บทที่ 2
กายวิภาคและระบบสืบพันธุ์ของสัตว์

บทนำ

ภายหลังการปฏิสนธิระหว่างการพัฒนาในระยะแรกของตัวอ่อนนั้น จะพบ Gonad 2 ข้าง ซึ่งยังไม่บ่งบอกเพศในสัตว์เลี้ยง โดยพื้นฐานแล้วตัวอ่อนจะพัฒนาไปเป็นเพศใดก็ตามขึ้นอยู่กับโครโมโซมเพศ ซึ่งถูกกำหนดโดยตัวอสุจิ ตัวอ่อนที่มีโครโมโซมเพศ XX จะพัฒนาไปเป็นเพศเมีย ส่วนตัวอ่อนที่มีโครโมโซม XY จะพัฒนาไปเป็นเพศผู้

กายวิภาคและระบบสืบพันธุ์เพศผู้

สัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ ในฟาร์มที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ที่คล้ายกัน ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ อัณฑะ ต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์และองคชาต ส่วนสัตว์ปีก มีวิวัฒนาการของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้น้อยกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ อัณฑะ ท่อพักอสุจิ และอวัยวะร่วมเพศ ไม่มีต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ และมีโครงสร้างของการทำงานไม่ซับซ้อน น้ำเชื้อมีส่วนประกอบ 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ตัวอสุจิซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ที่สร้างจากท่อสร้างอสุจิซึ่งอยู่ในอัณฑะ โดยมีการพัฒนาหลายขั้นตอนจากเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ และเซมินอลพลาสมา ซึ่งประกอบด้วยน้ำคัดหลั่งจากต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ ตลอดจนของเหลวจากท่อทางเดินสืบพันธุ์ส่วนอื่นๆ โดยเซมินอลพลาสมา มีหน้าที่เป็นแหล่งอาหารและพลังงานของตัวอสุจิและช่วยลำเลียงตัวอสุจิจากอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เข้าไปยังอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ในสัตว์ทุกชนิด ทั้งสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและสัตว์ปีกมีความซับซ้อนน้อยกว่าโครงสร้างและบทบาทหน้าที่ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียมาก ทั้งนี้อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้มีบทบาทหน้าที่ทั่วไปอยู่ 2 ประการ คือ

1. สร้างเซลล์อสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์ และสร้างสารที่ช่วยหล่อเลี้ยงตัวอสุจิและป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อมต่างๆ

2. ผสมพันธุ์เพื่อฉีดน้ำเชื้อที่มีตัวอสุจิเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย นอกจากนี้อวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ยังทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้ (testosterone) ซึ่งฮอร์โมนเพศผู้นี้จะทำให้สัตว์มี

พัฒนาการของลักษณะและพฤติกรรมเพศผู้ เช่น มีลักษณะของมัดกล้ามเนื้อเด่นชัด มีความต้องการทางเพศ เป็นต้น

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศผู้

สัตว์เลี้ยงชนิดต่างๆ ในฟาร์มที่เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น โค กระบือ สุกร แพะ แกะ จะมีโครงสร้างของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ที่คล้ายกัน โดยประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ อัณฑะ ต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ และองคชาต

1. อัณฑะ

อัณฑะ (testis) ซึ่งบางครั้งเรียกว่าต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) เป็นต่อมที่มีความสำคัญมากในสัตว์เพศผู้ ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ (sperm) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ และผลิตฮอร์โมนเพศผู้ (testosterone) โดยทั่วไปแล้วสัตว์เพศผู้จะมีอัณฑะอยู่ 2 ต่อม อัณฑะของสัตว์ส่วนใหญ่จะอยู่ในช่องท้อง ในขณะที่สัตว์ยังเป็นตัวอ่อนภายในครรภ์ และต่อมาเมื่อใกล้ถึงเวลาคลอดหรือภายในวันแรกหลังจากคลอด อัณฑะทั้งสองจะเคลื่อนตัวผ่านผนังช่องท้องทางช่องเปิดเล็กๆ ที่อยู่บริเวณขาหนีบ (inguinal canal) ออกมาอยู่ในถุงอัณฑะภายนอกร่างกาย ระหว่างขาหลังทั้ง 2 ข้าง มีสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพียงไม่กี่ชนิดที่อัณฑะยังอยู่ภายในร่างกาย เช่น ช่าง แมวน้ำ ปลาวาฬ ปลาโลมา ทั้งนี้ เนื่องจากสัตว์ส่วนใหญ่มีอุณหภูมิในร่างกายสูงเกินไปสำหรับการพัฒนาและการเจริญเติบโตของอสุจิ อัณฑะของสัตว์ทั่วไปมีลักษณะกลมค่อนข้างรีเป็นรูปไข่คล้ายเม็ดถั่ว แต่ขนาดและตำแหน่งที่อัณฑะติดอยู่กับร่างกายจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดสัตว์ ส่วนมากอัณฑะข้างซ้ายจะใหญ่กว่าอัณฑะข้างขวา อัณฑะของโคที่โตเต็มที่มีความยาวประมาณ 13 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร น้ำหนักข้างละประมาณ 350 กรัม มีแกนยาวตั้งฉากกับพื้นราบ มีเพียงส่วนบนของอัณฑะที่แนบชิดกับลำตัว สำหรับอัณฑะของสุกรที่โตเต็มที่จะมีขนาดและรูปร่างใกล้เคียงกับของโคคือ มีความยาวประมาณ 13 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร ข้างละประมาณ 360 กรัม แต่มีแกนยาวทำมุมแหลมกับพื้นราบและตำแหน่งที่ติดกับลำตัวค่อนมาทางด้านท้ายของลำตัวมากกว่าโค อัณฑะจึงอยู่ชิดลำตัวตามแนวยาวของเม็ดอัณฑะ ส่วนอัณฑะของแกะจะเล็กกว่าของโคและสุกร คืออัณฑะของแกะซึ่งโตเต็มที่มีขนาดยาวประมาณ 10 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 6 เซนติเมตร และหนักประมาณ 275 กรัม โดยมีลักษณะของตำแหน่งการเกาะตัวคล้ายกับอัณฑะของ

อัณฑะมีทางติดต่อกับช่องท้องโดยท่อน้ำกาม เส้นเลือด และเส้นประสาทซึ่งส่งผ่านช่องขาหนีบ (inguinal canal) ที่เป็นช่องตีบเล็กๆ ช่องตีบนี้จะรัดกันไม่ให้อัณฑะพลัดเข้าไปอยู่ในช่องท้อง และขณะเดียวกันก็ไม่ให้ลำไส้เล็กเลื่อนลงมาอยู่ในถุงอัณฑะ ในกรณีที่อัณฑะเข้าไปในช่องท้องและลำไส้ลงมาอยู่ในถุงอัณฑะจะทำให้โคตัวผู้เป็นหมันได้

โครงสร้างของถุงอัณฑะและลูกอัณฑะประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ จากด้านนอกเข้าไปภายในตามลำดับดังนี้

1.1 ถุงอัณฑะ เป็นผิวหนังชั้นบางๆ ไม่มีขนและไม่มีไขมันอยู่ใต้ชั้นผิวหนัง แต่มีต่อมเหงื่ออยู่เป็นจำนวนมาก ถุงอัณฑะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือ

1.1.1 หนังกำพร้า (epidermis) เป็นชั้นที่อยู่ภายนอกสุด

1.1.2 หนังแท้ (dermis) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากหนังกำพร้าเข้าไปข้างใน

1.1.3 ทูนิกาตาโทส (tunica datos) เป็นชั้นที่อยู่ถัดจากหนังแท้เข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อประสานและกล้ามเนื้อเรียบยื่นเข้าไปเป็นแผ่นแบ่งกั้นถุงอัณฑะออกเป็น 2 ถุง

ถุงอัณฑะมีความสำคัญต่อกระบวนการสร้างและการมีชีวิตของตัวอสุจิอย่างยิ่ง ทั้งนี้เพราะกระบวนการสร้างและการมีชีวิตของตัวอสุจิไม่สามารถเกิดขึ้นได้ในระดับอุณหภูมิของร่างกาย ถุงอัณฑะช่วยทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะ กระบวนการรักษาระดับอุณหภูมิของอัณฑะนี้อาศัยการทำงานร่วมกันของระบบ ต่างๆ 3 ระบบ คือ

1) การทำงานของกล้ามเนื้อครีมาสเตอร์ (cremaster muscle) ซึ่งจะหดรั้งเมื่ออากาศหนาว ดึงอัณฑะให้มาอยู่ใกล้ผนังท้อง และคลายตัวเมื่ออากาศร้อนเพื่อปล่อยอัณฑะให้หย่อนห่างออกจากลำตัว ซึ่งจะช่วยให้เย็นลง

2) การทำงานของทูนิกา ตาโทส ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเรียบที่อยู่ถัดจากชั้นหนังแท้ของถุงหุ้มอัณฑะเข้าไป การหดตัวของกล้ามเนื้อส่วนนี้ในยามที่อากาศหนาวจะทำให้ถุงอัณฑะหนาตัวขึ้น และมีพื้นที่ผิวน้อยลงจึงดึงอัณฑะเข้าไปชิดกับร่างกาย ควบคุมมิให้มีการสูญเสียความร้อนผ่านผิวหนังมากเกินไป อีกทั้งยังได้รับไออุ่นจากร่างกายมากขึ้นด้วย แต่เมื่ออากาศร้อนกล้ามเนื้อทูนิกา ตาโทส จะคลายตัวทำให้ถุงอัณฑะบางตัวลงและแผ่ขยายให้ถุงอัณฑะมีพื้นผิวมากขึ้น ทำให้ร่างกายถ่ายเทความร้อนได้ดี โดยมีต่อมเหงื่อช่วยขับเหงื่อออกในการระบายความร้อน และอัณฑะจะห้อยมาอยู่ในถุงอัณฑะห่างจากลำตัวสัตว์มากขึ้น เพื่อให้ได้รับความร้อนจากลำตัวได้น้อยลง

3) เครือข่ายการทำงานของเส้นเลือดต่างๆ เหนืออัณฑะ โดยมีเส้นเลือดดำที่ออกจากอัณฑะเป็นเส้นเลือดขนาดใหญ่ และมีเส้นเลือดแดงเล็กๆ ที่มาหล่อเลี้ยง กระจายเป็นร่างแหอยู่โดยรอบเส้นเลือดดำ ดังนั้น ก่อนที่เลือดในเส้นเลือดแดงจากร่างกายซึ่งมีอุณหภูมิสูงจะมาหล่อเลี้ยงอัณฑะ เมื่อผ่านบริเวณเส้นเลือดดำเส้นใหญ่นี้ ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำกว่า ก็จะถ่ายเทความร้อนให้กับเส้นเลือดดำ ทำให้เลือดที่จะไปหล่อเลี้ยงอัณฑะมีอุณหภูมิต่ำลงจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอัณฑะ และต่ำกว่าอุณหภูมิของร่างกาย ส่วนเลือดดำที่ไหลกลับเข้าสู่ร่างกายก็จะมีอุณหภูมิสูงขึ้นจนใกล้เคียงกับอุณหภูมิของร่างกาย

1.2 เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เป็นชั้นเนื้อเยื่อที่แทรกอยู่ระหว่างอัณฑะและหนังหุ้มอัณฑะและจะอยู่กันอย่างหลวมๆ ทำให้ถุงอัณฑะสามารถยืดหยุ่นหรือดึงตัวให้ตึงได้สะดวก

1.3 ทูนิกา วาจินาลิส (tunica vaginalis) เป็นเนื้อเยื่อหนาและไม่มีความยืดหยุ่น มีเส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดงมาหล่อเลี้ยงมากมายในชั้นนี้

1.4 ทูนิกา อัลบูจิเนีย (tunica albuginea) อยู่ถัดจากชั้นทูนิกา วาจินาลิส เข้าไปข้างใน อยู่ติดกับเนื้ออัณฑะห่อหุ้มให้อัณฑะคงรูปร่างอยู่ได้ ระหว่างชั้นของ ทูนิกา อัลบูจิเนีย และทูนิกา วาจินาลิส จะมีของเหลวใสหล่อลื่นอยู่

1.5 เนื้ออัณฑะ (testicular parenchyma) ชั้นนี้ประกอบด้วยท่อสร้างอสุจิ (seminiferous tubule) มากมายซึ่งเยื่อบุผิวภายในท่อสร้างอสุจินี้มีเซลล์สำคัญ 2 ชนิดเป็นส่วนประกอบอยู่ คือ เซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ (primary sex cell) ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิและเซอร์โทไล (sertoli cell) ซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้ตัวอสุจิเจริญเติบโตในระหว่างท่อสร้างอสุจิมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกอยู่ โดยแทรกยืนเข้ามาแบ่งเนื้ออัณฑะออกเป็นพูๆ (lobule) ภายในบรรจุท่อสร้างอสุจิที่มีลักษณะคดเคี้ยวไปมา ซึ่งท่อสร้างอสุจิทั้งหมดนี้มีน้ำหนักรวมกันถึงประมาณร้อยละ 90 ของน้ำหนักอัณฑะทั้งหมด นอกจากนี้ในเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่แทรกอยู่ระหว่างท่อสร้างอสุจิยังมีเลย์ดิกเซลล์ (leydig cell หรือ interstitial cell) ซึ่งทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้อยู่

ท่อสร้างอสุจิจากส่วนต่าง ๆ จะออกจากส่วนยอดของพูเนื้ออัณฑะออกไปแตกแขนงเป็นร่างแหบริเวณแกนของอัณฑะ (rete testis) จากท่อร่างแหของอัณฑะมีท่อเล็กๆ เรียกว่าท่อเอฟเฟอร์เรนท์ (efferent ductule) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 15 ท่อ ต่อไปเปิดเข้าสู่ท่อพักอสุจิ (epididymis) ซึ่งติดแนบอยู่กับพื้นผิวด้านบนของอัณฑะท่อพักอสุจิแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

(1) ท่อพักอสุจิส่วนหัว (caput epididymis) เป็นท่อที่ขยายใหญ่และคดเคี้ยวไปมาอย่างมากประกอบด้วยท่อเล็กๆ 6-20 ท่อ ต่อมาจากท่อร่างแหของอัณฑะ (rete testis) เชื่อมระหว่างท่อพักอสุจิ ส่วนหัว และท่อสร้างอสุจิ ท่อเล็กๆ ซึ่งประกอบกันเป็นท่อพักอสุจิส่วนหัวนี้ จะรวมกันเป็นโครงร่างอยู่ที่ปลายขั้วด้านหนึ่งของอัณฑะ

(2) ท่อพักอสุจิส่วนลำตัว (corpus epididymis) เป็นท่อเดี่ยวที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่างท่อพักอสุจิส่วนหัวและท่อพักอสุจิส่วนหาง มีลักษณะขดไปมาเล็กน้อย และพาดตัวตามแนวยาวทางด้านข้างของอัณฑะ

(3) ท่อพักอสุจิส่วนปลาย (caudal epididymis) อยู่ส่วนปลายตรงข้ามกับท่อพักอสุจิส่วนหัว เป็นบริเวณสั้นๆ ที่ม้วนตัวตรงด้านล่างของอัณฑะ และไปเปิดเข้าในท่อนำน้ำเชื้อ (vas deferens หรือ deferens) ซึ่งยาวเข้าไปในช่องท้อง ท่อพักอสุจิส่วนนี้สามารถเก็บอสุจิไว้ได้ประมาณครึ่งหนึ่งของจำนวนอสุจิทั้งหมด

ท่อพักอสุจิทำหน้าที่สำคัญ 4 ประการ คือ

(1) ลำเลียงตัวอสุจิจากอัณฑะเข้าสู่ท่อนำน้ำเชื้อ เวลาที่ใช้ในการลำเลียงตัวสุจิจะแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ เช่น ในพ่อโคใช้เวลา 9–11 วัน สุกรใช้เวลา 9-14 วัน แกะใช้เวลา 13-15 วัน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ความถี่ในการรีดเก็บน้ำเชื้อ การรีดเก็บน้ำเชื้อบ่อยจะทำให้เวลาที่ใช้ในการลำเลียงสั้นลง การนวดบริเวณอัณฑะหรือท่อพักอสุจิจะทำให้การลำเลียงอสุจิเร็วขึ้น

(2) ดูดซึมน้ำออกจากน้ำเชื้อที่อยู่ในท่อพักอสุจิทำให้น้ำเชื้อมีความเข้มข้นขึ้น

(3) เป็นที่พักตัวอสุจิเจริญเต็มวัย ทำให้ตัวอสุจิมีความสามารถในการเคลื่อนไหวและผสมติดสูงขึ้น

(4) เป็นแหล่งเก็บรวบรวมอสุจิที่ผลิตได้จากอัณฑะไว้ชั่วคราว การที่น้ำเชื้อถูกดูดซึมออกจนมีความสามารถเข้มข้นขึ้นนั้นทำให้ประหยัดพื้นที่ในการเก็บรักษา สามารถเก็บตัวอสุจิไว้ได้มากขึ้น

ท่อพักอสุจินี้เป็นแหล่งเก็บสำรองตัวอสุจิได้เป็นอย่างดี ในส่วนปลายของท่อพักอสุจิสามารถเก็บตัวอสุจิไว้ได้ถึงร้อยละ 70 ของจำนวนตัวอสุจิทั้งหมด ในขณะที่ท่อน้ำเชื้อเก็บตัวอสุจิไว้ได้ประมาณร้อยละ 2 เท่านั้น แต่ถึงแม้ว่าท่อพักอสุจิจะสามารถเก็บสำรองตัวอสุจิไว้ได้จำนวนมาก และมีสภาพภายในท่อพักอสุจิที่จะช่วยอำนวยให้ตัวอสุจิมีชีวิตอยู่ได้นานก็ตาม ปรากฏว่าเมื่องดการหลั่งน้ำเชื้อเป็นเวลานาน ตัวอสุจิบางส่วนก็จะอาจมีการเสื่อมไป โดยจะเริ่มมีความสามารถในการผสมติดน้อยลง ต่อมาจะมีความสามารถในการเคลื่อนที่ลดลง และจะแตกกระจายไปในที่สุด

ถัดจากท่อพักอสุจิส่วนปลายมีท่อนำน้ำเชื้อ หรือบางครั้งเรียกว่า ท่อน้ำกาม ทำหน้าที่นำอสุจิจากท่อพักอสุจิส่วนปลายไปสู่ท่อปัสสาวะ (urethra) ท่อนำน้ำเชื้อนี้มีลักษณะเป็นท่อพักอสุจิโยงผ่านทางสายรั้งลูกอัณฑะ (spermatic cord) ซึ่งอยู่เหนืออัณฑะ ผ่านช่องขาหนีบ (inguinal canal) เข้าสู่ช่องท้อง ไปต่อกับท่อปัสสาวะบริเวณส่วนต้นใกล้ๆ กับกระเพาะปัสสาวะ สายรั้งลูกอัณฑะนี้ประกอบด้วนเส้นเลือด เส้นประสาทและท่อนำน้ำเชื้อ ซึ่งมีกล้ามเนื้อครีมาสเตอร์หุ้มอยู่รวมกันเป็นเส้นเดียว

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่พบว่า ส่วนปลายของท่อนำน้ำเชื้อก่อนที่จะเปิดเข้าสู่ท่อปัสสาวะนั้นมักขยายใหญ่ออกเป็นกระเปาะ เรียกว่าแอมพูลลา (ampulla หรือ bulb) ซึ่งอาจพบเดี่ยวๆ หรือเป็นคู่ก็ได้กระเปาะนี้เป็นที่พักตัวอสุจิก่อนปล่อยออกในขณะที่สัตว์ผสมพันธุ์ และจะพบมีรูเปิดของท่อจากต่อมร่วมที่จะเป็นสำหรับการสืบพันธุ์มาเปิดเข้าที่นี่เพื่อนำเอาน้ำเลี้ยงเชื้อและน้ำหล่อลื่นซึ่งสร้างจากต่อมเหล่านั้นมาผสมกับตัวอสุจิเกิดเป็นน้ำเชื้อของตัวผู้ (semen) แต่สัตว์บางชนิด เช่น สุกรไม่มีแอมพูลลา การเคลื่อนที่ผ่านท่อพักอสุจิของตัวอสุจิเกิดจากการเคลื่อนไหวแบบลูกคลื่น (peristaltic action) ของกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังท่อ ในระหว่างการหลั่งน้ำเชื้อ (ejaculation) การ

เคลื่อนไหวแบบลูกคลื่นของท่อนำน้ำเชื้อจะเคลื่อนย้ายตัวอสุจิออกจากท่อพักอสุจิส่วนปลายผ่านทางท่อนำน้ำเชื้อและเข้าสู่ท่อปัสสาวะ ซึ่งสามารถเขียนแผนภูมิการเคลื่อนย้ายของตัวอสุจิได้

2. ต่อมร่วม (accessory glands)

ต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ (accessory glands) เป็นต่อมที่ทำหน้าที่สร้างของเหลวซึ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของอสุจิและช่วยในการผสมพันธุ์ ตัวอสุจิที่สร้างขึ้นจะรวมกับของเหลวที่สร้างจากต่อมเหล่านี้กลายเป็นน้ำเชื้อ (semen) ทำให้มีปริมาตรมากขึ้น ของเหลวเหล่านี้เป็นแหล่งให้อาหารและเกลือแร่แก่ตัวอสุจิ และช่วยให้ตัวอสุจิเคลื่อนไหวได้ดีขึ้น ตัวอสุจิที่ไม่เคลื่อนไหว (non-motile sperm) จำนวนมากที่ถูกกระตุ้นให้ว่องไวขึ้นได้เมื่อสัมผัสกับของเหลวนี้ ของเหลวเหล่านี้ ประกอบด้วยโซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์ ไนโตรเจน กรดซิตริก ฟรุกโตส และวิตามินต่างๆ หลายชนิด ซึ่งตัวอสุจิสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการเมตาโบลิค (metabolic process) ได้ นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ต่างๆ เป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย และยังมีของเหลวบางอย่างที่ทำหน้าที่ช่วยหล่อลื่นในการผสมพันธุ์

ต่อมร่วมนี้อยู่ในส่วนฐานขององคชาต โดยอยู่ในช่องท้องบริเวณภายในช่องเชิงกราน ประกอบด้วยต่อมต่างๆ 3 ชนิด คือ

2.1 ต่อมเซมินอลเวสซิเคิล (seminal vesicle) หรือเรียกว่าต่อเวสซิคิวลาร์ (vesicular gland) เป็นต่อมคู่ มีลักษณะเป็นพู ขนาบอยู่ที่ด้านข้างของท่อนำน้ำเชื้ออยู่ เป็นต่อมที่มีลักษณะเหมือนท่อที่มีผนังหนา ช่องว่างภายในต่อมจะเล็ก ในสัตว์ที่โตเต็มที่จะมีความยาวโดยเฉลี่ยประมาณ 10 นิ้ว มีรูปร่างแบ่งเป็นพู (lobe) เห็นได้ชัดเจน ต่อมที่ทำหน้าที่สร้างของเหลวซึ่งให้อาหารแก่ตัวอสุจิและช่วยป้องกันอสุจิ ตลอดจนช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวอสุจิของเหลวที่สร้างจากต่อมนี้มีปริมาณมากถึงประมาณร้อยละ 90 ของปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมา

2.2 ต่อมลูกหมาก (prostate gland) เป็นต่อมเดี่ยว มีสีเหลือง อยู่บริเวณที่ท่อนำน้ำเชื้อมาพบกับท่อปัสสาวะ และแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งอยู่รอบท่อปัสสาวะ อีกส่วนหนึ่งอยู่ใต้ชั้นกล้ามเนื้อของท่อปัสสาวะ ต่อมลูกหมากทำหน้าที่ผลิตสารละลายที่ช่วยป้องกันตัวอสุจิจากสภาพความเป็นกรดด่าง ป้องกันอสุจิตัวกันเป็นกลุ่มก้อนเวลาผสมพันธุ์ ในสารละลายนี้มีสารจำพวกแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อตัวอสุจิด้วย

2.3 ต่อมคาวเพอร์ส (cowper's gland) หรือต่อมบัลโบยูรีธรัล (bulbourethral gland) เป็นต่อมคู่ อยู่ทางด้านบนของท่อปัสสาวะ ใกล้กับปลายกระดูกเชิงกราน ทำหน้าที่ผลิตน้ำคัดหลั่งออกมาก่อนที่จะมีการหลั่งน้ำเชื้อ เพื่อทำความสะอาดท่อและหล่อลื่น ตลอดจนช่วยทำให้น้ำเชื้อมีความเข้มข้นขึ้น ในสุกรต่อมนี้มีขนาดใหญ่มาก ทำหน้าที่สำคัญในการผลิตเม็ดสาคู ซึ่งช่วยป้องกันการไหลกลับของน้ำเชื้อ เมื่อพ่อสุกรหลั่งน้ำเชื้อจำนวนมากในคอมดลูกของแม่สุกร

สารละลายที่ต่อมเหล่านี้สร้างขึ้นมีความจำเป็นในการดำรงชีวิตของตัวอสุจิและช่วยในการผสมพันธุ์ การทำงานของต่อมเหล่านี้เกิดมากขึ้นเมื่อมีความกำหนัด ดังนั้น จะเห็นว่าขณะตัวผู้ดมหรือดุนบั้นท้ายของตัวเมีย และลำองคชาตกำลังจะแข็งตัว จะมีน้ำเมือกใสๆ ออกมาเพื่อหล่อลื่นเตรียมท่อในลำองคชาตให้พร้อมและเต็มไปด้วยน้ำเลี้ยงเชื้อ เป็นการเตรียมเส้นทางการเดินทางของตัวอสุจิ ช่วยรักษาตัวอสุจิไม่ให้ตายเพราะความเป็นกรดด่างที่ไม่เหมาะสมหรือเพราะความสกปรกที่อยู่ตามอวัยวะเพศของทั้งเพศผู้และเพศเมีย

อย่างไรก็ตาม สัตว์บางชนิดมีต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์เหล่านี้ไม่ครบทั้ง 3 ชนิด เช่น สุนัข ไม่มีต่อมเซมินอลเวสซิเคิลและต่อมคาวเพอร์ส แมวไม่มีต่อมเซมินอลเวสซิเคิล

3. องคชาต (penis)

องคชาต เป็นอวัยวะซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำเชื้อเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์ของเพศเมีย องคชาตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยทั่วไปมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่มีความยืดหยุ่นได้ (erectile tissue) หุ้มอยู่รอบท่อปัสสาวะส่วนที่พ้นออกมากจากช่องท้องของสัตว์ เนื้อเยื่อนี้มีอัตราการขยายตัวสูง เมื่อสัตว์ได้รับการกระตุ้นทางเพศ เส้นเลือดแดงที่มาหล่อเลี้ยงเนื้อเยื่อเหล่านี้จะเกิดการขยายตัวเนื่องจากมีเลือดจำนวนมากไหลเข้ามาคั่งอยู่ทำให้องคชาตแข็งตัวขึ้น ในเวลาปกติองคชาตของพ่อโค พ่อแกะ และพ่อสุกร จะหดเก็บไว้ในปลอกใต้หนังพื้นท้อง โดยมีองคชาตบางส่วนถูกดึงรั้งเก็บไว้ภายในเป็นรูปตัวเอส : S (sigmoid flexure) เมื่อองคชาตเกิดการแข็งตัว ส่วนโค้งขององคชาตจะเหยียดตรงยืดออก เนื่องจากกล้ามเนื้อที่ดึงรั้งส่วนโค้งนี้อยู่ (retractor penis muscle) เกิดการหย่อนตัว ส่วนในพ่อม้านั้นเมื่อองคชาตแข็งตัวจะขยายใหญ่กว่าในเวลาปกติมาก ทั้งนี้ในเวลาปกติองคชาตของโคยาวประมาณ 36-40 นิ้ว ในสุกรและม้ายาวประมาณ 20 นิ้ว

สำหรับท่อปัสสาวะนั้นเป็นท่อที่ต่อจากกระเพาะปัสสาวะมาบรรจบกับท่อนำน้ำเชื้อแล้วรวมเป็นท่อเดียวกันทอดยาวตลอดลำองคชาต ในสัตว์บางชนิด เช่น แกะ ปลายท่อปัสสาวะจะยาวยื่นออกมานอกองคชาต ท่อปัสสาวะนี้ทำหน้าที่เป็นทั้งทางผ่านของปัสสาวะและน้ำเชื้อออกสู่ภายนอกร่างกาย ที่บริเวณส่วนปลายขององคชาต มีลักษณะเป็นรูปกรวย ค่อนข้างแหลมเรียว เรียกว่า แกรนเพนนิส (glans penis) เป็นส่วนที่มีปลายเส้นประสาทสำหรับรับความรู้สึกในขณะผสมพันธุ์และมีหนังหุ้มองคชาต (prepuce) ล้อมรอบอยู่หนังหุ้มองคชาตนี้เป็นชั้นของผิวหนังที่ไม่มีขนปกคลุกและแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ยื่นพ้นองคชาต (prepenile prepuce) และส่วนที่ติดกับองคชาต (penile prepuce) หนังหุ้มองคชาตของสุกรมีกระพุ้งตันเจริญอยู่ทำให้เป็นที่สะสมของปัสสาวะและเศษเยื่อบุผิวเกิดการหมักหมมและอาจเป็นแหล่งแพร่เชื้อโรคได้ เมื่อสัตว์มีความตื่นตัวทางเพศ องคชาตจะเกิดการแข็งตัวและยืดยาวออกมา หนังหุ้มองคชาตจะร่นขึ้นไป ทำให้เห็นองคชาตส่วนอิสระโผล่ออกมาจากหนังหุ้มองคชาตได้อย่างชัดเจน

ตารางที่ 2.1 ขนาดและสัดส่วนของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์บางชนิด

หน่วย : เซนติเมตร

ส่วนของอวัยวะ	โค	แกะ	สุกร
อัณฑะ	13x7x7	10x6x5	13x6x6
ความยาวของท่อพักอสุจิ	17	14	17
ความยาวของท่อนำน้ำเชื้อ	100	75	70
ต่อมแอมพูลลา	12x1	7x0.5	-
ต่อมเซมินอลเวสซิเคิล	12x3	6x2	14x6
ต่อมลูกหมาก			
ส่วนนอก	3x1	ไม่มี	2x1
ส่วนใน	1x11	-	-
ต่อมคาวเพอร์ส	3	1	12x3

ที่มา : Sorensen (1979)

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศผู้

ระบบสืบพันธุ์ในสัตว์ปีกเพศผู้ ประกอบด้วยอัณฑะ (testis) 1 คู่ epididymis 1 คู่ vas deferens 1 คู่ อัณฑะตั้งอยู่ใกล้ส่วนบนของไต น้ำหนักของอัณฑะเมื่อถึงอายุที่สามารถผสมพันธุ์ได้จะหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว หรือหนักประมาณ 9-10 กรัม ทั้งนี้น้ำหนักของอัณฑะจะมากหรือน้อยขึ้นกับพันธุ์ อาหาร และปัจจัยอื่นๆ

ระบบประสาทที่ไปหล่อเลี้ยง ductus deferens และ penis คือ pelvic nerves ซึ่งบางส่วนของระบบประสาทนี้ ช่วยในการแข็งตัวของ penis นอกจากนี้ยังมี sympathetic fibers (hypo gastric) ซึ่งทำหน้าที่ในการกระตุ้นให้เกิดการหลั่งของอสุจิ (บัญญัติ, 2546)

1. ส่วนประกอบของเซลล์อสุจิ

เซลล์อสุจิแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนหัว (head) และส่วนหาง (tail) โดยมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด ซึ่งส่วนหัว มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ นิวเคลียส (nucleus) และอะโครโซม (acrosome) โดยภายในนิวเคลียสจะบรรจุสารพันธุกรรม (DNA) และโปรตีนพวกฮีสโตน (histone) หรือโปรตามีน (protamine) อะโครโซมจะเป็นส่วนที่ครอบหัวอสุจิประมาณ 2 ใน 3 ส่วน โดยอะโครโซมมีลักษณะเป็นถุงบางมีผนัง 2 ชั้น อะโครโซมเปลี่ยนแปลงมาจาก golgi apparatus นอกจากนี้ภายในอะโครโซมจะบรรจุ enzyme หลายชนิด เช่น proacrosin, hyaluronidase esterase และ hydrolase ซึ่งเกี่ยวข้องกับการปฏิสนธิ โดย hyaluronidase จะเข้าไปสลายกลุ่ม cumulus cell, acrosin และ zona pellucida ของเซลล์ไข่ส่วนหาง จะ

ประกอบด้วย บริเวณคอ (neck) ซึ่งเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อระหว่างหัวและหาง แบ่งได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนกลาง (middle piece), ส่วน principal piece และส่วนปลายหาง (end piece) ส่วนกลาง ตั้งแต่คอลงไป จะมีเส้นใยชนิดหยาบ 9 เส้น ยาวจนเกือบสุดปลายหาง บริเวณส่วนกลาง จะมี mitochondria ม้วนเป็นกระเปาะต่อกันหุ้มอยู่ภายนอก และไปสิ้นสุดที่ annulus ทำหน้าที่เป็น แหล่งพลังงานในการเคลื่อนที่ ส่วนใจกลางของหางส่วนนี้จะมี axoneme ซึ่งประกอบด้วย microtubule 9 คู่ ห้อมล้อม filament 2 เส้น ที่อยู่ใจกลาง ถัดออกมาจึงจะเป็นเส้นใยชนิดหยาบ 9 เส้น บริเวณส่วนกลางนี้จะต่อกับส่วน principal ที่บริเวณ annulus (เทวินทร์, 2542)

2. องค์ประกอบทางเคมีของอสุจิ

องค์ประกอบพื้นฐานของตัวอสุจิ คือ กรดนิวคลีอิค โปรตีน และลิปิด ประมาณ 1 ใน 3 ของน้ำหนักแห้งของอสุจิ เป็นน้ำหนักของนิวเคลียส ซึ่งนิวเคลียสโครมาติน DNA และโปรตีนอย่างละครึ่ง และนอกจากนี้ยังพบว่ามีเอนไซม์ โปรตีน และลิปิดที่บริเวณหางด้วย (เทวินทร์, 2542) น้ำเชื้อของสัตว์ปีกมีความแตกต่างไปจากน้ำเชื้อของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำเชื้อสัตว์ปีกไม่มี seminal vesicles และ prostate glands แต่มี rudimentary epididymis, seminal plasma ในสัตว์ปีกนั้นเกือบไม่มี fructose, citrate ergothioneine, inositol, phospharyl chloriae และ greceryl phosphoryl chloride ยิ่งไปกว่านี้ปริมาณคลอไรด์ของน้ำเชื้อสัตว์ปีกจะต่ำแต่มีโปแตสเซียมและกลูตาเมทสูง ซึ่งแหล่งของ กลูตาเมต ส่วนใหญ่มาจาก seminiferous tubules น้ำเชื้อของไก่โดยปกติมีสีขาว ทึบ แต่หากปริมาณความเข้มข้นของอสุจิต่ำ อาจมีสีใสเหลว คล้ายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) 7.0-7.6 อย่างไรก็ตามระดับของ pH ขึ้นกับ ปริมาณของเหลวในน้ำเชื้อ (บัญญัติ, 2546)

3. อสุจิของสัตว์ปีก

อสุจิของสัตว์ปีก มีลักษณะคล้ายไส้เดือน ทำหน้าที่นำ DNA มีความยาว ประมาณ 180 ไมโครเมตร ลักษณะรูปร่างของอะโครโซมคล้ายกับกระสุนปืน มีนิวเคลียส ทรงกระบอก โค้งเล็กน้อย มีส่วนของ mitochondria ประมาณ 30 อัน และมี cytoplasm น้อยมาก (เทวินทร์, 2553) รูปร่างของอสุจิสัตว์ปีก ดังแสดงในภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 รูปร่างของอสุจิสัตว์ปีก
ที่มา : Froman (1995)

ในสภาพไร้อากาศ (anaerobe) mitochondria จะเป็นแหล่งพลังงานให้กับเซลล์อสุจิ ซึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างสมบูรณ์ของเซลล์ซึ่งมีความสำคัญต่อการมีชีวิตรอดของอสุจิ การเดินทางของอสุจิในช่องคลอด และความสามารถในการปฏิสนธิ เซลล์อสุจิจะทำการเจาะเยื่อหุ้มของเซลล์ไข่เพศเมียด้วยเอ็นไซม์ hyaluronidase ตรงบริเวณ acrosome ซึ่งภายหลังเจาะผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไข่เพศเมียแล้ว อสุจิจะเชื่อมกับ oocyte และ nucleus ของอสุจิและก่อตัวเป็น pronucleus ของตัวผู้ ถึงแม้ว่า organelle ต่างๆ ของอสุจิจะคล้ายคลึงกัน ทั้งในเรื่องรูปร่างและหน้าที่ แต่ในสัตว์ปีกแต่ละชนิด คุณสมบัติของอสุจิในด้านต่างๆ จะมีความแตกต่างกัน (เทวินทร์, 2553)

4. กระบวนการผลิตอสุจิ

การผลิตอสุจิเกิดขึ้นในท่อ seminiferous ภายใต้กระบวนการสร้างอสุจิที่เรียกว่า spermatogenesis ซึ่งควบคุมโดยเนื้อเยื่อภายนอกท่อ seminiferous หน้าที่และกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 และนอกจากนี้ยังมีฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ต่างๆ ในกระบวนการผลิตอสุจิ แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.2 หน้าที่และกลุ่มเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ต่างๆ ในกระบวนการผลิตอสุจิ

เซลล์	แหล่งเซลล์	หน้าที่
Encephalic photoreceptors	Medial, basal, Hypothalamus and rentral forebrain	รับรู้สภาวะแวดล้อม แล้วส่งผ่านข้อมูล ทำให้เกิดการกระตุ้นการผลิต GnRH
GnRH ergic neurons	Anterior pituitary gland	การผลิต FSH และ LH ภายใต้อิทธิพล GnRH
Leydig cells	Testicular interstitial	ผลิต androgen ภายใต้อิทธิพลของ LH
Sertoli cells	Seminiferous epithelium	1. ก่อแนวกันกระทบระหว่างอัณฑะกับระบบการไหลเวียนของเลือด 2. รักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมภายในท่อ seminiferous 3. เป็นที่ยึดเกาะของอสุจิ 4. รักษาตำแหน่งที่เหมาะสมของลำดับเซลล์อสุจิระยะต่างๆ
Germ cells	Seminiferous epithelium	ผลิตเซลล์อสุจิ

ที่มา: Froman (1995)

ตารางที่ 2.3 ฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

ฮอร์โมน	องค์ประกอบทางเคมี	แหล่งของฮอร์โมน	แหล่งเซลล์	หน้าที่
Gonadotropin-Releasing hormone (GnRH)	Neuropeptide	Hypothalamus	Anterior pituitary	หลั่ง FSH และ LH
Luteinizing hormone (LH)	Glycoprotein	Cell in the anterior pituitary (gonadothophs)	Cell of Leydig in the testis (Interstitial cell)	ผลิตและกระตุ้นการหลั่ฮอร์โมน testosterone
Follicle-stimulating Hormone (FSH)	Glycoprotein	Cell in the anterior pituitary (gonadothops)	Sertoli cell in the Testis	ทำหน้าที่เกี่ยวกับ sertoli cell
Prolactin (PRL)	Protein	Anterior pituitary	Testis	การแสดงออกทางพฤติกรรม
Oxytocin	Neuropeptide	Nerve cells in the Hypothalamus, stored in posterior pituitary, Secreted by cell in Corpus luteum	Smooth muscle in tail of epididymis, sperm ducts	ก่อให้เกิดการสังเคราะห์ PGF และการเคลื่อนที่ของอสุจิ
Estradiol	Steroid	Sertoli cell of the Testis	Brain cells	พฤติกรรมการสืบพันธุ์
Testosterone	Steroid	Leydig cell of the Testis	cell in the testis	การผลิตอสุจิ
Inhibin	Glycoprotein	Sertoli cell of the Testis	Gonadothophs of the Anterior Pituitary	ยับยั้งการหลั่ง FSH
Prostaglandin $F2_{\alpha}$ (PGF2 α)	Fatty acid	Epididymis	ทำให้เกิดกิจกรรมในเซลล์ขออสุจิ	

ที่มา: Gordon (2005)

5. องค์ประกอบของเซลล์อสุจิ

อสุจิประกอบด้วยส่วนหัวและส่วนหาง บริเวณส่วนหัวจะมีนิวเคลียสและ chromatin ซึ่งจะนำพันธุกรรมของเพศผู้ไปรวมกับพันธุกรรมของสัตว์เพศเมียเมื่อเกิดการปฏิสนธิ บริเวณส่วนหัวตั้งแต่ตรงกลางไปจนถึงด้านบนจะถูกครอบด้วยส่วนที่เรียกว่า อะโครโซม (acrosome) มีลักษณะเป็นถุงบรรจุเอ็นไซม์หลายชนิด ช่วยในกระบวนการเจาะเปลือกไข่ และผ่านผนังไข่ในกระบวนการปฏิสนธิ ส่วนหางของอสุจิเกี่ยวกับการเคลื่อนไหว ซึ่งมีองค์ประกอบที่ซับซ้อน ผนังเซลล์ของอสุจิถูกปกคลุมด้วยโปรตีน และ glycoprotein หลายชนิด ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับคุณภาพ และการมีชีวิตรอดของเซลล์อสุจิ (เทวินทร์, 2553)

6. วงจรการผลิตอสุจิของท่อ seminiferous

ในพื้นที่หนึ่งๆภายใต้พื้นผิวของท่อ seminiferous เซลล์สืบพันธุ์ในระยะต่างๆ จะจัดตัวจากระยะต้น สู่ระยะที่สมบูรณ์มากกว่า เรียงลำดับจากชั้นที่ใกล้ชิดกับพื้นผิวไปสู่จุดศูนย์กลางของท่อ การพัฒนาจาก stem cell spermatogonia จนเป็น spermatozoa จะมี 4.75 วงรอบ ใช้เวลา 12.8 วัน โดยจะมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้

1) ผลิต spermatid ซึ่งได้จาก spermatogonium

2) การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง spermatid จากทรงกลมไปสู่รูปร่างคล้ายไส้เดือน

3) การขับ spermatid ออกจาก epithelium เรียก spermiation

ลำดับที่สมบูรณ์ของระบบต่างๆ ภายในท่อ seminiferous ก่อให้เกิดรูปร่างคลื่นของขบวนการผลิตอสุจิ ซึ่งเกิดขึ้นโดยการจัดวางตัวคล้ายบันไดเวียน ไปตามความยาวของท่อ seminiferous

ในกระบวนการผลิตเซลล์อสุจิจะมีการขับเซลล์อสุจิเข้าสู่ lumen ของท่อ seminiferous เนื่องจาก spermiation เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ ในแต่ละเวลา อสุจิจึงถูกขับเข้าสู่ lumen ของ seminiferous อย่างต่อเนื่อง ทำให้การผลิตอสุจิ/วัน (daily sperm production, DSP) จึงสามารถคาดการณ์ได้ หากทราบน้ำหนักของอัณฑะ (Froman, 1995)

7. ท่อส่งอสุจิ

ภายหลังจากที่อสุจิถูกขับออกมา อสุจิจะถูกแวดล้อมด้วยของเหลวที่เรียกว่า seminiferous tubule fluid ซึ่งของเหลวดังกล่าวผลิตโดย sertoli cells ในระยะนี้อสุจิจะไม่เคลื่อนไหว ดังนั้นจึงเดินทางโดยการอาศัยการไหลของของเหลว ซึ่งเกิดจาก myoepithelial cell ท่อ seminiferous เข้าสู่ rate testis จากนั้นจะผ่านเข้าสู่ excurrent duct, efferent ducts, connecting ducts และ epididymal duct ท่อเหล่านี้จะก่อตัวเป็น epididymis ซึ่งเริ่มจากผิวของอัณฑะออกมา อย่างไรก็ตาม efferent ducts จะเป็นท่อพื้นฐานภายใน epididymis ของไก่, นก กระทา และไก่ต๊อก

บทบาทหน้าที่ของ efferent ducts คือการดูดซึมของเหลว ทำให้ความเข้มข้นของอสุจิสูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีส่วนทำให้อสุจิสมบูรณ์ โดยพบว่าอสุจิที่ผ่าน excurrent duct จะมีศักยภาพในการเคลื่อนที่ได้สูงขึ้นเป็นลำดับ ซึ่งเกิดจากองค์ประกอบของโปรตีน อิออน ตลอดจนพื้นผิวของเซลล์อสุจิเองที่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการผ่านไปในระบบท่อ แต่ยังไม่ทราบรายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับ motility แต่ก็พบ apocrine ที่ขับหลั่งออกมาและเซลล์ผิวที่มีขนโบกพัดในบริเวณนี้ อสุจิจะมีความเข้มข้นและมีของเหลวที่ขับออกมาและมีเซลล์พื้นผิวปะปนอยู่

องค์ประกอบของ seminal plasma ของน้ำเชื้อมีความแตกต่างจากน้ำเลือด ในแง่ของ electrolyte, กลูโคส, กรดอะมิโนอิสระ และความเข้มข้นของโปรตีน ตลอดจนองค์ประกอบของโปรตีน การรักษาสภาวะนี้ อาศัยการเกาะตัวอย่างหลวมๆ ของเซลล์พื้นผิวของ excurrent duct ยกเว้น Ca^{2+} และยังไม่ทราบว่าองค์ประกอบของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ในน้ำกามมีผลอย่างไรต่ออสุจิระหว่างการผ่านระบบท่อนี้ จนกระทั่งภายหลังการหลั่งออกไปแล้ว

ท่อ deferent เป็นท่อที่ทำหน้าที่ในการกักเก็บอสุจิและตัวอสุจิ พบว่า ท่อนี้ในนกกระทาและไก่ กักเก็บอสุจิไว้ 92.95% ของ extragonadal sperm ท่อ deferent และ epididymis มาจากแหล่งเดียวกัน โดย epididymis มาก่อน deferent และมีขนาดแคบกว่า การกักเก็บอสุจิในท่ออาศัยการบีบตัวของกล้ามเนื้อแบบ peristalsis แม้ว่าสภาพอสุจิภายในท่อจะอยู่ในของเหลวที่เหนียวข้นและท่อที่คดเคี้ยว แต่อสุจิก็ผ่านไปได้ในเวลาอันรวดเร็ว โดยในนกกระทาจะใช้เวลา 1 วัน ในไก่จะใช้เวลา 2-3 วัน (เทวินทร์, 2553)

น้ำเชื้อและตัวอสุจิ

ส่วนประกอบของน้ำเชื้อและโครงสร้างของตัวอสุจิ

น้ำเชื้อ (semen) หมายถึง ของเหลวที่หลั่งออกมาจากองชาตของสัตว์เพศผู้ในขณะที่ทำการผสมพันธุ์หรือในขณะที่ทำการรีดเก็บน้ำเชื้อโดยวิธีใดๆ ก็ตาม ของเหลวนี้มีส่วนประกอบซึ่งจำแนกออกได้เป็น 2 ส่วน ใหญ่ๆ คือ ตัวอสุจิ (spermatozoa) และเซมินอลพลาสมา (seminal plasma)

1. ตัวอสุจิ เป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ที่สร้างจากท่อสร้างอสุจิซึ่งอยู่ในอัณฑะ ตัวอสุจิมีขนาดเล็กมาก โดยมีขนาดเพียง 1/20,000 ของขนาดไข่ ทั้งๆ ที่มีบทบาทและความสำคัญในการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมเท่าเทียมกัน ความแตกต่างอีกประการหนึ่งระหว่างอสุจิกับไข่ คือ จำนวนตัวอสุจิที่ถูกสร้างขึ้นนั้นจะมีจำนวนมากมาย แต่ไข่ในสัตว์เพศเมียจะมีจำนวนไม่มาก ตัวอสุจิที่ออกมากับน้ำเชื้อมีลักษณะที่แบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนคือ (neck) ส่วนกลาง (midpiece) และส่วนหาง (tail หรือ flagellum)

1.1 ส่วนหัว ส่วนหัวของอสุจิมีลักษณะรูปร่างโดยทั่วไปเป็นรูปไข่และมีนิวเคลียสแบน ซึ่งมีความหนาประมาณ 0.2 – 0.3 ไมโครเมตร ในอสุจิของพ่อโค นิวเคลียสนี้ประกอบด้วยดีเอ็นเอ (DNA) เกือบทั้งหมด ในนิวเคลียสมีจำนวนโครโมโซม (chromosome) เป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย ทางด้านหน้าของส่วนหัวมีอะโครโซม (acrosome) ซึ่งมีลักษณะเป็นถุงหุ้มติดอยู่กับนิวเคลียส ถุงนี้ประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ภายในถุงมีเอนไซม์หลายชนิด ซึ่งจะถูกปล่อยออกมาช่วยทำหน้าที่ละลายในกระบวนการปฏิสนธิ เพื่อช่วยให้ตัวอสุจิแทรกผ่านเข้าไปในไข่ได้

1.2 ส่วนคอ เป็นแผ่นซึ่งทำหน้าที่เป็นข้อต่อเชื่อระหว่างส่วนท้ายของนิวเคลียสกับส่วนกลาง หากส่วนคอนี้เล็กมากจะแตกหักได้ง่าย ซึ่งเป็นสาเหตุของความผิดปกติอย่างหนึ่งของตัวอสุจิ

ตารางที่ 2.4 สัดส่วนต่างๆ ของตัวอสุจิของสัตว์บางชนิด

หน่วย: ไมโครเมตร

	โค	**แกะ**	**สุกร**	**ม้า**	**คน**
ส่วนหัว					
ความยาว	9	8	8	7	5
ความกว้าง	4	4	4	4	4
ความหนา	1	1	1	2	3
ชิ้นกลาง	13	14	11	10	5
ส่วนหาง	44	43	38	42	45
ความยาวทั้งหมด	65	65	57	58	55

ที่มา : Sorensen (1979)

1.3 ส่วนกลาง เป็นส่วนที่อยู่ต่อมาจากส่วนคอไปจนถึงแอนนูลัส (annulus) ซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของชิ้นกลางนี้ ชิ้นกลางนี้จะปกคลุมด้วยไมโตคอนเดรีย ซึ่งขดเป็นเกลียว (mitochondrial helix) ที่เป็นส่วนสำคัญในการให้พลังงานแก่อสุจิใช้ในการเคลื่อนไหว

1.4 ส่วนหาง ส่วนหางประกอบด้วยส่วนย่อย 2 ส่วน คือ ส่วนสำคัญ (principal piece) และส่วนปลาย (terminal piece) สำหรับส่วนสำคัญนั้นเป็นส่วนที่อยู่ต่อมาจากชิ้นกลาง มีลักษณะภายในเหมือนชิ้นกลาง แต่มีแผ่นใยหนา (fibrous sheath) ปกคลุมภายนอกตามความยาว แทนเกลียวไมโตคอนเดรียตลอดแนวของส่วนสำคัญนี้ แผ่นใยหนานี้ปกคลุมทั้งด้านบน (dorsal) และด้านล่าง (ventral) ทำให้เห็นเป็นสันนูนอยู่ด้านข้าง 2 ข้าง ตลอดความยาว ตรงรอยเชื่อมของแผ่นใยหนาด้านบนและด้านล่าง ซึ่งช่วยให้ส่วนหางเคลื่อนไหวกวัดแกว่งได้สะดวก เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ แต่แผ่นใยหนานี้จะค่อยๆ ลดความหนาลงจนหายไปเมื่อถึงส่วนปลาย ทั้งนี้ส่วนปลายจะมีเพียงเยื่อบางๆ (membrane) ปกคลุมอยู่เท่านั้น

2. เซมินอลพลาสมา เป็นของเหลวทั้งหมดที่เหลืออยู่เมื่อแยกตัวอสุจิออกไปจากน้ำเชื้อแล้ว เซมินอลพลาสมานี้ประกอบด้วยน้ำคัดหลั่งจากต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ตลอดจนของเหลวจากท่อทางเดินระบบสืบพันธุ์ส่วนอื่นๆ เช่น ท่อสร้างอสุจิ ท่อพักอสุจิ เป็นต้น

2.1 น้ำคัดหลั่งจากต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ ได้แก่ น้ำคัดหลั่งจากต่อเซมินอลเวสซิเคิล ต่อมลูกหมาก และต่อคาวเพอร์ส การหลั่งน้ำคัดหลั่งจากต่อมต่างๆ เหล่านี้ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนแอนโดรเจน ดังนั้นการตอนสัตว์เพศผู้ซึ่งทำให้แอนโดรเจนลดลง จึงทำให้ต่อมเหล่านี้ทำหน้าที่ลดลงด้วย นอกจากนี้การให้ฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งมีผลการทำงานตรงกันข้ามกับแอนโดรเจนแก่สัตว์เพศผู้ ก็ทำให้การทำงานของต่อมเหล่านี้ลดลงได้เช่นกัน

2.1.1 น้ำคัดหลั่งจากต่อมลูกหมาก โดยปกติแล้วต่อลูกหมากของสัตว์กระเพาะรวมจะผลิตน้ำคัดหลั่งออกมาในปริมาณน้อยมาก คือ มีปริมาณเพียงร้อยละ 4-6 ของปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาทั้งหมด แต่จะมีปริมาณค่อนข้างมากในน้ำเชื้อของสุกร คือ มีปริมาณร้อยละ 35 – 60 ของปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาทั้งหมด

2.1.2 น้ำคัดหลั่งจากต่อมเซศมินอลเวสซิเคิล น้ำคัดหลั่งจากต่อมเซมินอลเวสซิเคิล เป็นของเหลวมีลักษณะเป็นวุ้น (gelatinous) สีขาวหรือสีเหลืองอ่อนๆ แต่ในบางครั้ง โดยเฉพาะในพ่อโค น้ำคัดหลั่งจากต่อมนี้อาจมีเม็ดสีปนอยู่ด้วย เช่นเม็ดสีพวกไรโบฟลาวิน (riboflavin) ทำให้น้ำคัดหลั่งนั้นมีสีที่เข้มขึ้น และอาจสะท้อนแสงเมื่อฉายด้วยอัลตราไวโอเลต น้ำคัดหลั่งจากต่อมเซมินอลเวสซิเคิลมีความเป็นด่างมากกว่าน้ำคัดหลั่งจากต่อมลูกหมาก นอกจากนี้ยังมีน้ำหนักแห้งของสารต่างๆ และมีโปรตีนมากกว่าน้ำคัดหลั่งจากต่อมลูกหมากอีกด้วย ทั้งนี้น้ำคัดหลั่งจากต่อมเซมินอลเวสซิเคิลในพ่อโคจะมีปริมาณประมาณร้อยละ 25-30 ของปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาทั้งหมดในพ่อสุกรมีปริมาณประมาณร้อยละ 10-30 ของน้ำเชื้อ และในพ่อแกะมีปริมาณประมาณร้อยละ 7-8 ของน้ำเชื้อ

2.1.3 น้ำคัดหลั่งจากต่อมคาวเพอร์ส น้ำคัดหลั่งจากต่อมคาวเพอร์ส มีลักษณะคล้ายวุ้นสีขาวทำหน้าที่ไล่ปัสสาวะที่ค้างอยู่ในท่อปัสสาวะออกไป พร้อมทั้งล้างและปรับสภาพท่อปัสสาวะให้สะอาดและเหมาะสมที่จะเป็นทางผ่านของน้ำเชื้อ ทั้งนี้อาจจะสังเกตเห็นน้ำคัดหลั่งนี้เป็นของเหลวหยดออกมาจากปลายองคชาตในขณะที่องคชาตเกิดการแข็งตัวก่อนที่สัตว์เพศผู้จะขึ้นผสมกับสัตว์เพศเมีย โดยเฉพาะในโคพบได้บ่อยครั้งสำหรับในสุกรและม้านั้น น้ำคัดหลั่งจากต่อมคาวเพอร์สนี้ ยังทำหน้าที่เป็นวุ้นหรือเม็ดสาคูที่ช่วยปิดกั้นการไหลสองชนิดนี้หลั่งออกมาในแต่ละครั้งมีปริมาณมาก น้ำคัดหลั่งจากต่อมคาวเพอร์สในสุกร มีปริมาณร้อยละ 15-30 ของน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาในแต่ละครั้ง นอกจากนี้ในสัตว์บางชนิด เช่น โคและแกะ ยังมีการหลั่งของเหลวจากผนังของแอมพูลาด้วยของเหลวนี้ช่วยในการขนย้ายตัวอสุจิ และในสัตว์บางชนิดอาจมีฟรุกโทสอยู่จำนวนมาก

ด้วย ดังนั้น บางครั้งจึงพบว่ามีการจัดประเภทให้แอมพูลาเป็นต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ด้วย

2.2 ของเหลวจากอัณฑะ (testicular fluid) เป็นของเหลวที่ผลิตขึ้นจากท่อสร้างอสุจิ เพื่อทำหน้าที่ช่วยลำเลียงตัวอสุจิซึ่งยังเคลื่อนที่เองไม่ได้จากท่อสร้างอสุจิไปยังท่อร่างแหและต่อไปยังท่อพักอสุจิ ทั้งนี้ของเหลวจากอัณฑะจะผสมกับของเหลวจากท่อพักอสุจิ และของเหลวจากต่อมต่างๆ ในเวลาต่อๆ มาก่อนที่จะถูกหลั่งออกมาพร้อมกับส่วนประกอบอื่นๆ ในขั้นตอนการหลั่งน้ำเชื้อ

2.3 ของเหลวจากท่อพักอสุจิ (epididymal fluid) ของเหลวที่ผลิตจากท่อพักอสุจินี้จะมีหน้าที่ช่วยในการเก็บรักษาตัวอสุจิ และช่วยให้ตัวอสุจิเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย เมื่อตัวอสุจิซึ่งมีของเหลวจากอัณฑะผสมอยู่ได้ถูกลำเลียงมาถึงท่อพักอสุจิ จะผสมกับของเหลวจากท่อพักอสุจิและท่อพักอสุจิจะดูดซึมของเหลวออก ทำให้มีความเข้มข้นยิ่งขึ้น และมีการเจริญของตัวอสุจิเป็นตัวเต็มวัย ทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้ ดังนั้นของเหลวจากท่อพักอสุจิที่ผสมกับของเหลวจากอัณฑะและหล่อเลี้ยงตัวอสุจิอยู่จึงมีผลโดยตรงต่อการทำงานของท่อพักอสุจิในการดูดซึมของเหลวด้วย

โดยปกติเซมินอลพลาสมาซึ่งประกอบด้วยน้ำคัดหลั่งจากต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ของเหลวจากท่อทางเดินระบบสืบพันธุ์เหล่านี้ จะหลั่งรวมออกมากับตัวอสุจิในระดับพอเหมาะเป็นน้ำเชื้อซึ่งถูกหลั่งออกมาในขณะที่เกิดการหลั่งน้ำเชื้อของสัตว์ต่างๆ สัตว์บางชนิดหลั่งน้ำเชื้อได้เร็วมาก ในขณะที่สัตว์บางชนิดหลั่งน้ำเชื้อได้ช้ากว่า เช่น ม้าใช้เวลาไม่ถึง 1 นาที ส่วนสุกรใช้เวลา 2-10 นาที ช่วงเวลาดังกล่าวนี้เป็นช่วงเวลาที่มีการรวมน้ำคัดหลั่งจากต่อมร่วมต่างๆ เข้ากับส่วนผสมของตัวอสุจิและของเหลวจากท่อทางเดินระบบสืบพันธุ์ ซึ่งเป็นการรวมอย่างรวดเร็ว

ปริมาณของเซมินอลพลาสมานี้แตกต่างกับออกไปตามชนิดของสัตว์และสภาพทางกายวิภาคทำให้น้ำเชื้อของสัตว์ต่างชนิดกันมีปริมาตรและส่วนประกอบแตกต่างกัน เช่น โค กระบือ แพะ แกะ และสุนัข หลั่งน้ำเชื้อออกมาน้อยเนื่องจากมีการหลั่งเซมินอลพลาสมาออกมาน้อย ทำให้มีความเข้มข้นของตัวอสุจิมาก ส่วนม้าและสุกรมีปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมามาก เนื่องจากมีการหลั่งเซมินอลพลาสมาออกมามาก ทำให้มีความเข้มข้นของตัวอสุจิน้อย ดังแสดงในตารางที่ 2.5

หน้าที่สำคัญของเซมินอลพลาสมา คือ เป็นแหล่งอาหารและพลังงานของตัวอสุจิ และช่วยลำเลียงตัวอสุจิจากอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้เข้าไปยังอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย ทั้งนี้ในเซมินอลพลาสมา มีปริมาณและความเข้มข้นของสารสำคัญหลายชนิดสูงกว่าในส่วนอื่นๆ ของร่างกาย เช่น ฟรุกโตส กรดซิตริกซอร์บิตอล (sorbitol) อิโนซิตอล (inositol) เป็นต้น สารเหล่านี้เป็นอาหารและแหล่ง พลังงานในการดำรงชีวิตของตัวอสุจิ การหลั่งสารเหล่านี้อยู่ในความควบคุมของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน ดังนั้น หากสัตว์มีฮอร์โมนนี้ในระดับต่ำก็จะมีการหลั่งสารเหล่านี้ออกมาน้อย ดังแสดงในตารางที่ 2.6

ส่วนประกอบของเซมินอลพลาสมา สารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเซมินอลพลาสมาได้แก่

1) ฟรุกโตสและน้ำตาลอื่นๆ บางชนิด ปริมาณฟรุกโตสและน้ำตาลชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำเชื้อจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดสัตว์ โดยปกติจะมีฟรุกโตสอยู่ในน้ำเชื้อ 100–500 มิลลิกรัม/100 ซีซี ยกเว้นม้าและสัตว์ประเภทกินเนื้อบางชนิด เช่น สุนัข แมว ฯลฯ ซึ่งไม่มีฟรุกโตสอยู่ในตัวอสุจิและมีอยู่เพียงจำนวนเล็กน้อยในเซมินอลพลาสมา คือ ประมาณ 20 -30 มิลลิกรัม/100 ซีซี นอกจากฟรุกโทสแล้ว ในน้ำเชื้อยังมีน้ำตาลชนิดอื่น เช่น กลูโคส แต่มีอยู่ในปริมาณน้อย ส่วนใหญ่จะเป็นฟรุกโตส ตัวอสุจิใช้น้ำตาลเหล่านี้เป็นอาหารและแหล่งพลังงาน

2) สารอินทรีย์อื่นๆ สารอินทรีย์หลายชนิดที่พบได้ในน้ำเชื้อของสัตว์ เช่น กลีเซอรีลฟอสโฟรีล โคลีน (glycerylphorylcholine) กรดซิตริก อิโนซิตอลเออร์โกธิโอนีน (ergothioneine) กรดแอสคอบิก และไรโปฟลาวิน ตัวอสุจิไม่สามารถใช้สารเหล่านี้เป็นแหล่งพลังงานได้โดยตรง แต่สารเหล่านี้บางชนิดอาจถูกเอนไซม์ย่อยจากเกิดสารให้พลังงานแก่ตัวอสุจิได้ เช่น น้ำคัดหลั่งในท่อทางเดินอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของแกะสามารถย่อยกลีเซอรีลฟอสโฟรีลโคลีนให้เป็นฟอสโฟกลีเซอรอล (phosphoglycerol) ซึ่งตัวอสุจินำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานได้เมื่ออยู่ในทางเดินระบบสืบพันธุ์ของเพศเมีย นอกจากนี้สารอินทรีย์บางชนิดอาจทำหน้าที่อื่นๆ ในกระบวนการสืบพันธุ์ เช่น อิโนซิตอล ช่วยทำหน้าที่รักษาระดับความดันออสโมติก เออร์โกธิโอนีน ทำหน้าที่ป้องกันการออกซิเดชั่นของตัวอสุจิ

3. ไขมัน กรดไขมัน และพรอสตาแกลนดิน ไขมันที่มีอยู่ในเซมินอลพลาสมาของโคและสุกรส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของฟอสโฟลิพิด (phospholipid) ทั้งนี้ยังสามารถพบฟอสโฟลิพิดในตัวอสุจิของโค สุกร และแกะด้วย ซึ่งฟอสโฟลิพิดนี้สามารถเป็นแหล่งพลังงานให้ตัวอสุจิได้

ส่วนพรอสตาแกลนดิน (prostaglandin) นั้นส่วนใหญ่สร้างขึ้นที่เซมินอลเวสซิเคิล และสามารถพบได้ในเซมินอลพลาสมาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเกือบทุกชนิด โดยคาดว่าพรอสตาแกลนดินทำหน้าที่กระตุ้นให้กล้ามเนื้อเรียบบีบตัว

4. โปรตีนและเอนไซม์ ในเซมินอลพลาสมามีโปรตีนเป็นส่วนประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 3–7 แตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ และมีเอนไซม์อยู่จำนวนมาก ซึ่งปกติเป็นเอนไซม์ที่สร้างจากต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ แต่บางครั้งอาจมีเอนไซม์จากตัวอสุจิออกมาปะปนอยู่ในเซมินอลพลาสมา เช่น เอนไซม์แลคติก ดีไฮไดรจีเนส (lactic dehydrogenase) ซึ่งจะออกจากตัวอสุจิเข้ามาปะปนอยู่ในเซมินอลพลาสมา เมื่อตัวอสุจิเกิดการช็อคเนื่องจากความเย็น

5. ประจุอนินทรีย์ (inorganic ion) เช่น โซเดียม ประจุโพแทสเซียม ซึ่งมีอยู่ในปริมาณมาก และมีประจุแคลเซียมและประจุแมกนีเซียมในปริมาณเล็กน้อย

ตารางที่ 2.5 ปริมาตรน้ำเชื้อและความเข้มข้นของตัวอสุจิในน้ำเชื้อที่สัตว์บางชนิดหลั่งออกมาในแต่ละครั้ง

ชนิดสัตว์	ปริมาตรเฉลี่ย (ml./ครั้ง)	ความเข้มข้นของตัวอสุจิ (ล้านตัว/ml.)	จำนวนตัวเมียที่อาจผสมได้ (ตัว)
โค	2 - 10	300 - 2,000	100 - 600
แกะ	0.7 - 2.0	2,000 - 5000	40 - 100
แพะ	0.6 - 1.0	2,000 - 3,500	15 - 40
ม้า	30 - 300	30 - 800	8 - 12
สุกร	150 - 500	25 - 300	15 - 20
ไก่	0.2 - 1.5	0.5 - 60	8 - 12
ไก่งวง	0.2 - 0.8	0.7	30

ที่มา : Acker (1991)

ตารางที่ 2.6 pH และส่วนประกอบของเซมินอลพลาสมาในน้ำเชื้อของสัตว์บางชนิด

หน่วย : มิลลิกรัม : 100 ml.

พีเอชและส่วนประกอบ	โค	แกะ	สุกร
พีเอช	6.9	6.9	7.5
โซเดียม	225±13	178±11	587
โพแทสเซียม	115±6	89±4	197
แคลเซียม	40±2	6±2	6
แมกนีเซียม	8±0.3	6±0.8	11
คลอไรด์	174-320	86	330
ฟรุกโทส	400-600	250	9
ซอร์บิตอล	10-140	72	12
กรดซิตริก	620-806	140	173
อิโนซิตอล	35	12	530
กลีเซอรีลฟอสโฟรีลโคลีน	350	1650	110-240
เออร์โกธิโอนีน	0	0	178
โปรตีน (กรัม/100มล.)	6.8	5.0	3.7

ที่มา : Hafez (1980)

การสร้างและการเจริญของตัวอสุจิ

การสร้างตัวอสุจิเกิดขึ้นในท่อสร้างอสุจิซึ่งอยู่ในอัณฑะ โดยมีการพัฒนาหลายขั้นตอนจากเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งเรียกว่า สเปอร์มาโตโกเนีย (spermatogonia) ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อชั้นล่างสุดของท่อสร้างอสุจิ (basement membrane) จนกลายเป็นไพรรีสเปอร์มาโดไซท์ (primary spermatocyte) เซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์ (secondary spermatocyte) สเปอร์มาติด (spermatid) ตามลำดับ และกลายเป็นตัวอสุจิ (spermatozoa) เพื่อเข้าสู่ช่องว่างภายในท่อของท่อสร้างอสุจิ จากนั้นจึงถูกลำเลียงไปยังท่อพักอสุจิและมีการเจริญเปลี่ยนแปลงต่อไป

สเปอร์มาโตเจเนซีส (spermatogenesis) เป็นกระบวนการสร้างอสุจิ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และลดจำนวนโครโมโซม (chromosome) ของเซลล์ลงครึ่งหนึ่ง โดยเริ่มต้นจากเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ซึ่งมีรูปร่างกลมและเคลื่อนที่ไม่ได้ เมื่อมีการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีลนี้ ผลผลิตสุดท้ายที่ได้คือเซลล์ซึ่งมีลักษณะยาวเรียวและเคลื่อนที่ได้ การเจริญของเซลล์สืบพันธุ์เป็นตัวอสุจิในขั้นตอนต่างๆ นั้นต้องอาศัยเซอร์โทไลเซลล์ทำหน้าที่ส่งอาหารมาเลี้ยง กระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีลนี้แยกออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ สเปอร์มาโตไซโตเจเนซีส (spermatocytogenesis) และสเปอร์ไมโอเจเนซีส (spermiogenesis)

1. สเปอร์มาโตไซโตเจเนซีส เป็นขั้นตอนที่มีการแบ่งเซลล์จากเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์ที่เรียกว่าสเปอร์มาโตโกเนีย จนกระทั่งรูปทรงของเซลล์เปลี่ยนไป สเปอร์มาโตโกเนียซึ่งเป็นเซลล์เริ่มต้นในกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีลนั้นเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดไทป์เอ (Type A spermatiogonia) ซึ่งพัฒนามาจากเซลล์สืบพันธุ์ดั้งเดิมที่เรียกว่าโกโนไซท์ (gonocyte) ที่มีอยู่ท่อสร้างอสุจิของตัวอ่อน การพัฒนานี้อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) โดยเมื่อสัตว์เข้าสู่วัยหนุ่ม โกโนไซท์จะเริ่มเจริญไปเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอศูนย์ (A_0– spermatogonia) จากนั้นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอศูนย์จะแบ่งตัวเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอหนึ่ง (A_1– spermatogonia) และสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอหนึ่ง แบ่งตัวเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสอง(A_2– spermatogonia) สเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสองแบ่งตัวเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสาม (A_3– spermatogonia) แล้วสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสามแบ่งตัวเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสี่ (A_4– spermatogonia) ตามลำดับ แต่ในสัตว์บางชนิดจะไม่มีสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสี่ สำหรับสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสองนั้น นอกจากจะทำหน้าที่แบ่งตัวให้สเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสามแล้ว ยังเป็นส่วนสำรองในการผลิตสเปอร์มาโตโกเนียหนึ่งได้ด้วย

ต่อจากนั้นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอสี่จะเจริญและแบ่งตัวสเปอร์มาโตโกเนียกึ่งกลาง (intermediate spermatiogonia) หรือเรียกว่าสเปอร์มาโตโกเนียชนิดหนึ่งเอน (1n-spermatogonia) ซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นสเปอร์มาโตโกเนียชนิดบี (B) สเปอร์มาโตโกเนียชนิดบีนี้มีลักษณะของเซลล์คล้ายสเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอต่างกันที่สเปอร์มาโตโกเนียชนิดเอมีนิวคลีโอไล

(nucleoli) ตั้งแต่ 2 นิวคลีโอไลขึ้นไป แต่สเปอร์มาโตโกเนียชนิดบีมีนิวคลีโอลัส (nucleolus) เพียงหนึ่งนิวคลีโอลัส

สเปอร์มาโตโกเนียชนิดบีจะมีการพัฒนาโดยการแบ่งตัวหลายขั้นตอนไปเป็นไพรมารีสเปอร์มาโตไซท์ (primary spermatocyte) ทั้งนี้สเปอร์มาโตโกเนียแต่ละเซลล์จะแบ่งตัวให้สเปอร์มาโตไซท์ได้ 16 เซลล์ โดยเซลล์เหล่านี้ยังคงมีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (2N) อยู่ไม่เปลี่ยนแปลง คือ มีจำนวนโครโมโซม 60 ในม้าและโคมีจำนวน 38 ในสุกร ในแกะ และ 48 ในคน จากนั้นไพรมารีสเปอร์มาโตไซท์แต่ละเซลล์จะแบ่งตัวเป็นเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์ (secondary spermatocyte) 2 เซลล์ เซลล์เหล่านี้จะถูกผลักเข้าใกล้ช่องว่างภายในท่อของท่อสร้างอสุจิเรื่อยๆ ในขณะที่มีการแบ่งตัว การแบ่งตัวของไพรมารีสเปอร์มาโตไซท์ไปเป็นเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์นั้นเป็นการแบ่งเซลล์ที่มีการลดจำนวนโครโมโซมในนิวเคลียสลงครึ่งหนึ่ง ดังนั้น เซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์ จึงมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่ง (haploid) ของเซลล์ร่างกาย (somatic cell) และเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์จะแบ่งตัวอีกครั้งหนึ่งโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงจำนวนโครโมโซมกลายเป็นสเปอร์มาติด (spermatid) ซึ่งยังคงมีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย (1N) โดยเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์แต่ละเซลล์จะแบ่งตัวให้สเปอร์มาติด 2 เซลล์ การแบ่งตัวของเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์นี้อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนและเทสโทสเตอโรน ซึ่งใช้เวลาเพียง 1-2 วัน ดังนั้นจึงสามารถตรวจพบเซคั่นดารีสเปอร์มาโตไซท์เพียงจำนวนเล็กน้อย เพราะเซลล์สืบพันธุ์อยู่ในระยะนี้เพียงช่วงสั้นๆ และในระหว่างการแบ่งตัวนี้เซลล์เหล่านี้ยังคงถูกผลักเข้าใกล้ช่องว่างภายในท่อสร้างอสุจิเข้าไปอีกเรื่อยๆ สเปอร์มาติดที่ได้จากการแบ่งตัวนี้จะเจริญต่อไปเป็นอสุจิ

2. สเปอร์ไมโอเจเนซีส เป็นขั้นตอนที่มีการเจริญและเปลี่ยนแปลงรูปร่างของสเปอร์มาติด ซึ่งมีรูปร่างค่อนข้างกลมไปเป็นตัวอสุจิซึ่งมีรูปร่างเรียวยาวขึ้น มีหางและมีอะโครโซม โดยผนังเซลล์ยังคงอยู่เป็นผิวนอกที่ปกคลุมตัวอสุจิอยู่ ไซโตพลาสซึม (cytoplasm) ส่วนใหญ่จะค่อยๆ เคลื่อนตัวออกไปอยู่ในส่วนหางที่พัฒนาขึ้นมา คงเหลือไว้ที่เดิมเพียงจำนวนน้อย ส่วนนิวเคลียสก็จะยาวขึ้นและแบนขึ้น แต่ยังคงมีขนาดเท่าเดิมและจะพัฒนาไปเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของหัวอสุจิ

ความแตกต่างส่วนใหญ่เกิดขึ้นภายในเซลล์ กอลไจแอปพาราทัส (golgi apparatus) ไปรวมกันอยู่ที่ขั้วด้านหนึ่งของนิวเคลียส ขณะที่เซนทริโอล (centrioles) ที่อยู่ในนิวเคลียส จะเคลื่อนตัวไปอยู่ที่ด้านตรงข้ามซึ่งเป็นบริเวณที่มีหางเริ่มเจริญขึ้นมา ไมโตคอนเดรีย (mitochondria) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ไปเรียงตัวกันอยู่ตามขอบๆ ทำให้ไซโตพลาสซึมยาวรีออกไป

จากนั้นกอลไจจะสะสมสารหลั่งจากบริเวณรอบข้างสร้างขึ้นเป็นเม็ดอะโครโซม (acrosomal vesicle) ทำให้ผิวของนิวเคลียสเริ่มถูกกดให้แบนลง เมื่อเซนทริโอลชิ้นล่าง (distral centriloe) เริ่มก่อรูปเป็นหางโดยยืดตัวยาวออกมานั้น จะมีวงแหวนใหญ่และวงแหวนเล็กก่อตัวขึ้นหุ้มเป็นปลอก

โดยรอบ และไมโตคอนเดรียจะเคลื่อนตัวไปก่อตัวเป็นเส้นเกลียว (helical structure) หุ้มรอบปลอกนี้อีกชั้นหนึ่ง ทั้งนี้ไซโตพลาสซึมยังคงยืดยาวออกไปเรื่อยๆ

ในที่สุดส่วนหัวของตัวอสุจิจะถูกหุ้มด้วยอโครโซม รูปพรรณสัณฐานของอโครโซมซึ่งแตกต่างกันออกไปในสัตว์ชนิดต่างๆ นั้น ช่วยบอกให้ทราบถึงรูปทรงของส่วนหัวของตัวอสุจิ เส้นแกนของส่วนหางจะยืดยาวออกไปเรื่อยๆ และวงแหวนเล็กจากเซนทริโอลชิ้นล่างจะก่อตัวเป็นแอนนูลัส (annulus) รอบๆ เส้นแกนที่ส่วนล่างของปลายชิ้นกลางของส่วนหาง ไมโตคอนเดรียจะก่อตัวเป็นแผ่นขดเป็นวง (spiral sheath) อยู่รอบๆ เส้นแกนเพื่อสร้างเป็นชิ้นกลางของส่วนหาง ขณะนี้ไซโตพลาสซึมได้เคลื่อนตัวไปยังส่วนคอของตัวอสุจิ และส่วนหางก็จะยืดยาวออกไปจากชิ้นกลางของตัวอสุจิ

เมื่อการพัฒนาของเซลล์สืบพันธุ์เป็นตัวอสุจิเสร็จสิ้นแล้ว รูปทรงของนิวเคลียสจะเป็นตัวกำหนดรูปทรงของส่วนหัวของตัวอสุจิ ซึ่งรูปทรงของส่วนนี้จะแตกต่างกันไปในสัตว์ชนิดต่างๆ

ทั้งนี้ตัวอสุจิของสัตว์ปีกจะแตกต่างจากตัวอสุจิของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างเห็นได้ชัด คือ ส่วนหัวของอสุจิของสัตว์ปีกมีลักษณะยาว ส่วนกลางของลำตัวสั้น และหางยาว นอกจากนี้ตัวอสุจิของสัตว์ปีกยังมีขนาดเล็กกว่าตัวอสุจิของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอีกด้วย

ในกระบวนการสุดท้ายของสเปอร์ไมโอเจเนซีสนั้น สเปอร์มาติดที่พัฒนากลายเป็นตัวอสุจิโดยสมบูรณ์แล้วจะหลุดเข้าไปในช่องว่างภายในท่อของท่อสร้างอสุจิ แต่ตัวอสุจิเหล่านี้เป็นตัวอสุจิที่ยังไม่เจริญเต็มวัย (immature speratozoon) ยังไม่สามารถทำการปฏิสนธิกับไข่ได้ และยังเคลื่อนที่เองไม่ได้ แต่จะถูกส่งผ่านไปตามท่อสร้างอสุจิ ผ่านท่อเอฟเฟอร์เรนท์ เข้าสู่ท่อพักอสุจิ โดยการบีบตัวของท่อร่วมกับการไหลของของเหลวภายในท่อและการพัดโบกของเซลล์ขนที่บุอยู่ภายในท่อเอฟเฟอร์เรนท์ ตัวอสุจินี้จะต้องผ่านกระบวนการเจริญเป็นขั้นตอนในอัณฑะและท่อพักอสุจิจนเป็นตัวอสุจิเต็มวัย

การเจริญของตัวอสุจิ

ภายในท่อสร้างอสุจิและท่อร่างแห มีน้ำคัดหลั่งถูกหลั่งเข้ามาเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแกะซึ่งมีปริมาตรน้ำคัดหลั่งเหล่านี้ถูกหลั่งออกมาถึงวันละ 40 มิลลิเมตร แต่น้ำคัดหลั่งเหล่านี้จะถูกดูดซึมกลับอย่างรวดเร็วในบริเวณท่อพักอสุจิ จนเหลือน้ำคัดหลั่งที่ไปถึงท่อนำน้ำเชื้อไม่ถึง 1 มิลลิเมตร ตัวอสุจิที่หลุดเข้าไปในช่องว่างภายในท่อของท่อสร้างอสุจิจะไหลไปกับน้ำคัดหลั่ง สู่ท่อพักอสุจิ นอกจากนั้นยังมีการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังของท่อสร้างอสุจิ และมีการพัดโบกของเซลล์บุผิวที่มีขนในท่อเอฟเฟอร์เรนท์ทำให้ตัวอสุจิเดินทางไปถึงท่อพักอสุจิได้เร็วยิ่งขึ้น

เมื่อตัวอสุจิเดินทางไปอยู่อยู่ในท่อพักอสุจิแล้ว ตัวอสุจิเหล่านี้จะเจริญเติบโตขึ้นเรื่อยๆ และเดินทางต่อไป โดยมีการบีบตัวของท่อพักอสุจิ ซึ่งการเดินทางผ่านท่อพักอสุจิของตัวอสุจิในโคใช้เวลา 11 วัน ในสุกรใช้เวลา 9–14 วัน และในแกะใช้เวลา 13 วัน ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางนี้จะลดลงไปได้ร้อยละ 10-20 หากมีการหลั่งน้ำเชื้อบ่อยขึ้น

ในระหว่างที่อยู่ในท่อพักอสุจินั้น ตัวอสุจิจะมีการพัฒนาและเจริญขึ้นเรื่อยๆ โดยมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมากในส่วนของหาง ซึ่งจะช่วยเพิ่มความสามารถในการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ นอกจากนั้นการเปลี่ยนแปลงของตัวอสุจิในระหว่างที่อยู่ในท่อพักอสุจินี้ยังทำให้ตัวอสุจิมีความสามารถในการใช้ออกซิเจนมากขึ้น และสามารถใช้น้ำตาลในการสร้างพลังงานได้ด้วย ส่วนที่นิวเคลียสของตัวอสุจินั้นมีการเปลี่ยนแปลงที่โครมาตินและในระหว่างที่อยู่ในท่อพักอสุจินั้น จะมีการสูญเสียน้ำออกไปจากตัวอสุจิ ทำให้ตัวอสุจิมีความหนาแน่นมากขึ้น

ในช่วงท้ายๆ ที่สเปอร์มาติดพัฒนามาเป็นตัวอสุจินั้น เซอร์โทไลเซลล์ได้สร้างเสซิดวลบอดี้ (residual body) ขึ้นมาติดกับสเปอร์มาติดแต่ละตัวตรงส่วนชิ้นกลางของหาง เมื่อสเปอร์มาติดนี้หลุดออกไปเป็นตัวอสุจิเข้าสู่ช่องว่างภายในท่อของสร้างอสุจินั้น เรซิดวลบอดี้ยังคงอยู่ในเยื่อบุผิวของท่อสร้างอสุจิและจะถูกเซอร์โทไลเซลล์กำจัดออกไปในภายหลัง ส่วนตัวอสุจิที่หลุดเข้าไปสู่ท่อสร้างอสุจินั้นจะมีส่วนของไซโตพลาสซึมที่เชื่อมระหว่างเรซิดวลบอดี้กับตัวอสุจิอยู่ที่ส่วนคอของตัวอสุจิกลายเป็นไซโตพลาสมิคดรอพเล็ท (cytoplasmic droplet) และเมื่อตัวอสุจิเดินทางมาถึงท่อพักอสุจิแล้ว ในระหว่างที่ตัวอสุจิเดินทางจากส่วนหัวของท่อพักอสุจิไปยังส่วนหางของท่อนั้น ไซโตพลาสมิคดรอพเล็ท จะค่อยๆ เคลื่อนตัวจากบริเวณคอของตัวอสุจิไปที่บริเวณใกล้กับแอนนูลัส และจะหลุดออกจากหางของตัวอสุจิเมื่อถูกหลั่งออกมากับน้ำเชื้อ ดังนั้น หากพบไซโตพลาสมิคดรอพเล็ทอยู่ที่ตัวอสุจิที่หลั่งออกมากับน้ำเชื้อ แสดงว่าน้ำเชื้อนั้นมีตัวอสุจิที่ยังไม่เจริญเต็มวัยปนอยู่

ตัวอสุจิที่ถูกสร้างขึ้นมานี้ ไม่ได้หลั่งออกมากับน้ำเชื้อทั้งหมด มีบางส่วนที่เจริญไม่เต็มที่และเสื่อมไปและบางส่วนถูกดูดซึมกลับไปในทางเดินระบบสืบพันธุ์ เช่น ตัวอสุจิที่ผิดปกติบางส่วนถูกดูดซึมกลับที่บริเวณท่อพักอสุจิ แต่ตัวอสุจิบางส่วนจะถูกขับออกไปกับปัสสาวะ

สำหรับการเก็บตัวอสุจิเพื่อให้เจริญเป็นตัวเต็มวัยในสัตว์ปีกนั้น มิได้เก็บที่ท่อพักอสุจิเหมือนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่จะเก็บที่ท่อนำน้ำเชื้อ ทั้งนี้พบว่าตัวอสุจิจากท่อพักอสุจิของสัตว์ปีกสามารถผสมให้ไข่มีเชื้อได้เพียงร้อยละ 13 ขณะที่ตัวอสุจิจากส่วนปลายของท่อนำน้ำเชื้อสามารถผสมให้ไข่มีเชื้อได้ถึงร้อยละ 74 แสดงว่าระยะเวลาฟักตัวเมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยของอสุจิในสัตว์ปีกใช้เวลาเพียงสั้นๆ เพราะตัวอสุจิใช้เวลาเดินทางจากอัณฑะจนถึงบริเวณช่วงทวารรวมเพียง 24 ชั่วโมงเท่านั้น

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการสร้างเซลล์อสุจิ

การพัฒนาและการทำหน้าที่ของท่อสร้างอสุจิในกระบวนการสร้างเซลล์อสุจินั้นอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมอง (pituitary hormone) และฮอร์โมนฟอลลิเคิลสติมูเลติ่ง หรือเอฟเอสเอช (follicle stimulating hormone : FSH) ซึ่งเป็นฮอร์โมนชนิดเดียวกับฮอร์โมนที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของกระเปาะไข่ (ovarian follicles) ในสัตว์เพศเมีย เมื่อสัตว์เพศผู้เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว จะมีการสร้างตัวอสุจิอยู่ตลอดเวลาภายใต้สิ่งแวดล้อมเกือบทุกสภาวะ แต่

ปัจจัยด้านพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อมหลายประการที่มีอิทธิพลต่ออัตราการสร้างตัวอสุจิ โดยสภาพแวดล้อมจะมีอิทธิพลเพียงชั่วคราวเท่านั้น เช่น การขาดอาหารอย่างรุนแรงโดยเฉพาะอย่างยิ่งการขาดอาหารหลังจากที่เคยได้รับการเลี้ยงดูอย่างดีมาก่อน จะทำให้มีการสร้างตัวอสุจิลดลง วิตามินเอ และโปรตีน เป็นโภชนะที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการสร้างตัวอสุจิ และสัตว์มักมีโอกาสขนาดโภชนะเหล่านี้ในฤดูแล้ง

นอกจากนี้หากสัตว์ต้องอยู่ในที่มีอากาศร้อนมากหรือมีอุณหภูมิสูงนานๆ จะทำให้มีการสร้างตัวอสุจิน้อยลงและทำให้มีสัดส่วนของตัวอสุจิที่ไม่สามารถทำการปฏิสนธิได้เพิ่มมากขึ้น การที่สัตว์มีอุณหภูมิร่างกายสูงเนื่องจากอาการป่วยหรือการติดเชื้อก็จะทำให้การสร้างตัวอสุจิลดลงได้เช่นกัน

ปัจจัยอื่นๆ ที่ไปลดหรือไปขัดขวางการสร้างตัวอสุจิยังมีอีกหลายประการ เช่น การให้สัตว์ได้รับพลังงานจากอาหารจำกัด การที่อัณฑะไม่เคลื่อนจากช่องท้องมาอยู่ที่ถุงอัณฑะ เป็นต้น

กายวิภาคของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย

1. ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศเมียประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ หลายส่วน ได้แก่ รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก ช่องคลอด และปากช่องคลอด อวัยวะเหล่านี้ของสัตว์ชนิดต่างๆ อาจมีรูปทรงและขนาดแตกต่างกันออกไปได้บ้าง แต่จะมีหน้าที่และตำแหน่งที่ตั้งคล้ายคลึงกัน

2. สัตว์ปีกแพร่พันธุ์โดยการวางไข่ที่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิแล้ว และตัวอ่อนของสัตว์ปีกที่อยู่ภายในไข่จะเจริญเติบโตโดยใช้อาหารที่สะสมอยู่ในส่วนที่เป็นไข่แดงจนกว่าจะสมบูรณ์และออกจากไข่ ดังนั้น อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศเมียจึงมีลักษณะการทำงานแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพื่อความเหมาะสมของหน้าที่การทำงานในการแพร่พันธุ์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ รังไข่ ท่อนำไข่ และช่องทวารรวม

3. โอโอโกเนียซึ่งเป็นเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียได้ให้กำเนิดไข่หรือโอโอไซท์จำนวนทั้งหมดแล้วตั้งแต่เมื่อใกล้คลอด และจะไม่มีการกำเนิดของไข่ขึ้นมาอีกตลอดอายุของสัตว์ เมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ไข่เหล่านี้ซึ่งอยู่ในกระเปาะไข่จะเจริญและพัฒนาอย่างรวดเร็วจนเป็นไข่สุกและหลุดออกมาจากรังไข่เข้าสู่ท่อนำไข่ เพื่อรอการผสมกับตัวอสุจิและเจริญเป็นลูกสัตว์ต่อไป

4. สำหรับไข่ของสัตว์ปีกนั้น เมื่อสัตว์เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้วจะพัฒนาเป็นไข่แดงอยู่ในกระเปาะไข่โดยมีเซลล์สืบพันธุ์อยู่บนผิวของไข่แดง การเจริญของกระเปาะไข่ของสัตว์ปีกคล้ายกับของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่แตกต่างกันที่การแบ่งเซลล์ของไข่อ่อนหรือไพรมารีโอโอไซท์เพื่อพัฒนาเป็นไข่แก่นั้น จะเกิดขึ้นหลังจากที่ไข่แดงได้หลุดออกมาจากรังไข่แล้ว และระหว่างที่ไข่แดงเคลื่อนที่ผ่านท่อนำไข่จะมีกระบวนการสร้างไข่ขาวและเปลือกไข่มาหุ้มล้อมไข่แดงได้

โครงสร้างและหน้าที่ของอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียมีโครงสร้างและการทำหน้าที่ที่ซับซ้อนกว่าอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มากเพราะอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียต้องทำหน้าที่สำคัญหลายประการคือ

1. สร้างรังไข่ (egg หรือ ova) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (female reproductive cell) โดยไข่จะต้องเจริญเต็มที่ (mature) และตกออกมาจากรังไข่ในเวลาที่เหมาะสมของวงรอบการเป็นสัด (estrous cycle) เพื่อรอรับการผสมพันธุ์จากอสุจิ ซึ่งเห็นได้ชัดว่ามีความซับซ้อนกว่าการสร้างตัวอสุจิในสัตว์เพศผู้ที่มีการผลิตออกมาเรื่อยๆ ตั้งแต่สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มจนกว่าสัตว์จะหมดความสมบูรณ์พันธุ์โดยไม่มีวงรอบของการผลิต

2. รับการผสมพันธุ์จากสัตว์เพศผู้ และอุ้มท้องให้ไข่ที่ได้รับการผสมกับอสุจิแล้วได้พัฒนาเป็นตัวอ่อนและเจริญเติบโตอย่างปลอดภัยจนคลอด

3. ขับลูกอ่อนที่เจริญเพียงพอแล้วออกจากร่างกายอย่างปลอดภัย เมื่อถึงกำหนดคลอดแล้ว

4. เมื่อคลอดลูกสัตว์แล้ว แม่สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมยังต้องผลิตน้ำนมเพื่อเลี้ยงลูกจนกว่าลูกสัตว์จะมีพัฒนาการของระบบย่อยอาหารที่สมบูรณ์ สามารถใช้ประโยชน์จากอาหารอื่นๆ แทนน้ำนมได้

5. ผลิตฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) และฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในการควบคุมวงจรการสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย

อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศเมียประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ หลายส่วนเพื่อทำหน้าที่ซึ่งซับซ้อน อวัยวะเหล่านี้ได้แก่ รังไข่ (ovary) ท่อนำไข่ (oviduct หรือ fallopian tube หรือ uterine duct) มดลูก (uterus) ช่องคลอด (vagina) และปากช่องคลอด (vulva) อวัยวะเหล่านี้ของสัตว์ชนิดต่างๆ อาจมีรูปทรงและขนาดแตกต่างกันออกไปได้บ้าง แต่จะมีหน้าที่และตำแหน่งที่ตั้งคล้ายคลึงกัน คือ อวัยวะเหล่านี้เกือบทุกส่วนอยู่ภายในร่างกายของสัตว์ ยกเว้นปากช่องคลอดเท่านั้นที่อยู่ภายนอกร่างกาย

1. รังไข่ เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดของสัตว์เพศเมีย รังไข่เป็นต่อมชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ผลิตไข่และฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ ซึ่งได้แก่ ฮอร์โมนเอสโตรเจน และฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ฮอร์โมนเหล่านี้มีบทบาทสำคัญในการสืบพันธุ์และคงไว้ซึ่งลักษณะเพศเมีย

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีรังไข่ 1 คู่ แขวนลอยอยู่ในช่องท้อง ภายในช่องเชิงกรานใกล้ๆ กับขอบกระดูกเชิงกราน แต่จะอยู่ห่างจากขอบกระดูกไปทางด้านหน้าหรือท้ายนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ

หลายประการ เช่น อายุของสัตว์ ระยะการตั้งท้องของสัตว์ และการขยายของกระเพาะหมักเมื่อสัตว์กินอาหารมากๆ ส่วนใหญ่รังไข่จะอยู่ทางด้านข้างของปีกมดลูก (uterine horn) และถูกพยุงให้ลอยอยู่ด้วยส่วนของเยื่อบุช่องท้อง (mesovarium) ที่ยื่นมาปกคลุมบางส่วนของรังไข่และยึดรังไข่ให้ติดกับผนังช่องท้อง นอกจากนี้ยังมีแถบของเยื่อเอ็นที่ขึงออกมาจากรังไข่ (ovarian ligament) ยึดให้ติดกับด้านหน้าของปีกมดลูก โดยมีเส้นเลือดดำ เส้นเลือดแดง ท่อน้ำเหลือง และเส้นประสาทของรังไข่ ผ่านอยู่ในเยื่อเอ็นนี้ด้วย

ขนาดและรูปร่างของรังไข่อาจแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสัตว์ เช่น รังไข่ของโค กระบือ และแกะ มีรูปร่างคล้ายเมล็ดขนุนแต่ค่อนข้างแบน รังไข่ของสุกรมีรูปร่างคล้ายพวงองุ่น เป็นต้น สำหรับขนาดของรังไข่นั้น นอกจากจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสัตว์ ขนาดของรังไข่ยังอาจแตกต่างออกไปได้มากตามอายุ พันธุ์ การให้อาหาร และช่วงระยะต่างๆ ของวงรอบการเป็นสัด

ลักษณะโครงสร้างของรังไข่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนในซึ่งเรียกว่าเมดุลลา (medulla) เป็นเนื้อเยื่อที่เกาะตัวกันอยู่อย่างหลวมๆ มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เส้นเลือด และเส้นประสาทอยู่เต็ม และส่วนนอกซึ่งเรียกว่าคอร์เท็กซ์ (cortex) เป็นเนื้อเยื่อที่มีความหนาแน่นมากกว่าเนื้อเยื่อบริเวณเมดุลลา เป็นส่วนที่ปกคลุมบริเวณรอบนอกของเมดุลลาเกือบทั้งหมด ยกเว้นบริเวณขั้วของต่อมซึ่งมีเส้นเลือดและเส้นประสาทผ่านเข้าไปในต่อม ทั้งนี้จะไม่มีรอยแบ่งแยกระหว่างเมดุลลากับคอร์เท็กซ์นี้มีกระเปาะไข่ (follicle) อยู่จำนวนมาก ทำให้ผิวของรังไข่มีลักษณะขรุขระ กระเปาะไข่เหล่านี้มีหน้าที่สำคัญ 2 ประการ คือเป็นแหล่งกำเนิดไข่และสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศเมีย ดังแสดงในตารางที่ 2.7

2. ท่อนำไข่ เป็นท่อเล็กๆ ที่จะช่วยนำไข่จากรังไข่มาสู่มดลูก ส่วนบนของท่อมีลักษณะบานเป็นปากแตรเปิดอยู่ใกล้กับรังไข่ ไม่ได้ต่อกับรังไข่โดยตรง ส่วนกลางของท่อติดต่ออยู่กับปีกมดลูก ทั้งนี้ท่อนำไข่ประกอบด้วย ส่วนต่างๆ 4 ส่วน คือ

1) ฟิมเบรีย (fimbrea) เป็นส่วนที่อยู่ปลายบนสุดของท่อซึ่งเปิดอยู่ใกล้รังไข่ มีลักษณะคล้ายนิ้วมืออยู่รอบๆ ปากท่อที่ขยายใหญ่โอบส่วนหนึ่งของรังไข่ไว้ เมื่อไข่ตกฟิมเบรียจะทำหน้าที่ปัดให้ไข่ที่ตกออกจากรังไข่นั้นเข้าสู่ท่อนำไข่

2) ปากแตร (infundibulum) เป็นส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาจากฟิมเบรีย มีลักษณะเป็นแอ่งคล้ายปากแตรหรือใบบัว มีขนาดแตกต่างกันไปตามชนิดของอายุของสัตว์ เช่น ในโคมีพื้นที่ประมาณ 200 -300 ตารางเซนติเมตร

3) แอมพูลลา (ampulla) เป็นส่วนที่อยู่ต่อจากปากแตร ส่วนนี้ยาวประมาณครึ่งหนึ่งของท่อนำไข่ ภายในมีหลืบตามยาว บริเวณเยื่อบุมีเซลล์ขนซึ่งช่วยทำหน้าที่ผลิตน้ำคัดหลั่งและมีเซลล์ขนซึ่งช่วยในการขนส่งไข่ให้เคลื่อนมาทางด้านปีกมดลูก

4) อิสธ์มัส (isthmus) เป็นส่วนของท่อที่มีขนาดเล็กลงกว่าแอมพูลลาอยู่ระหว่าง แอมพูลลากับปีกมดลูก มีหลืบอยู่ที่ผนังภายในของแอมพูลลา แต่มีจำนวนหลืบน้อยกว่าในแอมพูลลา บริเวณส่วนต่อของอิสธ์มัสกับแอมพูลลา เป็นบริเวณซึ่งเป็นที่ปฏิสนธิของไข่และตัวอสุจิ

ตารางที่ 2.7 ลักษณะและขนาดของอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เพศเมียในภาวะปกติที่ไม่อุ้มท้องของสัตว์บางชนิด

อวัยวะ	โค	แกะ	สุกร
รังไข่			
ลักษณะ	เมล็ดขนุน	เมล็ดขนุน	พวงองุ่น
ยาว (ม.ม.)	35	15	40
กว้าง (ม.ม.)	25	10	25
หนา (ม.ม.)	15	10	25
น้ำหนัก (กรัม/ข้าง)	6-20	3-4	3-10
จำนวนไข่สุก (ฟอง)	1-2	1-4	10-30
เส้นผ่านศูนย์กลางไข่ที่สุก (ม.ม.)	6-20	5-10	8-12
เส้นผ่านศูนย์กลางคอร์พัสลูเทียม (ม.ม.)	8-26	6-12	10-15
ท่อนำไข่			
ยาว (ซ.ม.)	20	17	20
มดลูก			
ประเภท	ไบพาร์ไทท์	ไบพาร์ไทท์	ไบคอร์ทูเอท
ความยาวปีกมดลูก (ซ.ม.)	25-45	10-12	40-140
ความยาวตัวมดลูก(ซ.ม.)	2-4	1-2	3-5
คอมดลูก			
ยาว (ซ.ม.)	5-10	4-10	10-24
เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอก(ซม.)	2-4	1-2	2-3
ช่องคลอด			
ความยาว	24-30	10-14	10-24
เวสติบูล			
ความยาว	10-12	2-3	6-8

ที่มา: Sorensen (1979)

ลักษณะโครงสร้างของผนังท่อนำไข่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ 4 ชั้น เรียงลำดับจากภายนอกท่อเข้าไปภายในท่อ ดังนี้

1) ชั้นของเยื่อบุช่องท้อง

2) ชั้นของกล้ามเนื้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ชั้นตามลักษณะการจัดเรียงตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ ชั้นนอกมีเส้นใยกล้ามเนื้อจัดเรียงตัวไปตามความยาวของท่อ ส่วนชั้นในจะหนาและแข็งแรง มีเส้นใยกล้ามเนื้อจัดเรียงตัวเป็นวงแหวนรอบๆ ท่อ

3) ชั้นของเนื้อเยื่อประสานที่อยู่ใต้ชั้นเยื้อเยื่อบุผิว

4) ชั้นของเนื้อเยื่อบุผิว

ท่อนำไข่ต้องทำหน้าที่เป็นทั้งท่อทางเดินของไข่และตัวอสุจิ ซึ่งมีการเดินทางในทิศทางตรงกันข้าม เพื่อให้มาพบกันและเกิดการปฏิสนธิ ดังนั้นท่อนำไข่จึงมีโครงสร้างและการทำงานที่สัมพันธ์กันอย่างดีในการทำหน้าที่โดยฟิมเบรียมีส่วนคล้ายนิ้วมือที่คอยปัดไข่ที่ตกจากรังไข่ให้เข้ามาอยู่ในส่วนของปากแตรแทนที่จะตกลงไปในช่องท้อง จากนั้นไข่จึงเดินทางไปตามหลืบของแอมพูลลา ส่วนการนำตัวอสุจิเข้าไปเพื่อผสมกับไข่นั้นเป็นหน้าที่ของกล้ามเนื้อของท่อนำไข่ และส่วนต่อของมดลูกกับท่อนำไข่ เมื่อไข่เดินทางไปถึงบริเวณส่วนต่อของแอมพูลลากับอิสธ์มัสนั้น ส่วนต่อนี้จะช่วยชะลอการเดินทางของไข่ให้อยู่ในบริเวณนี้หลายชั่วโมง เพื่อรอรับการปฏิสนธิกับตัวอสุจิ ทำให้มีโอกาสในการปฏิสนธิมาก ตัวอสุจิจะเข้าปฏิสนธิกับไข่ในบริเวณส่วนต้นของแอมพูลลากับอิสธ์มัสนี้ และเมื่อไข่ได้รับการปฏิสนธิกับตัวอสุจิแล้ว จะยังคงอยู่ในท่อนำไข่นี้ต่อไปอีกระยะหนึ่งและมีการแบ่งตัวของไข่ที่ปฏิสนธิแล้วนี้ในระยะต้น ก่อนที่จะถูกนำเข้าสู่ส่วนต่อไปของมดลูก

3. มดลูก เป็นอวัยวะที่มีลักษณะคล้ายถุงกล้ามเนื้อ ถูกยึดให้ติดอยู่กับผนังช่องท้องและผนังช่องเชิงกรานโดยเยื่อบุช่องท้อง ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของตัวอสุจิไปผสมกับไข่ เป็นที่ฝังตัวของไข่ที่ถูกผสมแล้ว และเป็นที่พัฒนาการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ตลอดทั้งการขับเอาตัวอ่อนออกไปเมื่อถึงกำหนดคลอด มดลูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1) ปีกมดลูก (uterine horn) เป็นส่วนที่อยู่ต่อเนื่องมาจากท่อนำไข่ มีลักษณะเป็นท่อรูปทรงกระบอกมีอยู่ 2 ข้าง ซ้ายและขวา ซึ่งตอนปลายของท่อจะมาเปิดร่วมกันเป็นตัวมดลูก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของปีกมดลูกจะแตกต่างกันออกไปในสัตว์ชนิดต่างๆ เมื่อสัตว์นั้นตั้งท้องเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของปีกมดลูกจะขยายออกไปได้มากตามระยะของการตั้งท้องในสัตว์เลี้ยงเมื่อแม่สัตว์ตั้งท้อง ตัวอ่อนจะฝังตัวและเจริญที่ปีกมดลูกข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้ง 2 ข้าง

2) ตัวมดลูก (uterine body) เป็นท่อร่วมของปีกมดลูกทั้ง 2 ข้างที่เข้ามาบรรจบกัน มีขนาดสั้นๆ อยู่ต่อจากทางแยกของปีกมดลูกทั้ง 2 ข้าง ด้านท้ายของท่อเปิดเข้าสู่ปากมดลูก ความยาวของตัวมดลูกจะแตกต่างกันออกไปในสัตว์ชนิดต่างๆ ในคนและสัตว์บางชนิดเมื่อตั้งท้อง ลูกอ่อนจะฝังตัวอยู่ที่ตัวมดลูกนี้

3) คอมดลูก (cervix) เป็นก้อนกล้ามเนื้อรูปทรงกระบอกที่เชื่อมต่ออยู่ระหว่างตัวมดลูกกับช่องคลอดมีโครงสร้างคล้ายหูรูด มีผนังหนาและแข็งแรงมาก วางอยู่ภายในช่องเชิงกรานและถูกยึดให้อยู่ในตำแหน่งที่คงที่มากกว่าส่วนอื่น ภายในท่อมีช่องว่างเล็กๆ แคบๆ เป็นทางติดต่อระหว่างตัวมดลูกกับช่องคลอด ลักษณะภายในท่อจะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด เช่น คอมดลูกของสุกรจะมีลักษณะภายในเป็นเกลียว ซึ่งจะรองรับพอดีกับปลายองคชาตของพ่อสุกรในขณะผสมพันธุ์ คอมดลูกทำหน้าที่เป็นทางผ่านของตัวอสุจิเข้าไปในตัวมดลูกเพื่อไปผสมกับไข่ในบริเวณท่อนำไข่ และเป็นแหล่งกักตัวอสุจิไว้ในร่องคอมดลูก แล้วค่อยๆ ปล่อยตัวอสุจิเข้าไปในมดลูกเพื่อมิให้ตัวอสุจิไปยังบริเวณที่จะปฏิสนธิมากเกินไป นอกจากนี้คอมดลูกยังเป็นทางผ่านของลูกสัตว์ในท้องออกสู่ภายนอกเมื่อครบกำหนดคลอด ตามปกติช่องว่างภายในคอมดลูกจะปิดสนิทโดยการรัดของกล้ามเนื้อคอมดลูก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างที่สัตว์อุ้มท้องเพื่อป้องกันการติดเชื้อเข้าไปภายในมดลูก คอมดลูกจะขยายกว้างออกและมีการคลายตัวเมื่ออยู่ในช่วงของการเป็นสัดและขณะสัตว์คลอดเท่านั้น นอกนี้ในชั้นเนื้อเยื่อบุผิวของคอมดลูก

4. ช่องคลอด เป็นอวัยวะสำหรับร่วมเพศของตัวเมีย เป็นที่รองรับองคชาตของตัวผู้ที่สอดใส่เข้ามาในเวลาผสมพันธุ์ ช่องคลอดในโคและแกะยังเป็นที่รับน้ำเชื้อที่ตัวผู้หลั่งออกมาอีกด้วย ตัวอสุจิส่วนหนึ่งจะเคลื่อนผ่านคอมดลูกเข้าไป และส่วนที่เหลือจะเก็บสำรองอยู่ที่ช่องคลอด แต่ในสุกรตัวผู้จะหลั่งน้ำเชื้อเข้าสู่คอมดลูกโดยตรงนอกจากนี้ช่องคลอดยังทำหน้าที่เป็นทางผ่านของลูกสัตว์เมื่อคลอดด้วย ช่องคลอดมีลักษณะเป็นท่อกล้ามเนื้ออยู่ในช่องเชิงกราน โดยเป็นส่วนที่อยู่ต่อจากคอมดลูก ปลายอีกข้างหนึ่งจะต่อเนื่องกับปากช่องคลอด โดยไม่มีรอยแบ่งที่ชัดเจนระหว่างช่องคลอดกับปากช่องคลอด แต่จะยึดเอาตำแหน่งที่เป็นรูเปิดของท่อทางเดินปัสสาวะเป็นรอยแบ่งแยก ในสัตว์ก่อนวัยสาวจะมีแผ่นเยื่อยื่นออกมาขวางทางเยื่อบุผิวออกมาแต่ละด้าน มาปิดช่องว่างภายในของช่องคลอดให้แยกออกจากปากช่องคลอด เรียกแผ่นเยื่อนี้ว่าเยื่อพรหมจารี (hymen) ซึ่งมักจะฉีกขาดออกไปเมื่อเริ่มผสมพันธุ์

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของช่องคลอดแตกต่างกันออกไปในสัตว์ชนิดต่างๆ เช่น ช่องคลอดของโคยาวประมาณ 30 เซนติเมตร ของสุกรยาว 10 เซนติเมตร เป็นต้น ลักษณะโครงสร้างของผนังช่องคลอดประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชั้น เช่นเดียวกับท่อนำไข่และมดลูก คือ ประกอบด้วยชั้นของเยื่อบุช่องท้อง ชั้นของกล้ามเนื้อชั้นของเนื้อเยื่อประสาน และชั้นของเนื้อเยื่อบุผิว แต่ที่แตกต่างออกไปก็คือ ภายในชั้นกล้ามเนื้อของช่องคลอดจะมีเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ (elastic tissue) ทำให้ผนังช่องคลอดมีความยืดหยุ่นได้ดี และมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงจำนวนมาก มีเส้นประสาทเจริญดี และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกอยู่ ส่วนชั้นเนื้อเยื่อบุผิวนั้นมีต่อมต่างๆ แทรกอยู่ไม่มาก ปกติจะมีสีซีด นอกจากในระหว่างเป็นสัดซึ่งจะมีสีชมพูหรือแดง เนื่องจากมีการไหลเวียนของโลหิตดีมาก

5. ปากช่องคลอด เป็นอวัยวะที่มีลักษณะเป็นแอ่งซึ่งใช้ร่วมกันระหว่างระบบสืบพันธุ์และ

ระบบขับถ่ายของสัตว์เลี้ยง เป็นอวัยวะที่อยู่ปลายนอกสุดของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย โดยจะวางอยู่ทางด้านล่างของทวารหนักลงมาทางด้านท้อง (ventral) 5-6 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งเปิดออกสู่ภายนอกร่างกาย ปากช่องคลอดประกอบด้วยส่วนต่างๆ 6 ส่วน คือ

1) เวสติบูล (vestibule) เป็นส่วนที่อยู่ต่อออกมาจากช่องคลอด โดยยึดเอาบริเวณที่ท่อปัสสาวะมาเปิดอยู่เป็นที่แบ่งแยกระหว่างช่องคลอดกับเวสติบูล ปลายอีกข้างหนึ่งเปิดออกสู่ภายนอก โดยมีรอยแยกตามแนวดิ่ง

2) ปุ่มกระสัน (clitoris) ในส่วนของเวสติบูลมีอวัยวะซึ่งเรียกว่าปุ่มกระสัน เป็นอวัยวะที่ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อที่แข็งตัวได้ มีเส้นประสาทจำนวนมากมาเลี้ยงบริเวณนี้ มีปลายประสาทรับความรู้สึกอยู่มากทำให้มีความรู้สึกไวต่อการสัมผัส

3) แคมใน (labia minora) เป็นส่วนที่อยู่ขนาบรอยแยกตามแนวดิ่งของเวสติบูล มีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคล้ายฟองน้ำ

4) แคมนอก (labia majora) เป็นส่วนที่มองเห็นได้ชัดเจนจากภายนอก มีลักษณะคล้ายรูปหัวใจมีโครงสร้างประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ มีไขมัน และกล้ามเนื้อเรียบเป็นชั้นบางๆ แทรกอยู่ โครงสร้างของผิวนอกคล้ายกับโครงสร้างของผิวหนัง

เมื่อสัตว์แสดงอาการเป็นสัด บริเวณปากช่องคลอดจะบวมแดง มีขนาดใหญ่ขึ้นหากเปิดดูเยื่อบุของปากช่องคลอดจะเห็นเป็นสีชมพูหรือสีแดงเรื่อๆ และมีเมือกชุ่ม

อวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ปีก

สัตว์ปีกไม่ได้ออกลูกเป็นตัว แต่ขยายพันธุ์โดยการวางไข่ที่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิแล้ว และเมื่อไข่ได้รับการฟักภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ตัวอ่อนของสัตว์ปีกที่อยู่ภายในไข่จะเจริญเติบโตโดยใช้อาหารที่สะสมอยู่ในส่วนที่เป็นไข่แดง เมื่อถึงกำหนดที่ตัวอ่อนเจริญเติบโตมีอวัยวะครบถ้วนจะสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้คล้ายกับตัวอ่อนแรกคลอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม จึงจะออกจากไข่ ดังนั้นอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศเมียจึงมีลักษณะและการทำงานแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพื่อความเหมาะสมของหน้าที่การทำงานในการขยายพันธุ์ โดยจะแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ รังไข่ (ovary) ท่อนำไข่ (oviduct) และช่องทวารร่วม (cloaca)

1.รังไข่ สัตว์ปีกที่โตเต็มที่แล้วจะมีรังไข่ข้างซ้ายและท่อนำไข่ข้างซ้ายเท่านั้นที่เจริญจนทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ได้ โดยในขณะที่เป็นตัวอ่อนระยะแรกอยู่ในไข่นั้นพบว่ามีรังไข่และท่อนำไข่ทั้ง 2 ข้าง คือซ้ายและขวา แต่ในการพัฒนาของตัวอ่อนระยะต่อมาปรากฏว่ารังไข่และท่อนำไข่ข้างขวาของไก่และนกเกือบทุกชนิดไม่เจริญและพัฒนาขึ้น และเมื่อสัตว์โตเต็มที่จะคงเหลือแต่เพียงร่องรอยเท่านั้น ดังนั้นจึงมีเพียงรังไข่และท่อนำไข่ข้างซ้ายเท่านั้นที่เจริญพัฒนาขึ้นมาตามปกติ

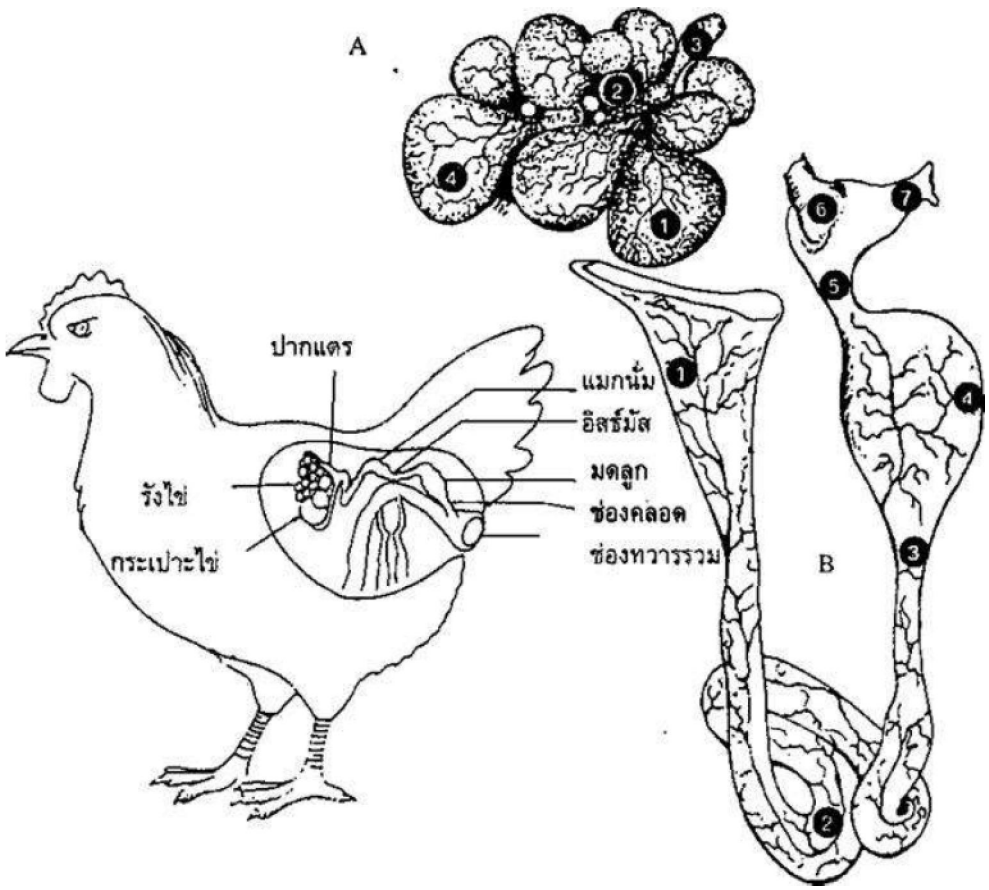
รังไข่ของสัตว์ปีกซึ่งเป็นรังไข่ข้างซ้ายยึดติดอยู่กับด้านบนของช่องท้องใกล้กับด้านซ้ายของ

กระดูกสันหลังบริเวณด้านหน้าของไตข้างซ้าย เช่นเดียวกับอัณฑะข้างซ้ายในตัวผู้ รังไข่นี้จะยึดติดกับผนังลำตัวด้านบนด้วยส่วนที่เรียกว่าขั้วรังไข่ (stalk of ovary) รังไข่ของสัตว์ปีกมีลักษณะเป็นแผ่นรูปสามเหลี่ยมสีน้ำตาลอ่อนหรือสีครีมผิวขรุขระ ซึ่งส่วนที่ทำให้ผิวของรังไข่ขรุขระนี้คือไข่อ่อน (primary oocyte) ซึ่งจะเจริญเป็นไข่แดง (yolk หรือovum) ของฟองไข่ต่อไป เมื่อสัตว์ปีกเติบโตจนเข้าสู่วัยสาว รังไข่จะมีลักษณะคล้ายพวงองุ่น ซึ่งเป็นพวงของกลุ่มกระเปาะไข่หลายกลุ่มที่เจริญขึ้นต่างระยะกัน จึงมีขนาดต่างกัน ภายในกระเปาะไข่มีเซลล์ไข่และไข่แดงที่เซลล์ไข่สร้างขึ้นอยู่รวมกัน โดยมีเยื่อบางๆ หุ้มอยู่ที่บริเวณผิวของถุงหุ้มไข่มีส้นเลือดฝอยจำนวนมากมาหล่อเลี้ยง เส้นเลือดฝอยเหล่านี้เป็นทางลำเลียงโภชนะต่างๆ ที่จำเป็นในการสร้างไข่มาใช้ในการสร้างฟองไข่แดง แต่ที่บริเวณส่วนหนึ่งของถุงหุ้มไข่มีลักษณะเป็นแนวยาวอยู่ตรงกันข้ามกับขั้วรังไข่เป็นแนวที่ไม่มีเส้นเลือดผ่านเลย เรียกแนวนี้ว่าสติกมา (stigma) ซึ่งมีประโยชน์ในเวลาที่ไข่เจริญเต็มที่และมีการตกไข่ (ovulation) ถุงหุ้มไข่จะฉีกขาดในแนวสติกมานี้ โดยไม่มีเลือดออก ปล่อยให้เซลล์ไข่และไข่แดงซึ่งอยู่รวมกันในเยื่อหุ้มไข่หลุดออกมาจากรังไข่เข้าสู่ท่อนำไข่ซึ่งมีระบบการสร้างให้เป็นฟองไข่ที่สมบูรณ์ต่อไป แต่ในการตกไข่บางครั้ง หากถุงหุ้มไข่ฉีกขาดในบริเวณนอกแนวสติกมาอาจมีเส้นเลือดฝอยบางส่วนบนถุงหุ้มไข่ฉีกขาด ทำให้เลือดออก และเลือดนั้นจะแข็งตัวเป็นลิ่ม เมื่อทั้งไข่แดงและลิ่มเลือดเคลื่อนเข้าสู่ท่อนำไข่และมีการสร้างเป็นฟองไข่จะปรากฏมีจุดเลือด (blood spot) อยู่ภายในฟองไข่นั้น หรือหากขณะเกิดการตกไข่มีส่วนของถุงหุ้มไข่ฉีกขาดหลุดออกมาด้วยก็จะปรากฏเป็นจุดเนื้อ (meat spot) อยู่ในฟองไข่นั้น

จำนวนกระเปาะไข่ในรังไข่ของสัตว์แต่ละตัวมีจำนวนจำกัดแน่นอน แต่การปรับปรุงพันธุ์จะช่วยเพิ่มจำนวนกระเปาะไข่ที่สามารถพัฒนาและเจริญจนตกไข่ได้มากในระหว่างฤดูกาลผสมพันธุ์ เช่น ในไก่ป่านั้นจะมีตับไข่สั้นๆ แต่ไก่ไข่ที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์แล้วอาจจะสามารถให้ไข่ได้มากถึงปีละ 300 ฟอง

ในรังไข่ของไก่สาวที่เริ่มให้ไข่นั้นจะมีไข่แดงจำนวนมากที่มีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ขนาดที่เกือบมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น จนถึงขนาดที่เท่ากับไข่แดงในฟองไข่ปกติ และยังมีไข่อ่อนเล็ก ๆ อีกจำนวนมากฝังตัวอยู่ในรังไข่ รวมไข่แดงและไข่อ่อนทั้งหมดอาจมีมากถึง 12,000 ฟอง ในไก่ที่กำลังให้ไข่นั้น จะพบไข่แดงสีเหลืองเข้มที่มีขนาดใหญ่ลดหลั่นกันตามลำดับ ประมาณ 5-6 ฟอง และพบไข่เล็กๆ สีขาวในรังไข่อีกเป็นจำนวนมากไข่เหล่านี้จะค่อยๆ ทยอยเจริญขึ้นมาจนมีการตกไข่เพียงครั้งละ 1 ฟอง

รังไข่ของแม่ไก่ที่อยู่ในระยะพักตัว ไม่ได้วางไข่ จะมีลักษณะยาว แบน ปลายด้านหน้าป้านและปลายด้านหลังแหลมเล็กน้อย หนักประมาณ 2-6 กรัม มีความยาวประมาณ 3 เซนติเมตร กว้าง 2 เซนติเมตร และหนา 3.5-10.0 มิลลิเมตร มีไข่อ่อนขนาดเล็กๆ สีเทาหรือขาวเทาอยู่จำนวนมาก



A. รังไข่

1. ไข่แดงที่เจริญเต็มที่แล้ว ซึ่งอยู่ภายในถุงไข่แดง
2. ไข่แดงที่ยังเจริญไม่เต็มที่
3. ถุงไข่แดง
4. สติกมา

B. ท่อนำไข่

1. ปากแตร
2. แมกนั่ม
3. อิสธ์มัส
4. มดลูก
5. ช่องคลอด
6. ช่องทวารร่วม
7. รูเปิดของปลายท่อทางเดินอาหาร

ภาพที่ 2.2 อวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์ของไก่เพศเมีย

ที่มา: Acker (1991)

1. ท่อนำไข่ เป็นท่อที่มีลักษณะเหี่ยวย่นขนาดใหญ่ สามารถยืดขยายให้ฟองไข่ผ่านไปได้ ท่อนำไข่ของสัตว์ปีกมีข้างซ้ายเพียงข้างเดียวที่พัฒนาและเจริญขึ้นมาตามปกติ ขนาดและความยาวของท่อนำไข่ของสัตว์ปีกขึ้นอยู่กับช่วงระยะในวงรอบการสืบพันธุ์ (reproductive cycle) ดังแสดงในตารางที่ 2.8 เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ (gonadotrophic hormone) ที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary) ร่วมกับฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ที่ผลิตจากรังไข่ ในไก่ตัวเมียที่ยังเติบโตไม่เต็มที่และแม่ไก่ที่กำลังผลัดขนจะมีฮอร์โมนเหล่านี้ต่ำ จึงมีท่อนำไข่เล็กและสั้น ส่วนแม่ไก่ที่กำลังให้ไข่จะมีระดับฮอร์โมนเหล่านี้สูง ท่อนำไข่จึงมีขนาดยาว ใหญ่ และหนาเหี่ยวย่น

ตารางที่ 2.8 น้ำหนักและความยาวของท่อนำไข่ของไก่ในระยะต่างๆ

ระยะ	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (ซ.ม.)
ไก่สาวอายุ 4 เดือน	1.10	9.69
ไก่สาวอายุ 5 เดือน	22.00	32.21
แม่ไก่หลังจากเริ่มให้ไข่ฟองแรก	77.20	67.74
แม่ไก่ระยะผลัดขน	4.20	16.92

ที่มา: Nesheim et al. (1979)

ท่อนำไข่เป็นอวัยวะที่มีชั้นของกล้ามเนื้อมาก มีเส้นประสาทและเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก เส้นเลือดเหล่านี้ทำหน้าที่ลำเลียงโภชนะต่างๆ มาใช้ในการสร้างฟองไข่ คือ ไข่ขาว เยื่อเปลือกไข่ และเปลือกไข่ เพื่อห่อหุ้มเซลล์ไข่และไข่แดงที่ตกลงมาในท่อนำไข่ให้เป็นฟองไข่ที่สมบูรณ์ ไม่ว่าเซลล์ไข่และไข่แดงนั้นจะได้รับการผสมกับตัวอสุจิหรือไม่ก็ตาม การสร้างไข่แต่ละฟองในท่อนำไข่ใช้เวลาประมาณ 25 ชั่วโมง และเมื่อแม่ไก่วางไข่แล้วประมาณครึ่งชั่วโมง ก็จะมีการตกไข่ฟองต่อไป

ท่อนำไข่ของสัตว์ปีกสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนตามหน้าที่ในการสร้างฟองไข่ คือ

1) ท่อปากแตรหรือปากกรวย (infundibulum หรือ funnel) เป็นส่วนแรกของท่อนำไข่ที่อยู่ใกล้รังไข่ที่สุด ปากแตรมีลักษณะเป็นเนื้อเยื่อบางแผ่กว้างออกเป็นรูปกรวยและมีแอ่งคล้ายกระทะ มีฟิมเบรียคล้ายนิ้วมือยื่นออกไปรอบๆ ปลายขอบปากแตรเป็นอวัยวะซึ่งมีหน้าที่รองรับฟองไข่แดงที่ตกลงมาจากรังไข่เพื่อส่งต่อไปยังท่อนำไข่ส่วนอื่นๆ โดยฟิมเบรียหน้าที่พัดโบกไข่แดงที่ตกออกมาจากรังไข่ให้เข้ามาตรงปากแตร บริเวณส่วนคอของปากแตร (chalaziferous region หรือ tubular region) ซึ่งอยู่ต่อจากบริเวณแอ่งกระทะ มีลักษณะเป็นท่อแคบๆ และมีผนังหนากว่าบริเวณฟิมเบรีย แต่บางกว่าส่วนอื่นๆ ของท่อนำไข่ ภายในเป็นหลืบ บริเวณนี้ทำหน้าที่สร้างขั้วไข่ขาว (chalazae)

2) แมกนั่ม (magnum) เป็นท่อนำไข่ส่วนที่อยู่ต่อจากปากแตร มีความยาวมากกว่า

ส่วนอื่นๆ ทั้งนี้แมกนั่มจะมีลักษณะต่างจากท่อนำไข่ส่วนอื่นๆ โดยแมกนั่มจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกมากขึ้นผนังหนาขึ้น ผนังด้านในเป็นหลืบประมาณ 22 หลืบ และมีต่อมสร้างอัลบูมิน (viscous albumen) ซึ่งเป็นไข่ขาวส่วนข้น (thick white) อยู่จำนวนมาก แมกนั่มของแม่ไก่ยาวประมาณ 32.5 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร มีหน้าที่สร้างไข่ขาวส่วนข้นชั้นใน (inner thick white) ไข่ขาวส่วนเหลวชั้นใน (inner thin white) และไข่ขาวส่วนข้นชั้นนอก (thick albumen)

3) อิสธ์มัส (isthmus) เป็นส่วนสั้นๆ ที่อยู่ต่อจากแมกนั่ม มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กลง เช่นในไก่ไข่ยาวประมาณ 10 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร มีหลืบอยู่ภายในประมาณ 18-20 หลืบ และมีแถบแคบๆ แบ่งเขตนี้ออกจากแมกนั่ม อิสธ์มัสเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เจือจางไข่ส่วนข้นบางส่วนให้เป็นไข่ขาวส่วนเหลวชั้นนอก (outer thin albumen) และหลั่งสารออกมาสร้างเยื่อเปลือกไข่ (shell membrane)

4) มดลูก (uterus) เป็นส่วนของท่อนำไข่ที่อยู่ระหว่างอิสธ์มัสและช่องคลอด ในแม่ไก่ไข่ มดลูกจะมีความยาวประมาณ 11 เซนติเมตร และมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 เซนติเมตร มดลูกมีหน้าที่สร้างเปลือกไข่ (shell) และอาจสร้างเม็ดสีในเปลือกไข่ (shell pigment) ด้วย บางครั้งจึงเรียกมดลูกว่าต่อมสร้างเปลือกไข่ (shell gland) นอกจากนี้ยังทำหน้าที่หลั่งสารหล่อลื่นออกมาเคลือบเปลือกไข่เพื่อช่วยให้ไข่เดินทางผ่านช่องคลอดและทวารออกสู่ภายนอกร่างกายได้ง่าย

5) ช่องคลอด (vagina) เป็นส่วนสุดท้ายของท่อนำไข่ซึ่งอยู่ติดกับทวาร ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของไข่ออกสู่ภายนอก โดยไม่มีการสร้างสิ่งใดเพิ่มเติมให้แก่ไข่เลย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งเก็บสำรองตัวอสุจิในการปฏิสนธิ ช่องคลอดมีรูปร่างเป็นท่อโค้งคล้ายตัวเอส (S) มีกล้ามเนื้อแทรกอยู่ และมีช่องว่างแคบๆ ภายในท่อ แม่ไก่ที่กำลังให้ไข่มีช่องคลอดยาวประมาณ 11.75 เซนติเมตร มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 เซนติเมตร ช่องคลอดมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงมาก สัตว์ปีกไม่มีคอมดลูก แต่มีกล้ามเนื้อหูรูด (sphincter) อยู่ระหว่างมดลูกและช่องคลอด ทั้งนี้ช่องคลอดจะเปิดเข้าสู่ช่องทวารร่วมโดยตรง

2. ช่องทวาร ปากช่องทวารร่วมเป็นช่องเปิดของช่องคลอด ท่อนำน้ำปัสสาวะและทางเดินอาหาร ดังนั้นช่องทวารร่วมจึงทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์และขับถ่ายโดยเป็นปลายสุดของระบบทั้งสองนี้ที่เปิดออกสู่ภายนอกร่างกาย จะเห็นได้ว่ากายวิภาคและสรีระของระบบสืบพันธุ์ในสัตว์ปีกแตกต่างจากระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหลายประการ เช่น สัตว์ปีกไม่มีรังไข่และท่อนำไข่ข้างขวา ไม่มีคอมดลูก ขยายพันธุ์โดยการวางไข่ที่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิแล้วออกมาฟักภายนอก ตัวอ่อนที่อยู่ภายในไข่จะเจริญเติบโตโดยใช้อาหารที่สะสมอยู่ในไข่แดงจนกว่าจะเติบโตมีอวัยวะที่สมบูรณ์และออกจากไข่

การกำเนิดของไข่และการเจริญของกระเปาะไข่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ในสัตว์เพศเมียนั้นเซลล์กำเนิดของเซลล์สืบพันธุ์หรือโอโอโกเนีย (germ cell หรือ oogonia) ได้ทวีจำนวนจนมีจำนวนที่คงที่แน่นอนอยู่ในบริเวณส่วนนอกของรังไข่ตั้งแต่สัตว์ยังเป็นตัวอ่อนอยู่ในท้องแม่ โดยจำนวนโอโอโกเนียนี้จะมีจำนวนสูงสุดแล้วตั้งแต่ก่อนคลอด และจะไม่มีการทวีจำนวนโดยการแบ่งตัวหรือโดยการสร้างวิธีอื่นๆ อีกเลย ตลอดอายุของสัตว์ โอโอโกเนียเหล่านี้จะแบ่งตัวให้กำเนิดไข่หรือโอโอไซท์ (oocyte) ที่มีรูปร่างกลม และเคลื่อนที่ไม่ได้ ซึ่งการกำเนิดของไข่หรือ โอโอไซท์จำนวนทั้งหมดจะสิ้นสุดลงเมื่อใกล้คลอด และไม่มีการกำเนิดของไข่ขึ้นมาอีกตลอดอายุของสัตว์เช่นกัน เมื่อลูกสัตว์เพศเมียคลอดออกมานั้น รังไข่แต่ละข้างจะมีโอโอไซท์ อยู่หลายพันฟอง ซึ่งโอโอไซท์ที่จะเจริญจนเป็นไข่สุกและตกออกมาจากรังไข่ในเวลาไข่ตก (ovulation) นั้น นับว่าเป็นจำนวนที่น้อยมากเมื่อเทียบสัดส่วนกับจำนวนโอโอไซท์ทั้งหมดที่มีอยู่ในรังไข่โดยประมาณว่าในรังไข่ของมนุษย์มีไข่อยู่ถึง 400,000 ฟอง รังไข่ทั้งสองข้างของแม่สุกรมีไข่รวมกันถึง 80,000 ฟอง และรังไข่ทั้งสองข้างของแม่โคมีไข่รวมกันถึง 75,000 ฟอง เป็นต้น สมมติว่าในแต่ละวงรอบของการเป็นสัดของมนุษย์หรือแม่โคมีไข่ 1 ฟองที่สามารถพัฒนาและเจริญเต็มวัยเป็นไข่สุกตกออกมาจากรังไข่ได้ ก็แสดงว่าต้องมีไข่จำนวนมากมายที่ไม่ได้มีการพัฒนาจนเต็มวัยมาเป็นไข่สุก เช่น ในระหว่างการพัฒนาของไข่ในแม่โคจนเจริญเป็นไข่เต็มวัยตกออกมาจากรังไข่แต่ละฟองนั้น จะมีไข่ฟองอื่นๆ ประมาณ 12 ฟองที่อาจตายไปในระหว่างการพัฒนาก่อนที่จะถึงระยะเจริญเต็มวัย แม้แต่ในสัตว์ที่ออกลูกเป็นครอกซึ่งมีไข่ออกมาจากรังไข่ครั้งละหลายฟองในแต่ละวงรอบของการเป็นสัด เช่น แม่สุกรอาจมีไข่ตกวงรอบละถึง 20 ฟอง ก็ยังนับว่าเป็นจำนวนที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณไข่ทั้งหมดที่มีอยู่ในรังไข่ ดังนั้นจำนวนไข่ที่มีอยู่ในรังไข่นั้นจึงมากเกินพอสำหรับการใช้งานตลอดอายุของสัตว์

โอโอไซท์เหล่านี้มีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (2N) และจะแบ่งตัวแบบลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง (N) ก่อนการตกไข่เล็กน้อย โอโอไซท์แต่ละฟองมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 20 ไมโครเมตร โอโอไซท์เหล่านี้กระจายอยู่ในชั้นคอร์เท็กซ์ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกของรังไข่โดยมีเยื่อหุ้มรังไข่ (tunica albuginea) ปกคลุมอยู่ ซึ่งต่อมาจะมีฟอลลิคิวลาว์เซลล์ (follicular cell) มาหุ้มล้อมรอบโอโอไซท์เอาไว้เป็นกระเปาะไข่ (follicle) เพื่อรอเวลาให้โอโอไซท์เหล่านี้เจริญต่อไปจนกว่าจะค่อยๆ ทยอยสุกและตกออกมาจากรังไข่ โดยแบ่งระยะการเจริญเติบโตของกระเปาะไข่ออกเป็น 3 ระยะ คือ

1) กระเปาะไข่ระยะแรก (primary follicle) เป็นกระเปาะไข่ที่เริ่มเจริญเติบโต มีฟอลลิคิวลาว์เซลล์ซึ่งมีลักษณะแบนๆ (squamous type) เพียงชั้นเดียวหุ้มล้อมรอบฟองไข่อ่อนอยู่ และค่อยๆ มีช่องว่างเกิดขึ้นเป็นโพรงระหว่างฟองไข่กับถุงหุ้มไข่ กระเปาะไข่ระยะนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 40 ไมโครเมตร

2) กระเปาะไข่ระยะที่สอง (secondary follicle หรือ growing follicle) เป็นกระเปาะไข่

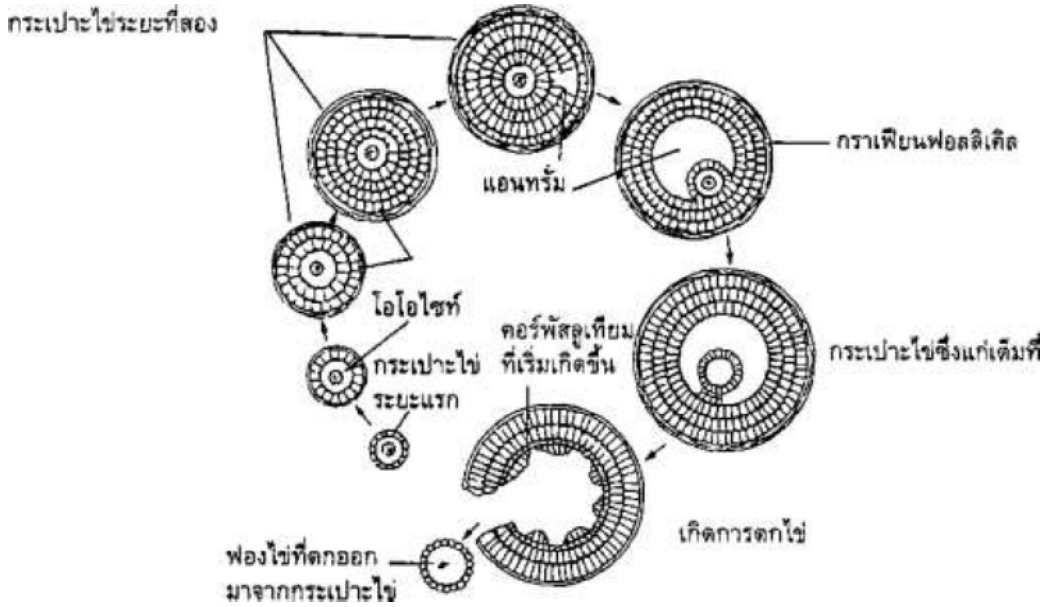
ที่เจริญขึ้นมาจากกระเปาะไข่ระยะแรก ฟอลลิคิวลาร์เซลล์ซึ่งมีลักษณะแบนๆ แบ่งตัวเพิ่มจำนวนเป็นสองชั้น หุ้มฟองไข่ซึ่งยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ไว้ และมีการพัฒนาของเซลล์รูปทรงสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า (cuboidal) อีกหลายชั้นหุ้มรอบฟองไข่ซึ่งค่อยๆ เจริญต่อไปเรื่อยๆ ในระยะนี้ฟองไข่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80 ไมโครเมตรและกระเปาะไข่ทั้งกระเปาะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 120 ไมโครเมตร

3) กระเปาะไข่ระยะที่สามหรือกราเฟียนฟอลลิเคิล (tertiary follicle หรือ Graafian follicle) เป็นระยะที่ฟอลลิคิวลาร์เซลล์ แบ่งตัวทวีจำนวนเป็นหลายชั้น และแยกตัวเกิดเป็นช่องว่างหรือโพรงขึ้นภายในถุงไข่ โดยเซลล์จำนวนหนึ่งถูกดันให้ไปชิดอยู่กับฟองไข่ ช่องว่างหรือโพรงนี้เรียกว่าแอนทรัม (antrum) ภายในโพรงนี้จะบรรจุของเหลวอยู่เต็มทำให้เห็นถุงไข่โป่งขึ้นมา ของเหลวนี้มีฮอร์โมนเอสโตรเจนซึ่งผลิตโดยเซลล์ที่หุ้มฟองไข่ปะปนอยู่ด้วย ในระยะนี้มีเส้นเลือดส่งสารอาหารมาหล่อเลี้ยงบริเวณกระเปาะไข่มากมาย ฟองไข่จะเจริญขึ้นเต็มที่จนเป็นไข่แก่พร้อมที่จะหลุดออกจากรังไข่เมื่อเกิดการตกไข่ (ovulation) กระเปาะไข่ที่เจริญเต็มที่ (mature follicle) ของแม่โคจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางถึง 10-20 มิลลิเมตร ของแม่แกะมีขนาด 5-10 มิลลิเมตร และของแม่สุกรมีขนาด 8-15 มิลลิเมตร เมื่อความดันภายในของกระเปาะไข่มีเพิ่มมากขึ้นเรื่อยจนถึงจุดหนึ่งก็จะแตกออก เกิดการดกไข่ ปล่อยให้ฟองไข่ที่เจริญเต็มที่แล้วหลุดออกจากกระเปาะไข่เข้าสู่ท่อนำไข่เพื่อรอรับการผสมกับตัวอสุจิต่อไป

โดยทั่วไปแล้วจะสามารถพบกระเปาะไข่ระยะแรกในชั้นคอร์เท็กซ์ของรังไข่ตั้งแต่สัตว์แรกเกิด แต่เมื่อกระเปาะไข่เข้ามาอยู่ในชั้นคอร์เท็กซ์แล้ว แทบจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือเจริญในชั้นต่อไปจนกว่าสัตว์จะเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ (puberty) เนื่องจากการเจริญและพัฒนาในชั้นต่อมาจนเป็นกราเฟียนฟอลลิเคิล นั้นอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเอฟเอสเอช (FSH หรือ follicle stimulating hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า การฉีกขาดของกระเปาะไข่เพื่อปล่อยฟองไข่ออกมาในการตกไข่นั้นอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนแอลเอช (LH หรือ luteinizing hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้จะเริ่มทำงานเมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์

โอโอเจเนซีส (oogenesis) เป็นกระบวนการสร้างไข่แก่ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการแบ่งเซลล์และการลดจำนวนโครโมโซมของเซลล์ลงครึ่งหนึ่ง คล้ายกับสเฟอร์มาโตเจเนซีสซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอสุจิ โดยมีขั้นตอนต่างๆ ในการแบ่งเซลล์คล้ายกัน โดยมีข้อแตกต่างที่กระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีส จะผลิตตัวอสุจิได้ 4 เซลล์จากเซลล์กำเนิดแต่ละเซลล์ แต่กระบวนการโอโอเจเนซีสจะผลิตไข่แก่ได้เพียง 1 ฟอง จากไพรมารีโอโอไซท์แต่ละเซลล์ แทนที่จะผลิตไข่แก่ขึ้นมาได้ 4 ฟอง เนื่องจากเซลล์ที่สร้างขึ้นอีก 3 เซลล์กลายเป็นโพลาร์บอดี (polar body) ตามกระบวนการต่อไปนี้คือ เมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์และเริ่มมีการพัฒนาของกระเปาะไข่ผ่านระยะต่างๆ นั้นก็จะเริ่มมีการเจริญและแบ่งตัวของโอโอไซท์ภายในกระเปาะไข่ตามกระบวนการโอโอเจเนซีส โดยฮอร์โมนเพศจะควบคุมให้ไพรมารี

โอโอไซท์ (primary oocyte) แบ่งเซลล์แบบไม่ลดจำนวนโครโมโซมกลายเป็น 2 เซลล์ เซลล์หนึ่งคือ เซคั่นดารีโอโอไซท์ (secondary oocyte) ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 120–200 ไมโครเมตร อีกเซลล์หนึ่ง คือเฟิร์สโพลาร์บอดี (first polar body) โดยในการแบ่งเซลล์นี้ ไซโตพลาสซึม (cytoplasm) เกือบทั้งหมดได้เคลื่อนตัวไป อยู่ในส่วนที่เป็นเซคั่นดารีโอโอไซท์ ส่วนเฟิร์สโพลาร์บอดีนั้นแทบจะมีแต่เฉพาะนิวเคลียส (nucleus) เท่านั้น จากนั้นเซตันดารีโอโอไซท์ซึ่งยังมีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (2N) จะเจริญเติบโตต่อไป และมีการแบ่งเซลล์โดยวิธีลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง (meiotic division) กลายเป็น 2 เซลล์ แต่ละเซลล์มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่ง (1N) เซลล์หนึ่งคือโอโอติด (ootid) อีกเซลล์หนึ่งคือเซคั่นโพลาร์บอดี (secondpolar body) ซึ่งในการแบ่งเซลล์นี้ไซโตพลาสซึมเกือบทั้งหมดได้เคลื่อนตัวไปอยู่ในส่วนของโอโอติด ส่วนเซคั่นโพลาร์บอดีแทบจะมีแต่เฉพาะนิวเคลียสเช่นเดียวกับเฟิร์สโพลาร์บอดี ในระหว่างที่เซคั่นดารีโอโอไซท์เจริญและพัฒนาอยู่ในกระเปาะไข่นั้น เฟิร์สโพลาร์บอดีอาจสลายตัวไป หรืออาจจะมีการแบ่งตัวอีกก็ได้ และในทำนองเดียวกันเซคั่นโพลาว์บอดีก็อาจสลายตัวไปหรือเสื่อมไปในเวลาต่อมาก็ได้

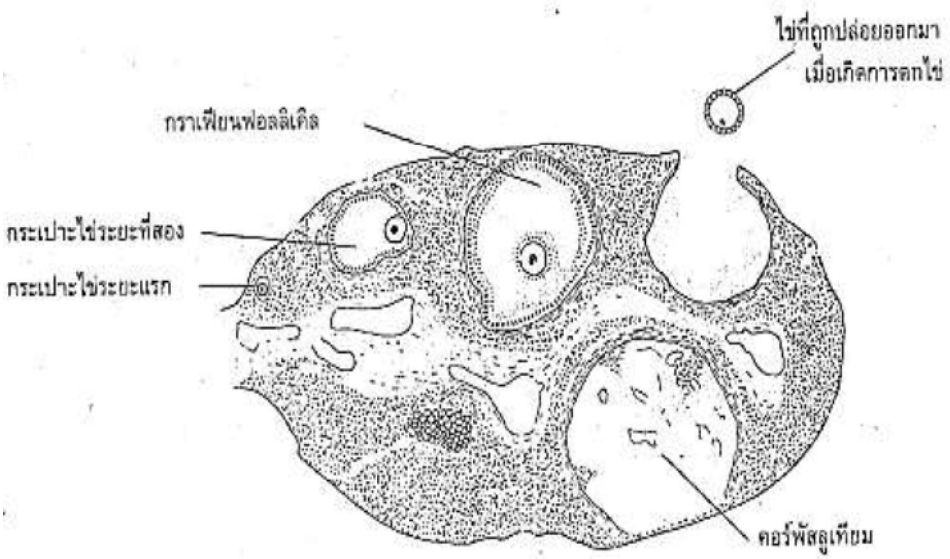


ภาพที่ 2.3 การเจริญเติบโตของกระเปาะไข่
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hunter (1985)

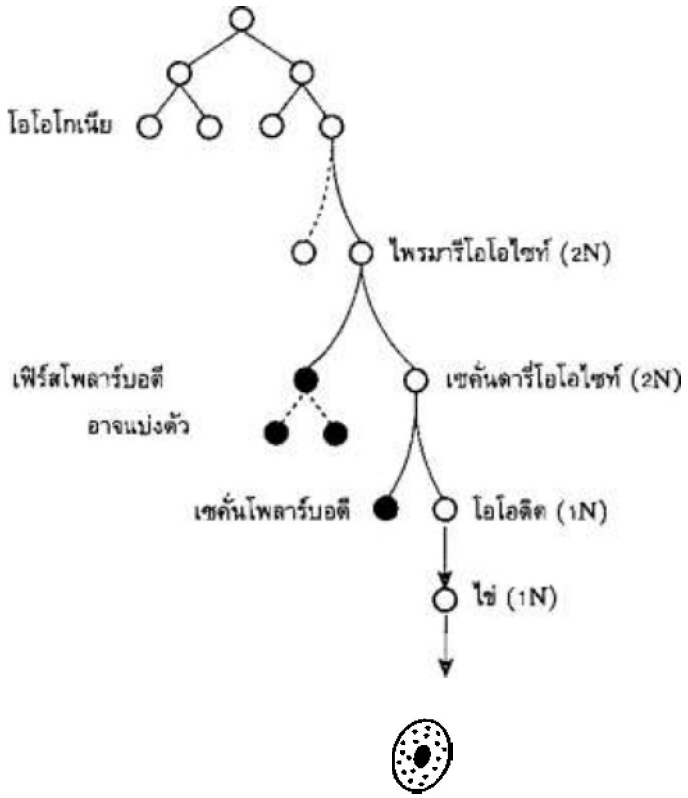
ดังนั้นในกระเปาะไข่แต่ละกระเปาะจึงอาจมีโพลาบอดี 2-3 เซลล์ ส่วนโอโอติดนั้นจะเจริญเป็นไข่ (ovum) ต่อไป ในสัตว์บางชนิดนั้นการเจริญเต็มที่ในขั้นสุดท้ายของโอโอติดเกิดขึ้นในกราเฟียนฟอลลิเคิล ก่อนที่กระเปาะไข่จะฉีกออกเพื่อการตกไข่ แต่ในสัตว์บางชนิด เช่น สุนัข ฟองไข่จะเจริญเต็มที่ในขั้นสุดท้ายเมื่อเดินทางไปสู่ท่อนำไข่แล้ว ขณะที่ในสัตว์บางชนิด เช่น โค และแกะ นั้น การแบ่งตัวของเซคั่นดารีโอโอไซท์ เพื่อเติบโตสมบูรณ์เป็นโอโอติดเกิดขึ้นในท่อนำไข่

ไพรมารีโอโอไซท์ที่เกาะติดอยู่ในขั้นคอร์เท็กซ์ของรังไข่ในสัตว์เลี้ยงนั้นสามารถมีชีวิตอยู่ได้หลายปีและในคนสามารถอยู่ได้ถึง 40 ปีหรือมากกว่านั้น จำนวนของกระเปาะไข่ที่จะสุกและปล่อยไข่ให้ตกออกมาในแต่ละวงรอบของการเป็นสัดนั้นขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ และสายพันธุ์ของสัตว์ ในสัตว์พวกโค กระบือและม้านั้น จะมีกระเปาะไข่หลายกระเปาะที่เจริญขึ้นมาในแต่ละวงรอบของการเป็นสัด แต่จะมีกระเปาะหนึ่งที่เจริญมากกว่ากระเปาะอื่นๆ จนเป็นไข่สุกและเกิดการตกไข่ก่อนฟองอื่นๆ ทำให้มีผลทางฮอร์โมนไปยับยั้งการเจริญของกระเปาะไข่ฟองอื่นๆ ไว้ก่อน จึงมีไข่สุกตกออกมาจากรังไข่เพียงฟองเดียวในแต่ละวงรอบของการเป็นสัด ส่วนในสุกรนั้นจะมีกระเปาะไข่เจริญขึ้นพร้อมๆ กัน จนเกิดการตกไข่ครั้งละ 10–25 ฟองในแต่ละวงรอบของการเป็นสัดและในแกะจะมีการตกไข่ครั้งละ 1–3 ฟอง สำหรับสัตว์ที่ตกไข่ครั้งละหลายฟอง เช่น สุกร และแกะนั้น สัตว์ในสายพันธุ์หนึ่งอาจมีไข่ตกครั้งละมากฟองกว่าอีกสายพันธุ์หนึ่ง จึงทำให้สัตว์บางสายพันธุ์มีลูกดกกว่าสายพันธุ์อื่นๆ จำนวนกระเปาะไข่ที่จะสุกและเกิดการตกไข่ในแต่ละครั้งนั้น นอกจากจะขึ้นอยู่กับชนิด พันธุ์ และสายพันธุ์ของสัตว์ ยังขึ้นอยู่กับลักษณะของสัตว์แต่ละตัวและสภาพแวดล้อมอีกด้วย เช่น ในสัตว์ซึ่งปกติมีไข่ตกครั้งละ 1 ฟอง บางครั้งอาจมีไข่ตกพร้อมกัน 2 ฟอง ทำให้เกิดลูกแฝดชนิดแฝดไม่เหมือนขึ้น ซึ่งโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ขึ้นนั้นจะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละตัว แม้จะเป็นสัตว์พันธุ์เดียวกันก็ตาม และโดยเหตุที่กระเปาะไข่แต่ละกระเปาะจะฉีกออกและมีเพียงฟองเดียวเท่านั้นในการตกไข่ ดังนั้นการปฏิบัติดูแลสัตว์ซึ่งช่วยเพิ่มจำนวนกระเปาะไข่ที่เจริญขึ้นมาจนเกิดการตกไข่ได้ เช่น การปรนสัตว์โดยให้สัตว์ได้รับพลังงานจากอาหารมากขึ้นในระยะที่มีการเจริญของกระเปาะไข่ ก็จะช่วยเพิ่มจำนวนไข่ที่ตกออกมาจากรังไข่ด้วย

เมื่อเกิดการตกไข่นั้น ผนังของกระเปาะไข่จะแตกออกปล่อยให้ของเหลวภายในโพรงกระเปาะไข่ไหลผ่านออกมา และจะมีฟองไข่ซึ่งมีกลุ่มเซลล์หุ้มอยู่หลุดตามออกมาด้วย ทำให้ฟองไข่และกลุ่มเซลล์ที่หุ้มอยู่สามารถผ่านปากแตรเข้าสู่ท่อนำไข่ได้ กรณีฉีกขาดของกระเปาะไข่นี้อาจทำให้มีเลือดออกเล็กน้อย



ภาพที่ 2.4 ภาพหน้าตัดของรังไข่แสดงให้เห็นการเจริญเติบโตของกระเปาะไข่และคอร์ปัสลูเทียม
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hunter (1985)



ภาพที่ 2.5 ขั้นตอนการแบ่งตัวของเซลล์ไข่
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hunter (1985)

รอยแผลที่มีเลือดนี้เรียกว่าคอร์ปัสฮีมอร์ราจิคั่ม (corpus hemorrhagicum : CH) ซึ่งมีสีแดงดำ และจะปรากฏอยู่ประมาณ 2–3 วัน โดยจะค่อยๆ มีการเจริญของกลุ่มเซลล์สีเหลือง ซึ่งเรียกว่าลูเทียล (luteal) ที่ผนังด้านในของกระเปาะไข่ ที่ยังติดอยู่กับรังไข่จนเต็มพื้นที่ในโพรงกระเปาะไข่ที่เกิดการตกไข่นั้น กลายเป็นคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum : CL) ซึ่งอาจมีขนาดเท่ากับหรือใหญ่กว่ากระเปาะไข่นั้น และอาจมีสีตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีอิฐ ดังแสดงในภาพที่ 2.4 การเจริญของคอร์ปัสลูเทียมนี้ กินเวลาประมาณ10 วัน คอร์ปัสลูเทียมทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน ซึ่งมีผลไปยับยั้งการเจริญของกระเปาะไข่อื่นๆ หากไข่ที่ตกนั้นได้รับการผสมกับอสุจิและเกิดการตั้งท้องขึ้น คอร์ปัสลูเทียมจะเจริญใหญ่ขึ้นและสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนมากขึ้น แต่หากไข่ไม่ได้รับการผสมกับอสุจิ คอร์ปัสลูเทียมจะค่อยๆ ฝ่อหายไปภายใน 3–4 วัน และเกิดการเจริญของกระเปาะไข่อื่นๆ เป็นวงรอบต่อไป

การเจริญของไข่และการสร้างฟองไข่ในสัตว์ปีก

ในรังไข่ของสัตว์ปีกเมื่อฟักออกจากไข่ซึ่งมีข้างซ้ายเพียงข้างเดียวนั้นจะมีไพรมารีโอโอไซท์อยู่เป็นจำนวนมาก จากการตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์พบว่าอาจมีมากถึง 12,000 เซลล์ ดังแสดงในภาพที่ 2.5 ซึ่งต่อไปเมื่อสัตว์เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว ไข่เหล่านี้จะพัฒนาเป็นไข่แดง (yolk) ของฟองไข่ โดยจะเห็นเซลล์สืบพันธุ์นี้เป็นจุดขาวเล็กๆ อยู่บนผิวของไข่แดง ไข่แดงแต่ละฟองจะมีเยื่อหุ้มไข่แดง (vitelline membrane) หุ้มอยู่และเจริญอยู่ในกระเปาะไข่ (follicle) ซึ่งเป็นถุงที่มีผนังบางๆ ที่ผนังของถุงนี้มีแขนงเส้นเลือดมากมายมาหล่อเลี้ยงและลำเลียงโภชนะต่างๆ มาให้เพื่อการเจริญของไข่แดง ยกเว้นบริเวณส่วนหนึ่งของเยื่อหุ้มกระเปาะนี้เป็นแถบขาวอยู่ด้านตรงข้ามกับขั้วรังไข่ เรียกว่าสติกมา (stigma) เป็นแนวที่ไม่มีเส้นเลือดผ่านเลย เมื่อถึงเวลาตกไข่ถุงกระเปาะไข่ที่หุ้มไข่แดงอยู่จะฉีกขาดตามแนวของแถบนี้โดยไม่มีเลือดออกเพื่อปล่อยไข่แดงเข้าสู่ปากแตร

การสร้างไข่แดง

เมื่อไก่ตัวเมียเริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ น้ำหนักของรังไข่จะเพิ่มขึ้นจาก 0.5 กรัม เป็น 40–60 กรัม ฮอร์โมนเอฟเอสเอช (FSH) จะกระตุ้นให้ไพรมารีโอโอไซท์และกระเปาะไข่ที่อยู่ในรังไข่ค่อยๆ ทยอยพัฒนาและเจริญขึ้นคล้ายกับในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่ต่างกันที่การแบ่งเซลล์ของไพรมารีโอโอไซท์เพื่อพัฒนาเป็นไข่แก่นั้นจะเกิดขึ้นหลังจากที่ไข่แดงซึ่งมีไพรมารีโอโอไซท์อยู่ด้วยนั้นได้หลุดออกจากรังไข่แล้ว

การเจริญของไพรมารีโอโอไซท์และกระเปาะไข่ในระยะแรก จะเป็นไปอย่างช้าๆ ก่อนที่จะเกิดการตกไข่ของกระเปาะไข่นั้นประมาณ 10 วัน จึงจะมีการเพิ่มขนาดอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระยะ 6 วันสุดท้ายก่อนการตกไข่ ไข่แดงจะเพิ่มขนาดจาก 6 มิลลิเมตรเป็น 35 มิลลิเมตร และมีน้ำหนักประมาณ 16 กรัม จนจะเห็นได้ว่าไข่แดงที่โตเต็มที่ของสัตว์ปีกมีขนาดใหญ่

กว่าของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมาก ประกอบด้วยอาหารที่ต้องใช้ในการเจริญและพัฒนาของลูกสัตว์ ระหว่างอยู่ในไข่ มีเซลล์สืบพันธุ์เป็นจุดขาวเล็กอยู่บนผิวของไข่แดง เรียกว่าจุดเจริญ (germinal disc หรือ blastoderm) โดยมีเยื่อหุ้มไข่แดงซึ่งเป็นเนื้อเยื่อบางๆ หุ้มไข่แดงและเซลล์สืบพันธุ์นี้อยู่

การเจริญของไข่แดงเริ่มโดยการสะสมของไขมัน โปรตีน และสารอาหารอื่นๆ แต่ส่วนใหญ่จะเป็นไขมันธรรมชาติ และมีการเพิ่มปริมาณของสารอาหารเหล่านี้ขึ้นเรื่อยๆ ไข่แดงจะเจริญขึ้นโดยมีลักษณะเป็นไข่แดงสีจาง (white yolk) และไข่แดงสีเข้ม (yellow yolk) สลับกัน เนื่องจากในเวลากลางวันแม่ไก่ได้กินอาหารซึ่งมีเม็ดสี (pigment) อยู่ด้วย จึงมีเม็ดสีเข้าไปสะสมทำให้ไข่แดงมีสีเข้ม และในเวลากลางคืนซึ่งแม่ไก่ไม่ได้กินอาหารก็มีการเจริญของไข่แดงเช่นกัน ทำให้ไข่แดงมีสีจางเพราะขาดเม็ดสี เมื่อไข่แดงเจริญเต็มที่ ฮอร์โมน LH จะกระตุ้นให้กระเปาะไข่ฉีกขาดออกตามแนวของสติกม่า เกิดการตกไข่ ปล่อยให้ไข่แดงหลุดเข้าสู่ปากแตร ทั้งนี้รอยแผลของกระเปาะไข่ที่ฉีกขาดในการตกไข่จะไม่พัฒนาเป็นคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งต่างจากสัตว์เลี้ยงลกด้วยนม หลังจากไข่แดงหลุดออกจากรังไข่แล้วจะเกิดการแบ่งเซลล์ของไพรมารีโอโอไซท์ ทำนองเดียวกับการแบ่งเซลล์ของโอโอไซท์ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม คือมีการแบ่งเซลล์ของไพรมารีโอโอไซ ได้เซคั่นดารีโอโอไซท์และเฟิร์สโพลาร์บอดี จากนั้นเซคั่นดารีโอโอไซด์จึงแบ่งเซลล์โอโอติดและเซคั่นโพลาร์บอดี โดยเฟิร์สโพลาร์บอดีก็อาจมีการแบ่งตัวเป็นโพลาร์บอดี 2 เซลล์ แต่ต่อมาโพลาร์บอดีทั้งหมดจะสลายตัวไปเหลือแต่โอโอติดซึ่งมีโครโมโซมเป็นจำนวนคี่ (N) ติดอยู่กับไข่แดงทั้งฟอง

การสร้างไข่ขาว

ไข่แดงจะอยู่ในบริเวณปากแตรนานประมาณ 15 นาที หากแม่ไก่ได้รับการผสมพันธุ์มาก่อนก็มักจะเกิดการปฏิสนธิขึ้นในบริเวณปากแตรนี้ แต่การปฏิสนธิก็มีได้มีอิทธิพลใดๆ ต่อกระบวนการสร้างฟองไข่ในขั้นตอนต่างๆ ไปซึ่งจะเกิดขึ้นภายในท่อนำไข่ เมื่อไข่แดงเดินทางไปถึงบริเวณส่วนของปากแตรบริเวณนี้จะสร้างขั้วไข่ขาว (chalazae) ซึ่งเป็นแถบหมุนเป็นเกลียวในไข่ขาวยึดระหว่างไข่แดงกับเปลือกไข่ด้านใน มีอยู่ 2 ขั้วตรงข้ามกัน

จากนั้นไข่แดงจะเดินทางไปสู่แมกนั่มซึ่งเป็นส่วนของท่อนำไข่ส่วนต่อไป ผนังของแมกนั่มจะทำหน้าที่สร้างไข่ขาว (egg white) ส่วนต่างๆ มาหุ้มไข่แดงไว้ ได้แก่

1) ไข่ขาวส่วนข้นชั้นใน (chalaziferous layer หรือ inner thick white) มีลักษณะเป็นไข่ขาวข้นที่ห่อหุ้มไข่แดงไว้

2) ไข่ขาวส่วนเหลวชั้นใน (inner thin white) มีลักษณะเป็นไข่ขาวเหลวที่ห่อหุ้มไข่ขาวส่วนข้นชั้นในไว้

3) ไข่ขาวส่วนข้นชั้นนอก (thick albumen หรือ firm) มีลักษณะเป็นไข่ขาวข้นที่อยู่ถัดออกมาจากไข่ขาวส่วนเหลวข้น

ไข่แดงจะใช้เวลาอยู่ในแมกนั่มประมาณ 3 ชั่วโมง แล้วจึงเดินทางผ่านเข้าสู่อิสธ์มัสซึ่ง

อยู่กัดไปจากแมกนั่ม อิสธ์มัสจะหลั่งน้ำออกมาเจือจางไข่ขาวส่วนข้นชั้นนอก บางส่วนให้กลายเป็นไข่ขาวส่วนเหลวชั้นนอก (outer thin white) ซึ่งมีลักษณะเหลว เช่นเดียวกับไข่ขาวส่วนเหลวชั้นใน เป็นไข่ขาวส่วนที่อยู่นอกสุด และห่อหุ้มไข่ขาวส่วนอื่นๆ ไว้ทั้งหมด

การสร้างเยื่อเปลือกไข่

ในระหว่างที่ไข่เดินทางอยู่ในบริเวณอิสธ์มัสและการสร้างไข่ขาวเสร็จสิ้นแล้ว อิสธ์มัสจะสร้างเยื่อเปลือกไข่ (shell membrane) ขึ้น 2 ชั้น หุ้มไข่ขาวและไข่แดงนั้น คือ เยื่อเปลือกไข่ชั้นใน (inner shell membrane) ซึ่งหนาประมาณ 0.05 มิลลิเมตร และเยื่อเปลือกไข่ชั้นนอก (outer shell membrane) ซึ่งหนาประมาณ 0.15 มิลลิเมตร เยื่อเปลือกไข่ทั้ง 2 ชั้นนี้จะอยู่ติดกันแน่นจนแยกกันไม่ออก ยกเว้นในส่วนที่เป็นช่องอากาศ (air cell) ของฟองไข่ที่เยื่อเปลือกไข่ทั้ง 2 ชั้นนี้แยกออกจากกันโดยมีอากาศแทรกอยู่ตรงกลางเมื่อแม่ไก่วางไข่ออกมาใหม่ๆ ช่องอากาศนี้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.8 เซนติเมตร แต่เมื่อเก็บรักษาไข่ไว้ภายนอกอาจจะมีการระเหยของน้ำออกจากฟองไข่ทำให้ช่องอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ และเมื่อไข่เริ่มมีเยื่อเปลือกไข่มาห่อหุ้มในตอนแรกนั้นไข่จะมีลักษณะเหี่ยวย่น แต่เมื่อเดินทางผ่านเข้าสู่มดลูก จะมีการดูดซึมน้ำผ่านเยื่อเปลือกไข่ จนฟองไข่โป่งออกมีลักษณะเป็นรูปไข่ทั้งไข่แดงจะใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 2 ชั่วโมง ในการทางเดินทางตั้งแต่เข้าสู่อิสธ์มัสจนกระทั่งออกจากอิสธ์มัสเพื่อเดินทางเข้าสู่มดลูก

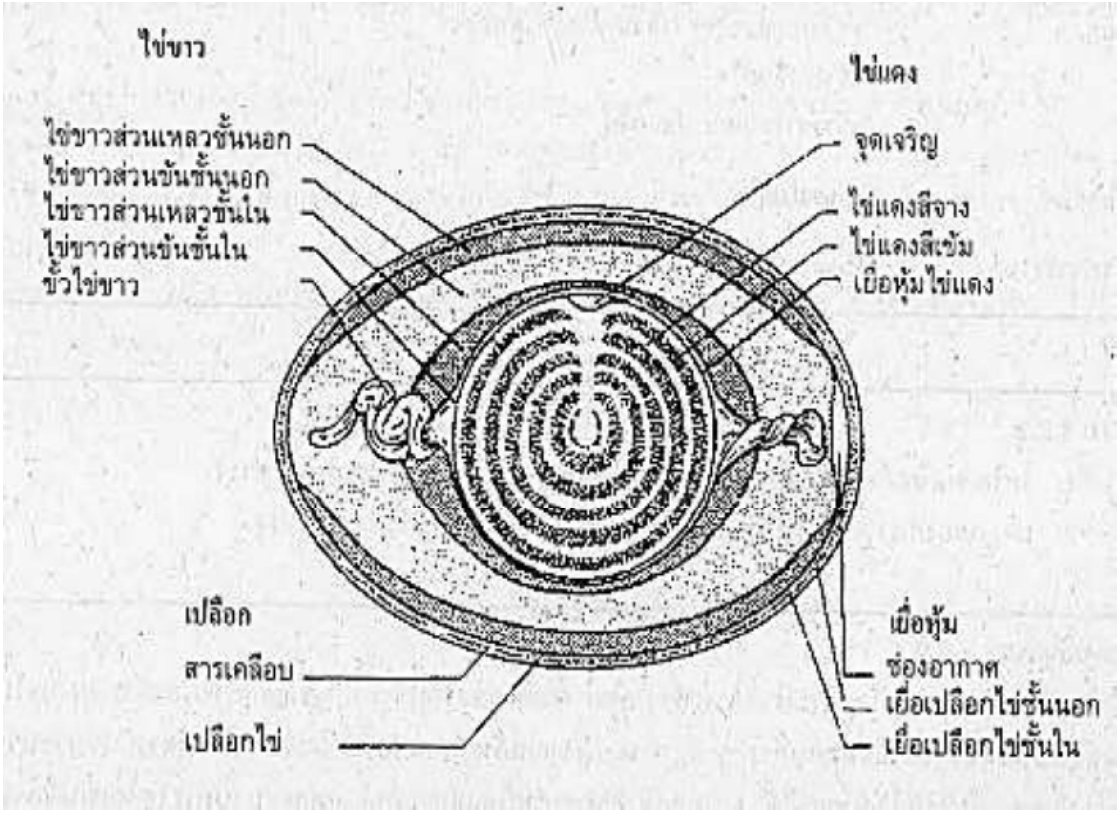
การสร้างเปลือกไข่

เมื่อฟองไข่ซึ่งมีเยื่อเปลือกไข่ 2 ชั้นหุ้มอยู่นั้นเคลื่อนออกจากอิสธ์มัสก็จะเข้าสู่มดลูก ซึ่งเป็นท่อนำไข่ส่วนนี้อยู่กัดจากอิสธ์มัสและจะใช้เวลาอยู่ในมดลูกประมาณ 20 ชั่วโมงในระหว่างนี้โปรตีน แคลเซียมและสารอื่นๆ ซึ่งบางครั้งอาจมีเม็ดสี (pigment) ด้วย จะถูกหลั่งออกมาจากต่อมสร้างเปลือกไข่ (shell gland) ซึ่งอยู่ที่ผนังของมดลูก มาสร้างเป็นเปลือกไข่ห่อหุ้มฟองไข่ไว้จนเป็นฟองไข่ที่สมบูรณ์ และในระหว่างที่ไข่อยู่ในช่วงต้นๆ ของมดลูกนั้น จะมีไข่ขาวส่วนเหลวซึมผ่านเยื่อเปลือกไข่เพิ่มเติมเข้าไปภายในด้วย สำหรับเปลือกไข่นั้นจะมีแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นส่วนประกอบเกือบทั้งหมด ซึ่งแคลเซียมที่เปลือกไข่นี้จะเป็นแหล่งของแคลเซียมที่ตัวอ่อนใช้ในการเจริญเติบโตและสร้างส่วนต่างๆ ของร่างกายในขณะอยู่ในฟองไข่ระหว่างการฟัก ทั้งนี้ด้านในของเปลือกไข่จะติดอยู่กับเยื่อเปลือกไข่ชั้นนอก บนเปลือกไข่จะมีรูพรุนอยู่มากมาย ประมาณ 6,000- 8,000 รู ซึ่งมีประโยชน์ในการแลกเปลี่ยนก๊าซและการระเหยน้ำออกจากฟองไข่ในระหว่างการฟัก

นอกจากนี้มดลูกยังผลิตของเหลวซึ่งมีโปรตีนเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่และมีคุณสมบัติหล่อลื่นออกมาเคลือบภายนอกของเปลือกไข่ด้วย ช่วยให้ฟองไข่เคลื่อนผ่านช่องคลอดและช่องทวารร่วมได้โดยสะดวก เมื่อฟองไข่ออกสู่ภายนอกร่างกายสัตว์สารหล่อลื่นนี้จะแห้งเป็นสารเคลือบ (cuticle) อยู่ที่ผิวภายนอกเปลือกไข่อย่างรวดเร็วสารเคลือบนี้จะช่วยปิดรูพรุนของเปลือกไข่ได้ จึงช่วยลดการระเหยของน้ำออกจากฟองไข่ไม่ให้มีการระเหยมากเกินไป และช่วยป้องกันแบคทีเรียและเชื้อโรคอื่นๆ ไม่ให้

เข้าไปทำอันตรายฟองไข่

ฟองไข่ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะเคลื่อนออกจากมดลูกผ่านเข้าสู่ช่องคลอด และช่องทวารร่วม ตามลำดับ เพื่อผ่านออกภายนอกร่างกายสัตว์ ทั้งนี้ไข่จะใช้เวลาอยู่ในท่อทางเดินสืบพันธุ์ ตั้งแต่ไข่ตกเข้าสู่ปากแตรจนออกสู่ภายนอกร่างกาย ทั้งหมดประมาณ 25 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.6 ส่วนต่างๆ ของไข่สัตว์ปีก

ที่มา : ดัดแปลงจาก Bone (1988)

ตารางที่ 2.9 ขั้นตอนการสร้างฟองไข่และระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน

ส่วนของท่อนำไข่	ขั้นตอนการสร้างฟองไข่	ระยะเวลาที่ใช้
ท่อปากแตร	- รองรับไข่แดงที่ตกออกมาจากรังไข่	
	- ปฏิสนธิกับตัวอสุจิ	
	- สร้างขั้วไข่ขาว	15 นาที
แมกนั่ม	- สร้างไข่ขาวส่วนข้นชั้นใน	
	- สร้างไข่ขาวส่วนเหลวชั้นใน	
	- สร้างไข่ขาวส่วนข้นชั้นนอก	3 ชั่วโมง
อิสธ์มัส	- สร้างไข่ขาวส่วนเหลวชั้นนอก	
	- สร้างเยื่อเปลือกไข่ 2 ชั้น	1 ชั่วโมง
มดลูก	- ดูดซึมน้ำและไข่ขาวส่วนเหลวเข้าสู่ฟองไข่	
	- สร้างเปลือกไข่	
	- สร้างสารเคลือบเปลือกไข่	20 ชั่วโมง
ช่องคลอด	- เป็นทางผ่าน	2-3 นาที
ช่องทวารร่วม	- เป็นทางผ่าน	50 นาที

ที่มา : Bone (1988)

สรุป

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศผู้ ประกอบด้วยอัณฑะ (testis หรือ testicle) ซึ่งบางครั้งเรียกว่าต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) เป็นต่อมที่มีความสำคัญมากในสัตว์เพศผู้ ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ (sperm) ซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์ของเพศผู้ และผลิตฮอร์โมนเพศผู้ (androgen หรือ testosterone) ต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ (accessory glands) เป็นต่อมที่ทำหน้าที่สร้างของเหลวซึ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของอสุจิและช่วยในการผสมพันธุ์ ได้แก่ ต่อมเซมินอลเวสซิเคิล (seminal vesicle) หรือเรียกว่าต่อเวสซิคิวลาร์ (vesicular gland) ต่อมลูกหมาก (prostate gland) และต่อมคาวเพอร์ส (cowper's gland) หรือต่อมบูลโบยูรีธรัล (bulbourethral grand) และองคชาต (penis) เป็นอวัยวะซึ่งทำหน้าที่ส่งน้ำเชื้อเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์ของเพศเมีย องคชาตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมโดยทั่วไปมีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ระบบสืบพันธุ์ในสัตว์ปีกเพศผู้ ประกอบด้วยอัณฑะ (Testis) 1 คู่ epididymis 1 คู่ vas deferens 1 คู่ อัณฑะตั้งอยู่ใกล้ส่วนบนของไต น้ำหนักของอัณฑะเมื่อถึงอายุที่สามารถผสมพันธุ์ได้จะหนักประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศเมียประกอบด้วยอวัยวะต่างๆ หลายส่วน เพื่อทำหน้าที่ซึ่งซับซ้อน อวัยวะเหล่านี้ ได้แก่ รังไข่ ท่อนำไข่ มดลูก ช่องคลอด และปากช่องคลอด

สัตว์ปีกแพร่พันธุ์โดยการวางไข่ที่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิแล้ว และตัวอ่อนของสัตว์ปีกที่อยู่ภายในไข่จะเจริญเติบโตโดยใช้อาหารที่สะสมอยู่ในส่วนที่เป็นไข่แดงจนกว่าจะสมบูรณ์และออกจากไข่ ดังนั้น อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศเมียจึงมีลักษณะการทำงานแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพื่อความเหมาะสมของหน้าที่การทำงานในการสืบพันธุ์ โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ รังไข่ ท่อนำไข่ และช่องทวารร่วม

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายถึงลักษณะและการทำงานของอัณฑะ (testis) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

2. ต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ (accessory gland) มีกี่ต่อม อะไรบ้าง ให้อธิบายลักษณะของต่อมร่วมนั้นๆ

3. จงอธิบายถึงอวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์ปีกเพศผู้ มาอย่างละเอียด

4. วงจรการผลิตอสุจิของท่อ seminiferous เกิดขึ้นอย่างไร จงอธิบาย

5. ให้นักศึกษาอธิบายถึงส่วนประกอบของน้ำเชื้อและโครงสร้างของตัวอสุจิ

6. สาระสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเซมินอลพลาสมา ประกอบด้วยอะไรบ้างให้บอกมาอย่างละเอียด

7. จงอธิบายการเจริญของตัวอสุจิ มาอย่างละเอียด

8. จงอธิบายถึงอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างละเอียด

9. จงอธิบายถึงอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ปีกเพศเมียอย่างละเอียด

10. จงอธิบายการกำเนิดของไข่และการเจริญของกระเปาะไข่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

เอกสารอ้างอิง

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2542). **การสืบพันธุ์ในสัตว์เลี้ยง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2553). **คู่มือการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่แข็งและการผสมเทียมในไก่พื้นเมือง.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บัญญัติ เหล่าไพบูลย์. (2546). **การฟักไข่และการจัดการโรงฟัก.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

Acker, Duane and Cunningham. (1991). **Animal Science and Industry.** 4th ed. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice - Hall, Inc.

Bone, Jesse F. (1988). **Animal Anatomy and Physiology.** 3rd ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice - Hall,Inc.

Froman, D.P. (1995). **Biology of semen production and ejaculation.** In M.R. Basket and G.J. Wishart (eds.) Proceeding of the First International Symposium on the Artificial Insemination of Poultry University of Maryland College Park. Poultry Sci. Association, Saroy, Illinois. US. 21-38.

Hafez, E.S.E. (1980). **Reproduction in Farm Animals.** London: Balliere Tindell.

Herren, Ray V. (1994). **The Science of Animal Agriculture.** Albany, New York: Delmar Publishers Inc.

Hunter, R.HJ. (1985). **Reproduction of Farm Animals.** Hong Kong: Longman Group (FE) Ltd.

Gordon Ian. (2005). **Reproductive Technologies in Farm Animals.** Department of Animal Science and Production University College Dublin Ireland. CABI Publishing is a division of CAB International.

Nesheim, M.C., R.E. Austic, and L.E. Card. (1979). **Poultry Production.** Lea & Febiger. Philadelphia.

Sorensen, A.M. Jr. (1979). **Animal Reproduction: Principles and Practices.** New York: McGraw-Hill Book Company.