ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่

นายณัฐพล เศษวงศ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาการจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตรและสหกรณ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2562

Effect of Egg Storage Periods and Broiler Grandparent Stock Age on Hatching Performance and Chick Quality

Mr. Nattaphon Sedwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Agriculture in Agricultural Resources Management

School of Agriculture and Cooperatives

Sukhothai Thammathirat Open University

2019

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่
ชื่อและนามสกุล	นายณัฐพล เศษวงศ์
แขนงวิชา	การจัดการการเกษตร
สาขาวิชา	เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
อาจารย์ที่ปรึกษา	1. รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินธร มณีรัตน์

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 23 พฤศจิกายน 2563

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.นิรันดร์ บุญสินธุ์ชัย)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรินธร มณีรัตน์)

.....ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพร พุทธาพิทักษ์ผล)

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่

ผู้วิจัย นายณัฐพล เศษวงศ์ **รหัสนักศึกษา** 2619001528

ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรเกษตร)

อาจารย์ที่ปรึกษา (1) รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ

(2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์ **ปีการศึกษา** 2562

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อ 1)ประสิทธิภาพการฟัก และ 2)คุณภาพลูกไก่

รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จัดการทดลองแบบ 4 × 3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม มีปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก 7, 14, 21 และ 28 วัน และปัจจัยที่ 2 อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ 30, 40 และ 50 สัปดาห์ โดยใช้โรงเรือนเลี้ยงไก่ระบบปิดจำนวน 2 โรงเรือน (บล็อก) ในการทดลองใช้ไข่ฟักทดลองจำนวน 6,048 ฟองต่อโรงเรือน โดยมีทรีตเมนต์ผสมทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ผสม แต่ละทรีตเมนต์ผสมมี 3 ซ้ำๆละ 168 ฟอง ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มทดลอง โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลจากการศึกษาพบว่า 1)ด้านประสิทธิภาพการฟัก ระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงที่สุด มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บและระหว่างการฟักต่ำที่สุด ($p<0.05$) ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงที่สุด ($p<0.05$) ส่วนไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อสูงที่สุดและมีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บและระหว่างการฟักต่ำที่สุด ($p<0.05$) 2)ด้านคุณภาพลูกไก่ พบว่าระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก 7 วัน มีคะแนน Pasgar Score สูงที่สุด ระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก 14 วัน มีความยาวลูกไก่เฉลี่ยสูงที่สุดและระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก 28 วัน มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ มีคะแนน Pasgar Score สูงที่สุด ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก และความยาวลูกไก่เฉลี่ยสูงที่สุด ($p<0.05$) จากผลการศึกษาสรุปได้ว่า (1) ระยะเวลาการเก็บไข่ฟักก่อนเข้าฟัก 7 วัน มีประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่สูงที่สุด (2) ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อไข่ฟักอายุ 30 และ 40 สัปดาห์ มีประสิทธิภาพการฟักสูงที่สุด ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีคุณภาพลูกไก่สูงที่สุด

คำสำคัญ ระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก, อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ, ประสิทธิภาพการฟัก, คุณภาพลูกไก่

Thesis title: Effect of Egg Storage Periods and Broiler Grandparent Stock Age on Hatching Performance and Chick Quality
Researcher: Mr. Nattaphon Sedwong; **ID:** 2619001528;
Degree: Master of Agriculture (Agriculture Resources Management);
Thesis advisors: (1) Dr. Monticha Putsakum, Associate Professor;
(2) Dr. Warinthorn Maneerat, Assistant Professor; **Academic year:** 2019

Abstract

The objective of this research was to study the effect of egg storage periods and broiler grandparent stock age on 1) hatching performance and 2) chick quality.

The design for this study was experimental research. The experiment was conducted in a 4x3 factorial in RCBD with four egg storage periods (7, 14, 21 and 28 days) and three broiler grandparent stock age (30, 40 and 50 weeks of age), using two houses in a closed system (blocks). A total number of 6,048 eggs per house were collected from broiler grandparent stock. There were 12 treatment combinations and each treatment combination contained 3 replicates with 168 eggs per replicate. All data were analyzed statistically by ANOVA. The differences among means were compared by Duncan's New Multiple Range Test.

The results showed that, 1) in terms of hatching performance, egg storage periods of 7 days had the highest hatchability of the total egg set and, in terms of early embryonic mortality, the egg weight loss percentage during storage and incubation had the lowest values ($p<0.05$). On the other hand, the eggs from broiler grandparent stock at 30 and 40 weeks of age had the highest fertile eggs percentage and hatchability of the total egg set ($p<0.05$). The eggs from broiler grandparent stock at 50 weeks of age had the highest initial egg weight and infertile eggs percentage, early embryonic mortality, egg weight loss percentage during storage and incubation had the lowest ($p<0.05$). 2) For the chick quality, egg storage periods of 7 days had the highest Pasgar Score ($p<0.05$). Egg storage periods of 14 days had the highest chick length and egg storage periods of 28 days had the highest chick weight and chick yield percentage ($p<0.05$). Additionally, the eggs from broiler grandparent stock at 30 weeks of age had the highest Pasgar Score ($p<0.05$). The eggs from broiler grandparent stock at 50 weeks of age had the highest chick weight, chick yield percentage and chick length ($p<0.05$). In conclusion, (1) Egg storage periods of 7 days had the highest hatching performance and chick quality. (2) The eggs from broiler grandparent stock at 30 and 40 weeks of age had the highest hatching performance. Whereas the eggs from broiler grandparent stock at 50 weeks of age had the highest chick quality.

Keywords: Egg storage periods, Broiler grandparent stock age, Hatching performance, Chick quality

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความกรุณาชี้แนะและช่วยเหลือจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงจาก รองศาสตราจารย์ ดร. มณฑิชา พุทซาคำ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินธร มณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม และอาจารย์ ดร. นิรันดร์ บุญสินธุ์ชัย ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ วิชาเอกการจัดการการเกษตรทุกท่านที่อบรมสั่งสอนแก่ผู้วิจัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณด้วยความเคารพอย่างสูงยิ่งไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ คุณฐาภพ อำมาตย์ และ คุณกรรณิกา หิรัญสถิตย์ ผู้จัดการโรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรี ที่ให้คำแนะนำและช่วยเหลืองานวิจัย ขอขอบคุณ คุณกวีณา สาระขันธ์ คุณพิชญา โนนทะปะ และคุณทิพย์ธิยาภรณ์ คงสะเด็น ที่คอยช่วยเหลือการดำเนินงานวิจัยและเก็บรวบรวมข้อมูลวิจัยจนงานวิจัยเสร็จสมบูรณ์ และขอขอบคุณพนักงานโรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรีทุกท่านที่เป็นกำลังหลักสำคัญในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณโรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรีที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการทดลอง วัสดุและอุปกรณ์ในการทดลองครั้งนี้จนงานวิจัยเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณบิดามารดาที่สนับสนุนและให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียนและการทำวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จ คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยขอนอบน้อมบูชาพระคุณบิดามารดาและบูรพาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนให้วิชาความรู้ และให้ความเมตตาแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอดและทำให้งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ณัฐพล เศษวงศ์

พฤศจิกายน 2563

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญภาพ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
วัตถุประสงค์การวิจัย 3
สมมติฐานการวิจัย 3
นิยามศัพท์เฉพาะ 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4
บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5
ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ 5
การพัฒนาของฟองไข่ในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย 7
การพัฒนาของตัวอ่อนก่อนการนำไข่เข้าฟัก 9
การฟักไข่ 11
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 19
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 30
รูปแบบการวิจัย 30
วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง 31
การดำเนินการวิจัย 33
การเก็บรวบรวมข้อมูล 36
การวิเคราะห์ข้อมูล 40
สถานที่ทดลอง 41
ระยะเวลาการทดลอง 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 42
ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อ
ประสิทธิภาพการฟัก 42
ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคุณภาพลูกไก่ 50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 54
สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล 54
ข้อเสนอแนะ 65
บรรณานุกรม 66
ภาคผนวก 77
ภาพประกอบการทดลอง 78
ประวัติผู้วิจัย 91

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 โปรไฟล์ตู้ฟักและตู้เกิดที่ใช้ฟักไข่ทดลอง 35

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพลูกไก่อายุ 1 วัน ด้วยวิธี Pasgar Score 40

ตารางที่ 4.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม) 42

ตารางที่ 4.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บ 43

ตารางที่ 4.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก 44

ตารางที่ 4.4 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและไข่ฟักไม่มีเชื้อ 45

ตารางที่ 4.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด 46

ตารางที่ 4.6 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก (เปอร์เซ็นต์) 47

ตารางที่ 4.7 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางระยะท้ายและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) 48

ตารางที่ 4.8 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางระยะท้ายและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์) 49

ตารางที่ 4.9 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน (กรัม) 50

ตารางที่ 4.10 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก 51

ตารางที่ 4.11 ผลของระยะการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อความยาวลูกไก่เฉลี่ย (เซนติเมตร) 52

ตารางที่ 4.12 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคะแนน Pasgar Score เฉลี่ย 53

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 ผลผลิตไข่ฟักและอัตราการฟักออกเฉลี่ยของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์ COBB 6

ภาพที่ 2.2 กระบวนการสร้างฟองไข่ในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย 8

ภาพที่ 2.3 การพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาในร่างกายแม่ไก่ 10

ภาพผนวก 1 การรับไข่ฟักทดลอง 79

ภาพผนวก 2 การคัดคุณภาพไข่ฟักทดลอง 79

ภาพผนวก 3 การเตรียมไข่ฟักทดลอง 80

ภาพผนวก 4 การชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองเริ่มต้น 80

ภาพผนวก 5 การเซตไข่ทดลองเข้าฟัก 81

ภาพผนวก 6 การนำไข่ทดลองเข้าฟัก 81

ภาพผนวก 7 การย้ายไข่ทดลอง 19 วัน 82

ภาพผนวก 8 การคัดคุณภาพลูกไก่ 82

ภาพผนวก 9 การชั่งน้ำหนักลูกไก่อายุ 1 วัน 83

ภาพผนวก 10 การวัดความยาวลูกไก่ 83

ภาพผนวก 11 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตอบสนองของลูกไก่ 84

ภาพผนวก 12 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คสะดือของลูกไก่ 84

ภาพผนวก 13 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คขาของลูกไก่ 85

ภาพผนวก 14 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คจงอยปากของลูกไก่ 85

ภาพผนวก 15 ไข่ฟักไม่มีเชื้อ 86

ภาพผนวก 16 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 1 ถึง 2 วัน ของการฟัก 86

ภาพผนวก 17 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 3 วัน ของการฟัก 87

ภาพผนวก 18 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 6 วัน ของการฟัก 87

ภาพผนวก 19 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 10 ถึง 12 วัน ของการฟัก 88

ภาพผนวก 20 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 16 วัน ของการฟัก 88

ภาพผนวก 21 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 18 ถึง 19 วัน ของการฟัก 89

ภาพผนวก 22 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 20 ถึง 21 วัน ของการฟัก 89

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพผนวก 23 ลูกไก่เจาะเปลือกมีชีวิต (อายุการฟัก 21 วัน) 90
ภาพผนวก 24 ลูกไก่เจาะเปลือกตาย (อายุการฟัก 21 วัน) 90

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เนื่องจากผู้บริโภคมีความต้องการบริโภคเนื้อไก่เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้โรงฟักต้องผลิตลูกไก่เนื้อให้มีคุณภาพ เพื่อให้ประสิทธิภาพการผลิตไก่เนื้อเพิ่มสูงขึ้นและเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ธุรกิจไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อเป็นธุรกิจต้นน้ำในห่วงโซ่อุปทานการผลิตไก่เนื้อโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้า ทั้งนี้ธุรกิจไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อยและการผลิตลูกไก่เนื้อเชิงการค้าจำเป็นต้องอาศัยการนำเข้าลูกไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 1 วัน จากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงเพื่อการผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้า โดยมีการเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดและมีการควบคุมระบบความปลอดภัยทางชีวภาพอย่างเข้มงวด แต่เนื่องจากปริมาณไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อและความต้องการลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้ออายุ 1 วัน มีความผันแปร ทำให้โรงฟักไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีความจำเป็นที่ต้องเก็บรวบรวมไข่ฟัก 1 ถึง 3 สัปดาห์ ก่อนนำไข่เข้าฟัก เพื่อให้มีจำนวนไข่ฟักเพียงพอต่อความจุของตู้ฟักและเป็นการจัดการฟักไข่ให้เต็มศักยภาพ (Hassan, Siam, Mady & Cartwright, 2005; Kuurman, Bailey, Koops & Grossman, 2002) ในกรณีการผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้าในประเทศไทยไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้าภายในประเทศอาจส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานการผลิตกลางน้ำและปลายน้ำ เช่น ธุรกิจไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อ ธุรกิจไก่เนื้อ โรงงานชำแหละและแปรรูป ดังนั้นการผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อให้มีคุณภาพที่ดีต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการตั้งแต่ฟาร์มที่ผลิตไข่ฟักจนถึงกระบวนการฟักไข่ที่โรงฟักไข่ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการฟักออกของลูกไก่ ได้แก่ ปัจจัยก่อนการนำไข่เข้าฟัก เช่น การจัดการอาหาร อายุไก่พ่อแม่พันธุ์ ขนาดไข่ฟัก น้ำหนักไข่ฟัก คุณภาพไข่ฟัก การฆ่าเชื้อไข่ฟัก และระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าฟัก (Elibol, Peak & Brake, 2002; Tona et al., 2005) และปัจจัยระหว่างกระบวนการฟัก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนอากาศ และความถี่ในการกลับไข่ (Elibol & Brake 2006; Seker, Kul & Bayraktar, 2004)

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟักเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการฟักออกของลูกไก่ โดยไข่ฟักจะถูกเก็บในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม การเก็บไข่ฟักน้อยกว่า 4 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส ไข่ฟักที่เก็บ 4 ถึง 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 16 ถึง 17 องศาเซลเซียส และไข่ฟักที่เก็บมากกว่า 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 10 ถึง 12 องศาเซลเซียส

(Meijerhof, 1994) โดยมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 85 จากงานวิจัยการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บไข่ฟักต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน ($p<0.05$) (Abdel-Halim, Mohamed, Desoky, Elmenawey & Gharib, 2015; Bekele & Leta, 2016; Fares, Ahmed, Rizk & Shahein, 2015; Gharib, 2013; Goliomytis, Tsipouzian & Hager-Theodorides, 2015; Tercic & Pestotnik, 2016) เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักเพิ่มขึ้นและคุณภาพภายในไข่ฟักเสื่อมสภาพ ทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้นและเปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง (Petek & Dikmen, 2006; Scott & Silversides, 2000)

นอกจากนี้ยังพบว่า อายุของไก่พ่อแม่พันธุ์เป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการฟักออกของลูกไก่และการพัฒนาของตัวอ่อน เนื่องจากอายุของไก่พ่อแม่พันธุ์มีผลต่อคุณภาพไข่ฟักเช่น องค์ประกอบภายในของไข่ฟัก น้ำหนักไข่ฟักและคุณภาพเปลือกไข่ (Joseph & Moran, 2005; Tona et al., 2004a) จากงานวิจัยการศึกษาผลของอายุไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกพบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 ถึง 45 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดเพิ่มขึ้น ($p<0.05$) (Abudabos, 2010; Alsobayel, Almarshade & Albadry, 2013; Jabbar & Ditta, 2017; Joseph & Moran, 2005; Iqbal, Khan, Mukhtar, Ahmen & Pasha, 2016; Rifkhan, Gamlath & Adikari, 2016; Tona, Onagbesan, Ketelaere, Decuypere & Bruggeman, 2004b; Zakaria, Plumstead, Romero-Sanchez, Leksrisompong & Brake, 2009) เนื่องจากเป็นช่วงอายุที่เหมาะสมทั้งในด้านความสมบูรณ์พันธุ์ของไก่พ่อแม่พันธุ์ ช่วงให้ผลผลิตไข่ฟักสูงสุดและไข่ฟักมีคุณภาพ นอกจากนี้ยังพบว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 25 ถึง 29 สัปดาห์ และไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 50 สัปดาห์ขึ้นไป ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง เนื่องจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุน้อยมีความสมบูรณ์พันธุ์ยังไม่เต็มที่ ไข่ฟักมีขนาดเล็กและเปลือกหนาซึ่งมีผลต่อการเจาะเปลือกไข่และทำให้ลูกไก่ตายในขณะที่เจาะเปลือก (Pedroso et al., 2005) ส่วนไข่ฟักจากพ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากส่งผลให้คุณภาพไข่ขาวลดลง ซึ่งมีผลโดยตรงต่อการพัฒนาของตัวอ่อนและคุณภาพของลูกไก่ที่ฟักออก

จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า งานวิจัยส่วนใหญ่ศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักออกของลูกไก่เนื้อ แต่การศึกษาในไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีค่อนข้างน้อยโดยเฉพาะในประเทศไทย ดังนั้นการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมการผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้าในประเทศไทย โดยการนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการการฟักไข่เพื่อผลิตลูกไก่เนื้อเชิงการค้าที่มีคุณภาพและเพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า โดยไม่ส่งผลกระทบต่อห่วงโซ่อุปทานการผลิตไก่เนื้อในประเทศและลดการนำเข้าลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้าจากต่างประเทศ

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟัก

2.2 เพื่อศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคุณภาพลูกไก่

3. สมมติฐานการวิจัย

3.1 ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีผลต่อประสิทธิภาพการฟัก

3.2 ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีผลต่อคุณภาพลูกไก่

4. นิยามศัพท์เฉพาะ

4.1 ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (Egg Storage Period) หมายถึง ช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก โดยไข่ฟักจะถูกเก็บไว้ในห้องเย็นที่มีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมกับไข่ฟัก โดยในการศึกษาครั้งนี้แบ่งระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟักออกเป็น 4 ช่วง คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14, 21 และ 28 วัน

4.2 ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (Broiler Grandparent Stock) หมายถึง ไก่ที่ถูกคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์โดยมีวัตถุประสงค์ในการเลี้ยงเพื่อผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อ (Parent Stock)

4.3 ประสิทธิภาพการฟัก (Hatching Performance) หมายถึง ตัวชี้วัดที่โรงฟักไข่ใช้ในการประเมินความสำเร็จในการฟักไข่ ได้แก่ น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟัก เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด และอัตราการตายของตัวอ่อน

4.4 คุณภาพลูกไก่ (Chick Quality) หมายถึง การคัดเลือกลักษณะลูกไก่ที่มีคุณภาพดีและไม่ดี โดยลักษณะลูกไก่ที่มีคุณภาพดีต้องมีรูปร่างสมบูรณ์ แข็งแรง ขนแห้งและฟู ไม่มีเยื่อเปลือกไข่ติดตามขน ท้องไม่บวม สะดือปิดสนิท ไม่พบสะดือดำ ซึ่งตัวชี้วัดในการประเมินคุณภาพ

ลูกไก่ ได้แก่ น้ำหนักลูกไก่แรกเกิด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิด ความยาวลูกไก่ และการประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยคะแนน Pasgar score

4.5 การประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยคะแนน Pasgar score หมายถึง การประเมินคุณภาพลูกไก่เชิงปริมาณซึ่งมีทั้งหมด 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ (1) การตรวจเช็คการตอบสนองของลูกไก่ (2) การตรวจเช็คสะดือลูกไก่ (3) การตรวจเช็คขาลูกไก่ (4) การตรวจเช็คจงอยปากลูกไก่ และ (5) การตรวจเช็คท้องลูกไก่ โดยการให้คะแนนเริ่มต้นลูกไก่จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน แต่เมื่อพบความผิดปกติตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้านจะทำการตัดคะแนนด้านละ 1 คะแนน ทั้งนี้ลูกไก่ที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจัดเป็นลูกไก่คุณภาพดี

5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

5.1 สามารถนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการฟักไข่

5.2 สามารถนำผลงานวิจัยมาประยุกต์ใช้ในกระบวนการฟักไข่ เช่น การพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก การวางแผนการผลิตลูกไก่ การประมาณการเปอร์เซ็นต์การฟักออก การประมาณการจำนวนลูกไก่ขาย และการประมาณการลูกไก่คัดทิ้ง

5.3 การเผยแพร่ผลงานวิจัยให้ผู้สนใจสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการจัดการการฟักไข่

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่ มีการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 5 ประเด็น ได้แก่ ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ การพัฒนาฟองไข่ในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย การพัฒนาของตัวอ่อนก่อนการนำไข่เข้าฟัก การฟักไข่ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

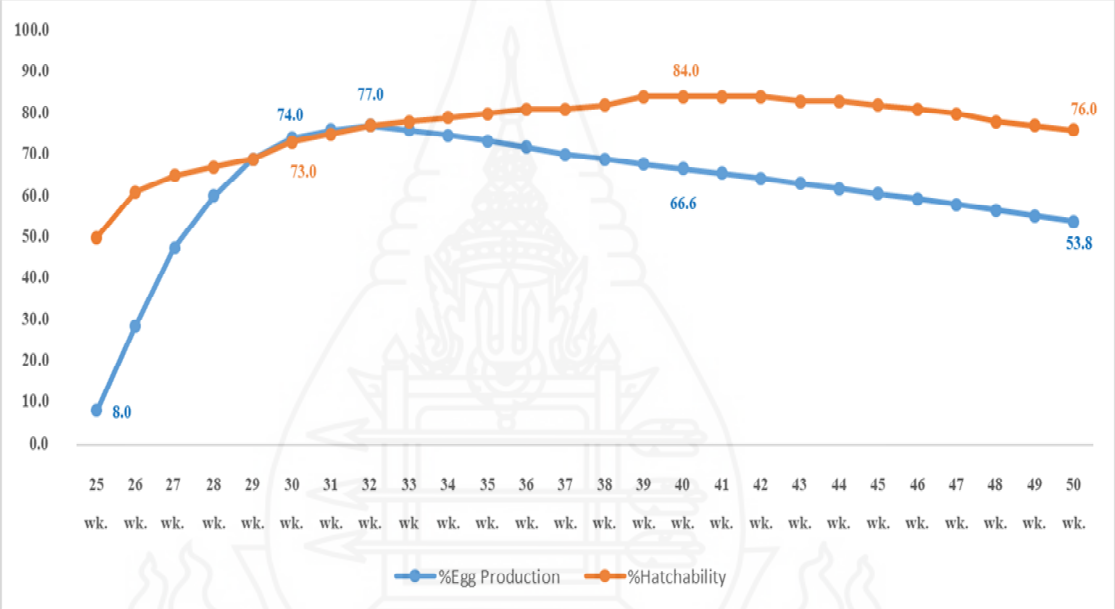
1. ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ

ไก่เนื้อนับว่าเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง นอกจากเป็นอาชีพที่เป็นแหล่งสร้างรายได้ให้กับประเทศแล้ว ยังเป็นแหล่งอาหารโปรตีนราคาถูกที่นิยมบริโภคภายในประเทศและส่งออกไปยังต่างประเทศ ระบบอุตสาหกรรมการผลิตไก่เนื้อเชิงการค้าในประเทศไทยนิยมเลี้ยงไก่เนื้อลูกผสม (Hybrid breed) เนื่องจากถูกปรับปรุงสายพันธุ์ให้มีอัตราการเจริญเติบโตดี ให้เนื้อมาก และประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารดี โดยมีการนำเข้าพันธุ์ไก่จากต่างประเทศตั้งแต่ระดับไก่ปู่ย่าพันธุ์ (Grandparent Stock; GP) หรือระดับพ่อแม่พันธุ์ (Parent Stock; PS) มาผลิตเป็นไก่เนื้อลูกผสมเชิงการค้า สำหรับไก่เนื้อลูกผสมเชิงการค้ามีชื่อเรียกมากมายขึ้นอยู่กับผู้ผลิตไก่แต่ละสายพันธุ์ เช่น พันธุ์อาเบอร์ เอเคอร์ส (Arbor Acres) พันธุ์รอส (ROSS) พันธุ์คอบบ์ (COBB) และพันธุ์ฮับบาร์ด (Hubbard) (มณฑิชา พุทซาคำ, 2557)

ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (Grandparent Stock) หมายถึง ไก่ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงสายพันธุ์โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตไข่ฟักและลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้า ธุรกิจไก่ปู่ย่าพันธุ์-เนื้อในประเทศไทยมีการนำเข้าลูกไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 1 วัน จากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงเพื่อผลิตไข่ฟักและลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อเชิงการค้า โดยเลี้ยงในโรงเรือนระบบปิดและมีการควบคุมระบบความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosecurity) ในกระบวนการผลิตที่เข้มงวด ซึ่งกระบวนการเลี้ยงไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อระยะไก่เล็กถึงระยะไก่รุ่นใช้ระยะเวลาการเลี้ยงประมาณ 24 สัปดาห์ อัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 95 และไก่ระยะให้ผลผลิตเริ่มตั้งแต่อายุ 25 สัปดาห์ขึ้นไปจนถึงระยะปลดอายุประมาณ 65 สัปดาห์ อัตราส่วนไก่เพศผู้ 1 ตัวต่อไก่เพศเมีย 10 ตัว อัตราการเลี้ยงรอดร้อยละ 89.65 จำนวน

ผลผลิตไข่เฉลี่ย 154.80 ฟองต่อตัว จำนวนไข่เข้าฟักเฉลี่ย 143 ฟองต่อตัว อัตราการฟักออกเฉลี่ยร้อยละ 74.30 และจำนวนลูกไก่เฉลี่ย 106.30 ตัวต่อแม่ (COBB-VANTRESS, 2017)

จากรายงานของ COBB-VANTRESS (2017) พบว่า ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ เป็นช่วงอายุก่อนการให้ผลผลิตไข่ฟักเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 74.0 และมีอัตราการฟักออกเฉลี่ยร้อยละ 73.0 ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 เป็นช่วงอายุหลังการให้ผลผลิตไข่ฟักเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 66.60 และเป็นช่วงอายุการให้อัตราการฟักออกเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 84.0 ส่วนไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ เป็นช่วงอายุหลังการให้ผลผลิตไข่ฟักเฉลี่ยสูงสุดร้อยละ 53.80 และมีอัตราการฟักออกเฉลี่ยร้อยละ 76.0 (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 2.1 ผลผลิตไข่ฟักและอัตราการฟักออกเฉลี่ยของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์ COBB

ที่มา: COBB-VANTRESS. (2017).

2. การพัฒนาของฟองไข่ในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

อรวรรณ ชินราศรี (2546) รายงานว่า เมื่อไก่เติบโตจนเป็นไก่สาว ไข่อ่อนบริเวณรังไข่เจริญขึ้นเป็นไข่แดง (Ovum) ไข่แดงแต่ละฟองจะเจริญภายในถุงหุ้มไข่ (Follicle) จนกระทั่งเจริญเต็มที่ เมื่อเกิดการตกไข่ ถุงหุ้มไข่จะฉีกขาดปล่อยให้ไข่แดงซึ่งมีเยื่อหุ้มไข่แดงห่อหุ้มอยู่หลุดออกมาจากรังไข่และเข้าสู่ท่อนำไข่เพื่อสร้างฟองไข่ โดยท่อนำไข่ของไก่แบ่งออกเป็น 5 ส่วน ตามหน้าที่ในการสร้างฟองไข่ ได้แก่ ท่อนำไข่ส่วนต้นหรือปากแตร (Infundibulum) ท่อนำไข่ส่วนผลิตไข่ขาว (Magnum) ท่อนำไข่ส่วนผลิตเยื่อเปลือกไข่ (Isthmus) ท่อนำไข่ส่วนผลิตเปลือกไข่ (Uterus หรือ Shell gland) และช่องคลอด (Vagina) โดยมีรายละเอียดดังนี้

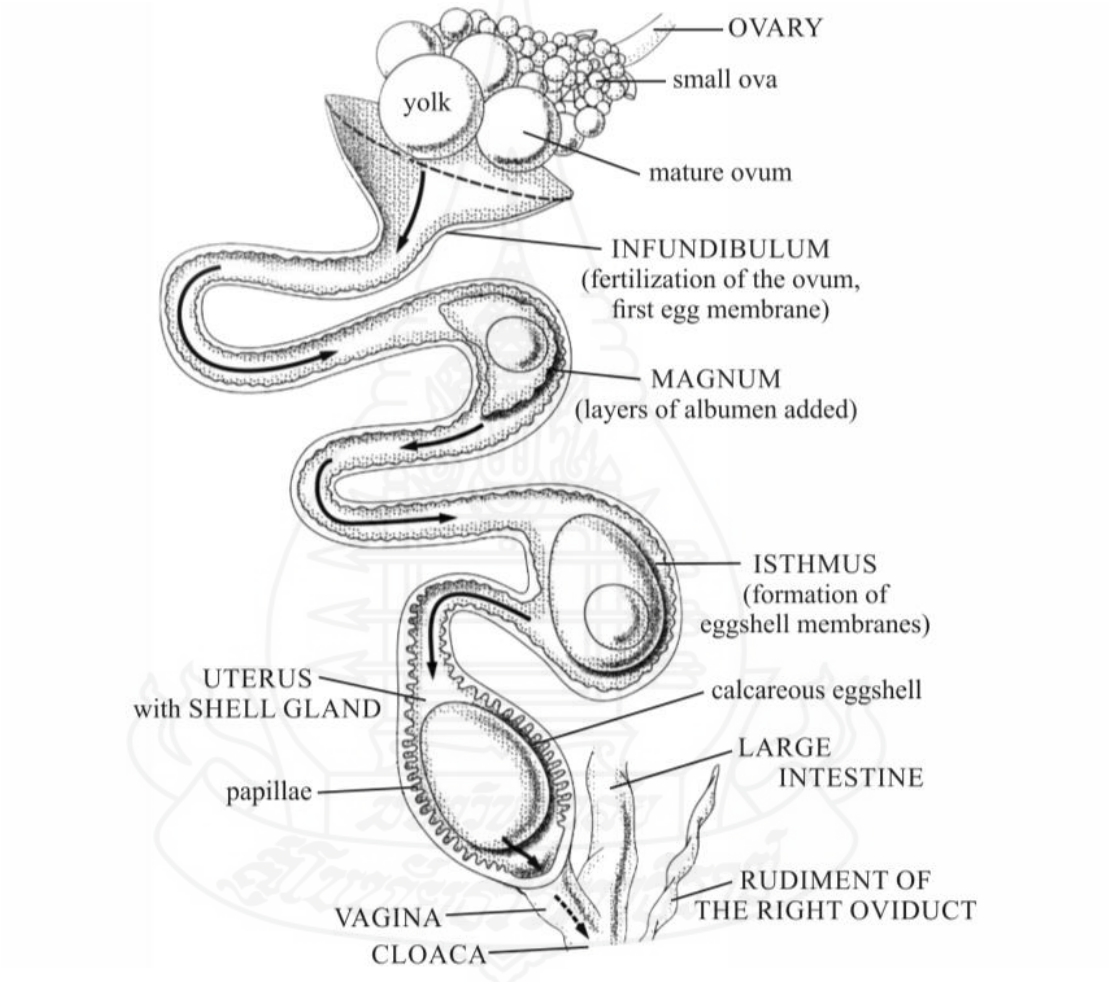
1) ท่อนำไข่ส่วนต้นหรือปากแตร (Infundibulum) เป็นส่วนที่มีลักษณะเป็นรูปกรวยหรือรูปปากแตร มีความยาวประมาณ 11.0 เซนติเมตร อยู่ห่างจากรังไข่ประมาณ 15 ถึง 30 มิลลิเมตร ท่อนำไข่ส่วนต้นมีหน้าที่รองรับไข่แดงที่ตกลงมาจากรังไข่เพื่อนำไข่แดงเข้าสู่ท่อนำไข่เพื่อสร้างฟองไข่ต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นบริเวณที่เกิดการปฏิสนธิระหว่างเซลล์ไข่และเซลล์อสุจิ ไข่แดงที่ตกลงมาจากรังไข่จะใช้เวลาอยู่ในส่วนของท่อนำไข่ส่วนต้นเฉลี่ยประมาณ 15 นาที

2) ท่อนำไข่ส่วนผลิตไข่ขาว (Magnum) เป็นส่วนที่มีความยาว ความกว้าง และความหนามากที่สุด โดยมีความยาวประมาณ 33.6 เซนติเมตร เป็นท่อนำไข่ส่วนที่สร้างโปรตีนไข่ขาวหรืออัลบูมิน (Albumen) ประมาณร้อยละ 40 ถึง 50 ของไข่ขาวทั้งหมดที่ถูกสร้างขึ้นในท่อนำไข่ส่วนนี้ ได้แก่ ขั้วไข่ (Chalaza) ไข่ขาวเหลวชั้นใน (Inner thin white) ไข่ขาวข้น (Thick white) ไข่ขาวเหลวชั้นนอก (Outer thin white) โดยทั่วไปไข่แดงจะอยู่ในท่อนำไข่ส่วนผลิตไข่ขาวประมาณ 3 ชั่วโมง

3) ท่อนำไข่ส่วนผลิตเยื่อเปลือกไข่ (Isthmus) เป็นส่วนที่มีความยาวประมาณ 10.6 เซนติเมตร ทำหน้าที่ในการสร้างเยื่อเปลือกไข่ 2 ชั้น คือ เยื่อเปลือกไข่ชั้นใน (Inner shell membran) และเยื่อเปลือกไข่ชั้นนอก (Outer shell membrane) โดยทั่วไปไข่แดงที่ถูกหุ้มด้วยไข่ขาวในส่วนท่อนำไข่ส่วนผลิตไข่ขาวจะอยู่ในท่อนำไข่ส่วนผลิตเยื่อเปลือกไข่ ประมาณ 1 ถึง 2 ชั่วโมง

4) ท่อนำไข่ส่วนผลิตเปลือกไข่ (Uterus หรือ Shell gland) เป็นท่อนำไข่ที่ต่อจากส่วนผลิตเยื่อเปลือกไข่ มีความยาวประมาณ 10.1 เซนติเมตร ทำหน้าที่สร้างเปลือกไข่ สีของเปลือกไข่และผิวเปลือกไข่หรือนวลไข่ (Cuticle) ฟองไข่จะอยู่ในท่อนำไข่ส่วนนี้ประมาณ 20 ถึง 26 ชั่วโมง

5) ช่องคลอด (Vagina) โดยทั่วไปอวัยวะส่วนนี้ไม่มีบทบาทในการสร้างฟองไข่ แต่มีหน้าที่ช่วยในการออกไข่ โดยฟองไข่จะผ่านส่วนนี้ก่อนที่แม่ไก่จะวางไข่ผ่านส่วนของทวารร่วม (Cloaca) และในส่วนนี้มีต่อม Uterovaginal junction gland ทำหน้าที่กักเก็บอสุจิและสามารถกักเก็บอสุจิได้ 7 ถึง 14 วัน เมื่อมีการวางไข่เกิดขึ้นเซลล์อสุจิที่เก็บสะสมจะเคลื่อนที่ไปยังท่อนำไข่ส่วนต้นหรือปากแตร เพื่อรอการปฏิสนธิกับเซลล์ไข่ใบต่อไปที่ตกลงมายังส่วนปากแตร



ภาพที่ 2.2 กระบวนการสร้างฟองไข่ในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

ที่มา: Gill. (2007).

3. การพัฒนาของตัวอ่อนก่อนการนำไข่เข้าฟัก

การพัฒนาของตัวอ่อนในไข่เกิดขึ้นหลังจากเกิดการปฏิสนธิ (ประภากร ธาราฉาย, 2560)โดยเริ่มตั้งแต่ในขณะที่ไข่แดงกำลังผ่านเข้าสู่ท่อนำไข่โดยอสุจิจะเจาะผ่านเยื่อหุ้มไข่แดงในบริเวณที่ใกล้กับส่วนของเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่า บลาสโตดิสก์ (Blastodisc) โดยส่วนหัวอสุจิจะเข้าไปและทิ้งเฉพาะส่วนหางไว้ทำให้เกิดการรวมเอานิวเคลียสที่มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่ง (Haploid) ของอสุจิและอีกครึ่งหนึ่งของไข่ หลังจากนั้นไซโตพลาซึมของเซลล์ไข่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อป้องกันอสุจิตัวต่อไปเข้าผสม ทำให้ได้เซลล์ตัวอ่อนที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (Diploid) คือ 39 คู่ การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นในส่วนของท่อนำไข่ส่วนต้นหรือปากแตร (Infundibulum) เท่านั้น เมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้วก็จะมีการการเจริญของตัวอ่อนซึ่งแบ่งออกได้ 2 ระยะ คือ

3.1 ระยะการพัฒนาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่

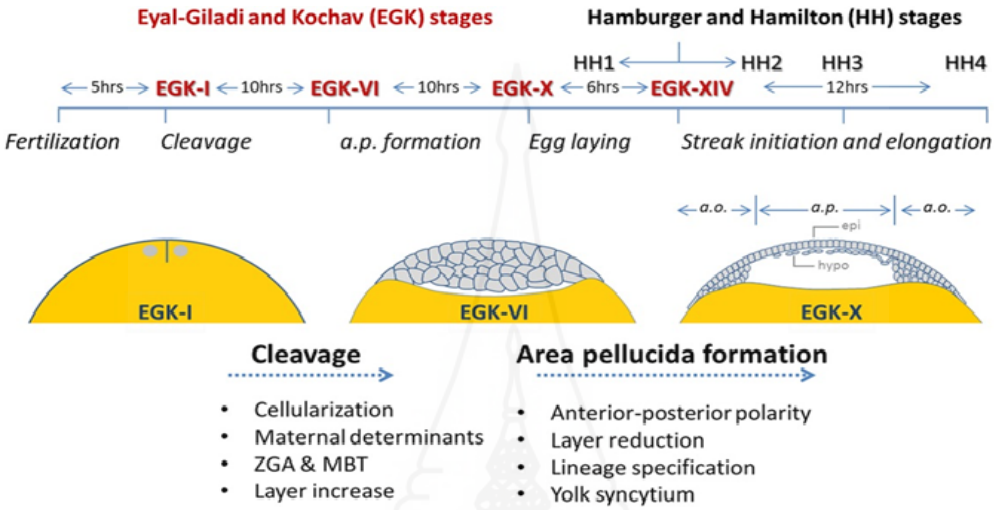
ในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสร้างไข่ขาว ในขณะที่ไข่แดงผ่านไปตามท่อนำไข่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีการสร้างไข่ขาว เยื่อหุ้มไข่ และเปลือกไข่โดยใช้เวลานานถึง 24 ชั่วโมง ในกรณีที่แม่ไก่มีระยะเวลาการสร้างฟองไข่เพิ่มขึ้น ทำให้เซลล์ตัวอ่อนมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาในร่างกายแม่ไก่เพิ่มขึ้น จากรายงานของ Eyal-Giladi & Kochav (1976) (EG&K) พบว่า หลังจากเกิดการปฏิสนธิแล้ว 5 ชั่วโมง จากนั้นจะเริ่มมีการแบ่งไซโกตหรือการคลีเวจ (Cleavage) โดยตัวอ่อนจะมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาในร่างกายแม่ไก่แบ่งออกเป็น 14 ระยะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) การพัฒนาในระยะ EG&K1 ถึง EG&K6 เป็นระยะที่มีการแบ่งไซโกตหรือการคลีเวจ ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 10 ชั่วโมง

2) การพัฒนาในระยะ EG&K7 ถึง EG&K10 เป็นระยะที่เริ่มสร้างพื้นที่ Pellucida และการพัฒนาในระยะ EG&K10 เป็นระยะที่ Pellucida เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 10 ชั่วโมง ทั้งนี้การพัฒนาในระยะ EG&K10 เซลล์ตัวอ่อนจะมีความไวต่อระยะเวลาการเก็บไข่ฟักและทำให้เซลล์ตัวอ่อนตายในระหว่างการจัดเก็บไข่ฟัก (Damaziak, Paweska, Gozdowski & Niemiec, 2018; Nasri, Brand, Najjar & Bouzouaia, 2019; Pokhrel, Cohen, Genin, Sela-Donenfeld & Cinnamon, 2017; Pokhrel et al., 2018; Reijrink, Meijerhof, Kemp, Graat & Brand, 2009)

3) การพัฒนาในระยะ EG&K11 ถึง EG&K13 เป็นระยะที่เริ่มสร้าง Hypoblast ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 6 ชั่วโมง โดยการพัฒนาในระยะ EG&K12 ถึง EG&K13 เป็นขั้นตอนที่ Hypoblast เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ทำให้เซลล์ตัวอ่อนมีความทนต่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก

4) การพัฒนาในระยะ EG&K14 ขึ้นไป เป็นระยะที่มีการพัฒนา Primitive streak อย่างสมบูรณ์ โดยระยะนี้เซลล์ตัวอ่อนต้องมีการพัฒนาต่อไปและไม่สามารถหยุดการเจริญเติบโตได้ เมื่อนำไข่ฟักมาจัดเก็บในห้องเย็นทำให้ตัวอ่อนตายในระหว่างการจัดเก็บไข่ฟัก



ภาพที่ 2.3 การพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาในร่างกายแม่ไก่

ที่มา: Sheng. (2014).

3.2 ระยะการพัฒนาของตัวอ่อนหลังจากแม่ไก่วางไข่

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนในระยะแรกขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การเจริญและการพัฒนาของตัวอ่อนจะยังคงดำเนินต่อไปเมื่ออุณหภูมิสภาพแวดล้อมมากกว่า 21 องศาเซลเซียส ดังนั้นการจัดเก็บไข่ฟักก่อนเข้าฟักที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 21 องศาเซลเซียส จะทำให้เซลล์ตัวอ่อนหยุดเจริญเติบโตและหยุดการพัฒนา ถึงแม้ว่าการลดอุณหภูมิในการจัดเก็บไข่ฟักจะหยุดการพัฒนาของตัวอ่อน แต่กิจกรรมการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสยังคงดำเนินต่อไป ทำให้จำนวนเซลล์ตัวอ่อนลดลงเนื่องจากเกิด Apoptotic cell หรือ Necrotic cell เพิ่มขึ้น (Hamidu et al., 2011)

4. การฟักไข่

4.1 การจัดการในการฟักไข่

ไข่ฟักมีเชื้อจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อหรือไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อจะถูกนำไปฟักในตู้ฟักไข่นาน 21 วัน โดยในช่วงก่อนการนำไข่ฟักเข้าฟักและในระหว่างการฟักไข่ในตู้ฟัก มีหลักการฟักไข่และการจัดการต่างๆ ดังนี้

4.1.1 การจัดการก่อนการนำไข่เข้าฟัก

ขั้นตอนการจัดการฟักไข่ก่อนการนำไข่เข้าฟัก ได้แก่ 1) การตรวจรับไข่ฟักจากฟาร์ม โดยรถขนส่งไข่ฟักต้องมีการควบคุมอุณหภูมิ 20 ถึง 21 องศาเซลเซียส 2) การฆ่าเชื้อไข่ฟัก ซึ่งวิธีที่นิยมใช้ คือ การรมควันไข่ฟักและการสเปรย์ไข่ฟัก 3) การคัดคุณภาพไข่ฟัก โดยไข่ฟักที่ได้มาตรฐานต้องมีน้ำหนักไข่ตั้งแต่ 48 กรัมขึ้นไป มีรูปร่างและขนาดปกติ ผิวเปลือกไข่เนียนเรียบไม่มีรอยร้าวหรือสิ่งสกปรก 4) การจัดเก็บไข่ฟัก โดยการเก็บไข่ฟักน้อยกว่า 4 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส ไข่ฟักที่เก็บ 4 ถึง 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 16 ถึง 17 องศาเซลเซียส และไข่ฟักที่เก็บมากกว่า 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 10 ถึง 12 องศาเซลเซียส (Meijerhof, 1994) โดยมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 85 และ 5) การจัดเตรียมไข่ฟักเข้าฟักและการอุ่นไข่ โดยนำไข่ฟักที่จัดวางบนรถตู้ฟักเข้าห้องอุ่นไข่ อุณหภูมิในการอุ่นไข่ควรอยู่ระหว่าง 27 ถึง 32 องศาเซลเซียส นาน 4 ถึง 6 ชั่วโมง แต่ในโรงฟักระบบอุตสาหกรรมนิยมอุ่นไข่ฟักอย่างน้อย 8 ชั่วโมง

4.1.2 การจัดการระหว่างกระบวนการฟักไข่

ขั้นตอนการจัดการฟักไข่ระหว่างกระบวนการฟัก ได้แก่ 1) การนำไข่ฟักเข้าตู้ฟัก โดยมีการควบคุมสภาพแวดล้อมภายในตู้ฟักให้เหมาะสม ซึ่งการฟักไข่ในตู้ฟักใช้ระยะเวลา 18 วัน โดยอุณหภูมิในการฟักไข่ คือ 99.5 ถึง 100.0 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 60 2) การส่องไข่และการย้ายไข่ โดยการส่องไข่อาจทำ 2 ครั้ง คือ ระยะเวลาการฟัก 7 หรือ 18 วัน แต่ในโรงฟักระบบอุตสาหกรรมนิยมส่องไข่ในวันย้ายไข่เข้าตู้เกิด คือ ระยะเวลาการฟัก 18 หรือ 19 วัน จากนั้นทำการย้ายไข่ฟักมีเชื้อเข้าตู้เกิดเป็นระยะเวลา 3 วัน (ระยะการฟักวันที่ 19 ถึง 21) โดยมีการควบคุมอุณหภูมิ 99.0 ถึง 99.5 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 75

4.1.3 การจัดการหลังจากลูกไก่ฟักออก

เมื่อระยะเวลาการฟักครบ 21 วัน ลูกไก่ส่วนใหญ่จะเจาะออกจากเปลือกไข่ โดยขั้นตอนในการจัดการหลังจากลูกไก่ฟักออก ได้แก่ 1) การคัดคุณภาพลูกไก่ 2) การคัดเพศลูกไก่ โดยในลูกไก่พ่อแม่พันธุ์นิยมคัดเพศด้วยวิธีการดูอวัยวะเพศผ่านทางทวารร่วม ส่วนลูกไก่กระทง

นิยมคัดเพศด้วยวิธีการคัดขนปีก 3) การทำวัคซีนลูกไก่ นิยมทำวัคซีนโดยวิธีการฉีดใต้ผิวหนังและวิธีการสเปรย์ 4) การบรรจุลูกไก่ลงกล่อง อาจจะบรรจุลูกไก่กล่องละ 100 หรือ 102 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบการขาย 5) การจัดเก็บลูกไก่ก่อนการขนส่ง โดยห้องเก็บลูกไก่ควรมีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 25 ถึง 29 องศาเซลเซียส และ 6) การขนส่งลูกไก่ไปยังฟาร์มลูกค้า โดยรถขนส่งลูกไก่ต้องมีการควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่ 25 ถึง 29 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในกล่องลูกไก่ที่เหมาะสมควรอยู่ที่ 32 องศาเซลเซียส

4.2 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟักไข่

การผลิตลูกไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อให้มีคุณภาพที่ดีต้องมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องหลายประการตั้งแต่ฟาร์มที่ผลิตไข่ฟักจนถึงกระบวนการฟักไข่ที่โรงฟักไข่ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการฟักออกของลูกไก่ ได้แก่ 1) ปัจจัยก่อนการนำไข่เข้าฟัก เช่น การจัดการการเลี้ยงไก่พ่อแม่พันธุ์ คุณภาพเปลือกไข่ ขนาดและน้ำหนักไข่ฟัก อายุไก่พ่อแม่พันธุ์ และระยะเวลาการเก็บไข่ฟักก่อนนำเข้าฟัก และ 2) ปัจจัยระหว่างกระบวนการฟัก เช่น อุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนอากาศ และความถี่ในการกลับไข่ โดยปัจจัยต่างๆ มีรายละเอียดดังนี้

4.2.1 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟักไข่ในช่วงก่อนกระบวนการฟักไข่

1) การจัดการการเลี้ยงไก่พ่อแม่พันธุ์

ประสิทธิภาพการผลิตของไก่พ่อแม่พันธุ์นั้นจะขึ้นอยู่กับทักษะการเลี้ยงและการจัดการของผู้เลี้ยง ถ้าผู้เลี้ยงมีการจัดการที่ถูกต้องจะทำให้ฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์มีเปอร์เซ็นต์ผลผลิตไข่ฟัก เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกสูงและลูกไก่ที่ได้ก็จะมีคุณภาพดี ในทางกลับกันถ้าหากผู้เลี้ยงมีการจัดการการเลี้ยงที่ไม่ถูกต้องก็จะทำให้ประสิทธิภาพการผลิตลดลง ไข่ฟักมีเชื้อเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญต่อจำนวนการผลิตลูกไก่ ปัจจัยที่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อได้แก่ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องของไก่พ่อพันธุ์ เช่น อายุไก่พ่อพันธุ์ น้ำหนักไก่พ่อพันธุ์ พฤติกรรมความก้าวร้าว ความถี่ในการผสมพันธุ์ ช่วงเวลาในการผสมพันธุ์ คุณภาพน้ำเชื้อของไก่พ่อพันธุ์ ได้แก่ กระบวนการเมตาบอลิซึมของอสุจิ อัตราการตายของอสุจิ เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของอสุจิ ความเข้มข้นของน้ำเชื้อ ความผิดปกติของเซลล์อสุจิ และการเคลื่อนที่ของอสุจิ (Wolc, White, Olori & Hill, 2009) และปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับไก่แม่พันธุ์ เช่น อายุไก่แม่พันธุ์ พฤติกรรมของแม่ไก่ และปัจจัยทางสรีรวิทยาของแม่ไก่ ได้แก่ ความสามารถในการกักเก็บอสุจิในท่อกักเก็บอสุจิ (King'ori, 2011) ซึ่งความสามารถในการเก็บอสุจิให้มีชีวิตรอดได้นานจะขึ้นอยู่กับสารชีวโมเลกุลในท่อนำไข่ เช่น วิตามินซี วิตามินอี กลูต้าไธโอนเอนไซม์กลูต้าไธโอนเปอร์ออกซิเดส และซุปเปอร์ออกไซด์ดิสมิวเตส ทั้งนี้สารชีวโมเลกุลในท่อนำไข่จะมีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุแม่ไก่เพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระลดลง และทำให้ผนังเซลล์อสุจิถูกทำลายโดยสารอนุมูลอิสระ นอกจากนี้สัดส่วนของไก่พ่อแม่พันธุ์

ยังมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ ซึ่งฟาร์มระบบอุตสาหกรรมขนาดใหญ่นิยมใช้สัดส่วนจำนวนไก่เพศผู้ต่อไก่เพศเมียเท่ากับ 1 ต่อ 10

2) คุณภาพเปลือกไข่

คุณภาพเปลือกไข่มีความสัมพันธ์โดยตรงต่อการฟักออก ไข่ที่เปลือกหนาปกติจะมีการฟักออกดีที่สุด เปลือกไข่มีคุณภาพต่ำ เช่น เปลือกมีรูพรุน เปลือกบาง เปลือกมีรอยร้าว ส่งผลให้การฟักออกต่ำ เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำออกจากฟองไข่มากเกินไป (อรวรรณ ชินราศรี, 2547) ซึ่งเปลือกไข่เป็นโครงสร้างที่สำคัญในการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างสภาพแวดล้อมภายในฟองไข่และสภาพแวดล้อมภายนอก ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเปลือกไข่ ได้แก่ สายพันธุ์ อายุฝูงไก่ สารอาหาร คุณภาพน้ำ ระบบโรงเรือน สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือน ความเครียดและโรคติดต่อ (Hanusova, Hrncar, Hanus & Oravcova, 2015) นอกจากนี้แคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารไก่ยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างเปลือกไข่ (Hamidu et al., 2011) จากรายงานของ Khan, Khan, Aslam, Rabbani and Tipu (2004) พบว่า ความหนาของเปลือกไข่ระหว่าง 0.33 และ 0.35 มิลลิเมตร เป็นค่าที่เหมาะสมต่อประสิทธิภาพการฟัก และความหนาของเปลือกไข่ที่น้อยกว่า 0.27 มิลลิเมตร ทำให้ประสิทธิภาพการฟักลดลง

3) น้ำหนักและขนาดไข่ฟัก

ขนาดไข่ฟักที่เหมาะสมจะส่งผลให้การฟักออกดีกว่าไข่ที่มีขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่เกินไป นอกจากนี้น้ำหนักไข่ฟักมีความสัมพันธ์โดยตรงกับน้ำหนักตัวของลูกไก่ที่ฟักออก จากรายงานของ Williams (1994) พบว่า ไข่ฟักที่มีน้ำหนักมากมีสัดส่วนน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดงมากกว่าไข่ฟักที่มีน้ำหนักน้อย ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการพัฒนาของตัวอ่อน ตัวอ่อนมีการใช้ประโยชน์สารอาหารจากไข่ขาวและไข่แดงได้มากกว่าทำให้น้ำหนักลูกไก่หลังการฟักออกสูงกว่าไข่ฟักที่มีน้ำหนักน้อย จากรายงานของ อรวรรณ ชินราศรี (2547) พบว่า ขนาดของไข่ฟักจะขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญหลายปัจจัย ดังนี้

3.1) สายพันธุ์ไก่ ขนาดของไข่ฟักถูกควบคุมโดยพันธุกรรมซึ่งสามารถถ่ายทอดไปยังลูกหลานได้

3.2) คุณสมบัติเฉพาะตัวของไก่ (Individual) ในไก่สายพันธุ์เดียวกัน ไก่ต่างสายพันธุ์หรือไก่แต่ละตัวจะให้ไข่ฟักที่มีขนาดแตกต่างกัน เมื่อสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนมีการเปลี่ยนแปลงก็จะให้ไข่ฟักที่มีขนาดแตกต่างกัน

3.3) อายุของไก่ ไข่ฟักมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อแม่ไก่มีอายุเพิ่มขึ้น เนื่องจากองค์ประกอบภายในไข่ฟักเพิ่มขึ้น เช่น สัดส่วนน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดง ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตและการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของแม่ไก่อายุมากดีกว่าแม่ไก่อายุน้อย

3.4) อุณหภูมิ ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิสูงขึ้น แม่ไก่จะให้ไข่ฟักที่มีขนาดเล็กลงเนื่องจากแม่ไก่เกิดความเครียดและกินอาหารลดลง ถ้าอุณหภูมิต่ำลงแม่ไก่จะให้ไข่มีขนาดใหญ่ขึ้น

3.5) ชนิดของโรงเรือน ไก่ที่เลี้ยงกรงตับจะให้ไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่กว่าไก่ที่เลี้ยงแบบปล่อยพื้น และไก่ที่เลี้ยงบนพื้นแบบยกพื้น (Slat) จะให้ไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่กว่าไก่ที่เลี้ยงบนวัสดุรองพื้น

3.6) อาหารและน้ำ แม่ไก่ที่ได้รับอาหารที่มีโภชนะครบบริบูรณ์และมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการก็จะให้ไข่ฟักที่มีขนาดปกติ แต่ถ้าแม่ไก่ได้รับน้ำไม่เพียงพอหรือการไม่มีน้ำกินจะมีผลทำให้ไข่ฟักมีขนาดเล็กและยังทำให้ผลผลิตไข่ฟักลดลงด้วย

3.7) โรคติดต่อบางโรค เช่น โรคนิวคาสเซิล (Newcastle) และโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Infectious bronchitic) มีผลทำให้ผลผลิตไข่ฟักลดลง ไข่ฟักมีขนาดไข่เล็กลงและมักมีรูปร่างผิดปกติ ไก่ที่เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังแม่ไก่จะให้ไข่ที่มีขนาดเล็กลง

3.8) สารเคมี สารเคมีที่ใช้ในการอบเมล็ดธัญพืช (Grain fumigants) เพื่อรักษาเมล็ดธัญพืช เช่น Ethylene dibromide มีผลทำให้ไก่ไข่ให้ไข่ที่มีขนาดเล็กลงเป็นอย่างมาก

3.9) ลำดับของไข่ในตับไข่ (Clutch order) ลำดับของไข่ในตับไข่จะมีผลต่อน้ำหนักของไข่ คือ ไข่ฟองแรกในตับไข่นั้น ๆ จะมีขนาดใหญ่ที่สุดและขนาดของไข่ฟองถัดไปก็จะมีขนาดเล็กลงตามลำดับ

3.10) อายุของแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรก แม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรกช้าจะให้ไข่ขนาดมาตรฐานได้เร็วกว่าแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรกเร็ว ซึ่งการยืดอายุแม่ไก่ให้ไข่ฟองแรกช้าจะให้ไข่ขนาดใหญ่กว่าแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรกเร็ว

4) อายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์

อายุของฝูงไก่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพการฟักออกเพราะมีความสัมพันธ์กับคุณภาพไข่ฟัก เช่น องค์ประกอบภายในไข่ฟัก น้ำหนักไข่ฟัก คุณภาพเปลือกไข่ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของตัวอ่อน ฝูงไก่อายุน้อยมักพบเปอร์เซ็นต์การฟักออกต่ำเนื่องจากองค์ประกอบกรดไขมันในไข่แดงและความสามารถในการใช้ประโยชน์จากไข่แดงในการพัฒนาของตัวอ่อนได้น้อย นอกจากนี้ฝูงไก่ที่มีอายุมากมักพบเปอร์เซ็นต์การฟักออกต่ำเช่นกันเนื่องจากคุณภาพไข่ฟักลดลง เช่น คุณภาพไข่ขาวลดลง ความหนาเปลือกไข่ลดลง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีอิทธิพลต่อการพัฒนาของตัวอ่อน อัตราการตายของตัวอ่อน ตลอดจนเปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง

อายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ยังมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ ซึ่งในฝูงไก่ผสมพันธุ์พบว่า เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อจะสูงขึ้นเรื่อยๆประมาณร้อยละ 90 ในช่วงการให้ผลผลิตสูงสุด และหลังจากการให้ผลผลิตสูงสุด เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อจะลดลงเรื่อยๆอย่างสม่ำเสมอจนถึงร้อยละ 70 (วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, 2531) อายุฝูงไก่มีอิทธิพลต่อประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ ทั้งนี้อายุฝูงไก่ที่เพิ่มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพระบบสืบพันธุ์ของไก่พ่อแม่พันธุ์ลดลง จากรายงานของ Van de Ven et al. (2012) พบว่า ประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์จะลดลงหลังจากไก่พ่อแม่พันธุ์มีอายุ 45 สัปดาห์ขึ้นไป

อายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์มีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อนในระยะแรก เนื่องจากไข่ฟักแต่ละช่วงอายุมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่แตกต่างกัน โดยปกติแล้วกระบวนการสร้างฟองไข่จะใช้เวลาประมาณ 25 ชั่วโมง ซึ่งการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่ส่วนใหญ่อยู่ในระยะ EG&K10 อย่างไรก็ตาม ไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุมากอาจมีขั้นตอนการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่มากกว่าไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุน้อย เนื่องจากมีความยาวของลำดับไข่ในตับไข่สั้น ฟองไข่ค้างอยู่ที่มดลูกนานในระหว่างกระบวนการสร้างฟองไข่ และอัตราการไหลผ่านของไข่ผ่านท่อนำไข่ช้า ซึ่งใช้ระยะเวลาในการสร้างฟองไข่มากกว่าฝูงไก่ที่มีอายุน้อย โดยปัจจัยดังกล่าวทำให้ตัวอ่อนอาจมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่มากกว่าระยะ EG&K10 (Nasri et al., 2019; Pokhrel et al., 2018)

5) ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการฟักออกของลูกไก่ แต่เนื่องจากปริมาณไข่ฟักและความต้องการลูกไก่อายุ 1 วันค่อนข้างผันแปร โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงฟักไข่ระดับไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ ทำให้โรงฟักมีความจำเป็นที่ต้องเก็บรวบรวมไข่ฟัก 1 ถึง 3 สัปดาห์ ก่อนนำไข่เข้าฟัก เพื่อให้มีจำนวนไข่ฟักเพียงพอต่อความจุของตู้ฟักและเป็นการจัดการฟักไข่ให้เต็มศักยภาพ (Hassan et al., 2005; Kuurman et al., 2002) ดังนั้นไข่ฟักจึงถูกเก็บในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม สำหรับการเก็บไข่ฟักน้อยกว่า 4 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 20 ถึง 25 องศาเซลเซียส ไข่ฟักที่เก็บ 4 ถึง 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 16 ถึง 17 องศาเซลเซียส และไข่ฟักที่เก็บมากกว่า 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 10 ถึง 12 องศาเซลเซียส (Meijerhof, 1994) ในระหว่างการเก็บไข่ฟักต้องควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ที่ร้อยละ 70 ถึง 85

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบเชิงลบต่อคุณภาพไข่ฟักทั้งคุณภาพภายนอกและคุณภาพภายใน (Caglayan, Alasahan, Kirikci & Gunlu, 2009; Chung & Lee, 2014; Menezes, Lima, Medeiros, Oliveira & Evencio-Neto, 2012; Raji, Aliyu, Igwebuike & Chiroma, 2009) ดังนี้

1) น้ำหนักไข่ฟักลดลง เนื่องจากไข่ฟักเกิดการสูญเสียน้ำและสูญเสียก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนเปอร์ซัลไฟล์ออกจากฟองไข่

2) น้ำหนักไข่ขาว ความสูงของไข่ขาว และค่า Haugh unit ลดลง เนื่องจากการระเหยน้ำในไข่ขาวออกจากฟองไข่และน้ำในไข่ขาวบางส่วนเคลื่อนที่ไปยังไข่แดงด้วยแรงดันออสโมซิส ทั้งนี้เมื่อความสูงของไข่ขาวและค่า Haugh unit ลดลงอาจทำให้โครงสร้างของไลโซ-ไซม์และโอโวมิวซินซึ่งเป็นโปรตีนในไข่ขาวมีโอกาสเสื่อมสภาพได้ง่าย โดยส่งผลกระทบเชิงลบต่อกิจกรรมของไลโซไซม์ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันเชื้อแบคทีเรียเข้ามาทำลายตัวอ่อนมีประสิทธิภาพลดลง

3) ไลโซไซม์มีการย่อยโปรตีนไข่ขาวข้นให้เป็นไข่ขาวเหลวและทำให้ไข่ขาวเสื่อมสภาพ ซึ่งอาจส่งผลให้บลาสโทเดิร์มเคลื่อนที่ไปติดเยื่อเปลือกไข่มากขึ้น หรือเชื้อแบคทีเรียสามารถเคลื่อนที่เข้าไปยังไข่แดงและสามารถใช้ประโยชน์สารอาหารจากไข่แดงได้มากขึ้น ทำให้พบอัตราการตายของตัวอ่อนในระยะแรกเพิ่มขึ้น (Khan, Khan, Bukhsh & Amin, 2014)

4) ไข่แดงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น เนื่องจากไข่แดงมีความเข้มข้นและแรงดันออสโมซิสสูงกว่าไข่ขาว ทำให้น้ำในไข่ขาวที่มีความเข้มข้นและแรงดันออสโมซิสต่ำกว่าเคลื่อนที่เข้าไปยังไข่แดง ส่งผลให้โครงสร้างของเยื่อหุ้มไข่แดงมีโอกาสฉีกขาดหรือเสื่อมสภาพ และอาจทำให้เชื้อแบคทีเรียเข้ามาทำลายตัวอ่อนได้

5) ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวเพิ่มขึ้น เนื่องจากไข่ฟักมีการสูญเสียก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในฟองไข่เพิ่มมากขึ้น ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระเหยออกมีปริมาณเท่ากับอากาศโดยรอบ ซึ่งก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในฟองไข่เกิดจากกระบวนการเมตาบอลิซึมของไข่ฟักและจะละลายอยู่ในรูปกรดคาร์บอนิกและเกลือคาร์บอเนต ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวมีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อน เนื่องจากมีอิทธิพลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ การขนส่งสารอาหาร การป้องกันการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย และกระบวนการโซเดียม-โพแทสเซียมปั๊ม ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวเป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อความแข็งแรงของเยื่อหุ้มไข่แดงและดัชนีของไข่แดง โดยปกติหลังจากที่แม่ไก่วางไข่ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวจะอยู่ที่ 7.6 แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บไข่ฟักเพิ่มขึ้นจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงถึง 9.5 ทำให้ไข่ขาวมีสภาพเป็นด่างมากขึ้น เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียและการสังเคราะห์แฟกเจลลาของแบคทีเรีย (Guyot

et al., 2016) ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวที่เหมาะสมในการพัฒนาของตัวอ่อนควรอยู่ที่ 7.9 ถึง 8.5 เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสมต่อความต้องการก๊าซออกซิเจนในการพัฒนาของตัวอ่อนในระยะแรก และความต้องการโปรตีนในระหว่างกระบวนการฟัก (Hurnik, Reinhart & Hurnik, 1978) ค่าความเป็นกรด-ด่างที่มากเกินไปอาจส่งผลกระทบเชิงลบต่อการพัฒนาและการมีชีวิตรอดของตัวอ่อน

6) ความหนืดของไข่ขาวลดลง ซึ่งความหนืดของไข่ขาวสามารถยับยั้งการเคลื่อนที่ของเชื้อแบคทีเรียเข้าไปยังไข่แดง (Maurer, Yohannes, Bondurant, Radmacher & Slonczewski, 2005) ในกรณีความหนืดของไข่ขาวลดลงอาจทำให้เชื้อแบคทีเรียเคลื่อนที่ไปยังไข่แดงได้ง่ายยิ่งขึ้น และสามารถใช้สารอาหารจากไข่แดงในการเจริญเติบโตมากขึ้น ฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียของไข่ขาวสามารถเป็นได้ทั้งการยับยั้งหรือการฆ่าเชื้อแบคทีเรียทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อแบคทีเรียและสภาพแวดล้อมในการเก็บไข่ฟัก

7) ระยะเวลาการเก็บไข่ฟักเพิ่มขึ้นทำให้มีโอกาสเกิดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เนื่องจากนวลไข่ (Cuticle) เสื่อมสภาพ ซึ่งโดยปกตินวลไข่มีอายุ 5 ถึง 7 วัน หลังจากนั้นจะสลายไปตามธรรมชาติ ด้วยเหตุนี้อาจทำให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปทำลายตัวอ่อนได้และทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น (De Reu et al., 2006)

4.2.2 ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการฟักไข่ในระหว่างกระบวนการฟักไข่

1) อุณหภูมิ

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ปีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตัวสัตว์ ขนาดไข่ฟัก ความพรุนของเปลือกไข่ และระยะเวลาในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักไข่ไก่แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ วันที่ 1 ถึง 18 จะใช้อุณหภูมิประมาณ 37.5 ถึง 37.8 องศาเซลเซียส และในวันที่ 19 ถึง 21 จะใช้อุณหภูมิประมาณ 37.2 ถึง 37.5 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในฟองไข่ที่เข้าฟักใหม่จะผันแปรไปตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในตู้ฟัก ในขณะที่ตัวอ่อนภายในฟองไข่ฟักเริ่มมีการพัฒนาและมีการผลิตความร้อนเกิดขึ้นภายในฟองไข่ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟักไม่ให้สูงเกินไป (ประภากร ธาราฉาย, 2560; อรวรรณ ชินราศรี, 2547) จากรายงานของ Willemsen et al. (2010) พบว่าอุณหภูมิในการฟัก 37.6 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ประสิทธิภาพการฟักและน้ำหนักลูกไก่สูงกว่า ($p<0.05$) อุณหภูมิในการฟัก 40.6 องศาเซลเซียส ในขณะที่ Lourens, Brand, Meijerhof and Kemp (2005) พบว่า อุณหภูมิในการฟัก 37.8 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ตัวอ่อนมีการพัฒนาได้ดี เปอร์เซ็นต์การฟักออกสูง และประสิทธิภาพการเลี้ยงดี และการฟักไข่ด้วยอุณหภูมิ 36.7 และ 38.9 องศาเซลเซียส

พบว่า ตัวอ่อนมีการพัฒนาผิดปกติและลูกไก่หลังการฟักออกมีคุณภาพต่ำ ทำให้ประสิทธิภาพการเลี้ยงและคุณภาพซากที่โรงเชือดไม่ดี (Shafey, 2004)

2) ความชื้น

ความชื้นมีผลต่อการเจริญเติบโตของตัวอ่อนและคุณภาพลูกไก่ ซึ่งในกระบวนการฟัก ไข่ฟักจะสูญเสียความชื้นตลอดเวลาในระหว่างการฟัก อัตราการสูญเสียความชื้นประมาณร้อยละ 11 ถึง 13 การสูญเสียความชื้นจะเพิ่มขึ้นในระยะแรกและจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงท้ายของการฟัก โดยทั่วไปในช่วงอายุการฟัก 1 ถึง 18 วัน ไข่ฟักต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 60 แต่ในช่วงอายุการฟัก 19 ถึง 21 วัน ไข่ฟักจะต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 70 ถึง 75 เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเข้าไปในช่องอากาศได้สะดวก และช่วยให้ลูกไก่ขนฟูหลังจากฟักออก (ประภากร ธาราฉาย, 2560; อรวรรณ ชินราศรี, 2547) ความชื้นสัมพัทธ์ที่เหมาะสมในกระบวนการฟักควรอยู่ที่ร้อยละ 40 ถึง 70 โดยความชื้นสัมพัทธ์ประมาณร้อยละ 50 ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักดีที่สุด การฟักไข่ด้วยความชื้นต่ำเกินไปทำให้ลูกไก่ที่ฟักออกมีขนาดและน้ำหนักต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์ ลูกไก่มีภาวะแห้งน้ำและลูกไก่ติดเปลือกไข่ แต่หากการฟักไข่ด้วยความชื้นสูงมากเกินไปทำให้ลูกไก่มีภาวะบวมน้ำ อ่อนแอ ขนไม่ฟู และสะดือปิดไม่สนิท จากรายงานของ Bruzual, Peak, Brake and Peeblest (2000) พบว่า การฟักไข่ด้วยความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 53 ตลอดระยะการฟัก ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกสูงกว่า ($p<0.05$) ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 43 และ 63 ส่วนการฟักไข่ด้วยความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 63 ตลอดระยะการฟัก ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดสูงสุด ($p<0.05$)

3) การหมุนเวียนอากาศภายในตู้ฟัก

ปริมาณอากาศและอัตราการไหลเวียนของอากาศในตู้ฟักจะต้องเหมาะสมปริมาณของอากาศที่แลกเปลี่ยนในตู้ฟักนั้นถูกควบคุมโดยตำแหน่งและขนาดของรูระบายอากาศในตู้ฟัก (ประภากร ธาราฉาย, 2560) การเจริญเติบโตของตัวอ่อนในระหว่างการฟักมีความต้องการใช้ออกซิเจนและขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ความต้องการออกซิเจนและการขับถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการฟัก (อรวรรณ ชินราศรี, 2547) ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่บริสุทธิ์มีค่าประมาณร้อยละ 20 ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 0.4 ถ้าความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 2.0 อาจมีผลทำให้ตัวอ่อนตายได้ ดังนั้นในตู้ฟักไข่จึงควรมีระบบระบายอากาศที่ดีและสามารถระบายอากาศได้อย่างเพียงพอเพื่อให้การฟักไข่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

4) ความถี่ในการกลับไข่

โดยธรรมชาติการฟักไข่ของแม่ไก่จะมีการกลับไข่โดยเฉลี่ยทุก 35 นาที การกลับไข่เป็นสิ่งที่จำเป็นมากสำหรับการฟักไข่ในระยะแรก ดังนั้นอย่างน้อยที่สุดควรมีการกลับไข่วันละ 3 ครั้ง แต่สำหรับตู้ฟักที่มีอุปกรณ์สำหรับกลับไข่อัตโนมัติควรกลับไข่ทุกชั่วโมง (ประภากร ธาราฉาย, 2560) การกลับไข่มีความสำคัญต่อการพัฒนาของเยื่อหุ้มชั้นนอกของตัวอ่อน หากไม่มีการกลับไข่จะทำให้ตัวอ่อนติดกับเยื่อชั้นในเปลือกไข่ ตัวอ่อนผิดท่า การพัฒนาของหลอดเลือดไม่สมบูรณ์ ตัวอ่อนนำไข่ขาวและไข่แดงไปใช้ประโยชน์ได้น้อย การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนลดลงและมีการสะสมของเหลวที่ชั้นใต้ผิวหนังของตัวอ่อน (Deeming, 1989) จากรายงานของ Elibol and Brake (2003) พบว่า ความถี่ในการกลับไข่ 96 ครั้งต่อวัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าความถี่ในการกลับไข่ 24 และ 48 ครั้งต่อวัน ($p<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามในโรงฟักระบบอุตสาหกรรมนิยมใช้ความถี่ในการกลับไข่ 24 ครั้งต่อวัน เนื่องจากความถี่ในการกลับไข่ 96 ครั้งต่อวัน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการฟักมีความแตกต่างกันกับความถี่ในการกลับไข่ 24 ครั้งต่อวันเพียงเล็กน้อย อีกทั้งยังเป็นการประหยัดพลังงานและลดต้นทุนในการผลิตลูกไก่

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

5.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่อประสิทธิภาพการฟัก

5.1.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟัก

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟัก จากรายงานของ Abdel-Halim et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 ถึง 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 ถึง 14 วัน และ 0 ถึง 21 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Fares et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 1 ถึง 4 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 5 ถึง 8 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Gharib (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 10 และ 14 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Alsobayel, Alganad and Alabdullatif (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0, 5 และ 10 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก

15 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Uyanga, Ongbesan, Oke, Abiona and Egbeyale (2020) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0, 4 และ 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 10 วัน ($p<0.05$)

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน ($p<0.05$) เนื่องจากในระหว่างการจัดเก็บไข่ฟักและกระบวนการฟักไข่ ไข่ฟักจะมีการสูญเสียน้ำหนักโดยการระเหยของน้ำภายในฟองไข่ ซึ่งเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักตลอดกระบวนการฟักที่เหมาะสมควรอยู่ที่ร้อยละ 10 ถึง 14 ในกรณีมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักมากเกินไปอาจส่งผลต่อน้ำหนักลูกไก่และคุณภาพลูกไก่หลังการฟักออก เนื่องจากตัวอ่อนเกิดความเครียดระหว่างกระบวนการเมตาลิซึมเพื่อรักษาปริมาณน้ำระเหยออกจากฟองไข่ โดยการดูดซึมน้ำกลับเข้าไปยังหลอดเลือดจากถุงแอนแลนทอยส์ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักในระหว่างกระบวนการฟักมากกว่าร้อยละ 17 ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้น เนื่องจากตัวอ่อนมีความเสี่ยงต่อการแห้งน้ำ (Boleli, Morita, Matos, Thimotheo & Almeida, 2016; Duman & Pekeroolu, 2017; Noiva, Menezes & Peleteiro, 2014; Meijerhof, 2009) ส่วนเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักในระหว่างกระบวนการฟักน้อยกว่าร้อยละ 6.5 ส่งผลให้ช่องอากาศไข่ฟักแคบและทำให้ลูกไก่เจาะเปลือกได้ลำบาก และมีผลกระทบต่อการใช้ปอดในการหายใจกับสภาพแวดล้อมจากภายนอกซึ่งอาจทำให้ตัวอ่อนตายในระยะท้ายเพิ่มขึ้น

การระเหยของน้ำออกจากฟองไข่จะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก อุณหภูมิ ความชื้น การหมุนเวียนอากาศภายในตู้ฟัก การกลับไข่ ความหนาเปลือกไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ฟัก น้ำหนักและขนาดของไข่ฟัก อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของไข่ฟัก และจำนวนรูพรุนของเปลือกไข่ (Gahri, Najafi & Deldar, 2015)

จากรายงานของ Dudusola (2009) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักลดลง เนื่องจากไข่ฟักเกิดการสูญเสียน้ำหนัก ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซไฮโดรเจนเปอร์ซัลไฟล์ออกจากฟองไข่ และการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักในระหว่างการฟักเกิดจากปริมาณของเสียในถุงแอนแลนทอยส์ (Allantois) ลดลง ซึ่งถุงแอนแลนทอยส์ถูกสร้างโดยตัวอ่อน มักพบถุงแอนแลนทอยส์ที่อายุการฟัก 3 วัน โดยทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซกับภายนอกและเก็บของเสียประเภทไนโตรเจนที่จะถูกเปลี่ยนเป็นกรดยูริกที่ไม่ละลายน้ำและตกผลึกอยู่ในถุงแอนแลนทอยส์ และส่วนที่เป็นน้ำจะถูกดูดซึมกลับโดยหลอดเลือด ในกรณีการสูญเสียน้ำหนักออกจากฟองไข่ในกระบวนการฟักอาจเกิดจากความบกพร่องในกระบวนการเก็บของเสียในถุงแอนแลนทอยส์ ซึ่งอาจทำให้ปริมาณน้ำมีการระเหยออกจากฟองไข่

ได้มากขึ้น และน้ำบางส่วนจะถูกดูดซึมกลับเข้าไปยังหลอดเลือดได้น้อยลงซึ่งอาจเป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำหนักไข่ฟักลดลง

5.1.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อน

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมีอิทธิพลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน จากรายงานของ Abdel-Halim et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 ถึง 7 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 ถึง 14 วัน และ 14 ถึง 21 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Gharib (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 10 และ 14 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Elibol and Brake (2008) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 3 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและระยะท้ายต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Khan, Khan, Bukhsh, Abbass and Javed (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0, 2, 3 และ 4 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 6 และ 8 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Kalaba, Abo-Egla and Taman (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 และ 21 วัน ($p<0.05$)

จากรายงานของ Mohammad and Ibrahim (2018) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 และ 8 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 12 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Alsobayel et al. (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 และ 5 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 10 และ 15 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Okur, Eleroglu and Turkoglu (2018) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 2 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและระยะท้ายต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 10 วัน ($p<0.05$)

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่ำกว่า 7 วัน ทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน ($p<0.05$) จากรายงานของ อรวรรณ ชินราศรี (2547) พบว่า อัตราการตายของตัวอ่อนเพิ่มขึ้นมากกว่าปกติหรือระยะวิกฤติของตัวอ่อนแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะวิกฤติครั้งที่ 1 พบในช่วงระยะเวลาการฟัก 2 ถึง 4 วัน เนื่องจากในระหว่างการพัฒนา ตัวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น เป็นระยะที่หัวใจเริ่มทำงาน เริ่มมีการไหลเวียนของโลหิตระหว่างตัวอ่อนกับถุงไข่แดงทำให้ตัวอ่อนมีโอกาสตายได้ง่าย และในช่วงระยะเวลาการฟัก 4 วัน ตัวอ่อนเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากการเผาผลาญโปรตีนและไขมันแทนคาร์โบไฮเดรต ถ้าการเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้ล้มเหลวตัวอ่อนอาจตายได้ เนื่องจากมีการสะสมก๊าซ

คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซแอมโมเนีย และกรดแล็กติกในเลือด ส่วนระยะวิกฤติครั้งที่ 2 พบในช่วงท้ายของการฟักซึ่งมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของตัวอ่อนคือตัวอ่อนมีการเจาะเปลือกไข่และเริ่มหายใจด้วยปอดเป็นครั้งแรกกับสภาพแวดล้อมภายนอก ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้ตัวอ่อนบางตัวไม่สามารถเริ่มพัฒนาตัวเองได้ทันทีหลังจากอุณหภูมิในการฟักปกติหรือมีการพัฒนาได้ช้ากว่าปกติ (Fasenko, Christensen, Wineland & Petitte, 2001; Gharib, 2013) และยังพบว่ากระบวนการเมตาบอลิซึมของตัวอ่อนบางตัวในช่วงท้ายลดลง ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสารอาหารเป็นพลังงานมีประสิทธิภาพลดลง รวมถึงระบบหมุนเวียนในร่างกายของตัวอ่อนเปลี่ยนแปลงส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้ายเพิ่มขึ้น

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อกระบวนการพัฒนาของตัวอ่อนในระหว่างการฟักและการมีชีวิตรอดของตัวอ่อน เนื่องจากความสมดุลของฮอร์โมน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) ฮอร์โมนไทร็อกซิน (T4) และฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาของตัวอ่อนและการมีชีวิตรอดของตัวอ่อน เนื่องจากฮอร์โมนดังกล่าวมีความเกี่ยวข้องกับกระบวนเมตาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตของตัวอ่อน ตัวอ่อนที่มีความทนทานต่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นจะมีปริมาณไกลโคเจนที่สะสมในกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อหัวใจมากกว่าตัวอ่อนที่ตายจากระยะการเก็บไข่ฟักที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นตัวอ่อนที่มีกระบวนการเมตาบอลิซึมคาร์โบไฮเดรตและมีปริมาณไกลโคเจนที่เพียงพอในระหว่างการฟักจะส่งผลกระทบเชิงบวกต่อการพัฒนาและการมีชีวิตรอดของตัวอ่อน (Christensen, Wineland, Fasenko & Donalson, 2001) จากรายงานของ Tona et al. (2004a) พบว่า ระยะการเก็บรักษาไข่ฟัก 3 วัน ส่งผลให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) และอัตราส่วนของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินและฮอร์โมนไทร็อกซินสูงกว่าระยะการเก็บรักษาไข่ฟัก 18 วัน ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) ฮอร์โมนไทร็อกซิน (T4) และอัตราส่วนของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินและฮอร์โมนไทร็อกซินลดลง

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นทำให้จำนวนเซลล์ตัวอ่อนลดลง เนื่องจากเซลล์ตัวอ่อนเกิด apoptotic cell หรือ necrotic cell เพิ่มขึ้น โดยในระหว่างการจัดเก็บไข่ฟัก ถึงแม้ว่าการลดอุณหภูมิในการจัดเก็บไข่ฟักจะหยุดการพัฒนาของตัวอ่อน แต่กิจกรรมการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสยังคงดำเนินต่อไป ทำให้เซลล์ตัวอ่อนเกิด apoptotic cell หรือ necrotic cell จากรายงานของ Hamidu et al. (2011) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ทำให้จำนวนเซลล์ตัวอ่อนเกิด apoptotic cell สูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ($p<0.05$) และระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ทำให้จำนวนเซลล์ตัวอ่อนมีชีวิตต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อจำนวนเซลล์ตัวอ่อนลดลงส่งผลกระทบต่อการใช้ประโยชน์ของก๊าซออกซิเจนใน

กระบวนการเมตาบอลิซึมในการผลิตพลังงานเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้ลดลง อีกทั้งเซลล์ตัวอ่อนใช้พลังงานจากกิจกรรมการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ดังนั้นการผลิตพลังงานไม่เพียงพอต่อความต้องการของตัวอ่อนอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ตัวอ่อนมีอัตราการตายในระยะแรกเพิ่มขึ้น

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลกระทบเชิงลบต่อคุณภาพไข่ฟักทั้งคุณภาพภายนอกและคุณภาพภายใน เช่น น้ำหนักไข่ฟักลดลง น้ำหนักไข่ขาว ความสูงของไข่ขาว และค่า Haugh unit ลดลง ไลโซไซม์มีการย่อยโปรตีนไข่ขาวข้นให้เป็นไข่ขาวเหลว ไข่แดงมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาว ความหนืดของไข่ขาวลดลง และนวลไข่เสื่อมสภาพ

5.1.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออก ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน ส่งผลให้คุณภาพไข่ฟักมีการเปลี่ยนแปลงและมีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง จากรายงานของ Abdel-Halim et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 และ 21 วัน ($p<0.05$) และรายงานของ Elibol and Brake (2008) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 3 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Fares et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 1 ถึง 4 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 5 ถึง 8 วัน ($p<0.05$)

จากรายงานของ Gharib (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อและไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 10 และ 14 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Khan et al. (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0, 2 และ 3 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อและไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4, 6 และ 8 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Kalaba et al. (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 และ 21 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Kop-Bozbay (2019) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ($p<0.05$)

จากรายงานของ Ayeni, Agbede, Igbasan, Onibi and Adegbenro (2020) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 1 และ 4 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟัก

ทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 10 และ 13 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Alsobayel et al. (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 และ 5 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 10 และ 15 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Nasri, Brand, Najjar and Bouzouaia (2020) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 5 วัน ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 19 วัน ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 12 วัน ($p>0.05$)

5.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่อคุณภาพลูกไก่

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมีอิทธิพลต่อคุณภาพลูกไก่ จากรายงานของ Gharib (2013) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้คุณภาพลูกไก่เกรดเอ น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและความยาวของลูกไก่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 10 และ 14 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Hamidu et al. (2011) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Goliomytis et al. (2015) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 วัน ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและความยาวของลูกไก่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ($p<0.05$) และจากรายงานของ Boerjan (2006) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้การประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยคะแนน Pasgar score ลดลง

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นทำให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและความยาวของลูกไก่ลดลง เนื่องจากในระหว่างกระบวนการฟักตัวอ่อนที่มีการพัฒนาจะมีค่าพารามิเตอร์ทางสรีรวิทยา ได้แก่ การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การผลิตความร้อน กระบวนการเมตาบอลิซึม และการสร้างความสมดุลของฮอร์โมนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) ฮอร์โมนไทร็อกซิน (T4) อัตราส่วนของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินและฮอร์โมนไทร็อกซิน และฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาของตัวอ่อน การมีชีวิตรอดของตัวอ่อน และมีผลต่อคุณภาพลูกไก่หลังจากการฟักออก จากรายงานของ Tona et al. (2004a) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 3 วัน ส่งผลให้ความเข้มข้นของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) และอัตราส่วนของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินและฮอร์โมนไทร็อกซินสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 18 วัน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้คะแนนคุณภาพลูกไก่สูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 18 วัน

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ตัวอ่อนใช้ประโยชน์แคลเซียมจากไข่แดงและเปลือกไข่ในการพัฒนาระบบโครงร่างได้ลดลง ซึ่งระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ไข่แดงเสื่อมสภาพ ทำให้ตัวอ่อนจะใช้แคลเซียมจากไข่แดงโดยการขนส่งแบบใช้พลังงาน

ได้น้อยอีกทั้งระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลให้ตัวอ่อนมีการพัฒนา Chorioallantoic Membrane (CAM) ได้ช้า ซึ่งเยื่อหุ้ม Chorioallantoic ทำหน้าที่ขนส่งสารอาหารและแลกเปลี่ยนก๊าซให้กับตัวอ่อน ในกรณีที่เยื่อหุ้ม Chorioallantoic มีการพัฒนาช้าทำให้การลำเลียงแคลเซียมจากเปลือกไข่เพื่อการพัฒนาระบบโครงร่างของตัวอ่อนมีประสิทธิภาพลดลง

5.3 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อประสิทธิภาพการฟัก

5.3.1 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

อายุของไก่พ่อแม่พันธุ์และขนาดไข่ฟักมีความสัมพันธ์กัน โดยไก่พ่อแม่พันธุ์อายุมากจะผลิตไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่กว่าไก่พ่อแม่พันธุ์อายุน้อย (Lourens et al., 2006) จากรายงานของ Alsobayel et al. (2013) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 50 ถึง 55 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 ถึง 35 สัปดาห์ และ 40 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) เช่นเดียวกันกับรายงานของ Iqbal et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 60 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 และ 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Peebles et al. (2000) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 47 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26, 31, 35 และ 41 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Tercic and Pestotnik (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 65 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 24 สัปดาห์ ($p<0.05$)

จากรายงานของ Tona et al. (2004b) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 45 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 35 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Nowaczewski, Babuszkiewicz and Kaczmarek (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 46 ถึง 64 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Hamidu, Torres, Jonhson-Dahl and Korver (2018) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 46 ถึง 55 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$)

จากรายงานของ อรวรรณ ชินราศรี (2547) พบว่า สายพันธุ์ไก่ คุณสมบัติเฉพาะตัวของไก่ อายุฝูงไก่ สภาพแวดล้อม ชนิดของโรงเรือน อาหาร น้ำ โรคติดต่อบางชนิด สารเคมีที่ใช้ในการอบเมล็ด ลำดับของไข่ในตับไข่ และอายุของแม่ไก่ที่ให้ไข่ฟองแรก เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อขนาดของไข่ฟัก

5.3.2 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟักไข่

อายุของฝูงไก่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและระหว่างการฟัก จากการรายงานของ Abudabos (2010) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์รอสอายุ 32 และ 36 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 26 และ 44 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Iqbal et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 และ 45 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 60 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Zakaria et al. (2009) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 42 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักสูงกว่า ($p<0.05$) ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 67 สัปดาห์

อายุของฝูงไก่มีอิทธิพลต่อขนาดไข่ฟักซึ่งขนาดไข่ฟักจะเพิ่มขึ้นตามอายุ ไข่ฟักจากไก่อายุมากมีปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบภายในไข่ฟักมากกว่าไข่ฟักจากไก่อายุน้อยและปานกลาง ไข่ฟักจากไก่อายุน้อยและปานกลางมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักมากกว่าไข่ฟักจากไก่อายุมาก (Jabbar, Hameed, Riaz & Ditta, 2018; Stepinka, Mroz, Krawczyk, Otowski & Gorska, 2017)

นอกจากนี้ยังมีปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟัก ได้แก่ 1) คุณลักษณะของไข่ฟัก เช่น ความหนาของเปลือกไข่ เยื่อหุ้มเปลือกไข่ ดัชนีรูปร่างไข่ฟัก น้ำหนักไข่ฟัก จำนวนรูพรุนของเปลือกไข่ คุณภาพเปลือกไข่ และอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตร และ 2) สภาพแวดล้อมภายในตู้ฟัก เช่น อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ การหมุนเวียนอากาศภายในตู้ฟัก และการกลับไข่ (Gahri et al., 2015) อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของไข่ฟักเป็นอีกปัจจัยที่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟัก ซึ่งอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของไข่ฟักสูงแสดงว่าไข่ฟักมีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารอาหาร และการขับถ่ายของเสียได้ดีกว่าอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรน้อย (Iqbal, 2015) ไข่ฟักจากไก่อายุมากจะมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรน้อยกว่าไข่ฟักจากไก่อายุน้อยและปานกลาง ดังนั้นจึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักน้อยกว่า จากรายงานของ Iqbal et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูญเสียไข่ฟักต่ำกว่าไข่ฟักที่มีขนาดกลางและขนาดเล็ก ($p<0.05$) เนื่องจากไข่ฟักขนาดเล็กมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูงกว่าไข่ฟักขนาดใหญ่

5.3.3 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด

อายุของฝูงไก่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด จากรายงานของ Jabbar and Yousaf (2017) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่-พันธุ์อายุ 32 ถึง 50 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 24 ถึง 31 สัปดาห์ และ 50 สัปดาห์ขึ้นไป ($p<0.05$) ในขณะที่ Abudabos (2010) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์รอสอายุ 32 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 26 สัปดาห์ และไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์รอสอายุ 36 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Iqbal et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 และ 45 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 60 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Reijrink, Van der Pol, Molenaar and Van den Brand (2018) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

จากรายงานของ Rifkhan et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 36 ถึง 45 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อและจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 ถึง 35 สัปดาห์ และ 46 ถึง 65 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Zakaria et al. (2009) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 42 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 67 สัปดาห์ ($p<0.05$) เช่นเดียวกันกับรายงานของ Zakaria et al. (2005) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 34 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อและเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่มีเชื้อสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 59 สัปดาห์ ($p<0.05$)

5.3.4 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่ออัตราการตายของตัวอ่อน

อายุของฝูงไก่ยังมีอิทธิพลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน จากรายงานของ Abudabos (2010) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 44 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนในระยะกลางสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 26 สัปดาห์ และไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์รอสอายุ 32 และ 36 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Jabbar and Yousaf (2017) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 50 สัปดาห์ขึ้นไป ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่-พันธุ์อายุ 24 ถึง 50 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Rifkhan et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่-พันธุ์อายุ 46 ถึง 65 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางและระยะท้ายสูงกว่าไข่ฟัก

จากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 36 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Zakaria et al. (2009) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 67 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและระยะท้ายสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 42 สัปดาห์ ($p<0.05$)

จากรายงานของ Okur et al. (2018) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 55 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกสูงกว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 32 สัปดาห์ ($p<0.05$) แต่อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางและระยะท้ายไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่ Ozlu, Ucar, Banwell and Elibol (2019) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 35 สัปดาห์ ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกและระยะท้ายสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 28 สัปดาห์ ($p<0.05$) แต่อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

5.4 ผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อคุณภาพลูกไก่

อายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์มีอิทธิพลต่อคุณภาพลูกไก่ ซึ่งไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมาก ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและความยาวลูกไก่เพิ่มสูงขึ้น จากรายงานของ Abudabos (2010) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 44 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์คอบบ์อายุ 26 สัปดาห์ และไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์สายพันธุ์รอสอายุ 32 และ 36 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Rifkjan et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 46 ถึง 65 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและความยาวลูกไก่สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 ถึง 35 สัปดาห์ และ 36 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Iqbal et al. (2016) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 45 และ 60 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่ทั้งตัวผู้และตัวเมียสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 สัปดาห์ ($p<0.05$) ในขณะที่ Mohammed and Ali (2019) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 50 สัปดาห์ ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 35 สัปดาห์ ($p<0.05$) และจากรายงานของ Hamidu et al. (2018) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 35 ถึง 55 สัปดาห์ ส่งผลให้ความยาวลูกไก่สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 26 ถึง 34 สัปดาห์ ($p<0.05$)

ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 50 ถึง 60 สัปดาห์ ส่งผลให้เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่เมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 30 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$) (Alsobayel, Almarshade & Albadry, 2012; Iqbal, 2015) และจากรายงานของ Boerjan (2006) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 35 สัปดาห์ มีคะแนน Pasgar score สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 45 สัปดาห์ จากการศึกษาผลของอายุฝูงไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อคุณภาพลูกไก่ พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุ 46 สัปดาห์ขึ้นไป ส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดและขนาดความยาวลูกไก่สูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุน้อยกว่า 28 สัปดาห์ และอายุ 30 ถึง 45 สัปดาห์ ($p<0.05$)

เนื่องจากอายุฝูงไก่มีผลต่อน้ำหนักไข่ฟัก น้ำหนักตัวอ่อน และน้ำหนักอวัยวะของตัวอ่อนที่แตกต่างกัน จากรายงานของ Christensen et al. (2001) พบว่า น้ำหนักไข่ฟักและระยะเวลาการฟักมีอิทธิพลมากที่สุดต่อน้ำหนักลูกไก่หลังการฟักออก เนื่องจากไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่มีปริมาณสารอาหารมากกว่าไข่ฟักที่มีขนาดเล็ก ด้วยเหตุนี้ในกระบวนการพัฒนาตัวอ่อน ตัวอ่อนมีการใช้ประโยชน์สารอาหารในไข่ฟักที่มีขนาดใหญ่ได้มากกว่าไข่ฟักขนาดเล็กส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดสูงกว่าไข่ฟักที่มีขนาดเล็ก (Williams, 1994)

จากรายงานของ Hill (2001) พบว่า ความยาวของลูกไก่มีความสัมพันธ์กับอายุฝูงไก่ โดยอายุฝูงไก่ที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความยาวของลูกไก่เพิ่มขึ้น ซึ่งปัจจัยที่สำคัญที่ส่งผลต่อความยาวของลูกไก่ ได้แก่ ระดับฮอร์โมน ระดับค่าเคมีในเลือด ความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอยด์และฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ และกระบวนการเมตาบอลิซึม (Decuypere & Bruggeman, 2007) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อนในระหว่างการฟัก ลูกไก่ที่มีขนาดความยาวเพิ่มขึ้นแสดงว่ามีการพัฒนาในระหว่างการฟักได้ดี

การประเมินคุณภาพลูกไก่สามารถแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ วิธีการประเมินคุณภาพลูกไก่เชิงคุณภาพ เช่น การให้คะแนนด้วยสายตา การประเมินสีขน การประเมินลักษณะสะดือ และการตอบสนองของลูกไก่ ส่วนการประเมินคุณภาพลูกไก่เชิงปริมาณ เช่น น้ำหนักลูกไก่ ความยาวลูกไก่ มวลกายที่ไม่รวมไข่แดง และคะแนน Pasgar Score (Decuypere & Bruggeman, 2007) การประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยวิธี Pasgar Score ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อประเมินคุณภาพลูกไก่อายุ 1 วัน จากรายงานของ Boerjan (2006) พบว่า การประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยวิธี Pasgar score มีทั้งหมด 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ 1) การตอบสนองของลูกไก่ 2) สะดือลูกไก่ 3) ขาลูกไก่ 4) จงอยปากลูกไก่ และ 5) ท้องลูกไก่ การให้คะแนนเริ่มต้นลูกไก่จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน แต่เมื่อพบความผิดปกติตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้านจะทำการตัดคะแนนด้านละ 1 คะแนน ทั้งนี้ลูกไก่ที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจัดเป็นลูกไก่คุณภาพดี

ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุมากมีคะแนน Pasgar score ต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุน้อย เนื่องจากไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุมากมีคุณภาพไข่ขาวต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุน้อย ทำให้ลูกไก่ที่ฟักออกส่วนใหญ่พบความผิดปกติที่สะดือและจงอยปาก นอกจากนี้อุณหภูมิในการฟักสูงอีกทั้งตัวอ่อนจากไข่ฟักขนาดใหญ่มีการผลิตความร้อนเพิ่มขึ้นอาจทำให้ตัวอ่อนเกิดความเครียดจากความร้อน และส่งผลกระทบต่อการดูดซึมไข่แดงไปใช้ประโยชน์ได้น้อย และทำให้ลูกไก่หลังการฟักออกสะดือดำสูง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุมากมีคะแนน Pasgar score ลดลง (Boerjan, 2006)

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่ มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง จัดการทดลองแบบ 4 × 3 แฟคทอเรียล ใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในกลุ่ม โดยใช้โรงเรือนเลี้ยงไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อจำนวน 2 โรงเรือน (บล็อก) โดยมีปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 2 ปัจจัย คือ

ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (S, Stock periods) มี 4 ระดับ ได้แก่

S1: ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน

S2: ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน

S3: ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 วัน

S4: ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน

ปัจจัยที่ 2 อายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (A, Broiler grandparent stock age) มี 3 ระดับ ได้แก่

A1: ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์

A2: ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์

A3: ไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์

หน่วยทดลอง คือ ไข่ฟักทดลองจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์ COBB จำนวน 6,048 ฟองต่อโรงเรือน โดยมีจำนวนทรีตเมนต์ผสมทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ผสม แต่ละทรีตเมนต์ผสมมี 3 ซ้ำๆละ 168 ฟอง ซึ่งไข่ฟักทดลองจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อเป็นฝูงเดียวกันและถูกเลี้ยงด้วยโรงเรือนระบบปิด มีอัตราส่วนไก่เพศผู้ต่อไก่เพศเมีย 1 ต่อ 10 มีน้ำให้ไก่กินตลอดเวลา อาหารที่ใช้เลี้ยงมีโปรตีน 15 เปอร์เซ็นต์ พลังงานที่ใช้ประโยชน์ได้ 2,800 กิโลแคลอรีต่อกิโลกรัม ให้อาหารครั้งเดียวคือ เวลา 05.00 น. การจัดการให้แสงสว่าง 15 ชั่วโมงต่อวัน ความเข้มแสงมากกว่า 40 ลักซ์ และมีการจัดการสภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนเหมือนกัน

2. วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานทดลอง

2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานทดลอง

2.1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการคัดคุณภาพและการเก็บไข่ฟัก

1) ถาดไข่ฟักขนาดบรรจุ 42 ฟองต่อถาด
2) ตะกร้าไข่ฟัก
3) พาเลทใส่ไข่ฟัก
4) รถแฮนด์ลิฟท์
5) ถาดไข่กระดาษขนาดบรรจุ 30 ฟองต่อถาด
6) ห้องเย็นเก็บไข่ฟักขนาด 46.2 ตารางเมตร
7) ถุงมือแพทย์
8) หมวกคลุมผม
9) ผ้าปิดจมูก
10) เสื้อกันความเย็นแบบมีฉนวน
11) รองเท้าบู๊ท
12) ป้ายชี้บ่งไข่ฟัก
13) ปากกาเคมีสีน้ำเงินและสีแดง

2.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการฟักไข่

1) รถตู้ฟักขนาดบรรจุ 5,040 ฟองต่อคัน
2) เหล็กชักถาดไข่ฟัก
3) ตู้ฟักยี่ห้อ JAMEWAY ขนาดบรรจุ 60,480 ฟองต่อตู้
4) ชุดพัดลม ECU ควบคุมระบบน้ำร้อนและน้ำเย็นภายในตู้ฟัก

2.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการย้ายไข่เข้าตู้เกิด

1) โต๊ะส่องไข่ลม
2) ถังใส่น้ำยาฆ่าเชื้อและน้ำยาฆ่าเชื้อ (จีพีซี 8)
3) ถุงดำขนาด 28 × 36 นิ้ว
4) เหล็กชักถาด
5) ฟองน้ำ
6) พาเลทใส่ไข่ลม
7) ถาดไข่กระดาษขนาดบรรจุ 30 ฟองต่อถาด

8) ไม้กวาดและไม้ถูพื้นสำหรับทำความสะอาด

9) รองเท้าบู๊ทและถุงมือแพทย์

10) หน้ากากอนามัยและหมวกคลุมผม

2.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในตู้เกิด

1) ตู้เกิดยี่ห้อ JAMEWAY ขนาดบรรจุ 30,240 ฟองต่อตู้

2) รถตู้เกิด 6 คันต่อตู้เกิด

3) ชุดพัดลม ECU ควบคุมระบบน้ำร้อนและน้ำเย็นภายในตู้เกิด

4) ถาดตู้เกิดขนาดบรรจุ 168 ฟองต่อถาด

2.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกลูกไก่

1) โต๊ะคัดคุณภาพลูกไก่

2) ถาดพลาสติกใส่ลูกไก่

3) รถตั้งกล่องลูกไก่

4) ป้ายชี้บ่งลูกไก่

5) ปากกาเคมีสีแดงและสีน้ำเงิน

6) ถุงมือแพทย์

7) หน้ากากอนามัยและหมวกคลุมผม

8) รองเท้าบู๊ท

9) ถังพลาสติกใส่น้ำยาฆ่าเชื้อและน้ำยาฆ่าเชื้อ (จีพีซี 8)

10) ถุงดำขนาด 28x36 นิ้ว

11) ถังพลาสติกใส่เปลือกไข่ขนาด 200 ลิตร

12) ขวดสเปรย์แอลกอฮอล์

13) ถาดไข่กระดาษขนาดบรรจุ 30 ฟอง

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

2.2.1 คอมพิวเตอร์

2.2.2 สมุดจดบันทึก

2.2.3 กล้องดิจิตอล

2.2.4 ปากกาเคมี

2.2.5 ดินสอ ยางลบ

3. การดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการจัดการไข่ฟักก่อนการจัดเก็บไข่ฟัก

3.1.1 การตรวจรับไข่ฟักและการฆ่าเชื้อไข่ฟัก

ทำการตรวจรับไข่ฟักโดยทำการตรวจสอบจำนวนไข่ฟัก และบันทึกจำนวนไข่ฟักในรายงานตรวจรับไข่ฟัก จากนั้นวางถาดไข่ฟักซ้อนกันไม่เกิน 10 ถาด เก็บไว้ในห้องรับไข่ โดยทำการแยกฟาร์ม ฝูง โรงเรือน วันที่ผลิต จากนั้นทำการฆ่าเชื้อไข่ฟักด้วยวิธีการสเปรย์เป็นระยะเวลา 15 นาที และหลังจากสเปรย์ฆ่าเชื้อไข่ฟักแล้วนำเข้าเก็บในห้องคัดคุณภาพไข่ฟัก ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิ 15 ถึง 18 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 85

3.1.2 การคัดคุณภาพไข่ฟักและการชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลอง

ทำการคัดคุณภาพไข่ฟักตามมาตรฐานของไข่ฟัก โดยไข่ฟักที่ได้มาตรฐานต้องมีน้ำหนักไข่ตั้งแต่ 48 กรัมขึ้นไป มีรูปร่างและขนาดปกติ ผิวเปลือกไข่เนียนเรียบ ไม่มีรอยร้าวหรือสิ่งสกปรก ในการทดลองใช้ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30, 40 และ 50 สัปดาห์จากฝูงเดียวกันจำนวน 2 โรงเรือน ในการทดลองแต่ละอายุจะใช้ไข่ฟักทดลองทั้งหมด 2,016 ฟองต่อโรงเรือนทำการติดหมายเลขไข่ฟักทดลองและชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองทุกฟอง และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

3.1.3 การเซตไข่ฟักทดลอง

หลังจากการชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองครบทุกฟอง จากนั้นทำการเซตไข่ฟักทดลองขึ้นรถตู้ฟัก โดยไข่ฟักทดลองจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อแต่ละอายุจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ช่วงระยะเวลาการเก็บไข่ฟัก คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน

3.2 ขั้นตอนการจัดการไข่ฟักทดลองก่อนนำเข้าฟัก

3.2.1 การจัดเก็บไข่ฟักทดลอง

หลังจากทำการเซตไข่ฟักทดลองขึ้นรถตู้ฟักเสร็จเรียบร้อยแล้ว นำรถตู้ฟักไข่ฟักทดลองจัดเก็บไว้ในห้องเย็น 4 ช่วงระยะเวลาการเก็บ คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน โดยมีการควบคุมอุณหภูมิห้องเย็นอยู่ที่ 13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70 ถึง 85 จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองทุกฟองอีกครั้งเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักครบ 7, 14, 21 และ 28 วัน และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟัก

3.2.2 การอุ่นไข่ฟัก

ก่อนการนำไข่ฟักทดลองเข้าห้องอุ่นไข่ฟัก ทำการ Start Profile และวอร์มห้องอุ่นไข่ฟักอย่างน้อย 1 ชั่วโมง จากนั้นนำรถตู้ฟักเข้าห้องอุ่นไข่ฟักโดยทำการอุ่นไข่ฟักนาน 8 ชั่วโมง ซึ่งอุณหภูมิในการอุ่นไข่ฟักจะสูงขึ้นจาก 59 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 72.5 องศาฟาเรนไฮต์ จากนั้นนำรถตู้ฟักเข้าอุ่นไข่ฟักต่อในตู้ฟักโดยทำการอุ่นไข่ฟักนาน 16 ชั่วโมง ซึ่งอุณหภูมิในการอุ่นไข่ฟักจะสูงขึ้นจาก 73.4 องศาฟาเรนไฮต์ เป็น 100.4 องศาฟาเรนไฮต์

3.3 ขั้นตอนการจัดการฟักไข่ทดลอง

3.3.1 การนำไข่ทดลองเข้าฟัก

หลังจากนำไข่ฟักเข้าอุ่นครบ 24 ชั่วโมงแล้ว จากนั้นทำการ Start Profile ตู้ฟักและทำการวอร์มตู้ฟักอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนนำไข่ฟักเข้าตู้ฟัก โดยไข่ฟักทั้งหมดจะเข้าฟักในตู้ฟักเป็นระยะเวลา 18 วัน โดยอุณหภูมิในการฟักไข่ในตู้ฟักเริ่มต้นที่ 100.4 องศาฟาเรนไฮต์ และอุณหภูมิจะลดลงเรื่อยๆจนถึง 97.8 องศาฟาเรนไฮต์ที่อายุการฟัก 18 วัน และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 40 ถึง 70 (ตารางที่ 3.1)

3.3.2 การส่องไข่ฟักและการย้ายไข่ฟัก

ทำการส่องไข่ฟักและย้ายไข่ฟักเข้าตู้เกิดเมื่อไข่ฟักมีอายุการฟัก 19 วัน โดยก่อนการย้ายไข่ฟักทดลองจะทำการชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองทุกฟอง และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก จากนั้นนำไข่ฟักทดลองแต่ละซ้ำวางบนโต๊ะส่องไข่เพื่อแยกไข่ฟักไม่มีเชื้อ ไข่เน่า และไข่เสียหายออก โดยไข่ฟักไม่มีเชื้อจะมีลักษณะโปร่งแสงมองเห็นเป็นสีแดง ส่วนไข่ฟักที่มีเชื้อจะมีลักษณะทึบแสง จากนั้นทำการบันทึกจำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อ จำนวนไข่เสียหาย จำนวนไข่เน่า ลงในแบบฟอร์มบันทึกจำนวนลูกไก่ฟักออกทั้งหมด เมื่อทำการย้ายไข่ฟักมีเชื้อใส่ถาดตู้เกิดเสร็จแล้วนำไข่ฟักย้ายเข้าตู้เกิดเป็นระยะเวลา 3 วัน ส่วนไข่ฟักไม่มีเชื้อจะนำไปวิเคราะห์หาจำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อจริงและจำนวนการตายของตัวอ่อนในแต่ละระยะโดยวิธี Breakout analysis (Elanco, 2015)

3.3.3 การนำไข่ฟักทดลองเข้าตู้เกิด

ทำการ Start Profile ตู้เกิด และทำการวอร์มตู้เกิดก่อนการย้ายไข่อย่างน้อย 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไข่ฟักเข้าตู้เกิดโดยไข่ฟักทั้งหมดจะเข้าฟักในตู้เกิดเป็นระยะเวลา 3 วัน โดยอุณหภูมิในตู้เกิดจะเริ่มต้นที่ 97.8 องศาฟาเรนไฮต์ และจะลดลงเรื่อยๆจนถึง 96.5 องศาฟาเรนไฮต์ ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 42 ถึง 55 (ตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 โปรไฟล์ตู้ฟักและตู้เกิดที่ใช้ฟักไข่ทดลอง

โปรไฟล์ตู้ฟัก			โปรไฟล์ตู้เกิด		
อายุฟัก (วัน)	อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)	อายุฟัก (วัน)	อุณหภูมิ (องศาฟาเรนไฮต์)	ความชื้นสัมพัทธ์ (ร้อยละ)
0.00	100.4	70	19.00	97.8	42
1.00	100.4	65	19.50	97.8	45
2.00	100.3	65	19.80	97.8	50
3.00	100.2	60	20.00	97.8	55
4.00	100.1	60	20.10	97.7	55
5.00	100.0	55	20.20	97.7	55
6.00	100.0	55	20.30	97.5	55
7.00	99.9	50	20.40	97.5	55
8.00	99.7	50	20.50	97.5	55
9.00	99.6	45	20.60	97.3	55
10.00	99.4	40	20.70	97.2	55
11.00	99.1	40	20.80	97.0	55
12.00	99.0	40	20.90	97.0	55
13.00	98.8	40	21.00	96.8	55
14.00	98.5	40	21.05	96.5	55
15.00	98.3	40	21.10	96.5	55
16.00	98.0	40	21.15	96.5	55
17.00	97.9	40	21.20	96.5	55
18.00	97.8	40	21.25	96.5	55

ที่มา: โรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรี. (2560).

หมายเหตุ อายุฟัก 0.05 วัน หมายถึง อายุการฟัก 1 ชั่วโมง 12 นาที

3.3.4 การตรวจสอบการฟักออกของลูกไก่ที่อายุการฟัก 21 วัน

ทำการตรวจสอบการฟักออกของลูกไก่ก่อนการคัดคุณภาพ โดยลูกไก่ที่สามารถนำมาคัดคุณภาพได้ต้องขนแห้งมากกว่าร้อยละ 95 จากนั้นดึงรถตู้เกิดทีละคันมายังห้องคัดคุณภาพลูกไก่

3.4 ขั้นตอนการจัดการหลังลูกไก่ฟักออก

3.4.1 การออกลูกไก่

ทำการดึงรถตู้เกิดทีละคันออกจากตู้เกิด จากนั้นนำรถตู้เกิดมายังห้องคัดคุณภาพลูกไก่และทำการนับลูกไก่ในแต่ละซ้ำใส่กล่องพลาสติกกล่องละ 80 ตัว ติดป้ายทรีตเมนต์ผสมและซ้ำในการทดลอง จากนั้นทำการเก็บไข่ตายโคมทุกฟองในแต่ละซ้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนการตายของตัวอ่อนในแต่ละระยะโดยวิธี Break out analysis (Elanco, 2015)

3.4.2 การจัดเก็บลูกไก่ในห้องออกลูกไก่

ลูกไก่หลังจากการคัดคุณภาพจะถูกนำมาเก็บไว้ที่ห้องออกลูกไก่ซึ่งมีการควบคุมอุณหภูมิห้องอยู่ที่ 26 องศาเซลเซียส จากนั้นทำการสุ่มลูกไก่ในแต่ละซ้ำ ซ้ำละ 30 ตัว เพื่อเก็บข้อมูลด้านคุณภาพลูกไก่ ได้แก่ น้ำหนักลูกไก่แรกเกิด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก ความยาวลูกไก่เฉลี่ย และการประเมินคุณภาพลูกไก่แรกเกิดด้วยคะแนน Pasgar Score 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ การตรวจเช็คการตอบสนองของลูกไก่ การตรวจเช็คสะดือลูกไก่ การตรวจเช็คขาลูกไก่ การตรวจเช็คจงอยปากลูกไก่ และการตรวจเช็คท้องลูกไก่

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 บันทึกน้ำหนักไข่ฟักทดลองก่อนเข้าฟัก

หลังจากคัดคุณภาพไข่ฟักเสร็จ จากนั้นติดหมายเลขไข่ฟักทดลองและทำการชั่งน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักในแต่ละอายุทุกฟองทั้ง 2 โรงเรือน โรงเรือนละ 2,016 ฟอง จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักเฉลี่ย (กรัม)} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักทั้งหมด (กรัม)}}{\text{จำนวนไข่ฟักก่อนเข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}}$$

4.2 บันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟัก

4.2.1 บันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการจัดเก็บรักษาไข่ฟัก

ทำการชั่งไข่ฟักทดลองในแต่ละอายุทุกฟองเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักครบ 7, 14, 21 และ 28 วัน จากนั้นบันทึกข้อมูลน้ำหนักไข่ฟักลงในแบบฟอร์มบันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟัก และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

น้ำหนักไข่ฟักสูญเสียระหว่างการเก็บ (กรัม) = น้ำหนักไข่ฟักก่อนการจัดเก็บ – น้ำหนักไข่ฟักหลังการจัดเก็บ 7, 14, 21 และ 28 วัน

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บ (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ฟักสูญเสียระหว่างการเก็บ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม)}} \times 100$$

4.2.2 บันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก

ก่อนการส่องไข่ฟักและการย้ายไข่ฟักเข้าตู้เกิดที่อายุการฟัก 19 วัน ทำการชั่งไข่ฟักทดลองในแต่ละอายุทุกฟอง จากนั้นบันทึกข้อมูลน้ำหนักไข่ฟักลงในแบบฟอร์มบันทึกการสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

น้ำหนักไข่ฟักสูญเสียระหว่างการฟัก (กรัม) = น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก – น้ำหนักไข่ฟักก่อนการย้ายไข่ฟักที่อายุการฟัก 19 วัน

$$\text{การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักไข่ฟักสูญเสียระหว่างการฟัก (กรัม)}}{\text{น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม)}} \times 100$$

4.3 บันทึกจำนวนไข่ฟักมีเชื้อ

ในระหว่างการส่องไข่ฟักและการย้ายไข่ฟักที่อายุการฟัก 19 วันเข้าตู้เกิด ทำการเก็บข้อมูลไข่ฟักมีเชื้อในแต่ละช่วงอายุ จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกจำนวนไข่ฟักมีเชื้อ และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ} = \frac{\text{จำนวนไข่ฟักมีเชื้อทั้งหมด (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่ฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

4.4 บันทึกจำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อ

ในระหว่างการส่องไข่ฟักและการย้ายไข่ฟักที่อายุการฟัก 19 วันเข้าตู้เกิด ทำการเก็บข้อมูลไข่ฟักไม่มีเชื้อในแต่ละช่วงอายุ จากนั้นทำการ Breakout Analysis ไข่ฟักไม่มีเชื้อเพื่อวิเคราะห์หาจำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อจริง และบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกจำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อ และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ} = \frac{\text{จำนวนไข่ฟักไม่มีเชื้อทั้งหมด (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่ฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

4.5 บันทึกจำนวนลูกไก่ฟักออก

ในระหว่างการคัดคุณภาพลูกไก่ที่อายุการฟัก 21 วัน ทำการเก็บข้อมูลจำนวนลูกไก่ฟักออกในแต่ละอายุ โดยการนับลงกล่องใส่ลูกไก่ทีละ 5 ตัว จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดบันทึกลงในแบบฟอร์มบันทึกจำนวนลูกไก่ฟักออก เพื่อคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{เปอร์เซ็นต์ฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด} = \frac{\text{จำนวนลูกไก่ฟักออกทั้งหมด (ตัว)}}{\text{จำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

4.6 บันทึกจำนวนการตายของตัวอ่อน

นำไข่ฟักไม่มีเชื้อและไข่ตายโคมในแต่ละอายุมาวิเคราะห์หาจำนวนการตายของตัวอ่อนในแต่ละระยะ ด้วยวิธีการ Breakout Analysis ได้แก่ จำนวนตัวอ่อนที่ตายทั้งหมด (1 ถึง 21 วัน) จำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะแรกของการฟัก (1 ถึง 7 วัน) จำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะกลางของการฟัก (8 ถึง 15 วัน) และจำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะท้ายของการฟัก (16 ถึง 21 วัน) จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกจำนวนการตายของตัวอ่อน และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{อัตราการตายระยะแรก (1 ถึง 7 วัน)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะแรกของการฟัก (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

$$\text{อัตราการตายระยะกลาง (8 ถึง 15 วัน)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะกลางของการฟัก (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

$$\text{อัตราการตายระยะท้าย (16 ถึง 21 วัน)} = \frac{\text{จำนวนตัวอ่อนที่ตายระยะท้ายของการฟัก (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

อัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (1 ถึง 21 วัน) = จำนวนตัวอ่อนที่ตายทั้งหมด (ฟอง) x 100
จำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)

4.7 บันทึกน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเฉลี่ย

ทำการสุ่มชั่งน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน ซ้ำละ 30 ตัว จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเฉลี่ย และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

น้ำหนักลูกไก่เฉลี่ย (กรัม) = น้ำหนักลูกไก่ทั้งหมดที่สุ่มชั่ง (กรัม)
จำนวนลูกไก่ทั้งหมดที่สุ่มชั่ง (ตัว)

4.8 บันทึกความยาวลูกไก่เฉลี่ย

ทำการสุ่มวัดความยาวลูกไก่ซ้ำละ 30 ตัว โดยทำการจับลูกไก่ยืดลำตัวออกแล้ววางเทียบกับไม้บรรทัดขนาดความยาว 30 เซนติเมตร แล้ววัดความยาวตั้งแต่ปลายจงอยปากลูกไก่ถึงปลายนิ้วกลางของลูกไก่ จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกความยาวลูกไก่เฉลี่ย และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

ความยาวของลูกไก่เฉลี่ย (เซนติเมตร) = ความยาวลูกไก่ทั้งหมดที่สุ่มวัด (เซนติเมตร)
จำนวนลูกไก่ทั้งหมดที่สุ่มวัด (ตัว)

4.9 บันทึกคะแนนคุณภาพลูกไก่ด้วยเกณฑ์ Pasgar Score

ทำการสุ่มลูกไก่ซ้ำละ 30 ตัว จากนั้นประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยเกณฑ์ Pasgar Score ซึ่งมีทั้งหมด 5 หลักเกณฑ์ ได้แก่ (1) การตรวจเช็คการตอบสนองของลูกไก่ (2) การตรวจเช็คสะดือลูกไก่ (3) การตรวจเช็คขาลูกไก่ (4) การตรวจเช็คจงอยปากลูกไก่ (5) การตรวจเช็คท้องลูกไก่ ทั้งนี้ลูกไก่ที่มีคะแนนเฉลี่ยตั้งแต่ 9 คะแนนขึ้นไปจัดเป็นลูกไก่คุณภาพดี การให้คะแนนเริ่มต้นลูกไก่จะมีคะแนนเต็ม 10 คะแนน แต่เมื่อพบความผิดปกติตามเกณฑ์ที่กำหนดแต่ละด้านจะทำการตัดคะแนนด้านละ 1 คะแนน (ตารางที่ 3.2) จากนั้นบันทึกข้อมูลลงในแบบฟอร์มบันทึกคะแนนคุณภาพลูกไก่ด้วยเกณฑ์ Pasgar Score และนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณตามสูตรดังนี้

คะแนน Pasar Score เฉลี่ย = คะแนน Pasar Score ของลูกไก่ทั้งหมด (คะแนน)
จำนวนลูกไก่ที่สุ่มเช็ค (ตัว)

ตารางที่ 3.2 เกณฑ์ที่ใช้ประเมินคุณภาพลูกไก่อายุ 1 วัน ด้วยวิธี Pasgar Score

การประเมิน	เกณฑ์ที่ใช้ในการตัดคะแนน
การตอบสนองของลูกไก่	เมื่อจับลูกไก่นอนหงายลูกไก่ใช้เวลามากกว่า 3 วินาทีในการกลับมาลุกขึ้นยืนได้
สะดือ	บริเวณสะดือมีก้อนสีขาว มีก้อนสีดำ มีถุงไข่แดง สะดือไม่ปิด หรือมีไข่ขาวติด
ขา	ข้อแดง ข้อบวม หรือผิดรูป
จงอยปาก	มีจุดเลือดออก มีไข่ขาวติดที่จมูก หรือจงอยปากผิดรูป
ท้อง	มีถุงไข่แดงเหลืออยู่นอกลำตัว ถุงไข่แดงมีขนาดใหญ่ หรือท้องบวม

ที่มา: Boerjan. (2006).

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของตัวแปรในแต่ละทรีตเมนต์ ได้แก่ น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟัก เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย อัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด น้ำหนักลูกไก่แรกเกิด เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก ความยาวลูกไก่เฉลี่ย และคะแนน Pasgar score เฉลี่ย โดยใช้วิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จ

6. สถานที่ทดลอง

โรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรี บริษัทซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) บ้านเลขที่ 160 หมู่ 3 ตำบลวังตะเคียน อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี

7. ระยะเวลาการทดลอง

ระยะเวลาในดำเนินการทดลอง 7 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง กรกฎาคม 2562

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่ โดยการทดลองใช้ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์ COBB จำนวน 6,048 ฟองต่อโรงเรือน โดยมีจำนวนทรีตเมนต์ผสมทั้งหมด 12 ทรีตเมนต์ผสม แต่ละทรีตเมนต์ผสมมี 3 ซ้ำๆละ 168 ฟอง มีปัจจัยที่ศึกษาจำนวน 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยที่ 1 ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมี 4 ระดับ คือ 7, 14, 21 และ 28 วัน และปัจจัยที่ 2 อายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมี 3 ระดับ คือ 30, 40 และ 50 สัปดาห์ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟัก

1.1 น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม) ที่ได้จากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อที่มีอายุแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม)

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (กรัม)
30	$54.13^{c} \pm 0.310$
40	$62.42^{b} \pm 0.228$
50	$67.01^{a} \pm 0.243$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.1 พบว่า อายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อส่งผลให้น้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 67.01 ± 0.243 กรัม รองลงมาคือ ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เท่ากับ 62.42 ± 0.228 กรัม และไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เท่ากับ 54.13 ± 0.310 กรัม

1.2 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ

เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อที่มีอายุแตกต่างกัน แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ไข่ฟักมีเชื้อ (เปอร์เซ็นต์)	ไข่ฟักไม่มีเชื้อ (เปอร์เซ็นต์)
30	$94.99^{a} \pm 0.590$	$4.96^{b} \pm 0.605$
40	$94.74^{a} \pm 0.607$	$5.26^{b} \pm 0.607$
50	$83.58^{b} \pm 1.682$	$16.40^{a} \pm 1.682$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อสูงกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 83.58 ± 1.682 เปอร์เซ็นต์

สำหรับเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อ พบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 16.40 ± 1.682 เปอร์เซ็นต์

1.3 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟัก

1.3.1 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$0.34^{ef} \pm 0.565$	$0.61^{d} \pm 0.053$	$0.88^{c} \pm 0.027$	$1.27^{ab} \pm 0.088$
40	$0.56^{d} \pm 0.065$	$0.81^{c} \pm 0.038$	$1.12^{b} \pm 0.065$	$1.41^{a} \pm 0.062$
50	$0.25^{f} \pm 0.034$	$0.27^{ef} \pm 0.004$	$0.47^{de} \pm 0.118$	$0.58^{d} \pm 0.029$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เท่ากับ 0.25 ± 0.034 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 และ 28 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 1.27 ± 0.088 และ 1.41 ± 0.062 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

1.3.2 เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$11.72^{d} \pm 0.089$	$10.95^{e} \pm 0.332$	$13.52^{a} \pm 0.159$	$13.42^{ab} \pm 0.162$
40	$11.32^{de} \pm 0.009$	$12.55^{c} \pm 0.046$	$12.65^{c} \pm 0.060$	$12.83^{bc} \pm 0.034$
50	$8.73^{g} \pm 0.083$	$9.80^{f} \pm 0.235$	$9.90^{f} \pm 0.122$	$10.31^{f} \pm 0.498$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e,f,g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.4 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 และ 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 13.52 ± 0.159 และ 13.42 ± 0.162 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 8.73 ± 0.083 เปอร์เซ็นต์

1.4 เปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$84.03^{a} \pm 0.497$	$79.56^{ab} \pm 0.200$	$72.62^{abc} \pm 1.587$	$58.73^{de} \pm 5.358$
40	$83.43^{a} \pm 1.487$	$79.86^{ab} \pm 1.685$	$63.20^{cd} \pm 1.292$	$47.92^{ef} \pm 6.248$
50	$75.33^{abc} \pm 2.223$	$70.56^{bcd} \pm 6.335$	$63.78^{cd} \pm 6.223$	$37.67^{f} \pm 1.665$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.5 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14 และ 21 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 และ 14 วัน และไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน แต่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 37.67 ± 1.665 เปอร์เซ็นต์

1.5 อัตราการตายของตัวอ่อน

1.5.1 อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก (1 ถึง 7 วัน)

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก แสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก (เปอร์เซ็นต์)

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$7.24^{fg} \pm 2.281$	$13.00^{ef} \pm 1.688$	$19.05^{de} \pm 1.388$	$30.57^{ab} \pm 3.668$
40	$8.73^{fg} \pm 0.000$	$12.30^{efg} \pm 0.198$	$27.68^{bc} \pm 3.471$	$37.74^{a} \pm 2.545$
50	$4.34^{g} \pm 0.335$	$11.55^{efg} \pm 3.110$	$21.22^{cd} \pm 3.001$	$36.78^{a} \pm 2.556$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e,f,g} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.6 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกของไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14 และ 21 วัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

1.5.2 อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง (8 ถึง 15 วัน) อัตราการตายของระยะท้าย (16 ถึง 21 วัน) และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (1 ถึง 21 วัน)

อิทธิพลร่วมระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์-เนื้อส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาเป็นรายปัจจัย ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ มีรายละเอียดดังนี้

1) ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง ระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)

อัตราการตายของตัวอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
อัตราการตายระยะกลาง	0.55 ± 0.164	0.83 ± 0.164	0.79 ± 0.164	0.63 ± 0.164
อัตราการตายระยะท้าย	1.79^{b} ± 0.300	1.91^{b} ± 0.300	2.11^{b} ± 0.300	3.25^{a} ± 0.300
อัตราการตายทั้งหมด	9.70^{d} ± 1.051	15.47^{c} ± 1.051	26.87^{b} ± 1.051	40.29^{a} ±1.051

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.7 พบว่าที่ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักแตกต่างกันมีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับอัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้ายสูงที่สุดเท่ากับ 3.25±0.300 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14 และ 21 วัน ส่วนอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดสูงที่สุดเท่ากับ 40.29±1.051 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14 และ 21 วัน

2) อายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ

ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อที่แตกต่างกันต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด แสดงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง ระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด (เปอร์เซ็นต์)

อัตราการตายของตัวอ่อน (เปอร์เซ็นต์)	อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์ (สัปดาห์)		
	30	40	50
อัตราการตายระยะกลาง	0.70 ± 0.142	0.77 ± 0.142	0.64 ± 0.142
อัตราการตายระยะท้าย	2.06 ± 0.260	2.66 ± 0.260	2.08 ± 0.260
อัตราการตายทั้งหมด	21.31^{b} ± 0.910	26.19^{a} ± 0.910	21.75^{b} ± 0.910

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ 30, 40 และ 50 สัปดาห์ มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางและระยะท้ายแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) สำหรับอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด พบว่า อายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์ มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดสูงที่สุด เท่ากับ 26.19 ± 0.910 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 50 สัปดาห์ ที่มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด เท่ากับ 21.31 ± 0.910 และ 21.75 ± 0.910 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคุณภาพลูกไก่

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคุณภาพลูกไก่ ได้แก่ น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก ความยาวลูกไก่เฉลี่ย และการประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยคะแนน Pasgar Score เฉลี่ย มีรายละเอียดดังนี้

2.1 น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน (กรัม)

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$36.55^{e} \pm 0.066$	$36.92^{de} \pm 0.196$	$38.03^{d} \pm 0.217$	$37.33^{de} \pm 0.426$
40	$43.12^{c} \pm 0.726$	$43.03^{c} \pm 1.324$	$42.76^{c} \pm 0.494$	$42.87^{c} \pm 0.348$
50	$44.85^{b} \pm 0.415$	$45.96^{ab} \pm 0.400$	$46.19^{a} \pm 0.193$	$46.88^{a} \pm 0.509$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.9 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14, 21 และ 28 วัน มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 44.85 ± 0.415, 45.96 ± 0.400, 46.19 ± 0.193 และ 46.88 ± 0.509 กรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ

อายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก โดยพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14, 21 และ 28 วัน มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน ต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 36.55 ± 0.066, 36.92 ± 0.196, 38.03 ± 0.217 และ 37.33 ± 0.426 กรัม ตามลำดับ

2.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก แสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$68.00^{ab} \pm 0.650$	$68.07^{ab} \pm 1.694$	$69.28^{ab} \pm 1.044$	$69.71^{a} \pm 0.301$
40	$68.79^{ab} \pm 0.117$	$68.91^{ab} \pm 1.624$	$68.10^{ab} \pm 0.282$	$69.41^{ab} \pm 0.419$
50	$67.46^{b} \pm 0.504$	$68.88^{ab} \pm 0.412$	$69.21^{ab} \pm 0.391$	$69.82^{a} \pm 1.105$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.10 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 67.46 ± 0.504 เปอร์เซ็นต์ โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน ที่มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เท่ากับ 69.71 ± 0.301 และ 69.82 ± 1.105 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 ความยาวลูกไก่เฉลี่ย

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อความยาวลูกไก่เฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 ผลของระยะการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อความยาวลูกไก่เฉลี่ย (เซนติเมตร)

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$18.19^{de} \pm 0.047$	$18.33^{d} \pm 0.018$	$17.86^{f} \pm 0.023$	$18.15^{def} \pm 0.127$
40	$19.40^{ab} \pm 0.205$	$19.27^{b} \pm 0.026$	$17.95^{ef} \pm 0.059$	$18.16^{def} \pm 0.045$
50	$19.38^{ab} \pm 0.007$	$19.60^{a} \pm 0.106$	$19.19^{b} \pm 0.141$	$18.82^{c} \pm 0.330$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e,f} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.11 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อความยาวลูกไก่เฉลี่ย โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน มีความยาวลูกไก่เฉลี่ยสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 19.60 ± 0.106 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 และ50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ที่มีความยาวลูกไก่เฉลี่ยเท่ากับ 19.40 ± 0.205 และ 19.38 ± 0.007 เซนติเมตร ตามลำดับ ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 วัน มีความยาวลูกไก่เฉลี่ยต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 17.86 ± 0.023 เซนติเมตร แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน และไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 และ 28 วัน ที่มีความยาวลูกไก่เฉลี่ย เท่ากับ 18.15 ± 0.127, 17.95 ± 0.059 และ 18.16 ± 0.045 เซนติเมตร ตามลำดับ

2.4 คะแนน Pasgar Score เฉลี่ย

ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคะแนน Pasgar Score เฉลี่ยแสดงในตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคะแนน Pasgar Score เฉลี่ย

อายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ (สัปดาห์)	ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (วัน)			
	7	14	21	28
30	$9.87^{a} \pm 0.049$	$9.75^{ab} \pm 0.084$	$9.54^{bc} \pm 0.019$	$9.49^{bc} \pm 0.096$
40	$9.66^{ab} \pm 0.045$	$9.71^{ab} \pm 0.030$	$9.69^{ab} \pm 0.049$	$9.50^{bc} \pm 0.011$
50	$9.37^{c} \pm 0.014$	$9.34^{c} \pm 0.212$	$9.06^{d} \pm 0.038$	$8.59^{e} \pm 0.299$

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± ค่าความคลาดเคลื่อน

^{a,b,c,d,e} ตัวอักษรที่แตกต่างกันแสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$)

จากตารางที่ 4.12 พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคะแนน Pasgar Score เฉลี่ย โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีคะแนน Pasgar Score เฉลี่ยสูงที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 9.87 ± 0.049 คะแนน แต่มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) กับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน และไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7, 14 และ 21 วัน ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีคะแนน Pasgar Score เฉลี่ยต่ำที่สุด ($p<0.05$) เท่ากับ 8.59 ± 0.299 คะแนน

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟักและคุณภาพลูกไก่ สามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

1.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อประสิทธิภาพการฟัก

1.1.1 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ และ 40 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากอายุของแม่ไก่มีผลต่อขนาดและน้ำหนักของไข่ฟัก โดยอายุแม่ไก่และขนาดไข่ฟักมีความสัมพันธ์กัน (อรวรรณ ชินราศรี, 2547) ซึ่งแม่ไก่ที่มีอายุมากจะผลิตไข่ฟักขนาดใหญ่กว่าแม่ไก่ที่มีอายุน้อย เนื่องจากองค์ประกอบภายในไข่ฟักเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากการเจริญเติบโตและการพัฒนาระบบสืบพันธุ์ของแม่ไก่ที่มีอายุมากดีกว่าแม่ไก่ที่มีอายุน้อย ทำให้สัดส่วนของไข่แดงเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่-พันธุ์ที่มีอายุมากกว่า 46 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุต่ำกว่า 46 สัปดาห์ ($p<0.05$) (Alsobayel et al., 2013; Hamidu et al., 2018; Nowaczewski et al., 2016; Peebles et al., 2000; Tercic & Pestotnik; 2016; Tona et al., 2004b)

1.1.2 ผลของอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อและไข่ฟักไม่มีเชื้อ

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อสูงที่สุดและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อต่ำที่สุด ($p<0.05$) ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อต่ำที่สุดและเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักไม่มีเชื้อสูงที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ เป็นช่วงอายุที่ให้ผลผลิตไข่ฟักและเปอร์เซ็นต์การฟักออกสูงสุดตามมาตรฐานของสายพันธุ์ ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่า-

พันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ เป็นช่วงอายุหลังการให้ผลผลิตสูงสุด โดยเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อจะสูงขึ้นเรื่อยๆประมาณร้อยละ 90 ในช่วงอายุการให้ผลผลิตสูงสุด หลังจากนั้นเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อจะลดลงเรื่อยๆอย่างสม่ำเสมอจนถึงร้อยละ 70 หลังจากช่วงการให้ผลผลิตสูงสุด ซึ่งไก่แม่พันธุ์จะได้รับผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อมากกว่าไก่พ่อพันธุ์ (วรวิทย์ วณิชาภิชาติ, 2531) โดยผลกระทบของไก่แม่พันธุ์ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ ได้แก่ น้ำหนักไก่แม่พันธุ์ พฤติกรรมของแม่ไก่ และปัจจัยทางสรีรวิทยาของแม่ไก่ เช่น ความสามารถในการกักเก็บน้ำเชื้อในท่อกักเก็บน้ำเชื้อ ซึ่งความสามารถในการเก็บอสุจิให้มีชีวิตรอดได้นานจะขึ้นอยู่กับสารชีวโมเลกุลในท่อนำไข่ เช่น วิตามินซี วิตามินอี กลูต้าไธโอน เอนไซม์กลูต้าไธโอนเปอร์ออกซิเดส และซุปเปอร์ออกไซด์-ดิสมิวเตส ซึ่งมีหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้สารชีวโมเลกุลในท่อนำไข่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่ออายุแม่ไก่เพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระลดลงและสารอนุมูลอิสระสามารถเข้าไปทำลายผนังของเซลล์อสุจิได้ (King'ori et al., 2011) ส่วนผลกระทบของไก่พ่อพันธุ์ที่มีต่อเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อ ได้แก่ น้ำหนักไก่พ่อพันธุ์ พฤติกรรมความก้าวร้าว ความถี่ในการผสมพันธุ์ ช่วงเวลาในการผสมพันธุ์ และคุณภาพน้ำเชื้อของไก่พ่อพันธุ์ เช่น กระบวนการเมตาบอลิซึมของอสุจิ อัตราการตายของอสุจิ เปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดของอสุจิ ความเข้มข้นของน้ำเชื้อ ความผิดปกติของเซลล์อสุจิ และการเคลื่อนที่ของอสุจิ (Wolc et al., 2009)

จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่-พันธุ์อายุ 30 ถึง 42 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากกว่า 50 สัปดาห์ (Elibol et al., 2002; Joseph & Moran, 2005; Reijrink et al., 2018; Zakaria et al., 2005, 2009)

1.1.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟัก

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 และ 28 วัน ($p<0.05$) และไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก ($p<0.05$) เนื่องจากในกระบวนการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟักและกระบวนการฟักไข่ ไข่ฟักเกิดการระเหยน้ำภายในฟองไข่และเกิดการสูญเสียก๊าซต่างๆ เช่น ก๊าซแอมโมเนีย ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซ

ไฮโดรเจนเปอร์ซัลไฟล์ออกจากฟองไข่ โดยลักษณะของไข่ฟัก เช่น โครงสร้างของเปลือกไข่ โครงสร้างของเยื่อเปลือกไข่ อัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรของไข่ฟัก จำนวนรูพรุนของเปลือกไข่ และน้ำหนักไข่ฟัก (Gahri et al., 2015) และสภาพแวดล้อมในการฟักไข่ เช่น ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และการหมุนเวียนอากาศในตู้ฟัก เป็นปัจจัยที่สำคัญที่มีผลต่อการระเหยน้ำและการสูญเสียก๊าซออกจากฟองไข่

จากผลการทดลองพบว่า เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บและระหว่างการฟักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้น โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 21 และ 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักและปริมาณน้ำเป็นองค์ประกอบภายในไข่ฟักน้อยกว่า อีกทั้งมีอัตราส่วนพื้นที่ผิวต่อปริมาตรมากกว่า (Iqbal et al., 2016) ซึ่งในระหว่างการจัดเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำเข้าฟักและในระหว่างกระบวนการฟักไข่ ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ได้รับผลกระทบจากการระเหยน้ำภายในฟองไข่และเกิดการสูญเสียก๊าซต่างๆมากกว่า จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักได้มากกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่า-พันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์

นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักอาจเกิดจากปริมาณของเสียในถุงแอนแลนทอยส์ลดลง ในกรณีการสูญเสียน้ำหนักออกจากฟองไข่ในกระบวนการฟักอาจเกิดจากความบกพร่องในกระบวนการเก็บของเสียในถุงแอนแลนทอยส์ ซึ่งอาจทำให้ปริมาณน้ำมีการระเหยออกจากฟองไข่ได้มากขึ้น และน้ำบางส่วนถูกดูดซึมกลับเข้าไปยังหลอดเลือดได้น้อยลงซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำหนักไข่ฟักลดลง (Dudusola, 2009)

จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์ต่อเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก (Alsobayel et al., 2013; Uyanga et al., 2020) ทั้งนี้ไข่ฟักที่มีน้ำหนักมากมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักต่ำกว่าไข่ฟักที่มีน้ำหนักน้อย ($p<0.05$) (Iqbal et al., 2016; Ulmer-Franco, Fasenko and Christopher, 2010) ในขณะเดียวกันไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากมีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุน้อย (Zakaria et al., 2009) สำหรับระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟักและระหว่างการฟักต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า

7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Abdel-Halim et al., 2015; Alsobayel et al., 2017; Fares et al., 2015; Gharib, 2013; Uyanga et al., 2020)

1.1.4 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมด

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนนำไข่เข้าฟัก 7, 14 และ 21 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดต่ำที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อที่เพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพไข่ฟักลดลงทั้งคุณภาพภายในและคุณภาพภายนอก เช่น คุณภาพไข่ขาวลดลง ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวเพิ่มขึ้น ความหนาเปลือกไข่ลดลง (Caglayan et al., 2009; Chung & Lee, 2014; Menezes et al., 2012; Raji et al., 2009) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่ออัตราการตายของตัวอ่อน ในขณะที่อายุฝูงไก่ที่เพิ่มขึ้นอาจมีผลให้ประสิทธิภาพของระบบสืบพันธุ์ลดลง เช่น เปอร์เซ็นต์ไข่ฟักมีเชื้อลดลงหลังจากช่วงให้ผลผลิตสูงสุด (Van de Ven et al., 2012) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวทำให้เปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลงเช่นกัน

จากผลการทดลองแตกต่างจากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ผลระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) (Alsobayel et al., 2012; Nasri et al., 2020) เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Abdel-Halim et al., 2015; Alsobayel et al., 2012, 2017; Kalaba et al., 2017; Nasri et al., 2020) ในขณะที่อายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อ พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อที่มีอายุต่ำกว่า 45 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์การฟักออกจากไข่เข้าฟักทั้งหมดสูงกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อที่มีอายุมากกว่า 45 สัปดาห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (Alsobayel et al., 2012; Joseph & Moran, 2005; Iqbal et al., 2016; Rifkhan et al., 2016)

1.1.5 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อน (เปอร์เซ็นต์)

1) อัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกสูงที่สุด ($p<0.05$) ในขณะที่ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกต่ำที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ จะมีขั้นตอนการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนภายในร่างกายแม่ไก่มากกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ เพราะว่าฝูงไก่ที่มีอายุมากมีความยาวของลำดับไข่ในตับไข่สั้น ฟองไข่ค้างอยู่ที่มดลูกนานในระหว่างกระบวนการสร้างฟองไข่ และอัตราการไหลผ่านของไข่ผ่านท่อนำไข่ช้า (Nasri et al., 2019; Pokhrel et al., 2018) ซึ่งปัจจัยดังกล่าวส่งผลให้ตัวอ่อนมีการเจริญเติบโตภายในร่างกายแม่ไก่ก่อนวางไข่ได้มากกว่า ซึ่งอาจจะมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนในขั้น EG&K12 ถึง EG&K13 ทำให้เซลล์ตัวอ่อนมีความทนต่อระยะเวลาการเก็บไข่ฟักก่อนเข้าฟัก เพราะเป็นขั้นตอนที่ Hypoblast เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ (Damaziak et al., 2018; Pokhrel et al., 2017; Reijrink et al., 2009) ส่วนไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ซึ่งเป็นช่วงอายุที่ให้ผลผลิตไข่ฟักและเปอร์เซ็นต์การฟักออกสูงที่สุด อาจมีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนในร่างกายแม่ไก่ส่วนใหญ่จะอยู่ในขั้น EG&K10 ซึ่งเป็นขั้นที่ Pellucida เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ซึ่งการพัฒนาในระยะนี้เซลล์ตัวอ่อนมีความไวต่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก และทำให้เซลล์ตัวอ่อนลดลง เนื่องจากเซลล์ตัวอ่อนเกิด apoptotic cell และ necrotic cell ในระหว่างการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก ทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนในระยะแรกเพิ่มขึ้น

ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เพิ่มขึ้นยังมีผลให้คุณภาพไข่ฟักทั้งคุณภาพภายในและคุณภาพภายนอกลดลง ได้แก่ น้ำหนักไข่ฟักลดลง ความหนาของเปลือกไข่ลดลง น้ำหนักไข่ขาวลดลง น้ำหนักไข่แดงเพิ่มขึ้นจากน้ำจากไข่ขาวบางส่วนเคลื่อนที่มารวมกับไข่แดงทำให้ไข่แดงมีโอกาสฉีกขาด ความสูงของไข่ขาวและค่า Haugh unit ลดลง ไข่ขาวเสื่อมสภาพ เยื่อหุ้มไข่แดงเสื่อมสภาพ ความหนืดของไข่ขาวลดลง ค่าความเป็นกรด-ด่างของไข่ขาวเพิ่มขึ้น นวลไข่เสื่อมสภาพ ความสมดุลของฮอร์โมนลดลง ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการมีชีวิตรอดและการตายของตัวอ่อน ทั้งนี้เมื่อจำนวนเซลล์ตัวอ่อนลดลงจากการเกิด apoptotic cell หรือ necrotic cell ในระหว่างการจัดเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก อาจมีผลต่อการใช้ประโยชน์ของก๊าซออกซิเจนในกระบวนการเมตาบอลิซึมในการผลิตพลังงานเพื่อใช้สำหรับการเจริญเติบโตได้ลดลง และเป็นสาเหตุที่ทำให้ตัวอ่อนมีอัตราการตายในระยะแรกเพิ่มขึ้น (Caglayan et al., 2009;

Christensen et al., 2001; Chung & Lee, 2014; Demivel & Kivikci, 2009; Raji et al., 2009; Reijrink et al., 2009; Tona et al., 2004a)

จากผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Okur et al. (2018) พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์ต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก และจากการศึกษาผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรก พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักก่อนเข้าฟัก 7 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 และ 21 วัน ($p<0.05$) (Abdel-Halim et al., 2015; Kalaba et al., 2017) และจากรายงานของ Mohammad and Ibrahim (2018) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 4 และ 8 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 12 วัน ($p<0.05$) ในขณะที่ Alsobayel et al. (2017) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 และ 5 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกต่ำกว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 10 และ 15 วัน ($p<0.05$)

2) อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง ระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด

จากผลการทดลองพบว่า อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลาง ระยะท้าย และอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาแต่ละปัจจัย ได้แก่ ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อ มีรายละเอียดดังนี้

เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ยาพันธุ์เนื้อ พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งระยะวิกฤติในระหว่างการพัฒนาของตัวอ่อนแบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะแรกและระยะท้ายของการฟัก โดยระยะวิกฤติครั้งที่ 1 พบในช่วงระยะแรกของการฟัก คือ อายุการฟัก 2 ถึง 4 วัน เนื่องจากในระหว่างการพัฒนาตัวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา เช่น เป็นระยะที่หัวใจเริ่มทำงาน เริ่มมีการไหลเวียนของโลหิตระหว่างตัวอ่อนกับถุงไข่แดงทำให้ตัวอ่อนมีโอกาสตายได้ง่าย และในช่วงอายุการฟัก 4 วัน ตัวอ่อนเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากการเผาผลาญโปรตีนและไขมันแทนคาร์โบไฮเดรต ถ้าการเปลี่ยนแปลงในช่วงนี้ล้มเหลวตัวอ่อนอาจตายได้เนื่องจากมีการสะสมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซแอมโมเนีย และกรดแลกติกในเลือด ส่วนระยะวิกฤติครั้งที่ 2 พบในช่วงระยะท้ายของการฟัก คือ อายุการฟัก 20 วัน ซึ่งมีผลจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของตัวอ่อน คือ ตัวอ่อนมีการเจาะเปลือกไข่และเริ่มหายใจด้วยปอดเป็นครั้งแรกกับสภาพแวดล้อมภายนอก ในกรณีตัวอ่อนไม่แข็งแรงหรือใช้เวลาในการเจาะ

เปลือกนานเกินไปอาจทำให้ตัวอ่อนอ่อนแอหรือแห้งติดเปลือกไข่ได้ (ประภากร ธาราฉาย, 2560; อรวรรณ ชินราศรี, 2546) และจากรายงานของ Lyons (2003) พบว่า อัตราการตายของตัวอ่อนส่วนใหญ่พบในระยะแรกและระยะท้ายของการฟัก ซึ่งอายุฝูงไก่ที่แตกต่างกันมีผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิต ($p>0.05$) (Dey, Samanta, Pan, Debnath & Debbarma, 2019; Zakaria et al., 2005)

จากผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Okur et al. (2018) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เช่นเดียวกับการรายงานของ Kalaba et al. (2017) และ Ozlu et al. (2019) พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่มีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะกลางแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

จากผลการทดลองพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์-เนื้อมีอัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้ายและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน ส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้ายและอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด สูงที่สุด ($p<0.05$) สาเหตุอาจเกิดจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเป็นเวลานานทำให้ตัวอ่อนบางตัวไม่สามารถเริ่มพัฒนาตัวเองได้ทันทีหลังจากอุณหภูมิในการฟักปกติหรือมีการพัฒนาได้ช้ากว่าปกติ (Gharib, 2013; Fasenko et al., 2001) และกระบวนการเมตาบอลิซึมของตัวอ่อนบางตัวในช่วงท้ายลดลง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสารอาหารเป็นพลังงานมีประสิทธิภาพลดลง รวมถึงระบบหมุนเวียนในร่างกายของตัวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลง เช่น อายุการฟัก 20 วัน ตัวอ่อนเริ่มมีการใช้ปอดหายใจกับสภาพแวดล้อมภายนอกเป็นครั้งแรกซึ่งเป็นระยะวิกฤติครั้งที่ 2 ของตัวอ่อน ดังนั้นอาจทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนในระยะท้ายเพิ่มขึ้น สำหรับอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมด เมื่อพิจารณาจากระยะการเก็บรักษาไข่ฟักพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลให้อัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบเชิงลบต่อการพัฒนาของตัวอ่อน ซึ่งทำให้พบอัตราการตายของตัวอ่อนในระยะแรกและระยะท้ายเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์ มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดสูงที่สุด ($p<0.05$) สาเหตุอาจเกิดจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 สัปดาห์เป็นช่วงระยะเวลาที่ให้ผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าในกระบวนการสร้างฟองไข่ ไข่ฟักอาจอยู่ในท่อนำไข่ระยะสั้น ทำให้มีการพัฒนาลักษณะสัณฐานวิทยาของตัวอ่อนในร่างกายแม่ไก่ส่วนใหญ่อยู่ในขั้น EG&K10 ซึ่งเป็นขั้นที่ Pellucida เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ โดยการพัฒนาในระยะนี้เซลล์

ตัวอ่อนจะมีความไวต่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก (Nasri et al., 2019; Pokhrel et al., 2018) และทำให้พบอัตราการตายของตัวอ่อนระยะแรกเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดเพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Alsobayel et al. (2012) พบว่า ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่ พบว่า ฝูงไก่ที่มีอายุน้อยกว่า 45 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดต่ำที่สุด เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักน้อยกว่า 7 วัน มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดต่ำที่สุด (Abdel-Halim et al., 2015; Alsobayel et al., 2017; Kalaba et al., 2017) ในขณะที่ฝูงไก่ที่มีอายุมากกว่า 50 สัปดาห์ มีอัตราการตายของตัวอ่อนทั้งหมดเพิ่มขึ้น (Jabbar & Yousaf, 2017) อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแตกต่างกับรายงานของ Okur et al. (2018) ที่พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่ออัตราการตายของตัวอ่อนระยะท้าย

1.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคุณภาพลูกไก่

1.2.1 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก ($p<0.05$) เนื่องจากอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีผลต่อน้ำหนักไข่ฟัก น้ำหนักตัวอ่อน และน้ำหนักอวัยวะของตัวอ่อนที่แตกต่างกัน จากรายงานของ Christensen et al. (2001) พบว่า น้ำหนักไข่ฟักและระยะเวลาการฟักมีอิทธิพลมากที่สุดต่อน้ำหนักลูกไก่หลังการฟักออก ในขณะที่ Williams (1994) พบว่า ไข่ฟักที่มีน้ำหนักมากจะมีสัดส่วนน้ำหนักไข่ขาวและไข่แดงมากกว่าไข่ฟักที่มีน้ำหนักน้อย ซึ่งในกระบวนการพัฒนาของตัวอ่อนตัวอ่อนมีการใช้ประโยชน์สารอาหารจากไข่ขาวและไข่แดงได้มากกว่าทำให้น้ำหนักลูกไก่หลังการฟักออกสูงกว่าไข่ฟักที่มีน้ำหนักน้อย จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลให้น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักอาจส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของตัวอ่อน ทำให้ตัวอ่อนมีการดูดซึมไข่แดงไปใช้ประโยชน์ได้น้อย และไข่แดงที่เหลือปริมาณมากทำให้ลูกไก่ที่ฟักออกมีอาการท้องบวม และจากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักไข่ฟักระหว่างการฟักต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40

สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก จึงเป็นอีกสาเหตุที่ทำให้มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน เพิ่มขึ้น

จากผลการทดลองสอดคล้องกับรายงานของ Okur et al. (2018) พบว่า มีอิทธิพลร่วม ($p<0.05$) ระหว่างระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน ($p<0.05$) โดยไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุมากทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงกว่าไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุน้อยทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก ($p<0.05$) อย่างไรก็ตามผลการทดลองแตกต่างกับรายงานของ Alsobayel et al. (2013) ที่พบว่า ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่ต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่ พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 0 วัน มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงที่สุด ($p<0.05$) ในขณะที่ฝูงไก่ที่มีอายุมากกว่า 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงที่สุด ($p<0.05$) เช่นเดียวกับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุมากกว่า 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน สูงกว่าไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุน้อยกว่า 50 สัปดาห์ ($p<0.05$) (Alsobayel et al., 2012; Iqbal et al., 2016; Jabbar & Ditta, 2017; Mohammed & Ali, 2019; Rifkhan et al., 2016)

1.2.2 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักสูงที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ มีน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าสูงกว่าไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 และ 40 สัปดาห์ ทำให้มีสัดส่วนไข่แดงมากกว่า อีกทั้งระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน ทำให้ตัวอ่อนมีการพัฒนาช้าและตัวอ่อนมีการใช้ประโยชน์สารอาหารจากไข่แดงได้ลดลง ทำให้พบลูกไก่มีอาการท้องบวมหลังการฟักออก ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการประเมินคุณภาพลูกไก่ด้วยคะแนน Pasgar Score พบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน มีคะแนน Pasgar Score ต่ำที่สุด เนื่องจากการประเมินคุณภาพลูกไก่ส่วนใหญ่พบลูกไก่มีอาการท้องบวมและสะดือดำ

อย่างไรก็ตาม ตามเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์ไก่ที่ Aviagen (2017) แนะนำว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟัก ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน ควรอยู่ที่ 68 ถึง 69 เปอร์เซ็นต์ และคิดเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักเพิ่มขึ้น 0.50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อระยะเวลาการเก็บไข่ฟักเพิ่มขึ้น 1 สัปดาห์

จากการทดลองมีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักสูงสุด 28 วัน ดังนั้นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักควรอยู่ที่ 67 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและทุกช่วงอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของสายพันธุ์

จากผลการทดลองแตกต่างกับรายงานของ Alsobayel et al. (2013) พบว่าผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่พ่อแม่พันธุ์เนื้อต่อเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุฝูงไก่ พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักลดลง อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า ฝูงไก่ที่มีอายุมากกว่า 50 สัปดาห์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักลูกไก่แรกเกิดเมื่อเทียบกับน้ำหนักไข่ฟักก่อนเข้าฟักเพิ่มขึ้น (Iqbal et al., 2016; Jabbar & Ditta, 2017; Rifkhan et al., 2016)

1.2.3 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อความยาวลูกไก่เฉลี่ย

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 14 วัน มีความยาวลูกไก่เฉลี่ยสูงที่สุด ($p<0.05$) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 40 และ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ($p>0.05$) เนื่องจากความยาวของลูกไก่มีความสัมพันธ์กับอายุฝูงไก่ โดยฝูงไก่ที่มีอายุเพิ่มขึ้นจะมีความยาวลูกไก่เฉลี่ยเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Hill, 2001) ซึ่งลูกไก่ที่มีความยาวเฉลี่ยมากจะมีการพัฒนาของอวัยวะต่างๆ เช่น น้ำหนักของหัวใจ ตับ และม้ามมากกว่าลูกไก่ที่มีความยาวเฉลี่ยน้อย ซึ่งอวัยวะเหล่านี้มีความสำคัญในการขนส่งออกซิเจนและสารอาหารไปยังอวัยวะอื่น รวมทั้งรักษาสมดุลของร่างกายและช่วยในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ดังนั้นลูกไก่ที่มีความยาวเฉลี่ยมากจึงมีการเจริญเติบโตและมีการพัฒนาดีกว่าลูกไก่ที่มีความยาวเฉลี่ยน้อย

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อทุกช่วงอายุที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 14 วัน ทำให้ความยาวลูกไก่เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นมีผลกระทบเชิงลบต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ การผลิตความร้อน ความเข้มข้นของฮอร์โมนไทรอยด์ กระบวนการเมตาบอลิซึมและการสร้างความสมดุลของฮอร์โมน โดยเฉพาะอย่างยิ่งฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนิน (T3) ฮอร์โมนไทร็อกซิน (T4) อัตราส่วนของฮอร์โมนไตรไอโอโดไทโรนินและฮอร์โมนไทร็อกซินและฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน ซึ่งปัจจัยดังกล่าวมีความสำคัญต่อการพัฒนาของตัวอ่อนและทำให้

ความยาวของลูกไก่ลดลงหลังจากการฟักออก (Decuypere & Bruggeman, 2007; Tona et al., 2004a)

จากผลการทดลองสอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ที่พบว่า ไข่ฟักจากฝูงไก่ที่มีอายุมากจะมีความยาวลูกไก่เฉลี่ยเพิ่มขึ้น (Hamidu et al., 2018; Iqbal et al., 2016; Rifkjan et al., 2016) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากกว่า 7 วัน ทำให้ความยาวลูกไก่มีแนวโน้มลดลง (Gharib, 2013) เช่นเดียวกับรายงานของ Goliomytis et al. (2015) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์-เนื้ออายุเดียวกันที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นจะมีความยาวลูกไก่เฉลี่ยลดลง

1.2.4 ผลของระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุของไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อต่อคะแนน Pasgar score เฉลี่ย

จากผลการทดลองพบว่า ไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 30 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 7 วัน ส่งผลให้คะแนน Pasgar score เฉลี่ยดีที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้เมื่อพิจารณาระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อพบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักและอายุไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อที่เพิ่มขึ้นทำให้คะแนน Pasgar score เฉลี่ยมีแนวโน้มลดลง ($p<0.05$) ซึ่งไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ทุกช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก มีคะแนน Pasgar score เฉลี่ยต่ำที่สุด ($p<0.05$)

จากผลการทดลองส่วนใหญ่พบว่า คะแนน Pasgar score เฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ที่ดี ยกเว้นไข่ฟักจากไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้ออายุ 50 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก 28 วัน พบว่ามีคะแนน Pasgar score เฉลี่ยต่ำที่สุด ($p<0.05$) เนื่องจากระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของตัวอ่อน ระยะเวลาการฟักออกค่อนข้างช้า ตัวอ่อนมีการดูดซึมไข่แดงไปใช้ประโยชน์ได้น้อยทำให้ลูกไก่ที่ฟักออกมีอาการท้องบวม ตัวอ่อนมีการผลิตความร้อนสูง เนื่องจากไข่ฟักมีขนาดใหญ่ ทำให้ตัวอ่อนอาจเกิดความเครียดจากความร้อนและพบลูกไก่สะดือดำเพิ่มขึ้นหลังการฟักออกและจากรายงานของ Boerjan (2006) พบว่า ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากมีคะแนน Pasgar score เฉลี่ยต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุน้อย เนื่องจากไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์ที่มีอายุมากมีคุณภาพไข่ขาวต่ำกว่าไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุน้อย รวมทั้งระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นทำให้คุณภาพไข่ขาวมีการเปลี่ยนแปลง โดยลูกไก่ที่ฟักออกส่วนใหญ่พบความผิดปกติที่สะดือและจงอยปาก ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ไข่ฟักจากไก่พ่อแม่พันธุ์อายุมาก ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้นมีคะแนน Pasgar score เฉลี่ยลดลง

2. ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะด้านการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

2.1.1 ผลวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเฉพาะในไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์ COBB อายุ 30, 40 และ 50 สัปดาห์เท่านั้น การนำผลวิจัยไปประยุกต์ใช้ในไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์อื่นและช่วงอายุอื่นเพื่อเป็นแนวทางในการจัดการการฟักไข่ เช่น การประมาณการเปอร์เซ็นต์ฟัก การประมาณการลูกไก่ขาย การวางแผนการผลิต และการขยายระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟัก อาจจะต้องพิจารณาการจัดการอื่นๆตามเกณฑ์มาตรฐานสายพันธุ์ร่วมด้วย

2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.2.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในไก่ปู่ย่าพันธุ์เนื้อสายพันธุ์อื่น เพื่อเป็นข้อมูลในการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตต่อไป

2.2.2 ควรมีการศึกษาการ SPIDES (Short Periods of Incubation During Egg Storage) ไข่ฟักที่มีระยะเวลาการเก็บรักษาไข่ฟักมากว่า 7 วัน เนื่องจากการ SPIDES ไข่ฟัก เป็นการรักษาการมีชีวิตรอดของตัวอ่อนเมื่อมีระยะการเก็บรักษาไข่ฟักเพิ่มขึ้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ประภากร ธาราฉาย. (2560). *การผลิตสัตว์ปีก*. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่.

มณฑิชา พุทซาคำ. (2557). *การผลิตสัตว์ปีก. ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการการผลิตสัตว์ หน่วยที่ 10*. สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. นนทบุรี.

โรงฟักปู่ย่าพันธุ์กบินทร์บุรี. (2560). *โปรไฟล์ตู้ฟักและตู้เกิด*. บริษัทซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน). ปราจีนบุรี.

วรวิทย์ วณิชชาภิชาติ. (2531). *ไข่และการฟักไข่*. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

อรวรรณ ชินราศรี. (2547). *เทคโนโลยีการผลิตสัตว์ปีก*. ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. มหาสารคาม.

Abdel-Halim, A. A., Mohamed F. R., Desoky A. A., Elmenawey M. A., & Gharib, H. B. (2015). Effect of heating hatching eggs before or during storage on the alleviation of the negative effect of prolonged storage periods on hatchability. *Egyptian Poultry Science Journal,* 3(35), 703-717.

Abudabos, A. (2010). The effect of broiler breeder strain and parent flock age on hatchability and fertile hatchability. *International Journal of Poultry Science,* 9(3), 231-235.

Alsobayel, A. A., Almarshade M. A., & Albadry, M. A. (2012). Effect of breed age and storage period on fertility and hatchability of hatching eggs of commercial broilers breeders. *Arab Gulf Journal of Scientific Research,* 1(30), 1-6.

Alsobayel, A. A., Almarshade M. A., & Albadry, M. A. (2013). Effect of breed, age and storage period on egg weight, egg weight loss and chick weight of commercial broiler breeders raised in Saudi Arabia. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences,* 12, 53-57.

Alsobayel, A. A., Alganad, B. Y., & Alabdullatif, A. A. (2017). Effects of preincubation storage length and egg quality of baladi hatching eggs on hatchability parameters. *International Journal of Agriculture Innovations and Research,* 5(5), 877-881.

Aviagen. (2017). Measure chick yield. Avaliable:http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Resources_Tools/Hatchery_How Tos/02HowTo2MeasureChickYield.pdf. Retrieved May, 7, 2020.

Ayeni, A. O., Agbede J. O., Igbasan F. A., Onibi G. M., & Adegbenro, M. (2020). Effects of storage periods and positioning during storage on hatchability and weight of the hatched chicks from different egg sizes. *Bulletin of the National Research Centre,* 44(101), 1-6.

Bekele, M. W., & Leta, M. U. (2016). Effect of egg storage temperature and fumigation on hatchability of Cobb 500 and Hubbard broiler strains. *African Journal of Agricultural Research,* 11(36), 3418-3424.

Boerjan, M. (2006). Chick vitality and uniformity. *International hatchery practice,* 20, 7-8.

Boleli, I. C., Morita V. S., Matos J. J. B., Thimotheo M., & Almeida, V. R. (2016). Poultry egg incubation: Integrating and optimizing production efficiency. *Brazilian Journal of Poultry Science,* 2, 1-16.

Bruzual, J. J., Peak S. D., Brake J., & Peeblest, E. D. (2000). Effects of relative humidity during incubation on hatchability and body weight of broiler chicks from young breeder flocks. *Poultry Science,* 79, 827-830.

Caglayan, T., Alasahan S., Kirikci K., & Gunlu, A. (2009). Effect of different egg storage periods on some egg quality characteristics and hatchability of partridges (Alectoris graeca). *Poultry Science,* 88, 1330-1333.

Christensen, V. L., Wineland M. J., Fasenko G. M., & Donaldson, W. E. (2001). Egg storage effects on plasma glucose and supply and demand tissue glycogen concentration of broiler embryos. *Poultry Science,* 80, 1729-1735.

Chung, S. H., & Lee, K. W. (2014). Effect of hen age, storage duration and temperature on egg quality in laying hens. *International Journal of Poultry Science,* 13(11), 634-636.

COBB-VANTRESS. (2017). Grandparent Management Supplement. Retrieved from http://www.cobb-vantress.com

Damaziak, K., Paweska, M., Gozdowski, D., & Niemiec, J. (2018). Short periods of incubation, egg turning during storage and broiler breeder hens age for early development of embryos, hatching results, chicks quality and juvenile growth. *Poultry Science,* 97, 3264–3276.

De Reu, K., Grijspeerdt K., Messens W., Heyndrickx M., Uyttendaele M., Debevere J., & Herman, L. (2006). Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria including *Salmonella Enteritidis*. *International Journal of Food Microbiology,* 112, 253-260.

Decuypere, E., & Bruggeman, V. (2007). The endocrine interface of environmental and egg factors affecting chick quality. *Poultry Science,* 86, 1037-1042.

Deeming, D. C. (1989). Characteristics of unturned eggs; critical period, retarded embryonic growth and poor albumen utilization. *British Poultry Science,* 30, 239-249.

Demirel, S., & Kirikci, K. (2009). Effect of different egg storage times on some egg quality characteristics and hatchability of pheasants. *Poultry Science,* 88, 440-444.

Dey, S., Samanta R., Pan S., Debnath B., & Debbarma, A. (2019). Factors associated with embryonic mortality of eggs of Vanaraja breeder chicken reared on deep litter system. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences,* 8(4), 525-532.

Dudusola, I. O. (2009). Effects of storage methods and length of storage on some quality parameters of Japanese quail eggs. *Tropiculture,* 27(1), 45-48.

Duman, M., & Pekeroolu, A. (2017). Effect of egg weights on hatching results, broiler performance and some stress parameters. *Brazilian Journal of Poultry Science,* 19(2), 255-262.

Elanco. (2015). Egg Breakout Analysis. Retrieved from http://www.elanco.com

Elibol, O., Peak S. D., & Brake, J. (2002). Effect of flock age length of egg storage and frequency of turning during storage on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science,* 81, 945-950.

Elibol, O., & Brake, J. (2003). Effect of frequency of turning from three to eleven days of incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science,* 82, 357-359.

Elibol, O., & Brake, J. (2006). Effect of egg turning angle and frequency during incubation on hatchability and incidence of unhatched broiler embryos with head in the small end of the egg. *Poultry Science,* 85, 1433-1437.

Elibol, O., & Brake, J. (2008). Effect of position during three and fourteen days of storage and turning frequency during subsequent incubation on hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science,* 87, 1237-1241.

Eyal-Giladi, H., & Kochav, S. (1976). From cleavage to primitive streak formation: A complementary normal table and a new look at the first stages of the development of the chick: I. General morphology. *Developmental Biology*. 49(2), 321-337.

Fasenko, G. M., Christensen V. L., Wineland M. J., & Petitte, J. N. (2001). Examining the effects of pre-storage incubation of turkey breeder eggs on embryonic development and hatchability of eggs stored for four or fourteen days. *Poultry Science,* 80, 132–138.

Fares, W. A., Ahmed M. R. M., Rizk R. E., & Shahein, E. H. A. (2015). Effect of eggshell conductance constant on embryonic intestine function hatching characters and subsequent growth for developed chickens and its relation with hatching eggs storage. *Egyptian Poultry Science Journal,* 35(5), 875-893.

Gahri, H., Najafi G., & Deldar, F. (2015). Effect of egg weight of broiler breeder on egg characteristics and hatchery performance. *International Journal of Biosciences,* 6(5), 42-48.

Gharib, H. B. (2013). Effect of pre-storage heating of broiler breeder eggs, stored for long periods on hatchability and chick quality. *The Egyptian Society of Animal Production,* 50(3), 174-184.

Gill, F. B. (2007). *Ornithology*. Third edition. W. H. Freeman, 720 p.

Goliomytis, M., Tsipouzian T., & Hager-Theodorides, A. L. (2015). Effect of egg storage on hatchability, chick quality, performance and immunocompetence parameters of broiler chickens. *Poultry Science,* 94, 2257-2265.

Guyot, N., Rehault-Godbert S., Slugocki C., Harichaux G., Labas V., Helloin E., & Nys, Y. (2016). Characterization of egg white antibacterial properties during the first half of incubation: A comparative study between embryonated and unfertilized eggs. *Poultry Science,* 95, 2956-2970.

Hamidu, J. A., Uddin Z., Li M., Fasenko G. M., Guan L. L., & Barreda, D. R. (2011). Broiler egg storage induces cell death and influences embryo quality. *Poultry Science,* 90, 1749-1757.

Hamidu, J. A., Torres C. A., Johnson-Dahl M. L., & Korver, D. R. (2018). Physiological response of broiler embryos to different incubator temperature profiles and maternal flock age during incubation. 1. Embryonic metabolism and day-old chick quality. *Poultry Science,* 97, 2934-2946.

Hanusova, E., Hrncar 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.

Hassan, S. M., Siam A. A., Mady M. E., & Cartwright, A. L. (2005). Egg storage period and weight effects on hatchability of ostrich eggs. *Poultry Science,* 84, 1908-1912.

Hill, D. (2001). Chick length uniformity profiles as a field measurement of chick quality. *Avian and Poultry Biology Reviews,* 12, 188.

Hurnik, G. I., Reinhart B. S., & Hurnik, J. F. (1978). Relationship between albumen quality and hatchability in fresh and stored hatching eggs. *Poultry Science,* 57, 854-857.

Iqbal, J. (2015). *Economic evalution of hatchability and effect of broiler breeder age and egg weight on hatchability, chick quality and broiler production.* (Doctoral dissertation). PMAS Arid Agriculture University, Rawalpindi Pakistan.

Iqbal, J., Khan S. H., Mukhtar N., Ahmen T., & Pasha, R. A. (2016). Effects of egg size (weight) and age on hatching performance and chick quality of broiler breeder. *Journal of Applied Animal Research,* 44(1), 54-64.

Jabbar, A., & Ditta, Y. A. (2017). Effect of broiler breeder age on hatchability, candling, water loss, chick yield and dead in shell. *World's Veterinary Journal,* 7(2), 40-46.

Jabbar, A., & Yousaf, A. (2017). Effect of age wise incubation programme on broiler breeder hatchability and post hatch performance. *Online Journal of Animal and Feed Research,* 7(1), 13-17.

Jabbar, A., Hameed A., Riaz A., & Ditta, Y. A. (2018). The effect of early setting inside single stage incubation on stored eggs. *Journal of World's Poultry Research,* 8(2), 37-43.

Joseph, N. S., & Moran, E. T. (2005). Effect of flock age and postemergent holding in the hatcher on broiler live performance and further processing yield. *Journal of Applied Poultry Research,* 14, 512-520.

Kalaba, Z. M., Abo-Egla E. H. A., & Taman, M. A. (2017). If pre-storage heating improve the hatchability and decreased embryonic mortality of broiler breeder eggs stored for long period. *Journal of Animal and Poultry Production,* 8(7), 149-153.

Khan, K. A., Khan S. A., Aslam A., Rabbani M., & Tipu, M. Y. (2004). Factors contributing to yolk retention in poultry: A review. *Pakistan Veterinary Journal,* 24(1), 46-51.

Khan, M. J. A., Khan S. H., Bukhsh A., Abbass M. I., & Javed, M. (2013). Effect of different storage period on egg weight, internal egg quality and hatchability characteristics of fayumi eggs. *Italian Journal of Animal Science,* 12(51), 323-328.

Khan, M. J. A., Khan S. H., Bukhsh A., & Amin, M. (2014). The effect of storage time on egg quality and hatchability characteristics of Rhode Island Red (RIR) hens. *Veterinarski Arhiv,* 84(3), 291-303.

King'ori, A. M. (2011). Review of the factors that influence egg fertility and hatchability in poultry. *International Journal of Poultry Science,* 10(6), 483-492.

Kop-Bozbay, C. (2019). Effects of short-term storage or pre-storage heating of hatching eggs from young broiler breeder flock before incubation on hatching parameters and chick quality. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences,* 8(2), 116-120.

Kuurman, W. W., Bailey B. A., Koops W. J., & Grossman, M. (2002). Influence of storage days on the distribution for time of embryonic mortality during incubation. *Poultry Science,* 81, 1-8.

Lourens, A., Brand H. V. D., Meijerhof R., & Kemp, B. (2005). Effect of eggshell temperature during incubation on embryo development, hatchability and post-hatch development. *Poultry Science,* 84, 914–920.

Lourens, A., Molenaar R., Brand H. V. D., Heetkamp M. J. W., Meijerhof R., & Kemp, B. (2006). Effect of egg size on heat production and the transition of energy from egg to hatchling. *Poultry Science,* 85, 770–776.

Lyons, J. J. (2003). Small flock series: Incubation of poultry. University of Missouri Extension, Columbia.

Maurer, L. M., Yohannes E., Bondurant S. S., Radmacher M., & Slonczewski, J. L. (2005). pH reglulates genes for flagellar mortility, catabolism and oxidative stress in E.coli K-12. *Journal of Bacteriology,* 187, 304-319.

Meijerhof, R. (1994). *Theoretical and empirical studies on temperature and moisture loss of hatching eggs during the pre-incubation period.* (Doctoral dissertation). Landbouwuniversiteit Wageningen, Netherlands.

Meijerhof, R. (2009). Incubation principles: What does the embryo expect from us? Proceedings of the 20th Australian Poultry Science Symposium. Sydney, Australia. 106-110.

Menezes, P. C., Lima E. R., Medeiros J. P., Oliveira W. N. K., & Evencio-Neto, J. (2012). Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Revista Brasileira de Zootecnia,* 41(9), 2064-2069.

Mohammad, M. S., & Ibrahim, B. M. (2018). The effect of pre-Incubation and storage period on some hatching traits for broiler breeder eggs. *Al-Qudisiyah Journal of Agriculture Science,* 8(2), 92-100.

Mohammed, H. N., & Ali, K. A. (2019). Broiler performance response to breeder age, egg storage period, egg storage type and sumac powder. *Plant Archives,* 19(2), 1202-1214.

Nasri, H., Brand, H. V. D., Najjar, T., & Bouzouaia, M. (2019). Egg storage and breeder age impact on egg quality and embryo development. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition,* 104, 257-268.

Nasri, H., Brand, H. V. D., Najjar, T., & Bouzouaia, M. (2020). Interactions between egg storage duration and broiler breeder age on egg fat content, chicken organ weights, and growth performance. *Poultry Science,* 99(9), 4607-4615.

Noiva, R. M., Menezes A. C., & Peleteiro, M. C. (2014). Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development. *BioMed Central Veterinary Research,* 10, 1-10.

Nowaczewski, S., Babuszkiewicz, M., & Kaczmarek, S. (2016). Effect of broiler breeders age on eggshell temperature, embryo viability and hatchability parameters. *Annals of Animal Science,* 16(1), 235–243.

Okur, N., Eleroglu, H., & Turkoglu, M. (2018). Impacts of breeder age, storage time and setter ventilation program on incubation and post-hatch performance of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science,* 20(1): 27-36.

Ozlu, S., Ucar A., Banwell R., & Elibol, O. (2019). The effect of increased concentration of carbon dioxide during the first 3 days of incubation on albumen characteristics, embryonic mortality and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science,* 98, 771–776.

Peebles, E.D., Zumwalt C. D., Doyle S. W., Gerard P. D., Latour M. A., Boyle C. R., & Smith, T. W. (2000). Effect of breeder age and dietary fat source and level on broiler hatching egg characteristics. *Poultry Science,* 79, 698-704.

Pedroso, A. A., Andrade M. A., Cafe M. B., Leandro N. S. M., Menten J. F. M., & Stringhini, J. H. (2005). Fertility and hatchability of eggs laid in the pullet-to-breeder transition period and in the initial production period. *Animal Reproduction Science,* 90, 355-364.

Petek, M., & Dikmen, S. (2006). The effect of prestorage incubation and length of storage of broiler breeder eggs on hatchabilty and subsequent growth performance of progeny. *Czech Journal of Animal Science*, 2, 73-77.

Pokhrel, N., Cohen, E. B. T., Genin, O., Sela-Donenfeld, D., & Cinnamon, Y. (2017). Cellular and morphological characterization of blastoderms from freshly laid broiler eggs. *Poultry Science,* 96, 4399–4408.

Pokhrel, N., Cohen, E. B. T., Genin, O., Ruzal, M., Sela-Donenfeld, D., & Cinnamon, Y. (2018). Effects of storage conditions on hatchability, embryonic survival and cytoarchitectural properties in broiler from young and old flocks. *Poultry Science,* 97, 1429–1440.

Raji, A. O., Aliyu J., Igwebuike J. U., & Chiroma, S. (2009). Effect of storage methods and time on egg quality traits of laying hens in a hot dry climate. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science,* 4(4), 1-7.

Reijrink, I. A. M., Meijerhof R., Kemp B., Graat E. A. M., & Brand, H. V. D. (2009). Influence of prestorage incubation on embryonic development, hatchability and chick quality. *Poultry Science,* 88, 2649-2660.

Reijrink, I. A. M., Van der Pol C. W., Molenaar R., & Van den Brand, H. (2018). Effect of warming profile at the onset of incubation on early embryonic mortality in long stored broiler eggs. *Poultry Science,* 97, 4083–4092.

Rifkhan, M. H. M., Gamlath G. A. S. N., & Adikari, A. M. J. B. (2016). Effect of broiler breeder's age on incubation and chick quality parameters. *International Journal of Livestock Research,* 6(10), 19-26.

Scott, T. A., & Silversides, F. G. (2000). The effect of storage of hen on egg quality. *Poultry Science,* 79, 1725-1729.

Seker, I., Kul S., & Bayraktar, M. (2004). Effect of parental age and hatching egg weight of Japanese quails on hatchability and chick weight. *International Journal of Poultry Science,* 3(4), 259-265.

Shafey, T. M. (2004). Effect of lighted incubation on embryonic growth and hatchability performance of two strains of layer breeder eggs. *British Poultry Science,* 45, 223-229.

Sheng, G. (2014). Day-1 chick development. *Developmental Dynamics*, 243, 357-367.

Stepinska, M., Mroz E., Krawczyk M., Otowski K., & Gorska, A. (2017). Effect of hen age and storage time on egg weight loss and hatchability results in turkeys. *Annals of Animal Science,* 17(2), 447-462.

Tercic, D., & Pestotnik, M. (2016). Effect of flock age, prestorage heating of eggs, egg position during storage and storage duration on hatchability parameters in layer parent stock. *Acta Argiculturae Slovenica,* 5, 138-142.

Tona, K., Onagbesan O. O., Jego Y., Kamers B., Decuypere E., & Bruggeman, V. (2004a). Comparison of embryo physiological parameters during incubation, chick quality and growth performance of three lines of broiler breeders differing in genetic composition and growth rate. *Poultry Science,* 83, 507-513.

Tona, K., Onagbesan O. O., Ketelaere B. D., Decuypere E., & Bruggeman, V. (2004b). Effect of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability, chick quality, chick weight and chick posthatch growth to forty-two days. *Journal of Applied Poultry Research,* 13, 10-18.

Tona, K., Bruggeman V., Onagbesan O. O., Bamelis F., Gbeassor M., Mertens K., & Decuypere, E. (2005). Relationship to hatching egg quality, adequate incubation practice and prediction of broiler performance. *Avian and Poultry Biology Reviews,* 16(2), 109-119.

Uyanga, V. A., Onagbesan O. M., Oke O. E., Abiona J. A.,& Egbeyale, L. T. (2020). Influence of age of broiler breeders and storage duration on egg quality and blastoderm of Marshall broiler breeders. *Journal of Applied Poultry Research,* 29(3), 535-544.

Ulmer-Franco, A. M., Fasenko G. M., & Christopher, E. E. O. (2010). Hatching egg characteristics, chick quality and broiler performance at two breeder flock ages and from three egg weights. *Poultry Science,* 89, 2735-2742.

Van de Ven, L. J. F., Van Wagenberg A. V., Uitdehaag K. A., Groot Koerkamp P. W. G., Kemp B., & Van de Brand, H. (2012). Significance of chick quality score in broiler production. *Animal,* 6(10), 1677-1683.

Williams, T. D. (1994) Intraspecific variation in egg size and egg composition in birds: effects on offspring fitness. *Biological Reviews,* 68, 35-59.

Willemsen, H., Kamers B., Dahlke F., Han H., Song Z., Pirsaraei Z. A., Tona K., Decuypere E., & Everaert, N. (2010). Effect on embryonic development, the hatching process and metabolism in broilers. *Poultry Science,* 89, 2678-2690.

Wolc, A., White I. M., Olori V. E., & Hill, W. G. (2009). Inheritance of fertility in broiler chickens. *Genetics Selection Evolution,* 41(47), 1-9.

Zakaria, A. H., Plumstead P. W., Romero-Sanchez H., Leksrisompong N., Osborne J., & Brake, J. (2005). Oviposition pattern, egg weight, fertility and hatchability of young and old broiler breeders. *Poultry Science,* 84, 1505-1509.

Zakaria, A. H., Plumstead P. W., Romero-Sanchez H., Leksrisompong N., & Brake, J. (2009). The effect of oviposition time on egg weight loss during storage and incubation, fertility and hatchability of broiler hatching eggs. *Poultry Science,* 88, 2712-2717.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

ภาพประกอบการทดลอง

ภาพผนวก 1 การรับไข่ฟักทดลอง

ภาพผนวก 2 การคัดคุณภาพไข่ฟักทดลอง

ภาพผนวก 3 การเตรียมไข่ฟักทดลอง

ภาพผนวก 4 การชั่งน้ำหนักไข่ฟักทดลองเริ่มต้น

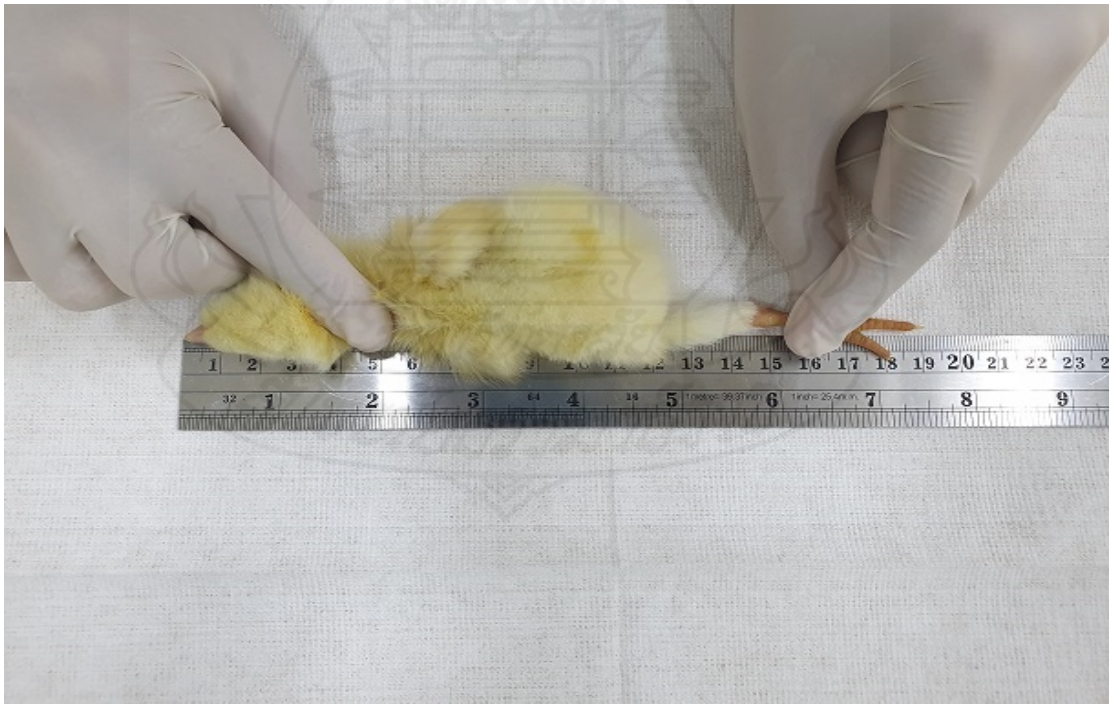
ภาพผนวก 5 การเซตไข่ทดลองเข้าฟัก

ภาพผนวก 6 การนำไข่ทดลองเข้าฟัก

ภาพผนวก 7 การย้ายไข่ทดลอง 19 วัน

ภาพผนวก 8 การคัดคุณภาพลูกไก่

ภาพผนวก 9 การชั่งน้ำหนักลูกไก่แรกเกิดอายุ 1 วัน



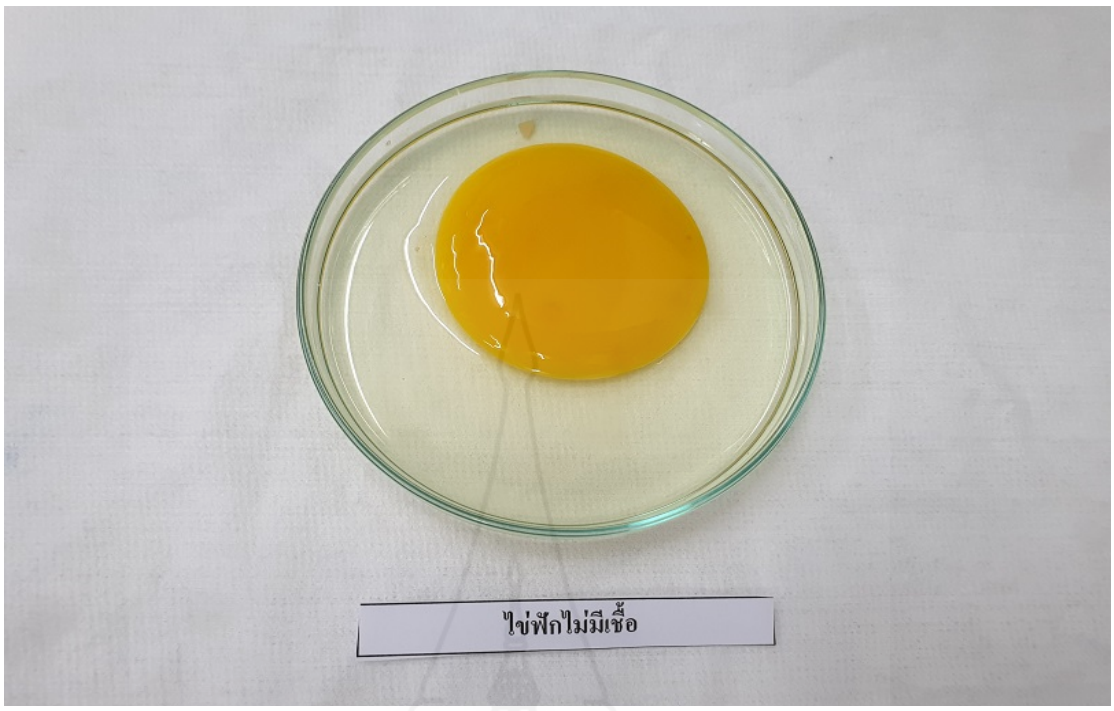
ภาพผนวก 10 การวัดความยาวลูกไก่

ภาพผนวก 11 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตอบสนองของลูกไก่

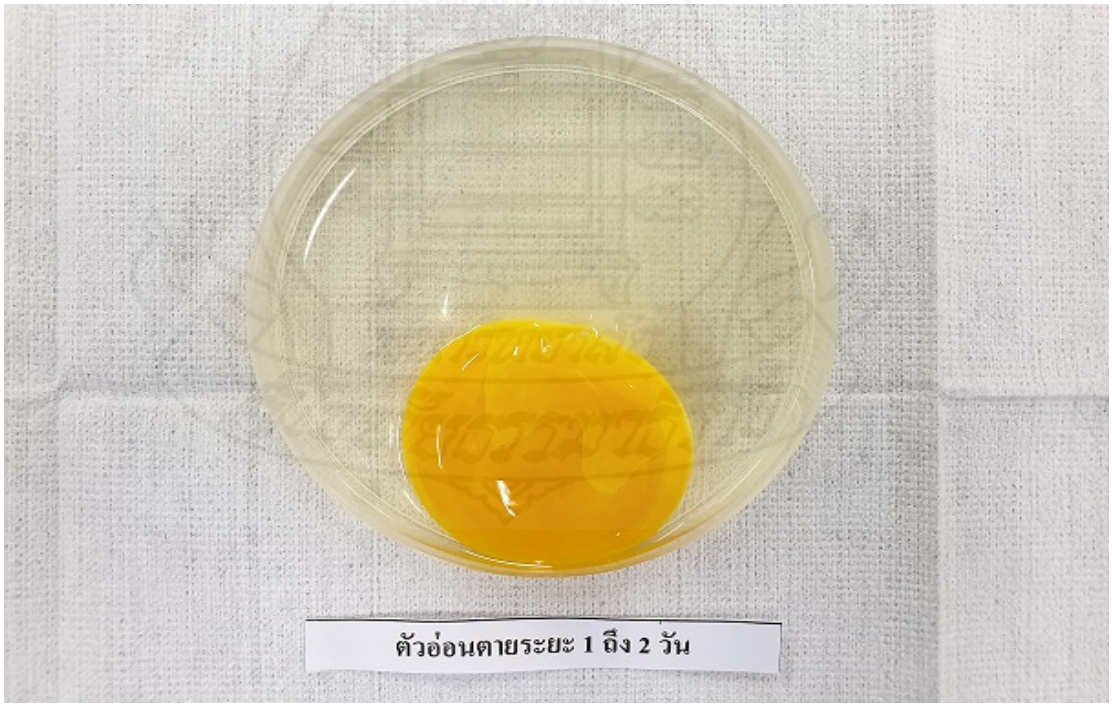
ภาพผนวก 12 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คสะดือของลูกไก่

ภาพผนวก 13 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คขาของลูกไก่

ภาพผนวก 14 การประเมิน Pasgar Score ด้วยเกณฑ์การตรวจเช็คจงอยปากของลูกไก่



ภาพผนวก 15 ไข่ฟักไม่มีเชื้อ

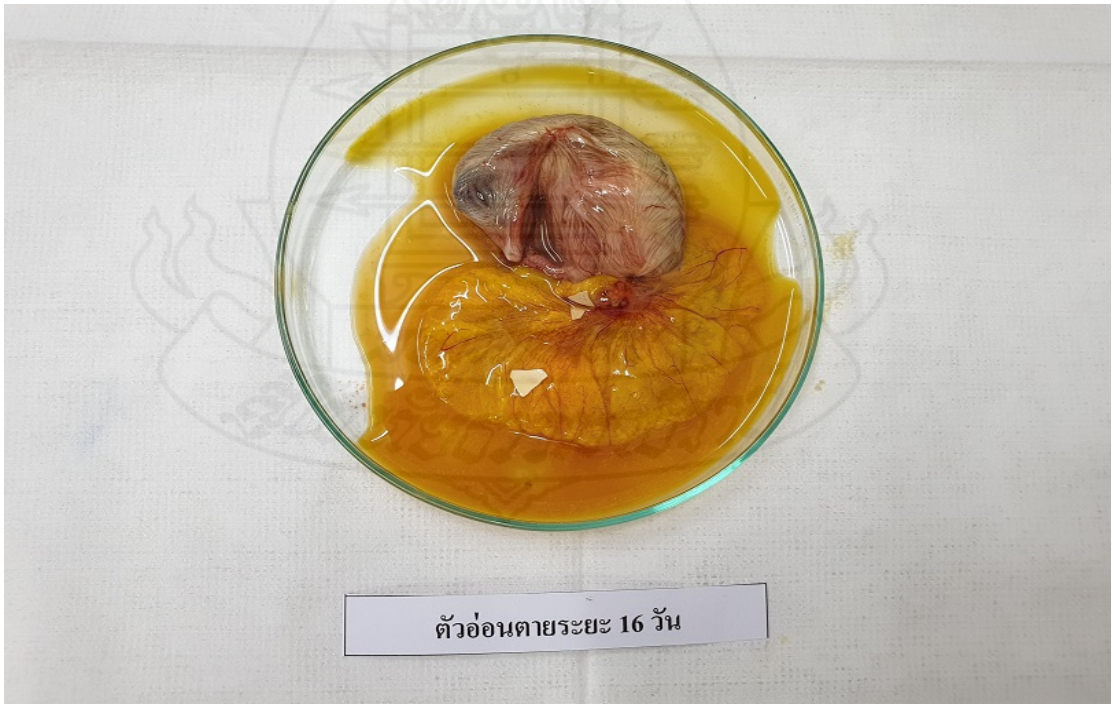


ภาพผนวก 16 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 1 ถึง 2 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 17 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 3 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 18 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 6 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 19 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 10 ถึง 12 วัน ของการฟัก



ภาพผนวก 20 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 16 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 21 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 18 ถึง 19 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 22 ตัวอ่อนที่ตายในระยะ 20 ถึง 21 วัน ของการฟัก

ภาพผนวก 23 ลูกไก่เจาะเปลือกมีชีวิต (อายุ 21 วัน)

ภาพผนวก 24 ลูกไก่เจาะเปลือกตาย (อายุ 21 วัน)

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นายณัฐพล เศษวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	17 ธันวาคม 2535
สถานที่เกิด	อำเภอบรบือ จังหวัดมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ. 2558
สถานที่ทำงาน	โรงฟักชัยภูมิ อำเภอเมืองชัยภูมิ จังหวัดชัยภูมิ
ตำแหน่ง	สัตวบาลโรงฟัก