

## บทที่ 5

### การฟักไข่

สัตว์ปีกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังเลือดอุ่นชนิดเดียวที่มีการออกลูกเป็นไข่ คือ ตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาภายนอกร่างกายของแม่ซึ่งแตกต่างจากสัตว์เลือดอุ่นที่เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไปที่ตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาอยู่ภายในร่างกายของแม่จนกว่ามีวัยวะครบสมบูรณ์แล้วจึงออกจากร่างกายของตัวแม่ และในบรรดาสัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่ สัตว์ปีกก็เป็นสัตว์ชนิดเดียวที่มีการฟักให้ความอบอุ่นและดูแลลูกอ่อนหลังจากฟักออกจากไข่ ยกเว้น นกบางชนิดในวงศ์นกเมกาพอดที่อยู่ในทวีปออสเตรเลียและเกาะบอร์เนียวและหมู่เกาะใกล้เคียง จะไม่ใช้ความร้อนจากตัวเองในการฟักไข่แต่จะใช้ความร้อนจากดวงอาทิตย์แทน ตัวอย่างเช่น นกมาลีโอ (*Maleo*; *Megacephalon maleo*) ไก่จวงพู่กัน (*Brush turkey*; *Alectura lathami*) และนกมอลลี (*Mallee fowl*; *Leipoa ocellata*) ฯลฯ (วีรยุทธ์, 2528) เมื่อมนุษย์นำสัตว์ปีกมาเลี้ยงเพื่อเอาผลผลิตเนื้อและไข่เป็นจำนวนมากจึงจำเป็นต้องหาวิธีฟักไข่ให้ได้คราวละมาก ๆ วิธีฟักไข่ในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 วิธีใหญ่ ๆ คือ การให้แม่สัตว์ปีกฟักเองโดยธรรมชาติ วิธีนี้ได้ลูกในปริมาณน้อยเนื่องจากในช่วงที่ไม่ฟักไข่นั้นจะไม่มีการวางไข่ ดังนั้นมนุษย์จึงหาวิธีทำให้แม่สัตว์ปีกผลิตไข่ได้คราวละมาก ๆ โดยไม่ต้องเสียเวลามาฟักเอง โดยการใช้เครื่องฟักไข่ไฟฟ้าเข้าช่วย

การฟักไข่ในปัจจุบันได้กลายเป็นการฟักในรูปแบบของอุตสาหกรรมมีการฟักไข่ครั้งละเป็นหมื่น ๆ ถึงแสน ๆ ฟองด้วยโรงฟักไข่ที่ทันสมัย ใช้ระบบการฟักเป็นแบบเข้าออกทางเดียว (one way) คือ จะนำไข่ฟักเข้าโรงฟักทางด้านหนึ่ง และนำลูกไก่ออกจากโรงฟักอีกทางด้านหนึ่งโดยไม่มี การย้อนกลับ นอกจากนี้ระบบการฟักในโรงฟักที่มีขนาดใหญ่จะใช้แบบระบบต่อเนื่อง คือ นำไข่ฟักที่มีอายุต่างกัน เข้าฟักในตู้ฟักเดียวกัน มีการหมุนเวียนไข่ฟักที่เพิ่งนำเข้าฟักเช่นเดียวกัน โดยไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อไข่ฟักที่กำลังฟักอยู่เดิม ในการฟักไข่ด้วยตู้ฟักเป็นการพัฒนาวิธีการฟักมาจากการฟักไข่ตามวิธีธรรมชาติ ซึ่งวิธีการ สภาพต่าง ๆ ภายในตู้ฟัก และระยะเวลาในการฟักจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไข่นำเข้าฟัก เช่น ไข่ไก่ใช้เวลาในการฟักนาน 21 วัน ไข่เป็ด 28 วัน ไข่ห่าน 28 วัน ไข่เป็ดเทศ 35 วัน ไข่นกกระทา 17 วัน ฯลฯ

## การฟักไข่

## ปัจจัยสำคัญในการฟักไข่

ปัจจัยที่สำคัญในการฟักไข่ ประกอบด้วย

**1. อุณหภูมิ (Temperature)**

อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักที่เหมาะสมมีความแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ปีก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายในตัวสัตว์นั้น ๆ ขนาดไข่ ความพรุนของเปลือกไข่ และระยะเวลาในการฟักไข่ อุณหภูมิฟักไข่แบ่งออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะ 18 วันแรกจะใช้อุณหภูมิประมาณ 99.5-100 °ฟ และในระยะ 3 วันหลังใช้อุณหภูมิประมาณ 99-99.5 °ฟ อุณหภูมิในฟองไข่ที่เพิ่งฟักใหม่ ๆ จะผันแปรไปตามอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมภายในตู้ฟัก ในขณะที่ตัวอ่อนภายในฟองไข่ฟักเริ่มมีการพัฒนาจะมีความร้อนเกิดขึ้นภายในฟองไข่ ดังนั้นจึงต้องควบคุมอุณหภูมิภายในตู้ฟักไม่ให้สูงเกินไป โดยให้เพิ่มการระบายอากาศและถ้าสามารถนำประโยชน์ของความร้อนจากไข่ฟักมารวมกับการใช้ความร้อนจากตู้ฟักได้ จะช่วยให้ประหยัดกระแสไฟได้ ในตู้ฟักบางชนิดมีชุดทำความเย็น (cooling unit) ไว้ป้องกันอุณหภูมิภายในตู้ฟักที่สูงเกินไป การควบคุมอุณหภูมิให้สม่ำเสมอจะต้องควบคุมการหมุนเวียนของอากาศภายในตู้ฟัก เพราะถ้ามีการหมุนเวียน หรือการระบายอากาศมากเกินไป จะทำให้อุณหภูมิภายในตู้ฟักลดลง และยังมีผลต่อความชื้น และการระเหยของน้ำภายในตู้ฟักอีกด้วย

**2. ความชื้น (Humidity)**

ในระหว่างการเจริญของตัวอ่อนจำเป็นต้องได้รับความชื้นที่เหมาะสม เพื่อให้กระบวนการต่าง ๆ ดำเนินไปได้ตามปกติ ไข่ฟักจะสูญเสียความชื้นตลอดเวลาในระหว่างการฟัก อัตราการสูญเสียความชื้นประมาณ 11-13% การสูญเสียความชื้นจะมากในระยะแรกและจะลดลงเรื่อย ๆ แล้วจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งในช่วงท้ายของการฟัก โดยทั่วไปในช่วง 19 วันแรกของการฟัก ไข่ฟักต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60% แต่ในช่วง 3 วันสุดท้ายของการฟัก ไข่ฟักต้องการความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 70-75% เพื่อให้ลูกไก่สามารถเจาะเข้าไปในช่องอากาศได้สะดวกและช่วยให้ขนฟูหลังจากฟักออกแล้ว อัตราการระเหยของน้ำถูกควบคุมโดยปริมาณของพื้นผิวเปลือกไข่ ลมที่พัดผ่านอุณหภูมิและความอึดตัวของน้ำในอากาศในระหว่างการฟัก ดังนั้น ในระหว่างการฟักจำเป็นต้องมีการควบคุมการระเหยน้ำโดยการปรับหรือเติมน้ำในถาดในตู้ฟัก เพื่อควบคุมความชื้นให้เหมาะสมคุณภาพของเปลือกไข่มีผลต่อการสูญเสียน้ำจากฟองไข่ด้วย ไข่เปลือกบางไม่แข็งแรงหรือมีรูพรุนมากเกินไป จะสูญเสียน้ำจากฟองไข่มากกว่าไข่ที่มีเปลือกหนา

## การฟักไข่

**3. อากาศและการถ่ายเทอากาศในตู้ฟัก (Ventilation)**

ปริมาณอากาศและอัตราการไหลเวียนของอากาศในตู้ฟักจะต้องเหมาะสม ปริมาณของอากาศที่แลกเปลี่ยนในตู้ฟักนั้นถูกควบคุมโดยตำแหน่งและขนาดของรูระบายอากาศในตู้ฟัก ซึ่งสามารถปรับขนาดได้ตามความต้องการ ความต้องการอากาศจะมากขึ้นในช่วงท้าย ๆ ของการฟัก โดยในระยะแรกของการฟักการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้นน้อยแต่การแลกเปลี่ยนจะมากขึ้นเมื่อลูกไก่มีการเจริญมากขึ้น โดยไข่ 100 ฟอง ต้องการออกซิเจนประมาณ 4.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน และปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาประมาณ 2.5 ลูกบาศก์ฟุต/วัน นอกจากนี้ยังเกิดความร้อนจากการเมตาบอลิซึมอีกด้วย ดังนั้นการเปิดรูระบายอากาศจึงช่วยในการระบายความร้อนออกด้วย ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศที่บริสุทธิ์มีค่าประมาณ 20% ซึ่งถ้าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนลดลงเหลือ 17% จะมีผลให้อัตราการฟักออกลดลง ส่วนความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เหมาะสม คือ 0.4% ถ้าความเข้มข้นเพิ่มขึ้นถึง 2% จะมีผลทำให้ตัวอ่อนตายได้ และถ้าสูงขึ้นไปจนถึง 5% ตัวอ่อนภายในไข่จะตายหมด ดังนั้นในตู้ฟักไข่จึงควรมีระบบระบายอากาศที่ดีสามารถระบายอากาศได้อย่างเพียงพอ จึงจะทำให้การฟักไข่ได้ผลดี

**4. การวางไข่ในตู้ฟัก (Egg positioning)**

โดยธรรมชาติแล้วการเจริญของลูกไก่ในฟองไข่นั้น ลูกไก่จะหันหัวขึ้นด้านบนเสมอ เมื่อไข่ฟักมีอายุมากขึ้น ส่วนหัวและปากของลูกไก่จะอยู่ใกล้ช่องอากาศมากขึ้น จึงควรวางไข่ให้เหมาะสมกับลักษณะทางธรรมชาติ คือ วางเอาด้านป้านขึ้น ซึ่งจะให้ผลดี และจากการทดลองวางไข่ฟักโดยเอาด้านแหลมขึ้น จะทำให้การฟักออกลดลงประมาณ 10% อีกทั้งลูกไก่ที่ฟักออกจะมีคุณภาพต่ำลงประมาณ 35-40% ยกเว้นการวางในช่วงท้ายของการฟักควรวางไข่ในแนวนอน เพื่อให้ลูกไก่สามารถดันเปลือกออกได้สะดวกขึ้น สำหรับตู้ฟักที่ไม่มีช่องวางไข่ฟักจะใช้วิธีวางไข่แนวนอนเหมือนการฟักธรรมชาติจะให้ผลการฟักออกไม่แตกต่างกัน แต่ต้องมีการกลับไข่ให้ทั่วถึงทุกฟอง ซึ่งไม่สะดวกถ้าฟักไข่ครั้งละมาก ๆ

**5. การกลับไข่ฟัก (Egg turning)**

โดยธรรมชาติของการฟักไข่ของแม่ไก่จะมีการกลับไข่โดยเฉลี่ยทุก ๆ 35 นาที และถ้าไม่มีการกลับไข่เลยจะทำให้ไข่นั้นฟักไม่ออก ดังนั้น อย่างน้อยที่สุดควรต้องมีการกลับไข่วันละ 3 ครั้ง แต่สำหรับตู้ฟักที่มีอุปกรณ์สำหรับกลับไข่อัตโนมัติ ควรกลับไข่ทุก ๆ ชั่วโมง การกลับไข่เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับการฟักไข่ในระยะแรก ๆ และจะหยุดกลับไข่ใน 3 วันสุดท้าย การกลับไข่บ่อยครั้งเกินไปไม่มีผลทำให้การฟักออกสูงขึ้นแต่อย่างใด แต่จะทำให้สิ้นเปลืองเวลาและแรงงาน มุมของการกลับไข่

## การฟักไข่

ที่เหมาะสมคือ มุม 45 องศาจากแนวตั้งกลับไปมา การใช้มุมกลับไข่ในระดับอื่นจะมีผลทำให้ผลการฟักออกลดลง

### การคัดเลือกไข่ฟัก

สิ่งที่ควรพิจารณาในการคัดเลือกไข่ฟัก คือ

1. ไข่ฟักควรมีขนาดอยู่ระหว่าง 52-65 กรัม
  2. ไข่ไม่บุบหรือแตกร้าว เพราะไข่ที่บุบมีโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าทำลายตัวอ่อนในไข่ได้ง่าย หรือความชื้นในไข่จะระเหยออกเร็วกว่าปกติ และไข่ที่มีเปลือกร้าวภายในจะเห็นได้เมื่อส่องดูด้วยเครื่องส่องไข่
  3. ไข่ฟักควรมีรูปทรงปกติ ไม่บิดเบี้ยว
  4. เปลือกไข่ปกติ ไม่ขรุขระหรือบาง เพราะไข่เปลือกบางมีโอกาสแตกง่าย หรือความชื้นภายในฟองไข่ระเหยออกได้ง่ายและลูกไก่มักมีขนติดเปลือก และไข่มีโอกาสแตกในระหว่างการฟักมากกว่าไข่ที่มีเปลือกปกติ
  5. ช่องอากาศไม่หลุดลอย การตรวจสอบต้องใช้วิธีส่องไข่ดูกับแสงไฟ ไข่ที่มีช่องอากาศหลุดลอยมักจะฟักไม่ค่อยออก
  6. ไข่ที่มีก้อนเลือดใหญ่อยู่ภายในจะฟักออกได้น้อย เนื่องจากก้อนเลือดนี้ไปขัดขวางการเจริญเติบโตของลูกไก่
  7. ไข่ที่มีไข่แดงแฉด ถึงแม้ว่าเชื้อจะเจริญได้ในระยะแรกของการฟัก แต่ตัวอ่อนมักจะตายก่อนฟักออก เพราะลูกไก่เติบโตอัดแน่นอยู่ภายในฟองไข่ ทำให้อาหารและอากาศสำหรับการเจริญของตัวอ่อนไม่เพียงพอ
  8. ไข่สกปรกเนื่องจากพื้นรังไข่เปียก หรือสกปรกจะฟักออกไม่ดี เพราะเชื้อจุลินทรีย์มีโอกาสเข้าทำลายตัวอ่อนได้ และยังเป็นตัวนำเชื้อจุลินทรีย์ไปแพร่กระจายไปยังไข่ฟองอื่นในตู้ฟักด้วย
- การคัดเลือกไข่ฟักนี้อาจกระทำที่เล้าไก่แล้วจึงขนส่งเฉพาะไข่ที่ดีเข้าโรงฟักไข่ หรือถ้าเล้าไก่อยู่ไม่ห่างจากโรงฟักไข่มากนักอาจจะนำมาคัดเลือกในห้องที่จัดไว้เฉพาะภายในโรงฟักไข่ก็ได้ แต่ควรระมัดระวังในเรื่องความสะอาดของไข่ เพราะถ้าภายในห้องคัดเลือกมีตู้ฟักอยู่ด้วยอาจทำให้เกิดการแพร่กระจายเชื้อโรค ไข่ที่คัดเลือกแล้วจะผ่านขั้นตอนการรมควันเพื่อฆ่าเชื้อโรค แล้วนำไปเข้าตู้ฟักหรือเก็บรักษาเพื่อรอการฟักต่อไป

### การรมควันไข่ฟัก (Fumigation)

การรมควันเพื่อฆ่าเชื้อโรคมักใช้ก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ โดยใช้ต่างทับทิมเข้มข้น 95% ทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลินความเข้มข้น 37% ในอัตราส่วน 1:2 โดยใช้ต่างทับทิม 20 กรัม ต่อฟอร์มาลิน 40

## การฟักไข่

มีลิลิตรต่อปริมาตรที่รวมควัน 100 ลูกบาศก์ฟุตคิดเป็นความเข้มข้นเท่ากับ 1 เท่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการรวมควันควรมากกว่า 75 °F และความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 75% ในสภาพที่มีอากาศหมุนเวียนตลอดเวลา ระยะเวลาในการรวมควันนาน 20 นาที หลังจากนั้นจึงระบายออก หรือทำให้เป็นกลางด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH<sub>4</sub>OH) เข้มข้น 30% ห้ามรวมควันไข่ฟักเมื่อไข่ฟักมีอายุการฟักได้ 24-96 ชั่วโมง เพราะจะทำให้ตัวอ่อนตายได้ ไข่ฟักที่เพิ่งเก็บมาจากฟาร์มควรรวมควันฆ่าเชื้อที่ระดับความเข้มข้น 3 เท่า อย่างไรก็ตาม การรวมควันด้วยก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์เป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน หลายประเทศเลิกใช้แล้ว และเปลี่ยนมาใช้ยาฆ่าเชื้อโรคที่มีประสิทธิภาพสูงแทน

## การเก็บรักษาไข่ฟัก

ในสภาพอากาศบ้านเรา อุณหภูมิทั่วไปอยู่ระหว่าง 85-100 °F ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่ทำให้เชื้อที่ปฏิสนธิแล้วสามารถเจริญเติบโตได้ ระดับอุณหภูมิที่ตัวอ่อนลูกไก่ไม่สามารถเจริญเติบโตคือ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 69 °F หรือถ้ามีการเจริญอาจจะช้ามาก และการเจริญจะไม่ค่อยดี ถ้าเก็บไข่ไว้นาน ๆ ตัวอ่อนจะตายหรืออ่อนแอหรืออาจจะไม่เจริญต่อไป ดังนั้น เพื่อรักษาคุณภาพไข่ไว้โดยไม่มีผลต่อการฟัก ควรเก็บไข่ไว้ในห้องปรับอากาศที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 69 °F จะสามารถเก็บไข่ไว้ได้หลายวัน เพื่อรอการเข้าฟัก อุณหภูมิในการเก็บไข่ควรอยู่ระหว่าง 50-69 °F ซึ่งถ้าเก็บไว้นานเกิน 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 50-55 °F แต่ไม่ควรต่ำกว่า 50 °F เพราะจะทำให้เกิดผลเสียต่อการฟัก แต่ถ้าเก็บไว้ไม่เกิน 7 วัน ควรเก็บที่อุณหภูมิ 60-65 °F ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องเก็บไข่ควรมีค่าประมาณ 75-80% ถ้าความชื้นต่ำมากจะทำให้ไข่ฟักสูญเสียความชื้นมาก แต่ถ้าความชื้นสูงเกินไปหรือมากกว่า 90% จะทำให้ไข่เปียก เชื้อราจะเจริญเติบโตได้ง่าย นอกจากนี้เชื้อจุลินทรีย์ยังสามารถที่จะผ่านเข้าไปในฟองไข่ได้ง่ายทำให้เกิดการเน่าเสีย การเก็บไข่ในห้องเย็นควรวางไข่โดยเอาด้านข้างขึ้น และไม่ควรถูกเก็บไข่นานเกิน 7 วัน ถ้าเกิน 7 วัน ควรกลับไข่วันละ 1-2 ครั้ง เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่แดงซึ่งมีความเข้มข้นน้อยลอยตัวไปติดเปลือกไข่ การกลับไข่จะช่วยทำให้อัตราการฟักออกดีขึ้น ไข่ฟักที่นำมาเก็บควรแยกเก็บเป็นเล้าหรือเป็นฟาร์ม ไม่ควรวางไข่ติดกันหลาย ๆ แถว หรือเรียงซ้อนจนสูงเกินไป เพราะทำให้การหมุนเวียนของอากาศผ่านไข่ไม่ดี ไข่ฟักที่อยู่ในระหว่างการเก็บรักษาควรรวมควันฆ่าเชื้อสัปดาห์ละ 2 ครั้ง

## การนำไข่ฟักออกจากห้องเย็น

ไข่ฟักที่เก็บอยู่ในอุณหภูมิต่ำเมื่อนำออกสู่ภายนอกซึ่งมีอุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้ไข่ฟักมีหยดน้ำเกาะ เนื่องมาจากไอน้ำและอากาศภายนอกอุ่นกว่าเมื่อกระทบกับความเย็นของเปลือกไข่จะรวมตัวกันเป็นหยดน้ำเกาะอยู่ที่เปลือกไข่ ทำให้เชื้อโรคสามารถเข้าไปทำลายตัวอ่อนในฟองไข่ได้ ดังนั้นจึงควรมีการอุ่นไข่ (Pre-heating) เพื่อให้อุณหภูมิไข่ฟักค่อย ๆ สูงขึ้น อุณหภูมิที่ทำการอุ่นไข่

## การฟักไข่

ควรอยู่ระหว่าง 80-90 °ฟ นาน 4-6 ชั่วโมง การอุ่นไข่จะช่วยให้อุณหภูมิในฟองไข่ค่อย ๆ สูงขึ้น นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหันจะทำให้เชื้อตาย ซึ่งเรียกว่า Temperature shock การอุ่นไข่อาจทำได้โดยการนำไข่มาผึ่งไว้ในอุณหภูมิห้องจนกว่าหยดน้ำบนฟองไข่หรือบางคนเรียกว่าเหงื่อไข่จะแห้ง ซึ่งจะใช้เวลาประมาณ 4-6 ชั่วโมง แล้วจึงนำเข้าตู้ฟัก

## การนำไข่เข้าตู้ฟัก

ไข่ที่ผ่านการอุ่นมาแล้วเมื่อถึงกำหนดที่จะต้องนำเข้าตู้ฟัก ต้องตรวจสอบให้ไข่เข้าตู้ฟักตรงตามบันทึก ถ้าเป็นตู้ฟักขนาดเล็กให้จัดไข่ใส่ถาดและนำไปใส่ตู้ให้เหมาะสมตามความจุของตู้ ส่วนตู้ฟักขนาดใหญ่ให้ตัดไฟตู้ฟักและเปิดแสงสว่างภายในตู้ เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนและความชื้น ถ้าเป็นตู้ฟักที่ต้องเข็นรถเข้าไปจอดข้างในต้องตรวจสอบสภาพรถให้เรียบร้อย อัดจาระบีล้อ และสภาพทั่ว ๆ ไป หลังจากนั้นนำถาดหรือรถไข่เข้าตู้ฟักเรียบร้อยแล้วให้ต่อสายไฟ สายลมตามแบบที่กำหนดไว้ เมื่อจัดเข้าที่เรียบร้อยแล้วทดลองการกลับไข่ 1-2 ครั้ง จนแน่ใจว่าปกติดีจากนั้นปิดประตูตู้ เปิดเครื่องฟัก คอยตรวจเช็คอุณหภูมิ ความชื้น และพัดลม ว่าทำงานได้ปกติและเป็นไปตามกำหนด

เวลาในการนำไข่เข้าฟักขึ้นอยู่กับเวลาที่ต้องการจะนำลูกไก่ออกจากตู้ฟัก จึงควรเอาไข่เข้าฟักอย่างน้อย 5-6 ชั่วโมง ก่อนกำหนดเวลาเอาลูกไก่ออกจากตู้ เช่น ถ้าต้องตรวจเอาลูกไก่ออกจากตู้ฟักเวลา 18.00 น. ก็ควรเอาไข่เข้าฟักเวลา 13.00 น. ฯลฯ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุไข่ฟัก โดยไข่ที่เก็บไว้นานควรนำเข้าฟักก่อนไข่ที่มาจากเล้าใหม่ ๆ หรือฟาร์มเดียวกันควรเข้าพร้อมกันหรืออยู่ในรถคันเดียวกัน และฤดูหนาวไข่จะฟักออกช้ากว่าฤดูร้อน

เมื่อนำไข่ฟักเข้าตู้ฟักเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการรมควันฆ่าเชื้อโรคโดยใช้ก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ เข้มข้น 1 เท่า เป็นเวลา 20 นาที

## การส่องไข่ฟัก

การตรวจสอบหาไข่มีเชื้อ ไข่เชื้อตายหรือสิ่งผิดปกติในฟองไข่จะใช้วิธีส่องไข่ที่ทำด้วยอุปกรณ์ง่าย ๆ เป็นเพียงแสงไฟจากหลอดไฟที่อยู่ในกล่อง หรือกระบอกที่สามารถบังคับให้มีแสงสว่างออกมาเพียงด้านเดียว เมื่อนำไข่ไปทาบริเวณที่แสงออกจะได้ไม่มีแสงสว่างมารบกวน และควรจะทำในที่มืด สำหรับแสงสว่างที่ใช้จะมากหรือน้อยไม่มีปัญหา แต่ไม่ควรให้ร้อนเกินไปเพราะจะเกิดผลเสียต่อตัวอ่อนลูกไก่ได้

ไข่ฟักที่มีเปลือกไข่สีขาวนั้นสามารถส่องเห็นได้ง่ายกว่าไข่ที่มีเปลือกสีน้ำตาล การส่องไข่เพื่อแยกไข่มีเชื้อและไม่มีเชื้อสามารถทำได้หลังจากนำไข่เข้าฟักไปแล้วเป็นเวลา 15-18 ชั่วโมง แต่ในทางปฏิบัติการส่องไข่จะทำในวันที่ 3 ของการฟักไข่สำหรับไข่เปลือกสีขาว และสำหรับไข่เปลือกสีน้ำตาลนั้นควรส่องไข่ในวันที่ 5 ของการฟัก เนื่องจากไข่เปลือกสีน้ำตาลเมื่อส่องดูจะมีลักษณะทึบ จึง

การฟักไข่

มองเห็นรายละเอียดต่าง ๆ ได้ยาก จำนวนครั้งที่จะส่องไข่นั้นมีหลายแบบทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแรงงาน โดยอาจจะส่องวันที่ 3, 7 หรือ 18 แต่ในโรงฟักไข่ขนาดใหญ่ที่ทันสมัยในปัจจุบันนี้ จะส่องไข่วันที่ ย้ายไข่เพียงครั้งเดียวคือวันที่ 18-19 ของการฟัก การส่องไข่ไม่ว่าจะเป็นช่วงใดก็ตามจะมีผลกระทบ กระเทือนต่อไข่ฟักไม่มากนักน้อย ซึ่งจะส่งผลถึงการฟักออกเป็นตัวของลูกไก่ได้ จึงควรทำด้วยความ ระมัดระวังและใช้เวลาให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

**การเตรียมตู้เกิดและย้ายไข่**

ตู้เกิดจะต้องผ่านการล้างและทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อรวมทั้งรถตู้เกิดและภาตตู้เกิด โดยเฉพาะภาตตู้เกิดจะต้องล้างให้สะอาด นำรถตู้เกิดที่ล้างสะอาดและพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อแล้วเข้าจอดใน ตู้เกิดให้ตรงตำแหน่ง ตรวจสอบระบบไฟฟ้า น้ำ สเปรย์ เทอร์โมมิเตอร์ เทอร์โมสแตต พัดลมดูด อากาศเข้าตู้ น้ำมันหล่อลื่นลิ้นปิดเปิดทางอากาศเข้า ตรวจสอบน้ำในกล่องเทอร์โมมิเตอร์ตุ้มเปียก

**ตารางที่ 5.1 ลักษณะภายในไข่ที่ส่องด้วยที่ส่องไข่**

อายุฟัก	ไข่ไม่มีเชื้อ	ไข่เชื้อตาย	ไข่เชื้อเป็น
3-7 วัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใสเห็นภาพไข่แดงวาง ๆ</li> <li>- หากเป็นไข่เก็บไว้นาน ๆ อาจเห็นไข่แดงค่อนข้างนอนกัน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชุ่น นอนกัน เส้นเลือดไม่ประสานกันเป็นร่างแห</li> <li>- อาจเป็นวงแหวน หรือจุดดำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีเส้นเลือดแดงสีสดประสานกันเป็นร่างแห</li> <li>- เชื้อเคลื่อนไหวได้ขณะส่อง</li> </ul>
14 วัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- จะเห็นภาพในไข่มีช่องอากาศโต</li> <li>- เงาไข่แดงอยู่ด้านข้างและสีซีดมาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขนาดตัวอ่อนลูกไก่เจริญน้อย ไม่สดใสแจ่มชัด</li> <li>- ถ้าเชื้อตายใหม่ ๆ อาจเห็นเส้นเลือดเป็นร่างแหบ้างแต่เชื้อไม่เคลื่อนไหว</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลูกไก่โตขึ้นดูค่อนข้างมืดทึบ</li> <li>- ช่องอากาศใหญ่ขึ้น</li> <li>- ลูกไก่เคลื่อนไหวได้และเห็นหัวใจเด่น</li> </ul>

การฟักไข่

18 วัน		<ul style="list-style-type: none"> <li>- เช่นเดียวกับที่ 14 วัน แต่เห็นตัวลูกไก่โตกว่า</li> <li>- สีเลือดซีด หรือจางมาก</li> <li>- เห็นเงาทึบบางส่วน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เนื้อที่ครึ่งฟองไข่หรือมากกว่านั้น ทึบแสง</li> <li>- เห็นเส้นเลือดตอนล่างชัด</li> <li>- อาจเห็นลูกไก่กำลังเคลื่อนไหว</li> </ul>
--------	--	---	--

ที่มา : อารุธ (2538) หน้า 115

ทดสอบหัตสเปร์ย รวมทั้งระบบเตือนภัย จากนั้นรอมควันตู้เกิดทั้งตู้ และเดินเครื่องตู้เกิดก่อนย้ายไข่เข้ามา 2-3 ชั่วโมง สำหรับตู้ฟักที่มีตู้ฟักและตู้เกิดเดียวกัน ให้ย้ายไข่จากถาดไข่ฟักลงถาดเกิดแล้วปิดตะแกรงด้านบนไม่ให้ลูกไก่กระโดดออก ตู้ฟักประเภทนี้ไม่สามารถรอมควันตู้เกิดได้ จึงอาจมีการติดเชื่อกับตัวอ่อนลูกไก่ได้

การย้ายไข่เข้าตู้เกิดในการฟักไข่ไก่จะกระทำประมาณวันที่ 18-19 ของการฟัก หรือเวลาที่เหมาะสมคือ ไก่มีการเจาะเปลือก (Pipping) ประมาณ 1% ของถาด ถาดไข่ฟักและถาดเกิดจะออกแบบมาให้มีขนาดพอดีกัน การปฏิบัติอาจแตกต่างกันไปตามประเภทของตู้ฟัก ตู้ฟักบางชนิดใช้เหล็กแผ่นดิ่งไข่ของรถตู้ฟักออกมาทั้งถาดตู้ฟัก แล้วดึงถาดตู้เกิดมาครอบ พลิกถาดตู้เกิดหงายขึ้นเพื่อย้ายไข่ไปยังถาดเกิด เลื่อนถาดไปยังไฟส่องบนโต๊ะส่องไข่ ไข่ที่ต้องหยิบออกคือ ไข่ที่แสงไฟส่องทะลุ ซึ่งเป็นไข่ไม่มีเชื้อหรือไข่ลม เมื่อมีไข่เนาให้ทิ้งลงในถังน้ำยาฆ่าเชื้อ ไข่เนาที่ระเบิดใส่ถาดตู้เกิดหรือไข่ลมแตกใส่ถาดต้องใช้ฟองน้ำเช็ดให้สะอาดและเช็ดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคอีกครั้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการมีอาหารให้เชื้อโรคเจริญเติบโตหรือเชื้อโรคจากไข่เนาแพร่เข้าตู้เกิดและเข้าสู่ลูกไก่ที่เริ่มฟักออกได้ การย้ายไข่จะต้องทำอย่างรวดเร็วเพื่อไม่ให้อุณหภูมิของไข่ลดลงมากเกินไป

**ขั้นตอนการปฏิบัติต่อลูกไก่ที่ฟักออก**

เมื่อการฟักไข่ดำเนินมาถึงขั้นสุดท้ายที่ลูกไก่ฟักออกเป็นตัว ถ้าเป็นไก่เมื่อถึงวันที่ 21 ของการฟัก ลูกไก่ส่วนใหญ่จะออกจากเปลือกไข่ ขนลูกไก่อังเปียกอยู่ นอกจากนั้นยังมีไข่ที่ฟักไม่ออกอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งต้องคัดออกไป ขั้นตอนการปฏิบัติต่อลูกไก่ที่ฟักออกมีดังนี้

**1. เตรียมอุปกรณ์ใส่ลูกไก่ก่อนที่จะถึงช่วงเวลาออกลูกไก่ตามกำหนด** จะต้องเตรียมกล่องเตรียมถาดไข่สำหรับใส่ไข่ตายโคม โต๊ะคัดลูกไก่หรือถาดที่ใส่ลูกไก่คัดทิ้ง

**2. การรอให้ขนลูกไก่แห้ง** เมื่อถึงเวลาที่จะเอาลูกไก่ออกจากตู้ ต้องเปิดตู้เกิดตรวจเช็คทุกตู้ว่าตู้เกิดใดลูกไก่แห้งดีแล้วก็ให้ออกลูกไก่อ่อนก่อน แต่ไม่ควรปล่อยให้ลูกไก่ขนแห้งจนเกินไป เพราะ



## การฟักไข่

จะทำให้ลูกไก่สูญเสียน้ำในตัวมาก เนื่องจากการระเหยน้ำทำให้การเลี้ยงรอดต่ำ ถาดใดที่ลูกไก่แห้งดีแล้วควรนำออกมาที่ละถาด พร้อมทั้งแยกไข่ตายโคมออกมาและจดบันทึกไว้

**3. การคัดลูกไก่** แยกลูกไก่ที่มีขนาดต่างกันไว้คนละพวก และคัดลูกไก่ที่มีคุณภาพต่ำออกไป เช่น ลูกไก่พิการต่าง ๆ ท้องบวม สะดือเปื่อย ไข่แดงไม่เข้าช่องท้อง ปากเปี้ยว ตาบอด ขนที่หัวไม่มี นิ้วบิดงอ ลูกไก่ตัวเล็กเกินไป หรือแห้งเกินไป สีไม่ตรงตามพันธุ์ และลูกไก่ไม่แข็งแรง ฯลฯ ถ้าสามารถแยกเพศได้ด้วยสีขนจะแยกเพศไปพร้อมกันเลย เปอร์เซ็นต์ลูกไก่ที่คัดทิ้งไม่ควรมากกว่า 1 % ถ้ามากกว่านี้ แสดงว่าตู้ฟักอาจทำงานไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุด หรือฝูงไก่พันธุ์มีสุขภาพไม่ดีพอ การคัดลูกไก่อ้างคงยึดหลักความแข็งแรงสม่ำเสมอเป็นเกณฑ์ ผลการคัดลูกไก่โดยทั่วไปจากฝูงไก่พันธุ์ที่มาตรฐานสูงอยู่ระหว่าง 80 – 90% เป็นส่วนใหญ่

**4. การบรรจุลูกไก่อกลงกล่อง** กล่องใส่ลูกไก่ส่วนมากทำด้วยกระดาษแข็ง เจาะรูระบายอากาศ ใช้ขนส่งลูกไก่ไปยังฟาร์มและใช้เพียงครั้งเดียว หรืออาจใช้กล่องพลาสติก ซึ่งนิยมใช้ในฟาร์มของตัวเองในกรณีที่อยู่ใกล้โรงฟักไข่ หลังจากใช้แล้วจะนำมาฆ่าเชื้อโรคและสามารถนำมาใช้ได้อีก ขนาดของกล่องใส่ลูกไก่อ่มีขนาดและรูปแบบมาตรฐาน ที่นิยมใช้กันมีขนาดกว้าง 20 นิ้ว ยาว 26 นิ้ว และสูง 6 นิ้ว บรรจุลูกไก่ได้ 100 ตัว หรือลูกเป็ดเนื้อ 80 ตัว แบ่งช่องเป็น 4 ช่องเท่า ๆ กัน มีฝาปิด

ลูกไก่เมื่อทำการคัดลงกล่องใส่ลูกไก่แล้วต้องตั้งหลักเกณฑ์ก่อนว่าจะใส่กล่องละเท่าใด เช่น 102 ตัว หรือ 82 ตัว ฯลฯ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบขาย หรือระบบงานที่วางไว้จากนั้นให้ถือหลักเกณฑ์ดังนี้

4.1. จับลูกไก่ครั้งละไม่เกิน 6 ตัว โดยให้ร่องนิ้วคืบตรงคอ และใช้อุ้งมือประคองตัวลูกไก่ไว้เพียงเบา ๆ แล้วยกขึ้นดูว่ามีลักษณะผิดปกติอะไรบ้าง ถ้าลูกไก่อ่ปกติจึงใส่ลงกล่องได้เลย

4.2. ไก่ที่ยืนไม่ได้ เช่น ขาเก อ่อนแอจนต้องนอนราบ และขนเกียนมาก เป็นไก่ที่ต้องจับคัดทิ้งไปก่อน

4.3. ในการคัดขนาดไก่เล็ก หรือใหญ่นั้น อาจใช้การทดสอบน้ำหนักลูกไก่ทั้งกล่อง และแยกขนาดตามน้ำหนักลงกล่อง

**5. การคัดเพศ** ในกรณีที่ต้องการเลี้ยงไก่แบบแยกเพศ เช่น การผลิตลูกไก่สายพ่อแม่พันธุ์ (parent stock) หรือการผลิตไข่ จำเป็นต้องคัดเพศเพื่อเลี้ยงแยกกัน ส่วนการเลี้ยงไก่กระทาง เป็ดเนื้อ มีการเลี้ยงละเพศ จึงไม่ต้องผ่านขั้นตอนการคัดเพศนี้ การคัดเพศในสัตว์ปีกมีหลายวิธีคือ

**5.1. การปลิ้นทวาร** (vent sexing) เริ่มโดยชาวญี่ปุ่น โดยอาศัยความแตกต่างของตุ่มผสมพันธุ์หรือวัยวะเพศ (rudimentary copulatory organ) ในสัตว์ปีกเพศผู้ ไก่ตัวผู้จะมีวัยวะเพศที่มีขนาดเล็กโผล่ออกมาให้เห็น ส่วนตัวเมียจะมีขนาดเล็กกว่าเรียกคลิสตอริส (clitoris) ซึ่งมักจะเห็นไม่ชัดทุกวัน หรือบางครั้งอาจไม่พบ หรืออาจเล็กมาก หรือมีรูปร่างแตกต่างกันออกไป ตำแหน่งของตุ่มผสมพันธุ์อยู่บนส่วนผิวหนังด้านล่างของช่องทวารร่วม (cloaca) จำเป็นต้องเปิดทวารออกก่อนจึง

## การฟักไข่

มองเห็นอวัยวะส่วนนี้ แต่ในเปิดและห่านจะมีลักษณะเป็นเกลียวยื่นออกมา ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเปิดทวารออก เพียงแต่อาศัยการบีบที่ก้นถ้ารู้สึกว่าเป็นจุดแข็ง ๆ แสดงว่าเป็นตัวผู้ วิธีนี้ต้องอาศัยการฝึกฝน และความชำนาญ ระยะเวลาที่เหมาะสมในการปลิ้นก้นคือ 12 – 36 ชั่วโมง ความแม่นยำเมื่อเริ่มฝึกประมาณ 70% เมื่อมีความชำนาญประมาณ 90% ความเร็วในการคัดเพศประมาณ 200 ตัวต่อชั่วโมง

**5.2. การคัดเพศลูกไก่โดยใช้กล้อง (optical sexing instruments)** วิธีนี้ต้องใช้อุปกรณ์ คือ กล้องส่องซึ่งมีราคาแพงประกอบด้วยหลอดแก้วที่มีขนาดเล็กสอดเข้าทางลำไส้ และอาศัยการสะท้อนของแสงสว่างไปยังปลายแท่งแก้ว ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งของกล้องมีเลนส์สำหรับส่อง วิธีนี้สามารถคัดเพศได้รวดเร็วประมาณ 1,000 ตัวต่อชั่วโมงและมีความถูกต้องมากกว่า 95% แต่ถ้ามีความชำนาญมากอาจถึง 100 % วิธีการนี้อาศัยความแตกต่างของอวัยวะสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงต้องรู้ตำแหน่งของอวัยวะและรังไข่ เมื่อสอดแท่งแก้วเข้าไปในทวารและลำไส้ของลูกไก่แรกเกิดแล้วให้กดหลังลูกไก่ให้กระตุกสันหลังลูกไก่อ้อยู่ชิดปลายแท่งแก้ว โดยประมาณให้ปลายแท่งแก้วอยู่พอดีต่อมหมวกไต ขยับลูกไก่อต่อไปจนเห็นอวัยวะ หรือรังไข่ ซึ่งจะสามารถสังเกตเห็นเงาของก้อนอวัยวะผ่านทางผนังลำไส้ทางด้านบน ขนาดเมล็ดข้าวสารมีสีขาวค่อนข้างเหลือง 2 อัน ถ้าเป็นตัวเมียจะมองไม่เห็นเงาเม็ดอวัยวะ การใช้กล้องคัดเพศนี้ต้องมีความชำนาญสูง และต้องระมัดระวังอันตรายที่อาจเกิดแก่ลูกไก่ได้ ซึ่งอาจทำให้ลำไส้บอบช้ำหรือลำไส้ทะลุได้

**5.3. การคัดเพศโดยอาศัยลักษณะทางพันธุกรรมที่ขึ้นอยู่กับโครโมโซมเพศ (sex-linked)** ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น

**5.3.1. การถ่ายทอดลักษณะสีขนในไก่พันธุ์บาร์พลีมัทร็อค** ลักษณะสีขนบาร์คือ ขนลายขาวสลับดำถูกควบคุมโดยยีน B เป็นลักษณะเด่นต่อขนไม่บาร์ คือขนสีดำ หรือสีแดง ซึ่งถูกควบคุมโดยยีน b เมื่อทำการผสมระหว่างตัวเมียขนบาร์ ( $X^B Y$ ) กับตัวผู้ขนไม่บาร์ ( $X^b X^b$ ) จะได้ลูกตัวผู้ที่มีลักษณะขนบาร์ ( $X^B X^b$ ) และมีจุดสีขาวบนหัว ส่วนตัวเมียจะมีลักษณะขนไม่บาร์ ( $X^b Y$ ) ทำให้สามารถคัดเพศเมื่อแรกเกิดได้ ตัวอย่างเช่น การผสมระหว่างพ่อโรดไอซ์แลนด์เรด และแม่บาร์พลีมัทร็อคจะทำให้ลูกที่เกิดคัดเพศได้เมื่อแรกเกิด

**5.3.2. การถ่ายทอดลักษณะการงอกของขน** ลักษณะของขนงอกช้าถูกควบคุมด้วยยีน K เป็นลักษณะเด่นต่อลักษณะขนงอกเร็ว ซึ่งถูกควบคุมด้วยยีน k เมื่อผสมไก่ตัวผู้ที่มีขนงอกเร็ว ( $X^K X^k$ ) กับไก่ตัวเมียที่มีขนงอกช้า ( $X^k Y$ ) ลูกตัวผู้ที่เกิดมาทั้งหมดจะได้ยีน K จากแม่จึงมีขนงอกช้า ( $X^K X^k$ ) จึงสามารถจะแยกออกมาจากตัวเมียที่มีขนงอกเร็ว ( $X^k Y$ ) ได้ภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงหลังจากฟักออกมา โดยสังเกตลักษณะของขนคือ ขนปีกบิน (primary) ของลูกไก่ตัวเมียจะยาวกว่าขนคลุมขนปีกบิน (primary covert) ส่วนตัวผู้ขนปีกบิน (primary) จะสั้นกว่าหรือเท่ากับขนคลุมขนปีกบิน (covert)

## การฟักไข่

**6. การทำวัคซีน (vaccination)** วัคซีนที่นิยมทำให้ลูกไก่อายุ 1 วัน คือ วัคซีนป้องกัน โรคมาเร็กซ์ (Marek) เพื่อให้ลูกไก่สร้างภูมิคุ้มกันโรคตั้งแต่วันแรก โดยเฉพาะในไก่พันธุ์และไก่ไข่ การทำวัคซีนป้องกันโรคนี้อาจเป็นบริการอย่างหนึ่งของโรงฟัก นอกจากนี้บางโรงฟักจะทำวัคซีนป้องกันโรคนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบ โดยการสเปรย์ให้ลูกไก่หายใจเข้าไป ซึ่งโรงฟักจะทำตามที่ถูกคำสั่ง

### การเจริญของตัวอ่อนลูกไก่

การเจริญของตัวอ่อนลูกไก่เกิดขึ้นหลังจากเกิดการปฏิสนธิ โดยเริ่มตั้งแต่ในขณะที่ไข่แดงกำลังผ่านเข้าสู่ท่อหน้าไข่โดยอสุจิจะเจาะผ่านเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) ในบริเวณที่ใกล้กับส่วนของเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่าบลาสโตดิสก์ (blastodisc) โดยจะเข้าไปและทิ้งเฉพาะส่วนหางไว้ ทำให้เกิดการรวมเอานิวเคลียสที่มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่ง (haploid) ของอสุจิและอีกครึ่งหนึ่งของไข่ หลังจากนั้นไซโทพลาซึมของเซลล์ไข่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเพื่อป้องกันสเปิร์มตัวต่อไปเข้าผสม ทำให้ได้เอ็มบริโอที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (diploid) คือ 39 คู่ การปฏิสนธิจะเกิดขึ้นในส่วนของท่อหน้าไข่ส่วนปากแตร (infundibulum) เท่านั้น จะไม่สามารถเกิดขึ้นถ้าไข่แดงผ่านเข้าสู่ส่วนที่สร้างไข่ขาว เมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้วก็จะมีการการเจริญของตัวอ่อนซึ่งแบ่งออกได้ 2 ระยะคือ

#### 1. การเจริญของตัวอ่อนภายในตัวแม่ไก่

ในระยะเริ่มต้นของการเจริญเติบโตและการพัฒนาของตัวอ่อนเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสร้างไข่ขาวในขณะที่ไข่แดงผ่านไปตามท่อหน้าไข่ส่วนต่าง ๆ ซึ่งมีการสร้างไข่ขาว เยื่อหุ้มไข่ และเปลือกไข่โดยใช้เวลานานถึง 24 ชั่วโมง ในกรณีที่ไข่ฟองนั้นพร้อมจะวางก่อนเวลา 16.00 น. จะไม่มีปัญหาในการเก็บรักษาแต่ถ้าการวางไข่เกิดขึ้นช้ากว่านี้ไข่ฟองนั้นจะถูกวางในวันรุ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้อายุของเอ็มบริโอมากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการเก็บรักษา และการฟักในเวลาต่อมา โดยทั่วไปขณะวางไข่การเจริญของเอ็มบริโอจะผ่านระยะต้น ๆ ของ gastrula ไปแล้ว ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ไข่อยู่ในส่วนของท่อหน้าไข่ ถ้าตัวอ่อนนั้นค้างอยู่ในมดลูก (uterus) เป็นเวลานานจนมีการเจริญถึงระยะหนึ่งแล้วจะเกิดผลเสียได้ หากนำมาเก็บในห้องเย็น

#### 2. การเจริญของตัวอ่อนหลังจากวางไข่

การเจริญเติบโตและการพัฒนาของเอ็มบริโอในระยะแรกขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ การเจริญและการพัฒนาของตัวอ่อนจะยังคงดำเนินต่อไปตราบใดที่อุณหภูมิยังคงสูงกว่า 70 °F ดังนั้น การเก็บไข่ไว้ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่านี้จะทำให้ตัวอ่อนหยุดเจริญเติบโตและพัฒนาจนกว่าจะได้รับความอบอุ่นอีก ตัวอ่อนที่ฟักอยู่สามารถมีชีวิตรอดในช่วงหนึ่งสัปดาห์แรก แต่ถ้าไข่ถูกทิ้งอยู่ในมดลูกนาน

## การฟักไข่

เกินไปการเจริญของตัวอ่อนจะมาถึงในระยะเวลาที่ไม่สามารถเก็บรักษาได้ ถึงแม้จะใช้อุณหภูมิในการเก็บรักษาที่เหมาะสมก็ตาม

### การแบ่งตัวของไซโกตหรือการคลีเวจ (cleavage)

เมื่อไข่มีการปฏิสนธิแล้ว จะมีการแบ่งตัวของไซโกต (cleavage) เกิดขึ้นในระหว่าง 24 ชั่วโมง ขณะไข่แดงผ่านท่อนำไข่ส่วนต่าง ๆ เพื่อทำการสร้างชั้นของไข่ขาว เยื่อหุ้มไข่ และเปลือกไข่ การแบ่งตัวเป็นแบบเมโรบลาสติก (meroblastic) คือ เซลล์จะมีการแบ่งตัวเฉพาะบริเวณด้านบนของไข่ตรงบริเวณจุดเจริญ (germinal disc) บริเวณดังกล่าว นิวเคลียสจะเริ่มแบ่งตัวออกเป็น 2 เซลล์ เป็น 4 เป็น 8 และแบ่งต่อไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งได้เซลล์เล็ก ๆ หลายพันเซลล์บนชั้นของไข่แดง เซลล์จำนวนมากที่ได้จะมีการเรียงตัวกันเตรียมที่จะเจริญต่อไป การเปลี่ยนแปลงในชั้นนี้เรียกว่า กระบวนการบลาสทูลเลชัน (blastulation) เอ็มบริโอในชั้นนี้เรียกว่าบลาสทูลาร์ (blastular) บลาสทูลาร์มีลักษณะเป็นแผ่นซึ่งมีกลุ่มเซลล์บลาสโตเดิร์ม (blastoderm) เรียงตัวซ้อนกันมากกว่า 1 ชั้น มีช่องว่างอยู่ใต้แผ่นบลาสโตเดิร์มเรียกว่าช่องว่างซับเจอร์มินัล (subgerminal cavity) ซึ่งเกิดขึ้นจากไข่แดงที่อยู่ใต้กลุ่มเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวถูกใช้หมดไป บลาสทูลาของไข่ชนิดนี้เรียก บลาสโตดิस्कซึ่งเห็นกลุ่มเซลล์แยกเป็น 2 บริเวณ ตอนกลางมีลักษณะใสเรียกว่าบริเวณเพลลูซิดา (pellucida) ส่วนรอบนอกค่อนข้างทึบแสงเรียกว่าโอปาคา (opaca)

### การเกิดเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของตัวอ่อน (gastrulation)

การเปลี่ยนแปลงของตัวอ่อนเพื่อทำให้เกิดเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ นี้ เรียกว่า กระบวนการแกสทูลเลชัน (gastrulation) กลุ่มเซลล์ของตัวอ่อนชั้นบลาสทูลาที่เรียงซ้อนกันนั้นมีการแยกตัวเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกอีพิบลาสต์ (epiblast) เนื้อเยื่อชั้นในเรียกว่า ไฮโปบลาสต์ (hypoblast) ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงต่อไปกลายเป็นเยื่อเอนโตเดิร์ม (entoderm) สำหรับอีพิบลาสต์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเอกโตเดิร์ม (ectoderm) และมีโซเดิร์ม (mesoderm) โดยที่กลุ่มเซลล์อีพิบลาสต์จากด้านซ้ายและขวาจะเคลื่อนที่เข้าสู่แนวกลางเรียกว่า ปริมีตีฟ สตรีก (primitive streak) กลุ่มเซลล์อีพิบลาสต์ที่ต่อไปจะกลายเป็นมีโซเดิร์มจะมีการม้วนตัวเข้าไปตรงปริมีตีฟสตรีก และเคลื่อนที่แทรกอยู่เหนือกลุ่มเซลล์ไฮโปบลาสต์ หรือเอนโตเดิร์ม สำหรับอีพิบลาสต์ที่อยู่ภายนอกจะกลายเป็นเนื้อเยื่อเอกโตเดิร์ม

ไข่ที่สดสามารถมองเห็นตัวอ่อนเป็นจุดแบนสีขาวมีขนาดเล็กบนผิวหน้าไข่แดง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 - 4 มิลลิเมตร หลังจากฟักได้ 2 - 3 ชั่วโมง จุดนี้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อย และจากการตรวจสอบปรากฏว่ามีจุดใสอยู่ตรงกลางวงแหวนสีขาว ในไข่ที่ไม่ได้รับการ

## การฟักไข่

ปฏิสนธิมีจุดสีขาวอยู่บริเวณส่วนบนของไข่แดงเหมือนกัน ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ follicular cells จากรังไข่จากการตรวจสอบปรากฏว่าไม่มีจุดใสอยู่ตรงกลาง

จุดใสนี้เกิดจากการที่กลุ่มเซลล์ที่กำลังแบ่งตัวไม่ได้ติดอยู่กับไข่แดงแต่อยู่ที่พื้นผิวเกิดการแยกจากกันโดยช่องว่างขนาดเล็กที่มีของเหลวอยู่ การเจริญของตัวอ่อนในระยะแรกเกิดขึ้นโดยการเคลื่อนย้ายเซลล์เข้าไปในช่องว่างนี้โดยเคลื่อนย้ายจากบริเวณขอบเซลล์เข้าสู่กลางเซลล์ในบริเวณที่เรียกว่าเพลลูซิตา ทำให้เกิดร่องตามยาวในตอนกลางเซลล์ ที่เรียกว่าพรีมีตีฟ สตรีก สามารถเห็นได้โดยใช้แว่นขยายส่องหลังจากฟักไข่ไปแล้ว 18 ชั่วโมง การเจริญของพรีมีตีฟ สตรีก เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และซับซ้อน กระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการเกิดขึ้นในเวลาเดียวกัน

ตัวอ่อนในตอนนี้มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ เยื่อชั้น ectoderm จะเจริญต่อไปเป็นระบบประสาท และอวัยวะรับความรู้สึก ผิวหนัง โครงสร้างส่วนของผิวหนัง เช่น เล็บ ปาก ขน เยื่อชั้น endoderm จะเจริญต่อไปเป็น ตับ ตับอ่อน ปอด และเยื่อชั้น mesoderm จะเจริญต่อไปเป็น หลอดเลือด เลือด กระดูก กล้ามเนื้อ ไต และอวัยวะสืบพันธุ์

### การสร้างเยื่อหุ้มตัวอ่อน

นอกจากถุงไข่แดง (yolk sac) ที่ทำหน้าที่ในการหลังเอนไซม์ซึ่งเปลี่ยนส่วนประกอบไข่แดงให้อยู่ในรูปที่ละลายได้เพื่อที่จะใช้เป็นแหล่งอาหารของเอ็มบริโอแล้วยังมีเนื้อเยื่อที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของตัวอ่อน 3 ชนิด คือ

1. Amnion (ถุงน้ำคร่ำ) ทำหน้าที่รักษาน้ำและป้องกันการกระทบกระเทือนของตัวอ่อน
2. Chorion ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนก๊าซ
3. Allantois ทำหน้าที่เก็บของเสีย

หน้าที่ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ

#### 1. รักษาน้ำ

ก่อนที่จะมีการสร้างถุงน้ำคร่ำ ตัวอ่อนสามารถที่จะเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลที่ไม่ซับซ้อนไปเป็นกรดแลคติกเพื่อใช้เป็นแหล่งพลังงาน ซึ่งเป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีอย่างง่าย ๆ แต่เมื่อตัวอ่อนมีการเจริญมากขึ้นทำให้ต้องใช้โมเลกุลของสารอาหารที่ซับซ้อน ซึ่งผลสุดท้ายจะได้ของเสีย คือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ น้ำจะสะสมอยู่ในถุงน้ำคร่ำ ซึ่งตัวอ่อนจะมีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระอยู่ในถุงนี้ นอกจากนี้ยังเป็นตัวช่วยรักษาอุณหภูมิอีกด้วย ในช่วงกลางของการฟักถุงนี้จะมีขนาดใหญ่ขึ้นและจะค่อย ๆ ลดขนาดลงในช่วงท้าย ๆ จนกระทั่งลูกไก่จะฟักออก ลูกไก่จะกลืนเอาของเหลวที่อยู่ในถุงนี้เข้าช่องท้องก่อนการฟักออก โดยทางรอยต่อที่เรียกว่า amniotic-sclerotic junction ไข่ขาว

## การฟักไข่

ที่เหลืออยู่และของเหลวในถุงน้ำคร่ำมารวมกันก่อนที่ตัวอ่อนจะกลืนเข้าสู่ช่องท้อง การใช้อุณหภูมิที่ไม่เหมาะสม หรือการกลับไข่ที่ไม่ดี จะมีผลทำให้การทำลายรอยต่อนี้ช้าลง

## 2. การแลกเปลี่ยนก๊าซ

ในช่วงตลอด 21 วันของการฟัก ไข่ฟักหนึ่งฟองต้องการออกซิเจนประมาณ 4,617 ลูกบาศก์เซนติเมตร และขับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาประมาณ 3,864 ลูกบาศก์เซนติเมตร ปอดยังไม่ทำงานจนกว่าจะถึงช่วงที่ลูกไก่ฟักออก ดังนั้น ปริมาณก๊าซที่มากมายเหล่านี้จะถูกแลกเปลี่ยนโดยตรงระหว่างเปลือกและระบบเครือข่ายของเส้นเลือดใน allantois โดยเยื่อนี้จะสัมผัสโดยตรงกับเปลือกไข่และช่องอากาศ

## 3. การเก็บของเสียที่ไม่ใช่ก๊าซ

หลังจากมีการเจริญของอวัยวะต่าง ๆ ลำไส้และไตจะเริ่มทำหน้าที่ทำให้มีของเสียเกิดขึ้นสิ่งขับถ่ายเหล่านี้จะไม่ผ่านออกทางก้นไปยังถุงน้ำคร่ำ แต่จะผ่านไปยังถุง allantois น้ำจะถูกดูดซึมกลับโดยหลอดเลือดและของเสียประเภทไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดยูริกที่ไม่ละลายน้ำ และตกผลึกอยู่ในถุง allantois ของเสียเหล่านี้จะยังอยู่ในเนื้อเยื่อที่ถูกทิ้งในขณะที่ลูกไก่เกิดพร้อมกับของเสียอื่น ๆ จากลำไส้

### การเจริญของตัวอ่อนลูกไก่

#### อายุฟักวันที่ 1

ส่วนของเยื่อเพลลูซิตา (pellucida) และโอปาคา (opaca) ที่จุดกำเนิด (blastoderm) จะเจริญขยายตัวใหญ่ขึ้น ต่อมาเมื่อได้รับอุณหภูมิฟักประมาณ 16 ชั่วโมง เยื่อเซลล์ชั้นบนจะเว้าเป็นร่องยาวเป็นแนวขวางกับความยาวของไข่ (primitive streak) ต่อมาระหว่างชั่วโมงที่ 16 ถึงชั่วโมงที่ 24 เริ่มมีการเจริญเป็นอวัยวะต่าง ๆ ดังนี้

อายุฟัก 4 ชั่วโมง	- หัวใจและเส้นเลือดเริ่มพัฒนา
อายุฟัก 18 ชั่วโมง	- เริ่มปรากฏส่วนของระบบทางเดินอาหาร
อายุฟัก 20 ชั่วโมง	- เริ่มปรากฏส่วนของกระดูกสันหลัง
อายุฟัก 21 ชั่วโมง	- เริ่มกำเนิดระบบประสาท
อายุฟัก 22 ชั่วโมง	- เริ่มกำเนิดส่วนหัวของเอ็มบริโอ
อายุฟัก 24 ชั่วโมง	- เริ่มกำเนิดลูกตาของเอ็มบริโอ

#### อายุฟักวันที่ 2

ตัวอ่อนลูกไก่เริ่มหันไปทางด้านข้างและเริ่มเกิดเส้นเลือดที่ถุงไข่แดง

อายุฟัก 25 ชั่วโมง	- เริ่มสร้างส่วนที่เป็นหู
อายุฟัก 42 ชั่วโมง	- หัวใจเริ่มต้น ระบบหมุนเวียนโลหิตเริ่มทำงานโดยมีการไหลเวียนของโลหิตระหว่างตัวอ่อนกับถุงไข่แดง ระยะเวลานี้เป็น

การฟักไข่

ระยะอันตรายสำหรับเอ็มบริโอ

อายุฟักวันที่ 3

อายุฟัก 60 ชั่วโมง

- เริ่มสร้างส่วนที่เป็นจมูก

อายุฟัก 62 ชั่วโมง

- เริ่มสร้างส่วนของขา

อายุฟัก 64 ชั่วโมง

- เริ่มสร้างส่วนปีก ตัวอ่อนเริ่มเคลื่อนไหว มีการหมุนตัวโดย ตัวอ่อน จะนอนอยู่บนด้านซ้ายของตัวเอง ระบบการหมุนเวียนโลหิตเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อการฟักดำเนินไปได้ 3 วัน ถุงน้ำคร่ำ (amnion) จะหุ้มตัวอ่อนทั้งหมด

อายุฟักวันที่ 4

- เริ่มสร้างลิ้น อวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมดเริ่มปรากฏ ระบบเส้นเลือดต่าง ๆ เริ่มเห็นชัดเจนได้ด้วยตาเปล่า เยื่อ allantois จะเจริญต่อไปจนห่อหุ้มภายในไข่ทั้งหมดแล้วเชื่อมติดกับ serosa กลายเป็นเยื่อหุ้มชั้น chorion เส้นโลหิตฝอยของ allantois มาติดต่อกับเยื่อหุ้มไข่ได้เปลือก

อายุฟักวันที่ 5

- อวัยวะสืบพันธุ์เริ่มเปลี่ยนแปลงสามารถแยกความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมียได้ หัวใจเริ่มมีรูปร่างชัดเจน และเส้นเลือดจะครอบคลุมเนื้อที่ของถุงไข่แดงถึง 2 ใน 3 ส่วน

- ส่วนของหน้าและจมูกเริ่มปรากฏมีรูปร่างชัดเจนเหมือนลูกไก่

อายุฟักวันที่ 6

- จะงอยปากเริ่มมีรูปร่างเหมือนลูกไก่ทั่วไป

- เริ่มสังเกตเห็นความเคลื่อนไหวของตัวอ่อน

อายุฟักวันที่ 7

- ส่วนของร่างกายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เมื่อเทียบกับการเจริญของส่วนหัว

- สามารถมองเห็นอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายได้

อายุฟักวันที่ 8

- เริ่มปรากฏขน และตุ่มขน

อายุฟักวันที่ 10

- จะงอยปากเริ่มแข็งตัว

- เริ่มปรากฏเกล็ดแข็งบนส่วนของขา

## การฟักไข่

- นิ้วเท้าแต่ละนิ้วจะแยกออกจากกันอย่างเห็นได้ชัด
- อายุฟักวันที่ 11**
- เริ่มปรากฏผนังช่องท้อง สามารถมองเห็นลำไส้อยู่ในถุงหุ้มไข่แดงได้
- อายุฟักวันที่ 13**
- เริ่มมีขนอ่อนปกคลุมลำตัว กระจกมีการสะสมแคลเซียม
  - อวัยวะส่วนใหญ่เริ่มมีการเจริญเติบโตในช่วงสุดท้าย
- อายุฟักวันที่ 14**
- ตัวอ่อนเริ่มหมุนตัวไปอยู่ในแนวขนานกับความยาวของไข่โดยส่วนหัวจะหันไปทางด้านป้าน
- อายุฟักวันที่ 17**
- ลูกไก่จะเคลื่อนไหวให้อยู่ในท่าปกติโดยจะงอยปากจะซุกอยู่ที่ปีกขวาและชี้ไปทางด้านป้าน
- อายุฟักวันที่ 19**
- ไข่แดงเริ่มเข้าสู่ช่องว่างในลำตัวทางสายสะดือ ไข่แดงนี้ถูกใช้เป็นอาหารในช่วง 2 - 3 วันแรกหลังจากเกิด
- อายุฟักวันที่ 20**
- ไข่แดงถูกดูดเข้าสู่ช่องท้องเรียบร้อยแล้ว ลูกไก่จะขยายตัวเต็มเนื้อที่ภายในไข่ทั้งหมด ยกเว้น ช่องอากาศ สะดือเริ่มปิดจากนั้นลูกไก่จะใช้จะงอยปากเจาะเยื่อหุ้มเปลือกไข่ชั้นในและเข้าสู่ช่องอากาศ ทันทีที่จะงอยปากเจาะเข้าสู่ช่องอากาศ ลูกไก่จะเริ่มหายใจอย่างช้า ๆ ปอดเริ่มทำงานจากนั้นลูกไก่จะเริ่มเจาะเปลือกไข่เพื่อออกสู่ภายนอกทำให้ได้รับอากาศมากขึ้น ปอดเริ่มทำงานเต็มที่ ระยะนี้เป็นระยะที่อันตรายอีกระยะหนึ่งสำหรับลูกไก่
- อายุฟักวันที่ 21**
- ภายหลังการเจาะเปลือกไข่ครั้งแรกลูกไก่จะพักเป็นเวลาหลายชั่วโมง จากนั้นจึงเริ่มเจาะเปลือกออกเป็นแนววงกลมรอบตัวโดยทั่วไปแล้วถ้าลูกไก่อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง การเจาะเปลือกไข่จะอยู่ใกล้กับด้านป้าน ลูกไก่ใช้เวลาในการเจาะเปลือกไข่จนกระทั่งออกเป็นตัวลูกไก่อานถึง 10 - 20 ชั่วโมง



