างไก่พ่อพันธุ์ PDCM และไก่แม่พันธุ์ WLH ส่งผลในเชิงบวกอย่างชัดเจนต่อเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟัก นอกจากนั้นแล้ว ยังพบว่าไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการตายต่ำ ทัดเทียมกับไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ PDCM

คำสำคัญ: ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่; ไก่เล็กฮอร์นขาว; ไก่ลูกผสม; ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์; อัตราการเจริญเติบโต

ABSTRACT: This study aimed to assess the reproductive efficiency and growth rate of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH), and their crossbred pullets. Breeding pattern (cock x hen) was divided into 4 groups under completely randomized design as following; 1) PDCM x PDCM 2) WLH x WLH 3) WLH x PDCM and 4) PDCM x WLH, respectively. Breeder hens were artificially inseminated (2 times/week) with males to females at a ratio of 1:5. Three hundred forty-four eggs were collected from each group and moved to incubator for reproductive efficiency assessment. At 6 weeks old, healthy pullets were divided into 4 groups as follows; PDCM, WLH, WLH x PDCM and PDCM x WLH (78, 78, 75 and 90 birds/group, respectively). The results showed that the highest percentage of fertility

* Corresponding author: tossaporni@nu.ac.th

and hatchability on set eggs was found in the PDCM x WLH group. Conversely, hatchability on fertile eggs, and normal chicks were lowest (P<0.001) in the PDCM group. Newly hatched chick weight was highest in PDCM x WLH and WLH groups, respectively. At 16 weeks old, the average body weight and average daily gain were highest in the PDCM group, while the lowest values were found in the WLH group. The phenotype of WLH x PDCM pullets was similar with WLH such as white feathers of body, wing, and tail as well as the white yellow tibia, eye, and beak. But all feathers throughout their body, tibia, eye, and beak of PDCM x WLH pullets were white with some black spots. However, the highest mortality was found (P<0.01) in the WLH group (18.40%). This study can be concluded that cross-breeding between PDCM cock and WLH hen had a distinctly positive effect on percentage of fertility and hatchability on set eggs In addition, the both crossbred pullets showed a low mortality as same as the native PDCM breed.

Keywords: Pradu-Hangdum Chiang Mai; white leghorn; crossbred pullets; reproductive efficiency; growth rate

บทนำ

ไข่ไก่ เป็นอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการอย่างครบถ้วน โปรตีนสูง และมีราคาถูก ส่งผลให้อัตราการบริโภคไข่ไก่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันเกษตรกรไทยผลิตไก่ไข่จากพ่อแม่พันธุ์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเป็นหลัก ซึ่งให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพตรงตามความต้องการของตลาด แต่เนื่องด้วยประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนชื้น มีอากาศร้อนตลอดทั้งปี ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีระบบการควบคุมสภาพแวดล้อมการเลี้ยงให้เหมาะสม รวมไปถึงการจัดการด้านโภชนศาสตร์สัตว์ที่ถูกต้องตามหลักวิชาการ ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตของเกษตรกรสูงขึ้นตามไปด้วย ในทางกลับกัน ประสิทธิภาพการเลี้ยงไก่พื้นเมืองมักจะให้ผลผลิตต่ำ แต่สัตว์สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมอากาศร้อนชื้นได้ดี กินอาหารที่มีคุณภาพต่ำ รวมทั้งทนต่อโรคและสัตว์พาหะรบกวนได้ดีกว่าไก่เชิงการค้า การผสมข้ามพันธุ์ (Cross breeding) เป็นอีกหนึ่งกลยุทธ์สำคัญที่ช่วยเพิ่มสมรรถภาพการให้ผลผลิตของประชากรไก่พื้นเมืองจากเดิมที่ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างต่ำ (Nowier et al., 2018) ซึ่งถือได้ว่าเป็นอีกรูปแบบสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์ที่ใช้ประโยชน์ด้านพันธุกรรมของสัตว์ มีวัตถุประสงค์เพื่อรวมเอาลักษณะที่ดีของสัตว์ 2 สายพันธุ์เข้ามาไว้ในรุ่นลูก โดยอาศัยอิทธิพลของการเกิด Heterosis หรือ Hybrid vigor ที่มักจะส่งผลให้ลูกผสมชั่วที่ 1 หรือชั่วถัดๆ ไป มีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าหรือโดดเด่นกว่ารุ่นพ่อแม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเพิ่มประสิทธิภาพทางพันธุกรรมในเชิงปริมาณ อาทิเช่น ไก่ไข่ลูกผสมสามารถเพิ่มอัตราการให้ผลผลิตไข่ (Soliman et al., 2020) การศึกษาของ Zelleke et al. (2005) รายงานว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และเปอร์เซ็นต์การฟักออกของไก่ลูกผสมระหว่างไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่โร๊ดไอส์แลนด์แดง สูงกว่าไก่โร๊ดไอส์แลนด์แดงพันธุ์แท้ แต่ต่ำกว่าไก่เล็กฮอร์นขาวพันธุ์แท้ โครงการวิจัยนี้ จึงมีแนวคิดที่จะนำเอาไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ซึ่งเป็นไก่พื้นเมืองไทยอีกสายพันธุ์หนึ่ง ที่มีสมรรถภาพการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตไข่สูง (อำนวย และคณะ, 2554) มาใช้เป็นสายพันธุ์ตั้งต้นเพื่อทำการผสมข้ามพันธุ์กับไก่เล็กฮอร์นขาว ซึ่งเป็นไก่ไข่พันธุ์แท้ ที่นิยมนำมาผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อผลิตเป็นไก่ไข่ลูกผสมทางการค้า เป็นไก่ที่มีขนาดเล็ก ขนสีขาว เปลือกไข่สีขาว ให้ไข่เร็ว ไข่ดก (ปีละประมาณ 300 ฟอง) และมีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารค่อนข้างสูง (ไสว, 2544) แต่มีข้อเสีย คือ ไม่ทนต่อสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลง และเปลือกไข่มีสีขาวไม่เป็นที่นิยมของคนไทย ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์

วิธีการศึกษา

การศึกษาในสัตว์ทดลองครั้งนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการกำกับดูแลการดำเนินการต่อสัตว์เกษตรเพื่องานทางวิทยาศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร เอกสารรับรองเลขที่ 0004/2564 สถานที่ดำเนินการวิจัย ณ ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย

การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์

การศึกษานี้ใช้ไก่พ่อแม่พันธุ์ จำนวน 2 สายพันธุ์หลัก คือ ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และไก่ฮอร์นขาว ไก่ทั้งสองสายพันธุ์ถูกเลี้ยงบนกรงตับขังเดี่ยวแบบยกพื้น ภายในโรงเรือนระบบเปิดที่ติดตั้งสปริงเกอร์ให้น้ำบนหลังคาเพื่อช่วยระบายความร้อน มีโปรแกรมการให้น้ำและอาหาร วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น) การผสมพันธุ์ไก่ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1) การผสมพันธุ์ไก่สายพันธุ์เดียวกันเพื่อผลิตลูกไก่พันธุ์แท้ และ 2) การผสมข้ามสายพันธุ์เพื่อผลิตไก่ลูกผสม แม่ไก่ทุกตัวได้รับการผสมเทียมในสัดส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เท่ากับ 1 ต่อ 5 โดยผสมเทียมสัปดาห์ละ 2 ครั้ง ทำการเก็บไข่เป็นประจำทุกวัน และนำไข่ที่เก็บได้ไปเก็บรักษาที่ห้องควบคุมอุณหภูมิ (25 องศาเซลเซียส) ไข่ทั้งหมดได้มาจากแม่ไก่ที่ได้รับการผสมเทียมจากพ่อพันธุ์หลักของแต่ละสายพันธุ์ โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) พ่อไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 2) พ่อไก่เล็กฮอร์นขาว x แม่ไก่เล็กฮอร์นขาว 3) พ่อไก่เล็กฮอร์นขาว x แม่ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และ 4) พ่อไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่ไก่เล็กฮอร์นขาว หลังจากนั้นนำไข่ที่เก็บรวบรวมไว้เข้าตู้ฟักไข่ กลุ่มละ 344

ฟอง (ไข่ 1 ฟอง คิดเป็น 1 ซ้ำ) รวมทั้งสิ้น 1,376 ฟอง ภายในตู้ฟักไข่ถูกควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 100 องศาฟาเรนไฮต์ และความชื้นสัมพัทธ์ 60 เปอร์เซ็นต์ ทำการส่องไข่เมื่ออายุฟักครบ 7 และ 18 วัน ตามลำดับ เพื่อบันทึกข้อมูลไข่มีเชื้อ ไข่ไม่มีเชื้อ ไข่เชื้อเป็น และไข่เชื้อตาย เมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนดังกล่าวจะทำการย้ายไข่เชื้อเป็นทั้งหมดไปยังตู้เกิด ที่อุณหภูมิ 98 องศาฟาเรนไฮต์ และความชื้นสัมพัทธ์ 75 เปอร์เซ็นต์ ข้อมูลการฟักไข่ของทั้ง 4 กลุ่ม ถูกนำมาคำนวณหาค่าต่างๆ ได้แก่ เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์ไข่ไม่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุ 7 และ 18 วัน เปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคม เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่มีลักษณะปกติ/พิการ อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟัก

การเก็บข้อมูลอัตราการเจริญเติบโต

เมื่อลูกไก่ทั้งหมดฟักออกมา ทำการชั่งน้ำหนักเป็นรายตัว คัดเลือกไก่ที่มีสุขภาพดี และน้ำหนักตัวสม่ำเสมอ มาทำการติดเบอร์ปีกเพื่อให้ง่ายต่อการเก็บข้อมูลเป็นรายตัว ซึ่งแต่ละกลุ่มประกอบด้วย ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (PDCM) ไก่เล็กฮอร์นขาว (WLH) ไก่ลูกผสมพ่อเล็กฮอร์น x แม่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (WLH x PDCM) และไก่ลูกผสมพ่อประดู่หางดำเชียงใหม่ x แม่เล็กฮอร์นขาว (PDCM x WLH) จำนวน 269, 282, 269, และ 315 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 1,135 ตัว ไก่ทุกตัวได้รับวัคซีนตามโปรแกรมที่แนะนำโดยกรมปศุสัตว์ หลังจากนั้นย้ายลูกไก่ไปปล่อยเลี้ยงในวงล้อมกกโดยมีแกลบเป็นวัสดุรองพื้น ความหนา 3-4 นิ้ว และใช้หลอดไส้ ขนาด 100 วัตต์ เป็นแหล่งให้ความอบอุ่น เมื่ออายุครบ 6 สัปดาห์ ไก่แต่ละสายพันธุ์จะแสดงลักษณะปรากฏ (Phenotype) ที่สามารถคัดแยกเพศได้ ซึ่งไก่เพศผู้ของแต่ละสายพันธุ์จะถูกคัดออกทั้งหมด และคัดเลือกไว้เฉพาะไก่เพศเมียที่มีสุขภาพแข็งแรงและมีน้ำหนักตัวสม่ำเสมอกัน โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยไก่เพศเมียสายพันธุ์ PDCM, WLH, WLH x PDCM และ PDCM x WLH จำนวน 78, 78, 75 และ 90 ตัว ตามลำดับ รวมทั้งสิ้น 321 ตัว ไก่ทุกตัวได้รับน้ำและอาหารให้กินอย่างเต็มที่ (ad libitum) อาหารที่ให้แบ่งเป็น 3 ช่วงอายุ คือ ช่วงอายุ 0 - 5 สัปดาห์ (โปรตีน ไม่น้อยกว่า 18 เปอร์เซ็นต์) ช่วงอายุ 5 - 12 สัปดาห์ (โปรตีน ไม่น้อยกว่า 15 เปอร์เซ็นต์) และช่วงอายุ 12 – 20 สัปดาห์ (โปรตีน ไม่น้อยกว่า 13 เปอร์เซ็นต์) ตลอดระยะเวลาการทดลองไก่ทุกตัวถูกเลี้ยงแบบขังคอกปล่อยพื้นภายในโรงเรือนระบบเปิด ทำการชั่งน้ำหนักเป็นรายตัว เป็นประจำทุกๆ 2 สัปดาห์ ไปจนกระทั่งอายุครบ 16 สัปดาห์ หลังจากนั้น นำข้อมูลน้ำหนักตัวไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโต มาวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design โดยใช้ General Linear Model (GLM) procedure และเปรียบเทียบค่าความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยในแต่ละกลุ่มการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ P<0.01 ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์สถิติสำเร็จรูป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์

การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ แสดงใน **Table 1** จากข้อมูลดังกล่าว ชี้ให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟักของไก่กลุ่ม PDCM x WLH มีค่าสูงที่สุด (P<0.001) เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับ เปอร์เซ็นต์ไข่ไม่มีเชื้อ ที่มีค่าต่ำสุด (P<0.001) ผลจากการส่องไข่ทั้ง 2 ครั้ง พบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุฟัก 7 วัน ของไก่ทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกัน (P=0.716) แต่เปอร์เซ็นต์ไข่เชื้อตาย ที่อายุฟัก 18 วัน มีค่าสูงสุดในไก่กลุ่ม WLH x PDCM แต่อย่างไรก็ตาม อัตราการฟักออกจากไข่มีเชื้อ และเปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่มีลักษณะปกติของไก่ทุกกลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ยกเว้นไก่กลุ่ม PDCM ที่มีค่าต่ำสุด (P<0.001) ซึ่งสอดคล้องกับ เปอร์เซ็นต์ไข่ตายโคม และเปอร์เซ็นต์ลูกไก่พิการ ที่มีค่าสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ การผสมข้ามสายพันธุ์ระหว่างไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ และไก่เล็กฮอร์นขาว ส่งผลให้ไก่ลูกผสมของทั้ง 2 สายพันธุ์ มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์โดยรวมที่ดีขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเปรียบเทียบกับคู่ผสมไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่พันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Peters et al. (2008) ที่รายงานว่า อัตราการฟักออกของไก่พันธุ์แท้มักจะต่ำกว่าไก่ลูกผสม เนื่องจากไก่พันธุ์แท้มีการตายโคมของไข่มากกว่า แสดงให้เห็นว่าการลดระดับสายเลือดไก่พื้นเมืองให้เหลือ 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอาจเป็นผลดีต่อการพัฒนาสายพันธุ์เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ จากผลการทดลองนี้ ชี้ให้เห็นว่า ไก่คู่ผสมระหว่างไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศผู้) x ไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) ส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์มากกว่า ไก่คู่ผสมระหว่างไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศผู้) x ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ (เพศเมีย) ทั้งนี้อาจเป็นอิทธิพลมาจากการถ่ายทอดลักษณะที่ดีของไก่เล็กฮอร์นขาว (เพศเมีย) เพื่อส่งต่อไปยังรุ่นลูก คล้ายกับ ผลของอัตราการฟักออกที่มักจะได้รับอิทธิพลมาจากไก่เพศเมียมากกว่าไก่เพศผู้ (Zelleke et al., 2005) สอดคล้องกับ Pagala et al. (2020) ที่บันทึกว่า การผสมพันธุ์ระหว่างไก่พื้นเมือง (เพศผู้) x ไก่ไข่ (เพศเมีย) ส่งผลให้ไก่ลูกผสมที่ได้ มีประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ดีขึ้น เนื่องจากการผสมข้าม

พันธุ์สามารถลดยีน homozygous และเพิ่ม heterozygotes แต่อย่างไรก็ตาม นอกจากอิทธิพลของสายพันธุ์แล้ว ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการด้านต่างๆ ก็มีส่วนสำคัญต่อประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ด้วยเช่นกัน

อัตราการเจริญเติบโต

น้ำหนักตัวเฉลี่ยของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ระหว่างอายุ 0-16 สัปดาห์ (**Figure 1**) พบว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ น้ำหนักตัวแรกฟัก มีค่าสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญ ในไก่กลุ่ม PDCM x WLH (41 กรัม/ตัว) และ WLH (40 กรัม/ตัว) ตามลำดับ ซึ่งเป็นที่ทราบกันดีว่า ไก่สายพันธุ์ไข่ มักจะให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากกว่าฟองไข่ของไก่สายพันธุ์พื้นเมือง Islam et al. (2002) รายงานว่า ไก่เล็กฮอร์นขาวให้ไข่ที่มีน้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 59 กรัม/ฟอง และน้ำหนักลูกไก่แรกฟัก มีค่าเฉลี่ยประมาณ 39 กรัม/ตัว จากผลการทดลองนี้ อาจกล่าวได้ว่าน้ำหนักแรกฟักของลูกไก่กลุ่ม PDCM x WLH และ WLH มีความสัมพันธ์โดยตรงกับไก่สายพันธุ์เล็กฮอร์นขาว ที่ให้ไข่ที่มีขนาดใหญ่ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Saatci et al. (2006) ที่รายงานว่าน้ำหนักแรกฟักของลูกไก่ได้รับอิทธิพลมาจากแม่พันธุ์มากกว่าพ่อพันธุ์ แต่อย่างไรก็ดี ที่อายุ 6 สัปดาห์ ไก่กลุ่ม PDCM และ PDCM x WLH มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงกว่า ไก่กลุ่ม WLH x PDCM และ WLH อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ไปจนกระทั่ง อายุครบ 16 สัปดาห์ โดยน้ำหนักตัวเฉลี่ย มีค่าสูงสุด ($P<0.01$) ในไก่กลุ่ม PDCM (1,519 กรัม/ตัว) รองลงมา คือ ไก่กลุ่ม PDCM x WLH (1,205 กรัม/ตัว), WLH x PDCM (1,147 กรัม/ตัว) และ WLH (983 กรัม/ตัว) ตามลำดับ ผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า น้ำหนักตัวของไก่กลุ่มที่มีเลือดของพ่อพันธุ์ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าสูงกว่าไก่กลุ่มที่มีเลือดของพ่อพันธุ์ไก่เล็กฮอร์นขาว ในทุกช่วงอายุ สอดคล้องกับ การศึกษาของ Adedeji et al. (2006) ที่รายงานว่า น้ำหนักตัวของไก่พ่อพันธุ์มีอิทธิพลโดยตรงต่อน้ำหนักตัวของลูก

Table 1 Assessment of reproductive efficiency of Pradu-Hangdum Chiang Mai, White Leghorn and their crossbred chickens using artificial insemination

Parameters	PDCM[1/]	WLH[2/]	WLH x PDCM[3/]	PDCM x WLH[4/]	Pooled-SEM	P-value
Fertility, %	78.20^{b}	81.98^{b}	78.20^{b}	91.57^{a}	1.03	<0.001
Unfertilized, %	20.64^{a}	15.70^{a}	20.64^{a}	6.69^{b}	0.99	<0.001
Dead in germ at 7 days, %	1.16	2.33	1.74	1.74	0.35	0.716
Dead in germ 18 days, %	3.35^{ab}	1.42^{b}	5.95^{a}	1.90^{b}	0.51	0.009
Dead in shell, %	15.61^{a}	8.51^{b}	6.32^{b}	7.94^{b}	0.87	<0.001
Abnormal chicks, %	2.97^{a}	1.77^{ab}	0.00^{b}	0.00^{b}	0.32	<0.001
Normal chicks, %	78.07^{b}	88.30^{a}	87.73^{a}	90.16^{a}	1.02	<0.001
Hatchability on fertile eggs, %	81.05^{b}	90.07^{a}	87.73^{a}	90.16^{a}	0.99	0.003
Hatchability on set eggs, %	63.37^{c}	73.84^{b}	68.60^{bc}	82.56^{a}	1.21	<0.001

[1/]Pradu-Hangdum Chiang Mai, [2/]White Leghorn, [3/]White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen, [4/]Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen.

[a,b,c]Mean values within a row with different superscript indicated significant differences ($P<0.01$).

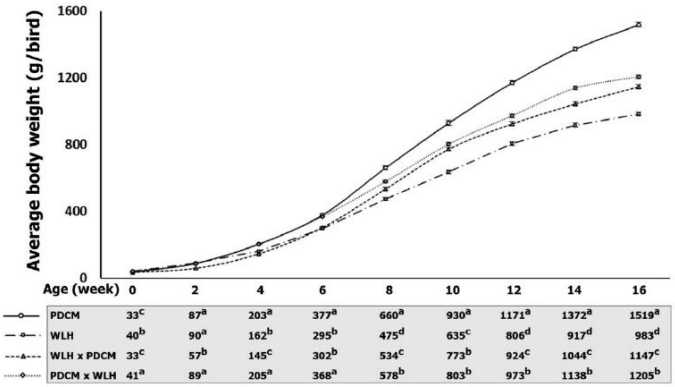


Figure 1 Average body weight of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred pullets during 0-16 week old such as White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen (WLH x PDCM) and Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen (PDCM x WLH). ^{a,b,c,d}Mean values within a column with different superscript indicated significant differences (P<0.01).

Figure 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน ระหว่างช่วงอายุ 0-16 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่กลุ่ม PDCM และ WLH มีค่าสูงสุด ที่ช่วงอายุ 6-8 สัปดาห์ (20.2 และ 12.8 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) ส่วนไก่กลุ่ม WLH x PDCM และ PDCM x WLH มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันสูงสุด ที่ช่วงอายุ 8-10 สัปดาห์ (17.1 และ 16.0 กรัม/ตัว/วัน ตามลำดับ) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่แต่ละสายพันธุ์ ตลอดช่วงอายุ 0-16 สัปดาห์ มีค่าสูงสุด และต่ำสุด ในไก่กลุ่ม PDCM และ WLH ตามลำดับ ซึ่งตรงกันข้ามกับรายงานของ Iraqi et al. (2013) ที่พบว่า ไก่ลูกผสมที่เกิดจากพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมืองโกลเดนมอนทาซา กับแม่พันธุ์ไก่ไข่เล็กฮอร์นขาว มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าไก่พันธุ์แท้ จากข้อมูลชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักตัวที่แตกต่างกันของไก่แต่ละกลุ่ม อาจเกิดจากปัจจัยทางด้านพันธุกรรมเป็นหลัก เนื่องจากไก่ฮอร์นขาวเป็นไก่สายพันธุ์เบา น้ำหนักตัวน้อย แต่ให้ไข่ดก ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า ไก่ลูกผสมที่มีเลือดของพ่อพันธุ์หรือแม่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว อาจให้ไข่ดกมากกว่าไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่พันธุ์แท้ ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องทำการวิจัยอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับประสิทธิภาพการให้ไข่ในการศึกษาต่อไป

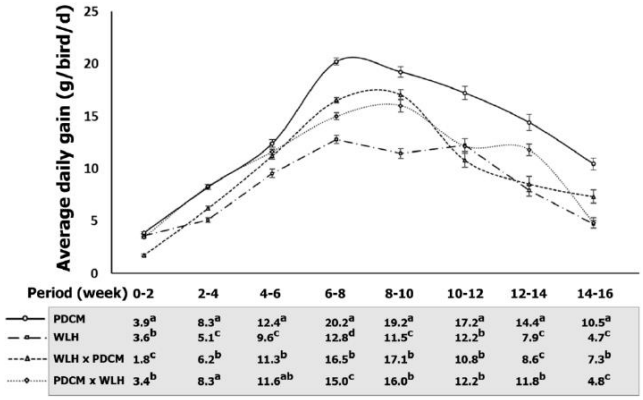


Figure 2 Average daily gain of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred pullets during 0- 16 week old such as White Leghorn cock x Pradu- Hangdum Chiang Mai hen (WLH x PDCM) and Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen (PDCM x WLH). ^{a,b,c,d}Mean values within a column with different superscript indicated significant differences (P<0.01).

ลักษณะปรากฏและอัตราการตาย

ลักษณะปรากฏของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ พบว่า มีขนลำตัว ขนปีก ขนหาง แข้ง ตา และปากเป็นสีดำ ลักษณะหงอนยังปรากฏไม่ชัดเจน (**Figure 3A**) ในขณะที่ ไก่เล็กฮอร์นขาว มีขนลำตัว ขนปีก และขนหางเป็นสีขาวตลอดทั้งตัว ปากและ แข็ง มีสีขาวอมเหลือง มีหงอนจักรสีแดง (**Figure 3B**) ถึงแม้ว่าไก่ลูกผสม WLH x PDCM มีขนลำตัว ขนปีก ขนหาง แข้ง ตา และปาก มีลักษณะใกล้เคียงกับไก่เล็กฮอร์นขาว แต่ลักษณะโครงสร้างและรูปร่างมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย และยังไม่สามารถจำแนกลักษณะหงอนได้ (**Figure 3C**) ในขณะที่ไก่ลูกผสม PDCM x WLH มีขนลำตัว ขนปีก และขนหาง เป็นสีขาวปนสีดำเป็นหย่อมๆ ทั่วตัว ปากและแข้ง มีสีขาวอมเหลืองปนสีดำ และหงอนยังไม่ปรากฏลักษณะที่ชัดเจนมากนัก โครงสร้าง ขนาดตัว และรูปร่างโดยรวม คล้ายกับไก่เล็กฮอร์นขาว (**Figure 3D**) **Figure 4** แสดงอัตราการตายของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์ ตลอดระยะเวลาทดลอง 0-16 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มทดลอง พบว่า ไก่กลุ่ม WLH มีอัตราการตายสูงสุด (P<0.01) คิดเป็น 18.40 เปอร์เซ็นต์ แต่ในทางตรงกันข้าม อัตราการตายของไก่กลุ่ม WLH x PDCM และ PDCM x WLH มีค่าค่อนข้างต่ำ ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากไก่ลูกผสมดังกล่าว อาจจะได้รับคุณสมบัติความทนทานต่อโรคมาจากไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ จึงมีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดี และอัตราการเลี้ยงรอดสูงทัดเทียมกับไก่พื้นเมืองพันธุ์แท้ สอดคล้องกับ Islam and Nishibori (2010) ที่รายงานว่า ไก่สายพันธุ์ลูกผสมพื้นเมืองจะสามารถปรับตัวได้ดีกับสภาพแวดล้อมในเขตร้อน มีความทนทานต่อโรคสูง และมีสมรรถภาพการผลิตที่ดีกว่าไก่สายพันธุ์แท้

Figure 3 Phenotypic characteristics of Pradu-Hangdum Chiang Mai (A), White Leghorn (B) and their crossbred pullets at 16 week of age such as White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen (C) and Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen (D)

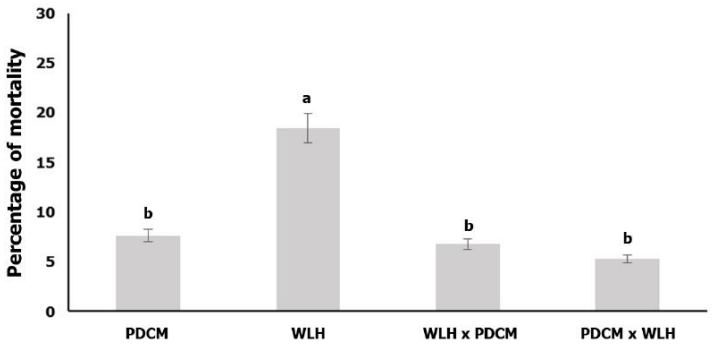


Figure 4

Mortality of Pradu-Hangdum Chiang Mai (PDCM), White Leghorn (WLH) and their crossbred pullets during 0-16 week old such as White Leghorn cock x Pradu-Hangdum Chiang Mai hen (WLH x PDCM) and Pradu-Hangdum Chiang Mai cock x White Leghorn hen (PDCM x WLH). [a,b]Each bar (means ± SE) with a different letters denotes a significant difference ($P<0.01$).

สรุป

ผลจากการเก็บข้อมูลของไก่ทั้ง 4 กลุ่ม ตลอดช่วงอายุ 0-16 สัปดาห์ ชี้ให้เห็นว่า น้ำหนักตัว และน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวันของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ มีค่าสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับสายพันธุ์อื่นๆ และมีอัตราการตายต่ำกว่าไก่เล็กฮอร์นขาวอย่างเห็นได้ชัด ในขณะเดียวกัน การผสมข้ามพันธุ์ระหว่างไก่พ่อพันธุ์ประดู่หางดำเชียงใหม่ และไก่แม่พันธุ์เล็กฮอร์นขาว ส่งผลในเชิงบวกอย่างชัดเจนต่อเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกจากไข่เข้าฟัก นอกจากนั้นแล้ว ยังพบว่าไก่ลูกผสมทั้ง 2 กลุ่ม มีอัตราการตายต่ำ ทัดเทียมกับไก่พื้นเมืองสายพันธุ์ประดู่หางดำเชียงใหม่ แต่อย่างไรก็ตาม คณะผู้วิจัยกำลังดำเนินการวิจัยอยู่ในขั้นตอนของการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสมรรถภาพการผลิตไข่และคุณภาพไข่ในไก่ลูกผสมทั้ง 2 สายพันธุ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และประเมินศักยภาพในการนำมาใช้เป็นไก่ไข่ต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

ทางคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพระราชดำริ กรมปศุสัตว์ และโครงการศูนย์พัฒนาพันธุ์สัตว์พระราชทาน อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย ที่ให้ความอนุเคราะห์ เจ้าหน้าที่ บุคลากร และฟาร์มทดลอง ตลอดจนการอำนวยความสะดวกด้านต่างๆ เพื่อให้การดำเนินงานทดลองสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยงบประมาณทั้งหมดที่ใช้ในการดำเนินโครงการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจาก มูลนิธิชัยพัฒนา

เอกสารอ้างอิง

ไสว นามคุณ. 2544. การเลี้ยงไก่ไข่. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ

อำนวย เลี้ยวธารากุล, ศิริพันธ์ โมราถบ, ดรุณี ณ รังสี และปราณี รอดเทียน. 2554. ระบบการผลิตและระบบการรับรองพันธุ์ไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ 1 ของฟาร์มเครือข่าย. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. กรุงเทพฯ.

Adedeji, T.A., O.A. Adebambo, S.O. Peters, L.O. Ojedapo, and A.O. Ige. 2006. Growth performance of crossbred and purebred chickens resulting from different sire strain in a humid tropical environment. Journal of Animal and Veterinary Advances. 5: 645-650.

Iraqi, M.M., M.H. Khalil, and M.M. El-Attrouny. 2013. Estimation of crossbreeding components for growth traits in crossing Golden Montazah with White Leghorn chickens, pp. 494-504. In Proceedings of the VI[th] International Conference: Balnimalcon 2013, 3-5 October 2013. Tekirdag, Republic of Turkey.

Islam, M.S., M.A.R. Howlider, F. Kabir, and J. Alam. 2002. Comparative assessment of fertility and hatchability of Barred Plymouth Rock, White Leghorn, Rhode Island Red and White Rock Hen. International Journal of Poultry Science. 1: 85-90.

Islam, M.A., and M. Nishibori. 2010. Crossbred chicken for poultry production in the tropics. Journal of Poultry Science. 47: 271-279.

Nowier, A.M., S.I. Ramadan, M.Y. Mahrous, S.S. Belgasim, and M.E. EL-Denary. 2018. Genetic and productive studied on Egyptian local and exotic laying hen breeds. Egyptian Poultry Science Journal. 38: 179-194.

Pagala, M.A., A. Indi, R. Badaruddin, N. Sadiah, and N. Aprianti. 2020. The egg fertility from offspring of crossbreeding results of Bangkok chickens and laying hens. Earth and Environmental Science. 465: 012052.

Peters, S.O., B.M. Lori, M.O. Ozoje, C.O.N. Keobi, and O.A. Adebambo. 2008. Gene segregation effects on fertility and hatchability of pure and crossbred chicken genotypes in humig tropics. International Journal of Poultry Science. 7: 954-958.

Saatci M., H. Omed, and I. Ap Dewi. 2006. Genetic parameter from univariate and bivariate analysis of egg and weighttraits in Japanese quail. Poultry Science. 85: 185-190.

Soliman, M.A., M.H. Khalil, K. El-Sabrout, and M.K. Shebl. 2020. Crossing effect for improving egg production traits in chickens involving local and commercial strains. Veterinary World. 13: 407-412.

Zelleke, G., R.P. Moudgal Professor, and A. Asmare. 2005. Fertility and hatchability in RIR and WL breeds as functionally modified by crossing them in alternate sex combinations (*Gallus domesticus*). British Poultry Science. 6: 119-123.

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขอมอบเกียรติบัตรนี้แด่

อิศรา มหาวงศ์

ได้เข้าร่วมนำเสนอผลงานทางวิชาการ

เรื่อง “การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์”

ในงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ ๒๓ ประจำปี ๒๕๖๕

ระหว่างวันที่ ๒๔-๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(รองศาสตราจารย์ดรุณี โชติษฐยางกูร)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ปรเมศ บรรเทิง)
ประธานจัดงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ ๒๓

คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ขอมอบเกียรติบัตร รางวัลระดับดี ในการนำเสนอแบบบรรยาย

แด่

อิศรา มหาวงศ์, เฉลิมพล บุญเจือ, ปฏิพัทธ์ อุดมสมุทรหิรัญ, ณรกมล เลาห์รอดพันธ์, สุภาวดี แหยมคง และ ทศพร อินเจริญ

เรื่อง "การประเมินประสิทธิภาพการสืบพันธุ์และอัตราการเจริญเติบโตของไก่ประดู่หางดำเชียงใหม่ ไก่เล็กฮอร์นขาว และไก่ลูกผสมของทั้งสองสายพันธุ์"

ในงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ ๒๓ ประจำปี ๒๕๖๕

ระหว่างวันที่ ๒๔-๒๕ มกราคม ๒๕๖๕

ณ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(รองศาสตราจารย์ดรุณี โชติษฐยางกูร)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ปรเมศ บรรเทิง)
ประธานจัดงานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ ๒๓

อภิธานศัพท์

สายพันธุ์ไก่ไข่

PDCM	Pradu-Hangdum Chiang Mai
WLH	White Leghorn
WLH x PDCM	White Leghorn male x Pradu-Hangdum Chiang Mai female
PDCM x WLH	Pradu-Hangdum Chiang Mai male x White Leghorn female

ลักษณะสำคัญทางเศรษฐกิจ

AFE	Age at first egg
BWFE	Body weight at first egg
EWFE	Egg weight at first egg
EN	Egg number
FCR	Feed conversion ratio
FI	Feed Intake

คุณภาพไข่

HU	Haugh unit
SI	Shape index

ค่าชีวเคมีในเลือด

SOD	superoxide dismutase
GPx	Glutathione peroxidase
CAT	catalase activity

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวอิศรา มหาวงศ์
วัน เดือน ปี เกิด	21 ธันวาคม 2528
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 61 หมู่ที่ 6 ตำบลบ้านถิ่น อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ รหัสไปรษณีย์ 54000
ที่ทำงานปัจจุบัน	ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพรราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย สังกัดกองงานพระราชดำริ และกิจกรรมพิเศษ กรมปศุสัตว์
ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน	นักวิชาการสัตวบาลปฏิบัติการ
ประสบการณ์การทำงาน	(พ.ศ. 2554 – 2556) ตำแหน่งนักวิชาการสัตวบาล สำนักงานปศุสัตว์จังหวัดแพร่ (พ.ศ. 2557 – ปัจจุบัน) ตำแหน่งนักวิชาการสัตวบาลปฏิบัติการ ศูนย์พัฒนาปศุสัตว์ตามพรราชดำริ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย สังกัดกองงานพระราชดำริ และกิจกรรมพิเศษ กรมปศุสัตว์
ประวัติการศึกษา	(พ.ศ. 2547 – 2550) วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์) คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี