ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย

นางสาวฟิลิปดา กองทอง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเกษตรศาสตรมหาบัณฑิต
แขนงวิชาจัดการการเกษตร สาขาวิชาเกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช
พ.ศ. 2560

Effect of Incubation Temperature on Sex Determination of Indian Peafowl (*Pavo cristatus*)

Miss Philipda Kongthong

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

2017

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย

ชื่อและนามสกุล นางสาวฟิลิปดา กองทอง

แขนงวิชา การจัดการการเกษตร

สาขาวิชา เกษตรศาสตร์และสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

อาจารย์ที่ปรึกษา 1. รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ

2. รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา กันตนามัลลกุล

วิทยานิพนธ์นี้ ได้รับความเห็นชอบให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรระดับปริญญาโท เมื่อวันที่ 13 ธันวาคม 2561

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.นิรันดร์ บุญสินธุ์ชัย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา กันตนามัลลกุล)

..... ประธานกรรมการบัณฑิตศึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา รุ่งโรจน์วณิชย์)

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ และ รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา กันตนามัลลกุล อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้ความกรุณาให้คำแนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้อย่างใกล้ชิด ตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณครอบครัวกองทองที่ให้การสนับสนุน และให้กำลังใจ ขอบพระคุณคณาจารย์แขนงวิชาการจัดการการเกษตร และวิทยากรในงานสัมมนาการอบรมเข้มเสริมประสบการณ์มหาบัณฑิตการจัดการทรัพยากรเกษตรของมหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ในวันที่ 20-23 กันยายน พ.ศ. 2561ทุกท่านในการให้ความรู้ ประสบการณ์ และกำลังใจให้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ฟิลิปดา กองทอง

กันยายน 2561

ชื่อวิทยานิพนธ์ ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย
ผู้วิจัย นางสาวฟิลิปดา กองทอง **รหัสนักศึกษา** 2599001373
ปริญญา เกษตรศาสตรมหาบัณฑิต (ส่งเสริมและพัฒนาการเกษตร)
การจัดการการเกษตร **อาจารย์ที่ปรึกษา** (1) รองศาสตราจารย์ ดร.มณฑิชา พุทซาคำ
(2) รองศาสตราจารย์ ดร.จิตติมา กันตนามัลลกุล **ปีการศึกษา** 2560

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของนกยูงเพศผู้และเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้และร้อยละลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากจำนวนไข่ฟักออกของนกยูงอินเดีย

รูปแบบการวิจัยเป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก ใช้ช่วงเดือนที่เก็บไข่นกยูงเข้าฟักเป็นบล็อก โดยเก็บไข่นกยูงเข้าฟัก 5 ช่วง ได้แก่เดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม พ.ศ. 2561 หน่วยทดลอง ได้แก่ ไข่จากแม่พันธุ์นกยูงอินเดียจำนวน 153 ฟอง สุ่มไข่ทดลองออกเป็น 3 ทรีตเมนต์ ได้แก่ ทรีตเมนต์ที่ 1 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.2 องศาเซลเซียส ทรีตเมนต์ที่ 2 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.5 องศาเซลเซียส และทรีตเมนต์ที่ 3 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.8 องศาเซลเซียส ทำการบันทึกจำนวนไข่เข้าฟัก ไม่ทีเชื้อ ไข่ฟักออก จำนวนลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมีย วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า จำนวนลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมีย ร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้และร้อยละลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากจำนวนไข่ฟักออกในแต่ละช่วงเดือนที่เก็บไข่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อุณหภูมิในการฟักไข่มีผลต่อจำนวนลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ และร้อยละลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากจำนวนไข่ฟักออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยไข่นกยูงที่ฟักในตู้ฟักที่มีอุณหภูมิ 37.5 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 2) และ 37.8 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 3) ให้จำนวนและร้อยละของลูกนกยูงเพศเมียมากกว่าลูกนกยูงเพศผู้ ($p < 0.05$) ในขณะที่ไข่นกยูงที่ฟักในตู้ฟักที่มีอุณหภูมิ 37.2 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 1) ให้จำนวนและร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้มากกว่าลูกนกยูงเพศเมีย ($p < 0.05$) เมื่อเทียบเป็นอัตราส่วนระหว่างเพศผู้ต่อเพศเมีย พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1, 2 และ 3 มีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:0.56, 1:1.33 และ 1:2.8 ตามลำดับ

คำสำคัญ การกำหนดเพศ อุณหภูมิในการฟักไข่ นกยูงอินเดีย

Thesis title: Effect of Hatching Temperature on Sex Determination of Indian Peafowl (*Pavo cristatus*)
Researcher: Miss Philipda Kongthong; **ID:** 2599001373;
Degree: Master of Agriculture (Agricultural Resources Management);
Thesis advisors: (1) Dr.Monticha Putsakum, Associate Professor;
(2) Dr.Chittima Kantanamalakul, Associate Proffessor; **Academic year:** 2017

Abstract

The objective of this research was to study the effect of incubation temperature on the number of male and female, the percentages of male and female Indian peafowl chicks *Pavo cristatus*) calculating from the number of hatched eggs.

The experimental design of this research was a Randomized Complete Block Design (*RCBD*). Subjects were assigned to blocks, based on months in which eggs were collected (January, February, March, April and May 2018). A total of 153 eggs obtained from peafowl parent stock were incubated at 37.2 ^{O}C (Treatment 1), 37.5 ^{O}C (Treatment 2) and 37.8 ^{O}C (Treatment 3). The numbers of incubated eggs, fertile eggs, hatched eggs, as well as the number of male and female chicks were recorded. Data were analyzed by Analysis of Variance, and means between each group were compared by Duncan's New Multiple Range Test.

The result showed that there were no significant effects of egg-collecting months on the number of male and female and the percentages of male and female India peachicks calculating from the number of hatched eggs ($p > 0.05$) . The incubation temperatures influenced the number of male and female, the percentages of male and female chicks calculating from the number of hatched egg ($p < 0.05$). Eggs incubated at 37.5 ^{O}C (T2) and 37.8 ^{O}C (T3) had more number and percentage of hatched female than male peachicks ($p < 0.05$). On the other hands, eggs incubated at 37.2 ^{O}C (T1) had more number and percentage of hatched male than female peachicks ($p < 0.05$). When compared the ratio between male and female peachicks at hatch, it was found that T1, T2 and T3 had male to female ratio of 1 :0.56, 1:1.33 and 1:2.8, respectively.

Keywords: Sex determination, Incubation temperature, Indian peafowl (*Pavo cristatus*)

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์การวิจัย 2

สมมติฐานการวิจัย 2

ขอบเขตการวิจัย 2

นิยามคำศัพท์เฉพาะ 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4

ข้อมูลทั่วไปของนกยูงอินเดีย 4

การกำหนดเพศ 24

ผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศ 26

ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการฟัก และการมีเชื้อของไข่ 31

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย 33

ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 34

การเก็บรวบรวมข้อมูล 35

การวิเคราะห์ข้อมูล 36

สถานที่ทดลอง 36

ระยะเวลาที่ดำเนินการทดลอง 36

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 37
ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก 37
ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่ออัตราส่วนเพศ 39
ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศออก 42
ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก 43
บทที่ 5 สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 45
สรุปการวิจัย และอภิปรายผล 45
ข้อเสนอแนะ 47
บรรณานุกรม 50
ภาคผนวก 54
ประวัติผู้วิจัย 59

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แนวทางในการตั้งอุณหภูมิและความชื้นในลูกไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุ 7
ตารางที่ 2.2 แสดงขนาดของกรงในสัตว์ปีกสายพันธุ์ต่างๆ 10
ตารางที่ 2.3 แสดงตารางสรุปผลของการปฏิกิริยาลูกโซ่ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ 23
ตารางที่ 4.1 จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก ของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ ที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก 40
ตารางที่ 4.2 จำนวนไข่ฟักออก จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้จากไข่ฟักออก เปอร์เซ็นต์ลูกนกยูงเพศเมียจากไข่ฟักออก อัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ 42
ตารางที่ 4.3 จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ จำนวนไข่ฟักออก และอัตราการฟักออกของนกยูงอินเดีย 44
ตารางที่ 4.4 จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ ร้อยละลูกนกยูงเพศเมียและอัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดีย 45

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 2.1 นกยูงเพศเมีย 5
ภาพที่ 2.2 นกยูงเพศผู้ 5
ภาพที่ 2.3 ลูกนกยูงอายุ 1 วัน 6
ภาพที่ 2.4 ลูกนกยูงอายุ 1 เดือน 6
ภาพที่ 2.5 การกระจายตัวของลูกนกยูงภายในที่กก 8
ภาพที่ 2.6 การรำแพนของนกยูง 11
ภาพที่ 2.7 แม่ไก่ที่ฟักไข่นกยูง หรือแม่ไก่มือปืน 12
ภาพที่ 2.8 ขนาดของไข่นกยูงเทียบกับขนาดของไข่ไก่บ้าน 13
ภาพที่ 2.9 ตู้ฟักไข่ 14
ภาพที่ 2.10 ลายที่หลังลูกนกยูง 17
ภาพที่ 2.11 การรำแพนในลูกนกยูง 18
ภาพที่ 2.12 การจับตะเกียบ 18
ภาพที่ 2.13 กายวิภาคของทวารในสัตว์ปีก 19
ภาพที่ 2.14 การใช้กล้องส่อง (Endoscope) ในนกแก้วมาคอว์ 18
ภาพที่ 2.15 ตำแหน่งการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำที่ปีก 21
ภาพที่ 2.16 ตำแหน่งการตัดเล็บเพื่อการเก็บตัวอย่างเลือด 21
ภาพที่ 2.17 Karyotype เพศเมียซึ่งมีโครโมโซมเพศเป็น ZW 22
ภาพที่ 2.18 Karyotype เพศผู้มีโครโมโซมเพศเป็น ZZ 22
ภาพที่ 2.19 หลักการการแสดงออกของผลผลิตพีซีอาร์ 24
ภาพที่ 2.20 ผลการตรวจแยกเพศด้วยเทคนิคพีซีอาร์ 24
ภาพที่ 2.21 ผลการตรวจแยกเพศด้วยเทคนิคพีซีอาร์ 25
ภาพที่ 2.22 การจับคู่ของโครโมโซมในระบบXX/XYในคน และระบบZW/ZZในสัตว์ปีก 26
ภาพที่ 2.23 การกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อมจากผลของอุณหภูมิ และปัจจัยทางสังคม 26
ภาพที่ 2.24 อัตราส่วนของเพศผู้ และเมียที่ฟักได้จากอุณหภูมิระดับต่างๆ
ในตู้ฟักในเป็ด Wood ducks 27
ภาพที่ 2.25 การทำงานของ Aromatase ที่สัมพันธ์กับฮอร์โมนของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ 29
ภาพที่ 2.26 รูปแบบการกำหนดเพศด้วยอุณหภูมิแบบต่างๆ 30

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.27 การจัดกลุ่มสัตว์ที่มีการกำหนดเพศแบบต่างๆ 32
ภาพที่ 4.1 ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมียในแต่ละเดือน 43
ภาพที่ 4.2 ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมียในแต่ละทรีตเมนต์ 46

บทที่ 1
บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

นกยูงอินเดีย หรือ นกยูงสีน้ำเงิน (Indian peafowl, Blue peafowl, *Pavo cristatus*) เป็นนกยูงชนิดหนึ่ง ในวงศ์ไก่ฟ้าและนกกระทา (Phasianidae) มีถิ่นกำเนิดจากทางทวีปเอเชียตอนใต้ ขนพู่บนหัวลักษณะเป็นรูปพัด สีของผิวหนังบริเวณหน้าจะมีสีขาว และมีสีดำคาดบริเวณตา จากการสำรวจการเลี้ยงนกยูงอินเดียในประเทศไทยของสมาคมอนุรักษ์ไก่ฟ้าแห่งชาติเมื่อปี พ.ศ. 2529 มีการเลี้ยงนกยูงอินเดีย 426 ตัว ปีพ.ศ. 2532 มีการเลี้ยงนกยูงอินเดีย 175 ตัว และปีพ.ศ. 2534 มีการเลี้ยงนกยูงอินเดีย 1,351 ตัว (ณรงค์ จันทน์สุคนธ์, 2542) ปัจจุบันมีการเลี้ยงนกยูงอินเดียเพื่อความสวยงาม และการค้า การเลี้ยงนกยูงอินเดียเพื่อการค้ามีวัตถุประสงค์เพื่อการสร้างรายได้ ดังนั้นจึงเน้นกำลังการผลิตที่มากเพื่อให้มีปริมาณสินค้าเพียงพอต่อความต้องการของตลาด นกยูงเพศเมียสามารถให้ผลผลิตคือไข่และลูกนกยูงที่เป็นส่วนที่สร้างรายได้ จึงมีความต้องการจำนวนนกยูงเพศเมียมากกว่าเพศผู้ เนื่องจากนกยูงเพศผู้หนึ่งตัวสามารถคุมฝูงเพศเมียได้มากถึงห้าตัว จึงไม่มีความจำเป็นต้องเลี้ยงนกยูงเพศผู้ไว้จนเกินความจำเป็น

จากการศึกษาเกี่ยวกับการกำหนดเพศในตัวอ่อนของสัตว์พบว่า สามารถกำหนดเพศของสัตว์ได้ด้วยวิธีต่างๆ เช่น การกำหนดเพศจากการปรับอุณหภูมิของตู้ฟักไข่ การกำหนดเพศจากการให้ฮอร์โมน เป็นต้น ในสัตว์ตระกูลสัตว์เลื้อยคลานพบว่า อุณหภูมิของตู้ฟักมีผลต่อการกำหนดเพศของตัวอ่อนอย่างชัดเจน (Bull and Vogt, 1981) สำหรับสัตว์ปีกพบว่า อุณหภูมิในช่วงฟักไข่มีผลต่ออัตราส่วนเพศอย่างมีนัยสำคัญเช่นกัน (Eiby *et al*., 2008, Caglayan *et al*., 2011, และ Durant *et al*., 2016) ดังนั้น เพื่อให้ได้แนวทางในการวางแผนการจัดการอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ของนกยูงอินเดียให้ได้อัตราส่วนเพศผู้ และเพศเมียตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้เลี้ยง จึงมีการศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ และนำไปใช้ในการจัดการการเลี้ยงนกยูงเพื่อการค้าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ที่มีผลต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย

3. สมมติฐานการวิจัย

อุณหภูมิที่ใช้ในการฟักไข่ที่แตกต่างกันมีผลต่ออัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดีย

4. ขอบเขตของการวิจัย

4.1 ขอบเขตด้านประชากร ศึกษาในนกยูงอินเดีย อายุ 3 ปี โดยเป็นนกยูงเพศผู้ 2 ตัว และนกยูงเพศเมีย 10 ตัว

4.2 ขอบเขตด้านระยะเวลา ทำการทดลอง ตั้งแต่ เดือนมกราคม 2561 ถึง เดือนพฤษภาคม 2561

4.3 ขอบเขตด้านสถานที่ ฟาร์มนกยูงอินเดีย จังหวัดเพชรบูรณ์

5. นิยามศัพท์เฉพาะ

5.1 นกยูงอินเดีย หมายถึง นกยูงสายพันธุ์อินเดีย *(*Indian peafowl*, Pavo cristatus*) เพศต่างๆ ที่ใช้ในการทดลอง

5.2 อุณหภูมิในการฟักไข่ หมายถึง ระดับอุณหภูมิควบคุมในตู้ฟักที่ใช้ในการทดลองในการฟักไข่ มี 3 ช่วง คือ 37.2, 37.5 และ 37.8 ºC

5.3 การกำหนดเพศ หมายถึง การระบุเพศของสัตว์ทดลองตามปัจจัยต่างๆ

5.4 อัตราส่วนเพศ หมายถึง ค่าที่แสดงการเปรียบเทียบจำนวนของเพศผู้และเพศเมีย

5.5 อัตราการฟักออก หมายถึง ร้อยละของลูกนกยูงที่ฟักออกจากไข่เมื่อเทียบกับปริมาณไข่เข้าฟักทั้งหมด โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{อัตราการฟักออก (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกนกยูงที่ฟักออกจากไข่ (ตัว)}}{\text{จำนวนไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

5.6 ไข่มีเชื้อ หมายถึง ไข่ที่ทำการตรวจสอบเชื้อที่ 25 วัน และพบการเจริญของเชื้อ

5.7 ไข่ไม่มีเชื้อ หมายถึง ไข่ที่ทำการตรวจสอบเชื้อที่ 25 วัน และไม่พบการเจริญของเชื้อ

6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้แนวทางในการวางแผนการจัดการอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ของนกยูงอินเดีย เพื่อให้ได้อัตราส่วนเพศผู้ และเพศเมียตรงตามวัตถุประสงค์ของผู้เลี้ยง

บทที่ 2

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ที่มีผลต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย มีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องซึ่งจำแนกออกเป็น 4 ประเด็น ได้แก่

1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนกยูงอินเดีย
2. การกำหนดเพศในสัตว์
3. ผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศ
4. ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการฟัก และการมีเชื้อของไข่

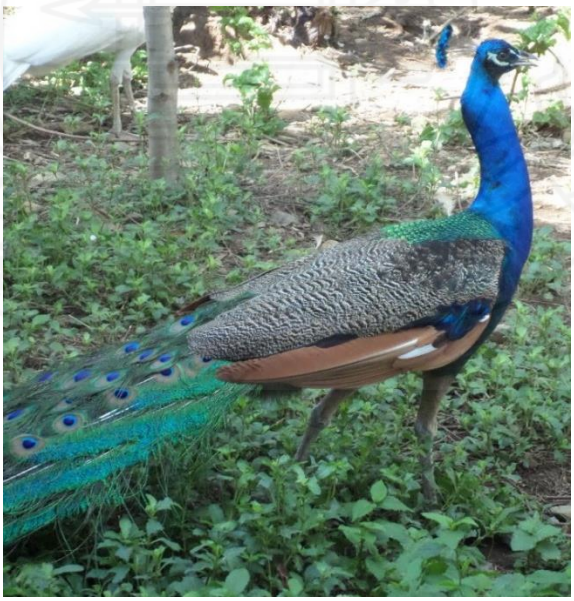
1. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับนกยูงอินเดีย

1.1 ข้อมูลทั่วไป นกยูงแบ่งออกเป็น 2 สายพันธุ์หลัก ได้แก่ นกยูงทางทวีปเอเชีย (Pavo) แบ่งย่อยได้อีก 2 ชนิดคือ นกยูงอินเดียและนกยูงไทย และนกยูงทางทวีปแอฟริกา (Afropavo) หรือ นกยูงคองโก

นกยูงอินเดีย หรือ นกยูงสีน้ำเงิน (Indian peafowl, Blue peafowl, *Pavo cristatus*) เป็นนกยูงชนิดหนึ่ง ในวงศ์ไก่ฟ้าและนกกระทา (Phasianidae) มีถิ่นกำเนิดจากทางทวีปเอเชียตอนใต้ ขนพู่บนหัวลักษณะเป็นรูปพัด สีของผิวหนังบริเวณหน้าจะมีสีขาว และมีสีดำคาดบริเวณตา เพศผู้มีขนบริเวณคอ และอกสีน้ำเงิน ตามลำตัวมีน้ำเงินอมสีเขียว ลักษณะเด่นที่พบในสัตว์ชนิดนี้คือสีขน ที่เป็นสีเหลือบ (Iridescent Colour*)* ขนบริเวณปีกเป็นลายสีขาวสลับกับสีดำ ด้านหลังมีขนลักษณะเป็นเกล็ดคล้ายใบไม้ เพศเมียมีขนตามลำตัวเป็นสีน้ำตาล ขนคอและหลังจะมีสีเขียวอ่อน เพศเมียมีขนาดเล็กกว่าเพศผู้ เพศเมียมีความยาวลำตัวประมาณ 95 เซนติเมตร น้ำหนักตัว 2.75–4 กิโลกรัม เพศผู้มีความยาวลำตัวประมาณ 100-115 เซนติเมตร หรือมากกว่า 250 เซนติเมตรถ้ารวมหางที่ยาวเต็มที่แล้ว น้ำหนักตัว 4-6 กิโลกรัม สีขนของลูกนกยูงมีความแตกต่างกับนกยูงที่ตัวโตเต็มวัยโดยที่ลูกนกยูงจะมีขนสีน้ำตาล และผลัดขนเข้มขึ้นเรื่อยๆ ตามช่วงอายุเป็นสีน้ำตาลเข้มในเพศเมีย (ภาพที่ 2.2) และน้ำเงินอมเขียวในเพศผู้ (ภาพที่ 2.1) ในช่วงแรกเกิดไม่สามารถระบุเพศได้

แน่นอนต้องใช้จากการสังเกตลักษณะและสีของขนจากภายนอกในช่วงอายุอย่างน้อย 6-8 สัปดาห์ นกยูงที่โตเต็มวัยจนสามารถให้ผลผลิต หรือผสมพันธุ์ได้เมื่ออายุอย่างน้อย 2-3 ปี มีอายุขัยตั้งแต่ 15-23 ปี นกยูงอินเดียวางไข่ ฤดูละ 1-3 ครั้ง ครั้งละ 4-8 ฟอง ระยะฟักไข่นาน 28 วัน (ณรงค์ จันทน์สุคนธ์, 2542) อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่นกยูง คือ 99-100 องศาฟาเรนไฮต์ (^{O}F) หรือ 37.2-37.8 องศาเซลเซียส (^{O}C) (Hopkins, 2017)

ภาพที่ 2.1 นกยูงเพศเมีย



ภาพที่ 2.2 นกยูงเพศผู้

ภาพที่ 2.3 ลูกนกยูงอายุ 1 วัน

ภาพที่ 2.4 ลูกนกยูงอายุ 1 เดือน

1.2 การจัดการในการเลี้ยงนกยูง แบ่งตามช่วงอายุของนกยูงเป็น 3 ช่วง ได้แก่

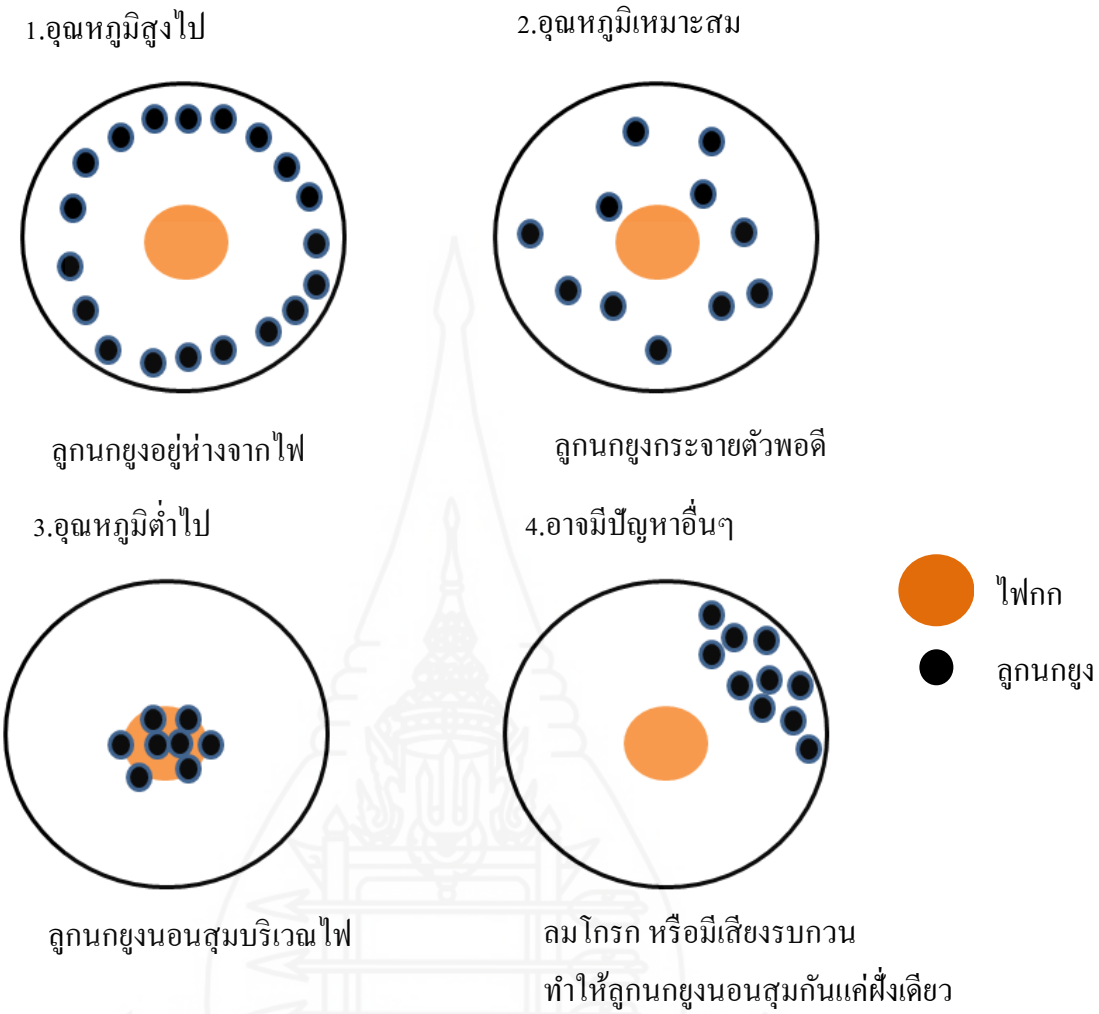
1.2.1 นกยูงเล็ก (แรกเกิด ถึงอายุ 4 สัปดาห์) ในกรณีที่ใช้ตู้ฟักไข่หลังนกยูงฟักออกจากไข่สามารถทิ้งให้อยู่ในตู้ฟักก่อน 1-2 วันได้ เนื่องจากในช่วงแรก ลูกนกยูงไม่จำเป็นต้องได้รับ

อาหารและน้ำ สามารถใช้สารอาหารจากไข่แดงในร่างกาย โดยจะดูดซึมได้หมดภายใน 2 วัน แต่ทั้งนี้ควรมีการตรวจสอบพื้นถาดเกิดภายในตู้ฟักว่าลื่นหรือไม่ เพราะเป็นสาเหตุให้ลูกนกยูงขาถ่าง แต่ไม่มีความจำเป็นต้องทิ้งลูกนกยูงไว้ในตู้ฟักถึง 2 วัน สามารถนำออกมาเข้าตู้กกลูกนกยูง หรือกรงอนุบาลได้เลย เนื่องจากหลังจากที่ลูกนกยูงฟักออกมาจะมีการขับถ่าย และการหลุดร่วงของขน ทำให้ตู้ฟักไข่สกปรก อาจก่อให้เกิดเชื้อโรคในตู้ฟัก ส่วนกรณีที่ให้แม่นกยูงฟักเอง หรือการใช้แม่ไก่ฟักแทน ให้หมั่นสังเกตพฤติกรรมของนกยูง หรือแม่ไก่ว่าจิกลูกหรือไม่ แม่ไก่บางตัวจะไม่ยอมรับลูกนกยูงเนื่องจากไม่ใช่สายพันธุ์เดียวกัน หรือแม่นกยูงอาจจะไม่ยอมรับลูกนกยูงตัวนั้น เนื่องจากเป็นแม่ใหม่ที่ไม่มีพฤติกรรมความเป็นแม่ตามธรรมชาติมากพอ การนำลูกนกยูงออกมาทันทีหลังจากที่ฟักออกจากไข่ นอกจากจะเป็นการลดการสูญเสียจากแม่แล้ว ยังเป็นการตรวจหาความผิดปกติของลูกนกยูงได้อีกด้วย เช่น การตรวจการปิดของสะดือ การตรวจภาวะขาถ่าง เป็นต้น สำหรับตู้กกหรือกรงอนุบาลของลูกนกยูงในระยะนี้ ควรเน้นเรื่องของอุณหภูมิ ความชื้น และความสะอาดเป็นหลัก สามารถใช้กล่องที่มีผนังรอบทั้ง 4 ด้าน หรือกล่องทึบมีฝาปิดแล้วเจาะรูเพื่อระบายอากาศเนื่องจากสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้มากกว่ากรงแบบเปิดโล่ง ในช่วงนี้ควรให้ความอบอุ่นตลอด 24 ชั่วโมง ปรับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ตามแนวทางในการตั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในลูกไก่เนื้อ (ตารางที่ 2.1) โดยใช้ไฟกก 40-60 วัตต์ อุณหภูมิอยู่ที่ 27-34 ºC และปรับความชื้นสัมพัทธ์ที่ 30-60% ตามช่วงอายุ อาจใช้อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ และความชื้นช่วยวัดค่า หรือสังเกตจากพฤติกรรมของลูกนกยูงว่านอนสุมกันหรือไม่ (ภาพที่ 2.5) ถ้านอนสุมกันแสดงว่าอุณหภูมิต่ำเกินไป ถ้านอนห่างจากไฟแสดงว่าอุณหภูมิสูงเกินไป อุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ถ้วยน้ำ ถ้วยอาหารควรล้าง และเปลี่ยนอาหารและน้ำทุกวัน หมั่นสังเกตความเหมาะสมของภาชนะที่ใช้ เช่น ลูกนกยูงสามารถจิกอาหาร หรือดื่มน้ำจากภาชนะได้หรือไม่ สิ่งสกปรก เช่น มูลของลูกนกยูงสามารถตกลงไปในภาชนะได้หรือไม่ เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 แนวทางในการตั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในลูกไก่เนื้อในแต่ละช่วงอายุ

ช่วงอายุ (วัน)	ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	อุณหภูมิ (ºC) สำหรับลูกไก่ที่พ่อแม่พันธุ์อายุต่ำกว่า 30 สัปดาห์	อุณหภูมิ (ºC) สำหรับลูกไก่ที่พ่อแม่พันธุ์อายุมากกว่า 30 สัปดาห์
0	30-50	34	33
7	40-60	31	30
14	40-60	27	27

ที่มา : Bourne. (2015).



ภาพที่ 2.5 การกระจายตัวของลูกนกยูงภายในที่กก

1.2.2 นกยูงรุ่น (อายุ 4 สัปดาห์ ถึง 2 ปี) ลูกนกยูงช่วงอายุนี้ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ไฟกกตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งตอนกลางคืนสามารถปิดไฟได้เนื่องจากได้รับแสงสว่างตามธรรมชาติในช่วงกลางวันพอแล้ว แต่ควรสังเกตในเรื่องอุณหภูมิ ความชื้น และการระบายอากาศโดยสามารถใช้ไฟกกได้ตามเหมาะสม ในช่วงนี้สามารถเสริมหญ้า หรือผลไม้ตามฤดูกาลได้ ควรมีหินขนาดเล็ก หรือกรวดให้นกยูงกินเพื่อเป็นการช่วยย่อย ทำความสะอาดพื้นกรง อุปกรณ์ให้อาหาร และน้ำอย่างน้อยวันละ 1 ครั้ง ในช่วงอายุนี้ควรระวังเรื่องของการเข้าฝูงของนกยูง เนื่องจากอยู่ในช่วงที่กำลังโต ทำให้นกยูงบางตัวมีพฤติกรรมที่ก้าวร้าว อาจมีการจิกตีกันทำให้เกิดความเสียหาย ข้อควรระวังคือการดูจำนวนตัวต่อกรงไม่ให้หนาแน่นเกินไป ในช่วงนี้มีการนำนกยูงลงพื้นดินจึงต้องถ่ายพยาธิเป็นประจำ อย่างน้อยทุก 6 เดือน ทำกรงขนาดใหญ่ได้ เช่น กว้าง 3 เมตร ยาว 6 เมตร หรือ

กว้าง 4 เมตร ยาว 12 เมตร โดยพิจารณาที่จำนวนตัวและความเพียงพอของพื้นที่ในกรงเป็นหลัก ความสูงของกรงอย่างน้อย 3 เมตร ควรทำคอนให้นกยูงเกาะโดยให้ขนาดของคอนมีขนาดประมาณที่นกยูงเกาะแล้วนิ้วสามารถโอบรอบคอนได้ประมาณสามในสี่ของเส้นรอบวงของคอน สามารถแบ่งพื้นที่ในกรงออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ส่วนพื้นที่ในร่ม และพื้นที่กลางแจ้ง เนื่องจากนกยูงเป็นสัตว์ที่รำแพนทั้งเพศผู้ และเพศเมีย จึงต้องทำกรงที่มีพื้นที่กว้างเพื่อให้ไม่เกิดความเสียหายกับขน สามารถใส่คอนในกรงได้มากกว่า 1 คอน เพื่อให้นกยูงสามารถเลือกคอนเกาะเอง และเป็นการกระจายจำนวนของนกยูงบนคอนไม่ให้มากเกินไป ตาข่ายที่ใช้ควรมีขนาด ขนาดตา 0.5-1 นิ้ว ทั้ง 4 ด้าน เพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์ที่เป็นพาหะของโรค เช่น หนูหรือนกชนิดต่างๆเข้าไปได้ และยังสามารถป้องกันอันตรายจากงูได้ด้วย วัสดุรองพื้นสามารถใช้เป็นทราย ควรเปลี่ยนวัสดุรองพื้นอย่างปีละ 1 ครั้ง และมีการทำความสะอาดพื้นอย่างน้อยวันละ 1 ครั้งเพื่อลดการหมักหมมของมูลที่เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค

1.2.3 พ่อแม่พันธุ์ (อายุ 2 ปีขึ้นไป) ฤดูกาลผสมพันธุ์ของนกยูงขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนและสถานที่ที่เลี้ยงนกยูง ในประเทศไทยฤดูกาลผสมพันธุ์เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนพฤษภาคม โดยแบ่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ระยะแรก ระยะกลาง และระยะท้ายฤดูกาล โดยเพศเมีย 1 ตัว สามารถวางไข่ได้ 5-8 ฟอง ต่อ 1 ระยะ รวมทุกระยะนกยูงสามารถไข่ได้ 15-24 ฟองต่อ 1 ฤดูกาลผสมพันธุ์ นกยูงสามารถให้ผลผลิตและผสมพันธุ์ได้เมื่อเพศเมียมีอายุอย่างน้อย 2 ปี และเพศผู้มีอายุอย่างน้อย 2.5 ปี นกยูงเพศผู้ 1 ตัว สามารถคุมเพศเมียได้มากถึง 5 ตัว ควรคัดเลือกเพศผู้แค่ 1 ตัวต่อกรง เนื่องจากเมื่อเข้าสู่ฤดูผสมพันธุ์เพศผู้จะมีนิสัยก้าวร้าวขึ้น ในกรณีที่ต้องการใช้เพศผู้มากกว่า 1 ตัวต่อกรง ควรเลือกเพศผู้ที่เลี้ยงมาด้วยกันตั้งแต่แรกเกิด หรือใช้การเทียบกรงเพื่อลดปัญหาความก้าวร้าว นกยูงเพศเมียจะไข่ที่พื้นโดยการตีหลุมเป็นบ่อ มักจะไข่ตำแหน่งเดิมตลอดฤดูกาลผสมพันธุ์ และมักจะไข่ในช่วงหัวค่ำ บางกรณีนกยูงอาจไข่ขณะที่เกาะอยู่บนคอนทำให้ไข่ตกพื้นแตกและสูญเสียผลผลิตสามารถแก้ปัญหาได้โดยการนำคอนออก หรือการนำผ้าหรือตาข่ายมาผูกเป็นเปลรองรับไข่เพื่อไม่ให้ไข่ตกแตกก็ได้ ควรระวังเรื่องของการใช้ยาปฏิชีวนะเพื่อลดอันตรายจากผลข้างเคียงของยาที่สามารถถ่ายทอดจากแม่ไปสู่ไข่ได้ ขนาดกรงไม่แตกต่างกรงนกยูงรุ่นแต่สามารถทำให้เล็กกว่าเพื่อให้เหมาะสมกับจำนวนตัวที่เข้าคู่ผสมพันธุ์ได้ เนื่องจากนกยูงเพศเมียมักจะตีบ่อเพื่อไข่ จึงไม่จำเป็นต้องทำรังให้นกยูงวางไข่

ตารางที่ 2.2 ขนาดของกรงในสัตว์ปีกสายพันธุ์ต่างๆ

สายพันธุ์	ขนาดกรง (ตารางเมตร)
นกยูงอินเดีย	37
นกยูงไทย	42
นกหว้า	9-10
ไก่ฟ้าพญาลอ	3-5
ไก่ฟ้าสีทอง	1.5-2

ที่มา : ดัดแปลงจาก ณรงค์ จันทน์สุคนธ์. (2542).

การคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์นกยูงเบื้องต้นควรตรวจสุขภาพทั่วไป รูปลักษณ์ภายนอก และช่วงอายุที่เหมาะสมกับการผสมพันธุ์ ก่อนการนำเข้าผสมนอกจากจะต้องมีการถ่ายพยาธิ ทำวัคซีนกำจัดปรสิตภายนอกแล้ว ควรมีการเตรียมพร้อมก่อนนำเข้าไปรวมกลุ่มกับตัวอื่น สามารถทำได้โดยการสังเกตพฤติกรรมว่าเมื่อรวมฝูงแล้วมีความก้าวร้าวหรือไม่ ในบางกรณีอาจพบพฤติกรรมที่หวงถิ่นทำให้นกยูงจิกตีกัน ก่อให้เกิดความเสียหาย อีกกรณีก็คือ นกยูงยังไม่ชินกับที่ใหม่ทำให้ตื่นกลัวหรือตกใจบินหนีทำให้ชนกรงทำให้บาดเจ็บหรือตายได้ วิธีการปรับสภาพหรือความพร้อมของนกยูงสามารถทำได้โดยการเทียบกรง ใช้ในกรณีที่นำนกยูงตัวใหม่เข้าฝูง สามารถทำได้โดยการนำนกยูงตัวใหม่ใส่กรงหรือกล่องที่มีขนาดพอดีตัว ให้เกิดความคุ้นชินกับสถานที่ และเป็นที่หลบภัยในเบื้องต้นก่อน เมื่อนกยูงมีความพร้อมจะสามารถเดินเข้าฝูงได้เอง ในกรณีที่โดนนกยูงตัวอื่นไล่จิกก็ยังมีที่หลบภัยให้ได้ ส่วนการนำนกยูงเข้ากรงผสม สามารถทำได้โดยการนำนกยูงเพศเมียใส่ในกรงใหญ่ให้เกิดความคุ้นชินกับสถานที่ก่อน แล้วจึงนำนกยูงเพศผู้ใส่กรงตามไปทีหลัง เนื่องจากนกยูงเพศผู้มักมีนิสัยที่ก้าวร้าวกว่า เมื่อเข้าไปอยู่สถานที่ใหม่ในช่วงแรกมักไม่เกิดความคุ้นเคย ทำให้นิสัยก้าวร้าวลดลงได้เหมือนกัน ในช่วงฤดูการผสมพันธุ์เพศผู้จะกางหางออกทำให้ขนาดของลำตัวเพิ่มขึ้นกว่าสองเท่า มีการเกี้ยวพาราสีเพศเมียด้วยลักษณะการเต้นที่มีเอกลักษณ์ เรียกว่า การรำแพน (Train) นกยูงเป็นสัตว์ที่จับคู่ได้มากกว่า 1 ตัว (Polygamy) โดยเพศผู้ 1 ตัว สามารถคุมฝูงได้มากถึง 5 ตัว ช่วงฤดูผสมพันธุ์แตกต่างกันไปตามประเทศ และสถานที่ที่เลี้ยงโดยสัมพันธ์กับปริมานของฝน ในประเทศไทยพบว่า นกยูงอินเดียมีฤดูผสมพันธุ์ในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงพฤษภาคม สามารถสังเกตปัญหาของนกยูงที่ไม่ผสมพันธุ์ ที่เกิดได้จากพฤติกรรมที่ก้าวร้าวของนกยูงเพศผู้ เช่น การจิก ไล่ตี และพฤติกรรมไม่ยอมรับนกยูงที่จับเข้าคู่กัน เช่น เพศเมียเดินออกห่าง

จากเพศผู้ หรือเพศผู้ไม่สนใจเพศเมีย โดยสามารถแก้ปัญหาได้โดยทำการเปลี่ยนนกยูงตัวที่มีปัญหาออก แล้วคัดเลือกนกยูงตัวอื่นเข้าผสมพันธุ์แทน ในกรณีที่มีการเลี้ยงนกยูงหลายตัว สามารถปล่อยเข้ากรงเดียวกันเพื่อให้นกยูงเป็นตัวเลือกเองได้ โดยสังเกตจากพฤติกรรมว่ามีความก้าวร้าว หรือเพศผู้มีการรำแพนเข้าหาเพศเมียหรือไม่ เป็นต้น

ภาพที่ 2.6 การรำแพนของนกยูง

1.3 การฟักไข่ การฟักไข่นกยูงแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นได้แก่ วิธีการฟักไข่ การเตรียมไข่ฟักและการเก็บรักษาไข่ก่อนฟัก

1.3.1 วิธีการฟักไข่ วิธีการฟักไข่นกยูงมี 3 วิธี ได้แก่

1) ให้แม่นกยูงฟักไข่เอง ข้อดี คือ ตามธรรมชาติของนกยูงจะรู้เองว่าต้องใช้ระยะเวลา และอุณหภูมิในการฟักเท่าไรถึงจะเหมาะสม ผู้เลี้ยงสามารถปล่อยให้นกยูงทำการฟักไข่เองโดยที่ไม่ต้องช่วยควบคุมปัจจัยภายนอกในการฟักไข่ เช่น การปรับอุณหภูมิ หรือความชื้น ที่ผู้เลี้ยงทำได้คือ การเตรียมอาหารและน้ำให้เพียงพอ เนื่องจากในช่วงที่นกยูงฟักไข่จะไม่คอยลุกขึ้นมาหาอาหารเหมือนปกติ ข้อเสีย คือ การนั่งฟักไข่นานๆ อาจทำให้สภาพของนกยูงโทรม และวางไข่ชุดต่อไปได้จำนวนน้อย นอกจากนี้อาจเกิดปัญหาแม่นกยูงจิกลูกของตัวเองในช่วงที่ลูกนกยูงฟักออกจากไข่

2)ใช้แม่ไก่บ้านฟักไข่ หรือที่เรียกว่า แม่ไก่มือปืน เปรียบเหมือนไก่ที่รับจ้างฟักไข่ให้สัตว์ชนิดอื่น สามารถใช้ไก่บ้านฟักไข่นกยูงได้เหมือนไข่ไก่ทั่วไป (ภาพที่ 2.7) แต่ต้องระวัง

เรื่องของสุขภาพแม่ไก่ โดยจะต้องตรวจสุขภาพทั่วไปของแม่ไก่ว่าปลอดจากโรค ทำการถ่ายพยาธิ และกำจัดปรสิตภายนอก เพื่อป้องกันไม่ให้ลูกนกยูงติดเชื้อหรือปรสิตจากแม่ไก่ ข้อดี คือ แม่นกยูงสามารถไข่ชุดต่อไปได้เลยโดยไม่ต้องเสียเวลาฟักไข่ของตัวเอง ข้อเสีย คือ บางกรณีแม่ไก่จะรู้ว่าลูกนกยูงไม่ใช่ลูกของตัวเองทำให้จิกลูกนกยูง หรือเขี่ยลูกนกยูงออกจากรัง แล้วไม่กกลูกนกยูงต่อ ทั้งนี้ยังต้องระวังเรื่องของจำนวนไข่ต่อการฟักหนึ่งครั้ง ไม่ให้มากเกินไป ถ้าจำนวนของไข่ และขนาดของแม่ไก่ไม่สัมพันธ์กันจะทำให้กระจายความร้อนได้ไม่สม่ำเสมอ และมีอุณหภูมิไม่เพียงพอต่อการพัฒนาตัวอ่อน

ภาพที่ 2.7 แม่ไก่บ้านที่ฟักไข่นกยูง

3) ใช้ตู้ฟักไข่ไฟฟ้า ปัจจุบันมีเครื่องฟักไข่หลากหลายยี่ห้อ และมีเทคโนโลยีใหม่ๆ เพิ่มขึ้นมามากมาย (ภาพที่ 2.8) ทำให้ผู้ใช้มีตัวเลือกในการใช้ตู้ฟักไข่มากขึ้น ข้อดี คือ โอกาสที่ลูกนกยูงจะติดเชื้อโรคระหว่างกระบวนการฟักไข่เกิดขึ้นได้น้อย สามารถฟักไข่ได้จำนวนมากต่อ 1 ครั้ง เหมาะสำหรับฟาร์มนกยูงที่มีขนาดใหญ่ที่มีไข่จำนวนมาก ทั้งนี้ไข่ที่นำมาเข้าตู้ฟักไม่ควรเก็บไว้นานเกิน 7 วัน เพราะมีผลต่ออัตราเชื้อตายของไข่ด้วย ข้อเสีย คือ ตู้ฟักไข่ต้องใช้ไฟฟ้าทำให้มีภาระในเรื่องของค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น และอาจประสบปัญหาเรื่องไฟดับ ทำให้อุณหภูมิระหว่างการฟักไข่ไม่สม่ำเสมอ ดังนั้น ควรหามาตรการสำรองในกรณีที่ไฟดับไว้ด้วย ทั้งนี้ผู้ใช้ควรมีความชำนาญในเรื่องของเทคโนโลยีที่นำมาใช้กับตู้ฟักไข่ และระวังเรื่องของความผิดพลาดจากอุปกรณ์และเทคโนโลยีในตู้ฟักไข่ เช่น ตัวตรวจจับอุณหภูมิไม่ทำงานทำให้ตู้ฟักไข่มีอุณหภูมิที่มากเกินไปทำให้ไข่เสีย หรือปัญหามอเตอร์ที่ควบคุมการพลิกไข่ไม่ทำงาน เป็นต้น

ภาพที่ 2.8 ตู้ฟักไข่

1.3.2 การเตรียมไข่ฟัก ก่อนจะนำไข่เข้าตู้ฟักควรมีการจัดการที่ดี เพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อตู้ฟัก และเป็นการเพิ่มอัตราการฟักออกของลูกนกยูงด้วย โดยทำตามขั้นตอนดังนี้

1) การรวบรวมไข่ ควรศึกษาพฤติกรรม และช่วงเวลาที่นกยูงไข่ เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนนกยูงในช่วงเวลาที่ไข่ และเป็นการประมาณเวลาที่เหมาะสมในการเข้าไปเก็บไข่ ส่วนมากนกยูงจะไข่ช่วงหัวค่ำ ประมาณ 18.00 - 20.00 น. ควรเก็บไข่ทันทีหลังจากที่แม่นกยูงออกไข่ นำไข่ไปเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิเย็น เพื่อชะลอการพัฒนาของตัวอ่อนไม่ให้เจริญในอุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้ตัวอ่อนพัฒนาไม่สมบูรณ์ หรือตายได้

2) การทำความสะอาดไข่ฟัก ถ้าไม่ทำความสะอาดไข่ก่อนนำเข้าตู้ฟักอาจทำให้เป็นการนำสิ่งสกปรกเข้าตู้ฟัก ทำให้เกิดการเพาะเชื้อโรคในตู้ฟัก ก่อให้เกิดอันตรายกับลูกนกยูงที่ฟักออกมาใหม่ได้ บนเปลือกไข่จะมีรูเล็กๆ ทั่วทั้งไข่เพื่อใช้ในการแลกเปลี่ยนอากาศ และเคลือบด้วยชั้นคิวติเคิลซึ่งประกอบไปด้วยโปรตีนหลายชนิด ที่ทำหน้าที่ป้องกันเชื้อโรค หรือสิ่งสกปรก (D'Alba *et al*., 2017) ถ้าทำความสะอาดเปลือกไข่ด้วยน้ำจะทำให้ล้างสารที่ป้องกันนั้นออกไป ทำให้เชื้อโรคแทรกเข้าไปในรูอากาศได้ง่ายขึ้น และน้ำยังสามารถปิดรูอากาศส่งผลให้การแลกเปลี่ยนออกซิเจนน้อยลง ทำให้อัตราการเจริญของเชื้อน้อยลง

การทำความสะอาดไข่ก่อนนำเข้าฟัก มี 2 วิธีคือ การทำความสะอาดแบบแห้งและการทำความสะอาดแบบเปียก การทำความสะอาดแบบแห้งทำได้โดยใช้แผ่นใยขัด หรือกระดาษทรายลูบเบาๆ ที่เปลือกไข่เพื่อเอาสิ่งสกปรกออก ส่วนการทำความสะอาดแบบเปียกสามารถใช้น้ำล้างได้ แต่ควรนำไข่เข้าตู้ฟักทันที หรือใช้น้ำยาที่ทำมาเพื่อการทำความสะอาดไข่โดยเฉพาะ แต่มีราคาแพงและต้องสั่งซื้อจากบริษัทต่างประเทศ ในกรณีที่ใช้น้ำล้าง ควรใช้น้ำอุณหภูมิ 110 ^{O}F หรือ 43.33 ^{O}C ถ้าใช้น้ำที่มีอุณหภูมิต่ำจะทำให้ส่วนประกอบภายในไข่เกิดการหดตัว เกิดการดึงน้ำจากความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศภายนอกไข่เข้าสู่ไข่ผ่านทางรูบนเปลือกไข่ และนำพาสิ่งสกปรก หรือเชื้อโรคจากภายนอกเข้าไปในไข่ (Carwright, 2012)

3) การคัดเลือกไข่ฟัก ควรคัดเลือกไข่ที่มีรูปร่าง และลักษณะภายนอกที่สมบูรณ์ (ภาพที่ 2.9) กล่าวคือจะต้องไม่มีลักษณะของไข่ที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ เปลือกไข่แตกร้าว มีรอยบุบ มีรอยเปื้อนของมูลหรือดินมากเกินไป ไข่มีขนาดเล็กหรือใหญ่กว่าปกติ ผิวของเปลือกไข่ไม่สมบูรณ์บาง หรือมีรอยขรุขระ ซึ่งเกิดจากความผิดปกติจากแม่พันธุ์ เช่น การขาดสารอาหาร หรือการติดเชื้อ ไข่ที่มีความผิดปกตินี้จะมีอัตราการฟักออกที่น้อยมาก ทำให้เพิ่มโอกาสในการนำเชื้อโรค หรือไข่ที่เสียเข้าตู้ฟัก

ภาพที่ 2.9 ขนาดของไข่นกยูง (ขวา) เทียบกับขนาดของไข่ไก่บ้าน (ซ้าย)

1.3.3 การเก็บรักษาไข่ก่อนฟัก เปลือกไข่จะมีการปนเปื้อนจากเศษมูลของแม่ไก่และสิ่งสกปรกจากสิ่งแวดล้อม การเก็บรักษาไข่ที่ไม่ถูกต้องมีผลต่อการแลกเปลี่ยนออกซิเจน และส่งผ่านเชื้อโรคจากภายนอกเข้าสู่ไข่ ทำให้อัตราการฟักออก และอัตราการรอดของลูกไก่ลดลง อัตราการฟักออกจะลดลงถ้ามีการเก็บไข่ก่อนเข้าฟักนานเกินไป นอกจากปัจจัยเรื่องอุณหภูมิในบริเวณที่เก็บไข่จะมีผลต่ออัตราการฟักออกแล้ว ยังพบว่าระยะเวลาที่เก็บไข่ก่อนเข้าฟัก ความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศในบริเวณที่เก็บไข่ ตำแหน่งการวางไข่ยังมีผลต่ออัตราการฟักออกด้วย (King'ori, 2011 และ Carwright, 2012) โดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ

1) อุณหภูมิ (Temperature) เนื่องจากปฏิกิริยาทางเคมีต่างๆ จะเกิดได้เร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนของ Germinal disc จะเจริญเร็วในช่วงของ Blastula stage และจะหยุดลงเมื่อไข่ได้รับความเย็นหลังจากไข่ออกมาจากตัวแม่ไก่แล้ว โดยสามารถคงอยู่ได้เป็นเวลานานพอสมควรที่อุณหภูมิต่ำกว่า 21 ºF หรือประมาณ 7.8 ºC ซึ่งการเจริญเติบโตจะเป็นไปช้ามาก การเก็บไข่ไว้นานๆ จะมีผลเสียคือ ตัวอ่อนจะตาย อ่อนแอ หรืออาจจะไม่พัฒนาต่อไป นอกจากนี้อัตราการระเหยของน้ำจากไข่จะขึ้นกับอุณหภูมิ การเก็บไข่ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้น้ำระเหยออกจากไข่มากขึ้นส่งผลให้ช่องอากาศใหญ่ขึ้น ตัวอ่อนจะไม่สามารถเจริญต่อและตายในที่สุด เมื่ออุณหภูมิสูงโปรตีนในฟองไข่จะเกิดการสลายตัวเนื่องจากปฏิกิริยาการคลายตัวของกรดอะมิโน ในกรณีที่รุนแรงจะเกิดก๊าซไข่เน่า (Hydrogen Sulphide) จึงควรเก็บไข่ไว้ที่อุณหภูมิ 55-65 ^{O}F หรือ 12.78-18.33 ºC (Carwright, 2012)

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity) จะมีผลต่อการฟักออก ถ้าความชื้นต่ำมากเกินไปจะทำให้มีการระเหยของน้ำออกจากฟองไข่ และถ้าความชื้นสูงมากเกินไปจะทำให้ไข่เปียก ทำให้เชื้อจุลินทรีย์ผ่านเข้าฟองไข่ได้ง่ายทำให้ไข่เน่าเสีย ควรเก็บไข่ไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 75% (Carwright, 2012)

3) การถ่ายเทอากาศ (Ventilation) เนื่องจากไข่สดต้องการก๊าซออกซิเจน แต่การหมุนเวียนอากาศที่มากเกินไป จะทำให้มีการระเหยน้ำมากขึ้นทำให้คุณภาพไข่น้อยลง เช่น ไข่ที่เก็บในที่ลมโกรกจะทำให้การฟักออกลดลงมากกว่าไข่ที่เก็บในที่มิดชิด อาจใช้พลาสติกคลุมถาดที่เก็บไข่เพื่อลดการสูญเสียน้ำจากไข่ที่มากเกินไป และเป็นการป้องกันสิ่งสกปรก หรือฝุ่นละอองที่มาปนเปื้อนเปลือกไข่ได้ด้วย

4) การกลับไข่และการวางไข่ก่อนนำเข้าตู้ฟัก (Turning and egg position) เนื่องจากส่วนประกอบของไข่ ไข่แดงมีความเข้มข้นน้อยกว่าไข่ขาว ทำให้ไข่แดงลอยตัวขึ้นในส่วนที่สูงสุดของฟองไข่ ถ้าลอยขึ้นไปแตะกับเปลือกไข่จะทำให้ไข่แดงติดกับเปลือกไข่ และส่วนที่ไข่แดงลอยไปติดมักเป็นส่วนของเนื้อเยื่อเจริญ ส่งผลทำให้การเจริญช้าลง โดยไข่ที่เก็บไม่เกิน 7 วัน มักจะไม่เกิดลักษณะเช่นนี้ แต่อาจเกิดได้ถ้าอุณหภูมิที่เก็บไข่สูง ถ้ามีการเก็บไข่ไม่เกินกว่า 7 วัน

และสภาพการเก็บที่เหมาะสม สามารถป้องกันการติดของไข่แดงกับเปลือกไข่ได้โดยการกลับไข่ การกลับไข่ทำได้โดยการเอียงไข่ประมาณ 90 องศา ไปทั้ง 2 ฝั่ง โดยทำ 1-2 ครั้งต่อวัน การกลับไข่ไม่มีผลทำให้การฟักออกเพิ่มขึ้นแต่อย่างใด แต่ควรจะมีการกลับไข่ถ้าเก็บรักษาไข่ไว้นานกว่า 1 สัปดาห์ และในช่วงการเก็บไข่ฟักควรวางไข่ฟักในถาดไข่โดยเอาทางด้านป้านขึ้น

5) ระยะเวลาการเก็บไข่ก่อนเข้าฟัก (Duration of storage) Bloom *et al*., 1998 ได้ทำการศึกษาการตายของเซลล์ที่มีโปรแกรมการตายแล้ว (Apoptotic cell) ในสัตว์ปีกช่วง Blastula stage พบว่ามีการตายของเซลล์ Blastoderm มากขึ้นในไข่ที่เก็บไว้นานกว่า 14 วัน การเก็บไข่เป็นระยะเวลานานก่อนนำเข้าฟักจะทำให้เกิดการตายของเซลล์ที่มีโปรแกรมการตายของเซลล์อยู่แล้ว และโน้มนำให้เซลล์ที่ไม่มีโปรแกรมการตายของเซลล์เกิดการตายมากขึ้นด้วย อัตราส่วนของเซลล์ไม่มีชีวิตต่อเซลล์มีชีวิตของตัวอ่อนสัตว์ปีกเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ตัวอ่อนไม่สมบูรณ์หรือมีการตายของตัวอ่อน จึงไม่ควรเก็บไข่ก่อนเข้าฟักนานกว่า 10 วัน (Fasenko, 2007)

1.4 การคัดแยกเพศนกยูง นกยูงเพศผู้และเพศเมียที่โตเต็มวัยจะมีลักษณะแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ทั้งรูปร่าง ขนาดตัว และสีของขน แต่ลูกนกยูงที่อายุน้อยกว่า 6 สัปดาห์จะมีรูปร่างและสีขนที่คล้ายกันมาก ต้องอาศัยประสบการณ์ และการสังเกตจึงสามารถแยกเพศของนกยูงได้ ในปัจจุบันมีเทคนิค หรือนวัตกรรมในการแยกเพศสัตว์ปีก ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการแยกเพศนกยูงได้เช่นกัน (ดัดแปลงจาก ชนาธิป ธรรมการ, 2552) ซึ่งได้แก่

1. การดูลักษณะภายนอก
2. การสังเกตพฤติกรรม
3. การคลำตรวจลักษณะทางกายวิภาคของช่องเชิงกราน
4. การตรวจอวัยวะเพศโดยการปลิ้นทวาร
5. การส่องตรวจอวัยวะเพศโดยใช้กล้อง
6. การตรวจวัดระดับสเตียรอยด์ฮอร์โมนในสิ่งขับถ่าย
7. การแยกเพศโดยใช้สารพันธุกรรม

1.4.1 การดูลักษณะภายนอก (External Appearance) นกยูงทั้งเพศผู้และเพศเมียมีขนพู่บนหัวลักษณะเป็นรูปพัด เมื่อโตเต็มวัยสีของผิวหนังบริเวณหน้าจะมีสีขาว และมีสีดำคาดบริเวณตา สีขนของลูกนกยูงมีความแตกต่างกับนกยูงที่ตัวโตเต็มวัย โดยที่ลูกนกยูงแรกเกิดจะมีสีน้ำตาลทั้งตัว เมื่ออายุ 4-6 สัปดาห์ จะมีลายเป็นเส้นสีดำสลับสีน้ำตาลอ่อน โดยเพศผู้จะมีลายที่หลังชัดเจนและถี่กว่า ส่วนเพศเมียจะมีลายเส้นสีดำที่หนา และจำนวนน้อยกว่าเพศผู้ (ภาพที่ 2.10) เมื่ออายุมากกว่า 6 สัปดาห์นกยูงจะผลัดขนเป็นระยะจนเมื่อโตเต็มวัยอายุมากกว่า 2 ปี นกยูงเพศเมียมีขนตามลำตัวเป็นสีน้ำตาล ขนคอและหลังจะมีสีเขียวอ่อน นกยูงเพศเมียมีความยาวลำตัวประมาณ 95

เซนติเมตร น้ำหนักตัว 2.75–4 กิโลกรัม นกยูงเพศผู้มีขนบริเวณคอและอกสีน้ำเงิน ตามลำตัวมีขนสีน้ำเงินอมเขียว ขนบริเวณปีกเป็นลายสีขาวสลับกับสีดำ ด้านหลังมีขนลักษณะเป็นเกล็ดคล้ายใบไม้ มีความยาวลำตัวประมาณ 100-115 เซนติเมตร หรือมากกว่า 250 เซนติเมตรถ้ารวมหางที่ยาวเต็มที่แล้ว น้ำหนักตัว 4-6 กิโลกรัม

ภาพที่ 2.10 ลายที่หลังลูกนกยูง เพศผู้(ขวา) เพศเมีย (ซ้าย)

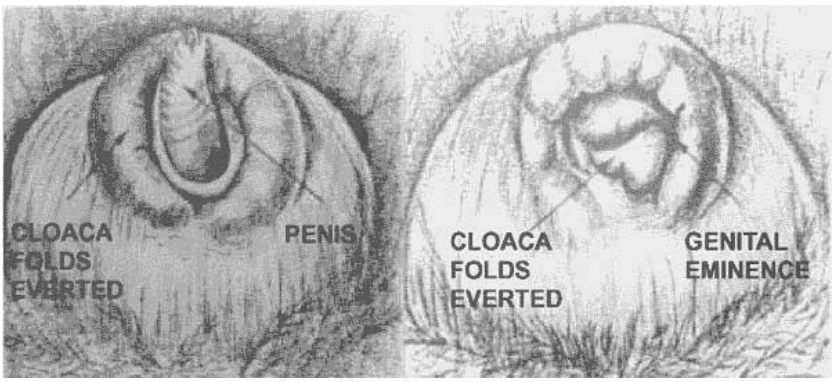
1.4.2 การสังเกตพฤติกรรม (Behavioral Observation) วิธีนี้ใช้ได้เมื่อนกอยู่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์ สามารถดูลักษณะนิสัยเฉพาะตัวของนกแต่ละชนิด โดยนกยูงอาจจะแสดงพฤติกรรมบางอย่างที่บ่งบอกลักษณะเพศ เช่น นกยูงเพศผู้อาจจะแสดงพฤติกรรมการเกี้ยวพาราสี เช่น การรำแพน หรือขึ้นผสมพันธุ์ นกยูงเพศผู้มักมีพฤติกรรมที่ก้าวร้าวกว่าเพศเมีย ส่วนนกยูงเพศเมียจะมีพฤติกรรมการสร้างรัง หรือหวงรัง เป็นต้น ทั้งนี้สามารถพบพฤติกรรมรำแพนได้ในนกยูงวัยเจริญพันธุ์ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย (ภาพที่ 2.11)

ภาพที่ 2.11 การรำแพนในลูกนกยูง

1.4.3 การคลำตรวจลักษณะทางกายวิภาคของช่องเชิงกราน (Examination of the Pelvic Girdle) หรือเรียกว่าการจับตะเกียบ (ภาพที่ 2.12) เป็นการคลำตรวจบริเวณอุ้งเชิงกรานส่วนล่าง โดยจับนกยูงในท่านอนหงายแล้วใช้ปลายนิ้วสัมผัสเพื่อวัดขนาดของช่องเชิงกราน ในเพศผู้ช่องเชิงกรานจะแคบ ในเพศเมียช่องเชิงกรานจะกว้างกว่า ในสัตว์ปีกจะมีกระดูกเชิงกรานช่วงล่างที่ไม่เชื่อมกัน เพื่อความเหมาะสมในการออกไข่ โดยที่ช่องเชิงกรานต้องขยายได้มากพอที่ไข่จะสามารถผ่านช่องเชิงกรานออกมาได้ วิธีนี้มีข้อจำกัดคือ สามารถใช้กับสัตว์ปีกที่มีความสมบูรณ์พันธุ์แล้วเท่านั้น โดยนกยูงจะสมบูรณ์พันธุ์เมื่ออายุอย่างน้อย 2 ปี ซึ่งช่วงอายุดังกล่าวสามารถแยกเพศได้จากลักษณะภายนอก จึงไม่จำเป็นต้องจับตะเกียบเพื่อจำแนกเพศ

ภาพที่ 2.12 การจับตะเกียบ

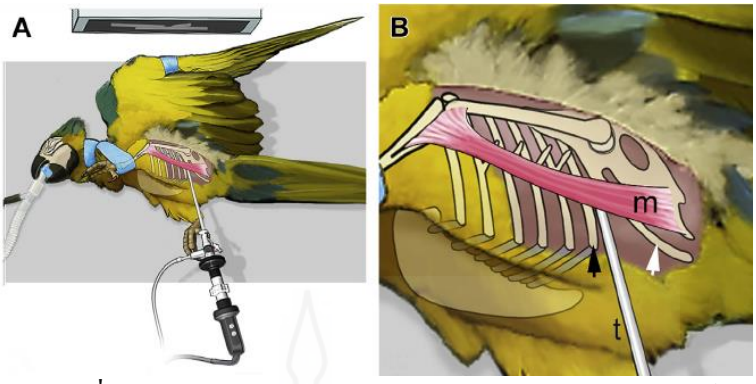
1.4.4 การตรวจอวัยวะเพศโดยการปลิ้นทวาร (Vent Sexing) ทำได้โดยการปลิ้นทวารร่วมเพื่อให้เห็นอวัยวะเพศข้างใน ในเพศผู้จะพบอวัยวะเพศผู้ (Phallus หรือ Penis) ลักษณะเป็นติ่งนูนยื่นออกมาชัด ในขณะที่เพศเมียจะไม่พบ หรือพบแต่เป็นติ่งขนาดเล็กไม่ชัดเจน (ภาพที่ 2.13) ข้อจำกัดของวิธีนี้คือต้องอาศัยประสบการณ์ในการตรวจเพื่อให้ได้ผลแม่นยำ



ภาพที่ 2.13 กายวิภาคของทวารในสัตว์ปีก

ที่มา : Buckland and Guy. (2002).

1.4.5 การส่องตรวจอวัยวะเพศโดยใช้กล้อง (Endoscopy) ใช้กับสัตว์ปีกที่ไม่สามารถตรวจเพศด้วยสารพันธุกรรม และนิยมใช้ในสัตว์ปีกที่ตัวเต็มวัยมีลักษณะภายนอกเหมือนกัน วิธีนี้ต้องวางยาสลบและทำการสอดกล้องผ่านชั้นผิวหนังบริเวณท้องเข้าไปที่ถุงลมส่วนช่องท้อง (Abdominal Air Sac) (ภาพที่ 2.14) ถุงลมนี้จะบุด้วยผนังเป็นเยื่อบางๆ ทำให้เห็นอวัยวะต่างๆ ภายในช่องท้อง รวมถึงอวัยวะสืบพันธุ์ด้วย ในสัตว์ปีกเพศผู้จะพบอัณฑะ 2 ข้าง ส่วนเพศเมียจะพบรังไข่เพียงข้างเดียว ข้อดี คือ มีโอกาสตรวจความผิดปกติของอวัยวะอื่นๆ ภายในช่องท้องได้ และสามารถตรวจการทำงานของรังไข่ว่าอยู่ในระยะใดได้อีกด้วย ข้อเสีย คือ ต้องวางยาสลบ ซึ่งมีความเสี่ยงจากการวางยาสลบ และต้องให้สัตวแพทย์หรือผู้ที่มีใบอนุญาตเป็นผู้วางยาสลบ ถ้าขั้นตอนการสอดกล้องไม่สะอาดจะทำให้เกิดการติดเชื้อมีความเสี่ยงต่อการอักเสบของช่องท้องและถุงลมได้ นอกจากนี้ยังมีโอกาสทำให้เกิดการบอบช้ำของอวัยวะภายในและกระดูกซี่โครงได้

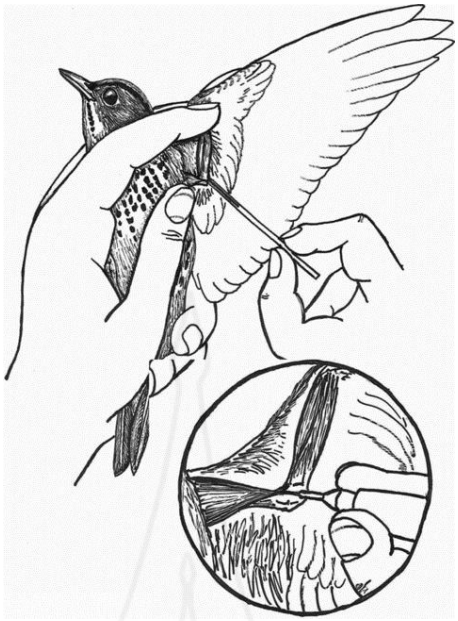


ภาพที่ 2.14 การใช้กล้องส่อง (Endoscope) ในนกแก้วมาคอว์

ที่มา : Divers. (2008).

1.4.6 การตรวจวัดระดับสเตียรอยด์ฮอร์โมนในสิ่งขับถ่าย (Measurement of Steroid Level in Excrement) วิธีนี้ใช้เป็นทางเลือกในกรณีที่ไม่ต้องการใช้วิธีที่เป็นอันตราย หรือรบกวนสัตว์ เนื่องจากสัตว์ปีกจะเป็นขับสารต่างๆที่ได้จากขั้นตอนการสลายสเตียรอยด์จากลำไส้และไตผ่านทางสิ่งขับถ่าย การเก็บตัวอย่างของวิธีนี้ทำได้โดยการเก็บมูลของสัตว์ที่ต้องการตรวจสอบ และวัดระดับ Sexual Steroid ในสิ่งขับถ่าย ได้แก่ ระดับของเทสโทสเตอโรน (Testosterone) และ เอสตราไดออล (Estradiol) แต่มีข้อจำกัดคือ ฮอร์โมนถูกรบกวนได้โดยหลายปัจจัย เช่น การทำงานของต่อมไร้ท่อ อายุ สถานะทางสังคม พฤติกรรม ระยะของรอบการผสมพันธุ์ ความเครียด น้ำหนักตัว เป็นต้น และต้องวัดระดับฮอร์โมนต่อเนื่องเพื่อดูอัตราส่วนของฮอร์โมนแล้วแปลผล (Bautista *et al*., 2013)

1.4.7 การแยกเพศโดยใช้สารพันธุกรรม (DNA Sexing) สามารถทำได้โดยการเก็บตัวอย่างที่มีสารพันธุกรรมเช่น ขนเลือด เปลือกไข่ เลือดจากการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำ (ภาพที่ 2.15) หรือการตัดเล็บ (ภาพที่ 2.16) เป็นต้น โดยแบ่งออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การตรวจวิเคราะห์โครโมโซม และการตรวจแยกเพศด้วยการใช้ปฏิกิริยาลูกโซ่



ภาพที่ 2.15 ตำแหน่งการเก็บเลือดจากเส้นเลือดดำที่ปีก

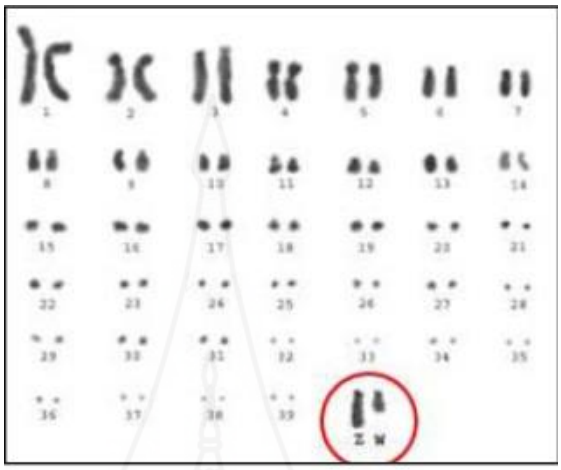
ที่มา : Owen. (2011).

ภาพที่ 2.16 ตำแหน่งการตัดเล็บเพื่อการเก็บตัวอย่างเลือด

ที่มา : Owen. (2011).

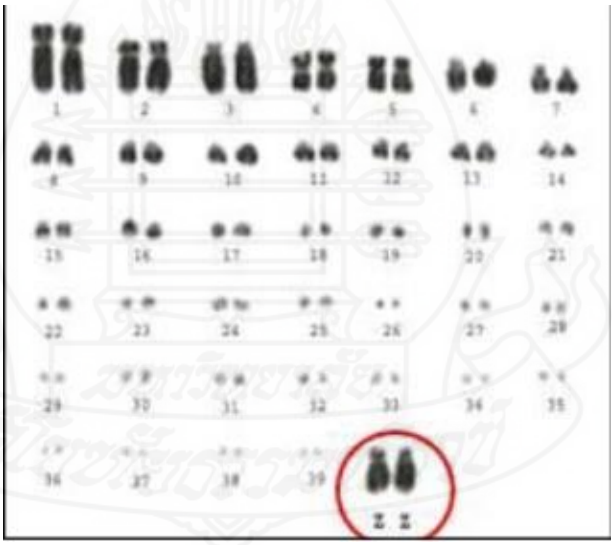
1) การตรวจวิเคราะห์โครโมโซม (Karyotype) Fillon (1995) ได้การทำการศึกษาในนกอินทรี (*Terathopius Ecaudatus*) โดยการตรวจหาโครโมโซมเพศ ZW โดยเก็บตัวอย่างจากเม็ดเลือดขาวชนิดลิมป์โฟไซต์ (Lymphocyte) แล้วทำการย้อมสี Giemsa เพื่อให้เห็นลักษณะของโครโมโซมที่แตกต่างกัน หรือใช้ขั้นตอน C-banding เพื่อให้เห็นการติดสีของโครโมโซม ทำการ

วิเคราะห์ผลโดยดูลักษณะของโครโมโซม เพศเมียจะพบคู่โครโมโซมที่มีลักษณะแตกต่างกัน (ZW) (ภาพที่ 2.17) ส่วนเพศผู้จะพบคู่โครโมโซมที่มีลักษณะเหมือนกัน (ZZ) (ภาพที่ 2.18)



ภาพที่ 2.17 Karyotype เพศเมียซึ่งมีโครโมโซมเพศเป็น ZW

ที่มา : Archawaranon. (2004).



ภาพที่ 2.18 Karyotype เพศผู้มีโครโมโซมเพศเป็น ZZ

ที่มา : Archawaranon. (2004).

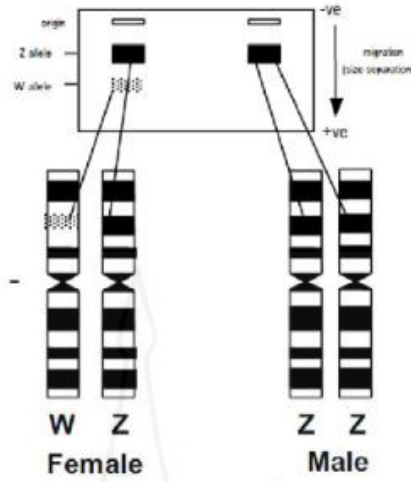
2) การตรวจแยกเพศด้วยการใช้ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Polymerase Chain Reaction: PCR method) ใช้เทคนิคโดยการเพิ่มปริมาณของสารพันธุกรรมบนแผ่นเจลพิเศษ มีหลักการคือการเลียนแบบการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในธรรมชาติ เป็นวิธีการเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอช่วงใดช่วงหนึ่งซึ่ง

อยู่ระหว่างส่วนของดีเอ็นเอที่ทราบลำดับเบสแล้ว เรียกดีเอ็นเอส่วนที่ทราบลำดับเบสว่า ไพรเมอร์ (Primer) เรียกดีเอ็นเอที่เป็นต้นแบบเพื่อเพิ่มปริมาณว่า เทมเพลท (Template) การแปลผลทำได้โดยจำนวนแถบที่เกิดขึ้นจะแสดงผลว่าเป็นเพศผู้ หรือเพศเมีย แถบที่เกิดขึ้นเกิดจากขนาดของนิวคลีโอไทด์ที่แตกต่างกัน ในเพศเมียจะเกิดแถบ 2 แถบ และเพศผู้จะเกิดแถบ 1 แถบ (ภาพที่ 2.19, 2.20) มีการแยกเพศด้วยวิธีใช้ปฏิกิริยาลูกโซ่ในสัตว์ปีกหลายชนิด เช่น นก Sun conure ไก่ฟ้า Ringneck (ภาพที่ 2.20) พบข้อมูลการแยกเพศของนกยูงด้วยวิธีนี้จากการวิจัยของ Careem *et al.* (2007) (ตารางที่ 2.3) การตรวจเพศวิธีนี้มีความแม่นยำสูงถึง 98-99% แต่มีข้อจำกัดคือไม่สามารถตรวจได้ในสัตว์ปีกทุกชนิด เนื่องจากต้องทราบลำดับเบสของดีเอ็นเอที่ขนาบข้างดีเอ็นเอที่ต้องการเพิ่มปริมาณ เพื่อนำมาสังเคราะห์ดีเอ็นเอที่จะทำหน้าที่เป็นไพรเมอร์ (อำไพวรรณ จวนสัมฤทธิ์ และธันยชัย สุระ, 2534) นอกจากนี้อาจเกิดปัญหาผลตรวจผิดพลาด หรือการปนเปื้อนของตัวอย่างจากนกยูงตัวอื่น หรือผู้ทำการเก็บตัวอย่างได้

ตารางที่ 2.3 ตารางสรุปผลของการปฏิกิริยาลูกโซ่ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ

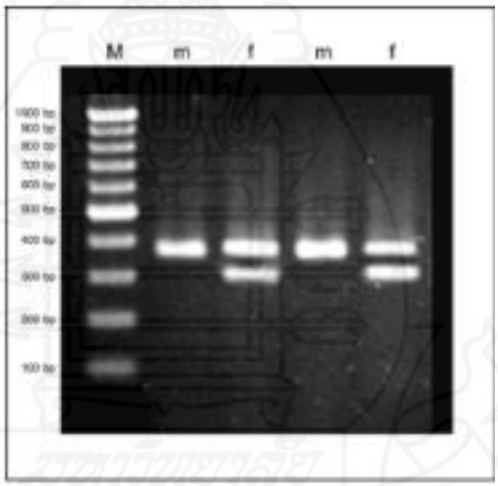
Bird	Sex	DNA Extraction Method	3F/3R Primers		4F/4R Primers	
			Z-600bp	W-450bp	Z-400bp	W-350bp
Silver Pheasant *Lahore nycthemera*	Male	Phenol chloroform/ Chelex	√	-	√	-
	Female	Phenol chloroform/ Chelex	√	√	√	√
Golden Pheasant *Chrysolophus pictus*	Male	Phenol chloroform/ Chelex	√	-	√	-
	Female	Phenol chloroform/ Chelex	√	√	√	√
Peacock *Pavo cristatus*	Male	Phenol chloroform	√	-		
	Female	Phenol chloroform	√	√		
Chinese Pheasant *Phasianus decollatus*	Female	Chelex	-	√		
Ostrich *Struthio camelus*	Male	Chelex			√	-
Ring-necked pheasant *Phasianus colchicus*	Male	Chelex			√	-
Macaw *Ara sp.*	Female	Chelex			√	√

ที่มา : Careem *et al.* (2007).



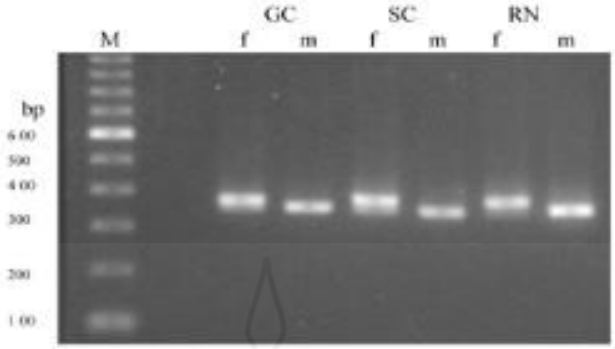
ภาพที่ 2.19 หลักการการแสดงออกของผลผลิต PCR ที่แตกต่างกันของนกเพศผู้และเพศเมียที่ปรากฏบนเจล agarose อันเป็นผลมาจากขนาดของนิวคลีโอไทด์ที่ต่างกันของนกเพศผู้และเพศเมีย

ที่มา : Grant. (2001).



ภาพที่ 2.20 ผลการตรวจแยกเพศด้วยเทคนิคพีซีอาร์ด้วยไพรเมอร์ที่เมื่อแสดงผลบนเจล agarose ซึ่งเรืองแสงอุลตร้าไวโอเลตแล้วเพศผู้จะปรากฏเพียงแบนเดียว ในขณะที่เพศเมียจะปรากฏสองแบน (M = marker DNA , m = เพศผู้ , f = เพศเมีย)

ที่มา : ชนาธิป ธรรมการ และคณะ. (2550).

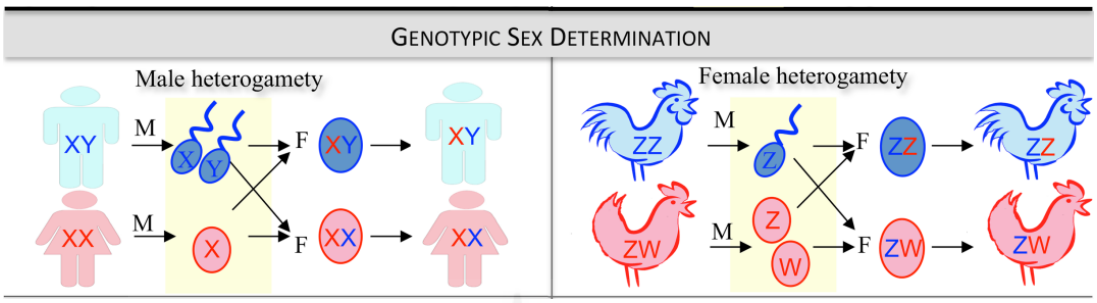


ภาพที่ 2.21 ผลการตรวจแยกเพศด้วยเทคนิคพีซีอาร์ด้วยชุดไพรเมอร์บางชุดที่เมื่อแสดงผลบนเจล agarose ที่เรืองแสงอุลตร้าไวโอเลตแล้วได้ขนาดของชิ้นส่วนของ ยีนที่แตกต่างกันน้อยมากระหว่างนกเพศผู้หรือเพศเมีย (M = marker DNA, f = เพศเมีย, m = เพศผู้, GC = Green-cheeked conure; Pyrrhura molinae, SC = Sun conure; Aratinga solstitialis และ RN = Ringnecked)
ที่มา : Jirajaroenrat and Thammakarn. (2007).

2. การกำหนดเพศในสัตว์ (Sex Determination)

ในสัตว์ส่วนใหญ่เพศจะถูกกำหนดตั้งแต่ช่วงที่ไข่ (Eggs) และอสุจิ (Sperms) เกิดการปฏิสนธิว่าจะเป็นเพศหญิงหรือเพศชาย แต่มีการศึกษาในสัตว์เลื้อยคลานหลายชนิดพบว่ามีการกำหนดเพศในช่วงของการฟักไข่ โดยปัจจัยภายนอกได้แก่ อุณหภูมิในช่วงการฟักไข่มีผลต่อการกำหนดเพศ ซึ่งหมายถึงว่าปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมมีบทบาทสำคัญในการกำหนดอัตราส่วนเพศ การกำหนดเพศในสัตว์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระบบ ได้แก่ การกำหนดเพศด้วยจีโนไทป์ และการกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อม (Bachtrog *et al*., 2014)

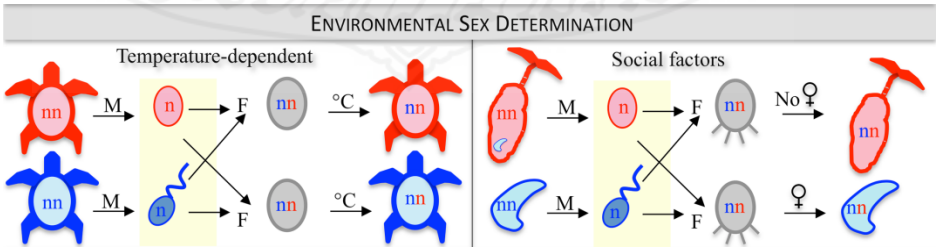
2.1 การกำหนดเพศด้วยยีนจีโนไทป์ (Genotypic Sex Determination; GSD) พบในสัตว์หลายชนิดรวมถึงพืชบางชนิดด้วย เพศจะถูกกำหนดด้วยโครโมโซม ยีน หรือ อัลลีลที่จำเพาะ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจากเพศหนึ่งไปเป็นอีกเพศหนึ่ง ด้วยการเข้าคู่กันของโครโมโซมในรูปแบบที่หลากหลายภายใต้ข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด โดยพบการกำหนดเพศด้วยยีน 2 รูปแบบหลัก (ภาพที่ 2.22) ได้แก่ ระบบXX/XYในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (XX คือเพศเมีย และ XY คือเพศผู้) และ ระบบ ZW/ZZ ในนกและปลาบางชนิด (ZW คือเพศเมีย และ ZZ คือเพศผู้) นอกจากนี้ยังพบ ระบบ XO ในแมลงบางชนิด เช่น ตั๊กแตน และจิ้งหรีด (XX คือเพศเมีย และ X คือเพศผู้)



ภาพที่ 2.22 การจับคู่ของโครโมโซมในระบบXX/XYในคน และระบบZW/ZZในสัตว์ปีก

ที่มา : Bachtrog *et al*. (2014).

2.2 การกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อม (Environmental Sex Determination, ESD) เพศของสัตว์จะถูกกำหนดจากสภาพแวดล้อมในช่วงที่อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Gonad) มีการพัฒนา ตัวอย่างสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการกำหนดเพศ เช่น อุณหภูมิ (Rhen *et al*., 1999) ฮอร์โมน (Crews, 1996 และ Ding *et al*., 2012) สภาพแวดล้อม (Bachtrog, 2014) เป็นต้น การกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อมเกิดจากการกระตุ้นของปัจจัยภายนอกที่มีความเหมาะสมต่อกระบวนการเจริญของเพศใดเพศหนึ่งในกรณีที่การกำหนดเพศขึ้นกับอุณหภูมิจะเรียกรูปแบบการกำหนดเพศว่า การกำหนดเพศด้วยอุณหภูมิ (Temperature Dependent Sex Determination, TSD) ตัวอย่างสัตว์ที่มีการกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อม (ภาพที่ 2.23) เช่น อุณหภูมิมีผลในเต่าญี่ปุ่นแก้มแดง *Trachemysscripta* เมื่อฟักไข่ที่อุณหภูมิสูงจะได้อัตราส่วนเพศเมียมากกว่าเพศผู้ และเมื่อฟักไข่ที่อุณหภูมิต่ำจะได้อัตราส่วนเพศผู้มากกว่าเพศเมีย (Rhen *et al*., 1999) ปัจจัยจากสิ่งแวดล้อมในไส้เดือนทะเล (Marine green spoonworm) เมื่อตัวอ่อนออกมาจากตัวเพศเมียในช่วงแรกตัวอ่อนยังไม่ได้ถูกจำแนกเพศ และล่องลอยอยู่ในน้ำทะเล ตัวอ่อนที่ลอยมาแตะพื้นทะเลจะกลายเป็นเพศเมีย ส่วนตัวอ่อนที่ลอยมาสัมผัสกับไส้เดือนทะเลเพศเมียจะเจริญเป็นตัวอ่อนเพศผู้ (Bachtrog *et al*., 2014)



ภาพที่ 2.23 การกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อมจากผลของอุณหภูมิ และปัจจัยทางสังคม

ที่มา : Bachtrog *et al*. (2014).

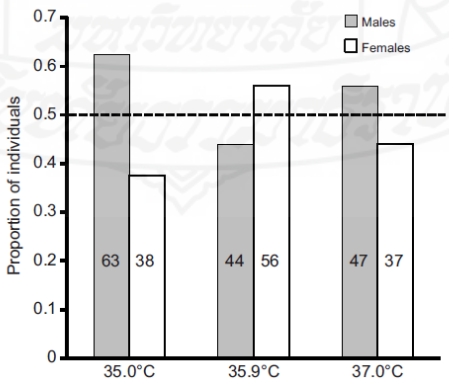
3. ผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศ

อุณหภูมิในการฟักไข่มีผลต่อการกำหนดเพศของสัตว์ที่กำหนดเพศด้วยจีโนไทป์และสัตว์กลุ่มที่กำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อม ดังนี้

3.1 ผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศในสัตว์กลุ่มที่กำหนดเพศด้วยยีน จากการศึกษาของ Caglayan *et al*. (2011) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิในช่วงฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศของนกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail) ที่อุณหภูมิที่แตกต่างกัน 5 ระดับ ได้แก่ 36.7, 37.2, 37.7, 38.2 และ 38.7 ^{o}C พบว่าการฟักไข่ที่อุณหภูมิสูงจะได้อัตราส่วนของนกกระทาเพศเมียมากกว่าเพศผู้ นอกจากนี้ทำการศึกษาอัตราการฟักออกของไข่ทั้งหมดพบว่า ไข่ที่ฟักที่อุณหภูมิ 36.7 ^{o}C มีอัตราการฟักออกของไข่มีเชื้อ และอัตราการมีเชื้อของไข่ดีที่สุด

เช่นเดียวกับการศึกษาในไก่งวง โดย Eiby *et al*. (2008) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในช่วงฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศ และอัตราการตายในตัวอ่อนของไก่งวง Australia Brush-turkey (*Alecturalathami*) ที่อุณหภูมิ 32, 34 และ 36^{o}C พบว่าการฟักไข่ที่อุณหภูมิสูงจะได้อัตราส่วนของไก่งวงเพศเมียมากกว่า และที่อุณหภูมิต่ำจะได้ไก่งวงเพศผู้มากกว่า เมื่อทำการแยกเพศในตัวอ่อนที่ตายก่อนการฟัก พบว่า ตัวอ่อนเพศผู้มีอัตราการตายมากกว่าในช่วงอุณหภูมิสูง ในขณะที่ตัวอ่อนเพศเมียมีอัตราการตายมากกว่าในช่วงอุณหภูมิต่ำ

Durant *et al*. (2016) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศในเป็ด Wood ducks (*Aix sponsa*) โดยการนำไข่เข้าฟักที่อุณหภูมิ 3 ระดับ พบว่าอัตราส่วนของเพศผู้ฟักออกมากกว่าที่อุณหภูมิ 35 และ 37 ^{o}C ส่วนอัตราส่วนของเพศเมียฟักออกมากกว่าที่อุณหภูมิ 35.9 ^{o}C (ภาพที่ 2.24) นอกจากนี้ยังพบว่า อัตราการตายของเพศเมียสูงกว่าที่ อุณหภูมิ 35 ^{o}C และอัตราการตายของเพศผู้สูงกว่าที่ อุณหภูมิ 35.9 ^{o}C



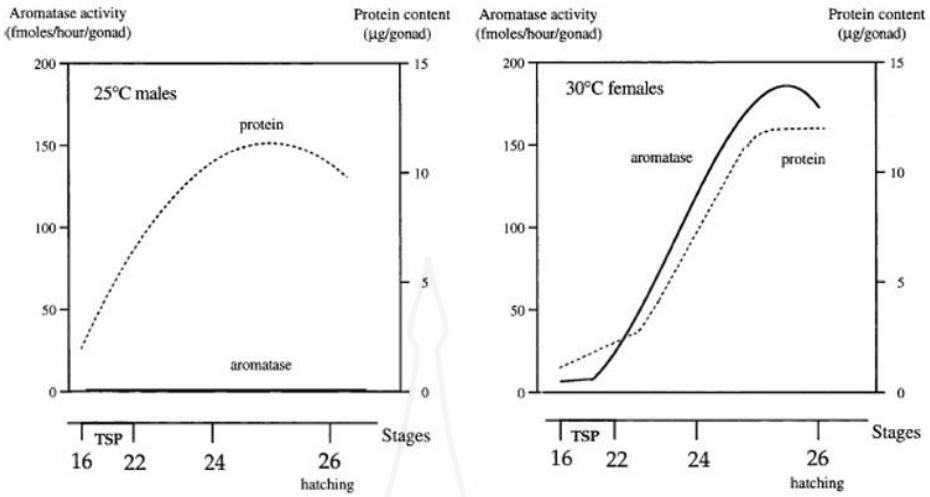
ภาพที่ 2.24 อัตราส่วนของเพศผู้และเพศเมียที่ฟักได้จากอุณหภูมิระดับต่างๆของตู้ฟักในเป็ด Wood ducks

ที่มา : Durant *et al*. (2016).

Collins *et al.* (2013) ศึกษาผลของอุณหภูมิในช่วงฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศ และอัตราการตายของตัวอ่อนในไก่เนื้อเชิงพาณิชย์ โดยฟักที่อุณหภูมิ 36.7, 37.5 และ 38.3°C พบว่า อุณหภูมิไม่มีผลต่ออัตราส่วนเพศ ในขณะที่อัตราการฟักออกของกลุ่มอุณหภูมิสูงน้อยกว่ากลุ่มอุณหภูมิต่ำและกลาง อัตราการตายของลูกไก่มากที่สุดในกลุ่มอุณหภูมิสูง และเมื่อทำการแยกเพศของตัวอ่อนไม่พบความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระว่างเพศผู้ และเพศเมีย โดยสรุปผลว่าอุณหภูมิไม่มีผลต่อการกำหนดเพศ แต่มีผลต่อการตายของตัวอ่อนและอัตราการเจริญเติบโตของตัวอ่อน

3.2 ผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศในสัตว์กลุ่มที่กำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อม ถูกค้นพบครั้งแรกในกลุ่มสัตว์เลื้อยคลาน พบว่าในช่วงของการฟักไข่จะมีช่วงเวลาหนึ่งที่ไวต่ออุณหภูมิ (Thermo Sensitive Period) โดยระดับของอุณหภูมิจะมีผลต่อการกำหนดเพศแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด และระยะที่ไวต่ออุณหภูมินี้ส่วนมากจะอยู่ในช่วงสองในสามของระยะเวลาการฟัก ถ้ามีการฟักด้วยอุณหภูมิดังกล่าวในระดับที่คงที่จะทำให้เกิดการกำหนดเพศได้ (Bosch, 2015)

อุณหภูมิมีผลต่อการกำหนดเพศในสัตว์ได้โดยไปมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของ Sex Steroid ในช่วงที่มีการพัฒนาของตัวอ่อน โดยอุณหภูมิจะไปกระตุ้นและหรือยับยั้งระดับการทำงานของ Aromatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนแอนโดรเจนเป็นเอสโตรเจน ซึ่งเอสโตรเจนมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ในช่วงของการฟักไข่ ในช่วงอุณหภูมิที่มีการยับยั้งการทำงานของ Aromatase จะทำให้เกิดเพศผู้ และในช่วงอุณหภูมิที่มีการกระตุ้นการทำงานของ Aromatase จะทำให้เกิดเพศเมีย (ภาพที่ 2.25) (Bosch, 2015)



ภาพที่ 2.25 การทำงานของ Aromatase ที่สัมพันธ์กับฮอร์โมนของอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ทดลองในตัวอ่อนของเต่าน้ำ (European Pond Turtle, *Emys orbicularis*) โดยที่อุณหภูมิ 25°C ได้เพศผู้ และที่อุณหภูมิ 30°C ได้เพศเมีย

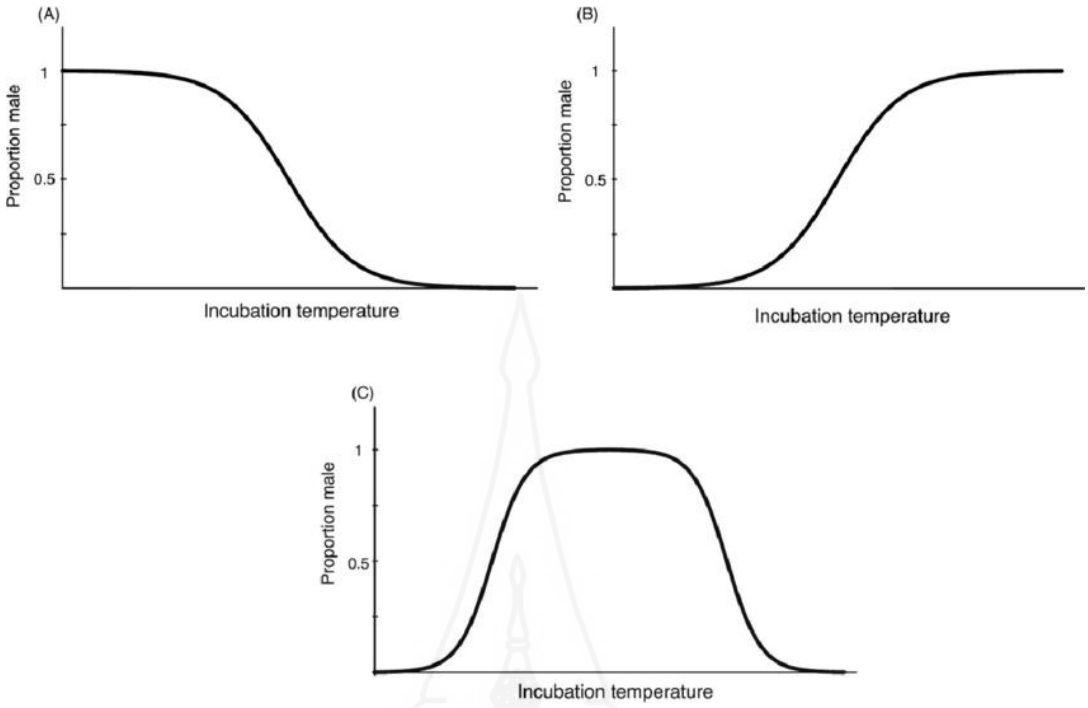
ที่มา : Bosch (2015).

จากการศึกษาของ Pezaro *et al.* (2016) ได้จำแนกรูปแบบของการกำหนดเพศด้วยอุณหภูมิเป็น 3 รูปแบบ (ภาพที่ 2.26) ได้แก่

1.) <u>รูปแบบที่ Ia</u> เมื่อไข่ถูกฟักด้วยอุณหภูมิสูงจะได้เพศเมียมากกว่า ในขณะที่ไข่ถูกฟักด้วยอุณหภูมิต่ำจะได้เพศผู้มากกว่า ตัวอย่างสัตว์ที่มีรูปแบบการกำหนดเพศแบบนี้ ได้แก่ เต่าน้ำ (European Pond Turtle, *Emys orbicularis*) (Bosch, 2015)

2.) <u>รูปแบบที่ Ib</u> รูปแบบนี้จะตรงข้ามกับรูปแบบ Ia คือเมื่อไข่ถูกฟักด้วยอุณหภูมิสูงจะได้เพศผู้มากกว่า ในขณะที่ไข่ถูกฟักด้วยอุณหภูมิต่ำจะได้เพศเมียมากกว่า ตัวอย่างสัตว์ที่มีรูปแบบการกำหนดเพศแบบนี้ ได้แก่ สัตว์เลื้อยคลานบางชนิด เช่น กิ้งก่า *Sphenodonpunctatus* (Bosch, 2015)

3.) <u>รูปแบบที่ II</u> เมื่อตัวอ่อนถูกฟักในอุณหภูมิที่สูงเกิน หรือต่ำเกินจะได้เพศเมียมากกว่า ในขณะที่อุณหภูมิช่วงกลางจะได้เพศผู้เช่น ปลา *Paralichthysolivaceus* (Ospina-Alvarez and Pifferer, 2008)

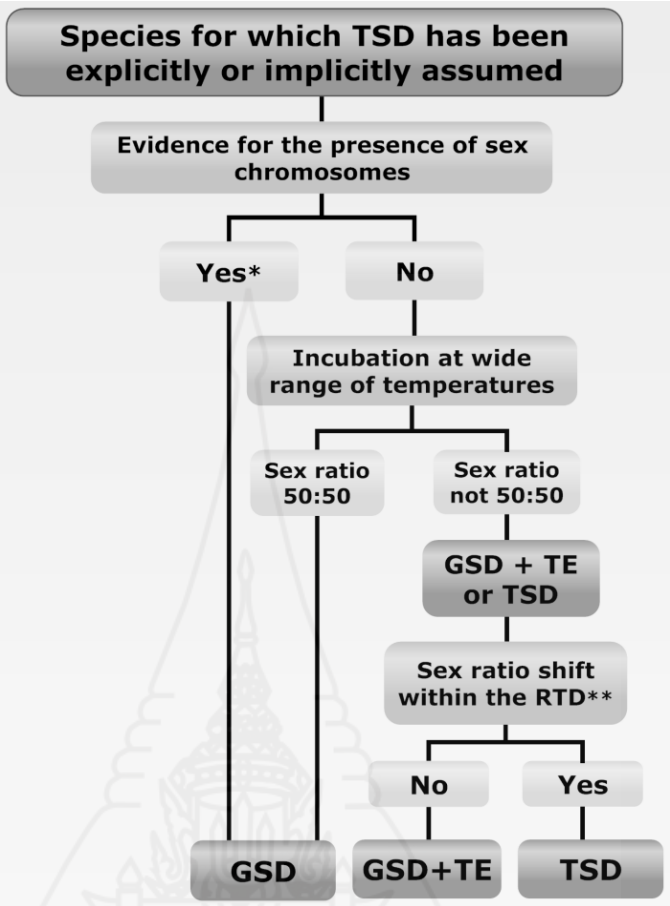


ภาพที่ 2.26 รูปแบบการกำหนดเพศด้วยอุณหภูมิแบบต่างๆ โดยที่แนวนอนเป็นอุณหภูมิช่วงการฟัก และแนวตั้งเป็นอัตราส่วนของเพศผู้ (A) รูปแบบที่ Ia (B) รูปแบบที่ Ib และ(C) รูปแบบที่ II

ที่มา : Pezaro *et al*. (2016).

Ospina-Alvarez และ Pifferer (2008) ได้กล่าวถึงผลของอุณหภูมิที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเพศ (Thermal effect) นอกจากการกำหนดเพศด้วยจีโนไทป์และการกำหนดเพศด้วยสิ่งแวดล้อมแล้วอุณหภูมิยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเพศได้ด้วย โดยได้ทำการทดลองในปลาน้ำจืดและปลาน้ำเค็ม 59 สายพันธุ์ทั้งในแหล่งธรรมชาติและในห้องปฏิบัติการ ปลาที่ใช้ในการทดลองแต่ละชนิดมีทั้งชนิดที่มีโครโมโซมและชนิดที่ไม่มีโครโมโซมพบว่า อัตราส่วนของเพศสามารถเปลี่ยนแปลงได้จากระดับของอุณหภูมิที่เปลี่ยนไปโดยสามารถส่งผลได้แม้มีการเปลี่ยนแปลงของระดับอุณหภูมิเพียงเล็กน้อย (1-2 ^{o}C) ก็ทำให้อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียจาก 1:1 เป็น 3:1 ได้ โดยในปลากลุ่ม *Peociliopsislucida* สามารถแบ่งออกได้ 2 สายพันธุ์โดยแบ่งเป็นสายพันธุ์ที่อุณหภูมิมีผลต่อการกำหนดเพศจึงจัดอยู่ในกลุ่มที่กำหนดเพศด้วยอุณหภูมิ (Temperature-dependent sex determination, TSD) และอีกสายพันธุ์อุณหภูมิไม่มีผลต่อการกำหนดเพศแต่ไม่สามารถสรุปได้ว่าปลากลุ่มนี้เป็นสัตว์ที่กำหนดเพศด้วยจีโนไทป์ (Genotypic sex determination, GSD) หรือไม่

การจัดกลุ่มการกำหนดเพศเบื้องต้น (Ospina-Alvarez and Piferrer, 2008) (ภาพที่ 2.27) สามารถดูได้จากการตรวจโครโมโซม ถ้ามีโครโมโซมจะจัดอยู่ในกลุ่ม GSD ถ้าไม่มีโครโมโซมให้ทำการทดสอบโดยการฟักไข่ที่อุณหภูมิช่วงต่างๆ เพื่อดูอัตราส่วนเพศ ถ้าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย 50:50 จะจัดอยู่ในกลุ่ม GSD ถ้าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียไม่เท่ากับ 50:50 จะจัดอยู่ในกลุ่ม TSD หรือ GSD ร่วมกับกลุ่มที่ได้รับผลกระทบจากอุณหภูมิ (Thermal effect, TE) ถ้าอัตราส่วนเพศมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงอุณหภูมิที่มีการพัฒนาของตัวอ่อน (Range of temperature during development, RTD) จะจัดอยู่ในกลุ่ม TSD ถ้าอัตราส่วนเพศไม่เปลี่ยนแปลงจะจัดอยู่ในกลุ่ม GSD+TE จากการศึกษานี้ให้ข้อเสนอแนะที่น่าสนใจคือการพบ TSD ในสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่งไม่สามารถตัดความเป็นไปได้ที่ว่าสัตว์ชนิดนี้จะอยู่ในกลุ่ม GSD ดังนั้น มีความเป็นไปได้ที่จะพบ GSD และTSD ในสัตว์ชนิดเดียวกัน เช่นเดียวกับการศึกษาของ Harlow และ Shine (1999) ที่ศึกษาในกิ้งก่า *Chlamydosauruskingii* กิ้งก่าชนิดนี้เป็นสัตว์ที่มีโครโมโซมเพศแบบ ZW/ZZ เมื่อทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ (26, 29 และ 33 ^{o}C) พบว่าเมื่อฟักไข่ที่อุณหภูมิต่ำจะได้เพศเมียมากกว่าเพศผู้ เมื่อฟักไข่ที่อุณหภูมิสูงจะได้เพศผู้มากกว่าเพศเมีย ควรทำการพัฒนาเทคนิคการตรวจหาโครโมโซมเพศ เช่น การใช้ Fluorescent molecular probe เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการหาโครโมโซมของสัตว์ชนิดอื่นๆ ต่อไป (Ospina-Alvarez and Piferrer, 2008)



ภาพที่ 2.27 เกณฑ์ในการจัดกลุ่มสัตว์ที่มีการกำหนดเพศแบบต่างๆ

ที่มา : Ospina-Alvarez and Piferrer (2008).

4. ผลของอุณหภูมิต่ออัตราการฟัก และการมีเชื้อของไข่

อุณหภูมิมีผลต่ออัตราการฟัก และการมีเชื้อของไข่แบ่งเป็น 2 ช่วง ได้แก่ อุณหภูมิก่อนนำไข่เข้าฟัก และอุณหภูมิในตู้ฟัก

4.1 อุณหภูมิก่อนนำไข่เข้าฟัก Bourassa *et al*. (2003) ได้ทำการทดลองในไก่ไข่โดยนำไข่ไก่พักที่ห้องควบคุมอุณหภูมิก่อนการนำเข้าโรงฟัก เป็นเวลา 4 วัน ที่อุณหภูมิ 2 ระดับ ได้แก่ 66 ^{O}F หรือ 19 ^{O}C และ 74 ^{O}F หรือ 23 ^{O}C เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมต่ออัตราการฟัก และการมีเชื้อของไข่ ผลการศึกษาพบว่า อุณหภูมิก่อนการเข้าฟักไม่มีผลต่ออัตราการฟัก จำนวนไข่ไม่มีเชื้อ และความผิดปกติของลูกไก่หลังฟัก

ไข่ที่เก็บจากแม่ไก่ในช่วงที่อากาศร้อนและแห้งทำให้อัตราการฟักลดลง ในช่วงอากาศร้อนควรเก็บไข่จากรังฟักให้ถี่ขึ้น เพื่อลดโอกาสที่แม่ไก่จะนั่งฟักไข่ ทำให้เกิดความร้อนและ

เกิดกระบวนการพัฒนาของตัวอ่อนเร็วเกินไป ถ้าไม่นำไข่เข้าฟักทันทีจะทำให้การพัฒนาของตัวอ่อนไม่ต่อเนื่อง ทำให้อัตราการเจริญของเชื้อน้อยลง การเก็บไข่ก่อนเข้าฟักควรเก็บไข่ที่อุณหภูมิ 13-16 ^{O}C และความชื้นสัมพัทธ์ 70-75 เปอร์เซนต์ การเก็บไข่ในบรรยากาศ ที่อุณหภูมิสูงกว่า 24 ^{O}C หรือมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 40 เปอร์เซนต์ ส่งผลให้อัตราการฟักออกน้อยลง นอกจากนี้อุณหภูมิในสภาพแวดล้อมที่สัตว์อยู่แล้วทำให้เกิดความเครียดจากความร้อน (Heat stress) ส่งผลให้คุณภาพของน้ำเชื้อลดลง อัตราการมีเชื้อของไข่จึงลดลง (King O'ri, 2011)

4.2 อุณหภูมิในตู้ฟัก Nakage *et al*. (2003) ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในตู้ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อน อัตราการฟักออก การสูญเสียน้ำในไข่ และน้ำหนักของลูกนกกระทา โดยใช้อุณหภูมิในตู้ฟัก 5 ระดับ ได้แก่ 34.5^{O}C, 35.5 ^{O}C, 36.5 ^{O}C, 37.5 ^{O}C และ 38.5 ^{O}C พบว่าอุณหภูมิตู้ฟักที่ 35.5 ^{O}C และ 36.5 ^{O}C มีอัตราการฟักออกดีที่สุด เนื่องจากในขณะฟักไข่จะมีกระบวนการสูญเสียน้ำประมาณ 12-14 เปอร์เซนต์ จากไข่ไก่ อย่างไรก็ตาม การสูญเสียน้ำจากไข่ที่มากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนและอัตราการฟักออก อุณหภูมิในตู้ฟักที่สูงเกินระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้ไข่เกิดการสูญเสียน้ำมากเกินไป (มากกว่า 14 เปอร์เซนต์) ทำให้ตัวอ่อนขาดน้ำ (Dehydrate) การฟักที่อุณหภูมิสูงเกินทำให้การตายของตัวอ่อนมากขึ้นและอัตราการฟักน้อยลง ในขณะที่อุณหภูมิในตู้ฟักที่ต่ำกว่าอุณหภูมิระดับที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำน้อยเกินไป (น้อยกว่า 12 เปอร์เซนต์) ทำให้มีน้ำในไข่มากเกินไป (Overhydrate) และส่งผลให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซของฟองไข่ลดลง ทำให้อัตราการตายของตัวอ่อนมากขึ้นและอัตราการฟักออกน้อยลง

King O'ri (2011) ได้ทำการศึกษาในไก่ไข่พบว่า ระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่คือ 37.8 ^{O}C ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้มีการพัฒนาของตัวอ่อนและมีอัตราการฟักออกดีที่สุด ควรปรับอุณหภูมิในตู้ฟักให้คงที่อยู่ที่ 37.2-37.7 ^{O}C ระดับอุณหภูมิที่สามารถฟักไข่ได้คือช่วง 36 - 38.9 ^{O}C อัตราการตายจะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิในตู้ฟักต่ำกว่า 35.6 ^{O}C หรือสูงกว่า 39.4 ^{O}C ถ้าตั้งอุณหภูมิในตู้ฟักสูงมากเกินไปเป็นเวลาหลายวันจะทำให้ไข่ไม่ฟัก เมื่อตั้งอุณหภูมิให้คงที่ที่ 38.6 ^{O}C พบว่าเกิดการเร่งการเจริญเติบโตของตัวอ่อน โดยมีการใช้สารอาหารและพลังงานจากไข่แดงและอัลบูมินแต่หลังจากนั้นถ้าคงที่อุณหภูมิสูงอย่างต่อเนื่องจะลดการเจริญของตัวอ่อนเนื่องจากเป็นช่วงอุณหภูมิที่ทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้น้อยลง อุณหภูมิที่ 38.9 ^{O}C ทำให้เกิดการตายของตัวอ่อนมากขึ้นและอัตราการฟักน้อยลง อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่นกยูง คือ 99-100 ^{O}F หรือ 37.2-37.8 ^{O}C (Hopkins, 2017) ไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับระดับอุณหภูมิที่มีผลต่อการฟักและการมีเชื้อในนกยูง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดียมีวิธีดำเนินการวิจัยดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. วิธีดำเนินการวิจัย

1.1 รูปแบบการวิจัย เป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ภายในบล็อก (Randomized Complete Block Design; *RCBD*) ใช้ช่วงเดือนที่เก็บไข่นกยูงเข้าฟักเป็นบล็อก โดยเก็บไข่นกยูงเข้าฟัก 5 ช่วง ได้แก่ เดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม 2561 หน่วยทดลองได้แก่ไข่จากพ่อแม่พันธุ์นกยูงอินเดีย จำนวน 27-36 ฟองต่อช่วง ถูกแบ่งออกโดยวิธีสุ่ม เป็น 3 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมี 3 ซ้ำๆ ละ 3-4 ฟอง โดยไข่ทดลองจะถูกฟักที่อุณหภูมิแตกต่างกัน ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.2 ^{O}C
ทรีตเมนต์ที่ 2 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.5 ^{O}C
ทรีตเมนต์ที่ 3 ฟักไข่ที่อุณหภูมิ 37.8 ^{O}C

1.2 ไข่ทดลองไข่ทดลองเก็บจากนกยูงอินเดียเพศเมีย อายุ 3 ปี จำนวน 10 ตัว ที่เลี้ยงรวมกับนกยูงอินเดียเพศผู้จำนวน 2 ตัว เลี้ยงในโรงเรือนแบบเปิด โดยนกยูงดังกล่าวมาจากพ่อแม่พันธุ์เดียวกัน

2. เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

2.1 โรงเรือน โรงเรือนแบบเปิด ล้อมด้วยรั้วตาข่ายทำจากลวด ขนาดกว้าง 8 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 10 เมตร พื้นดิน ใช้วัสดุปูรองพื้นเป็นทราย มีพื้นที่ส่วนในร่ม และกลางแจ้ง

2.2 อุปกรณ์ ประกอบไปด้วย

2.2.1 ถ้วยน้ำ ทำจากพลาสติกสูง 18.5 เซนติเมตร ยาว 18.5 เซนติเมตร กว้าง 18.5 เซนติเมตร ขนาดจุ 1.5 ลิตร จำนวน 2 ชุด

2.2.2 ถ้วยอาหาร ทำจากพลาสติกสูง 18.5 เซนติเมตร ยาว 18.5 เซนติเมตร กว้าง 18.5 เซนติเมตร ขนาดจุ 1.5 กิโลกรัม จำนวน 2 ชุด

2.2.3 อุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้น อุปกรณ์วัดแบบดิจิตอลจำนวน 4 เครื่อง บริเวณโรงเรือนที่เลี้ยงนกยูง 1 เครื่อง และติดตั้งในตู้ฟักไข่ตู้ละ 1 เครื่อง

2.2.4 ตู้ฟักไข่ ตู้ฟักไข่ตราไก่ดำ รุ่น SIS 144 AE บรรจุไข่นกยูงได้ 64 ฟอง ระบบดิจิตอล กลับไข่แบบอัตโนมัติจำนวน 3 เครื่อง

3. ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นเตรียมการ

3.1.1 การจัดเตรียมโรงเรือน ทำความสะอาดโดยการกวาดสิ่งสกปรกออก และทำการฆ่าเชื้อโรค ตากทรายที่ใช้เป็นวัสดุปูรองพื้นไว้กลางแดดเพื่อไล่ความชื้น ก่อนเททรายทับพื้นดินทั่วทั้งกรง พื้นทรายหนาประมาน 5-10 เซนติเมตร แขวนคอนที่ทำจากไม้ในกรง 3 ตำแหน่ง

3.1.2 จัดเตรียมอาหารสำเร็จรูปทางการค้า จำนวน 3 สูตร ได้แก่ อาหารสูตรที่ 1 ใช้สำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์นกยูงโดยมีโปรตีน 16 % อาหารสูตรที่ 2 ใช้สำหรับเลี้ยงลูกนกยูงอายุ 1 วันถึง 3 สัปดาห์โดยมีโปรตีน 21 % อาหารสูตรที่ 3 สำหรับเลี้ยงลูกนกยูงอายุ 3 สัปดาห์ขึ้นไปโดยมีโปรตีน 14 %

3.1.3 การเตรียมวัคซีน ยาถ่ายพยาธิ วิตามิน และอาหารเสริม ใช้วัคซีนหลอดลมอักเสบ นิวคาสเซิลแบบหยอดจมูก และฝีดาษของบริษัทเอกชนแบบแทงปีกยาถ่ายพยาธิแบบละลายน้ำ ให้วิตามินและแคลเซียมแบบผงโรยอาหารในช่วงที่ทำการทดลอง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง

3.1.4 จัดเตรียมสัตว์ทดลอง คัดนกยูงอินเดีย เพศผู้ 2 ตัว และเพศเมีย 10 ตัว อายุ 3 ปี ที่มาจากพ่อแม่พันธุ์เดียวกันตรวจสุขภาพทั่วไป และทดสอบการอยู่ร่วมกัน เพื่อป้องกันปัญหาจิกตีกันทำให้เกิดความเสียหายโดยทำวัคซีนและถ่ายพยาธิพ่อแม่พันธุ์นกยูง 2 เดือนก่อนเข้าการทดลอง

3.2 ขั้นดำเนินการวิจัย

3.2.1 คัดพ่อแม่พันธุ์นกยูงเข้ากลุ่มทดลอง ปล่อยนกยูงที่คัดไว้เพื่อให้คุ้นชิน และได้ปรับตัวกับพื้นที่ใหม่นาน 2 สัปดาห์ เพื่อที่จะได้ไม่มีปัญหาตื่นที่ หรือตื่นกลัวจนไม่ผสมพันธุ์หรือไม่ไข่

3.2.2 การเตรียมตู้ฟักไข่ ทำการฆ่าเชื้อตู้ฟักไข่ ถาดใส่น้ำให้ความชื้น ถาดวางไข่ และถาดแรกเกิดทำการทดลองเปิดตู้ฟักเพื่อทดสอบการทำงาน เช่น การให้ความร้อน การตัดอุณหภูมิ และทดสอบความคงที่ของอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ โดยการใช้เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์แบบดิจิตอลติดเพิ่มข้างในตู้ฟักอีกหนึ่งเครื่อง เพื่อเทียบกับค่าอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของเครื่องวัดที่ติดมากับตู้

3.2.3 การเตรียมไข่ฟัก ทำการเก็บไข่ในช่วง 19.00 น.ของทุกวัน บันทึกอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศบริเวณที่เลี้ยงนกยูง เขียนหมายเลขบนไข่เรียงตามวันที่เก็บไข่ได้ นำเข้าห้องเย็นที่มีการควบคุมอุณหภูมิที่ 22-25 ^{O}C ทำความสะอาดไข่นกยูงโดยใช้แผ่นใยขัดแห้งลูบเอาสิ่งสกปรก เช่น ดิน หรือมูลออก วางไข่บนถาดไข่ และเอาไข่ด้านป้านขึ้น

3.2.4 การนำไข่เข้าตู้ฟัก หลังจากรวบรวมไข่ไม่เกิน 7 วัน เขียนวันที่ที่นำเข้าฟัก นำไข่เข้าตู้ฟักประมาณ 08.00 น.ของเช้าวันถัดไป แบ่งเป็น 3 ตู้ โดยปรับอุณหภูมิตามที่กำหนดตามกลุ่ม ทดลองคือ 37.2, 37.5 และ 37.8 ^{O}C โดยการสุ่ม ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ที่ 60-65 %

3.2.5 การส่องไข่ ส่องไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังนำไข่เข้าตู้ฟัก โดยใช้ไฟสำหรับส่องไข่คัดแยกฟองที่ไม่มีเชื้อ เชื้อไม่เดิน หรือมีปัญหาออก และบันทึกจำนวนไข่มีเชื้อเพื่อคำนวณหาอัตราการมีเชื้อของไข่

$$\text{อัตราไข่มีเชื้อ (\%)} = \frac{\text{จำนวนไข่มีเชื้อ (ฟอง)}}{\text{จำนวนไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

4. การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1 บันทึกอุณหภูมิ และความชื้นสัมพัทธ์ในบรรยากาศในช่วงที่ทำการเก็บไข่ทุกวัน

4.2 บันทึกจำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด ระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่ จำนวนไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเริ่มฟัก เพื่อคำนวณหาอัตราไข่มีเชื้อ (%)

4.3 บันทึกจำนวนลูกนกยูงที่ฟักออก และจำนวนไข่ไม่ฟัก เพื่อคำนวณอัตราการฟักออก ตามสูตร

$$\text{อัตราการฟักออก (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกนกยูงที่ฟักออกจากไข่ (ตัว)}}{\text{จำนวนไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

4.4 บันทึกจำนวนเพศของลูกนกยูงที่อายุ 6-8 สัปดาห์ โดยการแยกเพศจากลักษณะภายนอก เพื่อคำนวณจำนวนลูกนกยูงเพศผู้ที่ฟักออก จำนวนลูกนกยูงเพศเมียที่ฟักออก และอัตราส่วนระหว่างลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมียตามสูตร

$$\text{จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ที่ฟักออก (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ที่ฟักออกจากไข่ (ตัว)}}{\text{จำนวนไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

$$\text{จำนวนลูกนกยูงเพศเมียที่ฟักออก (\%)} = \frac{\text{จำนวนลูกนกยูงเพศเมียที่ฟักออกจากไข่ (ตัว)}}{\text{จำนวนไข่ที่เข้าฟักทั้งหมด (ฟอง)}} \times 100$$

$$\text{อัตราส่วนระหว่างเพศผู้และเพศเมีย} = \frac{\text{จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย (ตัว)}}{\text{จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ (ตัว)}}$$

5. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างทรีตเมนต์ ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

6. สถานที่ทดลอง

ฟาร์มนกยูงอินเดีย จังหวัดเพชรบูรณ์

7. ระยะเวลาที่ดำเนินการทดลอง

ระยะเวลาทำการทดลอง ตั้งแต่ มกราคม 2561 ถึง สิงหาคม 2561

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย มีผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก

ตอนที่ 2 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อการกำหนดเพศ

ตอนที่ 3 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก

ตอนที่ 4 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศ

ตอนที่ 1 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก

จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ จำนวนไข่ฟักออก และอัตราการฟักออกของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ ที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ จำนวนไข่ฟักออก และอัตราการฟักออกของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ ที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก

รายละเอียด	เดือนที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก					
	มกราคม 2561	กุมภาพันธ์ 2561	มีนาคม 2561	เมษายน 2561	พฤษภาคม 2561	p-value
จำนวนไข่เข้าฟัก (ฟอง)	36	27	27	27	36	
จำนวนไข่มีเชื้อ (ฟอง)	29	24	24	24	29	
ไข่มีเชื้อ (%)	80.56±20.83	88.89±16.67	88.89±16.67	88.89±16.67	80.56±16.67	0.67
จำนวนไข่ฟักออก (ฟอง)	27	22	22	21	27	
อัตราการฟักออก (%)	75.00±16.68	81.48±17.57	81.48±17.57	77.78±16.67	75.00±21.65	0.89
อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศ (C)	27.58	26.42	27.63	29.84	29.67	
ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของบรรยากาศ (%)	61.67	57.83	64.16	67.79	65.14	

หมายเหตุ: mean ± SD

จากตารางที่ 4.1 จำนวนไข่เข้าฟักในเดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม มีจำนวน 36 ฟอง ในเดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายน มีจำนวน 27 ฟอง

ไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเข้าฟัก พบว่า เดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม มีไข่มีเชื้อจำนวน 29ฟอง เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายนมีไข่มีเชื้อจำนวน 24 ฟอง

ร้อยละของไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเข้าฟักเมื่อคิดจากจำนวนไข่ฟักทั้งหมดพบว่า เดือนมกราคมมีร้อยละไข่มีเชื้อเท่ากับ 80.56 ± 20.83 เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม และเดือนเมษายนมีเปอร์เซ็นต์ไข่มีเชื้อร้อยละเท่ากับ 88.89 ± 16.67 และเดือนพฤษภาคมมีร้อยละไข่มีเชื้อเท่ากับ 80.56 ± 16.67 โดยในแต่ละช่วงเดือนที่เก็บไข่มีร้อยละไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเข้าฟักไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนไข่ฟักออก พบว่า เดือนมกราคมและเดือนพฤษภาคม มีไข่ฟักออกจำนวน 27 ฟอง เดือนกุมภาพันธ์และเดือนมีนาคม มีไข่ฟักออกจำนวน 22 ฟอง ขณะที่เดือนเมษายนมีไข่ฟักออกจำนวน 21 ฟอง

อัตราการฟักออกของไข่นกยูง พบว่า เดือนมกราคมมีอัตราการฟักออกร้อยละ 75.00 ± 16.68 เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนมีนาคมมีอัตราการฟักออกร้อยละ 81.48 ± 17.57 เดือนเมษายนมีอัตราการฟักออกร้อยละ 77.78 ± 16.67 และเดือนพฤษภาคมมีอัตราการฟักออกร้อยละ 75.00 ± 21.65 อัตราการฟักออกในแต่ละเดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

อุณหภูมิเฉลี่ยของบรรยากาศที่วัดได้ในแต่ละเดือนคือ เดือนมกราคมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.58 ^{O}C เดือนกุมภาพันธ์มีอุณหภูมิเฉลี่ย 26.42 ^{O}C เดือนมีนาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.63 ^{O}C เดือนเมษายนมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.84 ^{O}C และเดือนพฤษภาคมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 29.67 ^{O}C

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยของบรรยากาศที่วัดได้ในแต่ละเดือนคือ เดือนมกราคมเท่ากับ 61.67 เปอร์เซนต์ เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับ 57.83 เปอร์เซนต์ เดือนมีนาคมเท่ากับ 64.16 เปอร์เซนต์ เดือนเมษายนเท่ากับ 67.79 เปอร์เซนต์ และเดือนพฤษภาคมเท่ากับ 65.14 เปอร์เซนต์

ตอนที่ 2 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อการกำหนดเพศ

จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้เมื่อคิดเป็นร้อยละของจำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด ร้อยละลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากจำนวนไข่เข้าฟักทั้งหมด และอัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ ที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้จากไข่ฟักออก ร้อยละลูกนกยูงเพศเมียจากไข่ฟักออก อัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดียในช่วงเดือนต่างๆ

รายละเอียด	เดือนที่มีการเก็บไข่เข้าฟัก					
	มกราคม 2561	กุมภาพันธ์ 2561	มีนาคม 2561	เมษายน 2561	พฤษภาคม 2561	p-value
จำนวนไข่เข้าฟัก (ฟอง)	27	22	22	21	27	
จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ (ตัว)	10	11	10	9	13	
จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย (ตัว)	17	11	12	12	14	
ลูกนกยูงเพศผู้ (%ของไข่ฟักออก)	39.89±42.49	50.00±26.93	42.59±26.49	42.59±25.15	46.29±33.88	0.89
ลูกนกยูงเพศเมีย (% ของไข่ฟักออก)	61.11±42.49	50.00±26.93	57.41±26.49	57.41±25.15	53.70±33.88	0.89
อัตราส่วนเพศผู้: เพศเมีย	1:1.7	1:1	1:1.2	1:1.33	1:1.08	

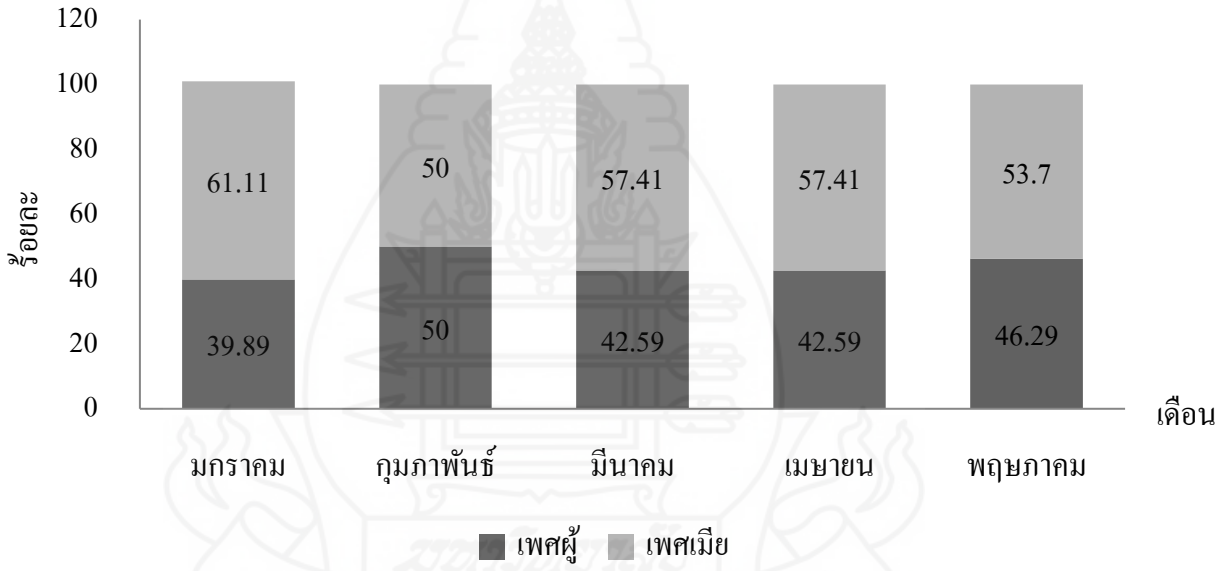
หมายเหตุ: mean ± SD

จากตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.1 พบว่า เดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม มีลูกนกยูงเพศผู้ที่ฟักออกเท่ากับ 10, 11, 10, 9 และ 13 ตัว ตามลำดับ พบว่ามีลูกนกยูงเพศเมียในเดือนมกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม เมษายน และพฤษภาคม เท่ากับ 17, 11, 12, 12 และ 14 ตัวตามลำดับ

ร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้เมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมด พบว่า ในเดือนมกราคมมีร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้เท่ากับ 39.89 ± 42.49 เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับร้อยละ 50.00 ± 26.93 เดือนมีนาคมเท่ากับร้อยละ 42.59 ± 26.49 เดือนเมษายนเท่ากับร้อยละ 42.59 ± 25.15 และ เดือนพฤษภาคมเท่ากับร้อยละ 46.29 ± 33.88 พบว่าร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ในแต่ละช่วงเดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ร้อยละของลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมดพบว่า ในเดือนมกราคมมีร้อยละลูกนกยูงเพศเมียเท่ากับร้อยละ 61.11 ± 42.49 เดือนกุมภาพันธ์เท่ากับร้อยละ 50.00 ± 26.93 เดือนมีนาคมเท่ากับร้อยละ 57.41 ± 26.49 เดือนเมษายนเท่ากับร้อยละ 57.41 ± 25.15 และเดือนพฤษภาคมเท่ากับร้อยละ 53.70 ± 33.88 พบว่าร้อยละลูกนกยูงเพศเมียในแต่ละช่วงเดือนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

อัตราส่วนของลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียพบว่า ในแต่ละเดือนที่มีการเก็บไข่มีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมีย ดังนี้ เดือนมกราคมมีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1: 1.7 เดือนกุมภาพันธ์มีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1 เดือนมีนาคมมีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.2 เดือนเมษายนมีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.33 และเดือนพฤษภาคมมีอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:1.08



ภาพที่ 4.1 ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมียในแต่ละเดือน

ตอนที่ 3 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก

จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ จำนวนไข่ฟักออก และอัตราการฟักออกของนกยูงอินเดียในแต่ละทรีตเมนต์แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนไข่เข้าฟัก จำนวนไข่มีเชื้อ จำนวนไข่ฟักออก และอัตราการฟักออกของนกยูงอินเดีย

รายละเอียด	ทรีตเมนต์ที่ 1 (37.2 ^{O}C)	ทรีตเมนต์ที่ 2 (37.5 ^{O}C)	ทรีตเมนต์ที่ 3 (37.8 ^{O}C)	P-value
จำนวนไข่เข้าฟัก (ฟอง)	51	51	51	
จำนวนไข่มีเชื้อ (ฟอง)	42	43	45	
อัตราไข่มีเชื้อ (%)	83.33 ± 21.82	84.45 ± 15.89	88.89 ± 14.32	0.67
จำนวนไข่ฟักออก (ฟอง)	39	42	38	
อัตราการฟักออก (%)	77.22±20.52	82.78±17.67	74.45±14.59	0.46

หมายเหตุ: mean ± SD

จากตารางที่ 4.3 จำนวนไข่เข้าฟักในทรีตเมนต์ที่ 1 ทรีตเมนต์ที่ 2 และ ทรีตเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 51 ฟอง

จำนวนไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเข้าฟัก ในทรีตเมนต์ที่ 1 มีไข่มีเชื้อจำนวน 42 ฟอง ทรีตเมนต์ที่ 2 มีไข่มีเชื้อจำนวน 43 ฟอง และทรีตเมนต์ที่ 3 มีไข่มีเชื้อจำนวน 38 ฟอง

จำนวนไข่มีเชื้อที่ 25 วันหลังเข้าฟักเมื่อคิดเป็นร้อยละของไข่ที่เข้าฟัก พบว่าทรีตเมนต์ที่ 1 มีไข่มีเชื้อร้อยละ 83.33 ± 21.82 ทรีตเมนต์ที่ 2 มีไข่มีเชื้อร้อยละ 84.45 ± 15.89 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีไข่มีเชื้อ 88.89 ± 14.32 พบว่าร้อยละของไข่มีเชื้อในแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

จำนวนไข่ฟักออก พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 มีไข่ฟักออกจำนวน 39 ฟอง ทรีตเมนต์ที่ 2 มีไข่ฟักออกจำนวน 42 ฟอง และทรีตเมนต์ที่ 3 มีไข่ฟักออกจำนวน 45 ฟอง

อัตราการฟักออก พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 มีอัตราการฟักออกร้อยละ 77.22 ± 20.52 ทรีตเมนต์ที่ 2 มีอัตราการฟักออกร้อยละ 82.78 ± 17.67 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีอัตราการฟักออกร้อยละ 74.45 ± 14.59 โดยอัตราการฟักออกแต่ละทรีตเมนต์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตอนที่ 4 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อการกำหนดเพศ

จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ ร้อยละลูกนกยูงเพศเมีย และอัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดียในแต่ละทรีตเมนต์ แสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ ร้อยละลูกนกยูงเพศเมียและอัตราส่วนเพศของนกยูงอินเดีย

รายละเอียด	ทรีตเมนต์ที่ 1 (37.2 ^{O}C)	ทรีตเมนต์ที่ 2 (37.5 ^{O}C)	ทรีตเมนต์ที่ 3 (37.8 ^{O}C)	P-value
จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ (ตัว)	25	18	10	
จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย (ตัว)	14	24	28	
ลูกนกยูงเพศผู้ (% ไข่ฟักออก)	63.89^{a}±28.46	40.56^{b}±27.97	28.89^{b}±25.56	0.006
ลูกนกยูงเพศเมีย ((% ไข่ฟักออก)	36.11^{b}±28.46	59.44^{a}±27.97	71.11^{a}±25.56	0.006
อัตราส่วนเพศผู้: เพศเมีย	1:0.56	1:1.33	1:2.8	

หมายเหตุ: mean ± SD

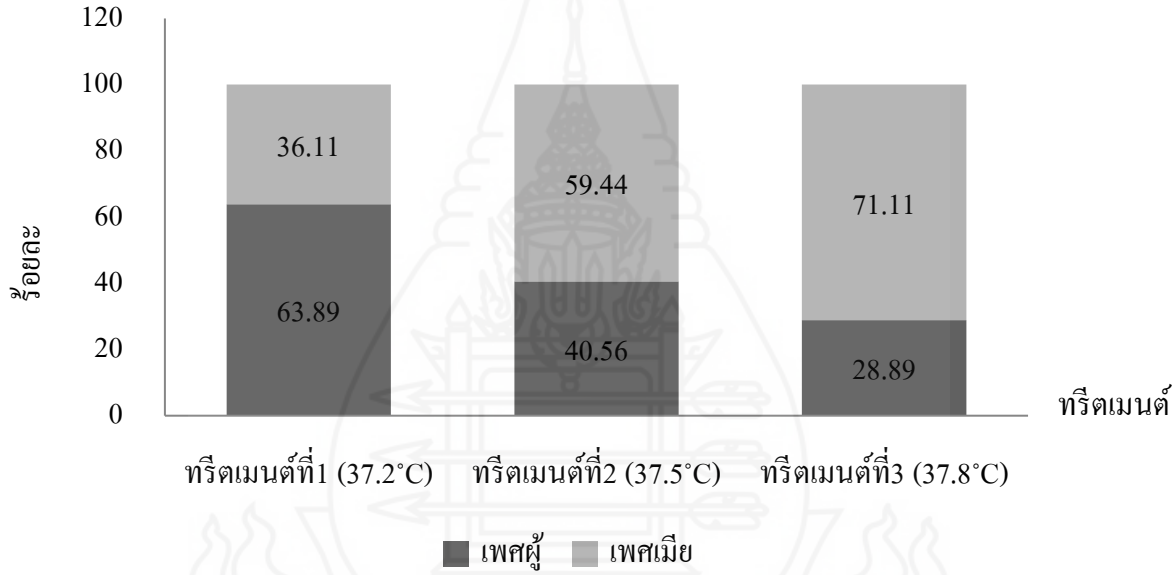
a,b ตัวอักษรในแถวเดียวกันที่ต่างกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 และภาพที่ 4.2 จากจำนวนลูกนกยูงที่ฟักออกพบว่า มีจำนวนลูกนกยูงเพศผู้ในทรีตเมนต์ที่ 1 จำนวน 25 ตัว ทรีตเมนต์ที่ 2 จำนวน 18 ตัว และทรีตเมนต์ที่ 3 จำนวน 10 ตัว มีจำนวนลูกนกยูงเพศเมียในทรีตเมนต์ที่ 1 จำนวน 14 ตัว ทรีตเมนต์ที่ 2 จำนวน 24 ตัว และทรีตเมนต์ที่ 3 จำนวน 28 ตัว

ร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้เมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมด พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 มีลูกนกยูงเพศผู้ร้อยละ 63.89 ± 28.46 ทรีตเมนต์ที่ 2 มีลูกนกยูงเพศผู้ร้อยละ 40.56 ± 27.97 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีลูกนกยูงเพศผู้ร้อยละ 28.89 ± 25.56 โดยร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้เมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมดในทรีตเมนต์ที่ 1 แตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีร้อยละของลูกนกยูงเพศผู้ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

ร้อยละของลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมด พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 มีลูกนกยูงเพศเมียร้อยละ 36.11 ± 28.46 ทรีตเมนต์ที่ 2 มีลูกนกยูงเพศเมียร้อยละ 59.44 ± 27.97 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีลูกนกยูงเพศเมียร้อยละ 71.11 ± 25.56 โดยร้อยละของลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากไข่ฟักออกทั้งหมดในทรีตเมนต์ที่ 1 มีความแตกต่างกับทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในขณะที่ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีร้อยละลูกนกยูงเพศเมียไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

อัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมีย ทรีตเมนต์ที่ 1 เท่ากับ 1: 0.56 อัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมีย ทรีตเมนต์ที่ 2 เท่ากับ 1:1.33 และอัตราส่วนลูกนกยูงเพศผู้ต่อเพศเมีย ทรีตเมนต์ที่ 3 เท่ากับ 1:1.28



ภาพที่ 4.2 ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้ และเพศเมียในแต่ละทรีตเมนต์

บทที่ 5

สรุปการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการทดลองผลของอุณหภูมิที่แตกต่างกันในการฟักไข่ที่มีผลต่อการกำหนดเพศของนกยูงอินเดีย สรุปการวิจัย อภิปรายผล และมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปการวิจัย อภิปรายผล

1.1 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก จากการศึกษาพบว่า ช่วงเดือนที่เก็บไข่ (เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม) ไม่มีผลต่อจำนวนไข่มีเชื้อและอัตราการฟักออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเกิดจากในแต่ละช่วงเดือนที่ทำการวิจัยมีอุณหภูมิสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันไม่มากพอที่จะทำให้เกิดความแตกต่างของจำนวนไข่มีเชื้อและอัตราการฟักออก การมีเชื้อของไข่ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ สายพันธุ์ อายุ อาหาร ความเครียดจากความร้อน และคุณภาพน้ำเชื้อ เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่มาจากความสมบูรณ์ของพ่อแม่พันธุ์ไม่ใช่ปัจจัยจากอุณหภูมิในตู้ฟักไข่ (King'ori, 2011) อัตราการมีเชื้อของไข่ขึ้นอยู่กับฤดูกาลผสมพันธุ์โดยอัตราการมีเชื้อจะมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ฤดูผสมพันธุ์ และลดลงเมื่อใกล้หมดฤดูผสมพันธุ์ (Gonzalez-Redondo, 2006) เนื่องจากระดับฮอร์โมนเพศมีความสัมพันธ์กับฤดูกาลผสมพันธุ์ส่งผลให้มีการพัฒนาของอวัยวะเพศ พฤติกรรมทางเพศและความสมบูรณ์ทางเพศที่มากขึ้นในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์ไข่ที่เก็บในช่วงฤดูกาลผสมพันธุ์จึงมีเชื้อมากกว่าไข่ในช่วงท้ายของฤดูผสมพันธุ์ (Archawaranon, 2006) ผลการศึกษาที่ได้ครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Gonzalez-Redondo (2006) ที่ทำการศึกษาผลของวันที่วางไข่ที่มีผลต่ออัตราการมีเชื้อและอัตราการฟักออกของนกกระทา Red-Legged Partridge ที่พบว่า มีอัตราการมีเชื้อ และอัตราการฟักออกของนกกระทาจากไข่ที่เก็บในแต่ละช่วงเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

1.2 ผลของช่วงเดือนที่เก็บไข่ต่อการกำหนดเพศ จากผลการทดลองพบว่า จำนวนลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมียในแต่ละเดือนที่เก็บไข่ (เดือนมกราคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมีนาคม เดือนเมษายน และเดือนพฤษภาคม) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้

เนื่องจากการกำหนดเพศด้วยอุณหภูมิเกิดจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพัฒนาของเพศใดเพศหนึ่งในช่วงที่มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ (Thermosensitive period) โดยจะอยู่ในช่วงสองในสามของระยะฟักไข่ เป็นระยะเวลานาน 7-15 วัน ในช่วงเวลานี้ถ้าไม่ได้รับอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการพัฒนาของเพศจะสามารถกำหนดเพศไปตามการทำงานของฮอร์โมนเพศนั้นได้ (Bosch, 2015) และอุณหภูมิจะมีผลต่อการกำหนดเพศเฉพาะช่วงการพัฒนาของตัวอ่อน (Ospina-Alvarez and Piferrer, 2008)

1.3 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออกในแต่ละทรีตเมนต์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองไม่แตกต่างกันมากพอหรือไม่อยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ส่งผลต่อจำนวนไข่มีเชื้อ และอัตราการฟักออก อุณหภูมิที่เหมาะสมในการฟักไข่นกยูง คือ 99-100 ^{O}F หรือ 37.2-37.8 ^{O}C (Hopkins, 2017) จากการศึกษาของ Nakage *et al*. (2003) ที่ศึกษาผลของอุณหภูมิในตู้ฟักต่ออัตราการตายของตัวอ่อน อัตราการฟักออกในนกกระทา (*Rhynchotusrufescens*) พบว่าระดับของอุณหภูมิในตู้ฟักมีผลต่อการสูญเสียน้ำจากไข่ ซึ่งการสูญเสียน้ำจากไข่ที่มากหรือน้อยเกินไปจะส่งผลต่อการพัฒนาของตัวอ่อนและอัตราการฟักออก อุณหภูมิในตู้ฟักที่มากเกินระดับอุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำมากเกินไปจะทำตัวอ่อนตายเพราะขาดน้ำ (Dehydrate) หรือเกิดปัญหาการฟักไม่ออกเพราะความชื้นไม่เพียงพอ ในขณะที่อุณหภูมิในตู้ฟักที่ต่ำกว่าอุณหภูมิระดับที่เหมาะสมจะทำให้เกิดการสูญเสียน้ำน้อยเกินไป ทำให้เกิดภาวะน้ำมากเกินไป (Overhydrate) ทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนก๊าซน้อยลง ส่งผลให้มีอัตราการตายของตัวอ่อนในระยะต่างๆ เพิ่มมากขึ้น อุณหภูมิที่มีอัตราการฟักออกมากที่สุดในไก่ไข่ คือ 37.8 ºC ในนกกระทาคือ 37.2 ºC – 37.5 ºC ในนกน้ำคือ 39.0 ºC – 39.5 ºC ในไก่งวงคือ 38.3 ºC – 38.6 ºC ในเป็ดคือ 39.0 ºC และ ห่านคือ 39.5 ºC) ในการวิจัยครั้งนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการฟักไข่นกยูงอยู่ในช่วง 37.2-37.8 ^{O}C ซึ่งไม่อยู่ในช่วงที่สูงเกินไปจนทำให้มีผลต่อการมีเชื้อ และอัตราการฟักออกของไข่นกยูง

1.4 ผลของอุณหภูมิในการฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศ พบว่าอุณหภูมิตู้ฟักมีผลต่อจำนวนลูกนกยูงเพศผู้และเพศเมีย ร้อยละลูกนกยูงเพศผู้และร้อยละ ลูกนกยูงเพศเมียเมื่อคิดจากจำนวนไข่ฟักออกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยอุณหภูมิตู้ฟัก 37.2 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 1)ได้ลูกนกยูงเพศผู้มากกว่าเพศเมีย ในขณะที่อุณหภูมิตู้ฟักที่ 37.5 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 2) และ 37.8 ^{O}C (ทรีตเมนต์ที่ 3)ได้ลูกนกยูงเพศเมียมากกว่าเพศผู้เมื่อเทียบอัตราส่วนของเพศนกยูง พบว่า ทรีตเมนต์ที่ 1 ทรีตเมนต์ที่ 2 และทรีตเมนต์ที่ 3 มีอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียเท่ากับ 1:0.56, 1:1.33 และ 1:2.8 กล่าวคือ เมื่อไข่นกยูงถูกฟักด้วยอุณหภูมิสูงจะได้ลูกนกยูงเพศเมียมากกว่า ในขณะที่ไข่นกยูงถูกฟักด้วย

อุณหภูมิต่ำจะได้ลูกนกยูงเพศผู้มากกว่า สอดคล้องกับการศึกษาของ Eiby *et al*., (2008) ที่ทำการศึกษาผลของอุณหภูมิในช่วงฟักไข่ต่ออัตราส่วนเพศและอัตราการตายในตัวอ่อนของไก่งวง Australia Brush-turkey (*Alecturalathami*) ที่อุณหภูมิ 32, 34 และ 36 ^{O}C พบว่า อุณหภูมิสูงจะได้อัตราส่วนของไก่งวงเพศเมียมากกว่าและที่อุณหภูมิต่ำจะได้ไก่งวงเพศผู้มากกว่า จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า นกยูงสามารถกำหนดเพศได้ทั้งจีโนไทป์และอุณหภูมิเช่นเดียวกับกิ้งก่า Frillneck Lizard (*Chlamydosauruskingii*; Agamidae) ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีโครโซมเพศแบบ ZW/ZZ เหมือนนกยูงโดยพบว่าเมื่อฟักไข่กิ้งก่าที่อุณหภูมิ 26 ^{O}C จะได้กิ้งก่าเพศเมียมากกว่าในขณะที่อุณหภูมิช่วงกลางถึงสูง (29-32 ^{O}C) จะได้กิ้งก่าเพศผู้มากกว่า (Harlow and Shine, 1999) ในสัตว์ที่กำหนดเพศด้วยอุณหภูมิจะพบช่วงอุณหภูมิฟักไข่มีผลต่อการกำหนดเพศ (Thermo Sensitive Period) โดยระดับของอุณหภูมิจะแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิดและระยะนี้ส่วนมากจะอยู่ในช่วงของสองในสามของระยะเวลาการฟัก (Bosch, 2015) ถ้ามีการฟักด้วยอุณหภูมิในระดับที่คงที่ในช่วงของสองในสามของระยะเวลาการฟักจะทำให้เกิดการกำหนดเพศได้

อุณหภูมิมีผลต่อการกำหนดเพศได้โดยมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของ Sex Steroid ในช่วงที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนโดยอุณหภูมิจะไปกระตุ้นและหรือยับยั้งระดับการทำงานของ Aromatase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เปลี่ยนแอนโดรเจนเป็นเอสโตรเจน ซึ่งเอสโตรเจนมีบทบาทในการเปลี่ยนแปลงของรังไข่ในช่วงของการฟักไข่ในช่วงอุณหภูมิที่มีการยับยั้งการทำงานของ Aromatase จะทำให้เกิดเพศผู้ และในช่วงอุณหภูมิที่มีการกระตุ้นการทำงานของ Aromatase จะทำให้เกิดเพศเมีย (Bosch, 2015) ในสัตว์ที่มีโครโมโซมจะมียีนที่ทำหน้าที่ในการกำหนดเพศ (Sex-determining gene)

ในสัตว์ปีกมียีน dmrt1 ที่อยู่บนโครโมโซม Z เป็นยีนที่กระตุ้นให้เกิดการสร้างอัณฑะ โดยปัจจัยที่กระตุ้นให้ยีนตัวนี้ทำงานในสัตว์เลื้อยคลานคือ อุณหภูมิซึ่งเป็นตัวกำหนดว่าจะเกิดกระบวนการสร้างอัณฑะในเพศผู้หรือรังไข่ในเพศเมียอย่างไรก็ตาม ยังไม่พบปัจจัยที่กระตุ้นการทำงานที่แน่ชัดของยีนกำหนดเพศนี้ในสัตว์ปีกจึงควรทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป (Bachtrog *et al*., 2014)

2.ข้อเสนอแนะ

2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาในฟาร์มนกยูงขนาดเล็ก การนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ควรคำนึงถึงขนาด และประเภทของตู้ฟัก สายพันธุ์นกยูง จำนวนนกยูงที่เลี้ยง สภาพการเลี้ยงนกยูง อายุ

นกยูง จำนวนนกยูงเพศผู้ต่อนกยูงเพศเมีย ฤดูกาลผสมพันธุ์และปัจจัยจากสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมต่างๆ ที่อาจส่งผลต่อจำนวนไข่ จำนวนไข่มีเชื้อ และ อัตราการฟักออก

2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.2.1 ควรทำการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิในการฟักไข่นกยูงที่มีช่วงของอุณหภูมิในการฟักที่มากกว่านี้

2.2.2 ควรทำการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิต่อการกำหนดเพศในนกยูงสายพันธุ์อื่นหรือสัตว์ปีกชนิดอื่น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ชนาธิป ธรรมการ, อภิชาต พันชูกลาง, กัญญา จิระเจริญรัตน์ และ กนกรัตน์ ศรีกิจเกษมวัฒน์ (2550). การจำแนกเพศนกแก้วปากขอบางชนิดด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่พีซีอาร์. สัตวแพทย์มหานครสาร. 2(2), 30-34.

ชนาธิป ธรรมการ. (2552). การแยกเพศในนกสวยงาม. *วารวารสัตวแพทย์ผู้ประกอบการบำบัดโรคสัตว์แห่งประเทศไทย* 21 , 4 (October-December), 62-69.

ณรงค์ จันท์สุคนธ์. (2542). *เอกสารประกอบคู่มือการเพาะเลี้ยงไก่ฟ้า นกยูง*. ชมรมไก่ฟ้าแห่งประเทศไทย.

อำไพวรรณ จวนสัมฤทธิ์ และธันยชัย สุระ. (2534). ความรู้พื้นฐานเรื่องเวชพันธุศาสตร์ Polymerase Chain Reaction. *วารสารโลหิตวิทยาและเวชศาสตร์บริการโลหิต*,1 (4) (ตุลาคม-ธันวาคม), 469-473.

Archawaranon, M. (2004) Rapid sexing hill Mynah *Gracula reliogiosa* by sex chromosome. *Biotechnology*. 3(2), 160-164.

Archawaranon, M. (2006). Seasonal Change in Gonadotropins, Prolactin and sex steroid hormones in captive Hill Mynah *Graculareligiosa*. *Journal of Biological Sciences*. 6(2), 375-381.

Bachtrog, D., Mank. J.E., Peichel, C.L., Kirkpatrick, M., Otto, S.P., Ashman, T-L., Hahn, M.W., Kitano J., Mayrose, I,. Ming, R., Perrin, N., Ross, L., Valenzuela, N. and Vamosi, J.C. (2014). Sex determination: why so many of doing it?. *Plos Biology*. 12, 7(July), e1001899.

Bautista, L.M., Silvan, G., Caceres, S., Leticia, M.F., Carolina, B., Illera, J.C., Alonso, J.C. and Blanca, G. (2013). Faecal sexual steroids in sex typing and endocrine status of great bustards. *European journal of wildlife research*. (May).

Bezault, E., Clota, F., Derivaz, M., Chevassus, B. and Baroiller, J-F. (2007). Sex-determination and temperature-induced sex differentiation in three natural populations of Nile Tilapia (*Oreochromisniloticus*) adapted to extreme temperature conditions. *Aquaculture* 272(1), 3-16.

Bloom, S.E., Muscarella, D.E., Lee, M.Y. and Rachlinski, M. (1998). Cell death in the avian blastoderm: Resistance to stress induced apoptoris and expression of anti-apoptotic genes. *Cell death differ*. 5, 529-538.

Bosch, D.L. (2015). How do temperature and global warming affect the sex of reptiles?. Retrieved from http://allyouneedisbiology.wordpess.com/2015/07/28/sex-determination-reptiles-global-change/

Bourassa, D.V. Burh, R.J. Wilson, J.L. (2003). Elevated egg holding-room temperature of 74˚F (23˚C) does not depress hatchability or chick quality. *Poultry science association* 12, 1-6

Bourne, A. (2015) Brooding-Temperature Management. Retrieved from http://www.cobb-vantress.com/academy/articles/article/academy/2015/04/04/brooding---temperature-management

Buckland, R. and Guy, G. (2002). Male and female reproductive. *Goose production*. Rome: Food and agriculture organization of the united nations.

Bull, JJ and Vogt, RC. (1981). Temperature-sensitive periods of sex determination in Emydid turtles. *Journal of Experimental Zoology* 218 , 3 (December), 435-440.

Caglayan, T., Garip, M., Tepeli, C., and Yilmaz, A. (2011). The effect of incubation temperature on the sex Japansese quail chicks. *Poultry Science*. 90: 2402-2406.

Careem, R., Ranawaka, G. and Alahakoon, J. (2007). Molecular sexing of birds at national zoological gardens in Dehiwela. *National Zoological Garden*, Dehiwela.

Carwright, A.L. (2012) Incubating and hatching eggs. Agricultural communication. Texas A&M service. Texas

Collins, K. E. Jordan, B. J. Mclendon, B.L. Navara, K.J. Beckstead R.B and Wilson, J.L. (2013). No Evidence of temperature-dependent sex determination or sex-biased embryo mortality in the chicken. *Poultry Science* 92, 3096-3102.

Crews, D. (1996). Temperature-Dependent Sex Determination: The Interplay of steroid Hormones and Temperature. *Zoological Society of Japan*. 13, 1: 1-13.

D'Alba, L., Torres, R.,Waterhouse, G.I.H., Eliason, C., Hauber, M.E. and Shawkey, M.D. (2017). What does the eggshell cuticle do? A functional comparison of avian eggshell cuticles. *Physiological and biochemical zoology*. 90 (5), 588-599.

Ding, G-H., Yang, J., Wang, J. and Ji, X. (2012). Offspring sex in a TSD gecko correlates with an interaction between incubation temperature and yolk steroid hormones. *Naturwissenschaften*. 99, 999-1006.

Drivers, S.J. Minimal invasive surgery: endoscopic surgery. Retrieved from https://vet.uga.edu/mis/exotics/avian/coelioscopy.php

Durant, S.E., Hopkins, W.A., Carter, A.W., Kirkpatrick, L.T., Navara, K.J. and Hawley, D.M. (2016). Incubation temperature causes skewed sex ratios in a precocial bird. *Journal Experiment of Biology.* 219, 1961-1964.

Eiby, Y.A., Wilmer, J.W. and Booth, D.T. (2008). Temperature-dependent sex-biased embryo mortality in a bird. *Proceedings of the royal B society* 275, 2703-2706.

Fasenko, G.M. (2007) Egg storage and the embryo. *Poultry science*. 86(5), 1020-1024.

Fillon, V. (1995). Chromosomal sexing of birds. *EcoleNationaleVeterinaire*. 146 (1), 53-58.

Gonzalez-Redondo, P. (2006). Influence of the laying date on the fertility and hatchability of red-legged partridge (*Alectorisrufa*) eggs. *Poutltry Science*. 15, 579-583.

Grant, A. (2001). DNA sexing of brown kiwi (*Apteryx mantelli*) from feather samples. DOC science internal series 13. Wellington: Department of conservation. 16.

Griffiths, R., Double, M.C., Orr, K. and Dawson, R.J.G. (1998). A DNA test to sex most birds. *Molecular Ecology*. 7, 1071-1075.

Harlow, P.S. and Shine, R. (1999). Temperature-dependent sex determination in the Frillneck Lizard, *ChlamydosaurusKingii* (Agamidae). *Herpetologica*. 55, 2 (June), 205-212.

Hopkins, C. (2017). How to successfully incubate peahen eggs. Retrieved from http://countrysidenetwork.com/daily/poultry/poultry-poultry/how-to-incubate-peahen-eggs

Jirajaroenrat, K. and Thammakarn, C. (2007). Sex identification of some pet birds by polymerase chain reaction-based methods. In: Proceeding of international conference on integration of science and technology for sustainable development. Bangkok, 376-379.

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.

Nakage, ES., Cardozo, J.P., Pereira, G.T., Queiroz, S.A. and Boleli, I.C. (2003). Effect of temperature on incubation period, embryonic mortality, hatch rate, egg water loss and

partridge chick weight (*Rhynchotusrufescens*). *Brazilian Journal of Poultry Science* . 5 (2) (May-August).

Ospina-Alvarez, N. and Piferrer, F. (2008). Temperature-dependent sex determination in fish revisited: prevalence, a single sex ratio response pattern, and possible effects of climate change. *PloS ONE* 3 ,7 (July).

Owen, J.C. (2011). Collecting, processing and storage avian blood: a review. *Journal of field ornithology*. 8 (4), 339-354.

Pezaro, N., Doody, J.S. and Thompson, M.B. (2016). The ecology and evolution of temperature-dependent reaction norms for sex determination in reptiles: a mechanistic conceptual model. *Biological reviews*.

Rhen, T., Willingham, E., Sakata, J.T. and Crews, David. (1999). Incubation temperature influences sex-steroid levels in juvenile red-eared slider turtles, *Trachemysscripta*, a species with temperature-dependent sex determination. *Biology of Reproduction*. 61, 1275-1280.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 จำนวนไข่เข้าฟัก ไข่มีเชื้อไข่ไม่มีเชื้อไข่ฟักออกไข่ตายโคมจำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมียและอัตราส่วนเพศผู้: เพศเมียในแต่ละช่วงเดือน

รายละเอียด	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
ไข่เข้าฟัก (ฟอง)	36	27	27	27	36
ไข่มีเชื้อ (ฟอง)	29	24	24	24	29
ไข่ไม่มีเชื้อ (ฟอง)	7	3	3	3	7
ไข่ฟักออก (ฟอง)	27	22	22	21	27
ไข่ตายโคม(ฟอง)	2	2	2	3	2
จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ (ตัว)	10	11	10	9	13
จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย (ตัว)	17	11	12	12	14
อัตราส่วนเพศผู้: เพศเมีย	1:1.7	1:1	1:1.2	1:1.33	1:1.08

ตารางผนวกที่ 2 จำนวนไข่เข้าฟัก ไข่มีเชื้อไข่ไม่มีเชื้อไข่ฟักออกไข่ตายโคมจำนวนลูกนกยูงเพศผู้ จำนวนลูกนกยูงเพศเมียและอัตราส่วนเพศผู้: เพศเมียในแต่ละทรีตเมนต์

รายละเอียด	ทรีตเมนต์ที่ 1	ทรีตเมนต์ที่ 2	ทรีตเมนต์ที่ 3
ไข่เข้าฟัก (ฟอง)	51	51	51
ไข่มีเชื้อ(ฟอง)	42	43	45
ไข่ไม่มีเชื้อ(ฟอง)	9	8	6
ไข่ฟักออก(ฟอง)	39	42	38
ไข่ตายโคม(ฟอง)	3	1	7
จำนวนลูกนกยูงเพศผู้ (ตัว)	25	18	10
จำนวนลูกนกยูงเพศเมีย (ตัว)	14	24	28
อัตราส่วนเพศผู้: เพศเมีย	1:0.56	1:1.33	1:2.8

ตารางที่ 3 จำนวนลูกนกยูงเพศผู้และจำนวนลูกนกยูงเพศเมียในแต่ละทรีตเมนต์ของแต่ละเดือน

รายละเอียด		จำนวนลูกนกยูง (ตัว)				
ทรีตเมนต์	เพศ	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1	เพศผู้	5	4	5	4	7
	เพศเมีย	2	3	3	3	3
2	เพศผู้	3	5	3	3	4
	เพศเมีย	7	3	4	5	5
3	เพศผู้	2	2	2	2	2
	เพศเมีย	8	5	5	4	6
รวมไข่ฟักออก (ฟอง)		27	22	22	21	27

ภาพผนวกที่ 1 ลูกนกยูงอายุ 1 สัปดาห์

ภาพผนวกที่ 2 ลูกนกยูงอายุ 4-6 สัปดาห์

ภาพผนวกที่ 3 ลูกนกยูงอายุ 4-6 สัปดาห์

ภาพผนวกที่ 4 ลูกนกยูงอายุ 4-6 สัปดาห์

ภาพผนวกที่ 5 แม่พันธุ์นกยูงอินเดีย

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ	นางสาวฟิลิปดา กองทอง
วัน เดือน ปีเกิด	11 พฤศจิกายน 2531
สถานที่เกิด	กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	สพ.บ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2555
สถานที่ทำงาน	ไร่อรวรรณ อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์
ตำแหน่ง	เจ้าของกิจการ