บทที่ 1

ความสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์และเทคโนโลยีชีวภาพ

บทนำ

การเพิ่มสมรรถภาพการผลิตสัตว์ด้วยการปรับปรุงทางด้านพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ จากการนำเข้าพันธุ์สัตว์จากต่างประเทศมาเลี้ยงเป็นพันธุ์แท้หรือเลี้ยงทดแทนพันธุ์พื้นเมืองหรือใช้ผสมข้ามพันธุ์เพื่อสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่ที่ดีกว่า ทำให้มีการขยายตัวของการผลิตสัตว์ สามารถสร้างอาหารและก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรและประเทศชาติ เนื่องจากสัตว์พื้นเมืองมีคุณลักษณะบางประการที่ดีเด่นกว่าสัตว์พันธุ์ต่างประเทศ ได้แก่ ความสามารถในการต้านทานโรคหรือพยาธิ ความสามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกเอง ความสามารถในการใช้อาหารคุณภาพต่ำ และความทนทานต่อสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น ซึ่งหากได้มีการคัดเลือกและอนุรักษ์ สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

การปรับปรุงพันธุ์

การปรับปรุงพันธุ์โค กระบือ

วัวส่วนใหญ่ของโลก (*Bos indicus*) และกระบือ (*Bubalus bubalis*) อาศัยอยู่ในภูมิภาคระหว่างเขตร้อน ที่ซึ่งโภชนาการความสมดุลทางความร้อน ผลผลิตน้ำนม และการสืบพันธุ์มีแนวโน้มที่จะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงโดยอุณหภูมิสูงและความชื้นสัมพัทธ์ วัวยุโรป (Bos taurus) ได้นำมาเลี้ยงเขตร้อนในช่วงกลางปี ค.ศ. 1800 ในความพยายามที่จะเพิ่มผลผลิตขึ้นโดยเปรียบเทียบการผลิตน้ำนมในระดับต่ำในวัวพื้นเมือง อย่างไรก็ตามวัวยุโรปก็ไม่สามารถผลิตน้ำนมในประเทศเขตร้อนได้ดี และมีอัตราการรอดตายต่ำ จึงมีการดัดแปลงปรับปรุงพันธุ์โคให้เข้ากับเขตร้อน บริเวณผิวหนังและต่อมเหงื่อมีจำนวนมากขึ้นเพื่อให้เกิดการคายความร้อนออกจากตัวได้ดีขึ้น ทำให้แข็งแกร่งขึ้นและแสดงการต้านทานต่อปรสิตภายนอกที่พบในเขตร้อนมากขึ้น (Gordon, 2005)

ข้อมูลโคเนื้อในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนเท่ากับ 7,582,406 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อ 1,142,614 ราย (กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคเนื้อ, 2564) โดยทั่วไป โค กระบือเป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตหลักคือ เนื้อ เกษตรกรในชนบท นอกจากเลี้ยงโคเนื้อแล้วยังเลี้ยงกระบือไว้เป็นสัตว์ใช้งาน เช่น ไถนา เกวียน อีกด้วย เมื่อเลิกใช้งานจากกระบือแล้วเกษตรกรบางรายก็อาจขายเป็นกระบือเนื้อ กระบือจึงเป็นสัตว์สำหรับใช้ทั้งเนื้อและงานโคกระบือเนื้อมีลักษณะที่สำคัญคือการเติบโต เกษตรกรต้องการได้โคกระบือที่โตไวในสภาพแวดล้อมและการเลี้ยงดูที่เป็นอยู่ การปรับปรุงพันธุ์ให้ดีขึ้น คือการทำให้ได้โคกระบือมีพันธุกรรม ที่สามารถโตเร็วขึ้นในสภาพแวดล้อมเดิม คือเลือกพ่อโตเร็วและแม่โตเร็วมาผสมพันธุ์กัน ให้ได้ลูกรุ่นต่อไป รุ่นลูกที่เกิดขึ้นก็จะโตเร็วขึ้นกว่าค่าเฉลี่ยของรุ่นพ่อแม่

ในสมัยก่อนปี พ.ศ. 2500 การเลี้ยงโคในประเทศไทยเป็นการเลี้ยงโดยคนในชนบท คือ เลี้ยงโคไว้ใต้ถุนบ้าน ให้กินหญ้าและฟางเป็นหลัก โคเปรียบเสมือนเงินสะสม เลี้ยงไว้ตามมีตามเกิด พันธุ์โคที่เลี้ยงจึงเป็นโคพื้นเมืองเท่านั้น โคพื้นเมืองนั้นหากินเก่ง ออกลูกได้เกือบทุกปี สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมของภูมิภาคเขตร้อนชื้น มีแมลงและเห็บอันเป็นพาหะของโรคชุกชุม และมีโรคระบาดแพร่หลาย โคพื้นเมืองสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ และเติบโตได้ในเกณฑ์ปานกลาง คือ สามารถเติบโตได้วันละ 0.3 ถึง 0.5 กิโลกรัม/ตัว/วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพอาหารที่กิน ในระยะเวลาต่อมา คนไทยกินเนื้อโคมากขึ้น จึงเกิดมีคนสนใจการเลี้ยงโคเนื้อที่โตเร็ว วิธีการที่จะให้ได้โคเนื้อพันธุ์ดีโตเร็วก็คือ ซื้อโคพันธุ์ต่างประเทศเข้ามาเลี้ยง เช่น โคพันธุ์บราห์มัน สามารถเติบโตได้เร็ว ประมาณวันละ 0.7 ถึง 1.0 กิโลกรัม/ตัว/วัน ตามแต่ปริมาณและคุณภาพของอาหาร และการดูแลเอาใจใส่อย่างใกล้ชิดของเจ้าของ

พันธุ์โคเนื้อที่นิยมเลี้ยงกันในปัจจุบันประกอบด้วย โคพันธุ์พื้นเมือง โคพันธุ์ผสมบราห์มันกับพื้นเมือง โคบราห์มันแท้ รวมทั้งโคพันธุ์ผสมระหว่างบรามันห์กับโคยุโรป อาทิ พันธุ์ชาโรเลส์ อีกทั้งยังมีโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน ซึ่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ปรับปรุงขึ้นมาโดยใช้พันธุ์พื้นฐาน คือ พันธุ์ไทยพื้นเมือง ผสมกับพันธุ์บรามันห์ เมื่อได้ลูกแล้ว ก็นำไปผสมกับพันธุ์ชาโรเลส์ จึงได้โคพันธุ์ผสมที่เรียกชื่อในปัจจุบันว่าพันธุ์กำแพงแสน โคพันธุ์ต่างๆ เหล่านี้ได้ก่อให้เกิดรายได้อย่างมากแก่เกษตรกร

การปรับปรุงพันธุ์โคนม

พ.ศ. 2541 ประเทศไทยต้องนำเข้าสินค้าประเภทนมและผลิตภัณฑ์นมที่มีมูลค่ากว่า 10,000 ล้านบาท นอกจากนี้คนไทยแต่ละคนยังดื่มน้ำนมอีกประมาณปีละ 10 กิโลกรัม รวมเป็นปริมาณน้ำนมกว่า 600,000 ตันต่อปี น้ำนมพร้อมดื่มนี้ประเทศไทยผลิตได้เองส่วนหนึ่งแต่ยังไม่เพียงพอ ส่วนที่เกินยังต้องใช้นมผงละลายน้ำทำน้ำนมคืนรูปเพื่อใช้เป็นนมดื่ม และในช่วงปี 1970 เกษตรกรผู้เลี้ยงโคนมในอังกฤษและไอร์แลนด์มีความสุขกับตลาดที่เอื้อต่อการผลิตน้ำนมและมีราคาที่ดีสำหรับผลิตภัณฑ์ ทั้งหมดนี้คือการเปลี่ยนแปลงในปี ค.ศ. 1980 ด้วยการนำโควต้าน้ำนมและอื่นๆ แต่ก็มีข้อจำกัดในการผลิตไม่น้อยในประเทศในสหภาพยุโรป ซึ่งปัจจุบันผลิตน้ำนม 22% ของโลก ในแต่ละประเทศสมาชิก และแนวโน้มภายในอุตสาหกรรมนมกำลังมุ่งสู่การทวีความรุนแรงมากขึ้นในเรื่องการลดจำนวนลงของโคนม (Gordon, 2005)

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยนั้นเริ่มต้นจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้ทดลองนำโคนมพันธุ์เจอร์ซี (Jersey) จากประเทศออสเตรเลียเข้ามาเลี้ยงและผสมกับโคพันธุ์อินเดีย พร้อมกันนั้นกรมปศุสัตว์ก็ได้นำโคพันธุ์เรดซินดิจากประเทศปากีสถานเข้ามาทดลองเลี้ยง และ ใน พ.ศ. 2499 กรมปศุสัตว์ได้จัดตั้งสถานีผสมเทียมขึ้นเป็นแห่งแรกที่จังหวัดเชียงใหม่ และได้จัดตั้งขึ้นอีกหลายแห่งในเวลาต่อมา เพื่อทำหน้าที่นำน้ำเชื้อ พ่อพันธุ์โคนมต่างประเทศ เช่น พันธุ์โฮลสไตน์-ฟรีเซียน

(Holstein-Friesian) หรือพันธุ์ขาวดำ พันธุ์ บราวน์สวิส (Brown Swiss) พันธุ์เจอร์ซี เป็นต้น ผสมข้ามกับโคเรดซินดิ หรือพันธุ์ผสมพื้นเมืองกับเรดซินดิ ทำให้เกิดโคนมพันธุ์ผสมขึ้นจำนวนหลายพันธุ์ และใน พ.ศ. 2505 ได้มีการจัดตั้งฟาร์มโคนมไทย-เดนมาร์ก มีการนำโคนมพันธุ์แท้พันธุ์เรดเดน (Red Dane) เข้ามาเลี้ยงที่อำเภอมวกเหล็ก จังหวัดสระบุรี แต่ต่อมาโคนมพันธุ์แท้นี้เลี้ยงยากเป็นโรคง่าย จึงลดจำนวนลงเหลือแต่พันธุ์ผสมเรดเดนกับโคอินเดียและอื่นๆ มาเลี้ยง แต่ก็พบว่าเลี้ยงยาก เป็นโรคง่าย ในที่สุดจึงพิจารณาเห็นว่าการเลี้ยงโคนมต้องเริ่มจากโคนมพันธุ์ผสมและต่อมาก็ได้สรุปว่า พันธุ์ผสมขาวดำเหมาะสมกว่าพันธุ์อื่นๆ เพราะเกษตรกรให้ความนิยมเนื่องจากได้น้ำนมมากและพันธุ์โคมีแพร่หลายทั่วไป ทำให้พันธุ์โคนมในปัจจุบันซึ่งมีประมาณ 300,000 ตัว ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ผสมขาวดำ ผลิตนมได้วันละ 8-10 ลิตร แม่โคพันธุ์ผสมคุณภาพดีสามารถให้นมได้ 15-20 ลิตรหรือมากกว่านั้น นับว่าการปรับปรุงพันธุ์แบบผสมข้ามพันธุ์ โดยวิธียกระดับเลือกโคนมพันธุ์แท้ในกรณีนี้ได้ประสบความสำเร็จ ข้อมูลโคนมในปี พ.ศ. 2564 มีจำนวนเท่ากับ 810,605 ตัว มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม 24,153 ราย (กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคนม, 2564)

การปรับปรุงพันธุ์สุกร

เมื่อ พ.ศ. 2480 พันธุ์สุกรในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นพันธุ์พื้นเมือง ได้แก่ สุกรพันธุ์ไหหลำ พันธุ์ราดหรือพวง พันธุ์ควาย ซึ่งปัจจุบันได้สูญหายไปเกือบหมดสิ้น เนื่องจากสุกรพันธุ์แท้ได้ทดแทนพันธุ์พื้นเมือง หรือสุกรพันธุ์พื้นเมืองถูกผสมข้ามจนกลายพันธุ์ไปหมด สุกรพันธุ์พื้นเมืองจะหลงเหลืออยู่บ้างในท้องถิ่นชนบทห่างไกล หรือตามท้องถิ่นบนภูเขาซึ่งมีชนกลุ่มน้อยชาวเขาอาศัยอยู่ การเลี้ยงสุกรในประเทศไทยมักเลี้ยงเป็นฟาร์มขนาดใหญ่มีสุกรเกิน 500 ตัวถึงเป็นหมื่นตัว ฟาร์มขนาดกลางคือมีสุกร 500 ตัวลงมา ส่วนใหญ่เป็นสุกรพันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White) พันธุ์แลนด์เรซ (Landrace) พันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี (Duroc Jersey) เป็นต้น การเลี้ยงสุกรหลังบ้านแบบไร่นาผสมก็มีอยู่ทั่วไปเรียกว่า เลี้ยงสุกรออมสิน ส่วนมากเป็นเกษตรกรรายเล็ก เลี้ยงสุกรโดยใช้เศษอาหารในครัวเรือน จึงเรียกกันทั่วไปว่าหมูออมสิน

ในช่วงครึ่งศตวรรษที่ผ่านมา การคัดเลือกพันธุกรรมส่งผลกระทบอย่างใหญ่หลวงต่อการผลิตปศุสัตว์ โดยอุตสาหกรรมสุกรเป็นแนวหน้าในการปรับปรุงพันธุกรรม โดยอาศัยทฤษฎีและภูมิปัญญาทางโภชนาการต่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิต ทำนายว่าความต้องการอาหารจะเพิ่มขึ้นอย่างมากที่สุดในอีก 20 ปีข้างหน้า (Gordon, 2005)

การปรับปรุงพันธุ์ไก่เนื้อและไก่ไข่

การพัฒนาพันธุ์ไก่เริ่มต้นก่อนการปรับปรุงพันธุ์สัตว์อื่นๆ โดย ใน พ.ศ. 2467 หม่อมเจ้าสิทธิพร กฤดากร ผู้สร้างฟาร์มบางเบิดที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ได้นำไก่พันธุ์เลกฮอร์น (Leghorn) เข้ามาทดลองเลี้ยงเป็นการค้าและใน พ.ศ. 2484 หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจ ได้นำไก่พันธุ์โรดไอส์แลนด์ (Rhode Island) จากประเทศสหรัฐอเมริกา และไก่พันธุ์ออสตราลอร์ป (Australorp) จากประเทศ

ออสเตรเลีย มาทดลองเลี้ยงเพื่อส่งเสริมการเลี้ยงไก่เป็นอาชีพแทนการเลี้ยงไก่ไทยที่เป็นพันธุ์ไก่พื้นเมือง ได้แก่ ไก่อู ไก่ตะเภา และไก่แจ้ เป็นต้น ไก่อูและไก่ตะเภาเป็นไก่ไทยที่ชาวบ้านคัดเลือกตัวผู้มาฝึกหัดเป็นไก่ชน โดยเรียกชื่อพันธุ์ไก่ตามสีต่างๆ อาทิ ไก่เหลืองหางขาว ไก่ประดู่หางดำ เป็นต้น ไก่ไทยจะออกไข่ราว 40 – 60 ฟองต่อปี ในขณะที่ไก่พันธุ์ต่างประเทศ อาทิ พันธุ์เลกฮอร์น พันธุ์โรดไอส์แลนด์ อาจให้ไข่กว่า 260 ฟองต่อปี

ในปัจจุบันการเลี้ยงไก่ไข่เป็นการเลี้ยงแบบการค้าขนาดใหญ่ ใช้พันธุ์ไก่นำเข้าจากต่างประเทศมีทั้งพันธุ์แท้ และพันธุ์ผสมที่เรียกว่าไก่ไฮบริด ส่วนมากนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งทำให้ต้องใช้จ่ายเงินตราไปให้ต่างประเทศเป็นจำนวนมหาศาล

อุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่เนื้อหรือที่เรียกว่าไก่กระทง ก็นับว่าเป็นธุรกิจการเกษตร ที่สำคัญ มีการส่งออกเนื้อไก่ไปขายต่างประเทศปีละเป็นหมื่นล้านบาท พันธุ์ไก่เนื้อเป็นพันธุ์ไก่เลือดผสมนำเข้าจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นส่วนใหญ่ ไก่พันธุ์ผสมเรียกว่าไก่ไฮบริด โตเร็ว มีน้ำหนักส่งตลาดประมาณ 1.5 กิโลกรัม ภายในระยะเวลาเลี้ยงประมาณ 45 วัน ในขณะที่ไก่ไทยที่เลี้ยงตามหมู่บ้านต้องใช้เวลา 6-8 เดือน อย่างไรก็ดีระบบการเลี้ยงไก่กระทงกับการเลี้ยงไก่ไทยหรือไก่บ้านแตกต่างกันจนไม่สามารถจะเปรียบเทียบเรื่องพันธุ์ได้ เพราะการเลี้ยงไก่บ้านเป็นการเลี้ยงแบบให้ไก่หากินเองในระบบไร่นาผสมในชนบท

ประโยชน์ของสัตว์พื้นเมือง

สัตว์พื้นเมืองของประเทศไทยหลายชนิด มีคุณลักษณะทางพันธุกรรมบางประการที่ดีเด่นกว่าสัตว์พันธุ์ต่างประเทศที่นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย สัตว์พันธุ์พื้นเมืองในบางประเทศมีความสามารถในการต้านทานโรคหรือพยาธิบางชนิดมากกว่าพันธุ์อื่นๆ ไก่ไทยมีความสามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกได้เอง เป็นต้น คุณลักษณะที่กล่าวเป็นตัวอย่างมาแล้วนี้ย่อมถูกควบคุมร่วมกันทั้งโดยทางพันธุกรรม และทางสิ่งแวดล้อม การเอาคุณลักษณะเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ต่างๆ ที่จะนำมาเลี้ยงในประเทศไทยให้สามารถปรับตัวอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย ยกตัวอย่างเช่น การผสมข้ามพันธุ์โคไทยกับโคบราห์มัน และโคชาโรเลส์ จนได้โคพันธุ์กำแพงแสนที่ใช้เลี้ยงเป็นโคเนื้อในสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยได้ดี ก็เป็นตัวอย่างหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์ที่ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร สัตว์พื้นเมืองของประเทศหรือท้องถิ่นใดๆ ย่อมเป็นสัตว์ที่สืบเชื้อสายประเทศหรือท้องถิ่นนั้นมายาวนาน การปรับตัว การดำรงชีวิตสืบเผ่าพันธุ์เกิดขึ้นได้เป็นอย่างดี สอดคล้องกับภูมิประเทศ ภูมิอากาศ อาหาร และทนทานต่อโรคพยาธิต่างๆ ได้ดีกว่าสัตว์ต่างถิ่น นอกจากนี้แล้วสัตว์พื้นเมืองยังมีจุดเด่นด้ายองค์ประกอบของเนื้อ ซึ่งพบว่ามีไขมันต่ำ รสชาติพิเศษ และน่าจะมีประโยชน์ต่อสุขภาพสูงกว่าสัตว์พันธุ์ใหม่ แต่ทั้งนี้หากในระบบการผลิตสัตว์ในมิติของการค้าหากำไรซึ่งเกษตรกรพึ่งพาปัจจัยการผลิตจากภายนอกครัวเรือน สัตว์พื้นเมืองมีจุดด้อยคือ ความสามารถทาง

พันธุกรรมไม่สนองตอบต่ออาหารและการจัดการสมัยใหม่ การเจริญเติบโตช้า ดังนั้นหากเลี้ยงสัตว์พื้นเมืองภายใต้ระบบการผลิตกระแสหลักดังกล่าว เกษตรกรจะขาดทุน (เทวินทร์, 2551)

ความสามารถในการใช้อาหารคุณภาพต่ำและการทนทานต่อสภาพภูมิอากาศร้อนชื้น

สัตว์พื้นเมืองของประเทศไทยมีชีวิตสืบลูกหลานมาหลายชั่วอายุเป็นเวลาร้อยปีหรือเป็นพันปี สัตว์ตัวที่เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม เช่น ปริมาณและคุณภาพของอาหารที่ผันแปรในฤดูกาลต่างๆ สภาวะดินฟ้าอากาศโดยเฉพาะอุณหภูมิของอากาศ และความชื้นในอากาศ สภาวะของโรคและแมลงที่รบกวนสุขภาพสัตว์ ระบบการเลี้ยง การจัดการของเกษตรกร เป็นต้น มีผลกระทบโดยตรงต่อความอยู่รอดและการให้ผลผลิตของสัตว์สิ่งแวดล้อมต่างๆ เหล่านี้ทำหน้าที่คัดเลือกสัตว์ คือ สัตว์ตัวที่สามารถปรับตัวเองให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมได้ ก็จะมีชีวิตอยู่รอดและขยายพันธุ์ได้มาก สัตว์ตัวใดอยู่ลำบากก็จะไม่ค่อยโต ผสมพันธุ์ไม่ติดบ้าง มีปัญหาอื่นๆ บ้าง และในที่สุดก็ตายไปหรือไม่ขยายพันธุ์เพราะไม่แข็งแรง อำนาจการคัดเลือกแบบนี้เป็นแบบธรรมชาติ กินเวลานาน ค่อยเป็นค่อยไป เรียกว่าเป็นวิวัฒนาการค่อยๆ ปรับตัวให้เข้าสิ่งแวดล้อมทีละน้อยในเชิงพันธุกรรม จนเกิดเป็นพันธุ์พื้นเมืองที่เหมาะสมสอดคล้องกับสภาพแวดล้อม วัฒนธรรมและสังคมเศรษฐกิจของท้องถิ่นและคนในท้องถิ่นได้ จึงเกิดมีโค กระบือ สุกร แพะ แกะ เป็ด ไก่ ช้าง ม้า ลาและล่อ อันเป็นพันธุ์พื้นเมือง (native หรือ indigenous breed) ขึ้น ตัวอย่างเช่น โค กระบือพื้นเมือง อันเป็นสัตว์ที่กินหญ้าและฟางคุณภาพต่ำก็สามารถเติบโต แข็งแรง สืบพันธุ์ได้ดี ถ้าหาเลี้ยงโคพันธุ์ต่างประเทศด้วยอาหารชนิดเดียวกัน ก็จะมีสภาพร่างกายผอมโซ ทรุดโทรม และผสมพันธุ์ติดยาก ทำให้สุขภาพอ่อนแอ เป็นโรคง่าย นอกจากนั้นสภาพอากาศร้อนชื้นยังเป็นอุปสรรคซ้ำเติมเพิ่มความเครียดให้กับตัวสัตว์ โคพันธุ์ยุโรปจึงไม่สามารถทนทานต่อสภาวะเช่นนี้ได้ กระบือไทยใช้วิธีนอนแช่ปลักโคลนตมเพื่อป้องกันความร้อนได้ทั้งๆ ที่มีจำนวนต่อมเหงื่อตามผิวหนังน้อยกว่าโค อันนับได้ว่ากระบือมีการพัฒนาอุปนิสัยให้สอดคล้องกับความกดดันของสภาพแวดล้อมได้ ลักษณะเหล่านี้ได้รับการคัดเลือกโดยธรรมชาติ จนกลายเป็นลักษณะประจำพันธุ์ของสัตว์ ความแตกต่างนี้ก็เป็นความแตกต่างระหว่างพันธุ์ในเชิงพันธุกรรม

สุกรและเป็นไก่พื้นเมืองมีความสามารถในการอยู่รอดในสภาพที่อาหารมีน้อยและมีคุณภาพต่ำได้ดีเกษตรกรเลี้ยงสุกรพื้นเมืองด้วยหยวกกล้วย ผักตบชวา เศษอาหารที่เหลือในครัวเรือน สุกรพื้นเมืองก็เติบโตได้ ให้ลูกดก อากาศร้อนชื้นก็ไม่เป็นปัญหา สุกรพื้นเมืองหาอาหารกินเองได้ คนเลี้ยงไม่ต้องลงทุน จึงเรียกการเลี้ยงสุกรแบบนี้ว่าการเลี้ยงหมูออมสิน การเลี้ยงสุกรพันธุ์ต่างประเทศนั้นจะเลี้ยงโดยวิธีนี้ไม่ได้เพราะจะไม่โต หรือจะไม่รอด เพราะกินอาหารคุณภาพต่ำที่มีเยื่อใยสูงไม่ได้ ในทำนองเดียวกันกับไก่ที่สามารถหาอาหารธรรมชาติกินเองได้

ความสามารถฟักไข่และเลี้ยงลูกได้เอง

ไก่ไทยหากินเอง ออกไข่ ฟักไข่เอง เลี้ยงลูกเองได้ กินอาหารไม่เลือก ผักหญ้า แมลง พออายุ 6 เดือนก็สามารถโตได้เป็นกิโลกรัม ส่วนไก่พันธุ์ต่างประเทศนั้นจะเลี้ยงแบบนี้ไม่ได้เพราะผลลัพธ์ คือ ไม่โต และตายเร็ว นอกจากนี้ลักษณะการฟักไข่ก็เป็นลักษณะพิเศษประจำพันธุ์ของไก่ไทย ทำให้ไก่ไทยสามารถสืบพันธุ์ต่อเนื่องกันมาช้านานโดยที่คนเลี้ยงไม่จำเป็นต้องใช้เทคนิคหรือเทคโนโลยีใดๆ เป็นพิเศษ ยิ่งกว่านั้นความสามารถในการต่อสู้เอาตัวรอด เช่น การบินขึ้นนอนบนคอก หรือนอนบนกิ่งไม้ยามค่ำคืน ทำให้รอดพ้นจากการถูกทำร้ายโดยสัตว์อื่นๆ เช่น สุนัข อีเห็น งู แม่ไก่มีความสามารถและสัญชาตญาณในการระแวดระวังภัยให้ลูกไก่ เช่น การป้องกันลูกไก่จากการโฉบเฉี่ยวไปกินโดยเหยี่ยว ลักษณะเหล่านี้เป็นลักษณะที่คัดเลือกโดยธรรมชาติ ไก่ตัวที่ขาดลักษณะดังกล่าวจะถูกคัดทิ้งโดยธรรมชาติ เช่นกัน ดังนั้น ลักษณะจึงถูกถ่ายทอดจากพ่อแม่ไปให้ลูก ลูกตัวไหนที่ขาดลักษณะนี้ ก็ย่อมถูกทำร้ายหรือทำลายไปโดยธรรมชาติ

แนวทางการนำใช้ประโยชน์พันธุกรรมสัตว์พื้นเมือง

สัตว์พื้นเมืองมีความสามารถในการทนได้ต่อสภาพการจัดการเลี้ยงดูที่ลงทุนต่ำและเอาใจใส่น้อย มีองค์ประกอบของเนื้อที่มีไขมันต่ำมีประโยชน์ต่อสุขภาพ และรสชาติมีความเฉพาะ เช่น ในไก่พื้นเมือง เป็นต้น ในโคหากฆ่าชำแหละในช่วงอายุที่เหมาะสม ความเหนียวของเนื้อต่ำและหากปรุงแต่งตามอัตลักษณ์ของภูมิภาคแล้วไม่มีปัญหาใดๆกับค่านิยมการบริโภค การผลิตในระบบปศุสัตว์อินทรีย์อาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะเพิ่มมูลค่าของเนื้อสัตว์พื้นเมืองหรือลูกผสมพื้นเมือง ในกรณีของไก่พื้นเมืองในปัจจุบันมีนแนวคิดใช้ประโยชน์ทางพันธุกรรมโดยทำเป็นสายพ่อในการผลิตไก่กระทงลูกผสม เพื่อนำจุดเด่นในเรื่องรสชาติและระดับความนุ่มเหนียวของเนื้อจากพ่อพื้นเมืองหรือพ่อพื้นเมืองลูกผสมมาสู่ลูกที่เกิดจากแม่พันธุ์สมัยใหม่ที่ไข่ดกกว่าแม่พื้นเมือง และให้ลูกที่เจริญเติบโตและเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อได้ดีกว่าไก่พื้นเมือง เนื้อลูกไก่ดังกล่าวอาจเป็นสินค้าที่สำคัญในอนาคตในตลาดแถบเอเชียที่นิยมไก่สี (เทวินทร์, 2551)

จากคุณลักษณะทางพันธุกรรมบางประการที่ดีเด่นของสัตว์พื้นเมือง ที่ถูกควบคุมร่วมทั้งโดยทางพันธุกรรม และทางสิ่งแวดล้อม การนำเอาคุณลักษณะเหล่านี้ไปใช้ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์พันธุ์ต่างๆ ที่จะนำมาเลี้ยงในประเทศไทยให้สามารถปรับตัวอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทย จะก่อให้เกิดประโยชน์อย่างมากแก่เกษตรกร ซึ่งนักวิชาการสมควรศึกษาคุณลักษณะเหล่านี้และคัดเลือกอนุรักษ์ไว้ใช้ประโยชน์หรือให้เป็นมรดกแก่คนไทยรุ่นต่อๆ ไป และไม่ควรมองข้ามแหล่งพันธุกรรมสัตว์ที่ดีของไทย

การกำจัดพันธุกรรมด้อย

การศึกษาทางพันธุกรรมในสัตว์ทำให้สามารถทราบถึงพันธุกรรมมรณะหรือยีนมรณะ (Lethal gene) ที่เกิดขึ้นในสัตว์ชนิดต่างๆ การศึกษาด้านการปรับปรุงพันธุ์โดยอาศัยความรู้เบื้องต้นทางชีววิทยาจะช่วยให้สามารถกำจัดหรือลดยีนมรณะหรือพันธุกรรมด้อยเหล่านี้ออก จากฝูงสัตว์ได้ ความรู้ในการผสมพันธุ์สัตว์ ช่วยให้นักวิชาการได้รับรู้ความจริงเกี่ยวกับผลของการผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นเครือญาติกัน เช่น การผสมพันธุ์ระหว่างพ่อหรือแม่กับลูก การผสมพันธุ์ระหว่างพี่กับน้อง เป็นต้น ว่าจะก่อให้เกิดความอ่อนแอหรือจุดด้อยในลักษณะต่างๆ ในรุ่นลูกที่เป็นผลของการผสมเลือดชิดนั้น ด้วยความรู้ทางด้านการผสมพันธุ์และพันธุกรรมสัตว์ ดังกล่าวนี้ จะช่วยให้นักผลิตสัตว์สามารถป้องกันไม่ให้เกิดความอ่อนแอหรือจุดด้อยในลักษณะต่างๆ ของสัตว์ขึ้นได้

ลักษณะที่ควบคุมโดยยีนมรณะ

ลักษณะในโค

1) โคเฮอร์ฟอร์ดเตี้ย (Comrest Hereford) โคจะมีรูปร่างและขนาดเล็กกว่าโคพันธุ์เฮอร์ฟอร์ดโดยทั่วไปคล้ายๆ จะเป็นโคแคระเมื่อเทียบกับโคมาตรฐาน ยีนที่ควบคุมเป็นยีนข่ม (partially dominant gene) สมมติว่าเป็นยีน C ถ้าเป็น Cc หรือเฮตเตอโรไซโกต (heterozygote) ก็เป็น Compress คือเตี้ยและเล็ก แต่ถ้าเป็น CC หรือโฮโมไซโกต (homozygote) ก็จะเป็นโคแคระ และมักจะตาย

2) โรคลมบ้าหมูหรือลมชัก (epilepsy) มีอาการหัวตก กัดลิ้น น้ำลายฟูมปาก ล้มชักดิ้นถึงตายได้ อาการแบบนี้จะเกิดขึ้นเป็นระยะ เมื่อสัตว์มีอาการตื่นเต้นมากๆ ยีนข่มเป็นตัวควบคุม

3) โคไม่มีขน พบในโคหลายพันธุ์ ถูกควบคุมโดยยีนถูกข่มหรือยีนด้อย (recessive gene) โคจะมีขนน้อยมากจนถึงไม่มีขนเลย

4) ลักษณะระยะตั้งท้องยาว (prolonged gestation) โดยปกติโคจะตั้งท้องนานประมาณ 283 วัน แต่โคที่มีลักษณะนี้จะต้องท้องนาน 310 ถึง 315 วัน ลูกโคจะมีน้ำหนักแรกคลอดถึงประมาณ 50 ถึง 75 กิโลกรัม เชื่อว่าลูกโคที่เกิดแบบนี้ถูกควบคุมโดยยีนถูกข่ม สมมติว่าเป็นยีน a ที่เป็น aa คือ เป็นโฮโมไซโกต ยีนนี้เป็นยีนมรณะ

ลักษณะในแกะ

1) แกะแคระ พบในแกะพันธุ์เซาท์ดาวน์ (พันธุ์แกะยุโรปและอเมริกา) แกะแคระปากคล้ายปากนกแก้ว และจะตายภายในหนึ่งเดือนหลังคลอด ยีนควบคุมเป็นยีนถูกข่มกึ่งมรณะ (semi lethal)

2) แกะสีเทามรณะ ถูกควบคุมโดยยีนข่ม แกะสีเทาเป็นแกะโฮโมไซโกต สมมติว่า GG ลูกแกะจะตายในระยะก่อนคลอด หรือภายหลังคลอดเล็กน้อย

ลักษณะในสุกร

1) ลักษณะเลือดไหลไม่หยุด (hemophilia) ถูกควบคุมโดยยีนถูกข่มถึงมรณะ เลือดจะไม่แข็งตัว เช่น ในกรณีที่สุกรตัวผู้ถูกตอน เลือดจะไหลไม่หยุด และทำให้ถึงตายได้

2) อัมพาต (paralysis) สุกรจะเป็นอัมพาตที่ขาหลัง ทำให้เดินไม่ได้ ต้องใช้ขาหน้าลากพยุงตัวไป สุกรจะตายภายในไม่กี่วัน ลักษณะนี้ถูกควบคุมโดยยีนถูกข่ม

นอกจากที่กล่าวแล้วนี้ยังมีลักษณะอื่นๆ อีกมาก ตัวอย่างลักษณะมรณะและกึ่งมรณะดังที่ได้กล่าวมาแล้วนี้ สามารถที่จะกำจัดออกไปจากฝูงสัตว์ได้หากผู้เลี้ยงมีข้อมูลประวัติของสัตว์ในฝูง ซึ่งหลักการในการปรับปรุงพันธุ์จะช่วยพิสูจน์หาลักษณะเหล่านี้ได้ด้วยแผนผสมพันธุ์ให้ยีนแสดงตัวหรือแสดงอิทธิพลออกมา

การผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นญาติกันและผลกระทบต่อสัตว์

การผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นญาติกันจะเกิดผลกระทบต่อความแข็งแรงสมบูรณ์ของลูก ลูกที่เกิดมาอาจมีลักษณะบางอย่างพิการ ยิ่งพ่อแม่มีความสัมพันธ์กันมาก ดังนั้น ความรู้ในวิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์จะช่วยให้เราสามารถวางแผนป้องกันการผสมเลือดชิดดังที่กล่าวนี้ได้

1) ผลกระทบของการผสมเลือดชิดต่อลักษณะในโคเนื้อและโคนม ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมเป็นลักษณะที่มีความสำคัญและถูกนำมาใช้ในการวางแผนปรับปรุงพันธุ์โคนม ในปัจจุบันพบว่าความสมบูรณ์พันธุ์ของประชากรโคนมมีแนวโน้มลดลง ปัจจัยหนึ่งที่อาจส่งผลให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของโคนมลดลงคือการผสมเลือดชิด ลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ (Reproductive traits) เป็นลักษณะที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ประกอบด้วยหลายลักษณะ เช่น อายุเมื่อคลอดลูกตัวแรก (Age at First Calving; AFC) โดยทั่วไปในทางทฤษฎีโคนมจะมีการคลอดลูกตัวแรกที่อายุ 24–25 เดือน หรือ ประมาณ 750 วัน (วิโรจน์, 2546) Rokouei et al. (2010) รายงานว่า โคนมในประเทศอิหร่านมีการคลอดลูกตัวแรก 794.28 วันจำนวนวันท้องว่าง (Days Open; DO) โดยทางสำนักเทคโนโลยีชีวภาพการผลิตปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ได้กำหนดค่าที่เหมาะสมของลักษณะจำนวนวันท้องว่าง น้อยกว่า 100 วัน ผลกระทบส่วนใหญ่จะเกิดต่อลักษณะก่อนหย่านมมากกว่าลักษณะหลักหย่านม การศึกษาเกี่ยวกับผลการผสมเลือดชิด ในโคนมได้พบการปรากฏของยีนมรณะ เช่น การเกิดลูกโคที่เป็นอัมพาตในส่วนบั้นท้าย ลูกโคตายตั้งแต่คลอด หรือเกิดมามีลักษณะพิการ ผลของการผสมเลือดชิดที่พ่อแม่มีความสัมพันธ์กันมากอาจมีผลให้ผลผลิตนมและไขมันในนมลดลง และมีแนวโน้มให้ความสมบูรณ์พันธุ์ลดลงด้วย แต่ผลการศึกษาทางวิชาการยังมีไม่มากพอที่จะแสดงผลที่เด่นชัด เพราะการศึกษาทำนองนี้ใช้ทุนมาก และผลที่ได้เป็นการแสดงผลเสียเท่านั้น

2) ผลกระทบของการผสมเลือดชิดต่อลักษณะในสุกร สุกรที่เกิดจากการผสมเลือดชิดซ้ำๆ กันหลายๆ รุ่น จะมีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง สุกรบางสายพันธุ์ที่ผสมแบบเลือดชิด

ติดต่อกันชั่วอายุอาจสูญพันธุ์ได้ เนื่องจากสุกรผสมพันธุ์ได้ลูกน้อยหรือผสมพันธุ์ไม่ค่อยติดลูก จากการศึกษาในต่างประเทศ Lasley (1987) พบว่าการผสมเลือดชิดในสุกรที่อัตราผสมเลือดชิดสูงมากจะทำให้จำนวนลูกลดลงสุกรมีอายุแรกเกิด อายุ 21 วัน 56 วัน และ 154 วัน

การเพิ่มความแตกต่างทางพันธุกรรมและการสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่

ความสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์สัตว์อีกประการหนึ่งในทางชีววิทยานั้นจะเห็นได้จากกรณีที่นักปรับปรุงพันธุ์สัตว์สามารถเพิ่มความแตกต่างทางพันธุกรรมให้เกิดขึ้นในฝูงสัตว์ได้ด้วยการผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่มาจากแหล่งพันธุกรรมต่างๆ กัน แล้วทำการคัดเลือกตัวที่มีลักษณะดีๆ ไว้ขยายพันธุ์หรือสืบพันธุ์ต่อไป พ่อตัวไหนที่พิสูจน์แล้วว่ามีคุณภาพดีมากก็อาจขยายพันธุ์ด้วยการผสมเทียมทำให้สามารถผสมพันธุ์กับแม่จำนวนมากๆ เพื่อให้ได้ลูกของพ่อตัวนั้นจำนวนมากในฝูงสัตว์

การเพิ่มความแตกต่างทางพันธุกรรมของสัตว์ทำให้เกิดความหลากหลายในธรรมชาติ ทำให้สัตว์อยู่รอดได้ในสภาพแวดล้อมที่ต่างๆ กัน จากไดอะแกรมต่อไปนี้แสดงให้เห็นว่า ถ้าในประชากรของสัตว์มีเพียงสัตว์ประเภท AA อย่างเดียว การผสมพันธุ์กันก็จะได้ลูกประเภทเดียวคือ AA แต่ถ้าการนำสัตว์ประเภท aa เข้ามาผสมข้ามก็จะได้สัตว์ที่มีความแตกต่างทางพันธุกรรมหลากหลายขึ้น

การผสมในพันธุ์เดียวกัน

AA x AA
↓
AA

การผสมข้ามพันธุ์

AA x aa
↓
Aa x Aa
↓
AA : Aa : aa

ตัวอย่างกระบือไทย ซึ่งจัดเป็นสัตว์สำหรับใช้แรงงานและใช้เนื้อแต่กระบือไทยให้นมน้อย ปรับปรุงเพิ่มผลผลิตนมได้ยาก ดังนั้นจึงได้มีการนำกระบืออินเดีย เช่น พันธุ์มูราห์ (Murrah) เข้ามาผสมข้ามพันธุ์กับกระบือไทย ทำให้เกิดกระบือพันธุ์ผสมที่ให้นมได้ 3-5 ลิตร เราสามารถคัดเลือกและผสมพันธุ์กระบือพันธุ์ผสมให้ได้ผลดีทั้งการใช้งาน ให้เนื้อและรีดนมได้ด้วย อันเป็นการเพิ่มความหลากหลายของการใช้ประโยชน์ได้ หากเป็นที่ต้องการของเกษตรกร แต่การคัดเลือกกระบือไทยเพื่อการรีดนมนั้นทำได้ยากมาก เพราะกระบือไทยทั่วไปให้นมเพียงวันละ 1-2 ลิตร พอที่จะเลี้ยงลูกกระบือเท่านั้น และความแตกต่างทางพันธุกรรมในลักษณะนี้ของกระบือมีน้อยมาก การเพิ่มความหลากหลายเรื่องลักษณะการผลิตนมในกระบือไทยจึงต้องใช้เทคนิคด้านการผสมข้ามพันธุ์

ความสำคัญทางชีววิทยาอีกประการหนึ่งของการปรับปรุงพันธุ์ คือ การสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่ๆ ที่เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ให้มีมากขึ้น ในประเทศไทยนั้นมีการสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่กันน้อยมากเพราะขาดเงินทุนสนับสนุนโครงการ แต่มีการนำเข้าพันธุ์สัตว์จากต่างประเทศอยู่มากเพราะทำได้

เร็ว การส่งเสริมการเลี้ยงโคนมในประเทศไทยได้มีการนำเข้าโคนมพันธุ์ใหม่ๆ เข้ามาทดลองเลี้ยงหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์เอเอ็มแชด หรือ Australian Milking Zebu (AMZ) พันธุ์เอเอฟเอส หรือ Autralian Friesian Sahiwal (AFS) อันเป็นพันธุ์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับเขตร้อนโดยประเทศออสเตรเลีย พันธุ์โคเนื้อที่เกิดใหม่ๆ ก็มีหลายพันธุ์ อาทิ พันธุ์ซานตาเกอทรูดิส พันธุ์แบรงกัส พันธุ์ชาเบรย์ พันธุ์ดราห์มาสเตอร์ เป็นต้น ในประเทศไทยก็ได้มีการดำเนินการสร้างโคเนื้อพันธุ์ไทยที่รู้จักกันในนามโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน โดยเริ่มจากพื้นฐานโคพื้นเมืองไทย

นอกจากนี้ยังมีพันธุ์สุกรใหม่ๆ จำนวนมากมาย การขุนสุกรนิยมใช้สุกรขุนสามสายเลือด ทั้งนี้เพื่อให้ได้ผลดีจากการผสมลักษณะเด่นของพันธุ์ต่างๆ ส่วนพันธุ์สัตว์ปีก เช่น ไก่ เป็ด ก็มีมาก การเลี้ยงไก่ไข่และไก่กระทงในปัจจุบันนิยมใช้ไก่ไฮบริด คือเป็นลูกผสมระหว่างต่างสายพันธุ์เดียวกันหรือต่างพันธุ์กัน

การอนุรักษ์แหล่งพันธุกรรมสัตว์

การกำเนิดและการสูญพันธุ์ของสัตว์

ปัจจัยสำคัญประการแรกที่ทำให้เกิดพันธุ์สัตว์พื้นเมืองต่างๆ (รวมทั้งสัตว์ป่า) คือการคัดเลือกโดยธรรมชาติคำว่า ธรรมชาติ หมายถึงปัจจัยทางสภาพแวดล้อมและปัจจัยอื่นๆ ในสภาพที่เป็นอยู่ของสัตว์ที่มิใช่เกิดจากการกำหนดโดยมนุษย์ ยกตัวอย่างเช่น

1) สภาพความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร ยกตัวอย่างเช่น สัตว์ชนิดนั้นๆ จะมีขนาดเล็กหากอยู่ในสภาพที่มีอาหารน้อย และคุณภาพต่ำ

2) ภูมิอากาศ ตัวอย่างเช่น สัตว์ในเขตร้อนชื้นต้องรับปรับระบบร่างกายให้สามารถทนต่ออากาศร้อนและความชื้นสูง จึงสร้างกลไกที่ระบายความร้อนได้เร็ว เช่น โคมีเหนียงคอเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวไว้ช่วยระบายความร้อนหรือมีต่อมเหงื่อตามผิวหนังจำนวนมากเมื่อเทียบกับสัตว์เขตหนาว

3) โรคและพยาธิ สัตว์พื้นเมืองในประเทศไทยต้องมีความสามารถทนทานต่อโรคและพยาธิ ที่มีอยู่ทั่วไปในท้องถิ่น เช่น โคพื้นเมืองต้องทนทานต่อโรคปากและเท้าเปื่อย คือแม้โคไทยจะเป็นโรคนี้ แต่ส่วนใหญ่เป็นโรคแล้วรักษาให้หายได้ แต่โคฝรั่งเป็นโรคนี้มักจะตายเกือบทั้งหมด นอกจากนี้จะสังเกตได้ว่าโคไทยมีความทนทานต่อเห็บและพยาธิตัวกลมมากกว่าโคพันธุ์ฝรั่ง

4) ศัตรู อันได้แก่สัตว์อื่นที่ทำอันตรายต่อสัตว์นั้นๆ ยกตัวอย่างเช่น ศัตรูของไก่พื้นเมือง ได้แก่ อีเหยี่ยว อีเห็น หมา พังพอน งู เป็นต้น ไก่ไทยจึงต้องพัฒนาความสามารถในการหลบหนีศัตรูเพื่อเอาตัวรอด สามารถบินขึ้นนอนบนกิ่งไม้ แม่ไก่มีสัญชาตญาณป้องกันภัยให้ลูกไก่ สัตว์ป่า เช่น กวาง มีศัตรูไก่แก่ เสือ สิงโต เป็นต้น ที่คอยจ้องจับเป็นเหยื่อ ดังนั้น กวางจึงต้องพัฒนาความสามารถวิ่งได้เร็ว ตัวที่วิ่งหนีเสือหรือสิงโตไม่ทันก็จะถูกกินเท่ากับเป็นการคัดตัวที่อ่อนแอไม่เหมาะสมออกไปจากฝูง

5) การแข่งขันต่อสู้เพื่อความคงอยู่สัตว์ตัวผู้ที่ต่อสู้ชนะก็มีโอกาสผสมพันธุ์ตัวเมียแล้วขยายพันธุ์ต่อไปสัตว์บางชนิดอยู่รอดด้วยการมีลูกดก เช่น สุกรไทย ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันว่า มีลูกดกถึงครอกละ 15-20 ตัวก็มีทั้งนี้เพื่อจะได้มีลูกหลานไว้ดำรงพันธุ์

ปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งก่อให้เกิดพันธุ์สัตว์คือ การปรับปรุงพันธุ์ด้วยการคัดเลือกของมนุษย์ เมื่อมนุษย์ต้องการประโยชน์จากสัตว์ อาทิ เนื้อ นม ไข่ ขน เป็นต้น มนุษย์ก็คัดเลือกสัตว์ที่มีความสามารถสูงในแต่ละด้าน เช่น โคชน ไก่ชน ก็เกิดจากการเลือกของมนุษย์นั่นเอง มนุษย์ใช้ประโยชน์จากสัตว์ดังนี้

1) ใช้เป็นอาหาร เช่น ใช้ผลิตเนื้อ นม หรือ ไข่ ทำให้เกิดโคพันธุ์นม โคพันธุ์เนื้อ หรือไก่พันธุ์ไข่ เป็ดพันธุ์เนื้อ เป็ดพันธุ์ไข่ เป็นต้น บางครั้งก็คัดเลือกเพื่อประโยชน์สองอย่างทำให้มีโคพันธุ์เนื้อและนม ฯลฯ

2) ใช้สัตว์ทำงานและใช้มูลเป็นปุ๋ย

3) ใช้หนัง หรือใช้ขน เช่น วัวไบซันในทวีปอเมริกา ชาวอินเดียแดงใช้หนังกั้นเป็นกระโจมที่พักหรือใช้ทำเครื่องนุ่มห่ม

4) ใช้ประโยชน์อเนกประสงค์ รวมทั้งเกมกีฬา เช่น โคชน ไก่ชน เป็นต้น ซึ่งใช้เนื้อเป็นอาหาร ใช้ทำงาน ใช้เป็นมูลเป็นปุ๋ย คัดเลือกลูกตัวผู้ที่เก่งไปใช้ในเกมกีฬาชนโค

การสูญพันธุ์ของสัตว์เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลาโดยสาเหตุต่างๆ เช่น เกิดจากการล่าทำลายของมนุษย์ เช่น การล่าหรือฆ่าช้างเพื่อเอางา การฆ่าแรดเพื่อเอานอแรด ทำยาอายุวัฒนะ การฆ่าเสือเพื่อเอาหนัง หรือการฆ่าหมีเพื่อเอาหนังและเอาอุ้งตีนหมีเพื่อนำมาทำอาหาร และมีความเชื่อว่าจะสามารถบำรุงสมรรถภาพทางเพศ การสูญเสียของสัตว์อาจเกิดจากการทำลายระบบนิเวศหรือถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ เช่นการตัดไม้ทำลายป่า ทำให้สัตว์หลายชนิดสูญพันธุ์ การทำลายแหล่งน้ำหรือต้นน้ำลำธาร ทำให้สัตว์น้ำสูญพันธุ์ การเปลี่ยนระบบการเลี้ยงสัตว์ เช่น เปลี่ยนระบบการเลี้ยงสุกรดั้งเดิมเป็นการเลี้ยงแบบตะวันตก ทำให้สุกรไทยสูญหายไป การผสมข้ามพันธุ์ เช่นการนำโคบราห์มันมาส่งเสริมให้เกษตรกรเลี้ยงในภาคอีสานทำให้เกิดการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างโคไทยกับโคบราห์มันทำให้โคไทยแท้สูญหายไปมาก

การสูญพันธุ์ของสัตว์เกิดขึ้นได้ตลอดเวลาถ้าหากคนไม่มีความสนใจเรื่องการอนุรักษ์สุกรพื้นเมืองไทยสูญหายไปจากระบบการเลี้ยงสุกร ไก่ไทยสูญหายและหายากเพราะระบบการเลี้ยงไก่เป็นการค้าเข้ามาแทนที่ แต่ก็ยังมีคนไทยในชนบทที่มีความนิยมเรื่องการชนไก่ และเลี้ยงผสมพันธุ์ไก่ชน มิฉะนั้นไก่ไทยก็คงสูญพันธุ์เช่นเดียวกัน กระบือไทยมีจำนวนลดลงจาก 6 ล้านตัว เหลือเพียง 1 ล้านตัว เพราะคนไทยฆ่ากระบือตัวเมีย กระบือท้อง และกระบือแม่ลูกอ่อน โคขาวลำพูนในภาคเหนืออาจสูญพันธุ์เนื่องจากผสมข้ามพันธุ์ โคชนก็อาจสูญพันธุ์ หากคนภาคใต้ไม่เล่นกีฬาชนโค คนใต้อนุรักษ์โคชนได้ด้วยการไม่ยอมรับการผสมข้ามพันธุ์โคพื้นเมืองกับโคต่างพันธุ์

การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ คำว่าอนุรักษ์ ในภาษาไทยแปลว่า รักษาให้คงเดิม เป็นคำกริยา มาจากภาษาสันสกฤต (ราชบัณฑิตยสถาน, 2539) เมื่อใช้เป็นคำนามก็ใช้การอนุรักษ์ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า conservation ในอดีตองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO/UN) ได้ใช้คำว่า conservation แต่ในภายหลังองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติต้องการให้การอนุรักษ์มีความหมายกว้างขวางกว่าเดิม และได้เปลี่ยนมาใช้คำว่า การอนุรักษ์และใช้ประโยชน์ เพื่อเน้นให้เข้าใจว่าการอนุรักษ์นั้นมุ่งให้เกิดประโยชน์สำหรับมนุษย์ ดังนั้นการอนุรักษ์ไม่เพียงพอแค่การรักษาพันธุ์พืชและสัตว์ให้คงไว้เท่านั้น แต่ยังต้องปรับปรุงให้ดีอีกขึ้นด้วย

ในปัจจุบันนี้ วิธีการอนุรักษ์พันธุกรรมสัตว์ มีอยู่ 3 วิธีคือ

วิธีที่ 1 การอนุรักษ์โดยการเก็บรักษาน้ำเชื้อ ตัวอ่อน หรือ ไข่ ในไนโตรเจนเหลว (อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส)

วิธีที่ 2 การเก็บสารถ่ายทอดพันธุกรรมหรือที่เรียกว่า ดีเอ็นเอ (DNA)

วิธีที่ 3 การอนุรักษ์ฝูงสัตว์มีชีวิต ซึ่งอาจแบ่งได้สองแบบ คือ

ก) การอนุรักษ์ในถิ่น (In situ conservation) หรือเรียกว่า การอนุรักษ์ในถิ่นที่อยู่ เป็นการให้สัตว์อยู่ในสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติที่เป็นอยู่ เช่น โคกระบืออยู่ในฝูงสัตว์ตามวิธีการเลี้ยงของเกษตรกรในหมู่บ้าน เป็นต้น)

ข) การอนุรักษ์นอกถิ่น (Ex situ conservation) หรืออาจเรียกว่า การอนุรักษ์นอกถิ่นที่อยู่ เป็นการเก็บรักษาสัตว์โดยนำออกมาจากสภาพความเป็นอยู่ปกติ เช่น การนำสัตว์ไปเลี้ยงไว้ในสวนสัตว์ หรือการนำสัตว์มาเลี้ยงไว้ในศูนย์ สถานีของรัฐ เป็นต้น การอนุรักษ์วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 คือ การเก็บรักษาน้ำเชื้อ ตัวอ่อน ไข่ และดีเอ็นเอ ที่กล่าวมาข้างต้น สามารถจัดเป็นการอนุรักษ์แบบนอกถิ่นนี้ด้วย

การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ในถิ่นส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงสัตว์ในระบบการผลิตสัตว์ตามปกติ เช่นระบบการเลี้ยงโคกระบือ ระบบการเลี้ยงสุกร เป็ด ไก่ ของเกษตรกรตามปกติ ทำให้มีการดำรงรักษาพันธุ์สัตว์ต่างๆ ทั้งสัตว์พื้นเมือง และสัตว์พันธุ์ต่างประเทศไว้ได้อย่างต่อเนื่อง เพราะการขยายพันธุ์หรือการสืบพันธุ์ รวมทั้งการปรับปรุงพันธุ์เป็นขั้นตอนหนึ่งของการเลี้ยงสัตว์เพื่อวัตถุประสงค์ทางเศรษฐกิจนั่นเอง

การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์ในถิ่นคือการเลี้ยงโดยเกษตรกร แม้จะมีการลงทุนสูง แต่ก็ดำเนินการติดต่อกันได้เพราะเกษตรกรได้ประโยชน์คือรายได้จากกำไรในการเลี้ยงสัตว์นั้นๆ แต่การอนุรักษ์พันธุ์สัตว์นอกถิ่นโดยสถานีของรัฐบาลมักเป็นไปได้ยากและไม่ตลอด เพราะทำได้จำนวนน้อยและมักจะขาดแคลนทุนหรืองบประมาณในระยะยาว

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์ทางเศรษฐกิจเป็นกระบวนการทำธุรกิจปศุสัตว์เป็นการค้า ทำให้พันธุ์สัตว์คงอยู่ได้ตราบเท่าที่ยังมีกลไกการตลาดรองรับอยู่ คือยังมีความต้องการจากผู้ผลิตและ

ผู้บริโภค การปรับปรุงพันธุ์สัตว์จึงช่วยให้เกิดการอนุรักษ์พันธุ์สัตว์นั้นไปในตัว ทั้งนี้เพราะสังคมได้ใช้ประโยชน์จากพันธุ์สัตว์นั้น

ความสำคัญของการปรับปรุงพันธุ์เชิงวิชาการ

การปรับปรุงพันธุ์สัตว์มีส่วนกระตุ้นอย่างสำคัญยิ่งที่ก่อให้เกิดการค้นคว้าทดลองจนมีการพัฒนาก้าวหน้าทางวิชาการ เกิดเป็นสาขาวิชาต่างๆ มากมายหลายแขนง วิชาการผสมพันธุสัตว์นั้นแรกเริ่มเดิมทีเกิดจากความพยายามของมนุษย์ในการที่จะสร้างพันธุ์สัตว์ให้ได้ตรงกับความต้องการของตนเอง จึงคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามที่ตนต้องการมาผสมพันธุ์กัน จนได้สัตว์ที่ตรงตามเป้าประสงค์ ต่อมาได้มีการค้นพบทฤษฎีการถ่ายทอดพันธุกรรมโดยเมนเดล (Mendel) ทำให้เกิดความเข้าใจเกี่ยวกับการถ่ายทอดลักษณะดีขึ้น มีเหตุผลอธิบายได้ โดยเฉพาะเกี่ยวกับลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหนึ่งคู่หรือน้อยคู่ ทำให้เกิดวิชาเกี่ยวกับพันธุศาสตร์แบบเมนเดล ต่อมาได้มีการศึกษาเพื่อให้ทราบหลักการในการปรับปรุงลักษณะการให้ผลผลิตของสัตว์ อาทิ เนื้อ นม ไข่ ซึ่งอยู่ใต้อิทธิพลทั้งของยีน (พันธุกรรม) และสิ่งแวดล้อมอันเป็นลักษณะที่มีความแตกต่างผันแปรอย่างต่อเนื่องในกลุ่มสัตว์จำนวนมาก การปรับปรุงพันธุ์สัตว์จึงอาศัยแผนการผสมพันธุ์สัตว์จำนวนมากๆ แล้วติดตามด้วยการคัดเลือกพันธุ์จึงได้เกิดความรู้ด้านแผนการผสมพันธุ์ (breeding plans) แบบต่างๆ เช่น การผสมพันธุ์ในพันธุ์เดียวกัน การผสมข้ามพันธุ์ การผสมพันธุ์แบบเลือดชิด เป็นต้น

ในช่วงเวลาต่อมา ได้มีการพัฒนาวิชาสถิติศาสตร์ขึ้น สามารถใช้เป็นเครื่องมือวิเคราะห์และแยกแยะอิทธิพลของพันธุกรรม และอิทธิพลของสิ่งแวดล้อมเกี่ยวกับลักษณะผลผลิตของสัตว์ ทำให้เกิดสาขาวิชาการเพื่อการศึกษาพันธุศาสตร์ประชากร หรือ population genetics หรือบางทีก็พูดว่าเป็นสาขาวิชาที่ศึกษาลักษณะปริมาณ เช่น เนื้อ นม ไข่ ของสัตว์ จึงอาจเรียกวิชานี้ว่า quantitative genetics ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานในการศึกษาและปรับปรุงพันธุ์สัตว์ อนึ่ง ในยุคปัจจุบันได้มีการประดิษฐ์และพัฒนาคอมพิวเตอร์หรือเครื่องคำนวณที่มีขีดความสามารถสูง ประกอบกับความก้าวหน้าในเชิงเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ วิชาการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ในเชิงประชากรหรือเชิงลักษณะปริมาณจึงมีความก้าวหน้า และละเอียดลึกซึ้งมากยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ นักพันธุศาสตร์ยังได้ศึกษาค้นคว้าในรายละเอียดเกี่ยวกับยีนและการทำหน้าที่ของยีนจนสามารถทราบได้ว่า ยีนหรือหน่วยพันธุกรรมเป็นองค์ประกอบทางเคมีของหน่วยเบส (base) ของดีเอ็นเอ (deoxyribonucleic acid หรือ DNA) ซึ่งอยู่บนโครโมโซมในเซลล์ ความก้าวหน้าทางพันธุศาสตร์ในระดับโมเลกุล ทำให้เกิดสาขาวิชาที่เรียกว่า พันธุศาสตร์เชิงโมเลกุล หรือ molecular genetics ช่วยให้สามารถทำการปรับปรุงลักษณะของสัตว์โดยมีความแม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยใช้ร่วมกับการผสมพันธุ์สัตว์แบบเดิมที่มีอยู่ความรู้ด้านพันธุศาสตร์โมเลกุลได้ก้าวหน้ามากยิ่งขึ้นจนสามารถตัดต่อยีนในสัตว์ได้ คือ ตัดยีนจากสัตว์ตัวหนึ่งหรือประเภทหนึ่งไปใส่ในสัตว์อีกตัวหนึ่งหรืออีก

ประเภทหนึ่งได้ เพื่อวัตถุประสงค์บางประการ จนเกิดวิชาเฉพาะลึกซึ้งยิ่งขึ้นไปอีก เรียกว่า วิชาพันธุวิศวกรรม หรือ genetic engineering ทำให้ได้สัตว์ตัดแต่งยีน หรือเรียกทั่วไปว่า GMOs (genetically modified organisms)

แนวคิด

1. จุดเริ่มต้นของวิชาการผสมพันธุ์สัตว์เกิดจากความพยายามของมนุษย์ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์โดยการสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่ให้มีลักษณะตรงตามที่ต้องการ จากการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่มีลักษณะตรงตามที่ต้องการมาผสมพันธุ์กัน

2. หลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะซึ่งเป็นผลงานค้นคว้าของเมนเดล ได้เป็นพื้นฐานสำคัญของวิชาพันธุศาสตร์ และต่อมาเมื่อมีการประยุกต์วิชาสถิติศาสตร์มาใช้กับวิชาพันธุศาสตร์ทำให้เกิดวิชาพันธุศาสตร์ประชากรขึ้น

3. วิชาพันธุศาสตร์โมเลกุลเป็นการศึกษาชีวเคมีและพันธุศาสตร์เกี่ยวกับเซลล์ ทำให้ทราบตำแหน่งและโครงสร้างของยีน ซึ่งได้ใช้ประโยชน์ในการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสัตว์ได้จำเพาะเจาะจงและรวดเร็วยิ่งขึ้น

4. วิชาการขยายพันธุ์สัตว์เป็นการนำความรู้ด้านการปรับปรุงพันธุ์สัตว์โดยการคัดเลือกพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่มีคุณภาพดี แล้วจัดให้มีการผสมพันธุ์ พร้อมทั้งการเก็บรักษาน้ำเชื้อเพื่อการผสมเทียม ตลอดจนการใช้เทคนิคการขยายพันธุ์สัตว์แบบอีทีและการโคลนนิ่ง ทำให้วิทยาการขยายพันธุ์สัตว์มีความเจริญก้าวหน้าเป็นอย่างมาก

พันธุศาสตร์ประชากร

วิชาพันธุศาสตร์ประชากร (genetics) เริ่มต้นจากพื้นความรู้จากงานค้นคว้าของเมนเดล ซึ่งตีพิมพ์ใน ค.ศ.1865 แต่ในสมัยนั้นนักวิชาการไม่ได้ให้ความสนใจแก่ผลงานของเมนเดล เพราะคนส่วนใหญ่สนใจถกเถียงกันแต่เรื่องทฤษฎีของดาร์วิน (Darwin) ชาวอังกฤษ ผู้ซึ่งตีพิมพ์หนังสือเรื่อง Origin of Species ใน ค.ศ. 1859 ซึ่งเสนอหลักการเกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตจากกระบวนการการคัดเลือกโดยธรรมชาติ (natural selection) ผลงานของเมนเดลอันเป็นพื้นฐานของวิชาพันธุศาสตร์จึงถูกหลงลืมมาจนถึงช่วงเลย ค.ศ. 1900 จึงได้มีนักวิชาการบางคนได้นำค้นคว้าผลงานของเมนเดลมาอ่านใหม่ และพบว่าหลักการของเมนเดล เป็นหลักการพื้นฐานของการถ่ายทอดลักษณะ โดยหน่วยถ่ายทอดที่มีนักวิชาการ ชื่อ Wilhelm Johanssen ชาวเดนมาร์ก ใช้คำว่า ยีน (gene) อันเป็นที่มีของคำว่า genetics (พันธุศาสตร์) ในเวลาต่อมา เมนเดลตายใน ค.ศ. 1884 โดยหารู้ไม่ว่าผลงานการผสมพันธุ์ถั่วของเขาได้กลายเป็นทฤษฎีพื้นฐานทางพันธุศาสตร์ และตัวเขาเองก็ได้รับการขนานนามว่าบิดาแห่งพันธุศาสตร์คนใหม่ ในเวลาต่อมาทฤษฎีพันธุศาสตร์ของเมนเดล นอกจากจะอธิบายถ่ายทอดลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนคู่เดียว แล้วยังสามารถอธิบายลักษณะที่ถูกควบคุมโดยยีนหลายคู่ และ

การถ่ายทอดของลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะที่เป็นอิสระกัน ต่อมาได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์และโครโมโซม จึงได้ทราบว่ายีนหลายยีนอาจอยู่บนโครโมโซมเดียวกัน และไม่อิสระจากกันอย่างเต็มที่ (Linkage) ทฤษฎีของเมนเดลทำให้สามารถอธิบายความหลากหลายของลักษณะในสัตว์และพืชอันเป็นพื้นฐานในการคัดเลือกพันธุ์ต่อไป

ในช่วงใกล้เคียงกันนี้ วิชาสถิติศาสตร์ก็เริ่มพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือในการศึกษาประชากร (population) ว่าประชากรนั้นมีแนวโน้มสู่ศูนย์กลาง (ค่าเฉลี่ย) และมีความกระจายหรือความหลากหลาย (ความผันแปร ซึ่งวัดเป็นค่า deviation หรือค่าแตกต่างจากค่าเฉลี่ย) วิชาสถิติศาสตร์ช่วยให้นักปรับปรุงพันธุ์สามารถประยุกต์วิธีวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อศึกษาลักษณะผลผลิตของสัตว์ที่ถูกควบคุมทั้งโดยยีน (พันธุกรรม) และสิ่งแวดล้อมสามารถทราบว่า ความแตกต่างในลักษณะใดลักษณะหนึ่งของสัตว์สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ร้อยละเท่าใด ถ้ายีนมีอิทธิพลมาก (ร้อยละ 50-70) จะสามารถปรับปรุงพันธุ์ได้ดี ถ้ายีนมีอิทธิพลน้อยมาก (น้อยกว่าร้อยละ 15) ก็อาจมุ่งปรับปรุงคุณภาพของสัตว์ด้วยวิธีอื่น อาทิ การให้อาหาร สุขภาพ และการจัดการ เป็นต้น

การประยุกต์วิชาสถิติศาสตร์เข้ากับวิชาพันธุศาสตร์ และต่อมามีการประดิษฐ์เครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้คำนวณได้ไว จึงก่อให้เกิดความก้าวหน้าในสาขาวิชานี้รวดเร็วมาก ทำให้เกิดวิชาพันธุศาสตร์ประชากร (population genetics) หรือเรียกว่าพันธุศาสตร์ของประชากร (genetics of populations) ทำให้นักปรับปรุงพันธุ์ใช้ทฤษฎีการผสมพันธุ์ คัดเลือกพันธุ์ เพื่อเพิ่มคุณภาพของฝูงสัตว์จำนวนมากๆ ได้รวดเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น วิชาการสาขานี้ได้ขยายตัวอย่างกว้างขวางมากในช่วง ค.ศ. 1960-1980 โดยประมาณ

พันธุศาสตร์โมเลกุล

การศึกษาทางชีวเคมีและพันธุศาสตร์ไซโต (cytogenetic) หรือพันธุศาสตร์เกี่ยวกับเซลล์ ได้ดำเนินการมาก่อน ค.ศ.1900 นักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบกรดนิวคลิอิก (nucleic acid) อันเป็นพื้นฐานไปสู่ความรู้เรื่องยีนในระดับโมเลกุล (Anja and Thomas, 2021) ต่อมาได้ศึกษาทราบว่ากรดนิวคลิอิกมีสองพวก คือ กรดดีออกซีไรโบนิวคลิอิก (deoxyribonucleic acid หรือ DNA) กับกรดไรโบนิวคลิอิก (ribonucleic acid)

ใน ค.ศ. 1953 วัตสันและคริค (Watson and Crick) ต่างได้เสนอแบบหุ่นโมเลกุลของ DNA อันเป็นโครงสร้างพื้นฐานของยีน ซึ่งต่อมาใน ค.ศ. 1962 ทำให้เขาทั้งสองได้รับรางวัลโนเบลร่วมกัน การค้นพบของวัตสันและคริค ทำให้ได้ความรู้พื้นฐานด้านโมเลกุลเกี่ยวกับยีนว่า ยีนนั้นประกอบด้วยเบส (base) ที่มีไนโตรเจน 4 ตัว คือ อะดีนีน (adenine หรือ A) กัวนีน (guanine หรือ G) ไซโตซีน (cytosine หรือ C) และไทมีน (thymine หรือ T) เบสจะจับอยู่เป็นคู่ โดยที่ A จับคู่กับ T และ G จับคู่กับ C AGCT จะเรียงกันเป็นเขตยีนเปรียบเสมือนคำที่สะกดด้วยอักษร AGCT ที่เรียงลำดับต่าง ๆ

กัน สมมติว่า ยีนสำหรับควบคุมโปรตีน AGCT ก็จะเรียงลำดับในส่วนผสมเป็นเสมือนคำพูดหรือโค้ดที่อ่านแล้วรู้เรื่องว่ายีนนั้นควบคุมโปรตีน ความรู้พื้นฐานนี้นำไปสู่การศึกษาค้นคว้าอย่างกว้างขวาง นักวิชาการสามารถค้นหายีนบนโครโมโซมว่ายีนในตำแหน่งใดของโครโมโซมควบคุมลักษณะใด ยีนมีโครงสร้างทางชีวเคมีเป็นแบบใด เมื่อทราบตำแหน่งของยีนและโครงสร้างของยีนแล้ว ก็ทำให้นักวิทยาศาสตร์สามารถสร้าง ยีนแล้วนำไปตัดต่อให้กับพืชหรือสัตว์ที่ต้องการได้ เรียกว่า genetic engineering หรือ พันธุวิศวกรรมอันเป็นแขนงหนึ่งของวิชาพันธุศาสตร์โมเลกุล วิทยาการแขนงนี้ได้เจริญก้าวหน้ามากมาจนถึงปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์จึงทุ่มเทเวลาศึกษายีนบนโครโมโซมของสัตว์และพืชที่เรียกวิทยาการนี้ว่า genomics หรือวิทยาการยีโนมิค

วิชาพันธุศาสตร์โมเลกุล (molecular genetics) ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมของสัตว์ได้จำเพาะเจาะจงและรวดเร็ว แต่การปรับปรุงพันธุ์โดยรวมนั้นยังต้องใช้ความรู้ด้านพันธุศาสตร์ประชากรร่วมด้วย โดยเฉพาะเมื่อเกี่ยวกับลักษณะเช่น เนื้อ นม ไข่ ขนสัตว์ ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนจำนวนมาก และตกอยู่ใต้อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นอกจากนั้น ยังต้องใช้เทคนิคการขยายพันธุ์แบบต่างๆ อาทิ การผสมเทียม การถ่ายฝากตัวอ่อน การสร้างฝาแฝด และโคลนนิ่ง (cloning) เป็นต้น

การขยายพันธุ์สัตว์

เมื่อนักผสมพันธุ์คัดเลือกได้พ่อพันธุ์คุณภาพดีแล้ว หากจะใช้พ่อพันธุ์ผสมกับตัวเมียตามแบบธรรมชาติ (natural mating) พ่อพันธุ์ เช่น พ่อโคหนึ่งตัวก็อาจจะคุมฝูงตัวเมียเพื่อขยายพันธุ์ได้ประมาณ 20 ถึง 30 แม่ ต่อหนึ่งฤดูกาลผสมพันธุ์ จึงได้มีผู้คิดค้นเทคนิคการผสมเทียม (artificial insemination หรือ AI) ได้แก่การเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ เติมสารละลายเจือจาง แล้วแบ่งผสมให้ตัวเมีย น้ำเชื้อที่เก็บจากพ่อโคหนึ่งครั้งจึงสามารถใช้ผสมตัวเมียได้อย่างน้อยสามร้อยตัวขึ้นไป นักผสมพันธุ์สามารถเก็บน้ำเชื้อจากพ่อโคได้สัปดาห์ละสองครั้ง จึงทำให้สามารถขยายพันธุ์พ่อโคพันธุ์ดีได้มาก (รายละเอียดของเรื่องนี้จะได้กล่าวโดยละเอียดต่อไปในหน่วยที่ 10 ถึง 14) นอกจากนี้ในปัจจุบัน นักผสมพันธุ์สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อในไนโตรเจนเหลว (อุณหภูมิ -196 องศาเซลเซียส) ทำให้สามารถเก็บน้ำเชื้อของพ่อโคไว้เป็นเวลาสิบปีขึ้นไป โดยสามารถนำน้ำเชื้อของพ่อโคมาใช้ผสมพันธุ์ได้ แม้ว่าพ่อโคบางตัวอาจสิ้นชีวิตไปแล้ว

ในปัจจุบัน ในบางประเทศทางทวีปยุโรปและอเมริกา ได้ปรับปรุงคัดเลือกพันธุ์และขยายพันธุ์ ทางฝ่ายพ่อจนถึงระดับสูงสุดแล้ว จึงหันมาศึกษาค้นคว้าหาวิธีขยายพันธุ์ทางฝ่ายแม่ให้รวดเร็วขึ้น คือ ในกรณีที่พิสูจน์แล้วว่า แม่โค มีความสามารถทางพันธุกรรมในการให้นมสูงมาก นักผสมพันธุ์จะใช้เทคนิคการขยายพันธุ์แม่โคแบบอีที (embryo transfer หรือ ET) โดยให้แม่โคนั้นเป็นตัวผลิตไข่ (ova) หรือตัวอ่อน (embryo) ทำให้แม่โคสามารถให้ลูกมากกว่าหนึ่งตัวต่อปีอาจให้ลูกโดยเฉลี่ย 8-10 ตัวต่อปี หรือมากกว่านั้น โดยเอาตัวอ่อนของแม่โคตัวนั้นไปฝากท้องกับแม่โคอื่นๆ (แม่โคที่รับฝากท้องอาจให้นมไม่มากก็ได้) เมื่อลูกเกิดมาก็จะมีความสามารถในการให้นมสูงเพราะได้

พันธุกรรมของแม่ที่พิสูจน์แล้ว ในปัจจุบันวิชาการขยายพันธุ์แบบนี้ได้พัฒนาไปมากเช่นกัน เช่น สามารถนำเซลล์ตัวอ่อนมาตัวแบ่งเป็นสองหรือสี่เซลล์ แล้วนำไปฝากท้องแม่ตัวอื่นๆ ลูกที่เกิดมา (ต่างแม่หรือแม่เดียวกัน) ก็จะเหมือนกันเป็นฝาแฝดจากไข่ใบเดียว

ได้มีเทคนิคการขยายพันธุ์ที่เรียกว่า โคลนนิ่ง (cloning) อันเป็นวิธีการขยายพันธุ์โดยใช้เซลล์จากเนื้อเยื่อทั่วไป เช่น จากเต้านม ใบหู เป็นต้น นำเซลล์มาเลี้ยงให้เกิดสภาพพร้อมขยายพันธุ์แล้วนำไปฝากท้องแม่ทั่วไป เมื่อครบกำหนดการตั้งท้อง ก็จะได้ลูกที่เกิดจากเซลล์เต้านมหรือเซลล์ใบหู เทคนิคแบบนี้มีประโยชน์เฉพาะกิจเท่านั้น เช่น ต้องการขยายพันธุ์สัตว์ที่ผสมพันธุ์มาเพื่อผลิตสารโปรตีนบางชนิดเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ เป็นต้น โดยทั่วไปเทคนิคแบบนี้มีค่าลงทุนสูง และยังไม่คุ้มค่าทางเศรษฐกิจสำหรับขยายพันธุ์ปศุสัตว์ที่เลี้ยงเป็นการค้า

ตารางที่ 1.1 เหตุการณ์สำคัญในการย้ายตัวอ่อนและเทคนิคที่เกี่ยวข้อง

ปี ค.ศ.	ชนิดสัตว์	เหตุการณ์	แหล่งอ้างอิง
1890	กระต่าย	กำเนิดลูกจากการย้ายตัวอ่อน	Heape
1949	แพะ/แกะ	กำเนิดลูกแกะกับลูกแพะจากการย้ายตัวอ่อน	Warwick and Berry
1951	สุกร	กำเนิดลูกสุกรจากการย้ายตัวอ่อน	Kvansnicki
1951	โค กระบือ	กำเนิดลูกวัวจากการย้ายตัวอ่อน	Willett et al.
1971	โค กระบือ	ก่อตั้งบริษัท ET ปศุสัตว์เชิงพาณิชย์แห่งแรกขึ้น	Alberta Livestock
1973	โค กระบือ	การกำเนิดลูกวัวจากการแช่แข็ง	Wilmut and Rowson
1974	ม้า	กำเนิดลูกม้าหลังย้ายตัวอ่อน	Oguri and Tsutsumi
1982	โค กระบือ	การคลอดลูกหลัง IVF	Brackett et al.
1983	กระบือ	กำเนิดลูกวัวหลังย้ายตัวอ่อน	Drost et al.
1986	แกะ	ลูกแกะที่เกิดจากการถ่ายโอนนิวเคลียร์	Willadsen
1988	โค กระบือ	โคฝาแฝดโดยการย้ายตัวอ่อน	Lu et al.
1997	แกะ	กำเนิดลูกแกะโคลนจากเซลล์ตัวเต็มวัย	Wilmut et al.

ที่มา : Gordon (2005)

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ในประเทศไทย

ในช่วง 50 ปีที่ผ่านมา การเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยได้พัฒนาเจริญก้าวหน้าไปมากในทุกๆ ด้าน ได้แก่ เรื่อง พันธุ์ อาหาร และเทคนิคการให้อาหาร การป้องกันรักษาโรค ตลอดจนเทคนิคการเลี้ยงและการจัดการฟาร์มทำให้ประสิทธิภาพการเลี้ยงสัตว์ในเชิงธุรกิจและผลผลิตจากตัวสัตว์มีปริมาณสูงขึ้น อันเป็นผลจากการปรับปรุงเทคนิคทุกๆ ด้านร่วมกันไป ยากที่จะแยกได้ชัดเจนว่าการเพิ่มผลิตภาพสัตว์ (productivity) หมายถึง ผลผลิตที่เพิ่มขึ้นต่อตัวหรือต่อพื้นที่จากสัตว์นั้นเกิดจากสาเหตุใดเท่าใด อย่างไรก็ดี ย่อมเป็นที่ประจักษ์กันอยู่แล้วว่าปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเพิ่มผลิตภาพของสัตว์ ก็คือเรื่องพันธุ์และการปรับปรุงพันธุ์

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์โคนม

การเลี้ยงโคนมในประเทศไทยตั้งแต่ดั้งเดิม (ก่อน พ.ศ. 2500) นั้นมีเพียงจำนวนไม่กี่ฟาร์ม พ.ศ. 2488 มีผู้เลี้ยงโคนมจำนวน 127 ราย เลี้ยงโดยแขกอินเดียและปากีสถาน จำนวน 122 ราย มีผู้เลี้ยงคนไทย 5 ราย โคนมที่เลี้ยงทั้งหมดเป็นโคพันธุ์แขก ได้แก่ โคเรดซินดิ โคเลือดผสมซีบู ซึ่งให้นมได้น้อย ตัวละประมาณ 3-4 ลิตรต่อวัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้เริ่มทดลองนำโคนมพันธุ์เจอร์ซี (Jersey) จากประเทศออสเตรเลียเข้ามาเลี้ยงใน พ.ศ. 2495 แต่พบว่าเลี้ยงยาก มีปัญหาเรื่องอากาศร้อน โรคมาก และหญ้าอาหารขาดคุณภาพหรือคุณภาพต่ำกว่าความต้องการของร่างกายโคจึงได้มีดำริให้ทดลองผสมพันธุ์ระหว่างโคพันธุ์แท้นี้กับโคนมพันธุ์แขกที่มีอยู่ พบว่าโคพันธุ์ผสมสามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมของประเทศไทยได้ดี ให้นมมากกว่าโคนมพันธุ์แขก แต่น้อยกว่าโคพันธุ์เจอร์ซีแท้ในประเทศออสเตรเลีย แต่เมื่อเทียบกับการเลี้ยงโคนมเจอร์ซีในประเทศไทย ซึ่งพบว่าเลี้ยงยากและเลี้ยงไม่ค่อยรอด ผู้เลี้ยงขาดทุนเพราะต้องลงทุนแพง จึงสรุปในตอนนั้นว่า โคนมพันธุ์ผสม 50 เปอร์เซ็นต์ (ลูกครึ่ง) เหมาะกับการเลี้ยงในประเทศไทย โคนมลูกครึ่งให้นมได้ตัวละประมาณ 6-10 ลิตรต่อวัน ซึ่งนับว่าดีกว่าโคพันธุ์แขก ส่วนโคเจอร์ซี แม้ว่าจะให้นมได้ 15-20 ลิตรขึ้นไปแต่ก็เลี้ยงในสภาพร้อนชื้นของประเทศไทยไม่ได้ ถึงเลี้ยงได้แต่ผู้เลี้ยงก็ขาดทุนไม่สามารถดำเนินธุรกิจได้

ต่อมากรมปศุสัตว์ได้จัดตั้งสถานีผสมเทียมขึ้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ใช้น้ำเชื้อพันธุ์ขาวดำหรือโฮลสไตน์ฟรีเซียน (Holstein –Friesian) ผสมกับโคนมที่มีอยู่แล้ว ได้โคพันธุ์ผสมที่เลี้ยงง่ายให้ผลผลิตสูงเป็นที่น่าพอใจของเกษตรกร จึงทำให้บริการผสมเทียมแพร่หลายไปทั่ว และได้มีการนำพันธุ์โคนมพันธุ์อื่นๆ เข้ามาใช้ในการผสมข้ามพันธุ์เพื่อผลิตลูกโคนมพันธุ์ผสม ต่อมาได้มีการจัดตั้งฟาร์มโคนมไทย–เดนมาร์ค ใน พ.ศ. 2505 แล้วเปลี่ยนแปลงเป็นองค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย (อสค.) ใน พ.ศ. 2514 (จรัญ, 2537) อสค. ได้นำโคนมพันธุ์เรดเดน (Red Dane) เข้ามาทดลองเลี้ยง แต่ก็ประสบปัญหาในทำนองเดียวกัน ต่อมาจึงได้เปลี่ยนเป็นโคนมพันธุ์ผสมขาวดำ

ในปัจจุบัน มีโคนมในประเทศไทยประมาณ 3 แสนตัว เลี้ยงโดยเกษตรกรขนาดเล็กคือมีจำนวนโคนม 5-40 ตัว จำนวนประมาณ 2 หมื่นฟาร์ม โคนมเป็นพันธุ์ผสมขาวดำที่มีเลือดพันธุ์

ขาวดำประมาณ 50-87.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถให้นมได้ดี เลี้ยงง่าย ไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องโรค ให้นมโดยเฉลี่ยตัวละ 8-10 ลิตรต่อวัน แต่บางตัวอาจให้นมได้มากถึงวันละ 15-20 ลิตรก็ไม่น้อย อันนับว่าให้น้ำนมใกล้เคียงกับโคนมพันธุ์แท้ แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดูและการเอาใจใส่ของเจ้าของโคด้วย การปรับปรุงพันธุ์โคนมเป็นการผสมข้ามพันธุ์แบบยกระดับเปอร์เซ็นต์เลือดพันธุ์แท้ขึ้น (ดังแสดงในแผนผัง) พร้อมๆ กับการคัดเลือกโดยเกษตรกรไปในตัว โคตัวไหนเลี้ยงยากก็คัดออกไปโดยธรรมชาติ ดังนั้น ในปัจจุบันโคนมพันธุ์ผสมขาวดำที่มีเลือดขาวดำสูงถึง 87.5 เปอร์เซ็นต์

แผนผังแสดงวิธีการผสมพันธุ์แบบยกระดับเลือดพันธุ์ขาวดำ

พ่อขาวดำ (1) x แม่พันธุ์พื้นเมือง

↓

F1 (ลูก)

(พันธุ์: 50% ขาวดำ 50% พื้นเมือง)

พ่อขาวดำ (2) x แม่พันธุ์รุ่น F1

↓

F2 (ลูก)

(**พันธุ์ :** 75% ขาวดำ 25% พื้นเมือง)

พ่อขาวดำ (3) x แม่พันธุ์ F2

↓

F3 (ลูก)

(**พันธุ์ :** 87.5% ขาวดำ 12.5% พื้นเมือง)

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อ

งานปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อได้ดำเนินการตามหลักการปรับปรุงพันธุ์โคนมเล็กน้อยราว 40 กว่าปีที่ผ่านมา การเลี้ยงโคเป็นการเลี้ยงโคพื้นเมืองเกือบทั้งสิ้น พ.ศ. 2497 กรมปศุสัตว์ได้เริ่มนำโคพันธุ์ บราห์มันจากประเทศสหรัฐอเมริกาเข้ามาทดลองเลี้ยงในสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ โคพันธุ์บราห์มันสามารถเติบโตได้ดีในสถานีแต่พอเกษตรกรนำไปเลี้ยงในระยะแรก ช่วง พ.ศ. 2500 ก็ประสบปัญหาเรื่องเห็บและโรคอื่นๆ และไม่มีหญ้าเลี้ยงโคในฤดูแล้ง ส่วนการเลี้ยงโคพื้นเมืองนั้นไม่มีปัญหาแต่อย่างใด เพราะโคพื้นเมืองตัวเล็กและทนโรคและแมลง จึงได้ใช้พันธุ์บราห์มันขึ้นเป็นจำนวนมาก ความสามารถในการเติบโตในเชิงเปรียบเทียบระหว่างโคพื้นเมืองกับโคบราห์มันและโคซีบู ซึ่งปรากฏว่าโคพันธุ์ผสมดีกว่าโคพื้นเมืองเล็กน้อย แต่เนื่องจากความนิยมในพันธุ์บราห์มันในยุคแรกๆ มีสูงมาก เพราะได้รับการส่งเสริมจากทางราชการ ประกอบกับโคลูกผสมมีสีขาวและตัวใหญ่แตกต่างไปจากโคพื้นเมืองทำให้เกษตรกรนิยมกัน

ในระยะแรกที่มีการนำโคพันธุ์บราห์มันเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทย ผู้เลี้ยงประสบปัญหามาก นอกจากราคาโคพันธุ์บราห์มันจะแพงมากเกินไปแล้ว ยังเลี้ยงยากอีกด้วย เมื่อราว พ.ศ.

2510 พ่อโคบราห์มันอายุประมาณ 5 ปีอาจมีราคาเท่ากับรถยนต์ยี่ห้อแพงๆ เช่น รถเบนซ์หนึ่งคัน แต่เนื่องจากปัญหาการเลี้ยงยาก และจำนวนโคบราห์มันมีน้อย จึงมีการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างพ่อโคบราห์มันกับแม่โคพื้นเมือง เพื่อผลิตโคเนื้อพันธุ์ผสม (บราห์มัน-พื้นเมือง) โคพันธุ์ผสมเลือดครึ่งระหว่างบราห์มัน (50%) กับพื้นเมืองไทย (50%) สามารถเติบโตได้ราว 0.5 ถึง 0.6 กิโลกรัมต่อวัน หากได้รับอาหารคุณภาพปานกลาง วิธีการปรับปรุงพันธุ์แบบนี้เรียกว่าการผสมข้ามพันธุ์ (crossbreeding) ทำให้ได้สัตว์มีความสามารถ โตเร็วขึ้นภายในชั่วอายุรุ่นเดียว ซึ่งนับว่าค่อนข้างเร็ว แต่พันธุ์ผสมที่ได้ในรุ่นแรก (F_1) หากนำมาผสมพันธุ์กันเองก็จะได้ลูกรุ่นต่อไปที่มีคุณภาพผันแปรมาก คือลูกรุ่นที่สอง (F_2) จะมีคุณภาพทั้งดีและไม่ดีคละกันมาก ซึ่งเรียกว่ามีการกระจาย หรือขาดความสม่ำเสมอซึ่งต่างจากลูกผสมรุ่นแรกที่มีความสม่ำเสมอมาก ดังนั้นในการปรับปรุงพันธุ์จึงจำเป็นต้องคัดเลือกลูกในรุ่นที่สอง (F_2) ที่มีคุณภาพไม่ถึงมาตรฐานที่กำหนดไว้จำนวนมากกว่า ดังจะเห็นได้ว่า สมมติว่าโคบราห์มันมีพันธุกรรมเป็น AA และโคพื้นเมืองเป็น aa การผสมข้ามพันธุ์ คือ

พ่อบราห์มัน : AA x aa : แม่พื้นเมือง

ลูกผสมรุ่นแรก (F_1) Aa

↓

การผสมระหว่างลูกผสมรุ่นแรก (F_1) : Aa x Aa
(inter se mating)

↓

ลูกผสมรุ่นที่สอง (F_2) :	AA	: Aa	: aa
สัดส่วน	¼	: ½	: ¼

ในเวลาต่อมา เกษตรกรก็เรียนรู้เทคนิคการเลี้ยงโคบราห์มันชำนาญขึ้น ทำให้สามารถเลี้ยงโคบราห์มันพันธุ์แท้ได้ดี โดยที่เลี้ยงโคบราห์มันขายทำพันธุ์ ในขณะเดียวกันนั้นก็มีเกษตรกรรายใหญ่รวมทั้งกรมปศุสัตว์ได้ทดลองนำโคเนื้อพันธุ์อื่นๆ อาทิ พันธุ์ซานตาเกอทรูดิส (Santa Gretrudis) พันธุ์ชาโรเลส์ (Charolais) เข้ามาทดลองเลี้ยง โคซานตาเกอทรูดิสมีเลือดยุโรป 5/8 (62.5%) โคชาโรเลส์ เป็นพันธุ์ยุโรปแท้ โคทั้งสองพันธุ์เป็นพันธุ์ที่เลี้ยงยาก โรคมาก ตายง่าย ในที่สุดก็ต้องใช้วิธีผสมข้ามพันธุ์กับโคพื้นเมืองหรือจำหน่ายออกไป

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้เริ่มศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อ ตั้งแต่ประมาณ พ.ศ. 2506 (จรัญ, 2537) โดยใช้น้ำเชื้อแช่แข็งจากต่างประเทศ จากผลการศึกษาเบื้องต้นทำให้ได้ข้อมูลในการปรับปรุงพันธุ์โคเนื้อที่ชัดเจนขึ้น จึงได้วางแผนการสร้างพันธุ์โคเนื้อเป็นแผนระยะยาว ดังนี้

พ่อโคบราห์มัน x แม่โคพื้นเมือง
(น้ำเชื้อ) ↓
ลูกโคพันธุ์ผสม (ก)
(50% บราห์มัน : 50% พื้นเมือง)

พ่อโคชาโรเลส์ x แม่โคพันธุ์ผสม (ก)
(น้ำเชื้อ) ↓ (50% บราห์มัน)
ลูกโคพันธุ์ผสม (ข)
(50% ชาโรเลส์ : 25% บราห์มัน : 25% พื้นเมือง)

โคพันธุ์ผสม (ข) นี้ได้รับการผสมพันธุ์คัดเลือกต่อ ๆ ไปและมีการจดทะเบียนแข่งขันในเวทีประกวดสมาคมทะเบียนพันธุ์เป็นพันธุ์ใหม่เรียกว่าพันธุ์กำแพงแสน ข้อมูลในตาราง 1.2 แสดงการเปรียบเทียบการจัดลำดับคะแนนของลักษณะสำคัญของโคเนื้อพันธุ์ต่างๆ (ปรารถนา, 2549)

ตารางที่ 1.2 การเปรียบเทียบคะแนนลักษณะทางเศรษฐกิจของพันธุ์โคเนื้อที่ใช้ในการพัฒนาสร้างโคเนื้อพันธุ์กำแพงแสน

ลักษณะเศรษฐกิจ	คะแนน			
	พื้นเมือง	บราห์มัน	ชาโรเลส์	กำแพงแสน
ความสมบูรณ์พันธุ์	5	2.5	4	4
การคลอดง่าย	5	5	3	4
น้ำหนักแรกคลอด	5	5	3	4
การเพิ่มน้ำหนักขณะขุน	1	4	5	4
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	2	4	5	4
คุณภาพซาก	1	3	4	3
คุณภาพบริโภคของเนื้อ	4	3	4	3.5
การปรับตัวต่อสภาวะของไทย	5	4	1	4
ความคึกในการผสมพันธุ์	5	3	4	4
ความเชื่อง	3	3	4	3.5
อายุยืนยาว	5	5	3	4

หมายเหตุ คะแนน 1=แย่ที่สุด, 2= แย่, 3= ปานกลาง, 4=ดี และ 5=ดีมาก

ที่มา : ปรารถนา (2549)

ในปัจจุบันนี้เกษตรกรนิยมเลี้ยงโคพันธุ์เนื้อมากยิ่งขึ้น เพราะตลาดมีความต้องการเนื้อคุณภาพดีมากขึ้น โคเนื้อมีทั้งพันธุ์พื้นเมือง พันธุ์ผสมบราห์มัน พันธุ์บราห์มันแท้ พันธุ์ผสมบราห์มันกับชาโรเลส์ (หรือชาร์เบรย์) และพันธุ์กำแพงแสน

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์กระบือ

การปรับปรุงพันธุ์กระบือในประเทศไทย ได้เริ่มต้นอย่างจริงจังเมื่อ พ.ศ. 2518 เมื่อกรมปศุสัตว์ได้ร่วมมือกับมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และหน่วยงานอื่นๆ ร่วมกันวางแผนคัดเลือกกระบือไทยที่มีขนาดใหญ่และโตเร็วเพื่อใช้ขยายพันธุ์ โดยใช้สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์จังหวัดสุรินทร์ และสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ลำพญากลาง เป็นศูนย์ปรับปรุงพันธุ์ การปรับปรุงพันธุ์กระบือไทยโดยการคัดเลือกพ่อพันธุ์ขนาดใหญ่และโตไว ผสมกับแม่พันธุ์คุณภาพดีได้ดำเนินการติดต่อกันมาจนถึงปัจจุบัน ช่วยให้ได้กระบือพ่อพันธุ์แม่พันธุ์ที่โตเร็วและมีขนาดใหญ่ขึ้น ในพ.ศ. 2541 กระบือที่ผ่านการทดสอบพันธุ์สามารถเติบโตต่อตัวต่อวันโดยเฉลี่ยเท่ากับ 0.53 กิโลกรัม โดยได้กินอาหารจำพวกหญ้าเป็นส่วนใหญ่ และได้รับอาหารเสริมบ้างเล็กน้อย กระบือตัวที่โตเร็วสามารถโตได้ถึงวันละ 0.8 -0.9 กิโลกรัม ในขณะที่กระบือทั่วไป สามารถเติบโตได้วันละ 0.3–0.5 กิโลกรัม นอกจากการปรับปรุงพันธุ์กระบือโดยการคัดเลือก ยังมีการปรับปรุงกระบือไทยเป็นกระบือนมอีกด้วยโดยการนำเข้ากระบือพันธุ์มูราห์ (Murrah) จากประเทศอินเดีย มาผสมกับแม่กระบือไทย ทำให้ได้กระบือพันธุ์ผสมที่สามารถให้นมได้วันละ 3-4 ลิตร เมื่อเทียบกับความสามารถในการให้นมของกระบือไทยเพียงวันละ 1-2 ลิตรเท่านั้น นมกระบือมีไขมันในนมสูงมากถึง 7 เปอร์เซ็นต์เมื่อเทียบกับ ไขมันในน้ำนมโค 3 – 3.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ดี การเลี้ยงกระบือนมในประเทศไทยยังไม่ค่อยเป็นที่นิยมกันมากนัก เพราะคนไทยไม่ได้ให้ความสำคัญเป็นพิเศษต่อน้ำนมกระบือ เหมือนคนในประเทศอินเดีย และประเทศปากีสถาน (กรมปศุสัตว์, 2564)

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์สุกร

การปรับปรุงพันธุ์สุกรอย่างจริงจังในประเทศไทย เริ่มต้นเมื่อ พ.ศ. 2500 โดยกรมปศุสัตว์มีแผนการบำรุงพันธุ์สุกร คือ จัดตั้งศูนย์บำรุงพันธุ์สุกร ขึ้น 11 ศูนย์ที่ จ.นครปฐม และ จ.ราชบุรี และต่อมาก็ได้เพิ่มจำนวนขึ้นเรื่อยๆ เป็นจำนวนกว่าร้อยศูนย์ ศูนย์เหล่านี้ ทำหน้าที่เผยแพร่สุกรพันธุ์ดีโดยได้รับการสนับสนุนทางวิชาการและบริการจากกรมปศุสัตว์ เนื่องจากสุกรเป็นสัตว์ที่เกิดในเขตอากาศร้อน ถูกนำไปปรับปรุงพันธุ์ในยุโรป และต่อมาในประเทศสหรัฐอเมริกาและแคนาดา การที่ประเทศไทยนำสุกรพันธุ์เหล่านี้มาเลี้ยงเป็นพันธุ์แท้ในสภาพภูมิอากาศของประเทศไทย จึงทำได้สำเร็จโดยดูแลให้ดีในเรื่องการเลี้ยง การจัดการ และการป้องกันโรค สุกรพันธุ์แท้ต่างๆ หลายพันธุ์ที่นำเข้ามาก็ได้แทนที่พันธุ์พื้นเมืองจนหมดสิ้น ผู้เลี้ยงสุกรเลิกเลี้ยงพันธุ์พื้นเมืองโดยขายเป็นสุกรเนื้อหรือไม่ก็ผสมพันธุ์ระหว่างพันธุ์พื้นเมืองกับพันธุ์แท้จนเลือดพื้นเมืองจางหายไป

สุกรพื้นเมืองไทยจัดว่าเป็นสุกรพันธุ์ที่มีไขมันมาก บางครั้งจึงเรียกว่า สุกรพันธุ์มัน (lard type) แต่ต่อมาคนไทยเริ่มเลิกใช้มันสุกรและหันมาใช้น้ำมันพืชแทน ผู้เลี้ยงสุกรที่นิยมเลี้ยงสุกรพันธุ์แท้ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ซึ่งจัดเป็นสุกรพันธุ์เนื้อ เช่น พันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี (Duroc Jersey) และพันธุ์แฮมพ์เชียร์ (Hampshire) เป็นต้น เน้นการใช้เนื้อและแฮม (ส่วนขา) นอกจากนี้ ยังได้นำสุกรที่จัดว่าเป็นพันธุ์เบคอน (Bacon type) เข้ามาเลี้ยง เช่น พันธุ์ลาร์จไวท์ (Large White) และพันธุ์แลนด์เรซ (landrace) สุกรพันธุ์เบคอนนับว่าเป็นสุกรพันธุ์เนื้อเช่นเดียวกัน แต่เน้นผสมพันธุ์ให้ลำตัวยาวเพื่อให้ได้แผ่นสีข้างที่ยาวเพื่อทำเบคอนอันเป็นอาหารที่ใช้กันมากทั้งในยุโรปและอเมริกา

การเลี้ยงสุกรพื้นเมืองที่มีไขมันสันหลังหน้า 2-3 นิ้ว จึงเปลี่ยนไปเป็นการเลี้ยงสุกรพันธุ์แท้ เช่น พันธุ์ลาร์จไวท์ แลนด์เรซ และดูร็อคเจอร์ซี (หรือดูร็อค) ที่มีไขมันสันหลังบางกว่าครึ่งนิ้ว พันธุ์สุกรที่เคยเลี้ยงและเติบโตได้วันละ 0.5 กิโลกรัม ในปัจจุบันสามารถเติบโตได้วันละ 1 กิโลกรัมขึ้นไป ประเทศไทยได้มีการจัดตั้งสถานีทดลองทดสอบพันธุ์สุกรเพื่อคัดเลือกปรับปรุงสุกรพันธุ์แท้ให้มีคุณภาพสูงขึ้น ที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (อำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม) และกรมปศุสัตว์ (อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา) โดยทำการทดสอบสุกรจากฟาร์มเอกชน และหน่วยงานราชการ การเลี้ยงสุกรขุนนิยมใช้สุกรพันธุ์ผสมระหว่างสุกรพันธุ์แท้พันธุ์ต่างๆ เพราะสุกรลูกผสมมีความสามารถเติบโตเร็ว และมีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูง สุกรขุนในปัจจุบันจึงมักเป็นสุกรพันธุ์ผสมแบบต่างๆ เช่น

ก. สุกรขุนจากการผสมข้าม 2 พันธุ์ ตัวอย่างเช่น

พ่อดูร็อค x แม่แลนด์เรซ

↓

สุกรลูกผสม

(50% ดูร็อค : 50% แลนด์เรซ)

ข. สุกรจาการผสมข้าม 3 พันธุ์ ตัวอย่างเช่น

พ่อดูร็อค x แม่แลนด์เรซ

↓

สุกรพันธุ์ผสม (ก)

พ่อลาร์จไวท์ x แม่สุกรพันธุ์ผสม (ก)

↓

สุกรลูกผสม

(50% ลาร์จไวท์ : 25% ดูร็อค : 25% แลนด์เรซ)

พัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์ไก่

หลวงสุวรรณวาจกกสิกิจเป็นผู้ริเริ่มการเลี้ยงไก่และการปรับปรุงพันธุ์ไก่อย่างจริงจัง โดยนำไก่พันธุ์ต่างๆ เข้ามาทดลองเลี้ยงที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในระยะแรก ประสบปัญหาเรื่องการเลี้ยงและเรื่องโรคเป็นอย่างมาก แต่ต่อมาก็ค่อยๆ เรียนรู้วิธีแก้ไขปัญหา ด้วยวิธีการทำไปเรียนไปศึกษาค้นคว้าไป

การเลี้ยงไก่ไข่และไก่เนื้อได้พัฒนาก้าวหน้ารวดเร็วกว่าการเลี้ยงสัตว์ประเภทอื่น เพราะคนไทยนิยมบริโภคไข่ สถิติ พ.ศ. 2539 ประมาณว่า คนไทยบริโภคไข่คนละ 100 ฟองต่อปี และนอกจากคนไทยจะนิยมกินเนื้อไก่แล้ว ธุรกิจการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็งไปจำหน่ายต่างประเทศก็มีการขยายตัวมาอีกด้วย ดังจะเห็นได้ว่า ใน พ.ศ.2520 มูลค่าการส่งออกเนื้อไก่แช่แข็ง เท่ากับ 157 ล้านบาท พอถึง พ.ศ.2535 มูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 10,400 ล้านบาท (ศิริพันธ์และสมบูรณ์, 2539) ผู้เลี้ยงไก่ในประเทศไทยจึงได้นำพันธุ์ไก่จากต่างประเทศเข้ามาเลี้ยงเป็นส่วนใหญ่ การปรับปรุงพันธุ์ไก่ในประเทศไทยเองนับว่ามีน้อยกว่ามากเมื่อเทียบกับปศุสัตว์ประเภทอื่น เพราะการปรับปรุงพันธุ์ไก่ของบริษัทในยุโรปและอเมริกาดำเนินการรวดเร็วมาก และบริษัทเหล่านั้น มีทรัพยากรพร้อมทั้งกำลังคน อุปกรณ์และเทคโนโลยี ผู้เลี้ยงไก่ในประเทศจึงใช้พันธุ์ไก่จากต่างประเทศทั้งสิ้น

พันธุ์ไก่ไข่และไก่เนื้อในปัจจุบันนิยมใช้พันธุ์ผสมที่ผลิตเป็นการค้า มีชื่อต่างๆ มากมาย ส่วนไก่ไข่พันธุ์แท้ที่ยังนิยมกันได้แก่ พันธุ์เลกฮอร์น (Leghorn) มีสีขาว ดำ น้ำตาล และสีทอง นอกจากนี้ ก็มีพันธุ์โรดไอส์แลนด์ (Rhode Island) ซึ่งมีสีแดงและสีดำ พันธุ์ไก่เนื้อมี อาทิ พันธุ์ไวท์พลีมัทร็อค (White Plymouth Rock) และพันธุ์คอร์นิช (Cornish) (สุภาพร และคณะ, 2538)

สรุป

การเพิ่มสมรรถภาพการผลิตสัตว์ด้วยการปรับปรุงทางด้านพันธุกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพ ทำให้มีการขยายตัวของการผลิตสัตว์ สามารถสร้างอาหารและก่อให้เกิดรายได้แก่เกษตรกรและประเทศชาติ ซึ่งการปรับปรุงพันธุ์โค กระบือ การปรับปรุงพันธุ์โคนม การปรับปรุงพันธุ์สุกร และการปรับปรุงพันธุ์ไก่เนื้อและไก่ไข่ มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งในด้านการสร้างอาหารโปรตีนของประชากรโลก ซึ่งมีการทำนายว่าในอีกไม่กี่ปีข้างหน้าจะเกิดความต้องการอาหารโปรตีนอย่างมาก ทั้งนี้ประเทศไทยมีความสามารถในการใช้เทคโนโลยีต่างๆ มาช่วยในการผลิตสัตว์ และการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ทำให้สามารถผลิตสัตว์ได้เป็นจำนวนมากและมีประสิทธิภาพ แต่อย่างไรก็ตาม สัตว์พันธุ์พื้นเมืองของไทยก็ยังคงต้องทำการอนุรักษ์ไว้ เพื่อประโยชน์ในการคงอยู่ของเผ่าพันธุ์สัตว์พื้นเมืองไทยต่อไป

คำถามท้ายบท

1. ให้นักศึกษาบอกถึงการปรับปรุงพันธุ์โค กระบือ มาอย่างละเอียด
2. ให้นักศึกษาบอกถึงการปรับปรุงพันธุ์สุกร มาอย่างละเอียด
3. จงอธิบายถึงประโยชน์ของสัตว์พื้นเมือง
4. จงอธิบายถึงลักษณะที่ควบคุมโดยยีนมรณะในสุกร
5. การผสมพันธุ์ระหว่างสัตว์ที่เป็นญาติกัน ส่งผลกระทบอย่างไรต่อตัวสัตว์
6. การเพิ่มความแตกต่างทางพันธุกรรมและการสร้างสัตว์พันธุ์ใหม่ สามารถทำได้อย่างไรบ้าง
7. พันธุศาสตร์โมเลกุลมีความสำคัญอย่างไรต่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์
8. จงอธิบายถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์โคนมในประเทศไทย
9. จงอธิบายถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์กระบือในประเทศไทย
10. จงอธิบายถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าของการปรับปรุงพันธุ์สุกรในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. (2564). แผนการปรับปรุงพันธุ์กระบือ. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **http://breeding.dld.go.th/buffalo/index.php?option=com_content&view=article&id=115&Itemid=12.** สืบค้น 15 มกราคม 2564.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคเนื้อ. (2564). **จำนวนเกษตรกรและจำนวนโคเนื้อปี 2564.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **https://region6.dld.go.th/webnew/pdf/tzoon64/T2-1-Cattle.pdf.** สืบค้น 15 มกราคม 2564.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคนม. (2564). **จำนวนเกษตรกรและจำนวนโคนมปี 2564.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **https://region6.dld.go.th/webnew/pdf/tzoon64/T3-1-Dairy.pdf.** สืบค้น 15 มกราคม 2564.

จรัญ จันทลักขณา. (2537). **สภาวะการพัฒนาการเลี้ยงโคนมและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย: แนวทางการวิจัยและพัฒนาในอนาคต.** กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2551). **“สัตว์พื้นเมือง” มรดกล้ำค่าทางชีววิทยาในสถานการณ์ใกล้สูญพันธุ์.** แก่นเกษตร 36 : 95-98.

ปรารถนา พฤกษะศรี. (2549). **สาระน่ารู้เกี่ยวกับโคเนื้อ.** นนทบุรี : นีออน บุ๊ค มีเดีย.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). **พจนานกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2539.** กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. (2546). **โคนม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 450 น.

ศิริพันธ์ โมราถบ และสมบูรณ์ เด่นวานิช. (2539). **การผสมพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ไก่เนื้อพื้นเมือง สถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มหาสารคาม II**. สมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์. วารสารเกษตร ปีที่ 12 ฉบับที่ 1. หน้า 55-64.

สุภาพร อิสริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม และครวญ บัวคีรี. (2538). **การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่.** การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Anja Weise and Thomas Liehr. (2021). **Cytogenetics.** Cytogenomics, Pages 25-34.

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.

Lasley, John F. (1987). **Genetics of livestock improvement.** Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall 4th ed.

Rokouei, M., R.V. Torshizi, M.M. Shahrbabak, M.Sargolzaei and A.C. Sorensen. (2010). **Monitoring inbreeding trends and inbreeding depression for economically important traits of Holstein cattle in Iran.** Dairy Sci. 93 :3294–3302.

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 ค่อนข้างแหลมเรียวเรียกว่า 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 $_{\alpha}$)	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 สารสำคัญที่เป็นส่วนประกอบของเซมินอลพลาสมา ได้แก่

1) ฟรุกโตสและน้ำตาลอื่นๆ บางชนิด ปริมาณฟรุกโตสและน้ำตาลชนิดอื่นๆ ที่มีอยู่ในน้ำเชื้อจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดสัตว์ โดยปกติจะมีฟรุกโตสอยู่ในน้ำเชื้อ 100–500 มิลลิกรัม/100 ซีซี ยกเว้นม้าและสัตว์ประเภทกินเนื้อบางชนิด เช่น สุนัข แมว ฯลฯ ซึ่งไม่มีฟรุกโตสอยู่ในตัวอสุจิ และมีอยู่เพียงจำนวนเล็กน้อยในเซมินอลพลาสมา 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 ไขมันที่มีอยู่ในเซมินอลพลาสมาของโค และสุกรส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของฟอสโฟลิพิด (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

สเปอร์มาโตโกเนียชนิดบีจะมีการพัฒนาโดยการแบ่งตัวหลายขั้นตอนไปเป็นไพรมารีสเปอร์มาโดไซท์ (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

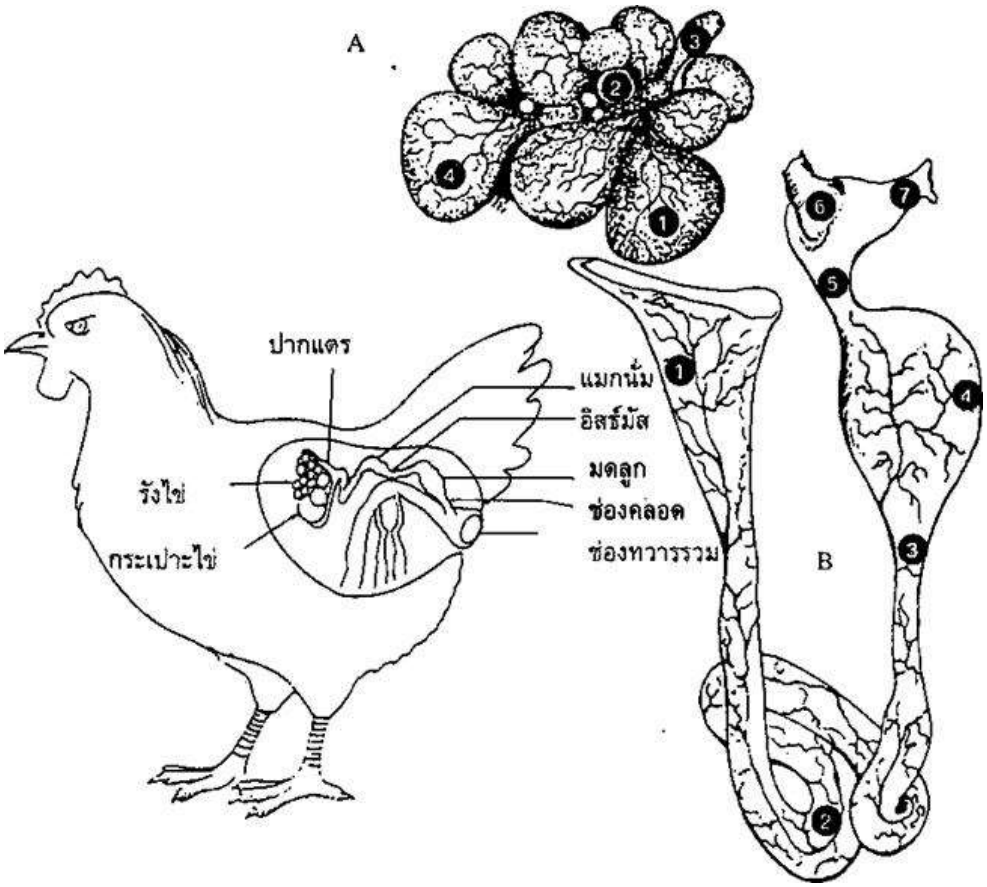
รังไข่ของสัตว์ปีกซึ่งเป็นรังไข่ข้างซ้ายยึดติดอยู่กับด้านบนของช่องท้องใกล้กับด้านซ้ายของ

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 ท่าให้เลือดออก 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

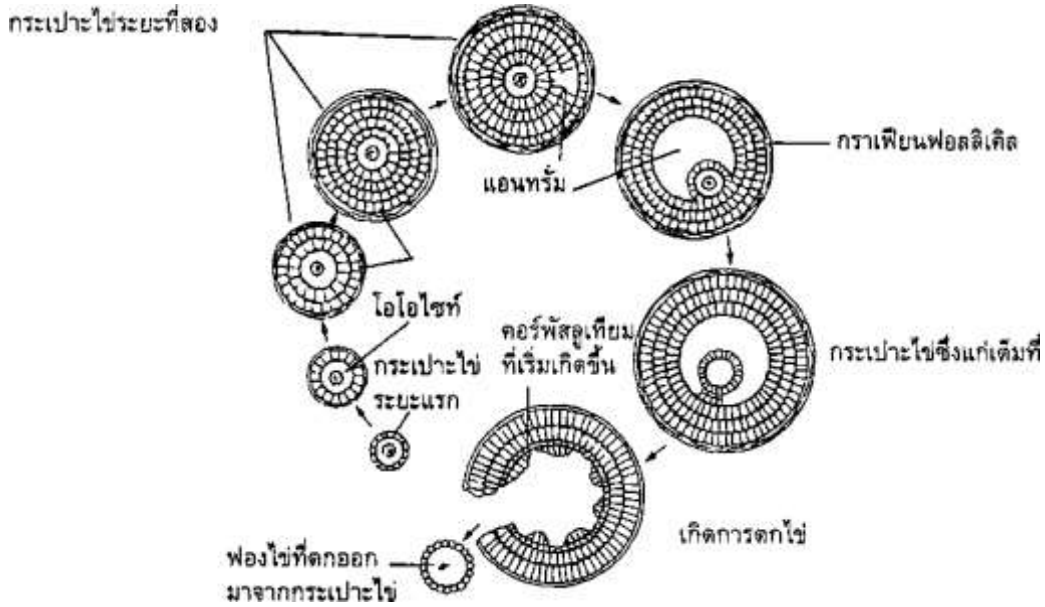
ที่เจริญขึ้นมาจากกระเปาะไข่ระยะแรก ฟอลลิคิวลาร์เซลล์ซึ่งมีลักษณะแบนๆ แบ่งตัวเพิ่มจำนวนเป็นสองชั้น หุ้มฟองไข่ซึ่งยังเจริญเติบโตไม่เต็มที่ไว้ และมีการพัฒนาของเซลล์รูปทรงสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่า (cuboidal) อีกหลายชั้นหุ้มรอบฟองไข่ซึ่งค่อยๆ เจริญต่อไปเรื่อยๆ ในระยะนี้ฟองไข่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80 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 คล้ายกับสฟอร์มาโตเจเนซีสซึ่งเป็นกระบวนการสร้างอสุจิ 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

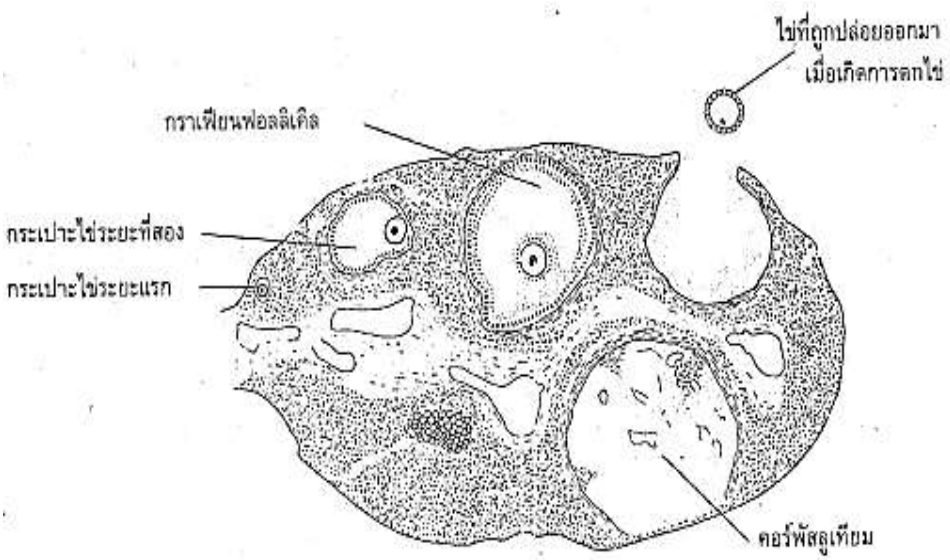


ภาพที่ 2.3 การเจริญเติบโตของกระเปาะไข่
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hunter (1985)

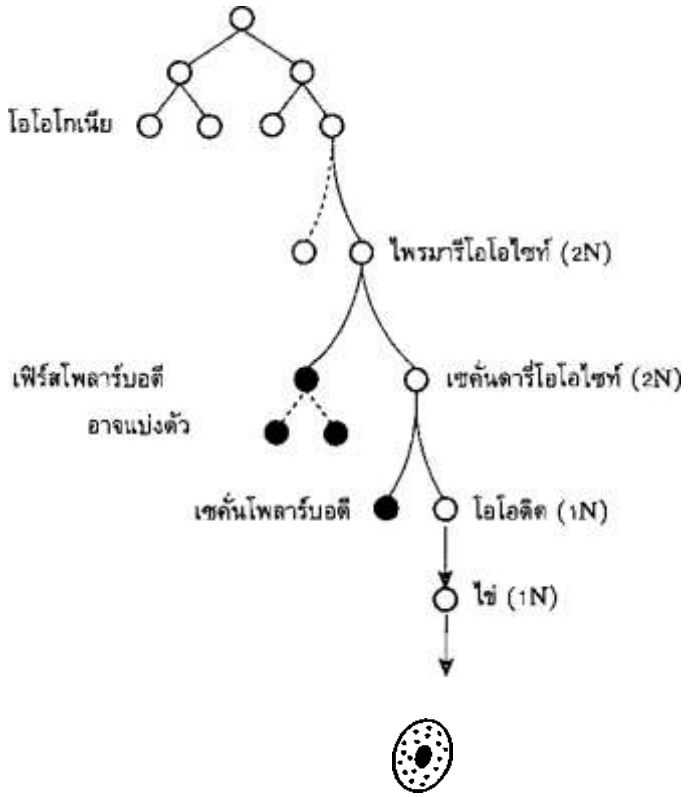
ดังนั้นในกระเปาะไข่แต่ละกระเปาะจึงอาจมีโพลาบอดี 2-3 เซลล์ ส่วนโอโอติดนั้นจะเจริญเป็นไข่ (ovum) ต่อไป ในสัตว์บางชนิดนั้นการเจริญเต็มที่ในขั้นสุดท้ายของโอโอติดเกิดขึ้นในกราเฟียนฟอลลิเคิล ก่อนที่กระเปาะไข่จะฉีกออกเพื่อการตกไข่ แต่ในสัตว์บางชนิด เช่น สุนัข ฟองไข่จะเจริญเต็มที่ในขั้นสุดท้ายเมื่อเดินทางไปสู่ท่อนำไข่แล้ว 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

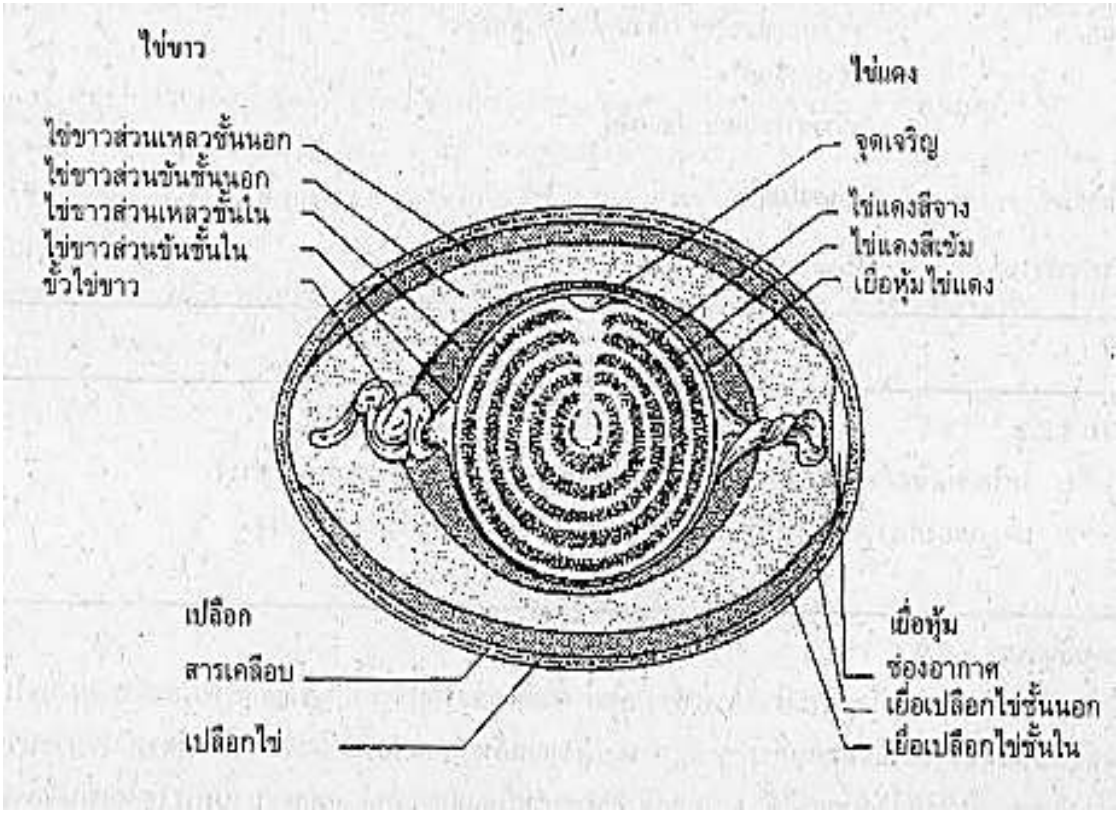
การสร้างเปลือกไข่

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.

บทที่ 3
สรีรวิทยาการสืบพันธุ์และต่อมไร้ท่อ

บทนำ

กระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจะถูกควบคุมโดยระบบอย่างน้อย 2 ระบบ คือ ระบบฮอร์โมนและระบบประสาท โดยระบบประสาททำหน้าที่รับรู้สภาวะต่างๆ จากนั้นส่งผ่านไปยังสมอง เมื่อประสาทรับรู้ข้อมูลแล้วจะส่งผ่านข้อมูลไปยังอวัยวะเป้าหมายโดยตรงหรือกระตุ้นผ่านระบบฮอร์โมน โดยส่งสารในรูปสารสื่อ (chemical messenger) (เทวินทร์, 2542)

ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์

1. การสืบพันธุ์ของสัตว์ต้องอาศัยการทำงานของฮอร์โมนหลายชนิดที่ต่อมไร้ท่อสร้างขึ้นซึ่งสามารถจำแนกตามแหล่งที่ผลิตออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัส และฮอร์โมนจากอวัยวะสืบพันธุ์ ฮอร์โมนเหล่านี้จะเริ่มทำงานตั้งแต่สัตว์ยังอยู่ในครรภ์ และจะออกฤทธิ์อย่างชัดเจนเมื่อสัตว์เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์แล้ว

2. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรงนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน และฮอร์โมนโปรแลคติน แต่ยังมีฮอร์โมนชนิดอื่นๆ จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะระบบอื่นๆ ในร่างกาย ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม ได้แก่ โกรทฮอร์โมน ธัยรอยด์สติมูเลติ้งฮอร์โมน และอะดรีโนคอร์ติโคโทรปิคฮอร์โมน

3. ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไฮโปธาลามัสส่วนใหญ่จะมีผลโดยตรงต่อการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมอง มีทั้งชนิดที่กระตุ้นและชนิดที่ยับยั้งการทำงานของต่อมใต้สมอง ซึ่งฮอร์โมนจากต่อมไฮโปธาลามัสที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์ ได้แก่ โกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน โปรแลคตินอินฮิบิติ้งฮอร์โมน และออกซีโตซิน

4. ฮอร์โมนที่ผลิตจากอวัยวะสืบพันธุ์เป็นกลุ่มฮอร์โมนซึ่งผลิตและหลั่งจากอัณฑะของเพศผู้ รังไข่ของเพศเมีย และรก สำหรับฮอร์โมนที่ผลิตจากอัณฑะ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มแอนโดรเจน ฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน และโปรเจสเตอโรน ส่วนฮอร์โมนที่ผลิตจากรก ได้แก่ ฮอร์โมนเพรกแนนท์แมร์ซีรั่ม และฮอร์โมนฮิวแมนโคริโอนิคโกนาโดโทรปิน ฮอร์โมนเหล่านี้มีหน้าที่โดยตรงในการสืบพันธุ์และมีผลโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโต และการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกาย

ต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

ความหมายของต่อมไร้ท่อและการทำงานของฮอร์โมน

การเจริญเติบโตของร่างกายสัตว์ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ตั้งแต่เกิดจนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ตลอดจนการดำรงชีวิตเพื่อสืบเผ่าพันธุ์จนกระทั่งตายนั้น ต้องอาศัยฮอร์โมน (hormone) จากต่อมไร้ท่อช่วยควบคุมให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานสัมพันธ์กัน คำว่าต่อมไร้ท่อ หรือ endocrine glands มาจากคำว่า endo ซึ่งแปลว่า internal หรือภายใน และคำว่า crine ซึ่งแปลว่า secretion หรือการหลั่ง กับคำว่า glands ซึ่งแปลว่าต่อม ต่อมไร้ท่อเป็นต่อมที่ไม่มีท่อติดต่อกับภายนอก แต่จะส่งฮอร์โมน ซึ่งเป็นสารชีวเคมีที่ต่อมสร้างจากเซลล์หรือกลุ่มเซลล์ของต่อมผ่านทะลุเซลล์ และแทรกระหว่างเซลล์เหล่านั้นเข้าสู่เส้นเลือดฝอยที่มาเลี้ยงต่อมเป็นการเข้าสู่ระบบไหลเวียนโดยตรง ดังนั้นฮอร์โมนจึงมีโอกาสจะถูกขนย้ายไปสู่อวัยวะต่างๆ ทั้งร่างกายที่ ระบบเลือดไหลเวียนไปถึงได้ อย่างไรก็ตามฮอร์โมนแต่ละชนิดไม่ได้ส่งผลต่ออวัยวะทุกส่วนที่ฮอร์โมนเดินทางไปถึงแต่จะส่งผลต่ออวัยวะเป้าหมายซึ่งฮอร์โมนชนิดนั้นๆ จะไปควบคุมการทำงานเท่านั้น เช่น ฮอร์โมนเอฟเอสเอช หรือฟอลลิเคิลสติมูเลติ้งฮอร์โมน (FSH หรือ follicle stimulating hormone) ซึ่งสร้างจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary หรือ adenohypophysis) จะผ่านออกจากกลุ่มเซลล์ของต่อมนี้เข้าสู่กระแสเลือด เมื่อถูกส่งไปถึงท่อสร้างอสุจิ (seminiferous tubule) ซึ่งเป็นอวัยวะเป้าหมาย จึงกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีส (spermatogenesis) ขึ้น (Gordon, 2005)

ทั้งนี้ฮอร์โมนแต่ละชนิดอาจควบคุมการทำงานของอวัยวะเป้าหมายได้หลายอวัยวะพร้อมๆ กัน และอวัยวะแต่ละส่วนอาจมีฮอร์โมนมากกว่า 1 ชนิดควบคุมอยู่ โดยฮอร์โมนชนิดต่างๆ จะร่วมกันควบคุมให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานสัมพันธ์กัน

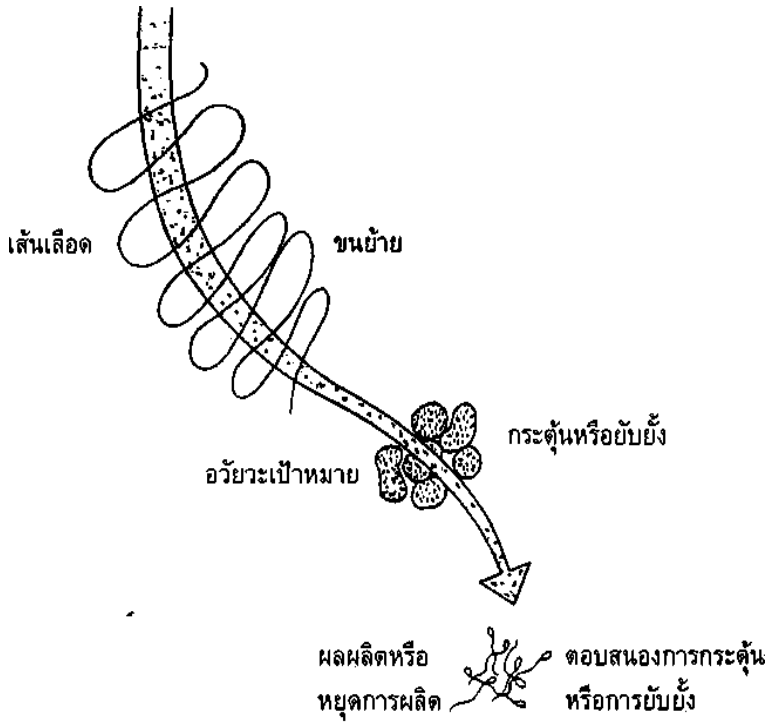
ระบบต่อมไร้ท่อเป็นอีกระบบหนึ่งที่นอกเหนือไปจากระบบประสาทซึ่งทำหน้าที่ควบคุมให้อวัยวะในระบบอื่นๆ ของสัตว์ทำงานสัมพันธ์กัน โดยฮอร์โมนชนิดต่างๆ ที่ต่อมไร้ท่อสร้างขึ้นเมื่อถูกส่งไปถึงอวัยวะเป้าหมายจะกระตุ้นหรือยับยั้งการทำงานของอวัยวะนั้นๆ ซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาหรือการทำหน้าที่ของอวัยวะและโครงสร้างนั้น ทั้งนี้สามารถสรุปหน้าที่การทำงานของฮอร์โมนได้ 3 ประการ คือ

1. รักษาสภาพแวดล้อมภายในร่างกาย โดยฮอร์โมนจะทำการควบคุมการทำงานต่อไปนี้

1.1 ควบคุมการใช้พลังงานของอวัยวะต่างๆ ภายในร่างกาย ได้แก่ การควบคุมเมตาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง คือ อินซูลิน (insulin) อีพิเนฟริน (epinephrine) คอร์ติโซน (cortisone) ฯลฯ ควบคุมเมตาบอลิซึมของน้ำและเกลือแร่ ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้อง คืออัลโดสเตอโรน (aldosterone) เอดีเอช (ADH: antidiuretic hormone) ฯลฯ

1.2 เร่งการเจริญเติบโต (growth) รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) และการเจริญเติบโตจนเต็มวัย (maturation) โดยฮอร์โมนจะควบคุมการทำงาน

ของอวัยวะต่างๆ เช่น ฮอร์โมนเพศช่วยกระตุ้นการเติบโตของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของอวัยวะเพศ การแสดงออกของลักษณะเพศและพฤติกรรมทางเพศ



ภาพที่ 3.1 การทำงานของฮอร์โมน
ที่มา: ดัดแปลงจาก Sorensen (1979)

3. ควบคุมการทำงานโดยอัตโนมัติ การทำงานของระบบประสาทส่วนกลาง และพฤติกรรมต่างๆ ฮอร์โมนโปรแลคติน (prolactin) และแอลเอช (LH หรือ luteinizing hormone) ควบคุมกระบวนการหลั่งน้ำนม ทั้งนี้ลักษณะการทำงานของระบบต่อมไร้ท่อต่างจากระบบประสาทที่ระบบประสาทจะทำการติดต่อควบคุมการทำงานของอวัยวะที่อยู่ห่างไกลออกไป โดยผ่านไปตามเซลล์ประสาท ซึ่งการทำงานของระบบประสาทจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว แต่ระยะเวลาให้ผลไม่นาน ส่วนระบบต่อมไร้ท่อจะควบคุมการทำงานของกลุ่มเซลล์หรืออวัยวะเป้าหมาย โดยส่งฮอร์โมนผ่านไปทางระบบเลือด ฮอร์โมนเหล่านี้จะออกฤทธิ์ในการกระตุ้นหรือยับยั้งการทำงานของอวัยวะเป้าหมายอยู่ได้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งนับว่าเป็นการทำงานที่ให้ผลช้าแต่ระยะเวลาให้ผลนานกว่าการทำงานของระบบประสาท

ประเภทของต่อมไร้ท่อ จำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ต่อมไร้ท่อซึ่งทำหน้าที่หลั่งฮอร์โมนเท่านั้น เช่น ต่อมใต้สมอง (pituitary) ต่อม

พาราธัยรอยด์ (parathyroid) ต่อมธัยรอยด์ (thyroid) และต่อมหมวกไต (adrenal)

2. ต่อมไร้ท่อซึ่งทำหน้าที่อื่นๆ ที่นอกเหนือจากการหลั่งฮอร์โมนด้วย เช่น ตับอ่อน (pancreas) รังไข่ (ovary) อัณฑะ (testis) มดลูก (uterus) เยื่อบุผิวของกระเพาะอาหาร (gastric epithelium) เยื่อบุผิวของลำไส้ (intestinal epithelium) และไต (kidney)

การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ

1. การควบคุมของระบบประสาท ซึ่งมีทั้งการควบคุมโดยตรงและการควบคุมโดยอ้อม การหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อที่มีระบบประสาทส่วนกลางมาควบคุมโดยตรง ได้แก่ การหลั่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary หรือ neurohypophysis) และต่อมหมวกไตส่วนใน (adrenal medulla) ต่อมทั้งสองนี้เจริญมาจากกลุ่มเนื้อเยื่อของเซลล์ประสาท หากตัดใยประสาทที่มาเลี้ยงต่อมทั้งสองนี้ออก ต่อมทั้งสองนี้จะมีขนาดลีบเล็กลง สำหรับการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่ออื่นๆ ส่วนใหญ่ถูกควบคุมโดยการได้รับฮอร์โมนที่เป็นตัวกระตุ้น ซึ่งเรียกว่าโทรปิคฮอร์โมน (trophic hormone) จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary หรือ adenohypophysis) ซึ่งถูกควบคุมโดยฮอร์โมนอื่นจากต่อมต่างๆ และโดยระบบประสาทส่วนกลางผ่านทางไฮโปธาลามัสอีกทีหนึ่ง นับเป็นการควบคุมของระบบประสาทส่วนกลางโดยอ้อม

2. การควบคุมของฮอร์โมนอื่น ต่อมไร้ท่อส่วนใหญ่ไม่ได้ทำงานโดยอิสระ แต่จะผลิตฮอร์โมนมาควบคุมซึ่งกันและกัน โดยอาจไปยับยั้งหรือกระตุ้นการทำงานของต่อมอื่น ในกระบวนการทำงานของต่อมไร้ท่อและฮอร์โมนนั้น ต่อมไร้ท่อต่อมหนึ่งอาจผลิตฮอร์โมนชนิดที่หนึ่งขึ้นมา ซึ่งฮอร์โมนนี้จะไปกระตุ้นต่อมไร้ท่ออีกต่อมหนึ่งให้ผลิตฮอร์โมนชนิดที่สองขึ้นมา และฮอร์โมนชนิดที่สองนี้อาจไปกระตุ้นต่อมไร้ท่อต่อมที่สามให้ผลิตฮอร์โมนซึ่งจะไปกระตุ้นการทำงานของอวัยวะเป้าหมายอีกทีหนึ่ง นอกจากนี้ฮอร์โมนชนิดต่างๆ ยังอาจมีผลกระทบไปยับยั้งการหลั่งซึ่งกันและกัน ดังนั้นการทำงานบางอย่างของอวัยวะในร่างกายอาจต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของฮอร์โมนหลายชนิด เช่น ฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) จะไปยับยั้งการหลั่งฮอร์โมน FSH และฮอร์โมน LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ซึ่งการทำงานร่วมกันของฮอร์โมน FSH และ LH นี้จะทำให้รังไข่เจริญเติบโตและหลั่งฮอร์โมนเอสโตรเจนได้ แต่หากมีฮอร์โมน FSH หรือ LH ชนิดใดชนิดหนึ่งเพียงชนิดเดียว แม้จะสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของรังไข่ได้ แต่จะไม่สามารถกระตุ้นให้หลั่งเอสโตรเจนได้

ต่อมใต้สมองผลิตโทรปิคฮอร์โมนหรือฮอร์โมนที่เป็นตัวกระตุ้นหลายชนิด เพื่อควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่นๆ คือ อวัยวะเพศ ต่อมธัยรอยด์ และต่อมหมวกไตส่วนนอก (adrenal cortex) ให้ทำงานได้ดีขึ้นทั้งนี้โทรฟิคฮอร์โมน ไม่ได้ไปช่วยเซลล์เป้าหมายหรืออวัยวะเป้าหมายทำงานโดยตรง แต่จะไปกระตุ้นให้เจริญเพิ่มขึ้นเพื่อให้ทำงานได้ดีขึ้น หรือผลิตฮอร์โมนได้มากขึ้น ถึงแม้จะไม่มีโทรฟิคฮอร์โมนต่อมเหล่านี้ก็ยังคงทำงานได้แต่การทำงานจะลดลงร่างกายยังคงดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่ไม่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงมากๆ ได้ดังนั้นหากไม่มีโทรฟิคฮอร์โมนที่เป็น

ตัวกระตุ้นจากต่อมใต้สมอง ต่อมเหล่านี้จะผลิตฮอร์โมนได้เพียงเล็กน้อย แต่เมื่อถูกโทรฟิคฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองกระตุ้นให้ต่อมเหล่านี้หลั่งฮอร์โมนออกมามากๆ ระดับฮอร์โมนที่สูงขึ้นนี้จะไปยับยั้งการผลิตโทรฟิคฮอร์โมนได้ทั้งนี้ต่อมใต้สมองมิได้ผลิตเฉพาะโทรฟิคฮอร์โมนเท่านั้นแต่ยังผลิตฮอร์โมนอื่นที่มิได้เป็นโทรฟิคฮอร์โมนด้วย เช่น ฮอร์โมนที่เร่งการเจริญเติบโต (growth hormone) ซึ่งจะส่งผลต่อเซลล์ทุกเซลล์ของร่างกาย มิใช่เฉพาะเซลล์ของต่อมไร้ท่อต่อมใดต่อมหนึ่งเท่านั้น

ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

ฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรงมีหลายชนิด ซึ่งสามารถจำแนกตามแหล่งที่ผลิตออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary) ได้แก่ ฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน (gonadotropin) และโปรแลคติน (prolactin)

2. ฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัส (hypothalamus) ได้แก่ รีลีสซิ่งฮอร์โมน (releasing hormone) อินฮิบิทอรี่ฮอร์โมน (inhibitory hormone) และออกซีโตซิน (oxytocin)

3. ฮอร์โมนจากอวัยวะสืบพันธุ์ (gonad) ได้แก่

3.1 ฮอร์โมนจากอัณฑะ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มแอนโดรเจน (androgen)

3.2 ฮอร์โมนจากรังไข่ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน (estrogen) และฮอร์โมนในกลุ่มโปรเจสโตเจน (progestogen)

3.3 ฮอร์โมนจากรก ที่สำคัญ ได้แก่ พีเอ็มเอส (PMS หรือ pregnant mare serum) ฮอร์โมนเอชซีจี (HCG: human chorionic gonadotropin)

นอกจากฮอร์โมนทั้ง 3 กลุ่ม คือ ฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัส ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า และฮอร์โมนเพศจากอวัยวะสืบพันธุ์แล้ว ยังมีฮอร์โมนอีกชนิดหนึ่ง ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์ทั้งเพศผู้และเพศเมียเป็นอย่างมาก คือฮอร์โมนพรอสตาแกลนดิน (prostaglandin) เนื้อเยื่อของอวัยวะในร่างกายเกือบทุกส่วนสร้างฮอร์โมนนี้ได้ เช่น ผนังมดลูก รก ทั้งนี้พรอสตาแกลนดินมีลักษณะพิเศษ คือเป็นสารที่ไม่รวมกันอยู่ที่เนื้อเยื่อแห่งใดแห่งหนึ่งโดยเฉพาะ และมีฤทธิ์โดยตรงต่ออวัยวะที่ผลิตขึ้นมานั่นเอง ซึ่งไม่เหมือนกับฮอร์โมนชนิดอื่นๆ ที่ผลิตขึ้นมาและลำเลียงออกไปยังอวัยวะเป้าหมายโดยทางเลือดหรือน้ำเหลือง ดังนั้นบางครั้งจึงไม่จัดเอาพรอสตาแกลนดินไว้ในกลุ่มของฮอร์โมน

พรอสตาแกลนดินเป็นสารที่มีฤทธิ์เกี่ยวข้องกับกระบวนการต่างๆ ของร่างกายหลายอย่าง เช่น กระบวนการของไต การหายใจ การหลั่งน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ฯลฯ แต่ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์ สรุปได้ดังนี้ คือ

1. ทำให้มีการหลั่ง LH และทำให้เกิดการตกไข่ได้

2. ทำให้เกิดการหดตัวของมดลูกและท่อนำไข่ ซึ่งช่วยในการนำตัวอสุจิขึ้นไปผสมกับเซลล์ไข่ในการนำท่อไข่

3. ทำให้คอร์ปัสลูเทียมสลายตัว ซึ่งเป็นเหตุให้ระดับฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนลดลงจนทำให้ไฮโปธารามัสและต่อมใต้สมองส่วนหน้าถูกกระตุ้นให้ทำงาน จึงเกิดวงจรการเป็นสัดรอบใหม่ขึ้น

4. ในขณะมีการคลอด พรอสตาแกลนดินทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการหดตัวของมดลูกและช่วยให้มีการหลั่งออกซีโตซินออกมามากขึ้น ซึ่งออกซีโตซินจะทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการหดตัวของมดลูกในระยะที่ 2 ของการคลอด

จะเห็นได้ว่าการสืบพันธุ์ของสัตว์ต้องอาศัยการทำงานของฮอร์โมนหลายชนิด โดยต่อมไร้ท่อที่สร้างและหลั่งฮอร์โมนเหล่านี้จะทำงานร่วมกันอย่างสัมพันธ์และต่อเนื่องกัน ตั้งแต่สมองส่วนไฮโปธาลามัส ต่อมใต้สมองส่วนหน้า และรังไข่ในเพศเมียหรืออัณฑะในเพศผู้ ซึ่งจะเริ่มทำงานตั้งแต่สัตว์ยังอยู่ในครรภ์และจะออกฤทธิ์อย่างชัดเจนเมื่อสัตว์เข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ระดับฮอร์โมนต่างๆ ในร่างกายจะทำงานควบคุมซึ่งกันและกันอย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการสืบพันธุ์ดำเนินไปได้อย่างปกติ โดยทำหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการควบคุมวงรอบการเป็นสัด การตกไข่ การปฏิสนธิ การเตรียมมดลูกเพื่อรอรับการฝังตัวของตัวอ่อน การรักษาสภาพการตั้งท้อง การคลอด การหลั่งน้ำนม การสร้างตัวอสุจิ การเสริมสร้างพฤติกรรมทางเพศ ฯลฯ เพื่อความสำเร็จในการแพร่พันธุ์ต่อไป นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายด้วย

กลุ่มฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์โดยตรง แบ่งตามโครงสร้างทางเคมีได้ 3 กลุ่ม คือ

1. เปปไทด์และโปรตีน (peptide and proteins) มีน้ำหนักโมเลกุลตั้งแต่ 300 จนถึง 70,000 ดาลตัน ถูกย่อยสลายได้ด้วยเอนไซม์

2. สเตียรอยด์ (steroids) มีน้ำหนักโมเลกุล 300-400 ดาลตัน ฮอร์โมนตามธรรมชาติไม่ควรให้สัตว์ทางปาก แต่ฮอร์โมนสังเคราะห์และที่ได้รับจากพืช สามารถให้โดยการกินได้

3. กรดไขมัน (fatty acid) มีน้ำหนักโมเลกุล 300 ดาลตัน (เทวินทร์, 2542)

ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ตำแหน่งที่ตั้ง ฝังตัวอยู่ในแอ่งใต้สมองของสัตว์ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองมีหลายชนิดส่วนใหญ่เป็นโทรฟิคฮอร์โมน ซึ่งจะไปช่วยกระตุ้นให้มีปริมาณการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่ออื่นๆ มากขึ้นทั้งนี้อาจแบ่งฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary) และฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary) สำหรับฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมใต้สมองซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรงนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฮอร์โมนโกนาโดโทรปินและฮอร์โมนโปรแลคติน ฮอร์โมนทั้งสองนี้ล้วนเป็นฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า ส่วนฮอร์โมนอื่นๆ ที่ผลิตจากต่อมใต้สมองนี้เป็นฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะในระบบอื่นๆ

ฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน

โกนาโดโทรปิน เป็นฮอร์โมนที่มีฤทธิ์กระตุ้นต่อมเพศ (gonad) คือรังไข่ในสัตว์เพศเมียและอัณฑะในสัตว์เพศผู้ ให้สร้างเซลล์สืบพันธุ์และฮอร์โมนซึ่งจะช่วยให้ระบบสืบพันธุ์ทำหน้าที่สร้างและพัฒนาชีวิตลูกสัตว์ขึ้นมาได้ ฮอร์โมนโกนาโดโทรปินที่ผลิตจากต่อมใต้สมองส่วนหน้ามีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. เอฟเอสเอช หรือ ฟอลลิเคิลสติมูเลติ้งฮอร์โมน (FSH หรือ follicle stimulating hormone) ในสัตว์เพศเมียนั้นรังไข่เป็นอวัยวะเป้าหมายของ FSH โดย FSH ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของกระเปาะไข่และไข่ภายในกระเปาะ ให้มีการแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์ทำให้กระเปาะไข่ขยายใหญ่ขึ้น มีฮอร์โมนเอสโตรเจนสะสมขึ้นภายในช่องว่างของกระเปาะไข่ และไข่อ่อนที่อยู่ภายในกระเปาะไข่ถูกกระตุ้นให้เจริญขึ้นจนเจริญเต็มวัยเป็นไข่แก่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า FSH ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนขึ้นภายในกระเปาะไข่

ส่วนในสัตว์เพศผู้นั้น ท่อสร้างอสุจิในอัณฑะเป็นอวัยวะเป้าหมายของ FSH โดย FSH ออกฤทธิ์ร่วมกับฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) และไอซีเอสเอช (ICSH หรือ interstitial cell stimulating hormone) ทำหน้าที่กระตุ้นกระบวนการสเปอร์มาโตจีเนซีส ดังนั้นจึงเรียกฮอร์โมน FSH ในสัตว์เพศผู้ว่าเอสเอสเอชหรือสเปอร์มาโตเจเนซีสสติมูเลติ้งฮอร์โมน (SSH หรือ spermatogenesis stimulating hormone) ทั้งนี้ SSH จะกระตุ้นให้มีการเจริญของท่อสร้างอสุจิและกระตุ้นกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีสในขั้นตอนต้น จนได้เซกั้นดารี่สเปอร์มาโตไซท์ ส่วนการแบ่งตัวของเซลล์สืบพันธุ์ในขั้นตอนต่อจากนี้ไปจะอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน นอกจากนี้ยังคาดว่า SSH อาจมีผลทำให้ สเปอร์มาติดหลุดออกจากเซอร์โทไลเซลล์ กลายเป็นตัวอสุจิเข้าสู่ช่องว่างภายในท่อของท่อผลิตอสุจิ

ความยาวของวันอาจมีอิทธิพลต่อการหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรปินของสัตว์บางชนิดได้มาก เช่น แกะในฤดูใบไม้ร่วงที่มีกลางวันสั้น แกะจะมีการหลั่งฮอร์โมน SSH LH และเทสโทสเตอโรน ได้มาก ทำให้มีการสร้างตัวอสุจิได้มากด้วย แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูใบไม้ผลิซึ่งมีกลางวันยาวขึ้น แกะจะขาดความกระตือรือร้นทางเพศเนื่องจากระดับฮอร์โมนโกนาโดโทรปินที่หลั่งออกมามีปริมาณไม่เพียงพอ

ฮอร์โมน FSH บริสุทธิ์ที่จำหน่ายเป็นการค้ามักได้จากต่อมใต้สมองของแม่แกะ สุกร หรือม้า ในช่วงการอุ้มท้องระหว่างวันที่ 40 ถึงวันที่ 120 ระดับ FSH ในแม่ม้าจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับสูงสุด หลังจากนั้นจึงลดลงสู่ระดับปกติอย่างรวดเร็ว ดังนั้นน้ำเลือดของแม่ม้าในช่วงนี้จึงอาจนำมาใช้เป็นแหล่ง FSH ได้ และเรียกว่าพีเอ็มเอสจี (PMSG หรือ pregnant mare serum gonadotropin) ตามแหล่งที่มา

2. แอลเอช หรือ ลูทีไนซิ่งฮอร์โมน (LH หรือ luteinizing hormone) ในสัตว์เพศ

เมียนั้น กระเปาะไข่ในรังไข่เป็นอวัยวะเป้าหมายของ LH โดย LH ทำหน้าที่กระตุ้นให้กระเปาะไข่ที่เจริญเต็มที่แล้วเกิดการตกไข่ (ovulation) ทั้งนี้เมื่อ LH ในกระแสเลือดเพิ่มขึ้นจนถึงระดับสูงสุดจะเกิดการตกไข่ขึ้น จากนั้น LH จะกระตุ้นให้รอยแผลของกระเปาะไข่ที่ฉีกขาดจากการตกไข่มีการเจริญของแกรนูโลซาเซลล์ (granulosa cell) ไปเป็นกลุ่มเซลล์สีเหลืองซึ่งเรียกว่าลูเทียล (luteal cell) ที่ผนังด้านในของกระเปาะไข่ที่ยังติดอยู่กับรังไข่จนเต็มพื้นที่ในโพรงกระเปาะไข่ที่เกิดการตกไข่นั้น และพัฒนากลายเป็นคอร์ปัสลูเทียม (corpus luteum) ที่ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนต่อไป ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า LH ทำหน้าที่กระตุ้นให้เกิดการสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนขึ้นในสัตว์เพศเมียด้วย

ส่วนในสัตว์เพศผู้นั้นเลย์ดิกเซลล์หรืออินเตอร์สติเตียลเซลล์ (leydig cell หรือ interstitial cells) ภายในท่อสร้างอสุจิของอัณฑะเป็นเป้าหมายของ LH ดังนั้นจึงเรียกฮอร์โมน LH ในสัตว์เพศผู้ว่า ไอซีเอสเอชหรืออินเตอร์สติเตียลเซลล์สติมูเลติ้งฮอร์โมน (ICSH หรือ interstitial cell stimulating hormone) โดย ICSH นี้ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของเลย์ดิกเซลล์ทำให้เพิ่มจำนวนและสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนออกมามากขึ้นและทำงานร่วมกับฮอร์โมนอื่นๆ ทำให้ตัวอสุจิมีความสมบูรณ์พันธุ์และผสมติดได้ดีขึ้น

สัตว์เพศผู้มี ICSH ในระดับสูงตั้งแต่อายุยังน้อย เช่น ในโคตัวผู้นั้นระดับ ICSH จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นตั้งแต่เมื่ออายุประมาณ 2 เดือน จนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ทั้งนี้แสงจะมีอิทธิพลต่อระดับ ICSH อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแกะ แต่จะมีอิทธิพลน้อยในสัตว์ชนิดอื่น โดยความยาวของวันที่ลดลงจะทำให้ระดับ ICSH เพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงมีการผลิตฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนมากขึ้นด้วย ซึ่งทำให้สัตว์มีความต้องการทางเพศมากขึ้นและมีการผลิตอสุจิมากขึ้น

แหล่งของ ICSH อีกแหล่งหนึ่งซึ่งเป็นแหล่งที่ทราบกันดี คือ จากน้ำปัสสาวะของสตรีที่ตั้งครรภ์เมื่อมีอายุครรภ์ระหว่าง 50 ถึง 120 วัน ทำนองเดียวกับที่น้ำเลือดของแม่ม้าที่ดังท้องเป็นแหล่งของ FSH โดยสตรีที่ตั้งครรภ์จะมีการสร้าง ICSH ที่เยื่อหุ้มลูกสัตว์ (chorion) จึงเรียกว่าฮอร์โมนที่ได้นี้ว่าเอชซีจี (HCG หรือ human chorionic gonadotropin)

ฮอร์โมนโปรแลคติน (prolactin)

เนื่องจากฮอร์โมนโปรแลคตินเป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของร่างกายหลายระบบ เช่นเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ ส่งเสริมการเจริญเติบโต ควบคุมสมดุลของน้ำและเกลือแร่ เป็นต้น สำหรับการทำหน้าที่ซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมียนั้น ฮอร์โมนโปรแลคตินมีบทบาทสำคัญ ดังนี้ คือ

1. ช่วยกระตุ้นการพัฒนาของคอร์ปัสลูเทียมและรักษาสภาพของคอร์ปัสลูเทียมนี้ไว้เพื่อให้ทำหน้าที่ในการผลิตและหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนในแกะและหนู

2. ช่วยกระตุ้นการเจริญของต่อมสร้างน้ำนมและกระตุ้นให้เกิดการสร้างและหลั่ง

น้ำนมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยไปกระตุ้นให้เอนไซม์ในเซลล์กระเปาะสร้างน้ำนมทำการเปลี่ยนโภชนะที่ได้จากเลือดมาสังเคราะห์ขึ้นใหม่เป็นส่วนประกอบของน้ำนม ตลอดจนช่วยรักษาสภาพการให้น้ำนมนี้เพื่อเลี้ยงลูกอ่อน หากมีการสร้างและหลั่งฮอร์โมนนี้อย่างสม่ำเสมอ อัตราการสร้างน้ำนมก็จะมากและสม่ำเสมอด้วย ถ้าขาดฮอร์โมนนี้ การสร้างน้ำนมก็จะหยุดไปด้วย กล่าวว่าการที่แม่โคจะให้น้ำนมได้มากเพียงใดนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณฮอร์โมนโปรแลคตินที่มีอยู่ในขณะนั้น

3. ช่วยกระตุ้นพฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงลูกในสัตว์ปีก และกระตุ้นสัญชาตญาณของความเป็นแม่ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ส่วนในระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้นั้น ฮอร์โมนโปรแลคตินช่วยให้การเจริญของตัวอสุจิดีขึ้น และทำให้เพศผู้มีพฤติกรรมทางเพศดีขึ้น

ฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัส

ไฮโปธาลามัส (hypothalamus) เป็นส่วนของสมองที่อยู่บริเวณส่วนกลางของฐานของสมอง กลุ่มเซลล์ของไฮโปธาลามัสทำหน้าที่ผลิตและหลั่งฮอร์โมนหลายชนิด ฮอร์โมนเหล่านี้ส่วนใหญ่จะมีผลโดยตรงต่อการหลั่งฮอร์โมนของต่อมใต้สมอง มีทั้งชนิดที่กระตุ้นและชนิดที่ยับยั้งการทำงานของต่อมใต้สมอง สำหรับฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์ซึ่งผลิตจากไฮโปธาลามัส ได้แก่ โกนาโดโทรปิครีลีสซิ่งฮอร์โมน หรือ จีเอนอาร์เอช (gonadotropic releasing hormone หรือ GNRH) โปรแลคตินอินฮิบิติ้งฮอร์โมน (prolactin inhibiting hormone หรือ PIH) และออกซีโตซิน (oxytocin)

โกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน

โกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน หรือ GNRH เป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากไฮโปธาลามัส แล้วส่งผ่านกระแสเลือดไปยังต่อมใต้สมองส่วนหน้าในระหว่างที่สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ และจะกระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน โกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน นี้อาจแยกออกเป็นฮอร์โมน 2 ชนิด คือ

1. เอฟเอสเอช-อาร์เอช (FSH-RH หรือ follicle stimulating hormone releasing hormone) เป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH

2. แอลเอช-อาร์เอช (LH-RH หรือ luteinizing hormone releasing hormone) เป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าสร้างและหลั่งฮอร์โมน LH ในสัตว์เพศเมีย หรือกระตุ้นการสร้างและการหลั่งฮอร์โมน ICSH ในสัตว์เพศผู้ ดังนั้นจึงเรียกฮอร์โมน LHRH ในสัตว์เพศผู้ว่าไอซีเอสเอช-อาร์เอช (ICSH-RH หรือ interstitial cell stimulating hormone releasing hormone) ซึ่งพบว่าระดับ ICSH-RH จะสูงมากในโคผู้ที่มีอายุระหว่าง 6 - 1 0 เดือน ทำให้โคเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม

โปรแลคตินอินฮิบิติ้งฮอร์โมน

โปรแลคตินอินฮิบิติ้งฮอร์โมน หรือ PIH เป็นฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมไฮโปธาลามัส แล้วหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดไปยับยั้งการสร้างและการหลั่งฮอร์โมนโปรแลคติน (prolactin หรือ PRL) ของต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ออกซีโตซิน (oxytocin)

ออกซีโตซินเป็นฮอร์โมนที่สร้างจากไฮโปธาลามัส แล้วส่งไปเก็บไว้ที่ต่อมใต้สมองส่วนหลัง (posterior pituitary gland) และจะหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดโดยไม่มีรีลิสซิ่งฮอร์โมนใดๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง แต่จะมีการหลั่งฮอร์โมนนี้เข้าสู่กระแสเลือดเมื่อได้รับการกระตุ้นที่เหมาะสม เพื่อทำให้กล้ามเนื้อหดตัวในภาวะต่อไปนี้ คือ

1. เมื่อมีการผสมพันธุ์ ออกซีโตซินทำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อผนังมดลูก และท่อนำไข่ เป็นการช่วยเร่งการเคลื่อนย้ายตัวอสุจิไปสู่ท่อนำไข่ให้อสุจิเดินทางไปผสมกับเซลล์ไข่ในท่อนำไข่ให้ดีขึ้น

2. เมื่อมีการคลอดลูก ออกซีโตซินจะช่วยในการคลอดและช่วยให้มดลูกเข้าอู่เร็วขึ้น โดยกระตุ้นให้เกิดการบีบตัวของมดลูกเพื่อขับลูกสัตว์และรกออกจากมดลูก การบีบรัดตัวของมดลูกเมื่อมีการคลอดนี้จึงเป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการบีบรัดตัวของมดลูกและท่อนำไข่เพื่อลำเลียงตัวอสุจิขณะมีการผสมพันธุ์ ทั้งนี้ออกซีโตซินไม่ได้ทำให้เกิดการเบ่งสำหรับคลอด แต่ช่วยเพิ่มแรงเบ่งในการคลอดหลังจากเริ่มเบ่งแล้ว เพราะพบว่าในขณะที่แม่โคกำลังเริ่มเบ่งนั้น ระดับออกซีโตซินในพลาสมาจะมากหรือวัดไม่ได้เลย จนถึงช่วงกลางของการเบ่งจึงจะพบว่าระดับออกซีโตซินในพลาสมาเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว

3. เมื่อลูกสัตว์ดูดนมแม่หรือเมื่อกำลังถูกรีดนม ออกซีโตซินจะช่วยในการหลั่งน้ำนม โดยการดูดจะเป็นสิ่งเร้ากระตุ้นให้มีการหลั่งออกซีโตซินเข้าสู่ระบบเลือด มายังต่อมน้ำนมแล้วกระตุ้นให้ต่อมน้ำนมหดตัวบีบไล่น้ำนมที่สร้างไว้แล้วออกมา ถ้าขาดฮอร์โมนออกซีโตซินสัตว์จะไม่ปล่อยน้ำนมออกมาจากเต้า ทำให้น้ำนมลดลง

โดยเหตุที่ไฮโปธาลามัสสร้างออกซีโตซินแล้วส่งไปเก็บไว้ที่ต่อมใต้สมองส่วนหลังก่อนเมื่อได้รับการกระตุ้นที่เหมาะสมจึงจะหลั่งออกจากต่อมใต้สมองส่วนหลังไปสู่อวัยวะเป้าหมาย นักวิชาการบางท่านจึงอาจจัดออกซีโตซินเป็นฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหลัง

การสร้างและหลั่งฮอร์โมนของไฮโปธาลามัสสามารถกระตุ้นได้ทั้งจากระบบประสาทส่วนกลาง จากฮอร์โมนอื่น และจากสิ่งเร้าภายนอกที่มีผลต่ออารมณ์และความเครียด ได้แก่ การทำให้เจ็บปวด ตกใจ ตื่นเต้น เช่น การหลั่งออกซีโตซินอาจถูกอารมณ์เครียดยับยั้งได้โดยตรง ทั้งนี้ การสร้างและการหลั่ง GNRH และ PIH นั้นถูกควบคุมโดยปัจจัย 3 ประการ คือ

1. ระดับของฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน คือ FSH และ LH หรือ ICSH จากต่อมใต้สมอง

ส่วนหน้า

2. ระดับฮอร์โมนเพศจากรังไข่ คือ เอสโตรเจนและโปรเจสเตอโรน หรือจากอัณฑะ คือ เทสโทสเตอโรน ในกระแสเลือดซึ่งผ่านเข้ามาที่ไฮโปธาลามัส

3. การกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอก เช่น การได้กลิ่นและได้ยินเสียงเพศตรงข้าม

ส่วนการสร้างและการหลั่งฮอร์โมนออกซีโตซินนั้นถูกควบคุมโดยปัจจัย 2 ประการ คือ

1. ระดับฮอร์โมนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น เมื่อมีการคลอดลูก

2. การกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอกและภายในร่างกาย เช่น เมื่อมีการผสมพันธุ์ เมื่อลูกดูดนม การเห็น การได้กลิ่น และได้ยินเสียงร้องของลูก

ตารางที่ 3.1 ชนิดและหน้าที่ของฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัสที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรง

ชนิดของฮอร์โมน	**หน้าที่**	
	เพศเมีย	**เพศผู้**
1. GNRH		
1.1 FSH-RH	- กระตุ้นการสิร้างและหลั่ง FSH	- กระตุ้นการสร้างและหลั่ง FSH
1.2 LH-RH	- กระตุ้นการสร้างและหลั่ง LH	
1.3 ICSH-RH		- กระตุ้นการสร้างและหลั่ง ICSH
2. PIH	- ยับยั้งการสร้างและหลั่งโปรแลคติน	
3. ออกซีโตซิน	- กระตุ้นการหดตัวของกล้ามเนื้อผนังมดลูกและท่อนำไข่ในเวลาผสมพันธุ์ - กระตุ้นให้เกิดการบีบตัวของมดลูกเมื่อมีการคลอดลูก - กระตุ้นให้เกิดการหลั่งน้ำนม เมื่อลูกสัตว์ดูดนมแม่หรือมีการรีดนม	

ที่มา: Hafez (1993)

ไฮโปธาลามัสยังสร้างและหลั่งรีลีสซิ่งฮอร์โมน (releasing hormone) ชนิดอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติกระตุ้นการสร้างและหลั่งฮอร์โมนอื่นๆ จากต่อมอื่นด้วย ได้แก่ ธัยโรโทรปิครีลีสซิ่งฮอร์โมน (thyrotropic releasing hormone หรือ TRH) คอร์ติโคโทรปิครีลีสซิ่งฮอร์โมน (corticotropic

releasing hormone: CRH) โกรทฮอร์โมนรีลีสซิ่งฮอร์โมน (growth hormone releasing hormone หรือ GHRH) และเมลาโนไซท์สติมูเลติ่งฮอร์โมนรีลีสซิ่งฮอร์โมน (melanocyte stimulating hormone releasing hormone: MRH) แต่ฮอร์โมนเหล่านี้ไม่ได้เกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยตรง

ฮอร์โมนจากอวัยวะสืบพันธุ์

ฮอร์โมนจากอวัยวะสืบพันธุ์ (gonadal hormone) เป็นกลุ่มฮอร์โมนซึ่งผลิตและหลั่งจากอัณฑะของเพศผู้ รังไข่ของเพศเมีย และรก ฮอร์โมนเหล่านี้มีหน้าที่โดยตรงในการสืบพันธุ์และมีผลโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกาย

ฮอร์โมนจากอัณฑะ

นอกจากอัณฑะจะทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้แล้ว อัณฑะยังทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพศผู้คือเทสโทสเตอโรนอีกด้วย ฮอร์โมนในกลุ่มนี้เป็นสารประกอบสเตียรอยด์ (steroid compounds) ซึ่งสร้างขึ้นโดยเลย์ดิกเซลล์ภายในท่อสร้างอสุจิของอัณฑะเกือบทั้งหมด แต่ต่อมหมวกไตส่วนนอกก็สร้างแอนโดรเจนได้บ้างเล็กน้อย

ฮอร์โมนซึ่งเป็นที่รู้จักกันในกลุ่มแอนโดรเจน ได้แก่ แอนโดรสตีนไดโอน (androstenedione) แอนโดรสเตอโรน (androsterone) และเทสโทสเตอโรน (testosterone) โดยเทสโทสเตอโรนเป็นฮอร์โมนที่สำคัญที่สุดในกลุ่มนี้สำหรับสัตว์ส่วนใหญ่ เช่น โค และมนุษย์ ส่วนในพ่อม้านั้นแอนโดรเจนส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปแอนโดรสเตอโรน

เทสโทสเตอโรนและฮอร์โมนอื่นๆ ในกลุ่มแอนโดรเจนมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเจริญของอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ ลักษณะและการแสดงออกของเพศผู้ ตลอดจนความสมบูรณ์พันธุ์ของเพศผู้ ดังนี้ กระตุ้นการเจริญและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะสืบพันธุ์ต่างๆ ของเพศผู้จนถึงขั้นที่จะใช้ผสมพันธุ์ได้ เช่น กระตุ้นการเจริญเติบโตขององคชาต อัณฑะ ท่อพักอสุจิ ท่อนำน้ำเชื้อและต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ ฯลฯ ทั้งนี้แอนโดรเจนมีอิทธิพลต่อการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะเพศตั้งแต่ตัวอ่อนยังอยู่ในระยะที่มีการพัฒนาเปลี่ยนแปลงอวัยวะเพศให้เป็นไปตามลักษณะที่กำหนดโดยโครโมโซมเพศ โดยแอนโดรเจนทำให้อวัยวะสืบพันธุ์ที่กำลังมีการพัฒนาของตัวอ่อนนั้นเจริญเป็นอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ทั้งภายนอกและภายใน หากไม่มีแอนโดรเจน อวัยวะเหล่านี้จะเจริญเป็นระบบสืบพันธุ์ของเพศเมีย แต่หากฉีดแอนโดรเจนให้แก่ตัวอ่อนของสัตว์เพศเมียจะทำให้อวัยวะเหล่านั้นเจริญขึ้นเป็นเพศผู้ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ การเกิดลูกแฝดต่างเพศในโค แฝดที่เป็นตัวเมียและเป็นหมัน ซึ่งเรียกว่าฟรีมาร์ติน (free-martin) มีโครโมโซมเพศเป็น XX จึงควรจะเจริญเป็นโคตัวเมีย แต่อิทธิพลของฮอร์โมนเพศผู้ยับยั้งการพัฒนาของอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียเนื่องจากคู่แฝดซึ่งเป็นเพศผู้มีการพัฒนาของอวัยวะเพศเป็นอัณฑะได้ก่อน แอนโดรเจนที่คู่แฝดนี้สร้างขึ้นจากอัณฑะจึงส่งผล

ให้อวัยวะเพศของแฝดที่เป็นตัวเมียซึ่งยังไม่ได้พัฒนานั้นเปลี่ยนแปลงไปทำให้เป็นหมัน ซึ่งโอกาสที่จะเกิดแฝดตัวเมียที่เป็นหมันหรือฟรีมาร์ตินนี้ มีอยู่ถึงร้อยละ 85 ของจำนวนแฝดตัวเมียทั้งหมดที่มีคู่แฝดเป็นเพศผู้

แอนโดรเจนช่วยให้อวัยวะเพศผู้ทั้งภายนอกและภายในเจริญเติมที่และทำหน้าที่ได้อย่างสมบูรณ์ อวัยวะภายนอก ได้แก่ องคชาตขยายใหญ่และยาวขึ้น ถุงอัณฑะจะหยาบและมีสีเข้มขึ้น อวัยวะภายใน เช่น ต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์จะขยายใหญ่ขึ้น และอัณฑะมีขนาดใหญ่ขึ้น เป็นต้น โดยหน้าที่ของแอนโดรเจน มีดังนี้

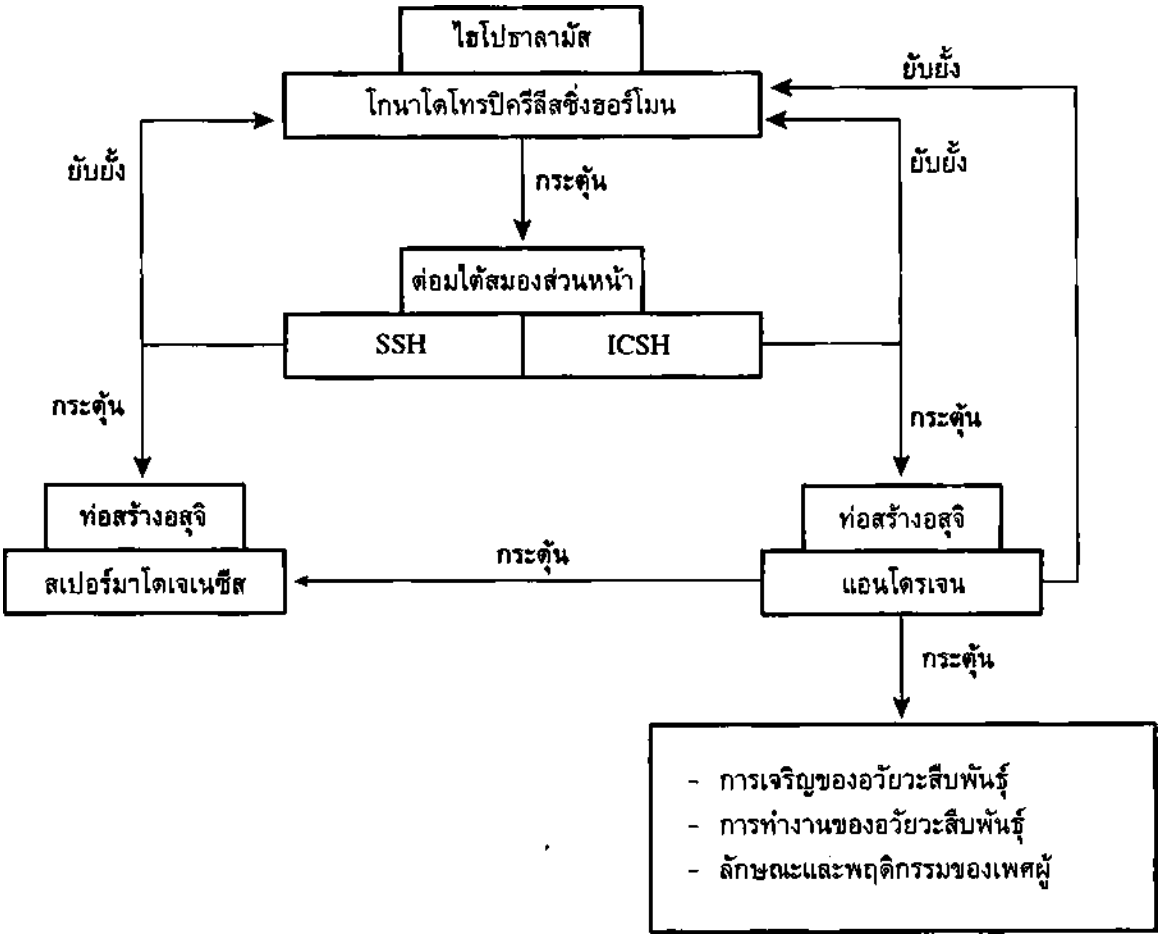
1. กระตุ้นและควบคุมการทำงานของต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ คือ ต่อมเซมินอลเวสชิเคิล ต่อมลูกหมาก และต่อมคาวเพอร์ส ให้สร้างสารหลั่งซึ่งจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตของตัวอสุจิและช่วยในการผสมพันธุ์

2. ร่วมกับ SSH กระตุ้นการเจริญของท่อสร้างอสุจิ และกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีสเพื่อสร้างตัวอสุจิ ตลอดจนมีการพัฒนาของตัวอสุจิจนเจริญเติมที่สามารถผสมกับเซลล์ไข่ได้

3. ควบคุมการทำงานของกลุ่มเซลล์ของไฮโปธาลามัสในตัวผู้ ทำให้การหลั่งโกนาโดโทรปิครีลีสซิ่งฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัสมีระดับค่อนข้างคงที่ แสดงถึงลักษณะการผลิตตัวอสุจิว่าผลิตขึ้นได้เรื่อยๆ ต่อเนื่องกันไปและสัตว์ตัวผู้มีพฤติกรรมทางเพศได้เสมอเมื่อได้รับการกระตุ้น ซึ่งต่างจากการทำงานของไฮโปธาลามัสในสัตว์ตัวเมียที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นวงจรอย่างเด่นชัด โดยในสัตว์ตัวผู้นั้นโกนาโดโทรปินรีลีสซึ่งฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัสและฮอร์โมน ICSH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าจะกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนแอนโดรเจน แต่ขณะเดียวกันระดับของฮอร์โมนแอนโดรเจนในกระแสเลือดจะมีผลต่อการหลั่งโกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมนและฮอร์โมน ICSH คือเมื่อระดับฮอร์โมนแอนโดรเจนในกระแสเลือดลดต่ำลงจะทำให้ไฮโปธาลามัสหลั่งโกนาโดโทรปินรีลีสซึ่งฮอร์โมนออกมากระตุ้นให้ต่อมใต้สมองส่วนหน้าหลั่งฮอร์โมน ICSH และเมื่อระดับฮอร์โมนแอนโดรเจนในกระแสเลือดสูงขึ้นเพียงพอแล้วก็จะยับยั้งการหลั่งโกนาโดโทรปินรีลิสซิ่งฮอร์โมนและฮอร์โมน ICSH

4. กระตุ้นให้สัตว์มีลักษณะของเพศผู้ เช่น มีลักษณะโครงสร้างของร่างกาย (body conformation) แบบเพศผู้ มีการพัฒนาของกล้ามเนื้อ โดยแอนโดรเจนไปควบคุมเมตาบอสิซึมของร่างกาย กระตุ้นการสร้างโปรตีน ทำให้กล้ามเนื้อใหญ่และแข็งแรงขึ้น ส่งเสริมการเจริญของกระดูก ทำให้ตัวผู้มีโครงสร้างร่างกายใหญ่ นอกจากนี้แอนโดรเจนยังกระตุ้นให้สัตว์มีลักษณะของเพศผู้อื่นๆ เช่น มีการขยายตัวของกล่องเสียงและแถบเสียงมีการเจริญหนาตัวขึ้น ทำให้เสียงใหญ่และทุ้มขึ้น แอนโดรเจนเป็นฮอร์โมนสำคัญที่ทำให้สัตว์ตัวผู้มีลักษณะและการแสดงออกของเพศผู้ มีพฤติกรรมทางเพศ มีความสนใจตัวเมีย มีความต้องการที่จะผสมพันธุ์ และอาจมีผลต่อระบบประสาทบ้าง ทำให้มีลักษณะก้าวร้าว ว่องไว และตื่นตัวกว่าตัวเมีย

นอกจากนี้แอนโดรเจนยังกระตุ้นการสร้างเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกายอีกด้วย การขาดแอนโดรเจนในสัตว์ที่ถูกตอนตั้งแต่อายุน้อย จะทำให้มีการเจริญเติบโตลดลง



ภาพที่ 3.2 การหลั่งและการทำงานของฮอร์โมนจากอัณฑะ
ที่มา: ดัดแปลงจาก Sorensen (1979)

ฮอร์โมนจากรังไข่

รังไข่ผลิตฮอร์โมนเพศเมียหลายชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน และโปรเจสโตเจน ฮอร์โมนเหล่านี้เป็นสารประกอบสเตียรอยด์ ซึ่งมีไขมันเป็นส่วนประกอบเช่นเดียวกับฮอร์โมนเพศผู้จากอัณฑะและเป็นฮอร์โมนที่มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับการเจริญและการทำงานของอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์ ตลอดถึงลักษณะของความเป็นเพศเมีย ทั้งนี้รกและส่วนนอกของต่อมหมวกไตอาจสร้างเอสโตรเจนและโปรเจสโตรเจนได้บ้าง แต่มีปริมาณเพียงเล็กน้อย

1. ฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน เป็นฮอร์โมนเพศเมียที่สร้างขึ้นจากกระเปาะไข่ในรังไข่ ฮอร์โมนที่สำคัญในกลุ่มนี้ ได้แก่ เอสตราไดออล (estradiol) เอสโตรน (estrone) และเอสไตรออล

(estriol) เมื่อกระเปาะไข่สร้างเอสโตรเจนขึ้นแล้วจะหลั่งเข้าสู่กระแสเลือด เพื่อทำหน้าที่ต่อไปนี้ คือ

1) ส่งเสริมการเจริญของอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เพศเมียและเตรียมให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมจะทำการสืบพันธุ์ คือ

- กระตุ้นการเจริญของเยื่อบุมดลูกและกล้ามเนื้อมดลูก โดยมีการเจริญของเซลล์ต่าง ๆ ในชั้นเยื่อบุมดลูกมากขึ้น เพื่อรอรับการฝังตัวของตัวอ่อนที่ได้รับการผสมแล้ว และที่ชั้นกล้ามเนื้อของมดลูกที่สะสมสารโปรตีนโดยเฉพาะแอกติน (actin) และไมโอซิน (myosin) ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่ใช้ในกลไกการหดตัวของกล้ามเนื้อเพื่อเตรียมไว้ใช้ในการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่มดลูกให้มดลูกบีบตัวได้แรงขึ้น เอสโตรเจนช่วยให้กล้ามเนื้อเรียบเหล่านี้ถูกเร้าได้ง่าย จึงเพิ่มการบีบตัวเป็นจังหวะ ช่วยในการเคลื่อนที่ของอสุจิ หากไข่ไม่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิ เยื่อบุมดลูกที่หนาตัวขึ้นจะลอกหลุดออกไปในภายหลัง

- กระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อต่างๆ ในท่อนำไข่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเนื้อเยื่อต่อม ซึ่งทำหน้าที่หลั่งสารอาหารสำหรับเลี้ยงไข่ที่ตกออกมาจากรังไข่และเดินทางมายังส่วนนี้ นอกจากนี้ยังช่วยกระตุ้นให้เซลล์ขนทำหน้าที่พัดโบกขนในทิศทางจากปากแตรไปยังส่วนคอคอด และกระตุ้นท่อนำไข่ให้บีบตัว ทำให้ไข่เดินทางไปได้สะดวกขึ้น

- ทำให้เกิดการหลั่งน้ำเมือกออกจากคอมดลูกในขณะที่เกิดการเป็นสัด หากมีปริมาณมากจะออกมาสะสมอยู่ที่บริเวณช่องคลอด และเมื่อมีการสะสมมากขึ้นก็จะไหลย้อยออกมาจากช่องคลอดอยู่ที่บริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ส่วนนอก

- กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์ของชั้นเยื่อบุผิวในส่วนของช่องคลอด ทำให้ผนังช่องคลอดมีความหนามากขึ้น และกระตุ้นให้ช่องคลอดสะสมสารพวกไกลโคเจน (glycogen) ไว้จำนวนมาก ซึ่งต่อมาสารไกลโคเจนนี้จะเปลี่ยนเป็นกรดแลคติก ทำให้สภาพภายในช่องคลอดมีฤทธิ์เป็นกรด โดยมี pH ประมาณ 4-5 ซึ่งมีส่วนดีที่ช่วยป้องกันการติดเชื้อเข้าไปภายในช่องคลอด นอกจากนี้เอสโตรเจนยังทำให้บริเวณแคมมีลักษณะบวมแดงขึ้น ซึ่งเราจะอาศัยการสังเกตอาการนี้เพื่อตรวจการเป็นสัด โดยในสุกรจะสังเกตเห็นได้ง่ายกว่าสัตว์อื่นๆ

2) ช่วยให้เกิดการเป็นสัด และทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรมต่างๆ ในกระบวนการสืบพันธุ์ออกมา เช่น มีอาการแสดงออกถึงการเป็นสัด และยอมรับการผสมพันธุ์ ซึ่งช่วยส่งเสริมให้สัตว์มีกิจกรรมทางเพศได้ ทั้งนี้เอสโตรเจนสามารถทำการกระตุ้นทางเพศได้กว้างมาก ในกระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์จำเป็นต้องอาศัยการทำงานของเอสโตรเจนเสมอ โดยฮอร์โมนเอสโตรเจนเพียงชนิดเดียวก็สามารถกระตุ้นให้สัตว์เกิดการเป็นสัดได้แต่โดยปกติแล้วจะมีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนร่วมทำงานอยู่ด้วย

3) ทำให้เส้นเอ็นเชิงกราน (pelvic ligament) เกิดการหย่อนตัว ช่วยให้การคลอดลูกเป็นไปได้โดยสะดวก

4) กระตุ้นให้เต้านมขยายใหญ่ขึ้น โดยมีไขมันมาสะสมอยู่มากที่บริเวณต่อมน้ำนม และเร่งการแบ่งเซลล์ให้มีการเจริญมากขึ้น ทั้งนี้หากมีฮอร์โมนเอสโตรเจนเพียงชนิดเดียวจะกระตุ้นให้เซลล์ในเต้านมเจริญเติบโตมากขึ้น แต่ไม่สัมพันธ์กับการเจริญของเซลล์สร้างน้ำนม ทำให้มีพื้นที่สำหรับเซลล์สร้างน้ำนมในการหลั่งน้ำนมได้น้อยลง แต่หากมีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนร่วมทำงานด้วยจะทำให้มีการเจริญดีขึ้น ซึ่งพบว่าเมื่อให้เอสโตรเจนเพียงชนิดเดียวแก่แกะ จะทำให้มีการผลิตน้ำนมเร็วขึ้น แต่เมื่อให้เอสโตรเจนร่วมกับโปรเจสเตอโรนจะทำให้การผลิตน้ำนมได้ช้ากว่า แต่มีปริมาณมากกว่า

5) มีผลต่อการสลายตัวของคอร์ปัสลูเทียมที่รังไข่ โดยเอสโตรเจนกระตุ้นให้เกิดการสร้างฮอร์โมนพรอสตาแกลนดินขึ้นที่ผนังมดลูก และพรอสตาแกลนดินนี้ไปทำให้คอร์ปัสลูเทียมสลายตัวลง กระบวนการนี้เกิดขึ้นในวงจรการเป็นสัด ซึ่งหากไข่ไม่ได้รับการผสมกับตัวอสุจิ คอร์ปัสลูเทียมจะสลายตัวไป

6) กระตุ้นให้สัตว์มีลักษณะของเพศเมีย เช่น มีรูปร่าง ท่าทาง ลักษณะของกล้ามเนื้อและการเจริญของเต้านมแบบเพศเมีย มีไขมันมาสะสมอยู่มากตามใต้ผิวหนังทั่วๆ ไป และทำให้กระดูกเชิงกรานแยกออกจากกัน

7) ควบคุมการหลั่งโกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมนของไฮโปรธาลามัสในตัวเมียทำนองเดียวกับที่แอนโดรเจนควบคุมการหลั่งฮอร์โมนนี้ในสัตว์ตัวผู้

นอกจากเอสโตรเจนจะทำหน้าที่ต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์แล้ว ยังมีผลกระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย รวมทั้งการเติบโตของกระดูกเช่นเดียวกับฮอร์โมนแอนโดรเจนในตัวผู้ แต่เอสโตรเจนยังมีผลยับยั้งการเจริญของกระดูกด้วย ทำให้การเจริญทางโครงสร้างของร่างกาย เช่น ความสูง ความยาว หยุดชะงักเมื่อเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ซึ่งเป็นระยะที่มีเอสโตรเจนมาก

ฮอร์โมนในกลุ่มโปรเจสโตเจน ฮอร์โมนเพศจากรังไข่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน (progesterone) และเพรกเนนไดออล (pregnanediol) ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ เรียกรวมกันว่าโปรเจสติน (progestins) เพราะให้ผลการทำงานคล้ายคลึงกัน แต่ที่สำคัญและรู้จักกันดีคือ โปรเจสเตอโรน ซึ่งส่วนใหญ่จะสร้างขึ้นโดย ลูเทียลเซลล์ของคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งเป็นรอยแผลของกระเปาะไข่ที่มีการตกไข่แล้ว มีเพียงส่วนน้อยที่สร้างจากต่อมหมวกไตส่วนนอก และหากสัตว์มีการอุ้มท้องจนสร้างรกได้มั่นคงแล้ว รกจะทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนแทนรังไข่ต่อไปจนกว่าลูกสัตว์จะคลอด

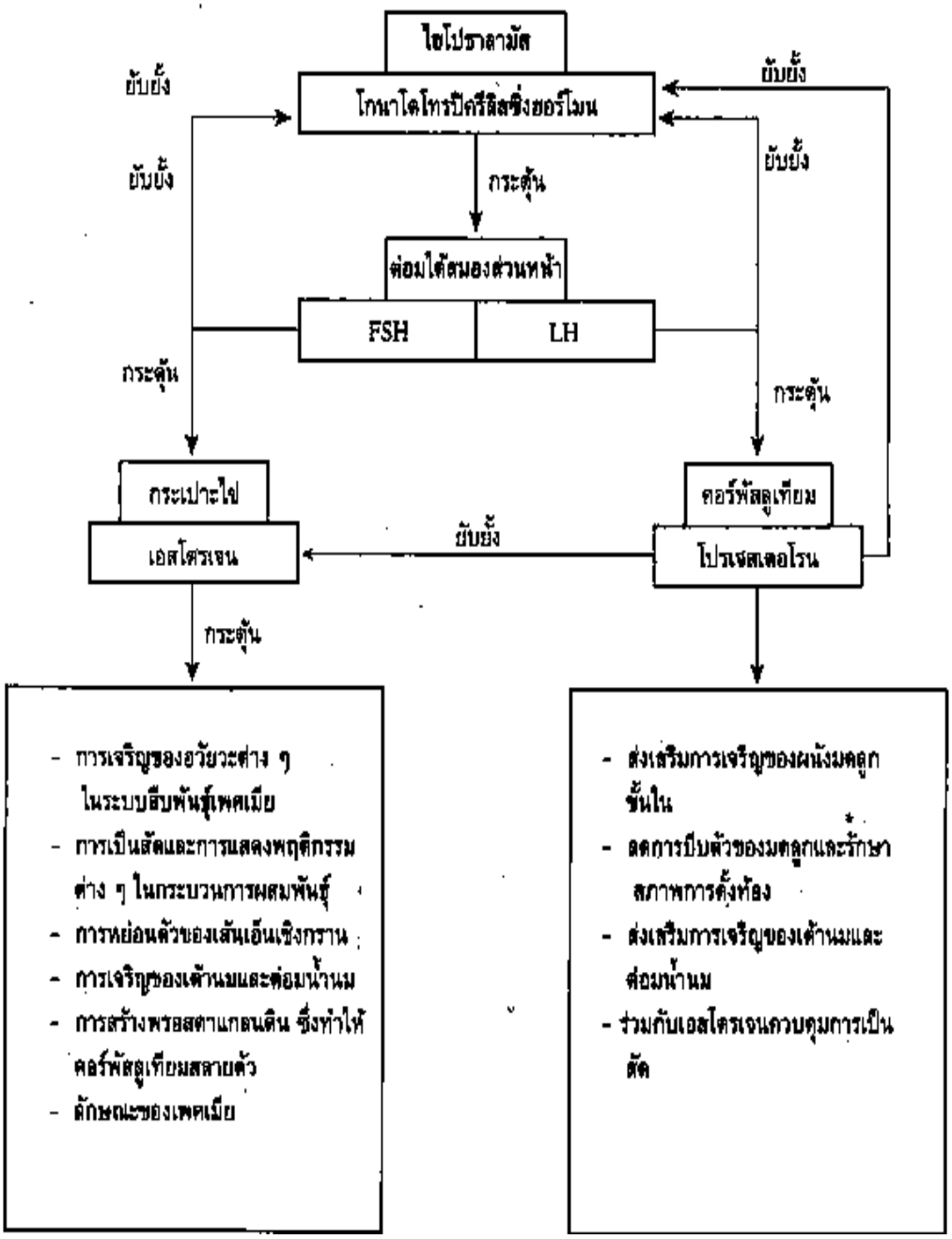
โปรเจสเตอโรนไม่ค่อยแสดงผลตามลำพัง การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจากโปรเจสเตอโรนมักเกิดขึ้นตามหลังเอสโตรเจนและมักแสดงผลเมื่อมีเอสโตรเจนร่วมอยู่ด้วย โดยโปรเจสเตอโรนทำหน้าที่ต่อไปนี้ คือ

1. ทำหน้าที่ต่อจากเอสโตรเจนในการเตรียมมดลูกให้พร้อมที่จะรับตัวอ่อนซึ่งจะเกิด

จากการผสมของไข่กับตัวอสุจิโดยโปรเจสเตอโรนจะส่งเสริมการเจริญของผนังมดลูกชั้นใน (endometrium) ทำให้เซลล์ต่างๆ ในชั้นเนื้อเยื่อบุมดลูกหนาตัวขึ้น มีการเจริญของเซลล์ต่อมต่างๆ มากขึ้น และมีการหลั่งสารออกมามากขึ้น เตรียมพร้อมที่จะรับการฝังตัวของตัวอ่อน

2. ทำหน้าที่ลดบทบาทของเอสโตรเจน ทำให้ส่วนต่างๆ ของมดลูกมีการบีบตัวน้อยลงเพื่อให้ไข่ที่ได้ทำการผสมกับตัวอสุจิแล้วสามารถฝังตัวในมดลูกได้โดยสะดวก และสามารถคงอยู่ได้จนถึงเวลาคลอด โปรเจสเตอโรนทำหน้าที่รักษาสภาพการตั้งท้องให้คงอยู่ไปจนถึงการคลอด โดยในช่วงแรกของการตั้งท้องนั้นเป็นการทำงานของโปรเจสเตอโรนจากรังไข่ และในช่วงหลังจะได้โปรเจสเตอโรนจากรก

3. ส่งเสริมการเจริญของเต้านมและต่อมน้ำนมให้เจริญเต็มที่พร้อมที่จะสร้างและหลั่งน้ำนมเลี้ยงลูกอ่อนโดยกระตุ้นให้มีการแตกสาขาของระบบต่างๆ และมีการเพิ่มจำนวนเซลล์ที่จะทำหน้าที่ผลิตน้ำนม ทำให้มีการสร้างน้ำนมได้ดี



ภาพที่ 3.3 แผนภาพแสดงการหลั่งและการทำงานของฮอร์โมนจากรังไข่

ที่มา: ดัดแปลงจาก Sorensen (1979)

ฮอร์โมนจากรก

โดยปกติแล้วมดลูกของสัตว์ตัวเมียที่ไม่ได้อยู่ในระหว่างการตั้งท้องจะไม่สามารถทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่อได้แต่ในสัตว์หลายชนิดเมื่ออยู่ระหว่างการตั้งท้องนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ เกิดขึ้นที่ผนังมดลูกชั้นในอย่างมากมาย มีการพัฒนาของส่วนที่เป็นรก (placenta) ขึ้นมา ทำให้มดลูกสามารถทำหน้าที่เป็นต่อมไร้ท่อได้ โดยผลิตและหลั่งฮอร์โมนหลายชนิดได้จากส่วนที่เป็นรก คือ

1. เพรกแนนท์แมร์ซีรั่มหรือพีเอ็มเอส (pregnant mare serum หรือ PMS) เป็นฮอร์โมนที่มีฤทธิ์คล้าย FSH และ LH ช่วยกระตุ้นให้มีการเจริญของกระเปาะไข่เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ และกระเปาะไข่ที่เจริญขึ้นมาเกินกว่าปกตินี้ ต่อมาจะเกิดการตกไข่และเจริญไปเป็นคอร์ปัสลูเทียมสำรองได้ ดังนั้นจึงมีผู้ใช้ PMS ในการกระตุ้นให้มีการเจริญของกระเปาะไข่ในปริมาณมาก ก่อนที่จะทำให้เกิดการตกไข่พร้อมกันหลายๆ ฟอง เพื่อใช้ในเทคโนโลยีการถ่ายคัพภะในสัตว์ต่างๆ นอกจากนั้นยังมีผู้ใช้ PMS กระตุ้นให้มีการเจริญของกระเปาะไข่ในแกะซึ่งอยู่นอกฤดูการเป็นสัด ปรากฏว่าสามารถทำให้กระเปาะไข่เจริญ และมีการตกไข่เกิดขึ้นได้

2. ฮิวแมนโคริโอนิคโกนาโดโทรปินหรือเอชซีจี (human chorionic gonadotropin หรือ HCG) เป็นฮอร์โมนจากรกของคน ซึ่งทำหน้าที่รักษาสภาพของมดลูกให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของลูกอ่อนในท้องแม่ โดยในระยะต้นๆ ของการตั้งท้องซึ่งรกยังมีพัฒนาการไม่มากนั้น ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนจากคอร์ปัสลูเทียมจะทำหน้าที่นี้ไปก่อน แต่เมื่อคอร์ปัสลูเทียมของสัตว์ที่ตั้งท้องนี้ค่อยๆ สลายไป HCG จากรกจะทำหน้าที่แทน นอกจากนี้ HCG มีฤทธิ์คล้าย LH ในการทำให้เกิดการตกไข่ ดังนั้นจึงมีผู้ใช้ HCG ในการรักษาแม่โคที่เกิดถุงน้ำในรังไข่ และใช้เพื่อกระตุ้นให้เกิดการตกไข่ในสภาพต่างๆ กัน

ตารางที่ 3.2 ชนิดและหน้าที่ของฮอร์โมนที่สำคัญของอวัยวะสืบพันธุ์

แหล่งที่ผลิตและชนิดของฮอร์โมน	**หน้าที่**
อัณฑะ	
เทสโทสเตอโรน	- กระตุ้นการเจริญและการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะสืบพันธุ์ต่างๆ ของเพศผู้จนถึงขั้นที่จะผสมพันธุ์ได้ - กระตุ้นและควบคุมการทำงานของต่อมร่วมต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ - ร่วมกับ SSH กระตุ้นการเจริญของท่อสร้างอสุจิและกระตุ้นให้เกิดกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนชีส - ควบคุมการทำงานของไฮโปธาลามัส - กระตุ้นให้สัตว์มีลักษณะและพฤติกรรมของเพศผู้
รังไข่	
เอสโตรเจน	- ส่งเสริมการเจริญของอวัยวะต่าง ๆ ในระบบสืบพันธุ์เพศเมียและพัฒนาให้อยู่ในลักษณะที่พร้อมจะทำการสืบพันธุ์ - ช่วยให้เกิดการเป็นสัดและทำให้สัตว์แสดงพฤติกรรมการเป็นสัดออกมา - ทำให้เส้นเอ็นเชิงกรานเกิดการหย่อนตัว - กระตุ้นการเจริญของเต้านมและต่อมน้ำนม - กระตุ้นการสร้างพรอสต้าแกลนดินซึ่งทำให้คอร์ปัสลูเทียมสลายตัว - กระตุ้นลักษณะของเพศเมีย - ควบคุมการทำงานของไฮโปธาลามัส
โปรเจสเตอโรน	- ส่งเสริมการเจริญของผนังมดลูกชั้นใน - ลดการบีบตัวของมดลูกและรักษาสภาพการตั้งท้อง - ส่งเสริมการเจริญของเต้านมและต่อมน้ำนม - ร่วมกับเอสโตรเจนควบคุมการเป็นสัด
รก	
HCG PMS	- รักษาสภาพของมดลูกให้เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตและการพัฒนาของลูกอ่อนในท้องแม่ - กระตุ้นให้มีการเจริญของกระเปาะไข่เพิ่มมากขึ้นกว่าปกติ

ที่มา: Hafez (1993)

ตารางที่ 3.3 ชนิดและหน้าที่ของฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์โดยตรง

ชนิดของฮอร์โมน	หน้าที่	
	ในเพศเมีย	ในเพศผู้
โกนาโดโทรปีน		
1.1 FSH	- กระตุ้นการเจริญของกระเปาะไข่และไข่ภายในกระเปาะ - กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนภายในกระเปาะไข่	
1.2 SSH		- กระตุ้นการเจริญเติบโตของท่อสร้างอสุจิ - กระตุ้นกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีสในขั้นตอนต้นๆ จนได้เซคั่นดารี่สเปอร์มาโตไซท์
1.3 LH	- กระตุ้นให้เกิดการตกไข่ - กระตุ้นการเจริญของลูเทียลให้พัฒนาเป็นคอร์ปัสลูเทียม	- ทำให้สเปอร์มาติดหลุดออกเซอร์โทไลเซลล์กลายเป็นตัวอสจิ
1.4 ICSH	- กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน	- กระตุ้นการเจริญเติบโตของเลย์ดิกเซลล์ - กระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน - ร่วมกับฮอร์โมนอื่นๆ ทำให้ตัวอสุจิมีความสมบูรณ์พันธุ์และผสมติดได้ดีขึ้น - ช่วยให้การเจริญเจองตัวอสุจิดีขึ้น
โปรแลคติน	- กระตุ้นการพัฒนาของคอร์ปัสลูเทียมและรักษาสภาพของคอร์ปัสลูเทียมไว้เพื่อให้ผลิตและหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนต่อไป - กระตุ้นการเจริญของต่อมสร้างน้ำนมและกระตุ้นการสร้างน้ำนมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม - กระตุ้นพฤติกรรมการฟักไข่และเลี้ยงลูกในสัตว์ปีก	- ทำให้มีพฤติกรรมทางเพศดีขึ้น

ที่มา: ดัดแปลงจาก Hafez (1993)

นอกจากนี้โปรแลคตินยังส่งเสริมการทำงานในระบบสืบพันธุ์ โดยมีฤทธิ์เสริมการทำงานของฮอร์โมนจากอวัยวะสืบพันธุ์อีกด้วย

การสร้างและการหลั่งฮอร์โมน FSH หรือ SSH LH และโปรแลคตินนี้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้คือ

1. การสร้างและการหลั่งฮอร์โมนจากไฮโปธาลามัส

2. ระดับฮอร์โมนเพศที่เกี่ยวข้องในกระแสโลหิต เช่น เอสโตรเจน โปรเจสเตอโรน และเทสโทสเตอโรน

3. การกระตุ้นจากสิ่งเร้าภายนอกร่างกาย เช่น ความยาวของวัน และการได้เห็น ได้กลิ่น หรือได้ยินเสียงของเพศตรงข้าม

นอกจากการหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรปินและโปรแลคตินแล้ว ต่อมใต้สมองส่วนหน้ายังผลิตและหลั่งฮอร์โมนชนิดอื่นๆ ซึ่งควบคุมการทำงานของอวัยวะระบบอื่นๆ ในร่างกาย แต่ก็มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม ฮอร์โมนเหล่านี้ ได้แก่

1. จีเอสหรือโกรทฮอร์โมน (GH หรือ growth hormone) หรือโซมาโตโทรปิน (somatotropin) เป็นโทรฟิคฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโต มีเซลล์ร่างกายทุกเซลล์เป็นอวัยวะเป้าหมาย ยกเว้นเซลล์ประสาท โดยทำให้มีการเจริญของเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ และช่วยในกระบวนการเผาผลาญคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน ลดการสะสมไขมันในร่างกาย อัตราการเจริญเติบโตของสัตว์ขึ้นอยู่กับจำนวน GH ที่ต่อมใต้สมองส่วนหน้าหลั่งออกมา หากไม่มีฮอร์โมนนี้ร่างกายจะเจริญเติบโตไม่เต็มที่ นอกจากนี้ GH ยังช่วยให้เต้านมเจริญเติบโต ทำให้กระบวนการสร้างน้ำนมดำเนินไปโดยราบรื่น จึงกล่าวได้ว่า GH มีส่วนช่วยการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม ทั้งนี้พบว่าเมื่อฉีด GH ให้แม่โค จะทำให้แม่โคหลั่งน้ำนมได้มากขึ้น และ ในแม่โคที่ให้นมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว GH ยังช่วยกระตุ้นให้เต้านมขยายใหญ่ขึ้นด้วย

2. ทีเอสเอช (TSH หรือ thyroid - stimulating hormone) เป็นฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นให้ต่อมธัยรอยด์ หลั่งฮอร์โมนธัยรอกซิน (thyroxin) และไตรไอโอโดธัยโรนีน (triiodothyronine) ซึ่งฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ช่วยควบคุมอัตราการเผาผลาญพลังงานโดยทั่วไปของร่างกาย และยังพบว่าฮอร์โมนจากต่อมธัยรอยด์มีความสำคัญต่อการเจริญของลูกอ่อนในท้องแม่ ดังนั้น TSH จึงมีผลต่อกระบวนการต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม

3. เอซีทีเอช (ACTH หรือ adrenocorticotropic hormone) เป็นฮอร์โมนซึ่งทำหน้าที่กระตุ้นต่อมหมวกไต (adrenal gland) ส่วนนอกให้หลั่งฮอร์โมนกลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid) และมิเนอราโลคอร์ติคอยด์ (mineralocorticoid) ฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้ทำหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญน้ำตาลกลูโคสและความสมดุลออสโมติก (osmotic balance) นอกจากนี้ยัง

พบว่าเมื่อแม่โคเกิดความเครียดจะมี ACTH หลั่งเข้ามาในกระแสเลือด และทำให้แม่โคอั้นนม การให้นมลดลงทันที ซึ่งแสดงว่า ACTH มีผลต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม

สรุป

การเจริญเติบโตของร่างกายสัตว์ทั้งเพศผู้และเพศเมีย ตั้งแต่เกิดจนเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ ตลอดจนการดำรงชีวิตเพื่อสืบเผ่าพันธุ์จนกระทั่งตายนั้น จะต้องอาศัยฮอร์โมน (hormone) จากต่อมไร้ท่อ ช่วยควบคุมให้อวัยวะต่างๆ ของร่างกายทำงานสัมพันธ์กัน กระบวนการสืบพันธุ์ของสัตว์จะถูกควบคุมโดยระบบอย่างน้อย 2 ระบบคือ ระบบฮอร์โมนและระบบประสาท ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวข้องและสัมพันธ์กัน การสืบพันธุ์ของสัตว์ต้องอาศัยการทำงานของฮอร์โมนหลายชนิดที่ต่อมไร้ท่อสร้างขึ้น ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์โดยตรงนั้นมีอยู่ 2 ชนิด คือฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน และฮอร์โมนโปรแลคติน แต่ยังมีฮอร์โมนชนิดอื่นๆ จากต่อมใต้สมองส่วนหน้าที่ควบคุมการทำงานของอวัยวะระบบอื่นๆ ในร่างกาย ซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์โดยอ้อม ฮอร์โมนที่ผลิตจากอวัยวะสืบพันธุ์เป็นกลุ่มฮอร์โมนซึ่งผลิตและหลั่งจากอัณฑะของเพศผู้ รังไข่ของเพศเมีย และรก สำหรับฮอร์โมนที่ผลิตจากอัณฑะ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มแอนโดรเจนฮอร์โมนที่ผลิตจากรังไข่ ได้แก่ ฮอร์โมนในกลุ่มเอสโตรเจน และโปรเจสเตอโรน ส่วนฮอร์โมนที่ผลิตจากรก ได้แก่ ฮอร์โมนเพรกแนนท์แมร์ซีรั่ม และฮอร์โมนฮิวแมนโคริโอนิคโกนาโดโทรปิน ฮอร์โมนเหล่านี้มีหน้าที่โดยตรงในการสืบพันธุ์และมีผลโดยอ้อมต่อการเจริญเติบโตและการสร้างเนื้อเยื่อของร่างกาย

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายถึงหน้าที่การทำงานของฮอร์โมน

2. การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนจากต่อมไร้ท่อ โดยการควบคุมของระบบประสาท มีการทำงานอย่างไร

3. พรอสตาแกลนดินเกี่ยวข้องกับการทำงานของระบบสืบพันธุ์อย่างไร

4. จงบอกถึงกลุ่มฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์โดยตรงที่แบ่งตามโครงสร้างทางเคมี

5. จงอธิบายถึงการทำงานของ follicle stimulating hormone

6. จงอธิบายถึงการทำงานของ luteinizing hormone

7. จงอธิบายถึงการทำงานของ ฮอร์โมนโปรแลคติน (prolactin) ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

8. จงอธิบายถึงการทำงานของ ฮอร์โมนออกซีโตซิน (oxytocin) ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์

9. จงอธิบายถึงการทำงานของ testosterone hormone

10. จงอธิบายถึงการทำงานของ estrogen hormone

เอกสารอ้างอิง

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

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.

Hafez, E. S. E. (1993). **Hormones, Growth Factors and Reproduction**.. In E. S. E. Hafez (ed.) Reproduction in farm animals, 6th edition. Academic Press, San Francisco. 55-93.

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

บทที่ 4
การสืบพันธุ์ของสัตว์

บทนำ

การสืบพันธุ์ (reproduction) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน โดยที่สิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นจะทดแทนสิ่งมีชีวิตรุ่นเก่าที่ตายไป ทำให้สิ่งมีชีวิตเหลือรอดอยู่ได้โดยไม่สูญพันธุ์ เกิดขึ้นเมื่อสัตว์เจริญเติบโตเต็มที่ สัตว์เพศผู้สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (อสุจิ) และสัตว์เพศเมียสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (ไข่) ในระหว่างผสมพันธุ์ของสัตว์ อสุจิเข้าไปผสมกับไข่ เรียกว่า การปฏิสนธิ ไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิก็เจริญเติบโตเป็นตัวใหม่ต่อไป ชีวิตทางการสืบพันธุ์ของสัตว์เกี่ยวข้องกับวัยหนุ่มสาว อายุเมื่อสมบูรณ์พันธุ์เต็มที่ ฤดูกาลผสมพันธุ์ วงรอบการเป็นสัด สภาวะปกติทางการสืบพันธุ์ภายหลังคลอด และการสิ้นสภาพทางการสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

การเข้าสู่วัยหนุ่ม

การเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศผู้ หมายถึง การที่สัตว์เพศผู้นั้นเริ่มมีความสามารถในการสืบพันธุ์ได้ ซึ่งจะถือว่าสัตว์เพศผู้เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์แล้วก็ต่อเมื่อสัตว์นั้นได้มีการหลั่งฮอร์โมน testosterone มีการสร้างตัวอสุจิแล้ว และอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เจริญเติบโตและพัฒนาอย่างสมบูรณ์แล้ว ทำให้สัตว์ตัวนั้นสามารถทำการผสมพันธุ์และทำให้สัตว์เพศเมียตั้งท้องได้ ทั้งนี้การที่สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์นั้น ไม่ได้หมายความว่าสัตว์มีความเจริญทางเพศสมบูรณ์เต็มที่ (sexual maturity) เพราะเมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์แล้ว สัตว์จะต้องใช้เวลาเจริญเติบโตต่อไปอีกระยะหนึ่งจนกระทั่งระบบต่างๆ สามารถทำหน้าที่ได้สูงสุดเต็มที่ตามศักยภาพ สัตว์จึงจะมีความเจริญทางเพศสมบูรณ์เต็มที่ ซึ่งอาจให้คำจำกัดความเพื่อให้เห็นความแตกต่างของคำทั้งสองนี้ได้ว่า การเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์ หมายถึง การเริ่มต้นมีความสามารถในการสืบพันธุ์ได้เป็นครั้งแรก ส่วนการเจริญทางเพศสมบูรณ์เต็มที่ หมายถึง การมีความเจริญทางเพศจนสามารถผสมพันธุ์ได้ผลดีสูงสุดเต็มที่ตามศักยภาพแล้ว ดังนั้นจึงไม่แนะนำให้เริ่มใช้สัตว์เพศผู้เพื่อทำการผสมพันธุ์ทันทีที่สัตว์นั้นเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม แต่ควรรอไปอีกระยะหนึ่ง เพื่อให้สัตว์ได้มีความเจริญทางเพศสมบูรณ์เสียก่อน (เทวินทร์, 2542)

สำหรับอายุที่สัตว์เลี้ยงบางชนิดเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์และอายุที่เริ่มใช้ผสมพันธุ์นั้น แต่ก็มีปัจจัยต่างๆ หลายปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุของสัตว์ที่จะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้าหรือเร็ว ที่สำคัญได้แก่ ฮอร์โมน พันธุกรรม โภชนาการ และสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.1 อายุที่สัตว์บางชนิดเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มและอายุที่เริ่มใช้ผสมพันธุ์

ชนิดสัตว์	อายุที่เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม (เดือน)		อายุที่เริ่มใช้ผสมพันธุ์ (เดือน)
	เฉลี่ย	ช่วง	
โค	10	6-18	18-24
แกะ	7	4-12	10-14
สุกร	6	4-8	6-8
ม้า	18	12-24	18-24

ที่มา: Acker (1991)

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุของสัตว์ที่จะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มวัยสาวช้าหรือเร็ว มีดังนี้

1. ฮอร์โมน การเริ่มต้นกระตุ้นโดยฮอร์โมนเริ่มต้นที่ไฮโปธาลามัสซึ่งเป็นแหล่งผลิตโกนาโดโทรปินริลีสซิ่งฮอร์โมนหรือ GNRH จากนั้น GNRH จะไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้หลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน คือ SSH และ ICSH ซึ่ง ICSH จะไปกระตุ้นเลย์ดิกเซลล์ให้เพิ่มจำนวนและหลั่งเทสโทสเตอโรน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทสโทสเตอโรนออกมามากขึ้น แล้ว SSH จะออกฤทธิ์ร่วมกับเทสโทสเตอโรนกระตุ้นให้เกิดการสร้างตัวอสุจิตามกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีสขึ้น ดังนั้นการทำงานร่วมกันของฮอร์โมนเหล่านี้จึงทำให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม โดยฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนและโกนาโดโทรปินจะร่วมกันกระตุ้นให้เริ่มมีการสร้างตัวอสุจิขึ้น ในขณะเดียวกันแอนโดรเจนจะกระตุ้นการเจริญขององคชาตและต่อมร่วมที่จำเป็นสำหรับการสืบพันธุ์ และท้ายที่สุดจะทำให้สัตว์เริ่มมีความกำหนัด เมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มและระดับฮอร์โมนแอนโดรเจนสูงขึ้น จะทำให้สัตว์มีลักษณะของการเป็นเพศผู้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตาม การทำงานของฮอร์โมนต่างๆ เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย คือ พันธุกรรม โภชนาการ และสิ่งแวดล้อม ทำให้สัตว์มีพัฒนาการในระยะต่างๆ แตกต่างกันออกไปในช่วงเวลาต่างๆ

2. พันธุกรรม พันธุกรรมมีอิทธิพลต่อการเริ่มต้นเข้าสู่วัยหนุ่มของสัตว์ทุกชนิด ตัวอย่างในโคที่เห็นได้ชัดเจน คือ อายุที่เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มของโคพันธุ์เจอร์ซี และชานตาเกอร์ทรูดิส ซึ่งเป็นโคที่มีขนาดร่างกายแตกต่างกันมาก ทั้งนี้เมื่อเติบโตภายใต้ภาวะโภชนาการปกติทั่วๆ ไป โคพันธุ์เจอร์ซี จะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มเมื่ออายุ 6-8 เดือน ขณะที่โคพันธุ์ชานตาเกอร์ทรูติส จะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มเมื่ออายุ 14-18 เดือน เนื่องจากโดยปกติแล้วโคพันธุ์ที่มีขนาดร่างกายใหญ่กว่าจะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้ากว่าพันธุ์ที่มีขนาดร่างกายเล็กกว่า

นอกจากนี้ยังเห็นได้ชัดว่าโคลูกผสมเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มเมื่ออายุน้อยกว่าโคพันธุ์แท้ เช่น โคพันธุ์แท้เฮอร์ฟอร์ด แองกัส และชาโรเลส์ เริ่มผสมพันธุ์ได้สำเร็จเป็นครั้งแรก โดยมีตัวอสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์อยู่ในน้ำเชื้อด้วยเมื่ออายุ 57 สัปดาห์ ขณะที่ลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์เหล่านี้เริ่มผสม

พันธุ์ได้โดยมีตัวอสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์ด้วย เมื่ออายุเพียง 51 สัปดาห์

ทั้งนี้การคัดเลือกพันธุ์ติดต่อกันเป็นเวลาหลายปี สามารถทำให้ได้สัตว์ที่มีระบบฮอร์โมนซึ่งทำให้การเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้าลงหรือเร็วขึ้นได้ เช่น สุกรสายพันธุ์ต่างๆ เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มเมื่ออายุแตกต่างกันมากถึง 5 สัปดาห์

3. โภชนาการ ความแตกต่างของโภชนาการเกิดจากความแตกต่างของปริมาณโภชนะที่ย่อยได้ทั้งหมด (TDN) โปรตีน และส่วนประกอบอื่นๆ ของอาหารที่สัตว์ได้รับ โภชนาการมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม จนอาจกล่าวได้ว่าโภชนาการเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดสำหรับการเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มของสัตว์ การให้อาหารแก่สัตว์ในปริมาณมากเกินความต้องการของสัตว์ (overfeeding) จะช่วยเร่งให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มเร็วขึ้นและมีน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มมากกว่าสัตว์ที่ได้รับอาหารตรงตามความต้องการของร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่าสัตว์ที่ได้รับอาหารในปริมาณมากกว่าความต้องการนี้จะสามารถผลิตน้ำเชื้อได้ปริมาณมากกว่า โดยความเข้มข้นและการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ ความกำหนัด และอัตราการผสมติด ไม่แตกต่างจากสัตว์ที่ได้รับอาหารตรงตามความต้องการของร่างกาย แต่ในระยะต่อมาจะมีการตอบสนองทางเพศช้าลงมาก และมักมีปัญหาเรื่องเท้าและขาอ่อนแอ ขณะที่การให้อาหารแก่สัตว์ในปริมาณต่ำกว่าความต้องการของสัตว์ (underfeeding) จะหน่วงเหนี่ยวให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้าลงเล็กน้อย และมีน้ำหนักตัวเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มน้อยกว่าสัตว์ที่ได้รับอาหารตรงตามความต้องการของร่างกาย ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่าการที่สัตว์ได้รับโภชนะไม่เพียงพอนั้น ไปมีอิทธิพลต่อการเริ่มต้นทำงานของฮอร์โมน และปรากฏว่าการเริ่มต้นเข้าสู่วัยหนุ่มของสัตว์นั้นขึ้นอยู่กับระดับพลังงานที่ได้รับจากอาหารมากกว่าที่จะขึ้นอยู่กับอายุหรือขนาดของร่างกาย โดยขนาดของร่างกายมีอิทธิพลมากกว่าอายุ

4. สิ่งแวดล้อม สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่ออายุที่สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม ทั้งนี้ความเครียดต่างๆ ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสมจะทำให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้าลง เช่น การรบกวนของแมลง อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไปความชื้นในอากาศ ความชื้นแฉะของคอกและโรงเรือน ฝุ่นละอองในอากาศ นอกจากนี้สิ่งแวดล้อมยังอาจส่งผลกระทบต่อปริมาณการกินอาหารของสัตว์ และสภาพโภชนาการของสัตว์จะมาส่งผลกระทบต่อการเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มของสัตว์อีกทอดหนึ่ง

พฤติกรรมการผสมพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

ปศุสัตว์ต่างๆ มักเป็นสัตว์ที่มีการผสมพันธุ์แบบไม่ประจำคู่ (polygamous) คือ ไม่มีการอยู่กันเป็นคู่แต่จะทำการผสมพันธุ์กันโดยไม่เจาะจงเลือกว่าคู่ผสมพันธุ์นั้นจะเป็นสัตว์ตัวเดิมที่เคยผสมพันธุ์กันมาก่อนหรือเป็นสัตว์ตัวใดโดยเฉพาะ ในสัตว์ที่เลี้ยงตัวผู้รวมกับตัวเมียเป็นฝูงนั้น สัตว์ตัวเมียที่แสดงอาการเป็นสัดจะดึงดูดสัตว์ตัวผู้ในฝูงโดยสุ่มให้มาทำการผสมพันธุ์

สำหรับสัตว์ตัวผู้นั้นจะมีความต้องการทางเพศหรือความกำหนัด (libido) แตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ และแต่ละตัว โดยมีแนวโน้มว่าสัตว์ที่ผสมพันธุ์เป็นฤดู เช่น

แกะ จะมีความต้องการทางเพศสูงกว่าสัตว์ที่ผสมพันธุ์ได้ตลอดปี พ่อสุกรมีความสามารถทางเพศ (sexual capacity) ไม่สูงเท่ากับพ่อโคและพ่อแกะ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการดูแลพ่อสุกรเป็นอย่างดี เพื่อรักษาระดับความกำหนัดของพ่อสุกรไว้ให้สามารถทำการผสมพันธุ์ได้ดี เช่น ในการขังพ่อสุกรรวมไว้กับฝูงแม่สุกรในคอกเพื่อให้มีการผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาตินั้น จะมีการย้ายพ่อสุกรไปคุมฝูงแม่สุกรในคอกอื่นๆ ทุก 24 ชั่วโมง หมุนเวียนกันกับพ่อสุกรตัวอื่นๆ ที่มีอยู่

สัตว์ตัวผู้ที่มีระดับความกำหนัดพอสมควรจะตอบสนองต่อการเป็นสัดของตัวเมียได้เร็วมาก พฤติกรรมที่ตัวผู้แสดงออกว่าติดตัวเมีย ได้แก่ การตามดมบริเวณอวัยวะเพศของตัวเมีย ใช้จมูกดุนบริเวณบั้นท้ายและสีข้างของตัวเมีย ส่งเสียงร้อง กระทืบหรือตบพื้น และ/หรือท้าทายการต่อสู้กับสัตว์ตัวผู้ตัวอื่นๆ

ในกรณีของสัตว์ปีกนั้น สัตว์ปีกตัวเมียไม่มีการเป็นสัด สัตว์ปีกตัวผู้จะเป็นฝ่ายเริ่มต้นการเกี้ยวพาราสีและกระบวนการผสมพันธุ์ (mating process) ซึ่งไก่หรือไก่งวงตัวผู้จะเดินเข้าไปในฝูงไก่ตัวเมีย และเข้าไปหาตัวเมียซึ่งมีทีท่าว่าจะยอมรับกว่าตัวอื่น ๆ ไก่ตัวผู้อาจจะใช้เท้าข้างหนึ่งเหยียบบนหลังตัวเมีย หรืออาจเดินไปรอบๆ ตัวเมียพร้อมกับแผ่ขนกระพือปีก จากนั้นทั้งสองฝ่ายจะกระตุ้นซึ่งกันและกันทีละขั้นตอน การตอบสนองของตัวเมียในแต่ละขั้นตอนจะกระตุ้นให้ตัวผู้ดำเนินการกระตุ้นตัวเมียในขั้นต่อไปสลับกันไปมา และในช่วงเวลาสั้น ๆ ก็อาจมีการผสมพันธุ์ขึ้น โดยไก่ตัวผู้จะยืนอยู่บนหลังหรือปีกของตัวเมียที่กางเหยียดออก ไก่ตัวเมียจะยกหางขึ้นสูงขณะที่ตัวผู้จะหุบหางลง ทวารร่วม (cloaca) ของไก่ทั้งสองจะปลิ้นพลิกด้านในออกมา ทำให้ปากทวารของไก่ทั้งสองมาชิดกันและมีการหลั่งน้ำเชื้อเกิดขึ้น

ส่วนกระบวนการผสมพันธุ์ในปศุสัตว์อื่นๆ นั้น สัตว์ตัวผู้จะปีนขึ้นทางด้านท้ายของตัวเมียเพื่อสอดใส่องคชาตเข้าสู่ช่องคลอดของตัวเมีย แล้วหลั่งน้ำเชื้อระยะเวลาที่ใช้ในการเกี้ยวพาราสีและระยะเวลาที่ใช้ในการสอดใส่อวัยวะเพศ (penetration) จะแตกต่างกันไประหว่างสัตว์ชนิดต่างๆ ทั้งนี้เป็นเรื่องปกติที่สัตว์ตัวผู้มากกว่าหนึ่งตัวจะท้าการผสมพันธุ์ให้สัตว์ตัวเมียตัวเดียวกันเป็นจำนวนหลายครั้ง ในการเป็นสัดครั้งหนึ่งๆ ของตัวเมียนั้น โดยเฉพาะถ้าไม่มีตัวเมียตัวอื่นในฝูงแสดงอาการเป็นสัดอยู่ด้วยในระยะเวลานั้น

ความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์เพศผู้

จำนวนลูกสัตว์ต่อปีที่เกิดจากพ่อพันธุ์นั้นเป็นตัวชี้วัดที่แสดงให้เห็นถึงความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อพันธุ์แต่ละตัวได้อย่างชัดเจนและน่าเชื่อถือ แต่หากต้องการที่จะประเมินความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อพันธุ์ก่อนที่จะเริ่มใช้งานก็อาจจะทำได้โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ตรวจสอบน้ำเชื้อที่รีดเก็บได้จากพ่อพันธุ์สัตว์ตัวนั้น ซึ่งก็แนะนำว่าควรทำการตรวจสอบน้ำเชื้อพ่อพันธุ์เป็นประจำก่อนเริ่มต้นฤดูกาลผสมพันธุ์ เพื่อป้องกันการเสียเวลาและทรัพยากรที่อาจเกิดขึ้นหากพ่อพันธุ์มีความสมบูรณ์พันธุ์ดี

ปัจจัยต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้ ได้แก่ ลักษณะทางพันธุกรรม อายุของสัตว์อาหารและการจัดการดูแลสัตว์ สิ่งแวดล้อม สุขภาพของสัตว์ และสภาพจิตใจของสัตว์

1. ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะที่สัตว์แสดงออกถึงระดับความสมบูรณ์พันธุ์นั้นส่วนใหญ่เกิดจากสิ่งแวดล้อม เนื่องจากลักษณะทางพันธุกรรมซึ่งเกี่ยวข้องกับความสมบูรณ์พันธุ์นั้นมีอัตราพันธุกรรม (heritability) ปานกลางจนถึงต่ำ เช่น สำหรับพ่อโคนม ลักษณะความเข้มข้นของตัวอสุจิในน้ำเชื้อ (sperm concentration) มีอัตราพันธุกรรม 0.28 ลักษณะการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ (motility) มีอัตราพันธุกรรม 0.23 ดังนั้นการคัดเลือกสัตว์เพื่อปรับปรุงลักษณะความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้ ตามแผนการปรับปรุงพันธุ์จะเห็นผลค่อนข้างช้า ทั้งนี้ลักษณะที่ถ่ายทอดทางพันธุกรรมซึ่งมีผลกระทบมากที่สุดต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้คือเปอร์เซ็นต์ของเซลล์อสุจิที่ผิดปกติ

สัตว์ต่างพันธุ์กันจะผลิตอสุจิได้ต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปพันธุ์ที่มีขนาดร่างกายใหญ่กว่าจะมีปริมาณน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาแต่ละครั้งมากกว่าและมีจำนวนตัวอสุจิที่ผลิตได้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งๆ มากกว่า ทั้งนี้พบว่าการผสมเลือดชิด (inbreeding) ทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้ลดลง

สำหรับในสุกรนั้นพบว่าสุกรสายพันธุ์ที่ได้รับการปรับปรุงลักษณะอัตราการเจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และความหนาไขมันของสัตว์แล้วนั้น จะมีความสมบูรณ์พันธุ์ของสุกรตัวผู้ต่ำกว่าสายพันธุ์ที่ยังไม่มีการปรับปรุงลักษณะเหล่านี้ ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าการปรับปรุงลักษณะเหล่านี้ของสุกรทำให้พ่อพันธุ์ขาดความสมดุลทางสรีรภาพ

นอกจากนี้ยังมีลักษณะผิดปกติในระบบสืบพันธุ์ซึ่งถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม ที่พบเห็นได้ทั่วไป ได้แก่

1) ลูกอัณฑะไม่ตกลงในถุงอัณฑะ (cryptorchidism) หมายถึง ลักษณะที่ลูกอัณฑะข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้างไม่ตกลงมาในถุงอัณฑะ แต่จะยังอยู่ในช่องท้อง ทำให้ลูกอัณฑะดังกล่าวไม่สามารถสร้างอสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์ได้เพราะอุณหภูมิในช่องท้องสูงเกินไป

2) ไส้เลื่อนในถุงอัณฑะ (scrotal hernia) เนื่องจากช่องเปิดเล็กๆ ที่อยู่บริเวณขาหนีบ (inguinal canal) ไม่แข็งแรง ทำให้บางส่วนของลำไส้เลื่อนผ่านลงมาอยู่ในถุงอัณฑะ เป็นสาเหตุให้ระบบเลือดไหลเวียนไม่สะดวก ลูกอัณฑะจึงฝ่อลงได้

3) ลูกอัณฑะไม่เจริญ (testicular hypoplasia) หมายถึง ลักษณะที่ลูกอัณฑะข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้างไม่เจริญ มีขนาดเล็กกว่าปกติ และน้ำเชื้อที่สร้างขึ้นนั้นจะใส มีตัวอสุจิอยู่น้อย หรือไม่มีตัวอสุจิอยู่เลย

4) ไส้เลื่อนในสะดือ (umbilical hernia) หมายถึง ลักษณะที่บางส่วนของลำไส้เลื่อนไหลผ่านผนังช่องท้องลงมาอยู่ในถุงสะดือ ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพการสืบพันธุ์ลดต่ำลง

2. อายุของสัตว์ เมื่อสัตว์เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มแล้ว ปริมาณน้ำเชื้อและจำนวนตัวอสุจิที่ผลิตได้จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกว่าจะเข้าสู่วัยที่มีการเจริญทางเพศสมบูรณ์เต็มที่ ความสามารถในการ

ผลิตน้ำเชื้อและตัวอสุจิจึงจะถึงจุดสูงสุดและจะคงที่ต่อไปในช่วงอายุหนึ่งของสัตว์ จากนั้นเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยแก่ ความสามารถด้านนี้จึงค่อยๆ ลดลงทีละน้อย และถึงแม้ว่าสัตว์บางตัวจะยังคงมีความต้องการทางเพศต่อไปอีกหลายปี แต่เปอร์เซ็นต์ของเซลล์อสุจิที่ผิดปกติจะสูงขึ้นทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้นั้นต่ำลง

3. อาหารและการจัดการดูแลสัตว์ การให้อาหารและการจัดการดูแลสัตว์ตั้งแต่อยู่ในท้องแม่จนคลอดและเติบโตจนนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์นั้น มีอิทธิพลต่อความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้ ทั้งนี้สัตว์ที่จะนำมาใช้เป็นพ่อพันธุ์ในฟาร์มจะต้องได้รับอาหารและการจัดการดูแลให้มีสุขภาพแข็งแรงตลอดเวลา เมื่อทำการตรวจสอบประวัติพ่อพันธุ์ซึ่งมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ อาจพบว่าเป็นสัตว์ที่มีน้ำหนักตัวเมื่อคลอดต่ำ หรืออาจได้รับอาหารและการเลี้ยงดูไม่เหมาะสมในระยะต้นๆ ของชีวิต หรืออาจเคยป่วยเป็นโรคติดเชื้อ

3.1 อาหารและการให้อาหาร หากสัตว์ตัวผู้ได้รับอาหารไม่เพียงพอจนสภาพร่างกายผ่ายผอมหรือขาดวิตามินเอ จะทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลงได้ โดยจะมีผลต่อพ่อพันธุ์หนุ่มที่อายุน้อยมากกว่าพ่อพันธุ์ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว และในทางตรงกันข้ามพ่อพันธุ์ที่อ้วนมากเกินไปก็อาจมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลงได้เช่นกัน แร่ธาตุบางชนิด ได้แก่ ไอโอดีน ทองแดง โคบอลต์ สังกะสี และแมงกานีส ก็มีอิทธิพลต่อการผลิตอสุจิ คุณภาพของน้ำเชื้อ และความสมบูรณ์พันธุ์เช่นเดียวกับวิตามินเอ ทั้งนี้การขาดวิตามินเอหรือขาดอาหารจะไปยับยั้งกระบวนการสเปอร์มาโตเจเนซีส ทำให้คุณภาพของน้ำเชื้อและความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลง

อย่างไรก็ตามสัตว์สามารถที่จะผลิตเซลล์อสุจิอยู่ได้ต่อไปในภาวะโภชนะการที่มีช่วงความแปรปรวนค่อนข้างกว้าง ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงสามารถที่จะใช้สูตรอาหารสำหรับเลี้ยงแม่สุกรพันธุ์ท้องว่างมาเลี้ยงพ่อสุกรพันธุ์ได้

3.2 ความถี่ที่ใช้ในการผสมพันธุ์หรือรีดเก็บน้ำเชื้อ สาเหตุใหญ่ประการหนึ่งที่มักทำให้พ่อพันธุ์สูญเสียความสมบูรณ์พันธุ์ลงชั่วคราว คือ การใช้งานพ่อพันธุ์ในการผสมพันธุ์หรือรีดเก็บน้ำเชื้อมากเกินไป ทั้งนี้อัตราส่วนพ่อพันธุ์ต่อแม่พันธุ์ที่ขังรวมกันในแปลงหญ้าหรือในคอกขังรวมเพื่อปล่อยให้สัตว์ได้ผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาตินั้นจะเป็นปัจจัยสำคัญซึ่งกำหนดจำนวนครั้งที่พ่อพันธุ์จะต้องทำการผสมพันธุ์ในแต่ละวันแต่ละสัปดาห์การควบคุมไม่ให้พ่อพันธุ์ทำการผสมพันธุ์ถี่เกินไป ในกรณีเช่นนี้จึงทำได้โดยใช้พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ในอัตราส่วนที่เหมาะสม

4. สิ่งแวดล้อม สภาพภูมิอากาศที่ร้อนเกินไปจะทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ของพ่อพันธุ์ต่ำลง โดยทำให้อัตราการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิและความเข้มข้นของน้ำเชื้อลดลง ซึ่งพ่อพันธุ์จะต้องใช้ระยะเวลาพอสมควรจึงจะฟื้นฟูสภาพความสมบูรณ์พันธุ์กลับไปเหมือนเดิมได้ เช่น ในพ่อแกะที่ต้องอยู่ที่ในที่มีอุณหภูมิตั้งแต่ 37.8 องศาเซลเซียสขึ้นไป ติดต่อกันเป็นเวลาหลายวัน จะทำให้น้ำเชื้อมีคุณภาพต่ำลงและพ่อแกะอาจเป็นหมันชั่วคราว แต่หลังจากได้กลับไปอยู่ในที่มีอากาศเย็น อุณหภูมิ

เหมาะสมประมาณ 4-6 สัปดาห์ พ่อแกะจะกลับมีความสามารถทางเพศเช่นเดิม ส่วนในพ่อสุกรนั้นพบว่าพ่อสุกรที่ต้องอยู่ในที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปเป็นเวลา 15 วัน จะมิความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง และต้องใช้เวลาอย่างน้อย 44 วัน จึงจะกลับคืนสภาพความสมบูรณ์พันธุ์ปกติได้ เนื่องจากวงจรการสร้างตัวอสุจิใช้เวลาประมาณ 34 วัน และตัวอสุจิจะต้องใช้เวลาพัฒนาอยู่ในท่อพักอสุจิอีก 10 วัน

กระบวนการสร้างอสุจิจะถูกทำลายเมื่ออุณหภูมิของอัณฑะสูงถึง 40.5 องศาเซลเซียสขึ้นไป ทั้งนี้ไม่เพียงแต่อุณหภูมิสูงที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเท่านั้น อุณหภูมิของร่างกายสัตว์ที่สูงขึ้นเนื่องจากอาการป่วยด้วยโรคต่างๆ และไปทำให้อุณหภูมิของอัณฑะสูงขึ้นก็สามารถทำลายเนื้อเยื่อของอัณฑะและทำให้ความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำลงได้

แต่อย่างไรก็ตาม สภาพอากาศเย็นไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำเชื้อและความสมบูรณ์พันธุ์ของสัตว์ตัวผู้

5. สุขภาพของสัตว์ สุขภาพของสัตว์มีอิทธิพลต่อความสมบูรณ์พันธุ์อย่างยิ่ง ปัจจัยด้านสุขภาพสัตว์ที่ทำให้สัตว์เพศผู้มีความสมบูรณ์พันธุ์ลดลง ได้แก่ ความผิดปกติทางสรีระและระบบฮอร์โมน ความพิการและการบาดเจ็บของร่างกาย และการติดเชื้อในระบบสืบพันธุ์

5.1 ความผิดปกติทางสรีระและระบบฮอร์โมน โดยทั่วไปแล้วการพัฒนาของอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์ กระบวนการสร้างอสุจิ และพฤติกรรมทางเพศ จะอยู่ภายใต้การควบคุมของระบบฮอร์โมน ความผิดปกติส่วนใหญ่จึงมักเกิดจากระบบฮอร์โมนนั้นเอง ลักษณะผิดปกติที่พบทั่วไป ได้แก่

- ไม่มีความเจริญเติบโตทางเพศ (sexual infantilism) ในกรณีนี้ท่อทางเดินต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์จะยังคงมีขนาดเล็ก สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่าว่าอัณฑะมีขนาดเล็ก ทำให้สัตว์ขาดความต้องการทางเพศ ซึ่งหากมิได้เกิดจากความบกพร่องทางโภชนาการแล้วย่อมมีความเป็นไปได้สูงว่าเกิดจากปัจจัยทางพันธุกรรม

- ขาดความกำหนัดหรือความต้องการทางเพศ (lack of libido or sex drive) อาการเช่นนี้อาจมีสาเหตุจากความบกพร่องทางโภชนาการ ความไม่สมดุลของฮอร์โมน สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือความผิดปกติทางพันธุกรรม

5.2 ความพิการและการบาดเจ็บของร่างกาย ความพิการและการบาดเจ็บเกี่ยวกับระบบสืบพันธุ์ที่พบอยู่ทั่วไป คือการเสื่อมของอัณฑะ การเป็นฝีที่อัณฑะ องคชาตหัก การยึดติดแน่นของหนังหุ้มองคชาตอัมพาตของกล้ามเนื้อที่ดึงรั้งองคชาต ฯลฯ ลักษณะพิการหรือบาดเจ็บเหล่านี้บางครั้งก็อาจทำการผ่าตัดแก้ไขให้หายได้ และบางครั้งสัตว์ตัวผู้อาจเป็นหมันชั่วคราวหรือเป็นหมันถาวรได้จากบาดแผลหรืออาการบวมอักเสบของถุงอัณฑะและลูกอัณฑะ หรือองคชาตฉีกขาดเป็นแผลจากการผสมพันธุ์บางครั้งได้เช่นกัน สภาพของขาและเท้าที่ผิดปกติหรือมีลักษณะไม่ดีอาจเป็นอุปสรรคในการผสมพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากความผิดปกติหรือลักษณะไม่ดีนั้นเกิด

ขึ้นกับขาหลัง เพราะในเวลาที่ผสมพันธุ์นั้น สัตว์ตัวผู้จะต้องใช้ขาหลังทั้งสองรับน้ำหนักตัวทั้งหมด ลักษณะผิดปกติหรือไม่ดีเหล่านี้ได้แก่ ขาหัก เข่าเจ็บ เท้ามีลักษณะผิดปกติ ข้อเท้าอักเสบ หรือข้อบวม โรคตาแดงหรือเยื่อตาอักเสบ (keratitis หรือ pinkeye) และตาบอดก็เป็นอุปสรรคต่อการผสมพันธุ์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเกิดขึ้นกับตาทั้ง 2 ข้างของสัตว์ตัวผู้

5.3 การติดเชื้อในระบบสืบพันธุ์ หากมีเชื้อแบคทีเรียปะปนอยู่ในน้ำเชื้อนั้น นอกจากจะทำให้การมีชีวิตของเซลล์อสุจิลดลงแล้ว ยังทำให้แม่พันธุ์ที่ได้รับการผสมด้วยน้ำเชื้อนั้นเกิดการติดเชื้อแบคทีเรียนั้นไปด้วย ซึ่งจะมีผลให้ผสมไม่ติด และแม้ในสภาพหลังแม่พันธุ์ดังกล่าวจะได้รับการผสมพันธุ์กับพ่อพันธุ์ตัวอื่น จะยังคงผสมไม่ติด โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของเพศผู้ ได้แก่ โรคแท้งติดต่อ (brucellosis) การติดเชื้อไตรโคโมแนส (trichomoniasis) การติดเชื้อวิบริโอ (vibriosis) เป็นต้น สำหรับเชื้อบรูเซลลา (brucella) ซึ่งทำให้เกิดโรคแท้งติดต่ออาจอยู่ในอัณฑะ ต่อมเซมินอลเวสชิเคิล หรือท่อนำน้ำเชื้อ และสัตว์ตัวผู้จะแพร่เชื้อนี้ได้โดยการผสมพันธุ์กับสัตว์ตัวเมีย ทั้งนี้หากเชื้ออยู่ในอัณฑะ สัตว์มักจะมีอารมณ์ทางเพศลดลง

6. สภาพจิตใจของสัตว์ การเป็นหมันหรือความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำของสัตว์ตัวผู้อาจเกิดจากสภาพจิตใจซึ่งสัตว์อาจแสดงออก ดังนี้

(1) ไม่มีความต้องการทางเพศหรือความต้องการทางเพศต่ำ

(2) มีพฤติกรรมตอบสนองผิดปกติในระหว่างการผสมพันธุ์หรือการหลั่งน้ำเชื้อ ทั้งนี้พบว่าสัตว์ที่ไม่ค่อยมีกล้ามเนื้อและขาดลักษณะของเพศผู้ (secondary sexual characteristics) มักจะมีความบกพร่องทางด้านสรีระและจิตใจทางด้านเพศด้วย เมื่อเริ่มใช้งานพ่อพันธุ์หนุ่มซึ่งไม่เคยผสมพันธุ์มาก่อนเป็นครั้งแรกนั้น พ่อพันธุ์อาจลังเลในการเข้าหาตัวเมีย ใช้เวลาสำรวจอวัยวะเพศของตัวเมียอยู่เป็นเวลานาน ขึ้นปีนตัวเมียด้วยความลังเลโดยไม่มีการสอดใส่อวัยวะเพศ แล้วลงจากหลังตัวเมีย จากนั้นจึงพยายามปีนขึ้นไปใหม่ ผู้ดูแลสัตว์จะต้องอาศัยความอดทนในการควบคุมตัวเมียและคอยช่วยเหลือสัตว์ตัวผู้ในการผสมพันธุ์ครั้งแรกนี้ อาจสร้างนิสัยที่ไม่ดีในการผสมพันธุ์ของตัวผู้ได้ สาเหตุทั่วไปที่มีผลต่อสภาพจิตใจของสัตว์ตัวผู้ซึ่งทำให้ความต้องการทางเพศลดลง ได้แก่

- ความตื่นเต้น การส่งเสียงดัง ตะโกน หรือการก่อกวนในระหว่างที่สัตว์ตัวผู้นั้นขึ้นปีนหลังตัวเมีย และการพบคนแปลกหน้า อาจทำให้ความต้องการทางเพศของสัตว์นั้นลดลงได้อาการตื่นเต้นของสัตว์ตัวผู้ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้หลังจากมีคนแปลกหน้านำสัตว์ตัวใหม่เข้ามาในฟาร์ม คืออาการถ่ายปัสสาวะบ่อยครั้งกว่าปกติอย่างเห็นได้ชัด

- การขนย้าย การขนย้ายสัตว์ตัวผู้เป็นระยะทางไกลๆ โดยทางรถยนต์หรือรถไฟอาจทำให้สัตว์หมดความต้องการทางเพศได้

- การจัดการดูแลสัตว์การเลี้ยงดูสัตว์ตัวผู้ที่ยังมีอายุน้อยแยกกับตัวเมียเป็น

เวลานานๆ อาจทำให้สัตว์ตัวผู้แสดงอาการสนใจทางเพศกับสัตว์เพศเดียวกันได้ และอาจทำให้หมดความต้องการทางเพศในเวลาต่อมาได้

นอกจากนี้หากนำพ่อพันธุ์หนุ่มที่อายุน้อยซึ่งร่างกายยังไม่เติบโตเต็มที่ไปผสมพันธุ์กับแม่พันธุ์ซึ่งมีขนาดร่างกายสูงใหญ่กว่ามาก จะทำให้พ่อพันธุ์ปีนขึ้นหลังแม่พันธุ์ได้ยาก และอาจทำการผสมพันธุ์ไม่สำเร็จ ซึ่งจะเป็นสาเหตุให้พ่อพันธุ์หงุดหงิด อารมณ์เสีย และทำให้มีความต้องการทางเพศต่ำลงได้

- การรีดเก็บน้ำเชื้อไม่ถูกต้อง การใช้เทคนิครีดน้ำเชื้อไม่ถูกต้องอาจทำให้พ่อพันธุ์หมดอารมณ์ทางเพศได้ เช่น การใช้กระบอกช่องคลอดเทียมไม่ถูกต้อง โดยอาจสอดกระบอกในจังหวะเวลาที่ไม่เหมาะสม น้ำที่ใช้หล่อในกระบอกร้อนหรือเย็นเกินไป หรือถือกระบอกทำมุมไม่เหมาะสม เป็นต้น

การสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย

การเข้าสู่วัยสาว

การเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศเมียจะเห็นได้ชัดเจนกว่าในเพศผู้ แต่การให้นิยามจะอาศัยหลักการเดียวกับการตัดสินว่าสัตว์ตัวผู้เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม โดยจะตัดสินว่าสัตว์ตัวเมียเริ่มเข้าสู่วัยสาวเมื่อสัตว์นั้นมีความพร้อมทางกายภาพและสรีรภาพที่จะผสมพันธุ์และตั้งท้องได้ ในสัตว์เพศเมียจะแตกต่างจากสัตว์เพศผู้ที่จำนวนฟอลลิเคิลจะมีจำนวนค่อนข้างคงที่แล้วลดจำนวนลง ไม่มีการสร้างขึ้นมาใหม่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์ (มงคล, 2543) แต่ก็มีนักวิชาการบางท่านอาจให้นิยามของการเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวของสัตว์แตกต่างไปจากนี้ โดยอาจอาศัยหลักการข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้ตัดสินว่าสัตว์ตัวเมียเริ่มเข้าสู่วัยสาวแล้ว คือ

1) มีกระเปาะไข่แก่ (mature follicle) หรือมีคอร์ปัสลูเทียมเกิดขึ้นแล้ว โดยสัตว์อาจจะไม่แสดงอาการเป็นสัดให้เห็นก็ได้

2) มีอาการเป็นสัด (signs of estrus) เกิดขึ้นครั้งแรก โดยอาจไม่มีการตกไข่ (ovulation) เกิดขึ้นก็ได้

การเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวของสัตว์เพศเมียมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นการเริ่มต้นทำหน้าที่สืบพันธุ์ได้ ดังนั้นหากสามารถเข้าสู่วัยสาวได้เร็วก็จะมีโอกาสผลิตลูกได้มากด้วย

ตารางที่ 4.2 อายุที่สัตว์บางชนิดเข้าสู่วัยสาว

ชนิดสัตว์	อายุที่เริ่มเข้าสู่วัยสาว (เดือน)	
	เฉลี่ย	ช่วง
โค	11	7-18
แกะ	7	6-9
สุกร	7	5-8
ม้า	14	10-24

ที่มา: Acker (1991)

มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่ออายุของสัตว์ที่เริ่มเข้าสู่วัยสาว ทำให้สัตว์ชนิดเดียวกันเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวช้าลงหรือเร็วขึ้นได้ ปัจจัยที่สำคัญเหล่านี้ได้แก่ ฮอร์โมน พันธุกรรม โภชนาการและสิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. ฮอร์โมน การทำงานร่วมกันของฮอร์โมนหลายชนิดจากไฮโปธาลามัสและต่อมใต้สมองช่วยกระตุ้นให้รังไข่ทั้งสองข้างทำการผลิตไข่ ขณะเดียวกันก็ทำให้เกิดความต้องการทางเพศและอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เนื่องจากอิทธิพลของฮอร์โมนเอสโตรเจนที่รังไข่ผลิตขึ้น ความจริงแล้วลูกสัตว์สามารถสร้างฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน คือ FSH และ LH ได้ตั้งแต่ยังอยู่ในท้องแม่ แต่ต่อมาเมื่อใกล้ถึงกำหนดคลอดฮอร์โมนนี้จะมีระดับลดลง สำหรับลูกโคและลูกแกะนั้นสามารถสร้างฮอร์โมนนี้ได้หลังจากที่สามารถแยกเพศของตัวอ่อนได้ไม่นาน และระดับฮอร์โมนของลูกโคจะลดลงก่อนคลอด 2 เดือน ส่วนลูกสุกรจะเริ่มสร้างฮอร์โมนโกนาโดโทรปินได้ก่อนคลอดและระดับฮอร์โมนจะลดลงก่อนคลอด 1 เดือน เมื่อระดับฮอร์โมนโกนาโดโทรปินในลูกสัตว์ลดลงแล้ว จะคงสภาพอยู่ในระดับต่ำช่วงระยะหนึ่ง เนื่องจากระบบประสาทส่วนกลางไปยับยั้งไฮโปธาลามัสไม่ให้หลั่งโกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมน จนกว่าร่างกายสัตว์จะเจริญเติบโตเพียงพอ เมื่อใกล้ถึงเวลาที่จะเริ่มเข้าสู่วัยสาว เช่น ในแกะและสุกรใช้เวลา 1 เดือน ส่วนโคใช้เวลา 3 เดือน ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่วัยสาว เป็นต้น

2. พันธุกรรม อิทธิพลของพันธุกรรมต่ออายุที่เริ่มเข้าสู่วัยสาวนั้น สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนจากความแตกต่างระหว่างอายุที่เริ่มเข้าสู่วัยสาวของสัตว์พันธุ์แท้กับสัตว์ลูกผสม ซึ่งพบว่าโคตัวเมียลูกผสมที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์จะมีอายุเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยสาวเท่ากับอายุเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยสาวเฉลี่ยของพันธุ์แท้ที่เป็นพ่อและพันธุ์แท้ที่เป็นแม่

$$\text{อายุเมื่อเริ่มวัยสาวของโคลูกผสม AB} = \frac{\text{อายุเมื่อเริ่มวัยสาวของพันธุ์แท้ A} + \text{อายุเมื่อเริ่มวัยสาวของพันธุ์แท้ B}}{2}$$

นอกจากนี้ยังเป็นที่ยอมรับว่าการผสมเลือดชิดจะทำให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยสาวช้าลง ขณะที่การผสมข้ามพันธุ์ (crossbreeding) จะทำให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยสาวเร็วขึ้น

สำหรับในสุกรและแกะนั้นพบว่าสุกรและแกะพันธุ์แท้ต่างๆ จะเริ่มเข้าสู่วัยสาวช้ากว่าสุกรและแกะลูกผสมเล็กน้อย นอกจากนี้สุกรหรือแกะพันธุ์แท้ซึ่งต่างพันธุ์กันจะมีอายุเมื่อเริ่มเข้าสู่วัยสาวต่างกัน และในสุกรนั้นยังพบว่าสุกรพันธุ์แท้ที่มีขนาดใหญ่กว่าจะเข้าสู่วัยสาวช้ากว่าพันธุ์ที่มีขนาดเล็กกว่าและเจริญเติบโตเต็มที่เร็วกว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ คือ

1. โภชนาการ อิทธิพลของโภชนาการต่ออายุที่เริ่มเข้าสู่วัยสาวของสัตว์นั้นจะขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ ด้วย ทั้งนี้หากสัตว์ได้รับอาหารไม่เพียงพอ (underfeeding) จะทำให้เริ่มเข้าสู่วัยสาวช้าลงและหากได้รับอาหารมากเกินความต้องการ (overfeeding) จะช่วยเร่งให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยสาวได้เร็วขึ้น แต่การตอบสนองของสัตว์ต่อภาวะโภชนาการนี้ ย่อมขึ้นอยู่กับศักยภาพของพันธุกรรมด้วย

2. สิ่งแวดล้อม สภาวะความเครียดต่าง ๆ ซึ่งอาจเกิดจากอุณหภูมิ ความชื้น หรือภาวะโภชนาการไม่เหมาะสม ล้วนทำให้สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยสาวช้าลง

สำหรับในประเทศหนาวนั้น ฤดูกาลจะมีอิทธิพลอย่างยิ่งต่ออายุที่สัตว์เริ่มเข้าสู่วัยสาว โดยเฉพาะในแกะซึ่งเป็นสัตว์ที่มีการผสมพันธุ์เป็นฤดู ฤดูกาลที่ลูกแกะคลอดจะทำให้อายุที่ลูกแกะนั้นเริ่มเข้าสู่วัยสาวแตกต่างกันได้มาก ลูกแกะที่คลอดในฤดูใบไม้ผลิอาจจะเติบโตเต็มวัยเพียงพอที่จะผสมพันธุ์ได้ในฤดูหนาวของปีเดียวกัน แต่ลูกแกะที่คลอดในฤดูร้อนหรือฤดูใบไม้ร่วง อาจจะยังไม่เข้าสู่วัยสาวจนกว่าจะถึงปีถัดไป ซึ่งหมายความว่าฤดูกาลที่ลูกแกะคลอด อาจทำให้อายุที่ลูกแกะนั้นเริ่มเข้าสู่วัยสาวแตกต่างกันได้ตั้งแต่ 115 วันขึ้นไปจนถึงเกือบปี

สุกรในประเทศหนาวซึ่งคลอดในฤดูใบไม้ร่วงมีแนวโน้มที่จะเริ่มเข้าสู่วัยสาวเร็วกว่าสุกรที่คลอดในฤดูใบไม้ผลิ โดยพันธุ์ของสุกรอาจมีปฏิสัมพันธ์กับฤดูกาลที่คลอด อิทธิพลอื่นๆ ของสิ่งแวดล้อมที่ช่วยทำให้สัตว์ต่างๆ ทั้งสุกร แกะ โค และ ม้า เริ่มเข้าสู่วัยสาวได้เร็วขึ้นคือ การได้เห็นตัวผู้เป็นประจำ โดยการเลี้ยงไว้ในคอกที่อยู่ใกล้กับคอกตัวผู้

วงรอบการเป็นสัด (Estrous cycles)

Estrous มาจากภาษากรีกว่า Oistrus ซึ่งมาจากชื่อแมลงใน family Oestridae แมลงพวกนี้มักรบกวนโคในฤดูร้อน ทำให้มีท่าทางที่ลุกลน แกว่งหาง ซึ่งมีอาการใกล้เคียงกับช่วงที่โคมีพฤติกรรมการเป็นสัด คำดังกล่าวจึงนำมาใช้เรียกอาการของโคในระยะเป็นสัด ซึ่งมาจากภาษาละตินใช้คำว่า

Oestrus (เทวินทร์, 2542)

การเป็นสัด (estrus หรือ heat) หมายถึงการที่สัตว์ตัวเมียมีอาการยอมรับการผสมพันธุ์จากตัวผู้อาการนี้จะเกิดพร้อมกับการตกไข่ (ovulation) การเป็นสัดเกิดขึ้นโดยการกระตุ้นของฮอร์โมนเอสโตรเจนที่หลั่งเข้าสู่กระแสเลือดในปริมาณสูงกว่าปกติในระยะที่กระเปาะไข่แก่เต็มที่ การเป็นสัดจะเกิดขึ้นชั่วระยะเวลาหนึ่งและหายไป เมื่อเอสโตรเจนในกระแสเลือดมีระดับลดลง ระยะเวลาของการเป็นสัดนี้จะแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ ความชัดเจนหรือความรุนแรงของการเป็นสัดจะขึ้นอยู่กับระดับของฮอร์โมนเอสโตรเจนในกระแสเลือด โดยมีระยะเวลา 1วันในโค และ 2-3 วันในสุกร ถึงแม้จะอยู่ในระยะเป็นสัด สัตว์บางตัวอาจมีการหลั่งเอสโตรเจนออกมาน้อยมากจนสัตว์ไม่สามารถแสดงอาการเป็นสัดออกมาให้เห็นชัดเจน เรียกว่าการเป็นสัดเงียบ (silent heat) (เทวินทร์, 2542)

เมื่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเข้าสู่วัยสาวแล้ว จะมีการหลั่งฮอร์โมนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ออกมาในระดับสูงต่ำ ต่างกันเป็นช่วง การเปลี่ยนแปลงของระดับฮอร์โมนเหล่านี้เป็นช่วงๆ ทำให้อวัยวะสืบพันธุ์ส่วนต่างๆ ของสัตว์เพศเมียเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสอดคล้องกันเป็นระยะหมุนเวียนเป็นวงจร เรียกว่าวงรอบการเป็นสัด (estrous cycle) โดยเมื่อใกล้ถึงเวลาที่สัตว์จะเริ่มเข้าสู่วัยสาวนี้ไฮโปธาลามัสจะหลั่ง GNRH ไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าให้สร้างและหลั่งฮอร์โมน FSH และ LH ซึ่ง FSH จะไปกระตุ้นการเจริญของไข่และกระเปาะไข่ พร้อมกับมีการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจนขึ้นภายในโพรงกระเปาะไข่ เมื่อไข่และกระเปาะไข่เจริญเต็มที่ LH จะกระตุ้นให้กระเปาะไข่ฉีกขาดออกและเกิดการตกไข่ขึ้นในระยะสุดท้ายของการเป็นสัด หรือหลังจากสิ้นสุดการเป็นสัดเล็กน้อย ซึ่งโดยปกติแล้วในสัตว์ที่คลอดลูกคราวละหนึ่งตัวนั้นจะมีไข่ตกเพียงหนึ่งฟองในวงรอบของการเป็นสัด แต่ละครั้งจะมีไข่ตกคราวละหลายฟองในสัตว์ที่คลอดลูกเป็นครอก จากนั้นจะมีการเจริญและพัฒนาของกลุ่มเซลล์ที่ผนังด้านในของกระเปาะไข่ที่ได้มีการตกไข่ไปแล้วนี้กลายเป็นคอร์ปัสลูเทียม ซึ่งจะทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนโปรเจสเตอโรน หากไข่ที่ตกนั้นได้รับการผสมกับอสุจิและเกิดการตั้งท้องขึ้น คอร์ปัสลูเทียมจะเจริญใหญ่ขึ้นและผลิตโปรเจสเตอโรนมากขึ้น เพื่อช่วยรักษาสภาพการอุ้มท้อง แต่หากไข่ไม่ได้รับการผสมกับอสุจิ คอร์ปัสลูเทียมจะค่อยๆ ฝ่อหายไปจนเหลือเพียงรอยแผลเป็นเล็กๆ และเกิดการเจริญของกระเปาะไข่อื่นๆ เป็นวงจรใหม่เรื่อยไป

ทั้งนี้สามารถสรุปการทำงานของฮอร์โมนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำหน้าที่ของรังไข่และอวัยวะสืบพันธุ์อื่นๆ ในวงจรการเป็นสัดได้ดังนี้

1. โกนาโดโทรปินรีลีสซิ่งฮอร์โมนหรือ GNRH จากต่อมไฮโปธาลามัสทำหน้าที่ควบคุมการหลั่งฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน 2 ชนิด คือ FSH และ LH จากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

2. ฟอลลิเคิลสติมูเลติ้งฮอร์โมนหรือ FSH ทำหน้าที่กระตุ้นการเจริญของไข่และกระเปาะไข่ ตลอดจนกระตุ้นการสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน

3. ลูทีไนซิ่งฮอร์โมนหรือ LH ทำหน้าที่กระตุ้นหรือสั่งให้เกิดการตกไข่ และทำให้มีการเจริญพัฒนาและคงสภาพของคอร์ปัสลูเทียมถึงแม้ว่า FSH และ LH จะมีหน้าที่โดยเฉพาะด้งกล่าวเหล่านี้ แต่อิทธิพลที่ฮอร์โมน FSH และ LH มีต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์นั้นจะเป็นการออกฤทธิ์ร่วมกันของฮอร์โมนทั้งสองนี้

4. เอสโตรเจน ซึ่งผลิตจากกระเปาะไข่ทำให้เกิดความตื่นตัวทางเพศ ทำให้มีการสร้างและหลั่งของเหลวเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์มากขึ้น และทำให้มีการบีบรัดตัวของกล้ามเนื้อในท่อสืบพันธุ์มากขึ้น

5. โปรเจสเตอโรน ซึ่งคอร์ปัสลูเทียมผลิตขึ้นนั้น ทำหน้าที่รักษาสภาพการอุ้มท้องโดยป้องกันไม่ให้เกิดการเป็นสัดในระหว่างการอุ้มท้อง ช่วยเพิ่มการไหลเวียนของระบบเลือดในผนังมดลูกซึ่งจำเป็นสำหรับการฝังตัวและการมีชีวิตของตัวอ่อน ตลอดจนส่งเสริมการเจริญของเต้านมและต่อมสร้างน้ำนม

6. พรอสตร้าแกลนดิน จากผนังมดลูกทำให้คอร์ปัสลูเทียมฝ่อตัวลงเมื่อไม่มีการตั้งท้องเกิดขึ้น

การควบคุมการหลั่งฮอร์โมนเหล่านี้เข้าสู่กระแสเลือดและส่งอิทธิพลต่ออวัยวะเป้าหมายให้เกิดการเปลี่ยนแปลงและทำหน้าที่ต่างๆ ในวงรอบการเป็นสัดนั้นแบ่งออกได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. ระยะก่อนเป็นสัด (proestrus) คือระยะก่อนเกิดอาการเป็นสัด เป็นระยะเตรียมการก่อนเกิดการตกไข่และผสมพันธุ์ ในระยะนี้จะมีการเจริญและเกิดการคื่นตัวของอวัยวะสืบพันธุ์ส่วนต่างๆ อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากมีการเจริญของกราฟเฟียนฟอลลิเคิลจนไข่ใกล้จะแก่ และมีการสร้างของเหลวซึ่งอุดมด้วยฮอร์โมนเอสโตรเจนขึ้นภายในโพรงถุงไข่มากขึ้น ฮอร์โมนนี้จะหลั่งเข้าสู่กระแสเลือดทำให้ผนังช่องคลอดและผนังมดลูกหนาขึ้นและมีเลือดมาตั้ง เยื่อบุผิวของท่อนำไข่เพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้นและมีเซลล์ขนมากขึ้น และมีการขับน้ำคัดหลั่ง และสารต่างๆ ออกสู่ช่องในอวัยวะสืบพันธุ์

2. ระยะเป็นสัด (estrus) ในระยะนี้อวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เจริญต่อไปมากขึ้น กระเปาะไข่เจริญมากขึ้นจนเกิดการตกไข่ขึ้น ปากมดลูกเปิดกว้างขึ้นและมีน้ำเมือกเยิ้ม บริเวณปากมดลูกมีความเป็นกรดมากขึ้นระยะเป็นสัดนี้เป็นระยะที่สัตว์แสดงพฤติกรรมการเป็นสัดให้เห็น เนื่องจากมีเอสโตรเจนสูงพฤติกรรมที่แสดงให้เห็นเช่น

- ไล่ปีนทับตัวเมียตัวอื่นในฝูงหรือยืนนิ่งเมื่อตัวอื่นปีนทับ เป็นการยอมรับการผสมพันธุ์
- ส่งเสียงร้อง กระวนกระวาย
- มีน้ำเมือกใสๆ ไหลออกมาจากช่องคลอด
- อวัยวะเพศบวมแดง
- สั่นหาง หรือยกหางบ่อยๆ

- ปัสสาวะบ่อยๆ

อาการเหล่านี้อาจเกิดขึ้นไม่ครบทุกอาการหรืออาจมีอาการอื่นๆ แตกต่างไปจากนี้บ้างก็ได้ ขึ้นอยู่กับสัตว์แต่ละชนิด แต่ละตัว โดยระยะนี้เป็นระยะเดียวที่สัตว์จะยอมรับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ และเป็นเวลาที่จะทำการผสมพันธุ์ได้ผลดีที่สุด

ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนใหญ่ ระยะเป็นสัดนี้จะสิ้นสุดเมื่อ LH ทำให้กราฟเฟียนฟอลลิเคิล มีการฉีกขาดและปล่อยไข่เข้าลู่ท่อนำไข่ ซึ่งจะเป็นช่วงที่สัตว์มีพฤติกรรมการเป็นสัดรุนแรงมากที่สุด แต่ในสัตว์บางชนิด เช่นแมว กระต่าย จะไม่มีการตกไข่จนกว่าจะได้รับการผสมพันธุ์กับตัวผู้แล้ว ดังนั้น สัตว์เหล่านี้จึงมีช่วงเวลาที่แสดงอาการเป็นสัดค่อนข้างยาว ทั้งนี้ช่วงเวลาของระยะเป็นสัดในสัตว์ชนิดต่างๆ จะแตกต่างกันไปได้ทั้งแต่ 12 ชั่วโมงจนถึงหลายวัน ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาของวงรอบการเป็นสัดและระยะเป็นสัด จังหวะเวลาการตกไข่และจังหวะเวลาที่ควรทำการผสมพันธุ์ ในสัตว์เลี้ยงบางชนิด

ชนิดสัตว์	ระยะวงรอบการเป็นสัด (วัน)	เวลาระยะเป็นสัด (ช.ม.)	จังหวะการตกไข่	จังหวะเวลาที่ควรทำการผสมพันธุ์
โค	21	12-18	12 - 15 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด	4 - 8 ช.ม. ก่อนสิ้นสุดระยะเป็นสัด
สุกร	20 - 21	48 - 72	18-40 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด	24 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด
แกะ	16 - 17	24 - 36	18-26 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด	12-18 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด
แพะ	19-20	34 - 39	9-19 ช.ม. หลังเริ่มต้นระยะเป็นสัด	วันเว้นวันระหว่างระยะเป็นสัด
ม้า	19-23	90 - 170	1 วันก่อนระยะเป็นสัดจนถึง 1 วัน หลังสิ้นสุดระยะเป็นสัด	วันเว้นวันระหว่างระยะเป็นสัด

ที่มา: Acker (1991)

3. ระยะคลายสัด (metestrus) เป็นระยะสั้นๆ หลังจากการตกไข่ ปริมาณน้ำเมือกในช่องคลอดลดน้อยลง ความรุนแรงของอาการเป็นสัดจะค่อยๆ ลดลง เนื่องจากระดับฮอร์โมนเอสโตรเจนในกระแสเลือดค่อยๆ ลดลง ในระยะนี้จะมีการพัฒนาคอร์ปัสลูเทียมขึ้นมาอย่างรวดเร็ว และคอร์ปัสลูเทียมหลั่งโปรเจสเตอโรนออกไประงับการเจริญของกระเปาะไข่ พร้อมกับไปกระตุ้นการเตรียมเยื่อบุมดลูกให้มีการเจริญของต่อมต่างๆ และเส้นเลือดต่างๆ เพื่อรอรับไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว

ตารางที่ 4.4 ระยะเวลาของระยะต่างๆ ในวงรอบการเป็นสัดของสัตว์แต่ละชนิด

ชนิดสัตว์	ระยะก่อนเป็นสัด (วัน)	ระยะเป็นสัด (ช.ม.)	ระยะคลายสัด (วัน)	ระยะสงบ (วัน)
โค	3-4	12 - 18	3-4	10 - 14
สุกร	3-4	48 - 72	2-3	11-13
แกะ	2-3	24 - 36	2-3	10 - 12
แพะ	2-3	34 - 39	-	-
ม้า	2-3	90 - 170	2-3	10-12

ที่มา: Acker (1991)

4. ระยะสงบ (diestrus) เป็นระยะที่สัตว์ไม่มีอาการทางเพศอย่างใดทั้งสิ้น เป็นช่วงเวลาที่ยาวนานกว่าระยะใดๆ ในวงรอบการเป็นสัด ในระยะนี้คอร์ปัสลูเทียมจะเจริญดีและสร้างโปรเจสเตอโรน อย่างเต็มที่ ซึ่งอาจเป็นไปได้ 2 กรณี คือ

กรณีที่ 1 หากมีการปฏิสนธิเกิดขึ้น คอร์ปัสลูเทียมจะยังคงสภาพอยู่ต่อไป และวงจรการเป็นสัดจะถูกขัดขวางไม่ให้เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาของการอุ้มท้อง

กรณีที่ 2 หากไม่มีการปฏิสนธิเกิดขึ้น คอร์ปัสลูเทียมจะค่อยๆ ฝ่อลงไปและการหลั่งโปรเจสเตอโรนค่อยๆ ลดลง

ในช่วงท้ายของระยะสงบนี้นักวิชาการบางท่านอาจแบ่งย่อยออกไปเป็นระยะพักตัว (anestrus) เนื่องจากเป็นระยะที่รังไข่หยุดพักการทำงาน ไม่มีกิจกรรมใดๆ เกิดขึ้น ไม่มีการเจริญของกระเปาะไข่ หรือจะมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และไม่มีการสร้างโปรเจนเตอโรนอีกต่อไป มดลูกก็อยู่ในระยะพักตัว และมีสีจาง คอมดลูกจะรัดตัวปิดสนิทช่องคลอดมีสีจาง อวัยวะส่วนใหญ่ในระบบสืบพันธุ์อยู่ในระยะพักเพื่อรอวงรอบการเป็นสัดครั้งต่อไปอาจนานเป็นเดือน หรือเพียงไม่กี่วันก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์

ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงลักษณะวงรอบการเป็นสัดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแล้ว จะสามารถจำแนกสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1. สัตว์ที่มีการตกไข่เพียงปีละ 1 ครั้ง (monoestrus) เช่น สุนัขจิ้งจอก

2. สัตว์ที่มีการตกไข่ปีละ 2 ครั้ง (diestrus) เช่น สุนัข

3. สัตว์ที่มีการตกไข่ปีละหลายครั้ง (polyestrus) เช่น โค กระบือ สุกร สำหรับสัตว์ที่มีการตกไข่ปีละหลายครั้งนี้บางชนิดอาจมีการตกไข่เฉพาะบางฤดู (seasonally polyestrus) ซึ่งเป็นฤดูที่มีความยาวของวัน (day length) เหมาะสมที่จะไปมีผลเหนี่ยวนำต่อการสร้างฮอร์โมนซึ่งเกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ เช่น ม้า แกะ และแมว

สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีการตกไข่เพียงปีละ 1 - 2 ครั้ง และสัตว์ที่มีการตกไข่เฉพาะบางฤดูนั้นจะมีระยะพักตัวในวงรอบการเป็นสัดยาวและชัดเจน ส่วนสัตว์ที่มีการตกไข่ปีละหลายครั้งและไม่เป็นฤดูนั้น จะมีระยะพักตัวในวงรอบการเป็นสัดสั้นและไม่ชัดเจน จึงอาจไม่แยกระยะนี้ออกจากระยะสงบ อย่างไรก็ตามการพักตัวของวงรอบการเป็นสัดนี้อาจเกิดจากโรคหรือความผิดปกติของฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ก็ได้

ส่วนในสัตว์ปีกนั้นจะไม่มีวงรอบการเป็นสัดเกิดขึ้น แต่เมื่อสัตว์ปีกตัวเมียเริ่มเข้าสู่วัยสาวหรือวัยเจริญพันธุ์ก็จะเริ่มวางไข่ฟองแรก สำหรับไก่นั้นมักจะเริ่มไข่ฟองแรกเมื่ออายุ 20-21 สัปดาห์ และจากนี้ไปไก่ที่ได้รับการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์แล้วก็ควรจะวางไข่ได้ทุกวัน แต่ในธรรมชาตินั้นนกป่าที่ยังไม่ได้ผ่านการคัดเลือกพันธุ์จะวางไข่เป็นบางฤดูเท่านั้นโดยนกในประเทศหนาวจะวางไข่ในฤดูใบไม้ผลิ และจะวางไข่เพียงประมาณ 13 ฟองเท่านั้น ระดับของฮอร์โมนที่กระตุ้นการทำงานของรังไข่ก็จะลดลงจนแม่นกหยุดวางไข่ จากนั้นฮอร์โมนโปรแลคตินที่ถูกหลั่งออกมาจะกระตุ้นให้แม่นกนั้นมีสัญชาตญาณของความเป็นแม่และเริ่มฟักไข่จนกว่าลูกนกจะออกจากไข่ จึงจะมีการหลั่งฮอร์โมนออกไปกระตุ้นให้เกิดการตกไข่และการวางไข่ใหม่อีกรอบหนึ่ง ส่วนการเลี้ยงไก่และไก่งวงเพื่อให้ผลิตไข่นั้น จะมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ไก่ ประกอบกับมีการจัดการเรื่องการให้แสงสว่างและทำการเก็บไข่ทุกวัน ทำให้แม่ไก่สามารถวางไข่ได้เกือบทุกวันติดต่อกันถึง 300 - 350 วัน

การตกไข่และอัตราการตกไข่

การตกไข่ (ovulation) หมายถึง การที่ถุงกระเปาะไข่แก่ฉีกขาดออกและปล่อยฟองไข่ซึ่งเจริญและสุกเต็มที่แล้วออกมาพร้อมกับของเหลวที่อยู่ในโพรงกระเปาะไข่ ฟองไข่จะถูกปล่อยเข้าสู่ปากแตรซึ่งเป็นส่วนปลายสุดของท่อนำไข่ที่อยู่ด้านเดียวกับรังไข่ซึ่งมีการตกไข่เกิดขึ้น จำนวนไข่ที่ถูกปล่อยให้ตกออกมาจากรังไข่เมื่อถึงระยะเป็นสัดแต่ละครั้งนั้นเรียกว่าอัตราการตกไข่ (ovulation rate) ซึ่งอัตราการตกไข่นี้จะแสดงถึงศักยภาพสูงสุดของสัตว์ในการให้ลูกว่าจะสามารถให้ลูกได้คราวละไม่เกินกี่ตัว แต่ส่วนหนึ่งของไข่เหล่านี้ก็อาจจะสูญเสียไปเพราะไม่ได้รับการผสมกับอสุจิ และบางส่วนอาจมีการปฏิสนธิแล้วแต่ได้ตายลงระหว่างอยู่ในท้องแม่ไปบ้าง Bhattacharyya and Hafiz (2009) รายงานว่าได้ทำการทดลองการผสมเทียมให้กับโคเนื้อ 2 ครั้งภายหลังจากการฉีดฮอร์โมน HCG 4 ชั่วโมง พบว่าทำให้มีอัตราการผสมติดสูงที่สุด (72.41%) ทั้งนี้อัตราการตกไข่ของสัตว์แต่ละชนิด แต่ละตัว จะแตกต่างกันออกไปเนื่องจากอิทธิพลของปัจจัยต่างๆ ต่อไปนี้

1. ลักษณะพันธุกรรม อัตราการตกไข่เป็นลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรม (heritability) เช่นเดียวกับลักษณะอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ โดยอัตราการตกไข่มีอัตราพันธุกรรมประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นลักษณะที่ถ่ายทอดได้ต่ำ ทั้งนี้จะสามารถเห็นได้ชัดเจนว่าพันธุกรรมมีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่เพราะสัตว์ต่างชนิดต่างพันธุ์ หรือแม้แต่ต่างสายพันธุ์กัน จะมีอัตราการตกไข่ต่างกัน

โดยทั่วไปแล้วสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ออกลูกคราวละตัว เช่น โค กระบือ จะมีกระเปาะไข่ที่เจริญขึ้นมาเต็มที่เพียงกระเปาะเดียวในวงรอบการเป็นสัดแต่ละครั้ง ดังนั้นเมื่อมีการตกไข่จึงมีการปล่อยไข่ออกมาเพียงฟองเดียว สำหรับแกะจะมีกระเปาะไข่เจริญขึ้นมาคราวละ 1-3 กระเปาะ ส่วนสุกรซึ่งออกลูกเป็นครอกนั้น มีอัตราการตกไข่ 1 1 - 2 4 ทั้งนี้สุกรพันธุ์ที่มีสีขาว เช่น ลาร์จไวท์ แลนด์เรช มีอัตราการตกไข่สูงกว่าสุกรพันธุ์โปแลนด์ไชน่า นอกจากนี้ระบบการผสมพันธุ์ก็มีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่ได้เช่นกันในสุกรที่เกิดจากการผสมแบบเลือดชิด (inbreeding) นั้นจะมีอัตราการตกไข่ลดลง แต่สุกรที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ (outbreeding) จะมีอัตราการตกไข่เพิ่มขึ้น

2. อายุ อายุของสัตว์มีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่นั้นเป็นอายุที่มากขึ้นภายหลังจากเข้าสู่วัยสาวแล้วซึ่งจะทำให้มีอัตราการตกไข่มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสุกรนั้นพบว่าจะมีจำนวนไข่ที่ตกมากขึ้นเรื่อยๆ จากการเป็นสัดครั้งแรกไปจนถึงวงรอบการเป็นสัดครั้งที่ 7-8 เฉลี่ยวงรอบละ 1 ฟอง ทั้งนี้เมื่อสุกรเป็นสัดครั้งแรกนั้นจะมีอัตราการตกไข่ค่อนข้างต่ำ และอัตราการตกไข่จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วใน 5 วงรอบแรกของการเป็นสัดโดยจะมีอัตราการตกไข่ถึงจุดสูงสุดเมื่อเป็นสัดครั้งที่ 6-7 จากนั้นอัตราการตกไข่จะคงที่ตลอดอายุการใช้งานของแม่สุกร แต่ขนาดครอกจะมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากมีอัตราการตายของลูกอ่อนในครรภ์ (embryo mortality) เพิ่มมากขึ้น

3. น้ำหนักตัวและสภาพร่างกาย น้ำหนักตัวของสัตว์เป็นผลมาจากปฏิสัมพันธ์ของปัจจัยหลายประการร่วมกัน เช่น อายุ พันธุ์ โภชนาการ และโรค ดังนั้นอิทธิพลของน้ำหนักตัวและสภาพร่างกายที่มีอัตราการตกไข่จึงค่อนข้างมีความแปรปรวนมาก สำหรับในสุกรพบว่าแม่สุกรที่เคยมีสภาพร่างกายผ่ายผอม เมื่อได้รับอาหารในปริมาณมากจนน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นนั้น จะมีอัตราการตกไข่มากกว่าแม่สุกรผอมซึ่งไม่มีการเพิ่มน้ำหนักตัว แต่การเพิ่มน้ำหนักตัวของแม่สุกรที่มีสภาพร่างกายไม่ผอมนั้น จะไม่ทำให้มีอัตราการตกไข่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้อัตราการตกไข่ของแม่สุกรผอมที่เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นนั้นอาจเกิดจากการตอบสนองต่อการปรน (flushing) ซึ่งเป็นการให้อาหารปริมาณสูงเพื่อให้สัตว์ได้รับพลังงานอย่างมากพอในระยะก่อนการเป็นสัด

4. โภชนาการ ส่วนประกอบของโภชนะในอาหารที่มีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่ คือ ระดับพลังงานในอาหาร ส่วนระดับโปรตีนในอาหารนั้นจะมีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่น้อย สำหรับในสุกรนั้นพบว่าการเพิ่มระดับโปรตีนในอาหารจะช่วยเพิ่มอัตราการตกไข่ได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ระดับพลังงานที่สุกรได้รับต่อรับจากอาหารนั้นจะช่วยเพิ่มอัตราการตกไข่ได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการให้สุกรได้รับพลังงานจากอาหารเพิ่มขึ้นในช่วงก่อนระยะการเป็นสัด ซึ่งเรียกว่าการปรน ระยะเวลาในการปรนที่ให้ผลดีที่สุด คือ การปรนเป็นเวลา 11 -14 วันก่อนระยะการเป็นสัด ซึ่งจะช่วยเพิ่มอัตราการตกไข่ให้สูงขึ้นได้มากกว่า 2 ฟอง ทั้งนี้การปรนจะช่วยเพิ่มอัตราการตกไข่ในสัตว์ชนิดอื่นๆ เช่นกัน แต่ระยะเวลาในการปรนที่ให้ผลดีแก่สัตว์แต่ละชนิดอาจแตกต่างกันไป

5. สภาพแวดล้อม ส่วนประกอบของสภาพอากาศแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่ออัตราการ

ตกไข่มากที่สุด คืออุณหภูมิ ทั้งนี้พบว่าการเลี้ยงแม่สุกรในที่มีอุณหภูมิสูงเกินไป (สูงกว่า 26.7 องศาเซลเซียส) จะทำให้มีอัตราการตกไข่ลดลง ซึ่งอาจเป็นเพราะว่าเมื่ออากาศร้อนมากขึ้นหรืออุณหภูมิสูงขึ้นนั้น สัตว์จะกินอาหารได้น้อยลงมากส่วนแสงหรือความยาวของวัน (day length) นั้น ไม่ปรากฏว่ามีอิทธิพลต่ออัตราการตกไข่

สรุป

การสืบพันธุ์ (Reproduction) หมายถึง กระบวนการที่ทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตตัวใหม่ขึ้นมาจากสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน โดยที่สิ่งมีชีวิตรุ่นใหม่ที่เกิดขึ้นจะทดแทนสิ่งมีชีวิตรุ่นเก่าที่ตายไป ทำให้สิ่งมีชีวิตเหลือรอดอยู่ได้โดยไม่สูญพันธุ์ เกิดขึ้นเมื่อสัตว์เจริญเติบโตเต็มที่ สัตว์เพศผู้จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (อสุจิ) และสัตว์เพศเมียจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (ไข่) ในระหว่างผสมพันธุ์ของสัตว์ อสุจิจะเข้าไปผสมกับไข่ เรียกว่า การปฏิสนธิ การสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ เริ่มจากการเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศผู้ หมายถึง การที่สัตว์เพศผู้นั้นเริ่มมีความสามารถในการสืบพันธุ์ได้ ซึ่งจะถือว่าสัตว์เพศผู้เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์แล้วก็ต่อเมื่อสัตว์นั้นได้มีการหลั่งฮอร์โมน testosterone มีการสร้างตัวอสุจิแล้ว และอวัยวะต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เจริญเติบโตและพัฒนาอย่างสมบูรณ์แล้ว ทำให้สัตว์ตัวนั้นสามารถทำการผสมพันธุ์และทำให้สัตว์เพศเมียตั้งท้องได้ การสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย การเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศเมียจะเห็นได้ชัดเจนกว่าในเพศผู้ แต่การให้นิยามจะอาศัยหลักการเดียวกับการตัดสินว่าสัตว์ตัวผู้เริ่มเข้าสู่วัยหนุ่ม โดยจะตัดสินว่าสัตว์ตัวเมียเริ่มเข้าสู่วัยสาวเมื่อสัตว์นั้นมีความพร้อมทางกายภาพและสรีรภาพที่จะผสมพันธุ์และตั้งท้องได้ ในสัตว์เพศเมียจะแตกต่างจากสัตว์เพศผู้ที่จำนวนฟอลลิเคิลจะมีจำนวนค่อนข้างคงที่แล้วลดจำนวนลง ไม่มีการสร้างขึ้นมาใหม่ในช่วงวัยเจริญพันธุ์ การเป็นสัด (estrus หรือ heat) คือการที่สัตว์ตัวเมียมีอาการยอมรับการผสมพันธุ์จากตัวผู้อาการนี้จะเกิดพร้อมกับการตกไข่ (ovulation) การเป็นสัดเกิดขึ้นโดยการกระตุ้นของฮอร์โมนเอสโตรเจนที่หลั่งเข้าสู่กระแสเลือดในปริมาณสูงกว่าปกติในระยะที่กระเปาะไข่แก่เต็มที่

คำถามท้ายบท

1. การเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศผู้ หมายถึงอะไร

2. จงอธิบายถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออายุของสัตว์ที่จะเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มช้าหรือเร็ว เกิดจากปัจจัยใดบ้าง

3. ลักษณะผิดปกติในระบบสืบพันธุ์ซึ่งถ่ายทอดได้ทางพันธุกรรม มีลักษณะอย่างไร

4. จงอธิบายถึงสิ่งแวดล้อมว่ามีผลอย่างไรต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

5. การเริ่มต้นเข้าสู่วัยสาวหรือวัยเจริญพันธุ์ (puberty) ของสัตว์เพศเมีย จะเห็นได้ชัดเจนกว่าในเพศผู้ เพราะอะไรจงอธิบายอย่างละเอียด

6. จงอธิบายถึงปัจจัยทางโภชนาการที่มีผลต่อการเข้าสู่วัยเจริญพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย

7. จงอธิบายถึงวงรอบการเป็นสัด (Estrous cycles) อย่างละเอียด

8. การตกไข่ (ovulation) หมายถึงอะไร

9. ลักษณะทางพันธุกรรม มีผลอย่างไรต่ออัตราการตกไข่ของสัตว์

10. น้ำหนักตัวและสภาพร่างกาย มีผลอย่างไรต่ออัตราการตกไข่ของสัตว์

เอกสารอ้างอิง

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

มงคล เตชะกำพุ. (2543). **เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในปศุสัตว์.** บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330.

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

Bhattacharyya H. K. and A. Hafiz. (2009). **Treatment of delayed ovulayion in dairy cattle.** Indian J. Anim. Res., 43 (3) : 209-210.

บทที่ 5
การตั้งท้องและการคลอด

บทนำ

การตั้งท้อง (gestation period หรือ pregnancy period) เป็นระยะเวลาที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนภายในท้องแม่ตั้งแต่การเริ่มปฏิสนธิจนกระทั่งคลอด ซึ่งใช้เวลาต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด การคลอด (parturition) คือกระบวนการที่มดลูกของสัตว์ที่กำลังอุ้มท้องทำการขับลูกอ่อน ซึ่งเจริญเต็มที่แล้ว พร้อมทั้งรกออกไปนอกร่างกายของแม่ เพื่อให้ลูกได้เริ่มมีชีวิตอยู่ได้เองโดยอิสระ กระบวนการคลอดนี้อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนโดยตรง ทั้งฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อของแม่และของตัวลูกอ่อนเอง

การตั้งท้องและการคลอด

เมื่อสัตว์เพศเมียได้รับการผสมพันธุ์กับเพศผู้แล้ว ไข่และตัวอสุจิซึ่งต่างก็มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกายจะต้องเดินทางไปพบกัน จึงเกิดการปฏิสนธิขึ้น กลายเป็นเซลล์ไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ร่างกาย ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิตอย่างสมบูรณ์ พร้อมที่จะพัฒนาเป็นชีวิตใหม่ต่อไป

ระยะการตั้งท้องเป็นระยะเวลาที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนภายในท้องแม่ตั้งแต่เริ่มปฏิสนธิ จนกระทั่งคลอด ซึ่งจะใช้เวลาต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ และยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้องอีก โดยมีฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนช่วยรักษาสภาพการตั้งท้องเอาไว้จนกว่าจะถึงกำหนดคลอด

การคลอดเป็นกระบวนการที่มดลูกของสัตว์ที่กำลังตั้งท้องทำการขับลูกอ่อนซึ่งเจริญเต็มที่แล้วพร้อมทั้งรกออกไปนอกร่างกายแม่ เพื่อให้ลูกได้เริ่มมีชีวิตอยู่ได้เองโดยอิสระ กระบวนการคลอดนี้อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนโดยตรง ทั้งฮอร์โมนจากระบบไร้ท่อของแม่และของตัวลูกอ่อน

การสร้างและการหลั่งน้ำนมอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนหลายชนิด โดยมีเลือดและน้ำเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำนม ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและส่วนประกอบของน้ำนมที่จะหลั่งออกมา ที่สำคัญได้แก่ พันธุกรรม อายุสัตว์ ระยะการให้นม อาหาร สุขภาพและความสมบูรณ์ ภูมิอากาศ และการจัดการรีดนมในสัตว์ให้นม สำหรับระยะการให้นมนั้นจะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิดขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกสัตว์เป็นหลัก (Hafez B. and Hafez, 2000)

ในสัตว์ปีกซึ่งไข่จะถูกฟักออกเป็นตัวภายนอกร่างกายแม่นั้น การพัฒนาและการเจริญส่วน

ใหญ่ของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนเกิดขึ้นภายหลังจากเริ่มตันการฟักไข่แล้ว โดยสัตว์ปีกตัวเมียมักจะมีสัญชาตญาณของการฟักไข่หลังจากที่วางไข่ออกมาแล้วจำนวนหนึ่ง ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของฮอร์โมนโปรแลคติน แต่การฟักไข่ในปัจจุบันจะมีการใช้ตู้ฟักไข่ที่มีการควบคุมอิทธิพลต่อการฟักออกเป็นตัวของไข่ สำหรับระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่จนออกเป็นตัวนั้นจะแตกต่างกันไปในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ (เทวินทร์, 2542)

การปฏิสนธิในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

การปฏิสนธิ (fertilization) หมายถึง การผสมและรวมตัวกันของเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้คืออสุจิกับเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมีย คือไข่ ซึ่งต่างก็มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่ง (haploid หรือ N) กลายเป็นเซลล์ไข่ที่ปฏิสนธิแล้ว (fertilized ovum) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีชีวิตอย่างสมบูรณ์และมีจำนวนโครโมโซมเท่ากับเซลล์ร่างกาย (diploid หรือ 2N)

ทั้งนี้เมื่อสัตว์ตัวเมียได้รับการผสมพันธุ์กับตัวผู้แล้ว ไข่และตัวอสุจิจะต้องเดินทางไปพบกันจึงจะเกิดการปฏิสนธิขึ้นได้ การเดินทางของไข่ซึ่งเป็นเซลล์ที่เคลื่อนที่เองไม่ได้นั้นจำเป็นต้องอาศัยการทำงานของท่อทางเดินส่วนต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์ให้ช่วยเคลื่อนย้ายไป แต่อสุจิซึ่งเป็นเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้เองนั้น จะอาศัยการทำงานของท่อทางเดินส่วนต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เพื่อช่วยให้สามารถเดินทางได้เร็วขึ้น

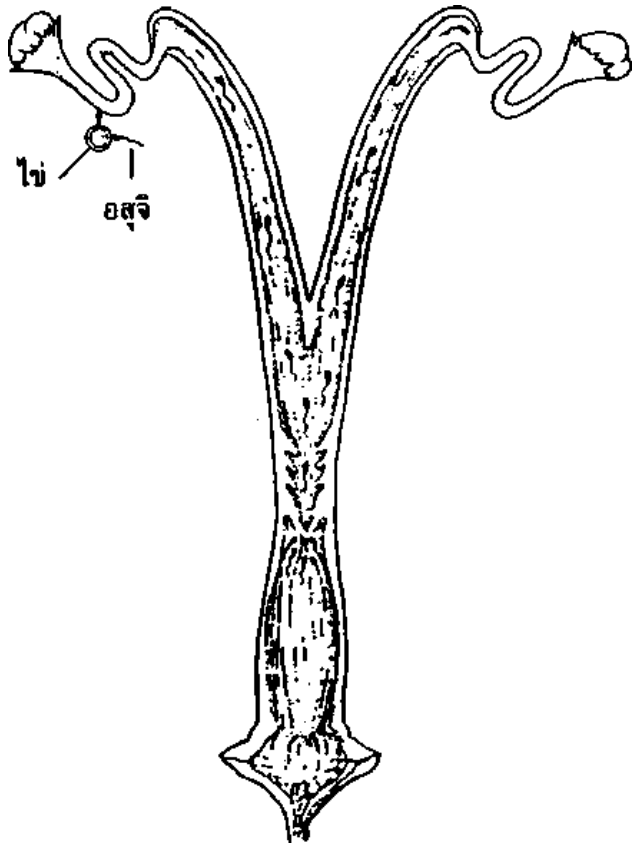
โดยปกติแล้วการปฏิสนธิจะเกิดขึ้นที่บริเวณส่วนบนของท่อนำไข่ (upper oviduct) ซึ่งอยู่ใกล้กับบริเวณที่ไข่ตกเข้าสู่ท่อนำไข่ ดังนั้นตัวอสุจิจึงต้องเดินทางไกลกว่าเซลล์ไข่มาก แต่ตัวอสุจิและเซลล์ไข่มีขนาดเล็กมาก ตัวอสุจิมีความยาวเพียงประมาณ 60 ไมโครเมตร มีชีวิตและความสมบูรณ์พันธุ์อยู่ได้ 24-48 ชั่วโมง และเซลล์ไข่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 110 ไมโครเมตร โดยมีชีวิตอยู่ได้เพียง 6-24 ชั่วโมงแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด ดังนั้นสัตว์ตัวเมียจะต้องได้รับการผสมพันธุ์ในจังหวะเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียได้พบกันและสามารถปฏิสนธิได้

การเดินทางของตัวอสุจิ เมื่อทำการผสมพันธุ์โดยวิธีธรรมชาตินั้น พ่อโค และแกะ จะหลั่งน้ำเชื้อและปล่อยอสุจิไว้ที่บริเวณปากของคอมดลูก (the face of the cervix) น้ำเชื้อของโคและแกะนี้มีปริมาตรน้อยแต่มีความเข้มข้นของตัวอสุจิสูง ส่วนพ่อสุกรนั้นจะสอดใส่องคชาตเข้าไปในบริเวณคอมดลูกและปล่อยอสุจิไว้ในคอมดลูกให้เข้าสู่ตัวมดลูก น้ำเชื้อของพ่อสุกรที่หลั่งออกมานี้มีปริมาตรมากแต่มีความเข้มข้นของตัวอสุจิต่ำ

ตารางที่ 5.1 ช่วงชีวิตของตัวอสุจิและไข่ของสัตว์เมื่ออยู่ในท่อสืบพันธุ์ของสัตว์เพศเมีย

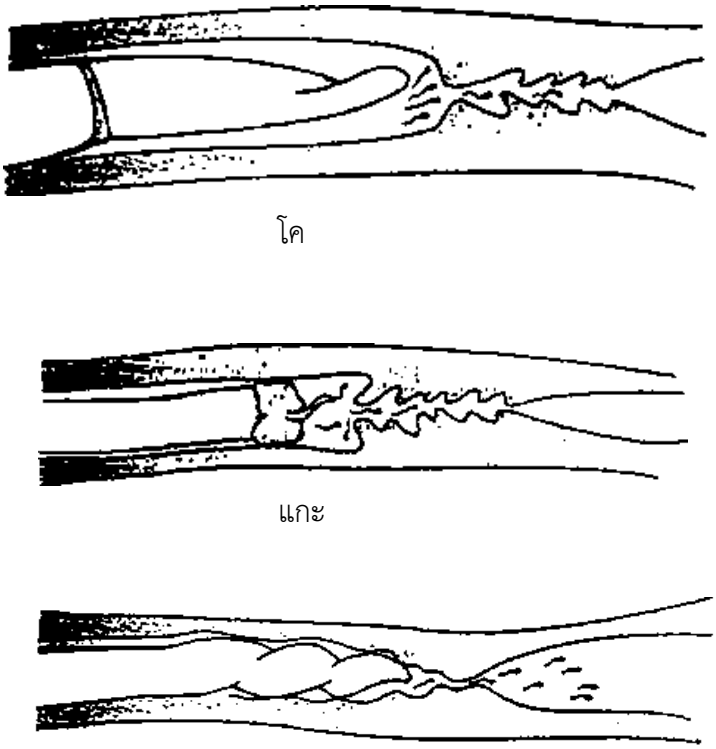
ชนิดสัตว์	ช่วงชีวิต (ช.ม.)	
	ตัวอสุจิ	ไข่
โค	30 - 48	20 - 24
แกะ	30 - 48	16-24
สุกร	24 - 72	8-10
ม้า	72 - 120	6-8
กระต่าย	30 - 36	6-8

ที่มา : Hafez (1980)



ภาพที่ 5.1 ตำแหน่งที่เกิดการปฏิสนธิภายในท่อนำไข่

ที่มา : Sorensen (1979)



ภาพที่ 5.2 คอมดลูกของสัตว์แต่ละชนิด
ที่มา : Sorensen (1979)

ตัวอสุจิที่ถูกปล่อยเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์ของตัวเมียเหล่านี้ จะต้องเดินทางผ่านคอมดลูกโดยการเคลื่อนไหวของตัวเองเท่านั้น ตัวอสุจิส่วนใหญ่จะยังคงค้างอยู่ในช่องคลอด มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถเดินทางไปจนถึงตำแหน่งที่จะทำการปฏิสนธิได้ เช่น ในโคนั้น ตัวอสุจิประมาณร้อยละ 70 จะค้างอยู่ในช่องคลอดของแม่โค ร้อยละ 30 สามารถเข้าสู่คอมดลูกได้ แต่ส่วนใหญ่ของตัวอสุจิที่ผ่านเข้าสู่คอมดลูกได้นี้จะยังคงค้างอยู่ในคอมดลูก เนื่องจากตัวอสุจิเพียงร้อยละ 10 ที่สามารถเดินทางไปถึงตัวมดลูก และน้อยกว่าร้อยละ 1 ที่สามารถเดินทางไปถึงท่อนำไข่ สำหรับในโคนั้นมีจำนวนตัวอสุจิที่เดินทางถึงตำแหน่งที่จะทำการปฏิสนธิได้เพียง 4,200 - 27,500 ตัว โดยจะพบตัวอสุจิในท่อนำไข่มากที่สุดหลังจากปล่อยน้ำเชื้อเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์แล้ว 8 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.2 จำนวนอสุจิที่เดินทางไปถึงท่อนำไข่ และระยะเวลาที่ไข่ในการเดินทาง

ชนิดสัตว์	จำนวนอสุจิที่เดินทางไปถึงท่อนำไข่	เวลาที่เริ่มพบอสุจิในท่อนำไข่
โค	4,200 - 27,500	12-13 นาทีหลังจากหลั่งน้ำเชื้อ
แกะ	600 - 5,000	8 นาทีหลังจากหลั่งน้ำเชื้อ
สุกร	น้อยมาก	30 นาทีหลังจากหลั่งน้ำเชื้อ

ที่มา : Sorensen (1979)

เมื่อตัวอสุจิผ่านจากคอมดลูกเข้าสู่ตัวมดลูกแล้ว ระยะทางการเดินทางในตัวมดลูกนี้ไกลเกินกว่าที่ตัวอสุจิจะสามารถเดินทางไปได้เอง ดังนั้นกล้ามเนื้อมดลูกจะเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้ตัวอสุจิเคลื่อนที่ไป เนื่องจากในระยะเป็นสัดนี้ฮอร์โมนเอสโตรเจนจะกระตุ้นกล้ามเนื้อมดลูกให้มีการบีบตัวอย่างมากในทิศทางที่ของเหลวต่างๆ และตัวอสุจิจะถูกส่งให้!หลไปสู่ท่อนำไข่ ในระหว่างการเดินทางนี้จะมีการสูญเสียอสุจิจำนวนมาก โดยอสุจิส่วนหนึ่งจะแทรกซึมเข้าไปในต่อมของเยื่อบุมดลูก (endometrial gland) และถูกทำลายไปโดยเม็ดโลหิตขาว

การเปลี่ยนแปลงของตัวอสุจิ ก่อนที่ตัวอสุจิจะสามารถผสมกับไข่ให้เกิดการปฏิสนธิขึ้นได้นั้น ตัวอสุจิจะต้องใช้เวลาชั่วระยะหนึ่งอยู่ในท่อสืบพันธุ์ของตัวเมียเพื่อเปลี่ยนแปลงตัวเองให้มีความสามารถในการแทรกซึม (penetration) ผ่านโครงสร้างชั้นนอกของไข่เข้าสู่ภายในเซลล์ไข่ได้ การเปลี่ยนแปลงของตัวอสุจินี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นที่อะโครโซม และมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มเซลล์ส่วนนอก (outer cell membrane)

ระยะเวลาสำหรับการเปลี่ยนแปลงของตัวอสุจินี้ จะแตกต่างกันออกไปในสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น ในแกะต้องการเวลาสำหรับการเปลี่ยนแปลงนี้ประมาณ 1.5 ชั่วโมง สุกรอาจไม่ต้องการเวลาสำหรับการเปลี่ยนแปลงนี้หรืออาจต้องการเวลาเพียงสั้นๆ เท่านั้น ส่วนในโคนั้นยังไม่มีข้อมูลพิสูจน์ว่าตัวอสุจิต้องการเวลาเพื่อการเปลี่ยนแปลงนี้

ในระยะเป็นสัดนั้นท่อนำไข่จะมีการบีบตัวอย่างมากเนื่องจากอิทธิพลของเอสโตรเจน ซึ่งเมื่ออสุจิเดินทางมาถึงท่อนำไข่การบีบตัวนี้จะช่วยเคลื่อนย้ายตัวอสุจิไปสู่แอมพูลลาซึ่งเป็นส่วนของท่อนำไข่ที่อยู่ติดกับปากแตรได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีของเหลวซึ่งต่อมต่าง ๆ ในท่อนำไข่หลั่งเข้าสู่ท่อเป็นจำนวนมากที่มีส่วนช่วยในการเคลื่อนย้ายตัวอสุจิไปสู่บริเวณแอมพูลลาซึ่งเป็นบริเวณที่จะเกิดการปฏิสนธิขึ้น

การเดินทางของไข่ เมื่อเกิดการตกไข่ขึ้นในระยะเป็นสัด การทำงานร่วมกันของเซลล์ขนภายในท่อนำไข่ของเหลวที่ไหลเข้ามา รอบๆ ปากแตรที่โอบรังไข่ไว้นั้น จะช่วยเคลื่อนย้ายไข่ที่ตกลงมาให้เข้าสู่ทิศทางที่จะไปพบกับตัวอสุจิในเบื้องต้นนั้นของเหลวที่อยู่ในท่อนำไข่จะไหลไปในทิศทางที่มุ่งหน้าสู่ส่วนท้ายของแอมพูลลา แต่หลังจากเกิดการตกไข่แล้วจะเปลี่ยนทิศทางการไหลเป็นมุ่งหน้าไปสู่บริเวณที่ปีกมดลูกทั้งสองมาพบกัน (tubouterine junction) และไข่ก็จะถูกเคลื่อนย้ายเข้าสู่มดลูก หลังจากการปฏิสนธิแล้วส่วนไข่ที่ไม่ได้รับการผสมนั้นอาจจะเคลื่อนผ่านออกไปจากท่อสืบพันธุ์หรืออาจจะสลายไประหว่างอยู่ในท่อนำไข่

ในกรณีที่มีการหลั่งหรือฉีดน้ำเชื้อเข้าสู่ท่อสืบพันธุ์ตัวเมียในเวลาที่เหมาะสมไข่จะได้รับการผสมกับตัวอสุจิที่บริเวณแอมพูลลา และมีตัวอสุจิเพียงตัวเดียวเท่านั้นที่มีโอกาสผสมกับไข่แต่ละฟอง เมื่อตัวอสุจิมาพบกับไข่นั้นไข่ยังคงถูกหุ้มอยู่ด้วยเซลล์จากกระเปาะไข่ (follicular cell) เป็นชั้นๆ อีก 3 ชั้น อะโครโซมของตัวอสุจิจะหลั่งเอนไซม์ออกมาย่อยแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเซลล์ในชั้นต่างๆ เหล่านี้

ให้เป็นช่องทางที่อสุจิจะแทรกตัวผ่านเข้าไปได้หลังจากที่ตัวอสุจิได้แทรกผ่านชั้นต่าง ๆ ของเซลล์จากกระเปาะไข่แล้ว อสุจิจะต้องแทรกผ่านเยื่อหุ้มไข่ (vitelline membrane) เข้าไปภายในไข่ เมื่อตัวอสุจิแทรกผ่านไปแล้ว เซลล์จากกระเปาะไข่ชั้นในสุดซึ่งอยู่ติดกับเยื่อหุ้มไข่และเยื่อหุ้มไข่ จะหลอมปิดสนิทเช่นเดิมเพื่อป้องกันไม่ให้อสุจิตัวอื่นแทรกผ่านเข้าไปภายในไข่ได้อีก

เมื่อตัวอสุจิแทรกผ่านเข้าไปในไข่ได้แล้ว ส่วนหัวของตัวอสุจิจะแยกออกจากส่วนหางและผนังหุ้มเซลล์จากนั้นโปรนิวเคลียส (pronucleus) ของอสุจิและโปรนิวเคลียสของไข่ ซึ่งต่างก็มีจำนวนโครโมโซมเพียงครึ่งหนึ่ง(N) จะเคลื่อนเข้าหากันและหลอมรวมกัน ทำให้ได้นิวเคลียสใหม่ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (2N) และล้อมรอบด้วยไซโตพลาสซึม (cytoplasm) อยู่ภายในเซลล์ ซึ่งขณะนี้เรียกว่าไซโกท (zygote) ที่พร้อมจะทำการแบ่งเซลล์แบบไม่ลดจำนวนโครโมโซม (miotic cell division) เพื่อพัฒนาเป็นชีวิตใหม่ต่อไป

การตั้งท้อง

การตั้งท้อง (gestation period หรือ pregnancy period) เป็นระยะเวลาที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนภายในท้องแม่ตั้งแต่การเริ่มปฏิสนธิจนกระทั่งคลอด ซึ่งจะใช้เวลาต่างกัน โดยมีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้อง คือ

1. ปัจจัยเกี่ยวกับตัวสัตว์ สภาพความพร้อมและความสมบูรณ์ของร่างกายสัตว์ที่ตั้งท้องเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้อง ทั้งนี้สัตว์ซึ่งมีอายุอยู่ในวัยเจริญพันธุ์จะมีความพร้อมมากกว่าวัยอื่นๆ สัตว์ที่มีอายุมากมักมีระยะการตั้งท้องนานกว่าสัตว์ที่มีอายุน้อย

2. ปัจจัยเกี่ยวกับตัวอ่อนในท้อง จำนวน เพศ และการทำงานของต่อมใต้สมอง และต่อม หมวกไตของลูกอ่อนในท้อง เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระยะการตั้งท้อง สำหรับสัตว์ที่ปกติมีการตั้งท้องให้ลูกคราวละตัวนั้น หากมีลูกอ่อนเกิดขึ้นมากกว่า 1 ตัวในการตั้งท้องโดยการเกิดลูกแฝด จะทำให้ระยะการตั้งท้องสั้นลง เช่น การเกิดลูกแฝดในโคมีระยะการตั้งท้องสั้นกว่าการเกิดลูกโคตัวเดียวประมาณ 3-6 วัน ส่วนเพศของลูกอ่อนนั้นพบว่าระยะตั้งท้องลูกอ่อนเพศเมียจะสั้นกว่าระยะตั้งท้องลูกสัตว์เพศผู้ เช่น การตั้งท้องของม้าและโคที่มีลูกอ่อนเป็นเพศเมียจะมีระยะอุ้มท้องสั้นกว่าเมื่อลูกอ่อนเป็นเพศผู้ 1-2 วัน นอกจากนี้เมื่อลูกอ่อนเจริญขึ้นจนต่อมใต้สมองและต่อมหมวกไตเริ่มทำหน้าที่แล้ว ฮอร์โมนที่หลั่งจากต่อมเหล่านี้อาจมีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้องได้เช่นกัน

3. ปัจจัยด้านพันธุกรรม การที่สัตว์ชนิดต่างๆ และพันธุ์ต่างๆ มีระยะเวลาการตั้งท้องแตกต่างกันออกไปนั้น เป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าพันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญที่กำหนดระยะเวลาการตั้งท้องของสัตว์ นอกจากนี้ยังพบว่าการผสมเลือดชิดจนลักษณะด้อยปรากฏขึ้นในลูกอ่อน จะทำให้ระยะการตั้งท้องลูกอ่อนนั้นยาวนานกว่าปกติ

4. ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม อาหาร อุณหภูมิ ฤดูกาล ฯลฯ ซึ่งเป็นส่วนประกอบ

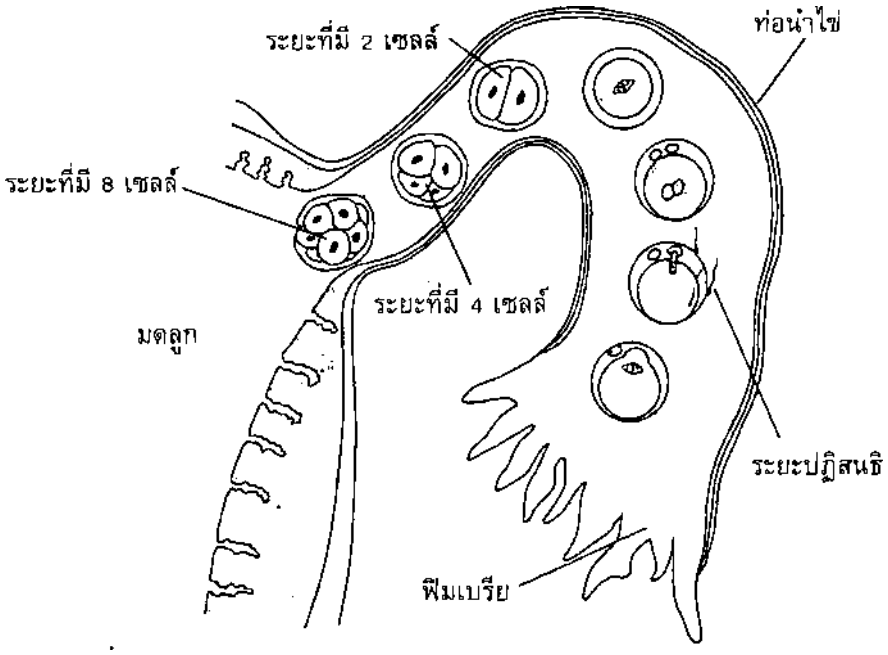
ของสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสัตว์ ทำให้เกิดสภาพที่เหมาะสมหรือไม่เหมาะสมต่อการตั้งท้อง จึงส่งผลกระทบต่อระยะเวลาของการตั้งท้องได้เช่นกัน

หลังจากการเกิดการปฏิสนธิแล้ว ไข่จะกลายเป็นตัวอ่อน (embryo) และจะเดินทางจากท่อนำไข่เพื่อไปฝังตัวที่มดลูก โดยจะใช้เวลาแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด ในระหว่างการเดินทางนี้ตัวอ่อนจะแบ่งเซลล์แบบไม่ลดจำนวนโครโมโซม (meiotic division) เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ ทั้งนี้ตัวอ่อนของสุกรจะใช้เวลาอยู่ในท่อนำไข่ประมาณ 2 วัน ส่วนตัวอ่อนของโคและแกะจะใช้เวลาอยู่ในท่อนำไข่ประมาณ 3 วัน เมื่อเริ่มเดินทางเข้าสู่มดลูกนั้น ตัวอ่อนของสุกรจะอยู่ในระยะที่มี 4 เซลล์ ส่วนตัวอ่อนของโคและแกะจะอยู่ในระยะที่มี 8 - 1 6 เซลล์ ในระยะนี้ยังไม่มีการฝังตัวของตัวอ่อนที่มดลูก แต่ตัวอ่อนจะทำการแบ่งเซลล์เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์และมีพัฒนาการไปเรื่อยๆ ตลอดจนมีการสร้างถุงน้ำคร่ำ (amnion) ขึ้นมา จากนั้นจึงมีการเกาะติดของเยื่อหุ้มตัวอ่อน (embryonic membrane) กับเยื่อบุผนังมดลูก (endometrium) และมีการพัฒนาตามกระบวนการสร้างรก (placentation) ทำให้เกิดรก (placenta) ขึ้น สำหรับสุกรนั้นการเกาะติดนี้จะเริ่มภายในวันที่ 13-14 หลังการตกไข่ และจะฝังตัวเสร็จเรียบร้อยประมาณวันที่ 25-26 หลังการตกไข่ ส่วนโคและแกะนั้น การเกาะติดจะเริ่มประมาณวันที่ 22 และ 13 หลังจากตกไข่ตามลำดับ และจะฝังตัวเสร็จเรียบร้อยประมาณวันที่ 40 และ 30 หลังการตกไข่ ตามลำดับ หลังจากมีการเกาะติดแล้วตัวอ่อนได้รับอาหารจากแม่ตลอดจนเปลี่ยนถ่ายก๊าซและของเสียกับแม่โดยผ่านทางรก และจะมีการพัฒนาต่อไปจนมีระบบอวัยวะต่างๆ ครบถ้วน เมื่อตัวอ่อนได้มีการพัฒนาจนมีระบบอวัยวะต่างๆ ครบถ้วนชัดเจนแล้ว เรียกว่าลูกอ่อน (fetus) สำหรับตัวอ่อนของสัตว์เลี้ยงในฟาร์มนั้นจะเริ่มเข้าสู่ระยะการเป็นลูกอ่อน (fetal stage) ในสัปดาห์ที่ 4-5 ของการอุ้มท้อง จากนั้นลูกอ่อนจะเจริญเติบโตอยู่ในมดลูกของแม่จนกว่าจะครบกำหนดคลอด

ตารางที่ 5.3 ระยะเวลาในการอุ้มท้องของสัตว์

ชนิดและพันธุ์สัตว์	ระยะเวลาในการอุ้มท้อง (วัน)	
	เฉลี่ย	ช่วง
โคนม		
บราวห์สวิส (Brown Swiss)	290	270 - 306
แดรี ชอร์ดฮอร์น (Dairy Shorthorn)	282	-
โฮลสไตน-ฟรีเซียน (Holstein-Friesian)	279	262 - 359
เจอร์ซี (Jersey)	279	270 - 285
โคเนื้อ		
เฮอร์ฟอร์ด (Hereford)	285	243 - 316
บีฟซอร์ตฮอร์น (Beef Shorthorn)	283	273 – 294
บราห์มัน (Brahman, Zebu)	292	271 - 310
แกะ	148	140-159
สุกร		
สุกรพันธุ์	114	102 - 128
สุกรป่า	-	124-140

ที่มา : Hafez (1980)



ภาพที่ 5.3 พัฒนาการของตัวอ่อนระหว่างอยู่ในท่อนำไข่
ที่มา : Hunter (1985)

อัตราการเจริญเติบโตของลูกอ่อนในมดลูกของแม่นี้จะแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิด ในระยะนี้อวัยวะต่างๆ ของลูกอ่อนซึ่งมีอยู่ครบทุกส่วนแล้วจะต้องมีการพัฒนาต่อไป โดยการเจริญเติบโตส่วนใหญ่ของตับ หัวใจ และไต จะเกิดขึ้นในช่วงแรกๆ ของระยะการเป็นลูกอ่อน เพราะอวัยวะเหล่านี้จะต้องทำหน้าที่สำคัญระหว่างการเจริญเติบโตของลูกอ่อนและจะต้องสามารถทำหน้าที่ได้เต็มที่ก่อนที่ลูกอ่อนจะคลอดออกมาจากท้องแม่ขณะที่การเจริญเติบโตส่วนใหญ่ของท่อทางเดินอาหารจะเกิดขึ้นในช่วงท้ายๆ ของระยะนี้ เนื่องจากลูกอ่อนได้รับสารอาหารต่างๆ จากระบบเลือดของแม่ ระบบย่อยอาหารจึงไม่สำคัญสำหรับการมีชีวิตของลูกอ่อน

อัตราการเจริญเติบโตของอวัยวะส่วนต่างๆ จะแตกต่างกันไปในและช่วงเวลาดังกล่าว แต่การเปลี่ยนแปลงของลูกอ่อนจะเป็นไปอย่างต่อเนื่องตลอดระยะการเป็นลูกอ่อนนี้ ขณะลูกอ่อนเจริญเติบโตขึ้นก็จะค่อยๆ มีความจำเป็นในการพึ่งพาแม่น้อยลง และเมื่อลูกอ่อนเจริญเติบโตพอที่จะมีชีวิตอยู่ได้ด้วยตนเองแล้ว ฮอร์โมนออกซีโตซินจะกระตุ้นให้กล้ามเนื้อมดลูกหดตัว ท่อสืบพันธุ์เกิดการคลายตัวเพื่อเป็นทางผ่านให้ลูกอ่อนออกสู่ภายนอก และลูกอ่อนถูกขับออกไปนอกมดลูก

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนโนระหว่างการอุ้มท้อง เมื่อมีการอุ้มท้องเกิดขึ้นจะมีปัจจัยบางอย่างจากตัวอ่อนที่ส่งสัญญาณไปรักษาสภาพคอร์ปัสลูเทียมของแม่ไว้ให้คงอยู่ต่อไป เพื่อให้คอร์ปัสลูเทียมได้ทำหน้าที่ผลิตและหลั่งฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนออกมารักษาสภาพการอุ้มท้องไว้ ซึ่งคอร์ปัสลูเทียมนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการรักษาสภาพการอุ้มท้องของสัตว์ทุกชนิดเอาไว้โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ในระยะแรกของการอุ้มท้อง ถึงแม้ว่าต่อมหมวกไตจะหลั่งโปรเจสเตอโรนออกมาบ้างจำนวนเล็กน้อย แต่หลังจากที่มีการสร้างรกขึ้นแล้ว รกจะเป็นอีกแหล่งหนึ่งที่หลั่งโปรเจสเตอโรนออกมา ในสัตว์เลี้ยงส่วนใหญ่ยกเว้นม้าและแกะที่รกสามารถหลั่งโปรเจสเตอโรนออกมารักษาสภาพการอุ้มท้องได้อย่างเพียงพอ ในระยะหลังของการอุ้มท้อง แม้จะถูกตัดรังไข่ออกไป โดยแกะสามารถหลั่งโปรเจสเตอโรนจากรกได้อย่างเพียงพอตั้งแต่วันที่ 50 ของการอุ้มท้องเป็นต้นไป

สำหรับแม่โค หลังจากมีการเกาะติดของตัวอ่อนแล้ว ระดับโปรเจสเตอโรนจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงระดับหนึ่งจึงมีปริมาณค่อนข้างคงที่ และจะลดระดับลงก่อนคลอด 20-30 วัน ส่วนระดับของเอสโตรเจนจะตกในช่วงต้นและช่วงกลางของการอุ้มท้อง แต่เมื่อถึงช่วงปลายคือประมาณวันที่ 250 ของการอุ้มท้องเป็นต้นไป ฮอร์โมนเอสโตรเจนจะเพิ่มระดับสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และประมาณ 8 ชั่วโมงก่อนคลอด จึงลดระดับลงอย่างรวดเร็วหลังคลอด

ในแม่สุกร ระดับโปรเจสเตอโรนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในระหว่าง 10 วันแรกหลังจากการปฏิสนธิโดยระดับโปรเจสเตอโรนจะขึ้นถึงระดับสูงสุดในวันที่ 10 แต่เมื่อถึงวันที่ 20 ของการอุ้มท้องระดับโปรเจลเตอโรนจะลดลงเล็กน้อย แล้วจะรักษาระดับไว้ค่อนข้างคงที่ตลอดระยะของการอุ้มท้องที่เหลือ จนถึงก่อนเวลาคลอดเล็กน้อย ระดับโปรเจสเตอโรนจึงลดลงอย่างรวดเร็วส่วนระดับเอสโตรเจนนั้นจะค่อนข้างคงที่จนถึงระยะก่อนคลอด 2 สัปดาห์ ระดับเอสโตรเจนจึงเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่หลังจากคลอดแล้วระดับเอสโตรเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วส่วนในแกะที่อุ้มท้องนั้น ระดับโปรเจสเตอโรนจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อย่างสม่ำเสมอ และจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 50 ของการอุ้มท้อง เนื่องจากรกสามารถสร้างโปรเจสเตอโรนได้มาก จากนี้ไประดับโปรเจสเตอโรนจะค่อนข้างคงที่ จนกระทั่งก่อนคลอดเล็กน้อยจึงลดระดับลงอย่างรวดเร็ว สำหรับระดับเอสโตรเจนในแกะที่อุ้มท้องนั้นจะมีระดับต่ำ ตลอดระยะการอุ้มท้อง เมื่อใกล้ถึงเวลาคลอดจึงมีระดับสูงขึ้นเล็กน้อย แต่ในระหว่างกระบวนการคลอดลูกนั้นระดับเอสโตรเจนสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว และลดระดับลงอย่างรวดเร็วเช่นกันภายหลังสิ้นสุดการคลอดแล้ว

การคลอด

การคลอด (parturition) คือกระบวนการที่มดลูกของสัตว์ที่กำลังอุ้มท้องทำการขับลูกอ่อน ซึ่งเจริญเต็มที่แล้วพร้อมทั้งรกออกไปนอกร่างกายของแม่ เพื่อให้ลูกได้เริ่มมีชีวิตอยู่ได้เอง โดยอิสระกระบวนการคลอดนี้จะอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนโดยตรง ทั้งฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อของแม่และของตัวลูกอ่อนเอง

กลไกที่ทำให้การอุ้มท้องสิ้นสุดลงหลังจากครบกำหนดการอุ้มท้องของสัตว์แต่ละชนิดแล้วนั้น อาจเกิดจากการเจริญเติบโตของลูกอ่อนและรก พร้อมทั้งการเพิ่มปริมาตรของของเหลวภายในที่ทำให้มดลูกเต็มและแน่นไปด้วยมวลของสิ่งเหล่านี้จนไม่มีที่ว่างเหลือ นอกจากนี้ลูกอ่อน

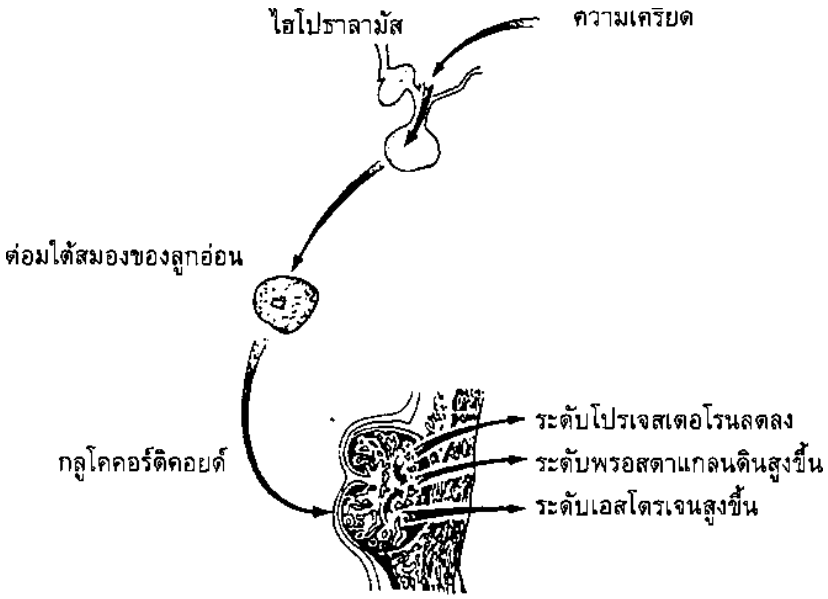
ที่เจริญเต็มที่แล้วจะมีการเคลื่อนไหวของแขนขา การกลืน การทำงานของหลอดลม ปอด และกระบังลม ความเครียดในการหายใจอาจจะเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของปอดและมีการแลกเปลี่ยนก๊าซผ่านทางรกไม่เพียงพอ ขณะเดียวกันเมื่อมีปริมาณการเผาผลาญมากขึ้น การเคลื่อนย้ายสารอาหารและของเสียผ่านทางรกจึงอาจมีประสิทธิผลไม่เพียงพอ ซึ่งสภาพเหล่านี้อาจทำให้ลูกอ่อนเกิดความเครียดขึ้น ระหว่างที่ระบบอวัยวะต่างๆ หลายระบบของลูกอ่อนเจริญจนสามารถทำหน้าที่ได้เต็มที่ในสัปดาห์สุดท้ายของระยะอุ้มท้องนั้น ต่อมหมวกไตก็จะเจริญเต็มที่เช่นกัน และการผลักดันให้มีการคลอดก็เกิดจากบทบาทของต่อมหมวกไตเป็นส่วนใหญ่ แต่อย่างไรก็ตามอิทธิพลเหล่านี้จากลูกอ่อนจะเพียงแต่บังคับให้การอุ้มท้องสิ้นสุดลงเท่านั้น ส่วนกระบวนการต่อไปที่จะเกิดขึ้นในการคลอดนั้น จะต้องมีการทำงานของระบบฮอร์โมนของแม่เข้าร่วมด้วย

การเปลี่ยนแปลงของฮอร์โมนที่ทำให้เกิดการคลอดปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของร่างกายแม่และลูกอ่อนเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้การคลอดเป็นไปโดยปกติ การเปลี่ยนแปลงเพื่อการคลอดอาจเริ่มต้นจากต่อมไฮโปธาลามัสของลูกอ่อนซึ่งตอบสนองต่อสภาพความเครียดที่เกิดขึ้นได้ดังกล่าวแล้วโดยการหลั่งรีลีสซิ่งฮอร์โมน (releasing hormone) ออกไปกระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้าของลูกอ่อนเองให้หลั่งฮอร์โมนเอซีทีเอช (ACTH:adrenocorticotrophic hormone) ซึ่งมีผลไปส่งเสริมให้ต่อมหมวกไตของลูกอ่อนหลั่งคอร์ติโคสเตอรอยด์เข้าสู่กระแสเลือดของลูกอ่อน จากนั้นคอร์ติโคสเตอรอยด์จะไปกระตุ้นให้มดลูกและ/หรือรกสร้างพรอสตาแกลนดินและทำให้การหลั่งโปรเจสเตอโรนยุติลง แต่กลับมีการสร้างเอสโตรเจนขึ้นมาแทน เมื่อไม่มีโปรเจนเตอโรนช่วยระงับการเคลื่อนไหวของมดลูก แต่กลับมีพรอสตาแกลนดินกระตุ้นให้เกิดการหดตัวของมดลูกจึงทำให้เกิดการคลอดขึ้น

ขั้นตอนในการคลอด

การคลอดของสัตว์จะเป็นไปได้อย่างปกติหรือไม่นั้นย่อมขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของแรงขับลูกออกของแม่ ขนาดตัวและท่าทางของลูกอ่อน ตลอดจนช่องทางผ่านสู่ภายนอกของลูกอ่อน โดยจะต้องมีแรงบีบตัวของกล้ามเนื้อมดลูกและกล้ามเนื้อท้องมากพอที่จะขับลูกออก ลูกต้องมีขนาดไม่ใหญ่เกินไป และมีท่าทางที่เหมาะสมที่จะผ่านออกจากร่างกายแม่ได้สะดวก โดยเฉพาะในสัตว์ที่ตั้งท้องลูกตัวเดียวนั้น ลูกจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับขนาดช่องคลอดของแม่สัตว์ จะต้องอาศัยการจัดท่าทางให้เหมาะสมจึงจะผ่านออกไปได้ ขณะเจริญอยู่ในท้องแม่นั้นลูกอ่อนจะจัดท่าทางโดยการงอขาและร่างกายส่วนต่างๆ และอาจให้ส่วนหลังอยู่ตามแนวโค้งของมดลูก เมื่อจะคลอดลูกอ่อนจะต้องจัดท่าทางใหม่ให้เหมาะสม นอกจากนั้นคอมดลูกและกระดูกเชิงกรานของแม่จะต้องมีการขยายตัวออก เส้นเอ็นต่างๆ ต้องคลายตัวลง และช่องคลอดต้อง

อ่อนตัวลง เพื่อเปิดทางให้ลูกอ่อนผ่านออกไปโดยสะดวก สำหรับกล้ามเนื้อมดลูกนั้นได้มีการเตรียมพร้อมมา ตั้งแต่ระยะอุ้มท้องโดยมีการเจริญของเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) อย่างมาก จึงมีความสามารถในการบีบตัวมากขึ้น ช่วยให้การคลอดดำเนินไปได้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงกลางของการคลอดเป็นต้นไป ซึ่งมีฮอร์โมนออกซีโตซินออกมาช่วยกระตุ้นการบีบตัวของมดลูก



ภาพที่ 5.4 ปฏิสัมพันธ์ของฮอร์โมน
ที่มา : ดัดแปลงจาก Hunter (1985)

ทั้งนี้ขั้นตอนในการคลอดแบ่งออกได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะเตรียมการ ระยะขับลูกอ่อนออก และระยะขับรกออก

ระยะที่ 1 ระยะเตรียมการ (preparatory) เป็นระยะที่ระดับโปรเจสเตอโรนในน้ำเลือดลดลง ซึ่งจะเกิดขึ้นก่อนการคลอด 2 วัน ขณะเดียวกันระดับเอสโตรเจนในน้ำเลือดเพิ่มสูงขึ้น และเมื่อการคลอดเริ่มต้นขึ้น ในช่วงสุดท้ายของระยะเตรียมการนี้ ต่อมใต้สมองส่วนหลังจึงหลั่งออกซีโตซิน พร้อมกับการหลั่งฮอร์โมนรีแล็กซินที่จะไปกระตุ้นให้คอมดลูกขยายตัวออกจนมดลูกและช่องคลอดกลายเป็นท่อเดียวกันเพื่อให้ลูกอ่อนผ่านออกไปได้โดยสะดวก

ในระยะเตรียมการนี้จะมีการบีบตัวของกล้ามเนื้อมดลูกเป็นจังหวะ การบีบตัวทำให้สัตว์มีอาการไม่ค่อยสบาย อยู่ไม่สุข หายใจเร็วขึ้น และอุณหภูมิร่างกายมักลดลงเล็กน้อย ความถี่ในการบีบตัวจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดสัตว์ ในแพะและแกะที่อุ้มท้องจนใกล้คลอดจะเริ่มมีการบีบตัวของมดลูกครั้งละ 5-10 นาที เป็นช่วงๆ ห่างกันประมาณ 30-60 นาที โดยบางตัวอาจเริ่มมี

การบีบตัวของมดลูกบ้างตั้งแต่อุ้มท้องได้ 3 เดือนเมื่อถึงระยะก่อนคลอดประมาณ 4 วัน จึงเริ่มมีการบีบตัวถี่ขึ้นและแรงขึ้น ต่อมาในระยะประมาณ 12 ชั่วโมงก่อนคลอด จะมีแรงในการบีบตัวเพิ่มขึ้นอีก เป็นการบีบตัวระยะสั้นๆ ครั้งละประมาณ 1 นาที แต่ถี่ขึ้นเป็นจังหวะประมาณ 30 ครั้งต่อชั่วโมง ส่วนในโคที่อุ้มท้องนั้น เมื่อถึงระยะใกล้คลอดจะมีการบีบตัวของมดลูกเปลี่ยนไปจากการบีบตัวแบบไม่เป็นจังหวะ ไม่เป็นช่วง มาเป็นจังหวะ เป็นช่วง และมีลักษณะคล้ายการบีบตัวไล่กันแบบลูกคลื่นของลำไส้ ยิ่งใกล้คลอดมากขึ้นความถี่ของการบีบตัวจะยิ่งเพิ่มขึ้น ในช่วง 2 ชั่วโมงก่อนคลอด ความถี่ของการบีบตัวจะเพิ่มขึ้นจาก 12 ครั้งต่อชั่วโมง เป็น 24 ครั้งต่อชั่วโมง และก่อนคลอดเล็กน้อยความถี่จะเพิ่มขึ้นเป็น 48 ครั้งต่อชั่วโมง การบีบตัวของกล้ามเนื้อมดลูกนี้จะช่วยให้การเกาะตัวของรกค่อยๆ อ่อนตัวลง และเริ่มมีการสลายตัวที่เยื่อบุผิว ทำให้รกหลุดลอกออกมาจากมดลูกได้ง่าย

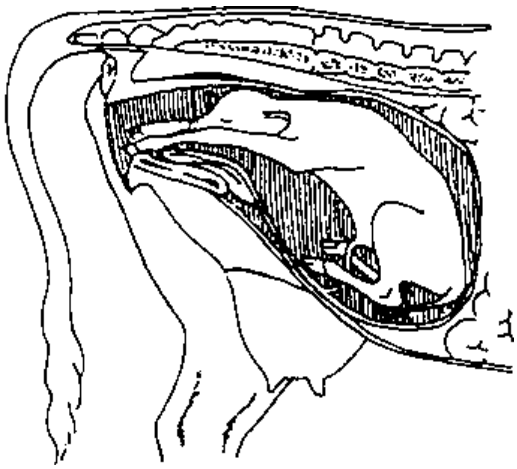
ระยะที่ 2 ระยะขับตัวอ่อนออก (expulsion of the fetuses) ระยะนี้เริ่มต้นเมื่อถุงน้ำคร่ำถูกกล้ามเนื้อมดลูกบีบไล่จนเคลื่อนเข้าสู่ช่องเชิงกราน ทำให้เกิดความตึงและไปกระตุ้นให้กล้ามเนื้อกระบังลมและกล้ามเนื้อท้องเริ่มบีบตัว ลูกอ่อนจึงถูกดันให้ผ่านคอมดลูกเข้าสู่ช่องคลอด พร้อมๆ กับที่ถุงน้ำคร่ำมักจะแตกออก จากนั้นจึงผ่านออกสู่ภายนอกร่างกายแม่อย่างค่อนข้างรวดเร็ว

ในสัตว์ที่อุ้มท้องลูกตัวเมีย เช่นโค การคลอดปกติลูกโคมักอยู่ในท่าที่เหยียดปลายขาหน้าทั้งคู่ออกมาก่อนตามด้วยจมูกโดยหัวลูกโคหมอบชิดอยู่กับเข่าหน้าจากนั้นไหล่ลำตัวสะโพก ขา และเท้าคู่หลังตามลำดับ การคลอดที่ผิดทำไปจากนี้เป็นการคลอดที่ผิดปกติ สวนในสัตว์ที่อุ้มท้องลูกคราวละหลายตัว เช่น สุกร การคลอดปกติของลูกสุกรอาจจะโผล่ด้านหัวหรือหางออกมาก่อนก็ได้ ระยะที่ 2 นี้จะสิ้นสุดลงเมื่อลูกทุกตัวได้คลอดออกมาแล้ว ซึ่งจะใช้เวลาต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด สำหรับในสัตว์ที่อุ้มท้องลูกตัวเดียวนั้นจะสังเกตเห็นระยะที่ 2 นี้ได้ชัดเจน เพราะมีการขับลูกอ่อนออกก่อนที่จะขับรก ส่วนในสัตว์ที่อุ้มท้องลูกคราวละหลายตัวนั้น มักจะมีการขับลูกออกมาพร้อมกับรก บางครั้งจึงไม่สามารถแยกระยะที่ 2 นี้ออกจากระยะที่ 3 ได้

ระยะที่ 3 ระยะขับรกออก (expulsion of the placenta) เมื่อสิ้นสุดระยะที่ 2 แล้วกล้ามเนื้อท้องและกระบังลมจะหยุดบีบตัว ดังนั้นในระยะที่ 3 นี้จึงมีแต่การบีบตัวของกล้ามเนื้อมดลูกเท่านั้น โดยมีความแรงในการบีบตัวลดลง แต่มีความถี่ในการบีบตัวมากขึ้น อย่างไรก็ตามความถี่นี้จะไม่ค่อยสม่ำเสมอ การบีบตัวของมดลูกในระยะนี้จะช่วยให้รกลอกหลุดออกจากมดลูกและถูกขับออกภายนอก ถ้าหากระยะขับรกออกนี้ยืดเยื้อออกไปและรกไม่ถูกขับออกสู่ภายนอกอาจทำให้แม่สัตว์เกิดอาการมดลูกอักเสบมีไข้ อุณหภูมิร่างกายสูง และเบื่ออาหาร

เมื่อรกหลุดออกมาภายนอกแล้ว สัตว์เลี้ยงที่คลอดลูกส่วนใหญ่จะกินรกเหล่านี้เข้าไป และแม่สัตว์โดยทั่วไปยกเว้นสุกรจะเลียลูกและดันให้ลูกมาดูดนมแม่ ทำให้เกิดการกระตุ้นให้มี

การหลั่งออกซีโตซินออกมาทำให้เกิดการหลั่งน้ำนมขึ้น



ภาพที่ 5.5 ท่าคลอดที่ปกติของลูกโค
ที่มา : Sorensen (1979)

การให้นม

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนม

หลังจากการคลอดลูกแล้วจะเป็นระยะให้นมลูก แม่สัตว์จะต้องสร้างและหลั่งน้ำนมออกมาให้เพียงพอสำหรับเลี้ยงลูก ทั้งนี้มีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและส่วนประกอบของน้ำนมที่จะหลั่งออกมา ที่สำคัญได้แก่ พันธุกรรม อายุสัตว์ ระยะการให้นม อาหาร สุขภาพและความสมบูรณ์ ภูมิอากาศ และการจัดการรีดนมในสัตว์ให้นม ดังนี้

1. พันธุกรรม พันธุกรรมเป็นปัจจัยสำคัญเบื้องต้นที่ทำให้ปริมาณและส่วนประกอบของน้ำนมที่หลั่งออกมาต่างกัน ส่วนประกอบของน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแต่ละชนิดที่เลี้ยงกันอยู่ทั่วไปในฟาร์มจะแตกต่างกัน และสัตว์เหล่านี้จะสามารถสร้างและหลั่งน้ำนมได้ต่างกัน โดยโคนมจะสร้างและหลั่งน้ำนมได้มากกว่าโคเนื้อและสัตว์อื่นๆ มาก เนื่องจากได้ผ่านการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์เพื่อปรับปรุงลักษณะนี้มาเป็นเวลากว่าร้อยปี ส่วนประกอบโดยประมาณของน้ำนมของสัตว์แต่ละชนิดในช่วงกลางของระยะให้นม (mid-lactation) แสดงดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 ปริมาณการผลิตน้ำนมของสัตว์เลี้ยงบางชนิด

หน่วย : กิโลกรัมต่อวัน

ชนิดสัตว์	ปริมาณน้ำนม
โคนม	25.0
โคเนื้อ	6.8
สุกร	5.8
แกะ	1.5
แพะ	3.6

ที่มา : Acker (1991)

2. อายุสัตว์ เมื่อสัตว์ให้ลูกตัวแรกหรือครอกแรกนั้นร่างกายรวมทั้งอวัยวะต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างน้ำนม ยังเติบโตไม่เต็มที่ ทำให้สร้างและหลั่งน้ำนมได้น้อยกว่าที่จะสร้างได้ในการให้ลูกครั้งต่อๆ ไป ซึ่งร่างกายและอวัยวะต่างๆ ได้เจริญเติบโตมากขึ้นแล้ว เช่น ในโคนมจะให้นมเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับจนกว่าจะโตเต็มที่เมื่ออายุประมาณ 6 ปี ดังนี้

แม่โคอายุประมาณ 2 ปี ให้นมประมาณร้อยละ 70 ของแม่โคที่โตเต็มที่
แม่โคอายุประมาณ 3 ปี ให้นมประมาณร้อยละ 80 ของแม่โคที่โตเต็มที่
แม่โคอายุประมาณ 4 ปี ให้นมประมาณร้อยละ 90 ของแม่โคที่โตเต็มที่
แม่โคอายุประมาณ 5 ปี ให้นมประมาณร้อยละ 95 ของแม่โคที่โตเต็มที่
แม่โคอายุประมาณ 6 ปี จะให้นมเต็มที่
จากนั้นปริมาณน้ำนมจะลดลงเรื่อยๆ

3. ระยะการให้นม น้ำนมที่สร้างและหลั่งออกมาในช่วงหลังคลอดใหม่ๆ ซึ่งเรียกว่าน้ำนมเหลือง (colostrum) นั้นจะมีส่วนประกอบแตกต่างจากน้ำนมธรรมดา โดยน้ำนมเหลืองจะมีปริมาณวัตถุแห้ง โปรตีนไขมันและแร่ธาตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหล็ก แคลเซียม แมกนีเซียม คลอรีน และฟอสฟอรัส สูงกว่าน้ำนมธรรมดานอกจากนี้ยังมีวิตามินเอ วิตามินดี และอิมมูโนโกลบูลิน (immunoglobulin) สูงกว่าน้ำนมธรรมดา และมีปริมาณน้ำตาลแล็กโทสดีกว่าน้ำนมธรรมดา ระยะเวลาที่สร้างและหลั่งน้ำนมเหลืองจะต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด เช่น โคจะมีน้ำนมเหลืองอยู่ประมาณ 3-4 วัน สุกรมีน้ำนมเหลืองอยู่ประมาณ 24–36 ชั่วโมง จากนั้นจะเป็นการสร้างและหลั่งน้ำนมธรรมดา

หลังจากสัตว์คลอดลูกใหม่ๆ นั้น ในระยะแรก จะมีการหลั่งน้ำนมปริมาณไม่มาก จากนั้นจึงค่อยๆ เพิ่มปริมาณขึ้นจนถึงระดับสูงสุดและจะคงที่อยู่ชั่วระยะหนึ่ง แล้วจะค่อยๆ ลดลง เช่น ในแม่สุกรจะให้นมสูงสุดเมื่อประมาณวันที่ 21 แม่แกะให้นมสูงสุดเมื่อประมาณวันที่ 21-28 และในแม่โคจะ

ให้นมสูงสุดเมื่อประมาณวันที่ 15 - 30 ของระยะให้นม แล้วจะคงที่อยู่ระยะหนึ่ง จากนั้นจะลดลงช้าเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถในการให้นมทน (persistency) ของโคแต่ละตัว ซึ่งเป็นลักษณะทางพันธุกรรม และขึ้นอยู่กับอาหารที่ได้รับ

ตารางที่ 5.5 ส่วนประกอบของน้ำนมเหลืองและน้ำนมธรรมดาหลังคลอด 2 สัปดาห์ของโค

หน่วย : ร้อยละ

	น้ำนมเหลือง	**น้ำนมธรรมดา**
วัตถุแห้ง	23.9	12.9
แร่ธาตุ	1.1	0.7
โปรตีน	14.0	3.1
ไขมัน	6.7	4.0
แลกโตส	2.7	5.0

ที่มา : Acker (1991)

ทั้งนี้คุณภาพของน้ำนมธรรมดาจะเปลี่ยนแปลงตามระยะการให้นมในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณน้ำนมคือ เมื่อปริมาณน้ำนมลดลง คุณภาพของน้ำนมจะสูงขึ้น โดยจะมีเปอร์เซ็นต์โปรตีน ไขมัน และเถ้า เพิ่มขึ้น แต่ปริมาณน้ำตาลแลกโตสค่อนข้างคงที่

4. อาหาร อาหารและการให้อาหารสัตว์ในระยะให้นมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนม โภชนะที่มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมมากที่สุด ได้แก่ พลังงานและโปรตีนที่สัตว์ได้รับในแต่ละวัน ในระยะแรกของการให้นมนั้น แม่สัตว์ยังมีสุขภาพดี และปริมาณการให้น้ำนมยังไม่ถึงระดับสูงสุดความบกพร่องทางการให้อาหารอาจไม่แสดงผลเสียหายมากนัก แต่เมื่อผ่านไประยะหนึ่งและสัตว์ให้น้ำนมมากขึ้นหากสัตว์ได้รับพลังงานและโปรตีนไม่เพียงพอติดต่อกันมาตั้งแต่ต้นจะทำให้การให้นมลดลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งเห็นได้ชัดในโคนม ถ้าขาดอาหารมากนมก็จะลดลงรวดเร็วยิ่งขึ้น โคที่มีร่างกายสมบูรณ์จะได้รับความกระทบกระเทือนน้อยกว่าโคผอม เพราะสามารถดึงอาหารที่สะสมไว้ในร่างกายออกมาใช้ช่วยบรรเทาได้ นอกจากนี้ สัดส่วนของโภชนะต่างๆ ในอาหารยังมีอิทธิพลต่อส่วนประกอบของน้ำนมอีกด้วย เช่น แม่โคที่ได้รับโภชนะต่างๆ ครบถ้วนตามความต้องการแต่ได้รับอาหารหยาบน้อยเกินไป แม้ว่าปริมาณการให้นมของแม่โคจะไม่ลดลง แต่น้ำนมจะมีไขมันต่ำกว่าปกติ

5. สุขภาพและความสมบูรณ์ สุขภาพและสภาพความสมบูรณ์ของร่างกายมีอิทธิพลต่อปริมาณการให้นมและส่วนประกอบของน้ำนม โรคบางชนิดอาจทำให้ปริมาณการให้นมลดลงได้อย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเต้านมอักเสบและมดลูกอักเสบ แม่โคที่มีร่างกายสมบูรณ์ดีตั้งแต่ก่อน

คลอด จะให้นมได้มากกว่าโคที่ผอม เพราะมีอาหารเก็บสำรองไว้ในร่างกายมาก แม่สุกรที่อ้วนหรือผอมเกินไปก็จะให้นมน้อยเช่นกัน นอกจากนี้สัตว์ที่อ้วนยังให้นมที่มีปริมาณไขมันสูงกว่าปกติอีกด้วย

6. ภูมิอากาศ ภูมิอากาศมีอิทธิพลต่อการให้นมของสัตว์ทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม อากาศร้อนทำให้สัตว์เกิดความเครียด ซึ่งจะส่งผลต่อระบบฮอร์โมนที่ควบคุมการให้น้ำนม ทำให้การให้นมลดลงได้โดยตรงสำหรับผลโดยทางอ้อมนั้น อากาศร้อนจัดทำให้สัตว์กินอาหารได้น้อยลง ขณะที่สภาพอากาศที่เหมาะสมหรือค่อนข้างเย็นจะทำให้สัตว์กินอาหารได้มากขึ้น ซึ่งปริมาณอาหารและโภชนะที่สัตว์ได้รับนี้จะส่งผลต่อปริมาณการให้นมและส่วนประกอบของน้ำนมดังได้กล่าวแล้ว

7. การจัดการรีดนมในสัตว์ให้นม ในสัตว์ให้นม เช่น โคนม หรือแพะนม นั้นการจัดการเกี่ยวกับการรีดนมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีอิทธิพลต่อปริมาณการให้นมและส่วนประกอบของน้ำนม ที่สำคัญได้แก่

7.1 ระยะเว้นในการรีดนม ปกติการรีดนมมักจะทำกันวันละ 2 ครั้ง คือ ตอนเช้ามืดและตอนเย็นซึ่งจะมีระยะเว้นในการรีดนมไม่ค่อยเท่ากัน โดยระยะเว้นจากการรีดตอนเย็นไปถึงตอนเช้า มักจะยาวนานกว่าระยะเว้นจากการรีดนมตอนเช้าไปถึงตอนเย็นทั้งนี้การรีดนมหลังระยะเว้นที่ยาวนานกว่าจะได้ปริมาณน้ำนมมากกว่าแต่ไขมันต่ำกว่าการรีดนมหลังระยะเว้นที่สั้นกว่า

7.2 ความถี่ในการรีดนม ในสัตว์ตัวที่ให้นมได้มากเป็นพิเศษ เช่น แม่โคนมที่ให้นมได้มากกว่าวันละ 15 กิโลกรัม หากรีดนมถี่ขึ้นจากวันละ 2 เวลา เป็นวันละ 3 เวลา จะทำให้ได้ปริมาณน้ำนมต่อวันเพิ่มมากขึ้นประมาณร้อยละ 15-20 เพราะการรีดนมที่อัดแน่นอยู่ภายในออกจะช่วยเร่งให้มีการสร้างน้ำนมขึ้นอีกบ้าง

7.3 การรีดนมให้หมดเต้า น้ำนมที่รีดได้ในตอนแรกของแต่ละครั้งที่รีด ที่เรียกว่า นมต้น (foremilk) มักจะใส มีไขมันต่ำ แต่เมื่อรีดไปเรื่อยๆ น้ำนมจะยิ่งข้นขึ้น มีไขมันสูงขึ้น เช่น ในโคนมนั้นนมต้นอาจมีไขมันเพียงร้อยละ 1-2 และเมื่อใกล้หมดเต้าอาจมีไขมันสูงถึงร้อยละ 6-7 ดังนั้นจึงแนะนำให้รีดนมจนหมดเต้าทุกครั้ง มิฉะนั้นแล้วน้ำนมที่รีดได้จะใสและมีไขมันต่ำ แต่เหลือนมที่ข้นและมีไขมันสูงไว้ในเต้าโดยไม่ได้รีด

การสร้างและหลั่งน้ำนม

การสร้างน้ำนมอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนหลายชนิด ที่สำคัญได้แก่ โปรแลคติน และ ACTH โดยมีเลือดและน้ำเหลืองเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของน้ำนม ซึ่งประมาณว่าจะต้องมีเลือดส่งผ่านมาที่เต้านมถึง 300-500 กิโลกรัม เพื่อให้เต้านมหรือต่อมนมดูดซึมอาหารที่เลือดนำมาสำหรับเปลี่ยนให้เป็นน้ำนม 1 กิโลกรัม ทั้งนี้เซลล์เยื่อบุ (epithelial cell) ของกระเปาะสร้างน้ำนม (alveoli) จะดูดซึมเอาอาหารจากเลือดที่ส่งมาเลี้ยงรอบนอกกระเปาะ สร้างน้ำนมและเปลี่ยนให้เป็นส่วนประกอบของน้ำนม แล้วจึงส่งเข้าไปอยู่ภายในส่วนกลางของกระเปาะ

(alveolar lumen) ถ้าการกลั้นน้ำนมของเต้านมเป็นไปโดยปกติการสร้างน้ำนมจะดำเนินไปอย่างต่อเนื่องในอัตราที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ทั้งกลางวันและกลางคืน เมื่อปริมาณน้ำนมเพิ่มมากขึ้น น้ำนมที่อัดแน่นในกระเปาะสร้างน้ำนมจะล้นทะลักออกจากกระเปาะเข้าสู่ท่อน้ำนม (mammary duct) ท่อเล็กและท่อใหญ่ตามลำดับ จนในที่สุดจะล้นไปถึงโพรงเก็บพักน้ำนม (gland cistern) ซึ่งเป็นโพรงเล็กโพรงน้อยติดต่อกันเหมือนฟองน้ำ อยู่เหนือโพรงหัวนม (teat cistern) เมื่อความดันในเต้านมสูงขึ้น การกลั่นสร้างน้ำนมจะลดลงและจะหยุดเมื่อความดันในส่วนกลางของกระเปาะสร้างน้ำนมเท่ากับความดันภายในเส้นเลือดฝอย

โดยปกติแล้ว ในระหว่างที่มีกระบวนการหลั่งน้ำนมจะมีการกลั่นสร้างน้ำนมขึ้นน้อยมากหรือไม่มีเลย ดังนั้นการหลั่งน้ำนมจึงเป็นการปล่อยน้ำนมที่เก็บพักไว้ล่วงหน้าแล้วในเต้านม น้ำนมที่อยู่ในโพรงเก็บน้ำนมและที่อยู่ในท่อน้ำนมท่อใหญ่นั้นจะถูกปล่อยออกจากเต้าได้ทันที หรือถูกรีดนม แต่ปริมาณน้ำนมที่จะถูกหลั่งออกมาในแต่ละครั้งนั้นส่วนใหญ่จะอยู่ภายในกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อฝอยของท่อน้ำนม ซึ่งน้ำนมเหล่านี้จะไม่สามารถรีดออกมาได้ด้วยการรีดธรรมดา การปล่อยน้ำนมออกจากกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อฝอยของท่อน้ำนมเหล่านี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกระตุ้นที่เหมาะสมจนเกิดการหลั่งฮอร์โมนออกซีโตซิน ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของระบบประสาทกับระบบฮอร์โมน เช่น การกระตุ้นโดยลูกสัตว์มาดุนหรือกระทุ้งเต้านม เสียงกระทบกันของเครื่องมือรีดนมในโรงรีดนม การนวดหรือการเช็ดเต้านมด้วยน้ำอุ่นก่อนการรีดนม ฯลฯ การกระตุ้นที่เหมาะสมเหล่านี้จะถูกส่งผ่านจากระบบประสาทไปยังสมอง ทำให้ต่อมใต้สมองหลั่งออกซีโตซิน ซึ่งเป็นฮอร์โมนที่มีบทบาทสำคัญในการหลั่งน้ำนมออกมา

เมื่อฮอร์โมนออกซีโตซินถูกหลั่งเข้าสู่กระแสเลือด เมื่อผ่านเข้าสู่ต่อมน้ำนม (mammary gland) จะทำให้เส้นใยไมโออีพิธีเลียม (myoepithelial fiber) ซึ่งพันอยู่รอบๆ ท่อน้ำนมและกระเปาะสร้างน้ำนมเกิดการหดตัวบีบรัดท่อและกระเปาะให้น้ำนมที่อยู่ภายในถูกปล่อยออกมาสู่ท่อใหญ่ของท่อน้ำนมและโพรงเก็บพักน้ำนม ตามลำดับ และจะถูกดูดออกโดยลูกสัตว์หรือเครื่องรีดนมได้โดยง่าย ทั้งนี้ออกซีโตซินจะออกฤทธิ์อยู่เพียง 4-6 นาทีเท่านั้น ดังนั้นการรีดนมหรือการดูดนมจะต้องเสร็จสิ้นภายในเวลานี้ด้วย

ในระหว่างที่ทำการรีดนมหรือสัตว์กำลังให้นมลูกนั้น ต้องระวังไม่ให้มีเหตุการณ์ไปรบกวนหรือขัดขวางกระบวนการหลั่งน้ำนม แม้แต่การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในการรีดนมหรือการมีคนแปลกหน้าเข้ามาในบริเวณที่กำลังให้นมลูกหรือกำลังรีดนม ก็อาจไปขัดขวางการปล่อยน้ำนมได้ เพราะเมื่อสัตว์ถูกทำให้กลัว ตกใจหรือตื่นเต้นนั้น ต่อมหมวกไตอาจจะหลั่งฮอร์โมนอิพิเนฟรีน (epinepherine) และนอร์อิพิเนฟรีน (norepinepherine) เข้าสู่กระแสเลือดทำให้เส้นเลือดที่ส่งออกซีโตซินไปสู่เส้นใยไมโออีพิธีเลียมเกิดการตีบตัน จึงมีออกซีโตซินไปสู่บริเวณนี้ไม่เพียงพอ เส้นใยเหล่านี้จึงเกิดการคลายตัว การปล่อยน้ำนมจึงหยุดลงด้วย นอกจากนี้การกระตุ้นผ่านระบบประสาทอาจทำให้ต่อมไฮโปธา

ลามัสหลั่งออกซีโตซินผ่านไปทางต่อมใต้สมองส่วนหลังสู่ระบบเลือดไม่เพียงพอหรือเซลล์ไมโออีพีธีเลียมไม่ตอบสนองต่อออกซีโตซินซึ่งล้วนทำให้การปล่อยน้ำนมหยุดลงได้ทั้งสิ้น

สำหรับระยะการให้น้ำนม (duration of lactation) นั้น จะแตกต่างกันออกไปในสัตว์แต่ละชนิดระยะการให้น้ำนมในสัตว์เลี้ยงส่วนใหญ่จะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกสัตว์ แต่ในโคนมนั้นปริมาณน้ำนมที่ผลิตได้จะมากกว่าความต้องการของลูกโคและระยะการให้นมก็ยาวนานกว่าความต้องการของลูกโคมาก โดยธรรมดาแล้วการผลิตน้ำนมจะเริ่มลดลงเมื่อลูกสัตว์เริ่มกินอาหารอื่นๆ ได้ และในที่สุดแม่จะไม่ยอมให้ลูกดูดนมแต่ในโคนมนั้นจะยังมีการสร้างน้ำนมต่อไปเรื่อยๆ และอาจยากที่จะทำให้แม่โคหยุดให้น้ำนมก่อนการคลอดลูกครั้งต่อไปได้ (Hafez B. and Hafez, 2000)

สรุป

ระยะการตั้งท้อง (gestation period หรือ pregnancy period) เป็นระยะเวลาที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนภายในท้องแม่ตั้งแต่เริ่มปฏิสนธิ จนกระทั่งคลอด ซึ่งจะใช้เวลาต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ การตั้งท้องเป็นระยะเวลาที่มีการพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนภายในท้องแม่ตั้งแต่การเริ่มปฏิสนธิจนกระทั่งคลอด ซึ่งจะใช้เวลาต่างกัน โดยมีปัจจัยหลายประการที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้อง คือปัจจัยเกี่ยวกับตัวสัตว์ ปัจจัยเกี่ยวกับตัวอ่อนในท้อง จำนวน เพศ และการทำงานของต่อมใต้สมอง และต่อมหมวกไตของลูกอ่อนในท้อง ปัจจัยด้านพันธุกรรม ปัจจัยเกี่ยวกับสภาพแวดล้อม อาหาร อุณหภูมิ ฤดูกาล และการคลอด (parturition) คือกระบวนการที่มดลูกของสัตว์ที่กำลังอุ้มท้องทำการขับลูกอ่อน ซึ่งเจริญเต็มที่แล้วพร้อมทั้งรกออกไปนอกร่างกายของแม่ เพื่อให้ลูกได้เริ่มมีชีวิตอยู่ได้เองโดยอิสระกระบวนการคลอดนี้จะอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนโดยตรง ทั้งฮอร์โมนจากระบบต่อมไร้ท่อของแม่และของตัวลูกอ่อนเอง

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายถึงการปฏิสนธิ (fertilization) มาอย่างละเอียด
2. ปัจจัยใดบ้างที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลาการตั้งท้อง จงอธิบายอย่างละเอียด
3. จงอธิบายขั้นตอนในการคลอดอย่างละเอียด
4. ปัจจัยทางพันธุกรรมมีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมอย่างไร
5. อาหารและการให้อาหารสัตว์ มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมอย่างไร
6. สุขภาพและความสมบูรณ์ มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมอย่างไร
7. การจัดการรีดนมในสัตว์ให้นม มีอิทธิพลต่อปริมาณและคุณภาพน้ำนมอย่างไร
8. จงอธิบายขั้นตอนการสร้างและหลั่งน้ำนม
9. ฮอร์โมนออกซีโตซินมีอิทธิพลอย่างไรต่อการหลั่งน้ำนม
10. ฮอร์โมนอิพิเนฟรีน (epinepherine) และนอร์อิพิเนฟรีน (norepinepherine) มีอิทธิพลอย่างไรต่อการหลั่งน้ำนม

เอกสารอ้างอิง

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

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

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

Hafez B. and E.S.E. Hafez. (2000). **Reproduction in Farm Animals.** 7th Ed. Lippincott Williams & Wilkins. USA. 509 pp.

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

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

บทที่ 6
การปฏิสนธิในสัตว์ปีกและการฟักไข่

บทนำ

สัตว์ปีกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังเลือดอุ่นชนิดเดียวที่มีการออกลูกเป็นไข่ คือ ตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาภายนอกร่างกายของแม่ซึ่งแตกต่างจากสัตว์เลือดอุ่นที่เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป ที่ตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาอยู่ภายในร่างกายของแม่จนกว่ามีอวัยวะครบสมบูรณ์แล้วจึงออกจากร่างกายของตัวแม่ และในบรรดาสัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่ สัตว์ปีกก็เป็นสัตว์ชนิดเดียวที่มีการฟักให้ความอบอุ่นและดูแลลูกอ่อนหลังจากฟักออกจากไข่ การบริโภคเนื้อสัตว์ปีกและไข่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จาก 85 ล้านตันในปี 2535 เป็น 117 ล้านตันในปี 2543 (Executive Guide to World Poultry Trends, 2001) ตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 20 การเพาะพันธุ์ของไก่ มีความสำคัญและมีการเปลี่ยนแปลงประสิทธิภาพทางพันธุกรรม และมีการพัฒนาเรื่อยมา โดยพิจารณาถึงการกำหนดลักษณะ วิธีการคัดเลือก และโครงสร้างอุตสาหกรรมที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ต้องมีการคัดเลือกพ่อแม่พันธุ์ต้องเลือกหรืออย่างน้อยต้องมีการตรวจสอบอายุที่เหมาะสม น้ำหนักไข่ น้ำหนักร่างกาย สีเปลือกไข่ ความแข็งแรงของเปลือกไข่ ความสูงของอัลบูมิน และลักษณะที่ส่งผลต่อผลผลิตของพ่อแม่พันธุ์ (James and Gerard, 2003)

การปฏิสนธิและการเจริญของตัวอ่อน

ในสัตว์ปีกซึ่งมีระบบการสืบพันธุ์แตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมนั้น น้ำเชื้อของตัวผู้ที่เข้าสู่ช่องเปิดของท่อนำไข่ตอนล่าง จะเคลื่อนตัวเข้าสู่ท่อนำไข่ตอนบนไปจนถึงบริเวณปากแตรโดยใช้เวลาสั้นๆ เพียง 26 นาทีและที่บริเวณนี้จะมีหลืบสำหรับเก็บอสุจิอยู่มากมาย เพื่อเก็บอสุจิไว้รอผสมกับไข่ที่ตกลงมา อสุจิของไก่จะมีชีวิตอยู่ในหลืบเก็บอสุจิได้นานถึง 32 วัน

เมื่อไข่แดงเข้ามาในปากแตรนั้นท่อนำไข่จะเหยียดออกและปล่อยตัวอสุจิออกจากหลืบที่เก็บกักตัวอสุจิไว้ให้ตัวอสุจิออกไปทำการปฏิสนธิกับไข่ การรวมตัวของอสุจิและไข่ซึ่งต่างก็มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย (haploid) นั้นทำให้ไข่ที่ได้ปฏิสนธิแล้วมีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (diploid) ไข่ที่ปฏิสนธิแล้วจะยังคงอยู่ในท่อสืบพันธุ์ของแม่ไก่ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 41.7 องศาเซลเซียสต่อไปอีกประมาณ 24 ชั่วโมง ในระหว่างนี้ไข่จะเดินทางผ่านส่วนต่างๆ ของท่อสืบพันธุ์และผ่านขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการสร้างฟองไข่ขณะเดียวกันก็จะมีการเจริญของตัวอ่อนเกิดขึ้นที่บริเวณจุดเจริญ (germinal disc) ภายหลังจากการปฏิสนธิแล้วประมาณ 3 ชั่วโมง จะเริ่มมีการแบ่งเซลล์จาก 1 เซลล์กลายเป็น 2 เซลล์ จากนั้นจึงมีการแบ่งเซลล์ต่อไปกลายเป็น 4 8 16 และเพิ่มจำนวนทวีคูณขึ้นเรื่อยๆ เป็นลำดับ จนกระทั่งมีกลุ่มเซลล์จำนวนมากอยู่ในบริเวณจุดสีขาวเล็กๆ บน

ผิวของไข่แดงที่เรียกว่าจุดเจริญ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ทำให้จุดเจริญของไข่ที่ปฏิสนธิแล้วมีขนาดใหญ่กว่าจุดเจริญของไข่ที่ยังไม่มีการปฏิสนธิ ในระหว่างที่ไข่อยู่ในท่อสืบพันธุ์ของแม่ไก่จนกระทั่งแม่ไก่วางไข่นั้น ตัวอ่อนจะมีการเจริญแบ่งเซลล์อย่างรวดเร็ว จนมีจำนวนหลายพันเซลล์ และมีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เป็นเนื้อเยื่อ 2 ชั้น คือเนื้อเยื่อชั้นนอก (ectoderm) และเนื้อเยื่อชั้นใน (endoderm)

เมื่อการสร้างฟองไข่เสร็จเรียบร้อยและแม่ไก่วางไข่แล้ว หากอุณหภูมิแวดล้อมต่ำกว่า 26.6 องศาเซลเซียส กระบวนการพัฒนาของไข่จะหยุดลงชั่วคราว การเก็บรักษาฟองไข่ไว้ในที่เย็นจะไม่ทำให้ตัวอ่อนตาย และเมื่อนำไปฟักก็จะมีการพัฒนาของตัวอ่อนต่อไปได้แต่หากนำไข่ไปเก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 26.6 องศาเซลเซียสก่อนที่จะนำไปฟักนั้น จะทำให้มีการเจริญอย่างช้าๆ ซึ่งอาจทำให้ตัวอ่อนมีความอ่อนแอและอาจถึงตายได้ ระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่จนออกเป็นตัวจะแตกต่างกันออกไปในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการฟักไข่จนออกเป็นตัวสำหรับสัตว์บางชนิด

ชนิดสัตว์	**จำนวนวัน**
นกกระทา	17 - 18
นกพิราบ	16 - 18
ไก่	21
ไก่ฟ้า	24
ไก่ต๊อก	26 - 28
ไก่งวง	28
เป็ด	28
ห่าน	29 - 31

ที่มา : ดัดแปลงจาก Acker (1991)

ภายหลังจากเริ่มตันฟักไข่ได้ไม่นาน เนื้อเยื่อของตัวอ่อนก็จะเจริญ มีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนมากขึ้น และมีการเคลื่อนย้ายเซลล์สร้างเนื้อเยื่อชั้นกลาง (mesoderm) ขึ้นมาอีก 1 ชั้น ทำให้ตัวอ่อนในระยะนี้มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น คือเนื้อเยื่อชั้นนอก เนื้อเยื่อชั้นกลาง และเนื้อเยื่อชั้นใน จากนั้นเนื้อเยื่อทั้ง 3 ชั้นนี้จะเจริญและพัฒนาขึ้นเป็นส่วนต่างๆ ของร่างกายตัวอ่อนต่อไป ดังนี้

- เนื้อเยื่อชั้นนอก เจริญไปเป็นผิวหนัง ขน จงอยปาก เล็บ สมอง ไขสันหลัง ระบบประสาท เลนซ์ และจอภาพของลูกตา และเยื่อบุผิวของปากและทวาร ฯลฯ

- เนื้อเยื่อชั้นกลาง เจริญไปเป็นกระดูก กล้ามเนื้อ เลือด อวัยวะสืบพันธุ์ และอวัยวะขับถ่าย ฯลฯ

- เนื้อเยื่อชั้นใน เจริญไปเป็นระบบทางเดินอาหารและอวัยวะช่วยในการย่อยอาหาร อวัยวะในระบบหายใจและอวัยวะขับถ่าย ฯลฯ หลังจากนั้นตัวอ่อนจะมีการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปร่างและขนาดอย่างรวดเร็ว สำหรับไก่นั้นอวัยวะต่างๆ จะเจริญพัฒนาขึ้นจนครบทุกส่วนในระยะ 4 วันแรกของการฟัก จากนั้นจะมีการเจริญและพัฒนาของอวัยวะต่างๆ จนสมบูรณ์ และฟักออกเป็นตัว

โดยเหตุที่ตัวอ่อนของสัตว์ปีกมีการพัฒนาและเจริญเติบโตอยู่ภายในฟองไข่ที่อยู่นอกร่างกายของแม่จึงไม่มีส่วนเชื่อมต่อระหว่างตัวอ่อนกับแม่แบบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่จะมีเยื่อหุ้มตัวอ่อน (extra embryonicmembrane) ส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนระหว่างที่อยู่ในฟองไข่ ได้แก่ถุงไข่แดง (yolk sac) ถุงน้ำคร่ำ (amnion) เยื่ออัลแลนทอยล์ (allantois) และเยื่อโครเรียน (chorion) เพื่อทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1. ถุงไข่แดง เป็นเนื้อเยื่อซึ่งเจริญอยู่บนผิวของไข่แดง เพื่อทำหน้าที่ผลิตเอนไซม์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไข่แดงให้อยู่ในสภาพของสารละลายที่ตัวอ่อนสามารถนำไปใช้เป็นอาหารได้ ถุงไข่แดงนี้จะเคลื่อนตัวเข้าไปอยู่ในช่องท้องของตัวอ่อนก่อนที่จะฟักออกมาเป็นตัว และไข่แดงที่เหลืออยู่ในถุงไข่แดงนี้จะเป็นอาหารสำรองของลูกสัตว์ปีกที่ฟักออกใหม่

2. ถุงน้ำคร่ำ เป็นเยื่อบางใสมีลักษณะเป็นถุง ภายในถุงมีน้ำคราเป็นของเหลวใส ตัวอ่อนจะลอยตัวอยู่ในน้ำคร่ำนี้ และสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระอยู่ภายในถุงน้ำคร่ำ โดยน้ำคร่ำจะช่วยป้องกันตัวอ่อนจากอันตรายที่จะเกิดจากการกระทบกระแทกต่างๆ

3. เยื่ออัลแลนทอยส์ เป็นเยื่อที่เจริญขึ้นจนล้อมรอบตัวอ่อน เพื่อทำหน้าที่ต่างๆ ดังนี้

1. ให้ออกซิเจนแก่เลือดและรับคาร์บอนไดออกไซด์จากเลือด

2. รับของเสียที่เกิดจากการขับถ่ายของไตของตัวอ่อน

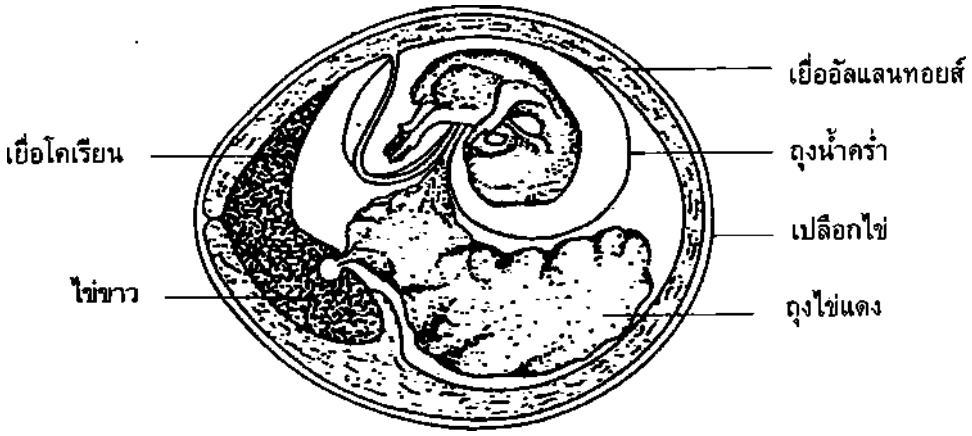
3. ย่อยและดูดซึมไข่ขาวไปเป็นอาหารของตัวอ่อน และดูดซึมแคลเซียมจากเปลือกไข่ไปใช้ในการสร้างโครงสร้างร่างกายของตัวอ่อน

4. เยื่อโครเรียน เป็นเยื่อที่เชื่อมต่อกับเยื่อเปลือกไข่ชั้นใน ทำหน้าที่ช่วยให้กระบวนการเมตาบอลิซึมของตัวอ่อนเป็นไปได้อย่างสมบูรณ์

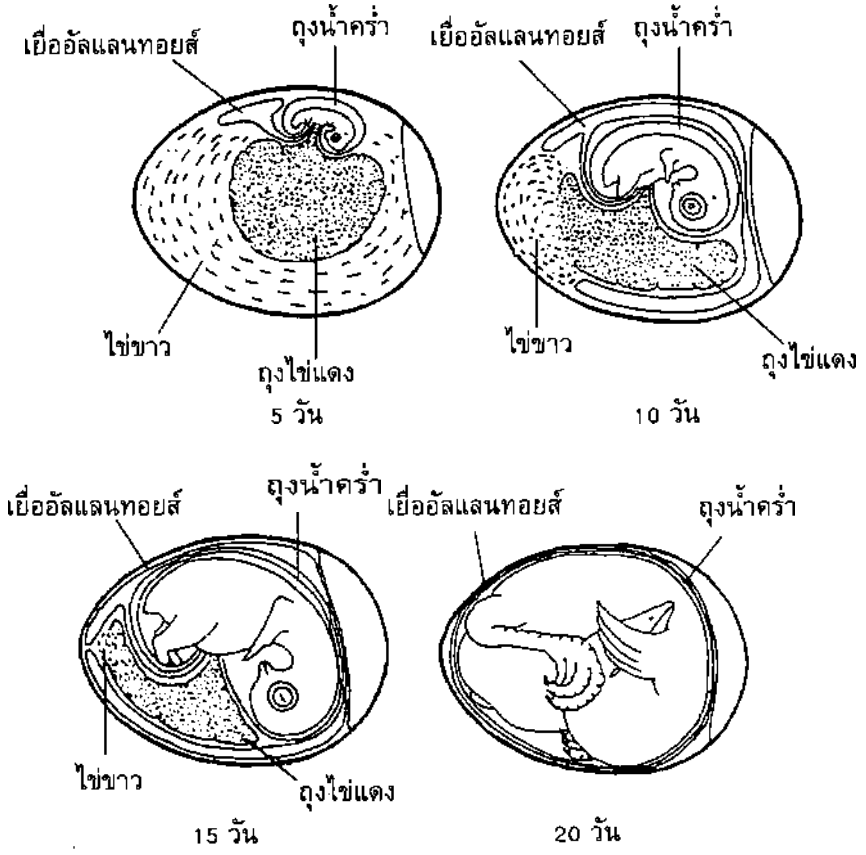
ตารางที่ 6.2 การพัฒนาที่สำคัญของตัวอ่อนตั้งแต่ปฏิสนธิจนฟักออกเป็นตัวของไก่

ระยะ	การพัฒนา
ก่อนแม่ไก่วางไข่	ปฏิสนธิ การแบ่งตัวและการเจริญของเซลล์ การแบ่งคลุ่มของเซลล์เพื่อทำหน้าที่เฉพาะ
หลังจากวางไข่จนนำไปฟัก	ตัวอ่อนหยุดการเจริญและพัฒนาชั่วคราว
ระหว่างการฟัก	
วันแรก	
16 ชั่วโมง	เริ่มปรากฏร่องรอยของตัวอ่อน
18 ชั่วโมง	เริ่มปรากฏท่อทางเดินทางอาหาร
20 ชั่วโมง	เริ่มปรากฏแนวกระดูกสันหลัง
21 ชั่วโมง	เริ่มสร้างระบบประสาท
22 ชั่วโมง	เริ่มสร้างส่วนหัว
24 ชั่วโมง	เริ่มสร้างส่วนตา
วัน ที่ 2	
25 ชั่วโมง	เริ่มสร้างหัวใจ
35 ชั่วโมง	เริ่มสร้างหู
42 ชั่วโมง	หัวใจเริ่มเต้น เริ่มมีการไหลเวียนของเลือดติดต่อระหว่างตัวอ่อนกับถุงไข่แดง
วัน ที่ 3	
50 ชั่วโมง	เริ่มสร้างถุงน้ำคร่ำ
60 ชั่วโมง	เริ่มสร้างส่วนที่เป็นจมูก
62 ชั่วโมง	เริ่มสร้างขา
64 ชั่วโมง	เริ่มสร้างปีก ตัวอ่อนเริ่มเคลื่อนไหว
70 ชั่วโมง	เริ่มสร้างเยื่ออัลแลนทอยส์มาหุ้มตัวอ่อน
วัน ที่ 4	เริ่มสร้างลิ้น
วัน ที่ 5	เริ่มสร้างระบบสืบพันธุ์ และเริ่มมีพัฒนาการเพศแยกเป็น 2 เพศ
วัน ที่ 6	เริ่มสร้างจงอยปาก และส่วนของปากที่ใช้เจาะเปลือกไข่
วัน ที่ 8	เริ่มสร้างขน
วันที่ 10	จงอยปากเริ่มแข็ง
วันที่ 13	เริ่มมีเกล็ดและเล็บ
วันที่ 14	ตัวอ่อนหมุนตัวให้ส่วนหัวไปอยู่ทางด้านป้านของฟองไข่
วันที่ 16	เกล็ด เล็บ และปาก เริ่มแข็ง และแหลม
วันที่ 17	จงอยปากหันไปทางช่องอากาศของฟองไข่
วันที่ 19	ถุงไข่แดงเริ่มเคลื่อนเข้าไปในช่องท้องของตัวอ่อน
วันที่ 20	ถุงไข่แดงเข้าไปอยู่ในช่องท้องของตัวอ่อนทั้งหมด ตัวอ่อนมีขนาดเต็มพื้นที่ของฟองไข่ยกเว้นส่วนที่เป็นช่องอากาศของฟองไข่
วัน ที่ 21	ลูกไก่เจาะเปลือกไข่ออกมา

ที่มา : ดัดแปลงจาก Acker (1991)



ภาพที่ 6.1 เยื่อหุ้มตัวอ่อนส่วนต่างๆ ของลูกไก่ภายในไข่เมื่ออายุการฟัก 10 วัน
ที่มา : ดัดแปลงจาก Blakely and Bade (1982)



ภาพที่ 6.2 การพัฒนาของตัวอ่อนและเยื่อหุ้มตัวอ่อนของไก่ไนระหว่างการฟัก
ที่มา : ดัดแปลงจาก Ensminge (1991)

การฟักไข่

ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ไข่จะถูกฟักออกเป็นตัวภายนอกร่างกายของแม่ สัตว์ตัวเมียมักมีสัญชาตญาณของการฟักไข่หลังจากที่วางไข่ออกมาแล้วจำนวนหนึ่ง จำนวนไข่ที่ฟักในแต่ละครั้งย่อมขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์ การเริ่มตันฟักไข่เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนโปรแลคติน เมื่อจะเริ่มต้นฟักไข่นั้น อุณหภูมิร่างกายของสัตว์ปีกตัวเมียนั้นจะสูงขึ้น สำหรับเวลาที่ใช้ในการฟักไข่จนออกเป็นตัวจะแตกต่างกันไปในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ดังได้กล่าวแล้ว อย่างไรก็ตามการใช้ฮอร์โมนโปรเจสเตอโรนเพื่อกระตุ้นการผลัดขนจะไปยับยั้งกระบวนการฟักไข่ของสัตว์ปีกตัวเมียได้ นกหลายชนิดเริ่มฟักไข่เมื่อเริ่มวางไข่ฟองแรก นกเหล่านี้ ได้แก่ นกอินทรีย์ เหยี่ยว นกกระเรียน นกนางนวล นกแก้ว นกฮูก นกเงือก เป็นต้น การเริ่มต้นฟักไข่เร็วเช่นนี้ เป็นการป้องกันไข่ที่จะเกิดอันตรายจากพายุและศัตรู ทำให้ลูกนกทยอยกันเจาะเปลือกออกมาในชุดเดียวกัน นกสามารถรู้ได้อย่างไรว่าได้วางไข่ครบชุดแล้ว และได้เวลาเปลี่ยนพฤติกรรมการฟักไข่แล้ว ในนกหลายชนิดจำนวนไข่ในชุด ไม่ใช่จำนวนไข่มากที่สุดที่นกสามารถวางไข่ได้ ดังนั้นเป็นเพราะความรู้สึกว่าจำนวนไข่เพียงพอแล้วจะกระตุ้นบริเวณท้อง ทำให้นกรู้ว่าถึงเวลาต้องเกิดการฟักไข่แล้ว การกระตุ้นโดยการสัมผัสเช่นนี้จะส่งความรู้สึกไปยังต่อมใต้สมอง (pituitary gland) เพื่อปลดปล่อยฮอร์โมนที่ชื่อว่าโปรแลคติน (บัญญัติ, 2546) ฮอร์โมนตัวนี้จะทำหน้าที่ 2 อย่าง คือ

1. ชะงักการปลดปล่อย FSH จากต่อมใต้สมองและยับยั้งการตกไข่
2. เหนี่ยวนำให้เกิดการฟักไข่หรือพฤติกรรมการฟักไข่

โดยปกติแล้วสัตว์ปีกตัวเมียจะหยุดไข่ชั่วคราวในระยะที่ฟักไข่และเลี้ยงลูกทำให้สามารถผลิตไข่ได้น้อยลง ดังนั้นจึงมีการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์สัตว์ปีก จนในปัจจุบันสัตว์ปีกบางชนิด บางพันธุ์เกือบไม่มีพฤติกรรมการฟักไข่อยู่เลย การฟักไข่ในปัจจุบันจะนิยมใช้ตู้ฟักไข่เกือบทั้งสิ้น

ในการฟักไข่โดยใช้ตู้ฟักไข่ คือการฟักไข่วิธีใดๆก็ตามที่ไม่ใช่แม่ฟัก วิธีการฟักไข่วิธีนี้ตรงกันข้ามกับวิธีการฟักไข่แบบธรรมชาติ ซึ่งใช้แม่ไก่ฟัก การฟักไข่โดยใช้เครื่องฟักคือการที่มนุษย์ประดิษฐ์เครื่องมือในการฟักไข่ โดยพยายามเลียนแบบการฟักไข่โดยวิธีธรรมชาติในแง่ของสภาวะแวดล้อมของการฟักไข่ (บัญญัติ, 2546) ต้องทำการควบคุมปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฟักออกเป็นตัวของไข่คือ อุณหภูมิ ความชื้น ออกซิเจน และการกลับไข่ ดังนี้

1. อุณหภูมิ อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญที่สุดในการฟักไข่ อุณหภูมิที่เหมาะสมจะทำให้ไข่ซึ่งปฏิสนธิแล้วนั้นฟักออกมาเป็นตัวได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมของตู้ฟักอยู่ระหว่าง 37.2-37.8 องศาเซลเซียส (99-100 องศาฟาเรนไฮต์) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแบบของตู้ฟัก นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับระยะของการฟักไข่ด้วย เนื่องจากการเจริญของลูกไก่ในฟองไข่ในระยะสุดท้ายต้องการอุณหภูมิต่ำกว่าในระยะแรกเล็กน้อย คือระยะแรก สำหรับไก่จะหมายถึงระยะระหว่าง 18 วันแรกของการฟักไข่ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับตู้ฟักไข่ที่มีระบบการหมุนเวียนอากาศ (forced-air machine) อยู่ในช่วง 37.5-37.6

องศาเซลเซียส (99.5-99.75 องศาฟาเรนไฮต์) ระยะหลัง สำหรับไก่หมายถึงช่วงระยะวันที่ 19-21 ของการฟักไข่ อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับตู้ฟักไข่ที่มีระบบหมุนเวียนอากาศ อยู่ในช่วง 36.1-37.2 องศาเซลเซียส (97-99 องศาฟาเรนไฮต์) ดังนั้น ตู้ฟักไข่ในปัจจุบันจึงแยกเป็น 2 ส่วน คือ ตู้ฟักไข่ (incubator) สำหรับการฟักไข่ในระยะแรกและตู้เกิดลูกไก่ (hatcher) สำหรับการฟักไข่ในระยะหลัง การฟักไข่ที่อุณหภูมิสูงเกินไปจะมีผลเสียหายมากกว่าการฟักที่อุณหภูมิต่ำเกินไป เนื่องจากอุณหภูมิที่สูงเกินไปนั้นจะเร่งอัตราการพัฒนาของลูกไก่ให้เร็วขึ้น ทำให้การพัฒนาในระยะต้นๆ ของลูกไก่ผิดปกติ จึงมีเปอร์เซ็นต์การฟักออกลดลง

2. ความชื้น ความชื้นที่เหมาะสมจะช่วยให้การพัฒนาของตัวอ่อนเป็นไปได้อย่างปกติ ในระหว่าง 18 วันแรกของการฟักไข่ไก่นั้น ตู้ฟักควรมีความชื้นสัมพัทธ์ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ และใน 3 วันสุดท้ายของการฟักควรมีความชื้นสัมพัทธ์เกือบ 70 เปอร์เซ็นต์ หากความขึ้นสัมพัทธ์ต่ำเกินไปจะทำให้มีการระเหยของน้ำออกจากไข่มากเกินไป และหากความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไป จะทำให้มีการระเหยของน้ำออกจากไข่น้อยเกินไป ซึ่งทั้ง 2 กรณีนี้จะทำให้การฟักออกต่ำลง

3. ออกซิเจน ในระหว่างการพัฒนาและเจริญเติบโตนั้น ตัวอ่อนต้องการใช้ออกซิเจนและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ดังนั้นภายในตู้ฟักไข่จึงต้องมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อให้ออกซิเจนและระบายคาร์บอนไดออกไซด์ออกไป

4. การกลับไข่ ในระหว่างการฟักที่เหมาะสมนั้น ด้านหัวของตัวอ่อนจะอยู่ทางด้านป้านของฟองไข่ ดังนั้นในการฟักไข่จึงต้องจัดเรียงไข่ให้วางเอาด้านป้านขึ้นข้างบน และควรมีการกลับไข่โดยการโยกถาดไข่ไปข้างหน้าสลับกับข้างหลัง โดยทำมุม 30-40 องศา วันละ 3-5 ครั้ง ในระหว่างวันที่ 2 - 1 8 ของการฟักไข่ เพื่อป้องกันไม่ให้เยื่อโครเรียนไปติดแน่นกับเยื่อเปลือกไข่

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการฟักออก

กระบวนการฟักไข่เป็นกระบวนการที่สลับซับซ้อน และมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการฟักไข่ สิ่งแวดล้อมในเครื่องฟักไข่มีส่วนสำคัญในกระบวนการฟักไข่ เช่น ตำแหน่งของไข่ฟัก และการกลับไข่ การประดิษฐ์เครื่องฟักไข่ ทำให้ปัจจัยต่างๆ เกี่ยวกับเครื่องฟักมีความเหมาะสมต่อกระบวนการฟักไข่ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และการถ่ายเทอากาศในเครื่องฟักไข่ แต่ก็ยังเกิดปัญหาเพราะพบว่าการฟักไข่บางครั้งล้มเหลว การปรับปรุงกระบวนการฟักไข่ ทำให้ความสามารถในการฟักออกสูงขึ้น แม้ไม่มากแต่ในการฟักไข่จำนวนมากๆ ความสามารถฟักออกที่สูงขึ้น ทำให้ต้นทุนในการผลิตลูกไก่ของโรงฟักลดลง

ความสามารถในการผสมติด

เป็นที่ทราบกันดีอยู่แล้วว่าความสามารถในการผสมติดของไก่จากพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ไก่เนื้อเชิงพาณิชย์ จะความสามารถในการผสมติดลดลงอย่างต่อเนื่องในแต่ละรุ่น ไก่เนื้อหลายชนิด

(ทั้งเชิงพาณิชย์และทดลอง) ได้รับการทดสอบเพื่อกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างประสิทธิภาพของตัวอสุจิ ในการทดสอบในหลอดทดลอง และความสามารถในการผสมติดของตัวอสุจิ และเป็นความสามารถของแม่พันธุ์ในการผลิตไข่มีเชื้อ ซึ่งขึ้นอยู่กับแม่พันธุ์เอง และพ่อพันธุ์ที่มีสุขภาพดี (Decuypere et al., 2003) เพราะฉะนั้นความสามารถในการฟักออกเป็นผลของการจัดการฝูงหรือแม่พันธุ์มากกว่าการจัดการโรงฟัก แต่ผู้ผลิตลูกไก่เป็นการค้ามักคำนึงถึงความสามารถในการฟักออกของไข่ทั้งหมด แทนที่จะเป็นความสามารถในการฟักออกของไข่มีเชื้อ ทำให้เป็นข้อคำนึงที่ผิดพลาดได้ ดังแสดงในตารางที่ 6.3

ตารางที่ 6.3 ความสามารถในการผสมติด ความสามารถในการฟักออกของไข่มีเชื้อและความสามารถในการฟักออกของไข่ทั้งหมด

ความสามารถ	**ความสามารถในการฟักออกของไข่มีเชื้อ (%)**					
ในการผสม	**95**	90	85	80	75	70
ติด	**ความสามารถในการฟักออกของไข่ทั้งหมด (%)**					
95	90.2	85.5	80.0	76.0	71.3	66.5
90	85.5	81.0	76.5	72.0	67.5	63.0
85	80.8	76.5	72.3	68.0	63.8	59.5
80	76.0	72.0	68.0	64.0	60.0	56.0
75	71.3	67.5	63.8	60.0	56.3	52.5
70	66.5	63.0	59.5	56.0	52.5	49.0

ที่มา: บัญญัติ (2546)

สรุป

สัตว์ปีกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังเลือดอุ่นชนิดเดียวที่มีการออกลูกเป็นไข่ คือตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาภายนอกร่างกายของแม่ซึ่งแตกต่างจากสัตว์เลือดอุ่นที่เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป ที่ตัวอ่อนมีการเจริญและพัฒนาอยู่ภายในร่างกายของแม่จนกว่ามีอวัยวะครบสมบูรณ์แล้วจึงออกจากร่างกายของตัวแม่ และในบรรดาสัตว์ที่ออกลูกเป็นไข่ การปฏิสนธิและการเจริญของตัวอ่อนนั้น เมื่อไข่แดงเข้ามาในปากแตรนั้นท่อนำไข่จะเหยียดออกและปล่อยตัวอสุจิออกจากหลืบที่เก็บกักตัวอสุจิไว้ให้ตัวอสุจิออกไปทำการปฏิสนธิกับไข่ การรวมตัวของอสุจิและไข่ซึ่งต่างก็มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย (haploid) นั้นทำให้ไข่ที่ได้ปฏิสนธิแล้วมีจำนวนโครโมโซมเป็นคู่ (diploid) ไข่ที่ปฏิสนธิแล้วจะยังคงอยู่ในท่อสืบพันธุ์ของแม่ไก่ ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 41.7 องศาเซลเซียสต่อไปอีกประมาณ 24 ชั่วโมง ในระหว่างนี้ไข่จะเดินทางผ่านส่วนต่างๆ ของท่อสืบพันธุ์และผ่านขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการสร้างฟองไข่ขณะเดียวกันก็จะมีการเจริญของตัวอ่อนเกิดขึ้นที่บริเวณจุดเจริญ (germinal

disc) ตัวอ่อนของสัตว์ปีกมีการพัฒนาและเจริญเติบโตอยู่ภายในฟองไข่ที่อยู่นอกร่างกายของแม่จึงไม่มีส่วนเชื่อมต่อระหว่างตัวอ่อนกับแม่แบบสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม แต่จะมีเยื่อหุ้มตัวอ่อน (extra embryonicmembrane) ส่วนต่างๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนระหว่างที่อยู่ในฟองไข่ ได้แก่ถุงไข่แดง (yolk sac) ถุงน้ำคร่ำ (amnion) เยื่ออัลแลนทอยล์ (allantois) และเยื่อโครเรียน (chorion) การฟักไข่ ในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ ไข่จะถูกฟักออกเป็นตัวภายนอกร่างกายของแม่ สัตว์ตัวเมียมักมีสัญชาตญาณของการฟักไข่หลังจากที่วางไข่ออกมาแล้วจำนวนหนึ่ง จำนวนไข่ที่ฟักในแต่ละครั้งย่อมขึ้นอยู่กับชนิดสัตว์ การเริ่มต้นฟักไข่เกิดจากอิทธิพลของฮอร์โมนโปรแลคติน ส่วนการฟักไข่โดยใช้เครื่องฟักคือการที่มนุษย์ประดิษฐ์เครื่องมือในการฟักไข่ โดยพยายามเลียนแบบการฟักไข่โดยวิธีธรรมชาติในแง่ของสภาวะแวดล้อมของการฟักไข่ ต้องทำการควบคุมปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการฟักออกเป็นตัวของไข่คือ อุณหภูมิ ความขึ้น ออกซิเจน และการกลับไข่

คำถามท้ายบท

1. เนื้อเยื่อชั้นนอกของสัตว์ปีก จะมีการเจริญและกลายไปเป็นอวัยวะใดบ้าง
2. เนื้อเยื่อชั้นในของสัตว์ปีก จะมีการเจริญและกลายไปเป็นอวัยวะใดบ้าง
3. จงอธิบายถึงหน้าที่ของถุงไข่แดง (yolk sac)
4. จงอธิบายถึงหน้าที่ของเยื่ออัลแลนทอยส์
5. กระบวนการฟักไข่โดยธรรมชาติเกิดขึ้นอย่างไร จงอธิบายอย่างละเอียด
6. ฮอร์โมนโปรแลคติน มีบทบาทอย่างไรต่อกระบวนการฟักไข่
7. จงอธิบายถึงอุณหภูมิที่เหมาะสมในตู้ฟักไข่ และอุณหภูมิมีความสำคัญอย่างไร
8. จงอธิบายถึงความชื้นที่เหมาะสมในตู้ฟักไข่ และความชื้นมีความสำคัญอย่างไร
9. จงอธิบายถึงการกลับไข่ที่เหมาะสมในตู้ฟักไข่ และการกลับไข่มีความสำคัญอย่างไร
10. ให้นักศึกษาวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการฟักออก

เอกสารอ้างอิง

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.

Blakely, J. and Bade, David H. (1982). **The Science of Animal Husbandry.** 3rd ed. Reston, Virginia : Reston Publishing Company, Inc.,

Decuypere, E., V. Bruggeman, G.F. Barbato and J. Buyse. (2003). **Growth and Reproduction Problems Associated with Selection for Increased Broiler Meat Production.** Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology. 13-28 pp.

Ensminger, M.E. (1991). **Animal Science.** 9th ed. Danville, Illinois : Interstate Publishers, Inc.

Executive Guide to World Poultry Trends. (2001). **World Poultry Trends.** Watt Publishing Company, Mt Morris, Illinois, 62 pp.

James A. Arthur and Gerard A.A. Albers. (2003). **Industrial Perspective on Problems and Issues Associated with Poultry Breeding.** Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology. 1-12.

บทที่ 7
เทคโนโลยีที่ใช้ในการขยายพันธุ์สัตว์เลี้ยง

บทนำ

การขยายพันธุ์สัตว์ หมายถึง การทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตจำนวนมากขึ้นโดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ ทำให้มนุษย์ได้สัตว์ที่มีปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ เทคโนโลยีชีวภาพทางการสืบพันธุ์ หมายถึง การนำเอาสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาปรับปรุงหรือเสริมประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น การขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของสัตว์โดยใช้เทคโนโลยีชีวภาพมีหลายวิธี เช่น การผสมเทียม การย้ายฝากตัวอ่อน การเลี้ยงไข่จนสมบูรณ์พร้อมการผสมภายนอกร่างกายสัตว์ การปฏิสนธิภายนอกร่างกาย การเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย เป็นต้น

การผสมเทียม (Artificial Insemination)

การผสมเทียมมีบทบาทต่อการปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่ดีเยี่ยมและผ่านการทดสอบแล้ว ผสมให้แก่ตัวเมียที่อยู่ในระยะผสมพันธุ์ เพื่อให้เกิดลูกที่มีคุณภาพดีกว่าแม่จำนวนมาก การผสมเทียมเป็นวิธีการที่มนุษย์เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องอย่างมากจึงอาจจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ผสมติดได้ลูกหรือผสมไม่ติดได้ แต่ในขณะเดียวกันทั้งตัวพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์เองก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน การเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ให้ได้ปริมาณมากและมีคุณภาพดี จำเป็นต้องมีการจัดการที่ดีให้กับพ่อพันธุ์ เพื่อให้พ่อพันธุ์มีสุขภาพดี ปราศจากโรค มีสุขภาพทางเพศดี หลีกเลี่ยงปัจจัยที่มีผลกระทบต่อความกำหนัดของพ่อพันธุ์ สถิติโลกปัจจุบันสำหรับการผสมเทียมในโคมีปริมาณน้ำอสุจิที่ผลิตเป็นน้ำเชื้อแช่แข็งจำนวน 232 ล้านโดส และ 11.6 ล้านโดส เป็นน้ำเชื้อแบบเหลว ในไอร์แลนด์ มีสถิติแสดงให้เห็นว่าการผสมเทียมครอบคลุมเพียง 37% ของการผสมพันธุ์ในวัว ในช่วงปี 1980 ในทางกลับกัน ในภาคเหนือของอเมริกา การใช้วิธีการผสมเทียมโดยผู้ผลิตสุกรมีเพิ่มขึ้นอย่างมาก ประมาณการโดย Lamberson และ Safranski (2000) รายงานว่าการเพิ่มการใช้งานจากน้อยกว่า 5 % ในปี 2529, 30 % ในปี 2539 และ 50 % ในปี 2541 การใช้งานที่เพิ่มขึ้นเป็นภาพสะท้อนของการเพิ่มขึ้นของจำนวนแม่สุกรที่ถูกขัง จากเงื่อนไขความจำเป็นในการลดโรค การนำฝูงมาปรับปรุงพันธุ์ของผู้ผลิตที่จะใช้พันธุกรรมที่ดีกว่าหมูป่า อย่างไรก็ตาม มีรายงานว่าโปรแกรมการผสมเทียมที่ประสบความสำเร็จในสุกร ต้องการการจัดการที่มีทักษะจึงจะบรรลุวัตถุประสงค์ที่จะให้อัตราการตั้งท้องและอัตราการคลอดที่เหมาะสม การค้นพบโดย Chris Polge ที่พบคุณสมบัติป้องกันความเย็นของกลีเซอรอลในปลายทศวรรษที่ 1940 นำไปสู่การผลิตที่เป็นการค้าอย่างแพร่หลาย สำหรับปี 2541 แสดงให้เห็นว่ายุโรปผลิตน้ำเชื้อโค/กระบือแช่แข็ง

ทั้งหมด 48% ตามด้วยตะวันออกไกล 28% และภาคเหนือของอเมริกา 19% (Gordon, 2005)

การผสมเทียม

ในการขยายพันธุ์สัตว์โดยหลักการทั่วไปแล้วจำแนกได้เป็น 2 วิธีคือ การผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีธรรมชาติและการผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีการผสมเทียม ดังนี้

1. การผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีธรรมชาติ (natural mating)

การผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีธรรมชาติ เป็นวิธีการที่ปฏิบัติกันมาช้านานแล้ว ตั้งแต่มนุษย์เริ่มรู้จักนำเอาปศุสัตว์มาเลี้ยงเพื่อการใช้งานและเป็นอาหารเลี้ยงชีวิต โดยการเลี้ยงสัตว์ไว้เป็นฝูงไม่แยกตัวผู้ ตัวเมีย ต่อมาเมื่อการปศุสัตว์พัฒนาขึ้น ในการเลี้ยงโค กระบือนิยมคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่มีรูปร่างใหญ่แข็งแรงไว้คุมฝูง โดยมีสัดส่วนพ่อพันธุ์ 1 ตัว ต่อแม่พันธุ์ 25 ตัว ในเป็ดไก่มีสัดส่วนพ่อ 1 ตัวต่อแม่ 10 ตัว ในบางครั้ง มีการเลี้ยงพ่อพันธุ์แยกไว้ในคอกเดี่ยว นำออกมาผสมพันธุ์เมื่อตัวเมียเป็นสัด หรือรับจ้างผสมถึงฟาร์มซึ่งการเคลื่อนย้ายสัตว์อาจจะเป็นสาเหตุให้เกิดโรคระบาด และพ่อพันธุ์อาจจะได้รับบาดเจ็บในระหว่างการเคลื่อนย้ายได้ ในกรณีที่ใช้พ่อพันธุ์คุมฝูง หากมีพ่อพันธุ์สมรรถภาพเสื่อม ไม่สามารถผสมพันธุ์ได้ จะทำให้พ่อพันธุ์ที่เหลือต้องทำงานหนักเกินไป ถึงแม้ว่าการสร้างอสุจิจะเป็นแบบต่อเนื่องตลอดเวลาก็ตาม แต่การที่พ่อพันธุ์ต้องผสมพันธุ์บ่อยๆ ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ จะทำให้ความกำหนัดลดลง ตลอดจนลดปริมาตรของน้ำเชื้อและลดจำนวนตัวอสุจิในน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาด้วย

2. การผสมพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม (artificial breeding)

การผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีการผสมเทียม เป็นการผสมพันธุ์ที่มนุษย์เป็นรู้นำวิธีการทางวิทยาศาสตร์และเทคนิคประยุกต์ใช้ในการผสมพันธุ์สัตว์โดยไม่ต้องให้สัตว์ตัวเมียผสมพันธุ์กับตัวผู้โดยตรง

การผสมเทียมในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมได้กระทำมาเป็นเวลานานนับเป็นศตวรรษ โดยอ้างว่าในศตวรรษที่ 14 มีการตีพิมพ์ในหนังสืออาราเปียว่า ชาวอาหรับเบดูอินซึ่งเป็นนักผสมพันธุ์ม้า ขโมยน้ำเชื้อที่มาจากพ่อม้าที่มีชื่อเสียงโดยการแอบสอดก้อนสำลีไว้ในช่องคลอดแม่ม้าที่ได้รับการผสมพันธุ์ แล้วนำมาสอดเข้าไปช่องคลอดของแม่ม้าของตน ทำให้ตั้งท้องขึ้นมา ซึ่งความเป็นจริงแล้วการผสมเทียมม้า มีวิธีการค่อนข้างยุ่งยาก มีอัตราการผสมติดต่ำ ค.ศ. 1677 ลีเวนฮอค (Leewenhock) และแฮมม์ (Hamm) ตรวจพบตัวอสุจิจากการส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใน ค.ศ. 1780 นักสรีรวิทยาชาวอิตาลีชื่อสปอลลานซานี (Spallanzani) ผสมเทียมสุนัขจนได้ลูกสุนัขออกมา ถึงแม้ว่า สปอลลานซานี จะแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพของการผสมติดอยู่ที่ตัวอสุจิก็ตาม หากแต่มีการศึกษาต่อมาน้อยมาก จนกระทั่งในปลายศตวรรษที่ 19 นักผสมพันธุ์สุนัขชื่อไมล์เลส (Millais) ได้ผสมเทียมสุนัข ทำให้สุนัขตั้งท้อง 15 ตัว จาก 18 ตัว ใน ค.ศ. 1884-1896 เพียร์สัน (Pearson) แห่งมหาวิทยาลัยเพนซิลวาเนียได้ทดลองผสมเทียมแม่ม้า ในต้น ค.ศ. 1900 ทำให้หันมาสนใจใช้ประโยชน์

ของการผสมเทียม โดยชาวรัสเซียเป็นชาติแรกที่ถูกยกย่องว่าเป็นผู้รู้ และนำการผสมเทียมมาใช้ในการค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใน ค.ศ. 1907 ไอวานอฟ (Ivanov) รายงานผลสำเร็จของการพัฒนาปศุสัตว์อย่างรวดเร็ว โดยการผสมเทียมม้า โค และแกะ ตั้งแต่ ค.ศ. 1914 เป็นต้นมา มีการพัฒนาในด้านห้องปฏิบัติการดียิ่งขึ้น มีการสอนเจ้าหน้าที่ถึงเทคนิคของการผสมเทียมสำหรับปฏิบัติงาน ดังนั้นหลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 กิจกรรมทางด้านการผสมเทียมจึงแพร่ขยายมากยิ่งขึ้น มีการใช้วิธีการผสมเทียมในปศุสัตว์ทั่วโลก โดยกิจการผสมเทียมในโคนม มีความก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว และเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย ส่วนการผสมเทียมสุกร แพะ แกะ ก็มีการพัฒนาเช่นกัน

สำหรับการผสมเทียมในประเทศไทยเริ่มมาตั้งแต่ พ.ศ. 2499 โดยผู้อำนวยการกองผสมเทียม กรมปศุสัตว์คนแรกคือ นายสัตวแพทย์ ดร. ทศพร สุทธิคำ ได้รับทุน เอฟ.เอ.โอ. และทุนรัฐบาลสวีเดน เดินทางไปศึกษาวิชาการผสมเทียมและสูติศาสตร์ตลอดจนวิทยาการสืบพันธุ์ในสัตว์ ที่ประเทศสวีเดน และได้เชิญศาสตราจารย์นีลส์ ลาเกอโลฟ (Nils Lagerlof) ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ เอฟ.เอ.โอ เดินทางมาช่วยวางแผนงานผสมเทียมโคในประเทศไทยขึ้นเป็นครั้งแรก ที่จังหวัดเชียงใหม่ โดยเลี้ยงโคพ่อพันธุ์บราวน์สวิส ซึ่งได้มาจากสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์ของกรมปศุสัตว์ไว้ในเกษตรกลางบางเขน ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลิตน้ำเชื้อสดบรรจุหลอดแก้วแช่น้ำแข็ง ส่งไปจังหวัดเชียงใหม่ โดยเครื่องบิน สัปดาห์ละ 3 ครั้ง การผสมเทียมโคครั้งแรกกระทำในวันที่ 9 กันยายน พ.ศ. 2499 บ้านนายนคร ผดุงกิจ ซึ่งเป็นสมาชิกผสมเทียมของสถานีผสมเทียมเชียงใหม่ ต่อมาใน พ.ศ. 2501 เปิดสถานีผสมเทียมแห่งที่ 2 คือสถานีผสมเทียมกรุงเทพ จากนั้น สถานีผสมเทียมราชบุรีก็ถือกำเนิดขึ้นที่ตำบลหนองโพ อำเภอโพธาราม ใน พ.ศ. 2502 โดยการนำของผู้ใหญ่ใช้ จันทร์ภิวัฒน์ ซึ่งเป็นผู้ชักชวนให้ลูกบ้านหันมาเลี้ยงโคนม และได้เลี้ยงไว้เป็นตัวอย่าง จนกระทั่งในปัจจุบันกลายเป็นแหล่งเลี้ยงโคนมแหล่งใหญ่ของประเทศ ใน พ.ศ. 2518 เริ่มผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งทดแทนการผลิตและใช้น้ำเชื้อสดซึ่งมีอายุการเก็บสั้นเพียง 3 วัน จากโครงการความช่วยเหลือของรัฐบาลเนเธอร์แลนด์ งานผสมเทียมเป็นที่นิยมมากยิ่งขึ้น มีสถานีผสมเทียมและสถานีย่อยอยู่ในจังหวัดต่างๆ ส่วนงานผสมเทียมสุกรเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2504 จนกระทั่ง พ.ศ. 2528 กรมปศุสัตว์มีนโยบายให้เลิกงานบริการผสมเทียมสุกร และมีการเปลี่ยนแปลงการบริหารงานภายในกรมปศุสัตว์ยกเลิกสถานีผสมเทียม โอนงานผสมเทียมให้อยู่ในความรับผิดชอบของสำนักงานปศุสัตว์อำเภอรวม 775 หน่วยผสมเทียมโดยมีศูนย์วิจัยการผสมเทียม 9 ศูนย์ คือ สระบุรี ชลบุรี นครราชสีมา ขอนแก่น เชียงใหม่ พิษณุโลก ราชบุรี สุราษฎร์ธานี และสงขลา เป็นผู้สนับสนุนวัสดุอุปกรณ์ เป็นที่ปรึกษาและถ่ายทอดงานวิชาการด้านการผสมเทียมและการสืบพันธุ์ ภายใต้การกำกับดูแลจากกองผสมเทียม หน่วยงานอื่นที่ดำเนินงานด้านการผสมเทียม ได้แก่องค์การส่งเสริมกิจการโคนมแห่งประเทศไทย สำนักงานทหารพัฒนาหน่วยบัญชาการทหารพัฒนา สหกรณ์โคนม และเอกชน

บทบาทของการผสมเทียมต่อการปรับปรุงพันธุ์ การผสมเทียมไม่ใช่เป็นเพียงการฉีด

น้ำเชื้อเข้าไปในช่องคลอดของตัวเมียเพียงอย่างเดียวเท่านั้น หากแต่วัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ให้ได้ลูกสัตว์ที่มีคุณภาพดีขึ้นกว่าฝูง และมีอัตราการเกิดลูกสัตว์จำนวนมาก น้ำเชื้อที่ใช้ในการผสมเทียมจะต้องมาจากพ่อพันธุ์ที่พิสูจน์แล้ว (Proven sire) ว่าพ่อพันธุ์ที่ใช้มีคุณภาพดีเด่น สามารถถ่ายทอดลักษณะดีเด่นให้แก่ลูก

พ่อโคตัวหนึ่งสามารถให้น้ำเชื้อผสมเทียมแก่แม่โคได้หลายๆ ฟาร์มจำนวน 100,000-200,000 ตัวหรือมากกว่านี้ ในตลอดช่วงชีวิต ทำให้เกิดลูกโครุ่นใหม่ที่มีคุณภาพดีเด่นกว่าแม่จำนวนมากมาย ทำให้ผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นกว่าฝูงที่ทำการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติถึง 30% เป็นผลตอบแทนทางเศรษฐกิจแก่เจ้าของ และประเทศชาติ

พ่อม้าสามารถผสมพันธุ์แม่ม้าได้หลายตัวทำให้เกิดลูกม้าได้มากกว่า 100 ตัวในช่วงฤดูการผสมพันธุ์ซึ่งเป็นช่วงสั้นๆ และพ่อสุกรก็อาจจะทำให้เกิดลูกได้มากกว่า 1,000 ครอกต่อปี และยังสามารถส่งน้ำเชื้อแช่แข็งไปได้ทั่วโลก

ในการคัดเลือกพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมเทียมจะต้องผ่านการคัดเลือกและทดสอบตามหลักวิชาการและเป็นลูกที่เกิดจากแม่ที่มีลักษณะดีเด่นที่สุดในฝูงผสมด้วยน้ำเชื้อจากพ่อที่ผ่านการพิสูจน์แล้ว จากนั้นลูกตัวผู้นี้จะผ่านขั้นตอนการทดสอบเป็นระยะๆ จนถึงระยะพิสูจน์คุณสมบัติดีเด่นที่สามารถถ่ายทอดไปยังลูก ซึ่งโดยหลักของการผสมเทียมจะช่วยทำให้การทดสอบพ่อพันธุ์ง่ายยิ่งขึ้น โดยเฉพาะการทดสอบพ่อโคที่มีอายุน้อยสามารถทำได้ในช่วงต้นและทำได้เร็วกว่าการผสมตามธรรมชาติ เนื่องจากสามารถผสมแม่โคจำนวนมากที่อยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมและการจัดการที่แตกต่างกัน ลูกที่เกิดจากพ่อที่ต้องการทดสอบจึงอยู่ในสิ่งแวดล้อมและการจัดการต่างๆ กันไป ทำให้การคัดเลือกพันธุ์เป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ การพิสูจน์พ่อพันธุ์จึงถูกต้องมากกว่าการทดสอบพ่อพันธุ์ในกลุ่มตัวเมียที่มีจำนวนน้อยเพียงกลุ่มเดียว หรืออยู่ในภาวะการจัดการและการให้อาหารแบบเดียวกัน และหลักของการทดสอบแบบนี้ทำให้ลดความเสี่ยงในการกระจายการใช้น้ำเชื้อพ่อโคที่มีคุณภาพด้อย อันจะเป็นเหตุที่ทำให้เกษตรกรสูญเสียได้น้อยลง อย่างไรก็ตามการคัดเลือกพ่อโคนมที่มีอายุน้อยจำเป็นต้องกระทำอย่างระมัดระวัง มีการคัดทิ้งอย่างกวดขันจึงจะทำให้ได้พ่อพันธุ์ที่ดีเด่นเพียงจำนวนหนึ่ง

การปรับปรุงพันธุ์โคพื้นเมืองที่มีขนาดเล็กให้ได้ลูกผสมโคนมที่มีขนาดใหญ่กว่าแม่ การใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์โคนมที่มีขนาดตัวใหญ่มาทำการผสมเทียม ไม่ทำให้แม่โคบอบช้ำเหมือนการผสมตามธรรมชาติ

ข้อดีของการผสมเทียม

1. เป็นเครื่องมือในการพัฒนาปศุสัตว์ ช่วยในด้านการปรับปรุงพันธุ์โดยเฉพาะการพัฒนาพันธุกรรม

2. มีความสำคัญในการควบคุมโรคติดต่อทางการสืบพันธุ์ได้แก่ โรคแท้ง

ติดต่อ (Brucellosis) วิบริโอซิส (Vibriosis) ไตรโคโมนาส (Trichomonas) หรือแม้กระทั่งโรคระบาดเช่นโรคปากและเท้าเปื่อย (Foot and mouth disease)

3. เป็นการทำให้เกิดมาตรฐานทางการสัตวบาลในแง่ของการจัดการฟาร์ม โดยเฉพาะการเก็บบันทึกต่างๆ ทำให้มีการบันทึกการผสมพันธุ์ที่ถูกต้องตรงความเป็นจริง ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับการจัดการฝูงปศุสัตว์ที่ดี

4. ประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถลดต้นทุนการเลี้ยงพ่อพันธุ์ไว้ใช้ในฟาร์ม

5. ปลอดภัยจากอันตรายในการเลี้ยงพ่อพันธุ์ที่ดุร้ายไว้ในฟาร์ม

6. สามารถเก็บรักษาน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ไว้ได้เป็นจำนวนมากโดยการแช่แข็งสำหรับการใช้ได้นานอย่างไม่มีเวลาจำกัด

ข้อจำกัดของการผสมเทียม

การผสมเทียมใช่ว่าจะมีแต่เพียงข้อดีและมีประโยชน์แต่เพียงอย่างเดียว หากแต่การใช้วิธีการที่ผิดหรือไม่รอบคอบเพียงพอ อาจจะทำให้เกิดความเสียหายได้มาก นอกจากนี้อาจจะต้องมีหลักการที่ดีเพื่อทำให้งานผสมเทียมได้ผลเทียบเคียงกับการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ งานผสมเทียมเป็นงานที่ค่อนข้างหนักโดยเฉพาะในโคนม เนื่องจากผู้ที่มีส่วนรับผิดชอบคือเจ้าของสัตว์และผู้ทำหน้าที่ผสมเทียมจะต้องปฏิบัติงานของตนเป็นอย่างดี และจะต้องอาศัยปัจจัยดังต่อไปนี้

1. จำเป็นต้องมีบุคคลที่ได้รับการฝึกฝนเป็นอย่างดีเพียงพอ ในด้าน

1.1 การรีดเก็บน้ำเชื้อ

1.2 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำเชื้อ

1.3 การนำน้ำเชื้อไปบรรจุเพื่อการใช้

1.4 การนำน้ำเชื้อไปแช่แข็ง

1.5 การขนส่งน้ำเชื้อไปใช้

1.6 การเก็บรักษาน้ำเชื้อ การนำไปใช้ผสมเทียม

1.7 เทคนิคการผสมเทียม

1.8 เพื่อให้น้ำเชื้อมีคุณภาพสูงปราศจากเชื้อโรคอันจะเป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียแก่ฝูงปศุสัตว์และคงประสิทธิภาพความสมบูรณ์พันธุ์ของน้ำเชื้อไว้ไม่ให้ลดลง

นอกจากนี้หากเจ้าของสัตว์ไม่ได้ให้ความสนใจสังเกตการเป็นสัดในฝูงปศุสัตว์ของตน ย่อมทำให้พลาดโอกาสที่จะทำการผสมเทียม และ/หรือได้รับการผสมเทียมในระยะเวลาที่ไม่เหมาะสม

2. หากไม่ศึกษาลักษณะในพ่อพันธุ์ที่สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมที่มีความผิดปกติของยีนบางโรคเช่น โรคถุงน้ำในรังไข่ (cystic ovaries) การเกิดความผิดปกติของขาและเท้า ตลอดจนการขาดความกำหนัด การใช้การผสมเทียมย่อมทำให้โรคเพิ่มขึ้นมากอย่างรวดเร็ว

3. การไม่จัดทำบันทึกและเก็บรักษาไว้ หรือทำแบบไม่เป็นระบบ ทำให้แผนการผสมพันธุ์สับสนไม่เป็นระเบียบ อาจจะผสมเลือดชิด (inbreeding) ผสมเทียมโคที่ไม่ได้เป็นสัด ซึ่งนอกจากโคจะไม่ตั้งท้องแล้ว ยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดมดลูกอักเสบได้ และถ้าผสมแม่โคที่ติดตั้งท้องแล้ว จะทำให้ลูกตายและแท้ง

4. การมีพ่อพันธุ์จำนวนน้อยสำหรับใช้นำไปผสมเทียม มีโอกาสให้เกิดการแพร่กระจายยีนที่ไม่ดีไปได้อย่างแพร่หลาย เช่น พ่อพันธุ์ที่ให้ลูกตัวเมียที่เกิดโรคถุงน้ำในรังไข่ เป็นต้น การเกิดลักษณะที่ไม่ดีบางประการเนื่องจากยีนด้อย (recessive gene) จะเกิดมากกว่าการผสมตามธรรมชาติ

5. มีความเสี่ยงติดโรคที่เกิดจากการผสมเทียม ในกรณีที่ยาปฏิชีวนะไม่สามารถทำลายเชื้อได้ หากเชื้อโรคเหล่านี้อยู่ในน้ำเชื้อ เช่น เชื้อไวรัสที่ทำให้เกิดการแท้งลูก จำพวกเชื้อไอบีอาร์ (IBR) หรือเชื้อโรคชนิดมัยโคพลาสมา เช่น Mycoplasma bovis ซึ่งสามารถมีชีวิตอยู่ในน้ำเชื้อแช่แข็งที่มียาปฏิชีวนะละลายอยู่ในน้ำยาละลาย และจะเป็นสาเหตุให้โคตัวเมียที่ได้รับการผสมเทียมเกิดโรคได้ ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสุขภาพของพ่อโคเป็นประจำ

6. หากผู้ปฏิบัติงานไม่ระมัดระวัง ทำงานประมาทเลินเล่อ อาจจะนำน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ที่มีคุณภาพด้อยกว่าแม่พันธุ์มาใช้ ทำให้ลูกที่เกิดมามีคุณภาพด้อยลง หรือได้ลูกที่ไม่พึงประสงค์ เช่น หยิบหลอดน้ำเชื้อพ่อโคเนื้อไปผสมให้แม่โคนม หรือในบางกรณีหยิบน้ำเชื้อโคไปผสมให้กระบือ ซึ่งจะไม่ทำให้เกิดผลแต่อย่างไร นอกจากนี้ในกรณีที่ผสมเทียม 2 ครั้งในการที่แม่โคเป็นสัดยาวนาน หากเจ้าหน้าที่ใช้น้ำเชื้อพ่อพันธุ์คนละตัว จะทำให้เกิดสับสนหากผสมติด นอกจากนี้ในบางพื้นที่มีหลายหน่วยงานที่ทำการผสมเทียม เจ้าของมักจะใช้บริการจากหน่วยงานหนึ่งแล้วเกรงจะไม่ติดจึงแจ้งให้หน่วยงานอื่นเข้าไปทำผสมเทียมซ้ำ โดยการใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ของต่างหน่วยงาน ลูกที่เกิดมาจะไม่ทราบพันธุ์ประวัติ

7. หากผู้ปฏิบัติงานสกปรก ทำงานสะเพร่า ย่อมเป็นผู้แพร่กระจายโรคเสียเอง เช่น การใช้ถุงมือล้วงสอดเข้าไปในทวารหนักโคตัวหนึ่ง แล้วนำไปล้วงต่อในโคอีกตัวหนึ่งโดยไม่ล้างทำความสะอาด อาจจะแพร่โรคลิวคีเมียในโคได้ การไม่ล้างชำระรองเท้าก่อนออกจากฟาร์มหนึ่งไปอีกฟาร์มหนึ่งอาจนำโรคปากและเท้าเปื่อยและโรคอื่นๆได้

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสมติดโดยวิธีการผสมเทียม

การทำการผสมเทียมให้เกิดอัตราการติดตั้งท้องสูงจำเป็นจะต้องประกอบไปด้วยปัจจัยดังต่อไปนี้คือ

1. น้ำเชื้อที่ใช้ในการผสมจะต้องมีคุณภาพดีเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการหรือศูนย์ผลิตน้ำเชื้อแช่แข็งและมีการเก็บรักษาน้ำเชื้อแช่แข็งไว้เป็นอย่างดี โดยอยู่ในไนโตรเจนเหลว

ตลอดเวลาจนกว่าจะนำไปใช้ ภายหลังการละลายแล้วตัวอสุจิที่ผ่านการแช่แข็งไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานเท่ากับอสุจิที่ไม่เคยผ่านการแช่แข็งมาก่อน และไม่สามารถนำกลับไปแช่แข็งใหม่ได้อีก

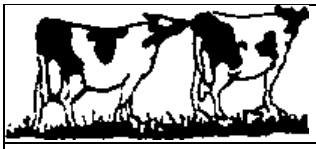
2. มีเทคนิคในการละลายน้ำเชื้อและฉีดน้ำเชื้ออย่างถูกต้อง

3. ตัวเมียต้องมีสุขภาพดี อยู่ในสภาพที่พร้อมผสมพันธุ์ เจ้าของสัตว์จะต้องดูแลให้อาหารอย่างเพียงพอ แม่พันธุ์ที่ขาดอาหารอยู่ในสภาพที่ผอมเกินไป หรือได้รับอาหารมากเกินไปและขาดการออกกำลังจนอ้วนเกินไปเป็นสาเหตุที่ทำให้การผสมเทียมไม่ประสบผลสำเร็จ ควรมีการถ่ายพยาธิ และฉีดวัคซีนป้องกันโรคเป็นประจำการดูแลแม่พันธุ์หลังคลอดเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้แม่พันธุ์มีสุขภาพสมบูรณ์พร้อมที่จะผสมพันธุ์

4. ต้องมีการตรวจการเป็นสัดที่ดี เพื่อให้การผสมเทียมอยู่ในระยะที่สัมพันธ์กับการตกไข่ และยังช่วยทำให้การสอดเครื่องฉีดน้ำเชื้อเข้าไปได้ง่ายขึ้น เกิดแผลหรือบาดเจ็บน้อยที่สุดในขณะที่เป็นสัด การผสมเทียมจำเป็นต้องมีการตรวจการเป็นสัดโดยข้อบ่งชี้ที่ดีที่สุดของการเป็นสัดคือเมื่อตัวเมียยืนนิ่งเมื่อถูกตัวผู้หรือตัวเมียตัวอื่นปีนขึ้นขี่ แม่โค แม่สุกรและแม่ม้าจะมีวงจรการเป็นสัดทุก 20-21 วัน บางตัวอาจจะมีช่วง 18-24 วัน ช่วงของการเป็นสัด 6-24 ชั่วโมง โดยเฉลี่ย 18 ชั่วโมง แม่แกะทุก 16-17 วันโคนมและโคเนื้อในระยะเริ่มแรกของการเป็นสัดจะมีอาการกระวนกระวาย กระสับกระส่าย ร้อง ขึ้นขี่ตัวอื่น เลีย วิ่งชน มีน้ำเมือกใสไหลออกมาจากช่องคลอดบางครั้งกินอาหารลดลงและ/หรือให้นมลดลง โคที่ปล่อยทุ่งได้ออกกำลังอย่างอิสระมักแสดงอาการเด่นชัดกว่าโคที่ถูกผูกในทุกอาการปฏิกิริยายืนนิ่งเมื่อถูกขี่ (standing heat) เป็นอาการของการเป็นสัดที่เด่นชัดที่สุดในประเทศที่มีอากาศเย็นการเป็นสัดในโคมีโอกาสเป็นได้ทั้งวัน แต่ในเขตร้อนขึ้นการเป็นสัดมักเกิดในเวลาที่อากาศเย็นลง เจ้าของต้องหมั่นเอาใจใส่ในสัตว์ของตน มีการตรวจการเป็นสัดอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง ใช้เวลาในการสังเกตอย่างน้อย 20-30 นาที ในเวลาเช้าตรู่ และเวลาเย็นมากๆ ในเขตร้อนช่วงการเป็นสัดจะสั้นกว่าในเขตอากาศเย็น ควรตรวจสอบการเป็นสัดอย่างน้อยวันละ 3 ครั้งๆ ละ 15 นาทีเป็นอย่างน้อย ในสุกรจะส่งเสียงและสูดดมตัวผู้ที่อยู่ในคอกใกล้เคียง เมื่อถูกตัวผู้ปีนขึ้นผสมหรือใช้มือกดลงบนหลัง ตัวจะแข็ง (Lordosis) หูตั้งอวัยวะเพศบวมแดง (Vulva) ในแกะอาจจะสังเกตการเป็นสัดได้ยาก จำเป็นต้องใช้พ่อแกะที่ตัดท่อน้ำเชื้อ (Vasectomize) เป็นผู้ตรวจสอบโดยผูกเครื่องมือที่ทำให้เกิดสีแต้มที่ตัวเมีย (marking) ไว้ที่หน้าอก เมื่อพบว่าตัวเมียเป็นสัดจะปีนขึ้นขี่ ทำให้เกิดรอยสีที่ด้านหลังของตัวเมีย สามารถมองเห็นได้ ทำให้ทราบว่าตัวใดเป็นสัดจึงเป็นประโยชน์สามารถแยกไปผสมเทียมได้ การผสมเทียมจะสำเร็จได้ขึ้นอยู่กับผู้รับผิดชอบตรวจการเป็นสัดสามารถวิเคราะห์อาการเป็นสัดได้ถูกต้องเนื่องจากการตรวจการเป็นสัดที่ไม่เพียงพออาจนำไปสู่การผสมที่ผิดพลาด ลดอัตราการผสมติดยืดระยะเวลาของช่วงห่างการคลอดลูก (Calving interval)

5. ทำการผสมเทียมในเวลาที่เหมาะสมในช่วงวงจรการเป็นสัด เพื่อให้อสุจิที่มีชีวิตได้ว่ายเข้าไปถึงไข่และเกิดการคาปาซิเตชัน (capacitation) อย่างรวดเร็วในระยะเวลาสั้นหลังการตก

ไข่ ไม่ควรรีบผสมสัตว์หลังการคลอดลูก ควรรอให้มดลูกเข้าอู่ มีวงจรการเป็นสัดตามปกติ (cycling) แม่โคไม่ควรผสมก่อน 50 วันหลังคลอด เพื่อให้อัตราการผสมติดดีที่สุด แม่สุกรจะกลับมาเป็นสัดหลังคลอดประมาณ 3-5 วัน แต่จะไม่มีการตกไข่ จึงไม่ควรผสมหลังการหย่านม 3-8 วันจะกลับมาเป็นสัดอาจจะผสมได้ ในการทำให้ค่าเฉลี่ยของช่วงห่างการคลอดลูกในโคเป็น 1 ปี ควรผสมหลังจากการคลอด 50-75 วัน เพื่อให้ติดตั้งท้อง 90 วันหลังคลอด การผสมเทียมควรทำใกล้กับเวลาที่ไข่ตก หากทำการผสมเทียมในช่วงต้นของการเป็นสัดจะทำให้อัตราการผสมติดต่ำลง วิธีการปฏิบัติคือหากตรวจพบการเป็นสัดในตอนเช้า ให้ผสมในตอนบ่าย หากเห็นโคเป็นสัดในตอนเย็น ควรผสมในเช้าวันรุ่งขึ้น การตกไข่ในโคจะเกิดขึ้นใน 24 ชั่วโมง หลังจากที่มีระดับฮอร์โมนลูทิไนซิ่งสูงสุด (Lutinizing hormone หรือ LH peak) แล้ว เวลาที่เหมาะสมสำหรับการผสมเทียมคือประมาณ 14 ชั่วโมง หลังการตกไข่

<table>
<tr><td>  </td><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>Coming into oestrus</td><td>Stands to be mounted</td><td>Going out of oestrus</td></tr>
<tr><td colspan="3">First observation or standing oesturs</td></tr>
</table>

ภาพที่ 7.1 ลักษณะการเป็นสัดในโค

ที่มา : Gordon (2005)

ในแกะควรผสมเทียมในช่วงกลางหรือระหว่างครึ่งหลังของการเป็นสัด การทำผสมเทียม 2 ครั้งในระหว่างการเป็นสัดช่วยเพิ่มอัตราการผสมติดจากการใช้น้ำเชื้อแช่แข็ง แพะสามารถผสมติดดีที่สุดในเวลา 12 ชั่วโมงหลัง onset of estrus และควรผสมซ้ำในวันรุ่งขึ้นถ้ายังมีอาการเป็นสัดอยู่ ในสุกรการตกไข่เกิดขึ้นประมาณ 30-36 ชั่วโมงหลังจากเริ่มการเป็นสัด และหลังจากที่มีการตกไข่ความสมบูรณ์พันธุ์จะลดลงอย่างรวดเร็วควรผสมเทียมในตอนเย็นของวันแรกที่เป็นสัด หรือผสมในตอนเช้าของวันที่สอง

6. การทำผสมเทียมต้องนุ่มนวล ทำให้สัตว์ตื่นเต้นน้อยที่สุด รบกวนสัตว์ให้น้อยที่สุด การเคลื่อนที่ของน้ำเชื้อไปยังปีกมดลูกและท่อนำไข่ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของออกซีโตซินในกระแสเลือด แต่จะถูกยับยั้งโดยฤทธิ์ของอะดรีนาลิน ซึ่งจะหลั่งออกมาเมื่อเกิดความเครียดหรือตกใจ

การจัดการพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมเทียม

เพื่อให้ได้น้ำเชื้อคุณภาพที่ดีที่สุดจำเป็นต้องระมัดระวังเรื่องสุขภาพของพ่อพันธุ์ มีการตรวจสุขภาพเป็นระยะ ข้อควรคำนึงที่ต้องปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์ มีดังนี้

1. จัดการให้พ่อพันธุ์มีความสมบูรณ์และสุขภาพที่ดี

พ่อพันธุ์จะให้ผลผลิตน้ำเชื้อที่มีคุณภาพสูง ขึ้นอยู่กับการเลี้ยงดูให้อยู่ในสภาวะที่ดี ในขณะที่พ่อพันธุ์อายุยังน้อยต้องได้รับอาหารเพียงพอ มีการจัดการที่ดี พ่อพันธุ์สามารถเก็บน้ำเชื้อได้ในช่วงอายุโดยประมาณ คือ พ่อโค 12 เดือน แกะ แพะ สุกร 7-8 เดือน ม้า 24 เดือน การให้อาหารเป็นผลโดยตรงต่อการพัฒนาด้านการสืบพันธุ์ หากจำกัดอาหารพลังงาน อัตราการเจริญเติบโตจะลดลง การเจริญของอัณฑะลดลง ผลิตตัวอสุจิลดลงการขาดอาหารที่จำเป็นเป็นเวลานานทำให้ผสมติดยาก แต่ถ้าหากให้อาหารมากเกินไป ทำให้พ่อพันธุ์อ้วน มีผลต่อการผสมติด

พ่อพันธุ์ที่ใช้ในงานผสมเทียมต้องมีสุขภาพดี ปราศจากโรค มีการป้องกันและกำจัดโรคที่อาจจะติดต่อมายังพ่อพันธุ์ ซึ่งการแพร่กระจายโรคอาจจะมาจากบุคคลภายนอก หรือมาจากเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบพ่อพันธุ์โดยตรง ควรมีบ่อผสมน้ำยาฆ่าเชื้อโรคอยู่ในส่วนต้นของสำนักงาน เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับล้อรถ ควรมีถุงพลาสติก สำหรับสวมครอบรองเท้าของแขกผู้มาเยี่ยมชม ในศูนย์พ่อพันธุ์บางแห่งจะกั้นส่วนที่เป็นโรงเรือนพ่อพันธุ์อย่างมิดชิด พ่อพันธุ์ควรเลี้ยงอยู่ในคอกเดี่ยว มีการวางแผนตรวจสุขภาพและฉีดวัคซีนสม่ำเสมอ พ่อพันธุ์จะต้องปลอดจากโรคดังต่อไปนี้ วัณโรค (Tuberculosis) วัณโรคเทียม (Paratuberculosis) แท้งติดต่อ (Brucellosis) บลูทงค์ (Blue tongue) ทริโคโมนาส (Trichomonas) แคมไพโรแบคเตอร์หรือวิบริโอซีส (Campyrobacter หรือ Vibriosis) เลปโตสไปโรซิส (Leptospirosis) โบวายน์ไวรัลไดอะเรีย (Bovine Viral Diarrhoea) โบวายลิวโคซิส (Bovine Leukosis) และไอบีอาร์/ไอพีวี (IBR/IPV หรือ Infectious Bovine Rhinotracheitis/Infectious Pustular Vulvovaginitis) ซึ่งหากพ่อพันธุ์เป็นโรคดังกล่าว เชื้อโรคจะออกมากับน้ำเชื้อ ทำให้มีการแพร่กระจายโรคให้แก่ตัวเมียเป็นจำนวนมากในระยะเวลาสั้น

2. จัดการดูแลเรื่องความสะอาด

พ่อพันธุ์ที่จะนำมารีดเก็บน้ำเชื้อควรสะอาดปราศจากฝุ่น ดิน โคลน หรือเครื่องปูนอน ที่อาจจะปนเปื้อนลงในน้ำเชื้อ ควรปัดขนด้วยแปรง เล็มขนที่หนังหุ้มลึงค์ออกบ้างแต่อย่าตัดจนสั้นเกินไปจนทำให้เกิดการระคายเคือง หากพื้นท้องสกปรก ควรล้างให้สะอาดก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อนานพอควรเพื่อให้แห้งก่อนการรีดเก็บเนื่องจากพื้นท้องที่เปียกชื้นเป็นตัวนำเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่าพื้นท้องที่แห้ง การล้างหนังหุ้มลึงค์ (prepuce douche) ด้วยเครื่องล้างก่อนการเริ่มรีด จะชำระล้างเชื้อแบคทีเรียที่อาจจะปนเปื้อนลงในน้ำเชื้อได้มาก และหลังจากการรีดเก็บน้ำเชื้อแล้ว ควรล้างอีกครั้ง เปลี่ยนปลายกระบอกสำหรับฉีดน้ำและกรวยพลาสติกสำหรับครอบทุกครั้งที่เปลี่ยนตัวพ่อพันธุ์เพื่อป้องกันการติดเชื้อ

3. กระตุ้นพ่อพันธุ์ให้เกิดกำหนัดก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อ

ในการรีดเก็บน้ำเชื้อ จำเป็นต้องมีตัวล่อสำหรับให้พ่อพันธุ์เกิดความรู้สึกกำหนัด ปีนขึ้นขี่เหมือนการผสมตามธรรมชาติ ตัวล่อที่ใช้มี 3 ชนิดคือ ตัวเมีย ตัวผู้หรือตัวผู้ที่ตอนแล้ว และหุ่นไม้หรือทำด้วยโลหะมีผ้าหรือหนังคลุม ในพ่อโคสามารถเลือกใช้หุ่นได้ทั้งสามชนิด หุ่นที่เป็นหนังคลุมจะสร้างในลักษณะคล้ายเป็นหุ่นโคตัวเมียและมีการเจาะช่องเอาไว้ให้คนรีดเข้าไปนั่ง ในพ่อสุกรนิยมใช้หุ่นไม้ที่มีผ้ากระสอบคลุม การกระตุ้นให้พ่อโคมีความรู้สึกกำหนัดนิยมพาพ่อพันธุ์จูงเดินทางด้านท้ายของตัวล่อ โดยการพาเดินวน และจูงเข้ามาหาตัวล่อให้ปีนขึ้นขี่ตัวล่อครั้งหนึ่ง เพื่อเป็นการกระตุ้นกำหนัด ช่วยเพิ่มปริมาณน้ำเชื้อ และจำนวนตัวอสุจิ แตกต่างจากการจูงพ่อพันธุ์เข้าหาตัวล่อทันทีหรือปล่อยให้พ่อพันธุ์ทำเองตามใจชอบ การกระตุ้นความรู้สึกทางเพศโดยการให้พ่อพันธุ์ปีนขึ้นไป 1 ครั้ง (single false mount) ช่วยเพิ่มตัวอสุจิได้อีก 50% การให้ปีนขึ้นไป 2 ครั้งสามารถเพิ่มการรีดเก็บได้ 2 เท่า การจูงเดินถ้ายืดเวลาออกไป อาจจะเกิดผลดีเท่าๆ กับการให้ปีนขึ้นไปบนตัวล่อ

4. ป้องกันมิให้พ่อพันธุ์หมดความรู้สึกทางด้านความต้องการผสมพันธุ์

การที่พ่อพันธุ์มีความต้องการทางเพศเป็นปกติ จะสามารถรีดเก็บน้ำเชื้อได้มากกว่า 1 ครั้งต่อสัปดาห์ซึ่งจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนตัวล่อ และหลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนใดๆ ที่มีผลกระทบต่อความรู้สึกของพ่อพันธุ์ ซึ่งปกติมักจะพบว่าพ่อโคและพ่อกระบือบางตัวมีกำหนัดต่ำไม่สนใจตัวล่อ

4.1 การเปลี่ยนตัวล่อและสิ่งแวดล้อม ในบางครั้งพ่อโคจะไม่สนใจตัวล่อ ไม่ยอมขึ้นขี่ทำให้รีดเก็บน้ำเชื้อไม่ได้ จำเป็นต้องเปลี่ยนตัวล่อเป็นตัวใหม่ จะกระตุ้นพ่อโคทำให้เกิดการสนใจและหลั่งน้ำเชื้อมากขึ้น การเปลี่ยนตัวล่อจากตัวเมียมาเป็นตัวผู้ หรือตัวผู้ที่ตอนแล้ว มักกระตุ้นทำให้เกิดความสนใจทางเพศมากขึ้น การใช้หุ่นโคตัวเมีย (dummy cow) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่อาจจะใช้ได้ดีกว่าตัวล่อที่เป็นตัวผู้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์และวิธีการ

เทคนิคอีกวิธีหนึ่งที่ใช้กระตุ้นความรู้สึกทางเพศของพ่อโคคือ การเปลี่ยนสิ่งแวดล้อมในขณะรีดเก็บ ได้แก่การเปลี่ยนตำแหน่งที่ยืนเพียงเล็กน้อยของตัวล่อในของผสมพันธุ์ จะทำให้เพิ่มความสนใจมากขึ้นการเปลี่ยนแปลงบุคคล การแต่งตัว และวิธีการที่เคยปฏิบัติ อาจจะทำให้พ่อโคที่เคยเฉื่อยชา กระตือรือร้นขึ้น ดังนั้นคนรีดเก็บน้ำเชื้อและผู้เกี่ยวข้องต้องคอยสังเกตปฏิกิริยาที่พ่อพันธุ์แสดงออก จำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงเพื่อกระตุ้นให้เกิดความสนใจมากขึ้น

4.2 หลีกเลี่ยงสิ่งรบกวนอื่นๆ พ่อโคที่ตื่นเต้น มีการบังคับที่ผิดวิธี หรือมีสิ่งรบกวนทำให้พ่อโคเกิดความรำคาญ เป็นสาเหตุที่ทำให้พ่อโคไม่มีกำหนด ดังนั้นการปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์จะต้องนุ่มนวล ระมัดระวังไม่ให้มีการเคลื่อนไหวแบบฉับพลันทันที เสื้อผ้าที่สวมเวลารีดน้ำเชื้อควรเป็นสีทึบ หากมีผู้สังเกตการณ์ ควรอยู่ในระยะที่ไกลพอควรและเงียบไม่ส่งเสียงดังรบกวนพ่อพันธุ์ โคตัวล่อควรยืนเงียบๆ ให้ยืนในซองผสมพันธุ์ ถึงแม้ว่าการเคลื่อนไหวของโคตัวล่อจะกระตุ้นทำให้พ่อโคเกิดกำหนัด แต่ถ้าเคลื่อนไหวมากเกินไป พ่อโคบางตัวจะไม่ขึ้นขี่

5. การปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์ของคนรีดเก็บน้ำเชื้อ

การปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์ของคนรีดเก็บน้ำเชื้อเป็นสิ่งที่ส่งผลโดยตรงต่อความสำเร็จในการรีดเก็บน้ำเชื้อจะต้องดูแลเรื่องอุณหภูมิของโยนีเทียม (artificial vagina) ซึ่งใช้รีดเก็บน้ำเชื้อให้ถูกต้อง ควรวัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อ โยนีเทียมที่ร้อนเกินไปหรือเย็นเกินไปเป็นสาเหตุให้พ่อโคเฉื่อยชา ไม่ยอมหลั่งน้ำเชื้อ หลอดเก็บน้ำเชื้อที่อยู่ในโยนีเทียมอุ่นพอที่จะป้องกันการเกิดตัวอสุจิช็อกเนื่องจากความเย็น

พ่อโคแต่ละตัวมีนิสัยลักษณะเฉพาะตัวที่ต้องเรียนรู้ก่อนที่จะให้ประสิทธิภาพในการรีดเก็บสูงสุด หากผู้รีดเก็บไม่เรียนรู้นิสัยพ่อพันธุ์แต่ละตัว จะได้น้ำเชื้อที่มีคุณภาพต่ำกว่าจริงและพ่อพันธุ์อาจจะไม่ยอมขึ้นให้รีดก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อควรตรวจสถานที่รีดเก็บ หากใช้หุ่นตัวเมียจะต้องปรับความสูงให้มีความพอดีกับพ่อพันธุ์หุ่นโคจะต้องแข็งแรงไม่มีจุดบกพร่องที่จะทำให้เกิดอุบัติเหตุ บริเวณพื้นที่อยู่ด้านหลังหุ่นต้องไม่ลื่น อาจจะปูผ้ายางกันลื่น และควรพรมน้ำเพื่อป้องกันฝุ่น

การย้ายฝากตัวอ่อน (Embryo Transfer)

การย้ายฝากตัวอ่อนเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสูงในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ โดยมีการผสมพันธุ์แม่สัตว์พันธุ์ดี (Elite female lines) ที่มีการกระตุ้นให้มีการตกไข่จำนวนมากกว่าปกติ (Multiple ovulation) ซึ่งทำให้ได้ตัวอ่อนมากกว่าปกติ จากนั้นมีการเก็บตัวอ่อนจากแม่สัตว์ดังกล่าว ไปฝากให้เจริญในมดลูกของแม่ธรรมดา วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการที่ทำให้สายเลือดสัตว์พันธุ์ดีเพิ่มจำนวนขึ้นได้อย่างมาก (เทวินทร์, 2542) วิธีการนี้อาจเรียกสั้นๆ ว่า MOET (Multiple Ovulation and Embryo Transfer) ซึ่งประกอบด้วยวิธีการหลัก 4 วิธีคือ (มงคล, 2543)

1. การกระตุ้นเพิ่มการตกไข่ (Superovulation) โดยการฉีดฮอร์โมนโกนาโดโทรปินในช่วงกลางรอบของวงจรการเป็นสัด

2. การเก็บตัวอ่อน (Embryo collection) หลังการผสมได้ 6-8 วัน

3. การตรวจหาตัวอ่อนและการประเมินคุณภาพ (Embryo searching and evaluation)

4. การย้ายฝากตัวอ่อน (Embryo Transfer)

การย้ายฝากตัวอ่อนเกิดขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1890 ซึ่งมีการย้ายฝากตัวอ่อนในกระต่าย โดย Heape ชาวอังกฤษ จากนั้นได้มีการพัฒนาเทคนิคนี้อย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งปี ค.ศ. 1995 เกิดการผลิตแม่โคนมพันธุ์ดี 27.5% จากการย้ายฝากตัวอ่อน ผลการย้ายฝากตัวอ่อนในสัตว์ชนิดต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 7.1

ตารางที่ 7.1 การย้ายฝากตัวอ่อนสำเร็จครั้งแรกในสัตว์ชนิดต่างๆ

ชนิดสัตว์	ปี ค.ศ. ที่ทำสำเร็จ	ผู้ที่ทำสำเร็จครั้งแรก
กระต่าย	1890	Heape
แพะ	1932	Warwick and Berry
หนูพุก	1933	Nicholas
แกะ	1933	Warwick et al.
หนูเม้าส์	1942	Fekete and Little
โค	1951	Willet et al.
สุกร	1951	Kvansnickii
ม้า	1974	Oguri and Tsutsumi
มนุษย์	1978	Steptoe and Edwards

ที่มา: Gordon (2005)

ประโยชน์ของการย้ายฝากตัวอ่อน

1. เพื่อปรับปรุงพันธุกรรมสัตว์เลี้ยง โดยการเพิ่มจำนวนสัตว์พันธุ์ดีได้รวดเร็วขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ช่วยย่นระยะเวลาในการปรับปรุงพันธุ์และทดสอบพันธุ์
3. เพื่อช่วยป้องกันโรคเข้ามาในประเทศและออกจากประเทศ
4. เพื่อช่วยรักษาพันธุกรรมของสัตว์หายากและใกล้สูญพันธุ์
5. เพื่อแก้ไขโคที่มีปัญหาการผสมติดยากที่มาจากความล้มเหลวของการปฏิสนธิ
6. เพื่อเป็นเทคนิคพื้นฐานสำหรับเทคโนโลยีอื่นๆ ที่ก้าวหน้ามากขึ้น เช่น การโคลนนิ่ง การคัดเลือกเพศ การปฏิสนธิภายนอกร่างกาย

จุดอ่อนของการย้ายฝากตัวอ่อน

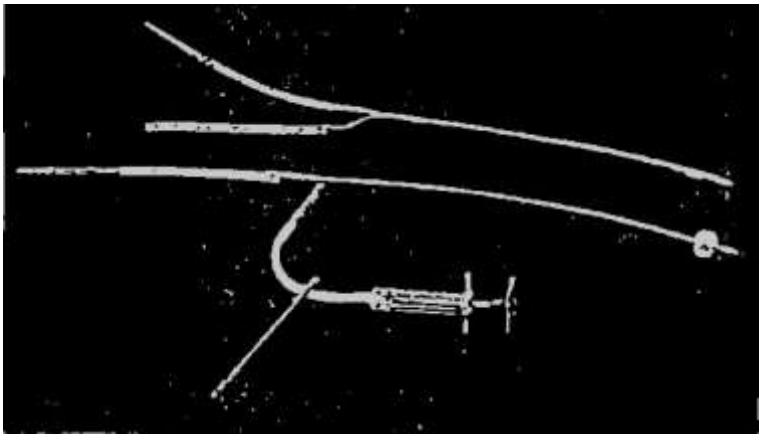
1. อาจเป็นการกระจายพันธุกรรมของสัตว์ที่มีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ
2. เสียค่าใช้จ่ายสูงในเรื่อง ยา ฮอร์โมน เทคนิค อุปกรณ์ และบุคลากรที่จำเป็นต้องมีความรู้ ความสามารถ ทักษะเป็นอย่างดี

การเก็บไข่ (recovery of ova)

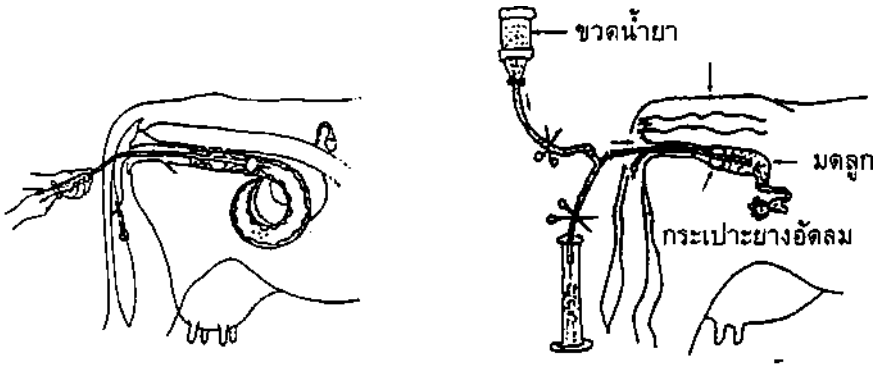
หลังจากการเป็นสัดและผสมเทียมแล้ว 7 วัน ชะล้างเอาตัวอ่อนออกมาซึ่งในระยะแรกต้องใช้วิธีผ่าตัดซึ่งมีข้อดีคือ สามารถเก็บตัวอ่อนได้ 100% ใช้น้ำยาชะล้างปริมาณน้อย และตรวจสภาพรังไข่ได้โดยตรง แต่มีข้อเสียที่สัตว์อาจจะตายจากการวางยาสลบ หลังการผ่าตัดสัตว์อาจจะมีอาการแทรกซ้อน อาจจะเป็นหมันจากการเกิดแผลเป็นของการผ่าและเจาะเครื่องมือเข้าไปในมดลูก และเสียค่าใช้จ่ายสูง

การเก็บไข่โดยวิธีการผ่าตัด (surgical technique) ต้องระมัดระวังการเกิดอันตรายกับอวัยวะสืบพันธุ์หรือกับตัวอ่อน ทำการผ่าตัดประมาณวันที่ 5 หลังการผสม วางยาสลบโค แล้วผ่าในแนวกึ่งกลางลำตัว นำมดลูกออกมาที่ปากแผล จับปีกมดลูกใช้น้ำยาฉีดเข้าไปในปีกมดลูก นำน้ำยาชะล้างออกมาใส่ในจานแก้วตื้นๆ ตรวจหาไข่ภายใต้กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ ไข่จะมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 170 ไมครอน ตรวจดูรูปร่างลักษณะ ถ้าปกติดีจะนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสจนกว่าจะเตรียมโคตัวรับเสร็จซึ่งไม่ควรเกิน 7 หรือ 8 ชั่วโมง อัตราการหาไข่ได้ประมาณ 50% เมื่อทำการผ่าตัดในวันที่ 5 โดยที่ส่วนใหญ่ไข่จะอยู่ในมดลูก แต่ในระหว่างวันที่ 1-4 ไข่จะอยู่ในปีกมดลูกอาจจะหาได้ประมาณ 75%

ปัญหาหลักของการผ่าตัดเพื่อหาไข่คือ การเกิดพังผืดยึดติดกันของรังไข่ เยื่อหุ้มไข่ (bursa) และ มดลูก หลังจากผ่าตัดแล้วควรทิ้งช่วงการผ่าตัดในครั้งต่อไปไม่น้อยกว่า 2 เดือน และหลังจากการผ่าตัด 3 ครั้งควรปล่อยให้แม่โคได้มีโอกาสตั้งท้องเองตามปกติ



ภาพที่ 7.2 ฟลัชชิงคาร์ธีเทอร์
ที่มา : Gordon (2005)



ก. การสอดฟลัชชิงคาร์ธีเทอร์เข้าไปในมดลูก ข. แสดงวิธีการชะล้าง

ภาพที่ 7.2 การชะล้างตัวอ่อนโดยวิธีการไม่ผ่าตัด
ที่มา : ดัดแปลงจาก Gordon (2005)

การเก็บไข่โดยวิธีการนิรศัลยกรรม (nonsurgical technique) ในภายหลังนิยมใช้วิธีชะล้างน้ำยาเข้าไปในมดลูกผ่านทางช่องคลอด โดยการฉีดยาชาบริเวณไขสันหลังเพื่อทำให้ส่วนท้ายชาหรืออาจจะฉีดยากล่อมประสาทเพื่อทำให้โคไม่ตื่นเต้น ใช้ฟลัชชิ่งคาร์ธีเทอร์ (ภาพที่ 7.2) ซึ่งมีด้านปลายเป็นกระเปาะยางสามารถอัดลมให้โป่งขึ้นเพื่อใช้สำหรับยึดกับตัวมดลูกขณะสอดเข้าไปในมดลูก ด้วยมืออีกข้างหนึ่งที่ล้วงอยู่ในทวารหนักจะคอยนำให้ฟลัชชิ่งคาร์ธีเทอร์เข้าไปจนถึงปีกมดลูกฉีดน้ำยาสำหรับการชะล้างเข้าไปประมาณ 250 มิลลิลิตร โดยใช้ไซริงค์หรือต่อโดยตรงจากขวดน้ำยาที่แขวนไว้ให้อยู่ในระดับสูง เมื่อการชะล้างเสร็จทั้งสองข้างของมดลูกแล้ว จะส่องหาตัวอ่อนที่ไหลออกมากับน้ำยาด้วยกล้องจุลทรรศน์ ชนิดสเตอริโอสโคป ตัวอ่อนที่ใช้ได้จะต้องมีคุณภาพดี เช่น นิวเคลียสต้องมีลักษณะกลมใสไม่บิดเบี้ยว ควรอยู่ในระยะมอรูล่าหรือ บลาสโตซีสต์ อัตราการหาไข่ได้ประมาณ 60% ได้ผลดีเมื่อทำหลังวันที่ 5 แม่โคที่เสร็จจากการชะล้างเอาตัวอ่อนออกมาควรรักษามดลูกเพื่อป้องกันการเกิดมดลูกอักเสบ

การคัดเลือกตัวให้และตัวรับ (Donor and Recipient)

ตัวให้ (Donor) คือสัตว์ตัวเมียที่มีพันธุกรรมที่ดีเลิศ ต้องการกระจายพันธุกรรมออกไป ดังนั้นโดยปกติแล้วจึงเป็นสัตว์พันธุ์ดีที่มีการทบสอบพันธุ์มาแล้ว หรือมีสถิติที่เกี่ยวข้องกับการผลิตดีเด่น เช่น อัตราการเจริญเติบโต อัตราแลกเนื้อ ตลอดจนคุณภาพซากที่ดี ให้น้ำนมสูงและมีคุณภาพ เป็นต้น

ตัวรับ (Recipient) เป็นสัตว์ตัวเมียที่ทำหน้าที่ในการอุ้มท้องลูกของแม่ตัวให้ ต้องเป็นแม่ที่ปราศจากโรคติดต่อต่างๆ ในโคนิยมใช้โคสาวหรือโคนางที่คลอดลูกมาแล้ว 2-3 เดือน และไม่อยู่ในการเลี้ยงลูก แม่ตัวให้ 1 ตัว ควรเตรียมแม่ตัวรับไว้ประมาณ 10 ตัว

การควบคุมให้มีการเป็นสัดพร้อมกัน (Estrous Synchronization)

การควบคุมให้มีการเป็นสัดพร้อมกันทั้งตัวให้และตัวรับ เป็นสิ่งที่จำเป็น เพื่อให้สภาพแวดล้อมในมดลูกของตัวรับจะได้เหมาะสมกับตัวอ่อนที่ย้ายฝากให้มากที่สุด ซึ่งจะทำให้การรอดชีวิตและตั้งท้องสูงสุด (เทวินทร์, 2542) ดังแสดงในตารางที่ 7.2

ตารางที่ 7.2 การควบคุมให้มีการเป็นสัดพร้อมกัน

ชนิดสัตว์	ฮอร์โมน	วิธีการให้	การตอบสนอง
โค	$PGF_{2\alpha}$	ฉีด 2 เข็มห่างกัน 11 วัน ฉีด 1 เข็ม โดยสุ่มโคจะแสดงอาการเป็นสัด 60 %	โคส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 3-5 วันหลังฉีดฮอร์โมนครั้งสุดท้าย
	Estrogen และ Progestogen	ฝังใต้ใบหูและฉีดหรือสอดช่องคลอด 9 วันถอนฮอร์โมน	โคส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 2-5 วันหลังหยุดให้
	Progestogen และ $PGF_{2\alpha}$	ฉีด $PGF_{2\alpha}$ ในวันที่ 6 หลังจากเริ่มให้ Progesterone	โคส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 1-2 วันหลังหยุดให้
แกะ	Progestogen และ PMSG	ให้ Progesterone 12-14 วัน เมื่อหยุดให้ ฉีด PMSG ตาม	แกะส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 1-2 วันหลังหยุดให้
	$PGF_{2\alpha}$	ฉีด 2 เข็มห่างกัน 9 วัน	แกะส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 1-2 วันหลังหยุดให้
แพะ	Progestogen และ PMSG	Progestogen 17-22 วัน (สอดช่องคลอด) ฉีด PMSG เมื่อหยุดให้ Progestogen	แพะส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 1-2 วันหลังหยุดให้
	$PGF_{2\alpha}$	ฉีด 2 เข็มห่างกัน 11-12 วัน	แพะส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 1-2 วัน
สุกร	Progestogen	ผสมอาหารให้กิน 14-18 วัน	สุกรส่วนใหญ่เป็นสัดภายใน 3-6 วันหลังหยุดให้
ม้า	Progestogen	ให้ 15 วัน	เป็นสัดภายใน 2-4 วันหลังหยุดให้
	$PGF_{2\alpha}$	ฉีด 1 เข็มระหว่างวันที่ 6-18 ของวงรอบการเป็นสัด	เป็นสัดภายใน 4-5 วัน

ที่มา: Hafez (1993)

การเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย (Embryo Culture)

ในปัจจุบันนั้นมีการผลิตตัวอ่อนจากห้องปฏิบัติการจากนั้นทำการฝากในแม่สัตว์เพื่อให้เกิดการตั้งท้องและคลอดลูกที่มีพันธุกรรมดีเด่นตามต้องการ อย่างไรก็ตามแม้ว่าการผลิตตัวอ่อนภายนอกร่างกายในลักษณะดังกล่าว ยังอยู่ในแวดวงที่จำกัด แต่ก็มีแนวโน้มที่จะสามารถใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต (Gordon, 2005)

ขั้นตอนของการเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย มีดังนี้ (มงคล, 2543)

1. การเลี้ยงไข่จนสมบูรณ์ภายนอกร่างกาย (In Vitro Maturation of Oocyte)

โดยการนำ Oocyte มาเลี้ยงให้สมบูรณ์จนพร้อมปฏิสนธิ โดยเลี้ยงในน้ำยาที่มีความซับซ้อนสูง ประกอบด้วยฮอร์โมน FSH LH และ Estradiol ตลอดจนซีรั่ม เลี้ยงในตู้ incubator ในสภาพ 5% CO_2 ในบรรยากาศ ความชื้น 99% อุณหภูมิ 38.5-39 องศาเซลเซียส

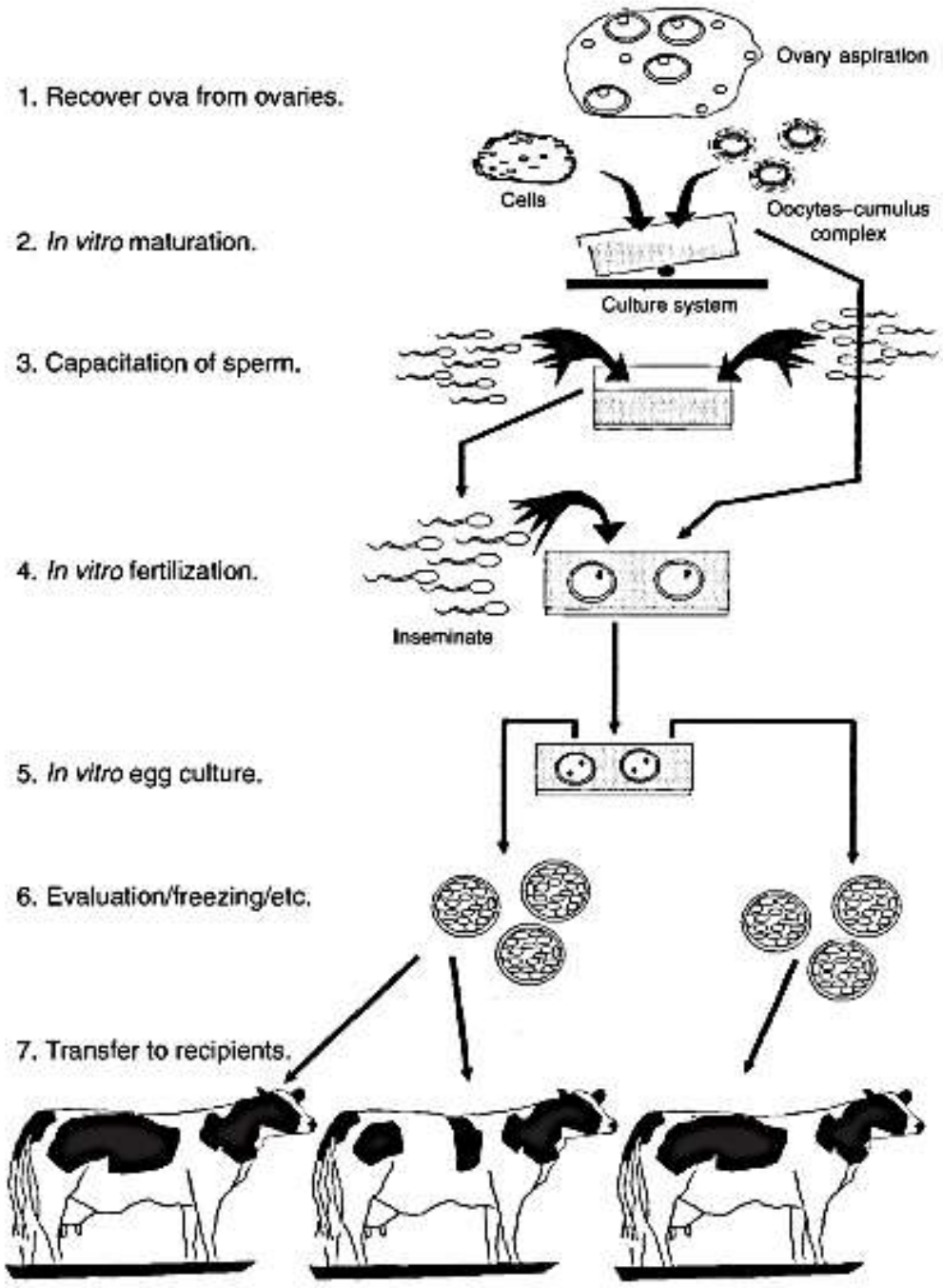
น้ำยาที่ใช้เลี้ยงไข่ให้พัฒนาจนพร้อมปฏิสนธินี้ จะเป็นน้ำยาที่มีองค์ประกอบสลับซับซ้อน (Complex media) เช่น Tissue Culture Media-199 (TCM-199) และ Minimum Essential Medium (MEM) เป็นต้น ระยะเวลาในการเลี้ยงไข่ก่อนการนำไปปฏิสนธิ แตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของสัตว์ ในโคใช้เวลาประมาณ 24-30 ชั่วโมง ในสุกรใช้เวลาประมาณ 40 ชั่วโมง โดย Oocyte จะมีการพัฒนาแบ่งตัวในระยะ Metaphase II ซึ่งจะปรากฏ first polar body

2. การปฏิสนธิภายนอกร่างกาย (In Vitro Fertilization)

การเตรียมตัวอสุจิให้มีความพร้อมสำหรับการปฏิสนธิ (Capacitation) โดยธรรมชาติ ภายหลังพ่อพันธุ์ปลดปล่อยน้ำเชื้อในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย อสุจิจะเดินทางไปในระบบสืบพันธุ์เพศเมีย พร้อมกับเกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาก่อนจึงจะสามารถปฏิสนธิได้ กระบวนการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเรียกว่า Capacitation ซึ่งในการปฏิสนธิภายนอกร่างกาย จะมีการกระตุ้นให้อสุจิเกิดการ Capacitation โดยเลี้ยงอสุจิในน้ำยาสำหรับ Capacitation ซึ่งมี ionic strength สูง ในโคจะทิ้งอสุจิในน้ำยาที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จึงนำมาปั่นเหวี่ยงที่ 330 g. นาน 5 นาที แล้วดูดเอาส่วนที่เป็นน้ำทิ้ง และเจือจางน้ำเชื้ออีกครั้งด้วยน้ำยา และเลี้ยงร่วมกับไข่ นาน 5-23 ชั่วโมง

3. การเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย (In Vitro Culture)

การเลี้ยงตัวอ่อนจะทำการเลี้ยงไปจนถึงระยะที่เหมาะสม เหมาะแก่การย้ายฝาก แต่ตัวอ่อนของสัตว์ในการเลี้ยงภายนอกร่างกายอาจจะมีการชะงักในการพัฒนา (block) เช่น โค จะชะงักการพัฒนาที่ 8-16 เซลล์ สุกรที่ 4 เซลล์ แพะที่ 8-16 เซลล์ ซึ่งได้มีการแก้ไขปัญหานี้โดยการเลี้ยงร่วมกับเซลล์ต่างๆ (Co-culture) เช่น Granulosa cell เซลล์เยื่อบุมดลูก และอื่นๆ ทำให้ตัวอ่อนมีการพัฒนาจนถึงระยะ blastocytes ได้สูงกว่าปกติ



ภาพที่ 7.3 ระบบการผลิตตัวอ่อนนอกร่างกาย

ที่มา: Gordon (2005)

สรุป

การขยายพันธุ์สัตว์ หมายถึง การทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตจำนวนมากขึ้นโดยวิธีการคัดเลือกพันธุ์ ทำให้มนุษย์ได้สัตว์ที่มีปริมาณและคุณภาพตามที่ต้องการ เทคโนโลยีชีวภาพทางการสืบพันธุ์ หมายถึง การนำเอาสิ่งมีชีวิตหรือชิ้นส่วนของสิ่งมีชีวิตมาปรับปรุงหรือเสริมประสิทธิภาพ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่มีประโยชน์เพิ่มขึ้น การขยายพันธุ์ ปรับปรุงพันธุ์ และเพิ่มผลผลิตของสัตว์ การผสมเทียมมีบทบาทต่อการปรับปรุงพันธุ์โดยการใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่ดีเยี่ยมและผ่านการทดสอบแล้ว ผสมให้แก่ตัวเมียที่อยู่ในระยะผสมพันธุ์ เพื่อให้เกิดลูกที่มีคุณภาพดีกว่าแม่จำนวนมาก การผสมเทียมเป็นวิธีการที่มนุษย์เข้ามามีบทบาทเกี่ยวข้องอย่างมากจึงอาจจะเป็นปัจจัยที่ทำให้ผสมติดได้ลูกหรือผสมไม่ติดได้ แต่ในขณะเดียวกันทั้งตัวพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์เองก็มีบทบาทสำคัญเช่นกัน ในการขยายพันธุ์สัตว์โดยหลักการทั่วไปแล้วจำแนกได้เป็น 2 วิธีคือ การผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีธรรมชาติและการผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีการผสมเทียม การจัดการพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมเทียมเพื่อให้ได้น้ำเชื้อคุณภาพที่ดีที่สุดจำเป็นต้องระมัดระวังเรื่องสุขภาพของพ่อพันธุ์ มีการตรวจสุขภาพเป็นระยะ ข้อควรคำนึงที่ต้องปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์ ดังนี้ จัดการให้พ่อพันธุ์มีความสมบูรณ์และสุขภาพที่ดี จัดการดูแลเรื่องความสะอาด กระตุ้นพ่อพันธุ์ให้เกิดกำหนัดก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อ ป้องกันมิให้พ่อพันธุ์หมดความรู้สึกทางด้านความต้องการผสมพันธุ์ การปฏิบัติต่อพ่อพันธุ์ของคนรีดเก็บน้ำเชื้อ การย้ายฝากตัวอ่อนเป็นเทคโนโลยีที่มีบทบาทสูงในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ โดยมีการผสมพันธุ์แม่สัตว์พันธุ์ดี (Elite female lines) ที่มีการกระตุ้นให้มีการตกไข่จำนวนมากกว่าปกติ (Multiple ovulation) ซึ่งทำให้ได้ตัวอ่อนมากกว่าปกติ จากนั้นมีการเก็บตัวอ่อนจากแม่สัตว์ดังกล่าว ไปฝากให้เจริญในมดลูกของแม่ธรรมดา วิธีการนี้จึงเป็นวิธีการที่ทำให้สายเลือดสัตว์พันธุ์ดีเพิ่มจำนวนขึ้นได้อย่างมาก วิธีการนี้อาจเรียกสั้นๆ ว่า MOET (Multiple Ovulation and Embryo Transfer) การเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย (Embryo Culture) ในปัจจุบันนั้นมีการผลิตตัวอ่อนจากห้องปฏิบัติการจากนั้นทำการฝากในแม่สัตว์เพื่อให้เกิดการตั้งท้องและคลอดลูกที่มีพันธุกรรมดีเด่นตามต้องการ ขั้นตอนของการเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย มีดังนี้ การเลี้ยงไข่จนสมบูรณ์ภายนอกร่างกาย (In Vitro Maturation of Oocyte) การปฏิสนธิภายนอกร่างกาย (In Vitro Fertilization) และการเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย (In Vitro Culture)

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายถึงการผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีธรรมชาติ (natural mating)
2. จงอธิบายถึงการผสมพันธุ์สัตว์โดยวิธีการผสมเทียม (artificial breeding)
3. บอกถึงประวัติของการผสมเทียมในประเทศไทย มาพอสังเขป
4. ให้บอกถึงข้อดีและข้อเสียของการผสมเทียม
5. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผสมติดโดยวิธีการผสมเทียม มีอะไรบ้าง
6. วิธีการที่ใช้ในการจัดการพ่อพันธุ์ที่ใช้ในการผสมเทียม ทำได้อย่างไรบ้าง
7. ให้อธิบายถึงการเลี้ยงไข่จนสมบูรณ์ภายนอกร่างกาย (In Vitro Maturation of Oocyte) มาอย่างละเอียด
8. ให้อธิบายถึงการปฏิสนธิภายนอกร่างกาย (In Vitro Fertilization) มาอย่างละเอียด
9. ให้อธิบายถึงการเลี้ยงตัวอ่อนภายนอกร่างกาย (In Vitro Culture) มาอย่างละเอียด
10. การเก็บไข่ (recovery of ova) มีวิธีการทำได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

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

มงคล เตชะกำพุ. (2543). **เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในปศุสัตว์.** บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330.

Hafez, E. S. E. (1993). **Hormones, Growth Factors and Reproduction.** In E. S. E. Hafez (ed.) Reproduction in farm animals, 6th edition. Academic Press, San Francisco. 55-93.

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.

Lamberson, W.R. and Safranski, T.J. (2000). **A model for economic comparison of swine insemination programs.** Theriogenology 54, 799–807.

บทที่ 8
การรีดเก็บน้ำเชื้อและการเก็บรักษา

บทนำ

การคัดเลือกพ่อพันธุ์สัตว์นำมารีดน้ำเชื้อ เพื่อการเก็บรักษานั้น จะเลือกจากประวัติการให้ผลผลิตที่เป็นความต้องการของตลาด ประกอบกับประวัติพ่อแม่ ปู่ย่า ตายาย และจากการประมวลผลผลิตที่ถ่ายทอดสู่รุ่นลูก ดังนั้น พ่อพันธุ์สัตว์ที่จะนำมารีดเก็บน้ำเชื้อเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการผสมเทียมควรเป็นพ่อพันธุ์ที่ผ่านการพิสูจน์แล้วว่าถ่ายทอดพันธุกรรมที่ดี โดยในปัจจุบัน ในต่างประเทศมีระบบการประเมินค่าถ่ายทอดทางพันธุกรรมหรือค่าการผสมพันธุ์ (breeding index) การดักเก็บน้ำเชื้อเป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการผสมเทียม มีวัตถุประสงค์เพื่อต้องการได้รับน้ำเชื้อที่มีคุณภาพ มีจำนวนตัวอสุจิสูงสุด เพื่อการใช้ประโยชน์สูงสุดจากพ่อพันธุ์ที่มีคุณภาพ ผลสำเร็จของการรีดน้ำเชื้อมักขึ้นอยู่กับความรู้ ความชำนาญของผู้รีด ความพร้อมของอุปกรณ์ ความพร้อมของตัวสัตว์ และสิ่งแวดล้อม

การรีดเก็บน้ำเชื้อ

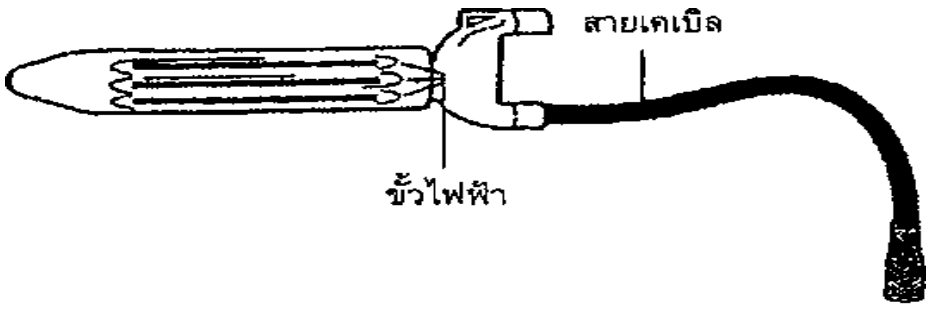
ในระยะแรกของการรีดเก็บน้ำเชื้อในโคและแกะ ใช้วิธีให้พ่อพันธุ์ผสมกับแม่พันธุ์ตามธรรมชาติ แล้วเก็บน้ำเชื้อออกมาจากช่องคลอดโดยการดูดออกมา หรือใช้ช้อนตัก หรือใช้ฟองน้ำซับออกมา แต่วิธีการนี้น้ำเชื้อที่ได้มักจะมีน้ำคัดหลั่ง (secretion) จากแม่ปนเปื้อนมาด้วย และอาจจะมีเชื้อแบคทีเรียปะปน และเสี่ยงต่อการติดโรคใน ค.ศ. 1932 มีการออกแบบถุงยางสอดเข้าไปในช่องคลอดให้พ่อพันธุ์หลั่งน้ำเชื้อเข้าไปในถุง สามารถป้องกันปัญหาการปนเปื้อนได้ แต่หยิบจับลำบาก ค.ศ. 1914 ชาวอิตาลีชื่อ อะมานเทีย (Amantea) ประดิษฐ์โยนีเทียมสำหรับสุนัขประมาณ ค.ศ. 1933 โคมารอฟ (Komarov) และนาเกียฟ (Nagaev) ชาวรัสเซียได้ออกแบบโยนีเทียมสำหรับโค เป็นการเริ่มใช้โยนีเทียมเก็บน้ำเชื้อพ่อโค วิธีการรีดเก็บน้ำเชื้อสามารถกระทำได้ 3 วิธีดังนี้

1. การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการบีบนวด (Massage method)

ในตอนต้น ค.ศ. 1925 เคส (Case) เป็นผู้ค้นพบวิธีบีบนวดต่อมเซมินอลเวสซิเคิลผ่านทางทวารหนัก สามารถรีดเก็บน้ำเชื้อได้ ต่อมามิลเลอร์ (Miller) และอีแวนส์ (Evans) ใช้วิธีสอดมือเข้าไปในทวารหนักลึก 7-10 นิ้ว (18-25 เซนติเมตร) นวดต่อมเซมินอลเวสซิเคิล (Seminal vesicle) จากส่วนต้นไปยังส่วนท้าย และนวดแอมพูลเล่ (Ampullae) ด้วย เป็นเวลา 2 นาที จะมีน้ำเชื้อไหลออกมา วิธีการนี้เป็นประโยชน์ใช้ในพ่อโคที่ไม่สามารถปีนขึ้นขี่ผสมพันธุ์ได้ แต่น้ำเชื้อที่ได้อาจจะมีน้ำปัสสาวะปะปน หรือมีน้ำคัดหลั่งจากต่อมเซมินอลเวสซิเคิลมากเกินไป ทำให้น้ำเชื้อที่ได้มีส่วนประกอบไม่สมดุลเหมือนน้ำเชื้อที่เกิดจากการหลั่ง และวิธีการนี้ไม่แนะนำให้ใช้ในแพะแกะ

2. การรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electro-Ejaculation Method)

การกระตุ้นด้วยไฟฟ้าให้มีการหลั่งน้ำเชื้อ กระทำเป็นครั้งแรกโดยบาเทลลี (Batelli) ใน ค.ศ. 1922 ในหนูตะเภาโตเติมวัยตัวผู้ โดยช็อตด้วยไฟฟ้า 30 โวลท์ 47 ไซเคิล กระแสสลับ ที่ด้านล่างของสมอง ใน ค.ศ. 1936 กันน์ (Gunn) กระตุ้นไขสันหลังแกะบริเวณกระดูกสันหลังส่วนเอวชิ้นที่ 4 และกระดูกเชิงกราน โดยการใช้อิเล็กโทรดขนาดเล็ก ใน ค.ศ. 1948 นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสประดิษฐ์อิเล็กโทรดแบบไบโพลาร์ มีวงแหวนหลายวงสอดเข้าไปในทวารหนักของโค ใช้ไฟ 30 โวลท์ 700 มิลลิแอมแปร์ กระแสสลับ ต่อมาด๊วก (Dziuk) และคณะ พัฒนาอิเล็กโทรดแบบไบโพลารีให้เป็นโพรบขนาด 1.5 X 22 นิ้ว ด้านปลายมีวงแหวน 6 วง ห่างกัน $1\frac{3}{4}$ นิ้ว ชะล้างทวารหนักด้วยสารละลายเกลือ สอดโพรบเข้าไปเตะพื้นทวารหนัก เพิ่มกำลังไฟให้ถึง 10-15 โวลท์ โดยเพิ่มทีละ 2 โวลท์ ในเวลา 5-10 วินาที แล้วกลับไปที่ศูนย์ทำให้ลึงค์แข็งตัวและหลั่งน้ำเชื้อออกมา น้ำเชื้อที่ได้มีปริมาตรมากกว่าการรีดด้วยโยนีเทียมแต่มีตัวอสุจิน้อยกว่า มาร์เดน (Marden) ได้พัฒนาโพรบสำหรับใช้กระตุ้นในโคเป็นอีเล็กโทรดทรงกระบอกยาว 1.8 X 13 นิ้ว (4.6 X 33.0 เซนติเมตร) มีแถบโลหะตามแนวนอน 4 แถบ ยาว 11 นิ้ว (28 เซนติเมตร) กระตุ้นด้วยไซน์เวฟ (sine wave) ให้มีความถี่ 20-30 รอบต่อวินาที ในเวลา 3-8 วินาที แล้วลดลงเป็นศูนย์ มีระยะพัก 5-15 วินาที การใช้เครื่องกระตุ้นด้วยไฟฟ้ามีประโยชน์พ่อพันธุ์ที่พิการ ปฏิเสธการหลั่งในโยนีเทียม หรือใช้ในกรณีที่ตัวผู้ไม่สามารถฝึกได้ ไม่ยอมหลั่งน้ำเชื้อในโยนีเทียม ใช้ได้ผลในโค แกะ แพะ และสามารถเก็บน้ำเชื้อสุกรได้ โดยปริมาณน้ำเชื้อที่รีดได้จะน้อยกว่าปกติ ไม่สมควรเก็บและใช้น้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์ที่มีความผิดปกติทางพันธุกรรม เช่น ขาดความกำหนด เป็นต้น สมควรพิจารณาคัดพ่อพันธุ์เช่นนี้ทิ้ง เนื่องจากเป็นลักษณะถ่ายทอดทางพันธุกรรมไปยังลูกหลานได้ การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยใช้เครื่องกระตุ้นด้วยไฟฟ้า ควรสวนมูลออกจากทวารหนักเสียก่อน และควรหล่อลื่นโพรบก่อนการสอดโพรบเข้าไป



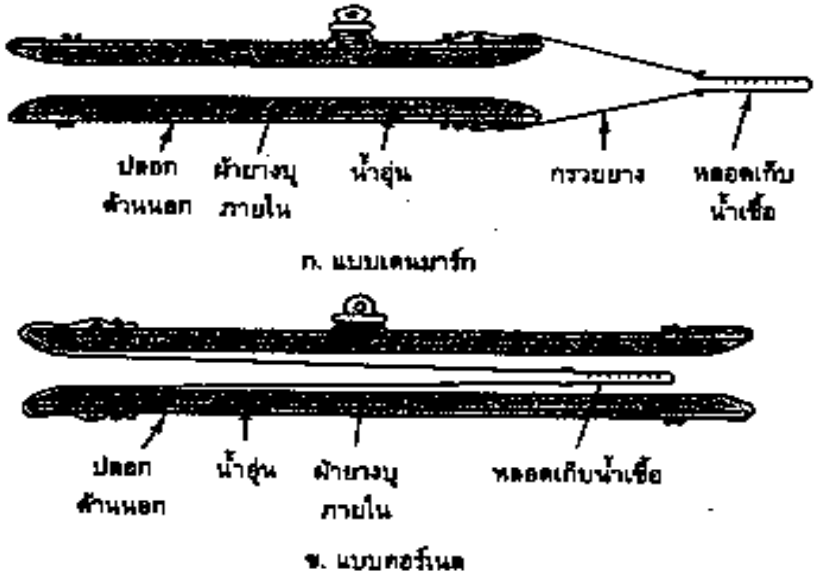
ภาพที่ 8.1 เครื่องกระตุ้นไฟฟ้าสำหรับรีดเก็บน้ำเชื้อพ่อโค
ที่มา : มงคล (2546)

ภาพที่ 8.2 อุปกรณ์เครื่องกระตุ้นไฟฟ้า (ภาพจากการเรียนการสอน)
ที่มา : วิชชุดา (2564)

ภาพที่ 8.3 การรีดน้ำเชื้อโคด้วยเครื่องกระตุ้นไฟฟ้า (ภาพจากการเรียนการสอน)
ที่มา : วิชชุดา (2564)

3. การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการใช้โยนีเทียม (Artificial Vagina หรือ AV)

เป็นวิธีการที่ดีที่สุดและนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการรีดเก็บน้ำเชื้อจากโคนม โคเนื้อ และสุกรที่ใช้วิธีการผสมเทียม เนื่องจากสามารถขจัดปัญหาที่มาจากการติดเชื้อ น้ำเชื้อที่ได้สะอาด มีส่วนประกอบสมบูรณ์ตามปกติ รัสเซียเป็นชาติแรกที่คิดประดิษฐ์โยนีเทียมขึ้น มีลักษณะเป็นกระบอกยางยาวประมาณ 60 เซนติเมตร (24 นิ้ว) ภายในมีผ้ายางบุ ปลายผ้ายางทั้งสองด้านพับกลับขึ้นไปบนขอบของกระบอกทำให้เกิดเป็นช่องว่างสำหรับใส่น้ำอุ่น เพื่อทำให้โยนีเทียมมีความร้อนมากกว่าอุณหภูมิร่างกาย อีกปลายด้านหนึ่งมีภาชนะแก้วเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่ากระบอกเก็บสำหรับรองรับน้ำเชื้อ ในภายหลังมีผู้นำไปดัดแปลงพัฒนาใช้ เช่น แบบของอังกฤษ มีการอัดอากาศเข้าไปในกระบอก เพื่อทำให้เกิดความดันในขณะพ่อโคหลั่งน้ำเชื้อ ต่อมามีปัญหาเรื่องน้ำเชื้อได้รับผลกระทบจากความเย็น เกิด cold shock ในฤดูหนาว ทีมงานวิจัยมหาวิทยาลัยคอร์เนลจึงประดิษฐ์โยนีเทียมให้ขวดเก็บน้ำเชื้ออยู่ภายในกระบอกรีดเก็บ มีผนัง 3 ชั้น (triple-walled AV) ประกอบด้วยตัวกระบอกพลาสติกยาว 24 นิ้ว ภายในบุยาง 2 ชั้น ผ้ายางชั้นนอกหุ้มด้านในของกระบอกพับขอบขึ้นมารัดหัวท้ายกระบอก ผ้ายางชั้นในมีลักษณะเป็นกรวยยางปลายบนรัดอยู่กับขอบกระบอกด้านสำหรับสอดลึงค์ อีกปลายต่อกับหลอดเก็บน้ำเชื้อซึ่งอยู่ภายในกระบอกเก็บน้ำเชื้อ ป้องกันอุณหภูมิภายนอก เหมาะสำหรับประเทศที่มีอากาศหนาวเย็น และในกรณีที่มีพ่อโคมาก โยนีเทียมมีน้อยกว่าจำนวนพ่อโค การเปลี่ยนเฉพาะผ้ายางบุภายในและน้ำร้อนในกระบอกสะดวกและสะอาด



ภาพที่ 8.4 โยนีเทียม

ที่มา : มงคล (2546)

การเตรียมโยนีเทียม

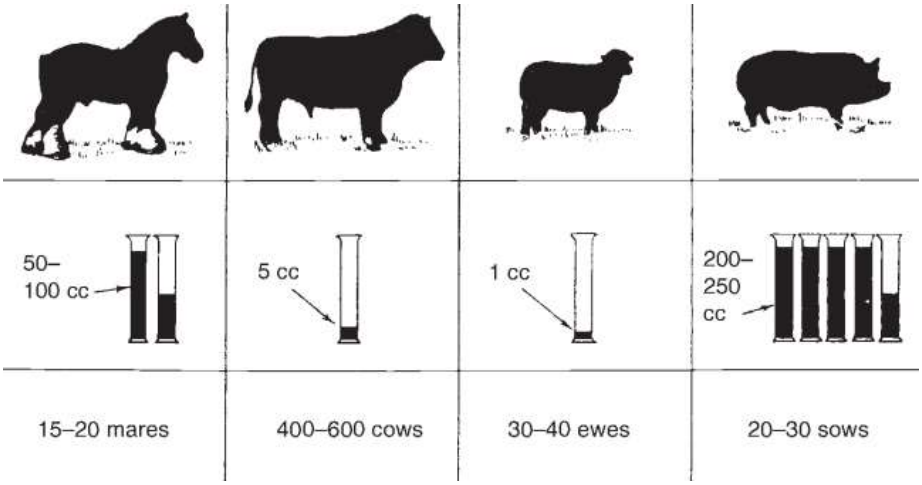
โยนีเทียมจะต้องสะอาด ปราศจากเชื้อก่อนการนำมาใช้ เลือกใช้เฉพาะโยนีเทียมและยางที่มีคุณภาพดีไม่เสื่อมอายุ ควรล้างผ้ายางให้สะอาดด้วยน้ำร้อนและสบู่ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาด เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ ล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง ผึ่งให้แห้ง เก็บยางไวในตู้ที่ไม่มีฝุ่น อาจจะไม่ใช้แอลกอฮอล์เช็ดแต่ใช้วิธีต้มผ้ายางในน้ำเดือด ใส่ในกล่องที่มีแสงอัลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อและทำให้ยางแห้งด้วย นำยางมาประกอบกับกระบอกเก็บน้ำเชื้อ แน่ใจว่ายางไม่บิด ต่อหลอดเก็บน้ำเชื้อกับกรวยยาง รัดส่วนต่อกันให้แน่นด้วยแผ่นยางบางๆ ถ้าเป็นแบบคอร์เนล นำไปสอดเข้าไปในกระบอกพลิกปลายกรวยยางทับไปบนแผ่นยางขึ้นแรก ถ้าเป็นแบบเดนมาร์กนำกรวยยางไปต่อที่ด้านนอกของปลายโยนีเทียม รัดแผ่นยางทั้งสองด้านกับกระบอกให้แน่นด้วยแถบยางบางๆ หรือใช้เชือกรัดให้แน่น ระมัดระวังมิให้เกิดการเลื่อนหลุด รินน้ำอุ่นอุณหภูมิ 42-43 องศาเซลเซียส เข้าทางจุกก๊อกของตัวกระบอก เพื่อทำให้อุณหภูมิภายในโยนีเทียมเป็น 40 องศาเซลเซียส อย่าเติมมากเกินไป ผ้ายางอาจจะขาดหรือหลุดขณะพ่อโคกระแทกขณะหลั่งน้ำเชื้อ ควรเติมน้ำอุ่นให้พอดีกับขนาดของลึงค์คือประมาณครึ่งหนึ่ง หรือ 2/3 ถ้าเติมน้อยเกินไปผ้ายางภายในยังขยายตัวไม่พอ เวลาพ่อโคกระแทก (thrust) ส่วนของผ้ายางอาจไปกระแทกถูกกระบอก ทำให้น้ำไหลออกมาได้ บางครั้งถ้าเติมน้ำลงไปน้อยต้องเติมลมด้วย จะทำให้เกิดแรงตันที่เหมาะสม เมื่อเตรียมโยนีเทียมเสร็จแล้ว เก็บไว้ในตู้อบขึ้นอุณหภูมิ 40-42 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำมาใช้ ก่อนการรีดเก็บน้ำเชื้อ หล่อลื่นภายในโยนีเทียมด้วยวาสลีนสะอาด หรือเค-วายเจลลี่ หรือน้ำมันพืชบริสุทธิ์ทาบางๆ โดยการใช้แท่งแก้วสะอาดกวาดลงไปในผ้ายางลึก 3-5 นิ้ว ไม่ควรทามากเกินไป เพราะจะลงไปปนเปื้อนกับน้ำเชื้อได้ ควรตรวจสอบอุณหภูมิของโยนีเทียมก่อนการใช้ (มงคล, 2546)

พฤติกรรมการขึ้นทับตัวเมียในการผสมตามธรรมชาติหรือตัวล่อในการรีดเก็บน้ำเชื้อ

ตามธรรมชาติพ่อโคจะแสดงความสนใจตัวเมียที่เป็นสัด โดยการเอาคางเข้าไปเกยที่บั้นท้ายของแม่โค มีการเลียและดมที่บริเวณอวัยวะสืบพันธุ์ ต่อมาจะมีการยกริมฝีปากบนขึ้น ซึ่งเชื่อว่าเป็นการกระตุ้นฮอร์โมน ทำให้พ่อโคขึ้นปีน (mount) ตัวแม่โค หรือตัวล่อ และพยายามผสมโดยที่ลึงค์จะสอดส่าย (seeking) หาช่องคลอด และจะยื่นออกมาตลอดความยาว เพื่อการสอดเข้าไปในช่องคลอด (intromission) ในจังหวะที่ลึงค์ของพ่อโคเริ่มออกมาจากหนังหุ้มลึงค์ ผู้รีดเก็บน้ำเชื้อจะสอดโยนีเทียมอย่างนิ่มนวลให้ลำลึงค์อยู่ในโยนีเทียมที่มีความตึงและอุ่นเหมือนช่องคลอดแม่โค ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้มีการกระแทกตัว (thrust) แล้วมีการหลั่งน้ำเชื้อ (ejaculation) ซึ่งผู้รีดเก็บน้ำเชื้อจะค่อยๆ ถอนโยนีเทียมออกมาหลังจากที่การหลั่งน้ำเชื้อสิ้นสุดแล้ว และพ่อโคจะลงมาจากหลังตัวล่อ ผู้รีดเก็บน้ำเชื้อ เอียงโยนีเทียมขึ้นเพื่อป้องกันน้ำเชื้อหกออกมาจากโยนีเทียม เขย่าให้ น้ำเชื้อที่เหลือติดตามผนังบุภายในลงในหลอดเก็บ

การรีดเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์สัตว์เลี้ยง

วิธีการเก็บรวบรวมน้ำเชื้อที่ใช้ในฟาร์มสัตว์ จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของสัตว์เลี้ยง เช่น ในม้าตัวผู้ก่อนที่จะมีการหลั่งน้ำเชื้อออกมา มักจะมีของเหลวใสที่เกิดขึ้นจากต่อมร่วมออกมาก่อน โดยเฉพาะออกมาจากต่อมลูกหมาก ในการหลั่งครั้งแรกมักมีตัวอสุจิจำนวนมาก ตามมาด้วยเซมินอลพลาสมาที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเจือจาง ปริมาณของน้ำเชื้อที่หลั่งออกมาจะมีความแตกต่างกันไปตามชนิดของสัตว์เลี้ยง ดังภาพที่ 8.3



ภาพที่ 8.5 ปริมาณน้ำเชื้อของสัตว์เลี้ยงที่หลั่งออกมา
ที่มา: Gordon (2005)

1. การรีดน้ำเชื้อในโค

จูงพ่อโคออกมาที่บริเวณรีดเก็บน้ำเชื้อ จูงให้เดินห่างจากตัวล่อพอควร ยังไม่ให้พ่อโคปีนขึ้นทันทีจูงเดินวน 2-3 ครั้งเพื่อกระตุ้นความกำหนัด สังเกตว่ามีน้ำเซมินอลเวสชิเคิลหยดจากรูเปิดของหนังหุ้มลึงค์บางตัวลึงค์อาจจะโผล่มานอกหนังหุ้มลึงค์ แสดงว่าเป็นระยะที่เหมาะสมสำหรับการรีดเก็บน้ำเชื้อแล้ว คนรีดเก็บน้ำเชื้อควรสวมรองเท้าพิเศษคือหนังแข็งป้องกันโคเหยียบ ยืนอยู่ใกล้ตำแหน่งที่พ่อโคจะปีนขึ้นขี่ตัวล่อ ผู้รีดควรเอาไหล่ซ้ายแตะที่สีข้างพ่อโค ลากขาซ้ายไปด้านหลังป้องกันมิให้โคเหยียบ ถือโยนีเทียมด้วยมือขวา เอียงให้ทำมุมกับพื้นประมาณ 35 องศาเซลเซียส ให้ปลายที่จะสอดลึงค์อยู่ด้านล่าง เมื่อพ่อโคปีนขึ้นขี่ตัวล่อ ห้ามเอามือจับตัวลึงค์ ให้ใช้มือซ้ายจับหนังหุ้มลึงค์เบาๆ ให้ลึงค์สอดเข้าไปในโยนีเทียม การสอดลึงค์เข้าไปในโยนีเทียมให้พ้นพอดี พ่อโคจะหลั่งน้ำเชื้อออกมาในขณะกระแทก โยนีเทียมจะถูกผลักไปข้างหน้า การหลั่งน้ำเชื้อเสร็จสิ้นลง ให้ถือโยนีเทียมด้านที่ใช้สอดลึงค์ตั้งขึ้น ค่อยๆ ดึงพ่อโคออกจากตัวล่อ ในบางครั้งพ่อโคจะพุ่งเข้าชนคนรีด ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ มีการบังคับพ่อโคให้ดีเขย่าน้ำเชื้อที่ค้างอยู่ในกระบอกให้ลงไปในหลอดแกะถุง

หุ้มหลอดออก นำหลอดออกจากกรวยยางไปห้องปฏิบัติการระวัง ไม่ให้มีสิ่งอื่นใดตกลงไปในหลอดเก็บน้ำเชื้อ

2. การรีดน้ำเชื้อในสุกร

ใช้หุ่นตัวล่อ (dummy) ที่ทำด้วยไม้หรือโลหะมีกระสอบคลุม อาจจะเปลี่ยนเป็นแม่สุกร แต่สิ่งแวดล้อมรอบๆ ควรเงียบไม่มีเสียงอื่นรบกวนทำลายความกำหนัดของพ่อพันธุ์ โยนีเทียมของสุกรมีหลายแบบ กระบอกยางที่ใช้เป็นท่อยางหนา เส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร ($1\frac{3}{4}$ นิ้ว) ยาว 12.5 เซนติเมตร (5 นิ้ว) มีผ้ายางบุอยู่ภายใน และมีแผ่นฟองน้ำเล็กๆ อยู่ระหว่างตัวกระบอกกับผ้ายาง ช่วยเพิ่มความดันให้แก่ลึงค์ เติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 45-50 องศาเซลเซียส (113-122 องศาฟาเรนไฮต์) ลงในโยนีเทียม สอดผ้ายางที่บางเรียบทรงกระบอกยาว 40 เซนติเมตร (16 นิ้ว) เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-3.5 เซนติเมตร ($1\frac{1}{4}$- $1\frac{3}{8}$ นิ้ว) และมีรูเล็กๆ ที่ด้านบน เข้าไปในโยนีเทียม ด้านหนึ่งผูกติดกับด้านนอกทาสารหล่อลื่น ปลายอีกด้านหนึ่งต่อกับขวดพลาสติกหรือถุงความจุ 500 มิลลิลิตร สำหรับรองรับน้ำเชื้อแช่อยู่ในน้ำอุ่น 39 องศาเซลเซียส (102 องศาฟาเรนไฮต์) เมื่อลึงค์ของพ่อสุกรสอดเข้าไปในโยนีเทียม มือของคนรีดบีบที่ปลายของลึงค์ (glans penis) ผ่านทางผ้ายางเพื่อกระตุ้นให้เกิดความดัน สุกรจะหลั่งน้ำเชื้อเป็นเวลา 15 นาทีโดยในนาทีที่ 3 หรือ 4 จึงจะมีส่วนของตัวอสุจิออกมา

มีการดัดแปลงโยนีเทียม โดยเพิ่มขดลวดเกลียวใส่ไว้ภายในโยนีเทียมให้คล้ายกับหลืบของช่องคลอดสุกร การรีดน้ำเชื้อโดยการใช้มือที่สวมถุงมือ โดยไม่ใช้โยนีเทียมก็สามารถรีบเก็บน้ำเชื้อได้เช่นกัน

การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยวิธีกระตุ้นด้วยไฟฟ้า โดยใช้โพรบสอดเข้าทางทวารหนัก (rectal probe) อาจจะใช้ชนิดเดียวกับโค ก่อนการใช้เครื่องมือ ควรฉีดยาสลบอย่างอ่อนหรือยาชาเพื่อไม่ให้พ่อสุกรเคลื่อนไหวและต้องสวนเอามูลออกมาก่อนที่จะสอดโพรบเข้าไป เปิดสวิตช์ไฟกระตุ้นด้วยความถี่ 12-17 โวลต์ เป็นเวลา 5-10 วินาที จะได้น้ำเชื้อชนิดที่มีอสุจิเข้มข้นสูงเนื่องจากไม่มีน้ำคัดหลั่งออกมาจากต่อมร่วม (accessory gland)

3. การรีดน้ำเชื้อในไก่

วิธีการรีดน้ำเชื้อที่ใช้ผู้ปฏิบัติ 2 คน เป็นวิธีที่นิยมที่สุด โดยคนหนึ่งเป็นผู้ควบคุมสัตว์จับบังคับด้วยความนุ่มนวล โดยหันหัวไก่สอดเข้าใต้รักแร้ รวบปีกและขาด้วยมือทั้ง 2 ข้าง ให้ขาไก่ถ่างในท่าธรรมชาติ ลำตัวสัตว์เอียงลงเป็นมุมประมาณ 15-30°C ผู้ปฏิบัติงานอีกคนเป็นตัวกระตุ้น รีดโดยใช้มือข้างหนึ่งลูบบริเวณหลังไก่ จากบริเวณใกล้โคนปีกไปทางด้านหางอย่างรวดเร็ว จากน้ำหนักที่เบาไปหาหนัก เมื่อนิ้วมือไปถึงโดนหาง ใช้นิ้วชี้และนิ้วหัวแม่มือโอบรอบโดนหาง จากทางด้านหลังของไก่ ณ เวลาในขณะนี้ไก่จะเกร็งและเผยอก้น ให้ใช้นิ้วบีบบริเวณโคนก้น พร้อมใช้หลอดเก็บน้ำเชื้อจ่อรองรับน้ำเชื้ออารมณ์การตอบสนองของไก่ จะเป็นไปอย่างรวดเร็วประมาณ 1-2 วินาที การลูบหลัง

และการรีดต้องสัมพันธ์กัน มิเช่นนั้นแล้ว จะรีดน้ำเชื้อไม่ออกหรือออกปริมาณน้อยและต้องใช้แรงบีบคั้นหนักหน่วง ทำให้ไก่บาดเจ็บบริเวณก้น ไก่ที่ผอมบริเวณก้นมักจะสีซีดและไม่ตอบสนองต่อการกระตุ้น ไก่ที่ขนาดโตมากหรืออ้วนเกินไป อาจปรับวิธีรีดเล็กน้อย โดยใช้มือข้างหนึ่งลูบหลัง และอีกข้างหนึ่งลูบบริเวณใต้ท้องมาทางด้านก้น ประสานกันกับการลูบท้อง จากนั้นใช้มือข้างหนึ่ง ข้ามหางมาวางกดโดนหางไปทางด้านหลังของไก่พร้อมกับใช้ปลายนิ้วชี้และหัวแม่มือ กดบริเวณโคนก้น 2 ข้าง และตวัดออกไปทางหาง ก็สามารถรีดน้ำเชื้อได้เช่นกัน การตอบสนองของไก่จะเป็นไปอย่างรวดเร็วมาก จึงต้องมีการฝึกฝนผู้รีดก่อนทำการรีดเพื่อหวังผลจริง การรีดน้ำเชื้อไก่อาจดำเนินการได้โดยคนเดียว โดยจับไก่ และใช้ขาหนีบขาไก่ไว้ทั้ง 2 ข้าง ขณะที่คนรีดอยู่ในท่านั่ง และดำเนินขั้นตอนการรีดเช่นเดียวกับที่กล่าวมา เนื่องจากในธรรมชาติไก่มักผสมพันธุ์ในช่วงบ่าย และส่วนใหญ่ไก่ตัวเมียจะวางไข่ในช่วงก่อนเที่ยง มีเพียงเล็กน้อยที่วางไข่ในช่วงบ่ายแก่ การรีดน้ำเชื้อไก่เพื่อการผสมเทียมจึงดำเนินการในช่วงบ่าย การรีดน้ำเชื้อในช่วงเช้าสามารถทำได้ แต่ควรเป็นช่วงสว่างแล้ว ดังแสดงในตารางที่ 8.1

ตารางที่ 8.1 ผลของวิธีการรีดต่อปริมาตรและคุณภาพน้ำเชื้อของนกกระจอกเทศ

วิธีการรีด	ปริมาตร (มล.)	ความเข้มข้น (x 10^9 เซลล์)	จำนวนอสุจิ (x 10^9 เซลล์)
ใช้นกเพศเมียกระตุ้น (n=12)	1.44[a]	4.10	5.86
ใช้สิ่งเทียมกระตุ้น (n=16)	0.83[b]	4.30	3.78
ใช้นกเพศเมียกระตุ้น (n=251)	1.52	2.76	3.92
ใช้สิ่งเทียมกระตุ้น (n=251)	1.06	3.91	4.74

[a], [b] แสดงความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา : เทวินทร์ (2559)

ภาพที่ 8.6 การรีดน้ำเชื้อไก่ (ภาพจากการเรียนการสอน)
ที่มา : วิชชุดา (2564)

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินศักยภาพของน้ำเชื้อว่าน่าจะมีความเป็นไปได้ในแง่ของความสมบูรณ์พันธุ์ หรืออัตราการผสมติดอยู่ในระดับใด เพื่อประกอบการพิจารณาตัดสินใจนำน้ำเชื้อนั้นไปใช้ในการผสมเทียม ตลอดจนทราบถึงสถานภาพทางการสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์ เพื่อการนำไปประกอบการพิจารณาจัดการด้านการผสมพันธุ์ต่อไป ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำเชื้อและความสมบูรณ์พันธุ์ มีมาตรฐานแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด

Alkan et al. (2001) รายงานว่า การผสมเทียมเป็นหนึ่งในวิธีการที่มีประสิทธิภาพและเป็นเทคนิคที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในฟาร์มปศุสัตว์ และในปัจจุบัน การผสมเทียมในสัตว์ปีกนั้นมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง และคุณภาพของน้ำเชื้อที่ดีจะทำให้การผสมเทียมมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น ความสำเร็จของการผสมเทียมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการคัดเลือกคุณภาพของน้ำเชื้อ ทั้งจากการเคลื่อนที่แบบคลื่น จำนวนตัวเป็น ตัวตาย และรูปร่างลักษณะของอสุจิ ซึ่งรูปร่างลักษณะของอสุจิสัตว์ปีกนั้น จะมีความแตกต่างจากอสุจิของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยอสุจิสัตว์ปีกจะมีลักษณะรูปร่างยาว คล้ายกระสวย ซึ่งการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ นิยมทำในหัวข้อดังต่อไปนี้

1. ลักษณะทั่วไป ได้แก่การประเมิน สี กลิ่น การปนเปื้อน โดยปกติน้ำเชื้อที่มีตัวอสุจิเข้มข้นจะมีลักษณะขาวขุ่น หากน้ำเชื้อที่มีลักษณะใส แสดงว่ามีตัวอสุจิในปริมาณน้อยซึ่งไม่ควรนำไปใช้ ในน้ำเชื้อสัตว์ปีกมักจะมี urate ปนมา หากน้ำเชื้อที่ได้มีลักษณะเป็นสีชมพูหรือสีน้ำตาล แสดงให้เห็นถึงการบาดเจ็บหรือติดเชื้อในระบบท่อ ซึ่งถ้าน้ำเชื้อมีลักษณะผิดปกติดังกล่าว และน้ำเชื้อมีสิ่งสกปรกปนออกมาควรทิ้ง (มงคล, 2546; เทวินทร์, 2553)

2. การเคลื่อนที่แบบหมู่ น้ำเชื้อที่รีดมาใหม่ เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 40-100 เท่า จะพบการเคลื่อนที่ของอสุจิมีลักษณะคล้ายคลื่น วิธีการทำโดยการหยดน้ำเชื้อลงบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด อุณหภูมิ 37°C โดยไม่ปิด cover slip และต้องทำการตรวจในเวลาอันรวดเร็ว เนื่องจากน้ำเชื้อไก่นั้นแห้งเร็วมาก การประเมินทำได้โดยการให้ค่าคะแนน 0-5 คะแนน ดังได้แสดงในตารางที่ 8.2

ตารางที่ 8.2 การให้คะแนนการเคลื่อนที่แบบคลื่นของอสุจิ

คะแนน	ระดับ	ลักษณะการเคลื่อนที่
5	ดีมาก	น้ำเชื้อเข้มข้นสูง เคลื่อนที่เป็นลูกคลื่น เร็ว สังเกตเป็นรายตัวไม่ได้ อสุจิประมาณ 90 % หรือสูงกว่าที่เคลื่อนที่ได้
4	ดี	อสุจิเคลื่อนที่แรง แต่ความแรงของคลื่นไม่เท่าระดับ 5 อสุจิเคลื่อนที่ประมาณ 70-85 %
3	ปานกลาง	การเคลื่อนที่เป็นคลื่นเล็กน้อย เคลื่อนที่ช้า สามารถสังเกตการเคลื่อนที่รายตัวได้ อสุจิเคลื่อนที่ประมาณ 45-65 %
2	ต่ำ	ไม่พบลักษณะคลื่น เคลื่อนที่อ่อน มีอสุจิเคลื่อนที่ได้ประมาณ 20-40 %
1	ต่ำมาก	ประมาณ 10 % ของอสุจิเท่านั้นที่เคลื่อนที่ได้
0	อสุจิตาย	ไม่พบการเคลื่อนที่

ที่มา : Evan and Maxwell (1987)

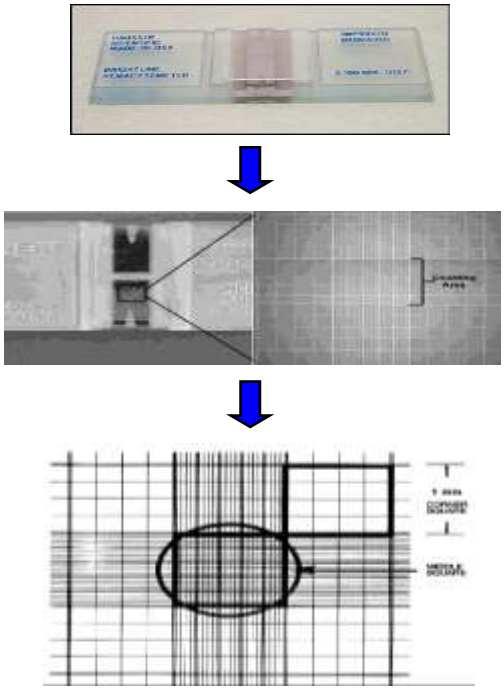
3. การเคลื่อนที่แบบตรงไปข้างหน้า เป็นการสังเกตอสุจิเคลื่อนที่รายตัว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า โดยการหยดน้ำเชื้อลงบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด และปิดด้วย cover slip สังเกตการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าของอสุจิโดยสังเกตดูในหลายๆ พื้นที่ของแผ่นสไลส์ ควรเจือจางด้วยน้ำยาเจือจางเพื่อไม่ให้มีความเข้มข้นของอสุจิมากเกินไป จากนั้นนับอสุจิจำนวนที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้ารวมประมาณ 300 ตัว แล้วนำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า (มงคล, 2546; เทวินทร์, 2553)

4. ความเข้มข้นของตัวอสุจิ เป็นการประมาณความเข้มข้นของอสุจิต่อมิลลิลิตร อาจทำได้หลายวิธี เช่น การสังเกตความขุ่นของน้ำเชื้อ (consistency of semen) ซึ่งเป็นการประเมินแบบหยาบ การนับจำนวนอสุจิโดยตรงจากอุปกรณ์นับเม็ดเลือด (haematocytometer) หรือวัดจาก electronic particle ซึ่งแต่ละวิธีมีความแม่นยำและความรวดเร็วแตกต่างกัน สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการผสมพันธุ์ได้ด้วย (มงคล, 2546) การประมาณความเข้มข้นของอสุจิต่อมิลลิลิตร อาจทำได้หลายวิธีเช่น โดยการสังเกตดูความขุ่นข้นของน้ำเชื้อ ซึ่งเป็นการประเมินระบบหยาบ, การ

นับโดยตรงจากอุปกรณ์นับเม็ดเลือด, วัดจาก Colorimeter หรือวัดจาก electronic particle ซึ่งแต่ละวิธีมีความแม่นยำและรวดเร็วที่แตกต่างกัน

การนับความเข้มข้นของน้ำเชื้อโดยอุปกรณ์นับเม็ดเลือด

อุปกรณ์นับเม็ดเลือด (haemacytometer) เป็นแท่นนับเม็ดเลือดมีอยู่หลายแบบ ส่วนใหญ่ ใน 1 ตร. มม. มี 25 ตารางใหญ่ ในแต่ละตารางใหญ่จะมี 16 ตารางเล็ก ดังภาพที่ 2.2 เมื่อปิด cover slip ลงไปบน haemacytometer จะมีช่องที่น้ำเชื้อเจือจางอยู่ได้ มีความลึก 0.1 มิลลิเมตร ดังนั้นปริมาตรของตาราง 25 ช่อง จะมีน้ำเชื้ออยู่ 1/10 X 1/10 x 1/100 = 1/10,000 มล. (เทวินทร์, 2553; Lake and Stewart, 1978)



ภาพที่ 8.7 อุปกรณ์นับเม็ดเลือด haemacytometer
ที่มา : Alkan et al. (2001)

วิธีการประเมิน

1. ในไก่ควรเจือจางน้ำเชื้อ 1 : 1,000 เท่า เนื่องจากน้ำเชื้อไก่จะมีความเข้มข้นสูง ประมาณ 4,000-6,000 ล้าน/มิลลิลิตร โดยเจือจางด้วย 3.6% sodium citrate หรือ 4% NaCl/eosin (หากต้องการเจือจางน้ำเชื้อ 1,000 เท่า ทำได้โดยใช้ไปเปตดูดน้ำเชื้อ 10 ไมโครลิตร เจือจางด้วย 3.6% sodium citrate หรือ 4% NaCl/eosin 10 มิลลิลิตร)

2. หยดส่วนผสมของน้ำเชื้อในข้อที่ 1 ลงบนตารางทั้ง 2 ด้านของแท่นนับ จากนั้นปิด cover slip ตรวจดูว่าน้ำเชื้อเหลวบรรจุอยู่เต็มช่องว่าง ไม่มีฟองอากาศ และไม่มีน้ำเชื้อเหลวไหล

เกิน หรืออาจใช้ cover slip ปิดวางบนแผ่น haemacytometer ก่อน แล้วจึงหยดส่วนผสมของน้ำเชื้อที่ขอบส่วนบนของ cover slip

3. ทิ้งไว้ประมาณ 3-5 นาที เพื่อให้อสุจิโรยตัวลงบนพื้นระนาบเดียวกัน จากนั้นนับจำนวนอสุจิใน 5 ตารางใหญ่จาก 25 ช่องของทั้ง 2 ข้าง โดยนับจาก 4 มุม และตรงกลาง 1 ตาราง

4. คำนวณความเข้มข้น โดยหาค่าเฉลี่ยของจำนวนอสุจิที่นับได้ 5 ตารางใหญ่ของทั้ง 2 ข้างนำค่าเฉลี่ยนั้นมาคูณด้วย 107 จะเป็นจำนวนอสุจิใน 1 มิลลิลิตรของน้ำเชื้อ โดยคำนวณจากสูตร

จำนวนตัวอสุจิต่อ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร = $\frac{N \times D \times 10^3}{V}$ ตัว

N = จำนวนอสุจิที่นับได้ใน 5 ช่อง

D = อัตราการเจือจาง

V = ปริมาณน้ำเชื้อที่เจือจางแล้วนับใน 5 ช่องใหญ่

ดังนั้นจึงสามารถหาค่าความเข้มข้นของการเจือจางน้ำเชื้อ 1 : 1,000 เท่า ดังนี้

พื้นที่ 25 ตาราง = 0.1 x 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

มีปริมาตร (ลึก 0.01 ซม.) = 0.1 x 0.1 x 0.01 มิลลิลิตร

= 1/10,000 มิลลิลิตร

เจือจางน้ำเชื้อ = 1: 1,000 เท่า

น้ำเชื้อ 5/25 ตาราง = 1: 5

ค่าเฉลี่ยของจำนวนอสุจิที่นับได้ 5 ช่องจาก 25 ช่อง = N

ฉะนั้นความเข้มข้นของอสุจิใน 1 มิลลิลิตร = N x 10,000 x 1,000 x 5 ตัว

= N x 10^7 ตัว

หากทำการเจือจาง 1:1,000 ต้องคูณด้วย 5 จะได้เป็นความเข้มข้นของน้ำเชื้อ/ มิลลิลิตร

5. ร้อยละของอสุจิที่มีชีวิต เป็นวิธีการที่นิยมและสะดวกคือการย้อมสีเพื่อแยกอสุจิที่มีชีวิต และอสุจิที่ตาย (Lukaszewicz et al, 2008) โดยทำการดูตัวอสุจิที่มีชีวิตด้วยการย้อมด้วยสี eosin – nigrosin โดย eosin จะไม่สามารถผ่านเข้าสู่เซลล์อสุจิที่มีชีวิตได้ ส่วนอสุจิที่ตายหรือผนังเซลล์มีความผิดปกติจะติดสีชมพูของ eosin (เทวินทร์, 2553) ในการย้อมสี นอกจากจะใช้ 1 % eosin แล้ว ยังใช้สีพื้นเพื่อให้มองเห็นชัดเจนขึ้น ได้แก่ 2 % aniline blue หรือ 5 % nigrosin เป็นต้น (เทวินทร์, 2553; Chalah and Brillard, 1998)

วิธีการย้อมสี ตัวเป็นตัวตาย แบบ eosin-nigrosin (เทวินทร์, 2553)

1) หยดน้ำเชื้อ 1 หยด ลงในหลอดแก้วที่อุ่นใน water bath อุณหภูมิ 35°c

2) หยดสีย้อม 10 หยด ลงในหลอดน้ำเชื้อในข้อ 1 และสีที่ใช้ย้อมต้องมีอุณหภูมิเท่ากับน้ำเชื้อเสมอ

3) คนสีย้อมและน้ำเชื้อให้เข้ากัน ทิ้งไว้นาน 3-5 นาที

4) หยดส่วนผสมในข้อ 3 ลงบนแผ่นสไลด์ที่สะอาด จากนั้นทำการ smear

5) ทำให้แห้งอย่างรวดเร็ว โดยอาจใช้ลมเป่า หรือวางสไลด์บน hot plate

6) นับและตรวจดูอสุจิจากหลากหลายบริเวณบนแผ่นสไลด์ นับจำนวนอสุจิโดยแยกตัวอสุจิที่ตายและมีชีวิต รวมทั้งหมด 300 ตัว ภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1,000 เท่า (เลนส์วัตถุกำลังขยาย 100X)

6. รูปร่างอสุจิ โดยปกตินำ้เชื้อไก่จะมีอสุจิรูปร่างผิดปกติประมาณ 5 % จะไม่มีผลเสียต่อการผสมติด หากน้ำเชื้อมีตัวผิดปกติถึง 20-25 % ก็มีผลทำให้การประเมิน progressive motility ต่ำลงด้วย เนื่องจากอสุจิที่มีรูปร่างผิดปกติจะเคลื่อนที่ไม่ตรง (เทวินทร์, 2553)

7. การนับ ควรตรวจดูอสุจากหลายๆ บริเวณบนสไลด์ นับจำนวนอสุจิทั้งหมด 300 ตัว ใช้กล้องกำลังขยาย 1000เท่า ซึ่งใช้ oil emersion หยดบนสไลด์

7.1 รูปร่างอสุจิ (sperm cell morphology) โดยปกติแล้วน้ำเชื้อจะมีรูปร่างผิดปกติประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ การผสมติดจะไม่กระทบกระเทือน หากตัวอสุจิที่ผิดปกติไม่ถึง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งอสุจิที่ผิดปกตินี้จะเคลื่อนที่ไม่ตรง ดังนั้นการประเมิน progressive จึงเป็นการตรวจอสุจิรูปร่างผิดปกติทางอ้อม การตรวจความผิดปกติของอสุจิมักตรวจเช็คภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา การย้อมสีจะทำให้การตรวจเช็คทำได้ง่ายยิ่งขึ้น และควรใช้กล้องกำลังขยาย 100 เท่า และใช้ oil emersion จะทำให้ตรวจได้ชัดเจนขึ้น

ความผิดปกติของอสุจิอาจแบ่งง่ายได้เป็น 2 กลุ่มคือ

1. Primary abnormalities หรือความผิดปกติปฐมภูมิ โดยอสุจิจะผิปกติตั้งแต่เมื่ออยู่บริเวณอัณฑะซึ่งพบความผิดปกติดังนี้

ความผิดปกติที่หัว ได้แก่

1. หัวกึ่งที่บริเวณต่อกับ midpiece หรือ (pyriform –shaped)
2. หัวกลม (round)
3. หัวยาว (elongated or slender)
4. หัวเล็กกว่าปกติ (microcephalic or small)
5. หัวขนาดโตกว่าปกติ (microcephalic or paint)
6. มี 2 หัว (double or twin)
7. มีอะโครโซมผิดปกติ (abnormalacrosome)

ความผิดปกติที่ midpiece

1. การโค้งงอ (bent)

2. มี 2 หาง (double)

3. บวม (swollen)

4. ตำแหน่งไม่อยู่ที่ศูนย์กลางของหัว (off center atta chment)

ความผิดปกติของหาง

1. หางม้วน (coiled or curled)

2. หาง 2 แฉก (double tail)

2. Secondary abnormalities หรือความผิดปกติแบบทุติยภูมิ เป็นความผิดปกติที่ปรากฏภายหลังผ่าน seminiferous tubule แล้วซึ่งคือความผิดปกติที่เกิดภายนอกก้อนอัณฑะเป็นความผิดปกติที่เกิดในระบบท่อ ความผิดปกติที่เกิดขึ้น ได้แก่

1. หัวขาด (detached heads)

2. มีเม็ดตุ่มที่คอหรือที่หาง (protoplasmic droplet on the neck or tail)

3. หางงอพับ (shock hook tail)

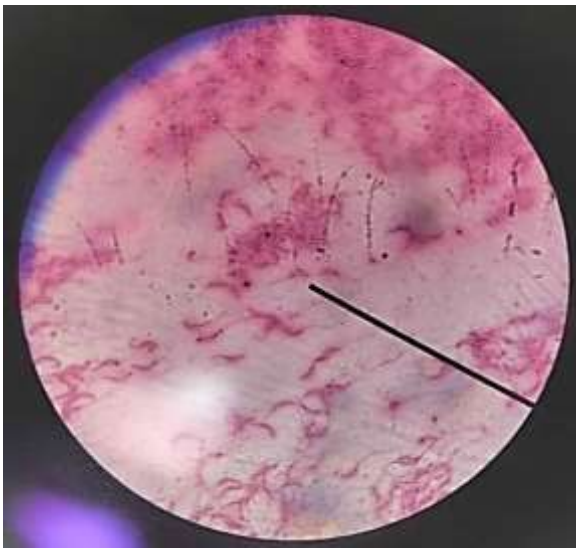
4. สูญเสีย acrosome (loose cap from the head)

อสุจิหัวขาดมักพบในกรณีการได้รับความกระทบกระเทือนของอสุจิในภาชนะภายหลังการรีด ส่วนพวกมีเม็ดตุ่มที่คอหรือหางมักเป็นพวกอสุจิที่อายุน้อย มักพบในกรณีใช้งานพ่อพันธุ์บ่อยครั้งเกินไป ความผิดปกติของอสุจิมีความเกี่ยวข้องกับอัตราการผสมติด โดยในโคพบว่าหากอสุจิมีความผิดปกติ 10-20 % อัตราการสมติดจะเป็น 66 % หากอสุจิมีความผิดปกติ 20-30 % อัตราการผสมติดจะคิดเป็น 62 % และถ้าหากความผิดปกติ 30-45 % อัตราการผสมติดจะคิดเป็น 61 % ศูนย์ผสมเทียมบางแห่งจะไม่ยอมรับน้ำเชื้อที่มีอสุจิผิดปกติสูงกว่า 25% หรือ พวกที่มี protoplastmic droplets หรือ หัวผิดปกติเกินกว่า 12% นอกจากนี้แล้วในน้ำเชื้อเจือจางหลายวัน หรือน้ำเชื้อแช่แข็งจะพบความเสียหายที่ acrosome ซึ่งจะมีการสูญเอนไซม์ที่จำเป็นในขบวนการปฏิสนธิไป การประเมินรูปร่าง acrosome อาจใช้วิธีการต่อไป

1. ตรวจด้วยกล้อง phase-contrast differential interence contrast (DIC) โดยใช้ได้กับอสุจิที่มีชีวิตลำลังเคลื่อนที่ (สไลด์เปียก) เหมาะที่จะใช้กับสัตว์ที่อสุจิมีอะโครโซมขนาดใหญ่ เช่นหนูตะเภาและหนูแฮมเตอร์ เป็นต้น ส่วนพวกที่อสุจิมีอะโครโซมขนาดเล็ก เช่น กระต่าย สุนัข สุกรและโค ทำได้ลำบากยกเว้นทำให้อสุจิหยุดการเคลื่อนที่

2. ตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาภายหลังการย้อมสีอสุจิ ตัวอย่างสีที่ใช้ย้อม ได้แก่ eosin-nigrosin, Giemsa stain, periodic acid-Schiffs reagent, triple stain และ dual stain เป็นต้น ดังแสดงในภาพที่ 8.8 และ 8.8

ภาพที่ 8.8 การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ภาพจากการเรียนการสอน)
ที่มา : วิชชุดา (2564)



ภาพที่ 8.9 ลักษณะน้ำเชื้อไก่ จากการย้อมสี eosin-nigrosin (ภาพจากการเรียนการสอน)
ที่มา : วิชชุดา (2564)

การประเมินลักษณะอื่นๆ

การตรวจสอบความสามารถในการปฏิสนธิ

แม้ว่าวิธีการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อต่างๆ จะเป็นวิธีที่ปฏิบัติกันอยู่เป็นงานประจำ แต่ก็ยังเป็นตัวชี้วัดถึงความสามารถในการผสมติดได้ดีพอ ห้องปฏิบัติการหลายแห่งได้พัฒนาวิธีการอื่นๆ ในการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ ตัวอย่างเช่น ตรวจสอบความสามารถในการอยู่รอด ความสามารถในการเดินทางและความสามารถในการปฏิสนธิเป็นต้น วิธีการตรวจสอบความสามารถของอสุจิในการปฏิสนธิกับไข่หนูแฮมเตอร์เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมกัน นอกจากวิธีนี้ก็มีวิธี hypo-osmotic swelling test เป็นต้น

วิธีการตรวจสอบความสามารถในการปฏิสนธิกับไข่หนู Hamster (Zona-free hamster ova tast) โดยกระตุ้นการตกไข่ในหนูแฮมเตอร์ แล้วใช้ prypsin กำจัด zona pellucida ของไข่ออก จากนั้นนำอสุจิของสัตว์ที่ต้องการทดสอบมาทำการ capacitation นำไข่หนูลงบ่มในหยดอสุจิขนาด 0.2-0.3 ม.ล. ที่ 37-38 องศาเซลเซียส ในตู้เลี้ยงเซลล์ 5 % CO_2 95 % อากาศ เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง นำไข่มาล้างด้วยน้ำยาเพื่อกำจัดอสุจิตามผิวไข่ จากนั้นฟิกซ์ในส่วนผสมของ ethanol และกรด acetic 2-3 ชั่วโมง จากนั้นย้อมสีด้วย acetoplacmoid stain จึงนำไปส่องใต้กล้องกำลังขยาย 400-1,000 เท่า เมื่อตรวจดูอสุจิที่มีลักษณะการบวมของหัว หรือ pronclei ในผนัง vitelus ผลสำเร็จในการปฏิสนธิของอสุจิสัตว์ชนิดต่างๆ กับไข่หนูแฮมเตอร์ แสดงในตารางที่ 8.3

ตารางที่ 8.3 การปฏิสนธิภายนอกร่างกายของอสุจิสัตว์ชนิดต่างๆกับไข่หนูแฮมเตอร์

อสุจิ	ร้อยละการปฏิสนธิ
หนูตะเภา (Guinea pig)	100
หนู Gerbil	8
หนู mouse	100
คน	95
สุกร	36
กระต่าย	63
โค	90

ที่มา : เทวินทร์ (2542)

9. Hypo-osmotic Swelling Test

เป็นวิธีการที่ใช้มากสำหรับประเมินความสามารถในการปฏิสนธิของอสุจิคน โดยหยดน้ำเชื้อ 1 หยด ผสมกับน้ำยา ซึ่งประกอบไปด้วย fructose และ sodium citrate ซึ่งมีความดัน

สารละลาย 150 m/osmol 1 หยด บ่มที่ 37 องศาเซลเซียส 30-60 นาที จากนั้น นำมาตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์ ชนิด phase contrast เมื่อตรวจดูอัตราส่วนของอสุจิที่มีการบวมที่หาง

10. การวัดเมตาบอลิซึม (Metabolic Reaction Rates)

การตรวจวัดความสามารถในการเมตาบอลิซึมของอสุจิในน้ำเชื้อสามารถวัดจากขบวนการ Glycolysis ตลอดจนการหายใจ (Respiration) โดยน้ำเชื้อที่มีอสุจิที่แข็งแรง จะเกิด Glycolysis และอัตราการหายใจสูง ซึ่งสามารถวัดโดยเครื่องมือและอุปกรณ์

11. Methylene blue reduction test

เป็นวิธีการบ่งบอกถึงความสามารถของการเมตาบอลิซึมของอสุจิ โดยหากน้ำเชื้อมีอสุจิ โดยหากน้ำเชื้อมีอสุจิเข้มข้น และอสุจิที่มีความแข็งแรง การใช้ออกซิเจนของอสุจิจะเป็นไปอย่างรวดเร็วกว่า น้ำเชื้อที่อสุจิอ่อนแอ เมตาบอลิซึมที่เกิดขึ้นจะทำให้มี Hydrogen ซึ่งจะไปจับกิน methylene blue (สีน้ำเงิน) (Chloride) ได้ leuco methylene blue ซึ่งไม่มีสี วิธีการดังนี้

1. เตรียมน้ำยา methylene blue โดยเติม methylene blue 50 ม.ก. ในสารละลาย 3.6 % sodium citrate ($Na_3C_6H_5O_7,2H_2O$)
2. เจือจางน้ำเชื้อ 0.2 ม.ล. ในน้ำยา egg-yolk-citrate 0.8 ม.ล. และคนให้เข้ากัน
3. เติมน้ำยา methylene blue ที่เตรียมไว้ลงไป 0.1 ม.ล. คนให้เข้ากัน
4. เท mineral oil ปิดสูงครึ่งนิ้ว
5. นำหลอดน้ำเชื้อที่เจือจางดังกล่าวไปไว้ที่อุณหภูมิ 43-46 องศาเซลเซียส
6. สังเกตการเปลี่ยนสีจากสีน้ำเงินเป็นเหลือง หากจางหายไปภายใน 3-6 นาทีแสดงว่าน้ำเชื้อมีคุณภาพดี หากนานกว่า 9 นาที ไม่ควรใช้น้ำเชื้อดังกล่าว

12. การวัดคุณภาพของน้ำเชื้อด้วยวิธีอื่นๆ

1. การสูญเสียเอนไซม์ น้ำเชื้อที่ผ่านการแช่แข็งมักพบเอนไซม์บางชนิด ซึ่งสูญเสียจากการบกพร่องของผนังเซลล์อสุจิ ตัวอย่างเช่น glutamic-oxaloacetic transaminase (GOT)

2. ความสามารถในการมีชีวิตรอด (Live ability of sperm cells) พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการมีชีวิตรอดที่อุณหภูมิ 46.5 องศาเซลเซียส ภายใน 60 นาที และ 5 องศาเซลเซียส ภายใน 10 วัน โดยมีค่าสหสัมพันธ์ 0.91

3. เปอร์เซ็นต์อสุจิที่มีโครโมโซมปกติภายหลังการบ่ม น้ำเชื้อแช่แข็งเมื่อทำการละลายและบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชม. พบว่าเปอร์เซ็นต์อสุจิที่มีอะโครโซมปกติ จะมีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติดซึ่งสูงกว่า

การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อภายหลังการเก็บรักษา

การเก็บรักษาน้ำเชื้อทั้งแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง มีผลทำให้อสุจิเสื่อมสภาพในด้านต่างๆ ซึ่งในน้ำเชื้อแบบแช่เย็นที่เก็บรักษายาวนานจะเสื่อมสภาพรุนแรงกว่าน้ำเชื้อที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลาสั้น ส่วนน้ำเชื้อแบบแช่แข็งนั้น จะมีระดับความเสียหายที่รุนแรงกว่าน้ำเชื้อสดและน้ำเชื้อแช่เย็น ลักษณะที่ทำการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อที่ทำการเก็บรักษา มีดังนี้ คือ

1. การเคลื่อนที่ของอสุจิ

สามารถประเมินภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound หรือเครื่อง computer assisted sperm analysis (CASA) และ sperm quality analyzer ซึ่งวัดค่าคุณลักษณะการเคลื่อนที่ได้ละเอียด ในปัจจุบันงานทดลองส่วนใหญ่ประเมินคุณภาพน้ำเชื้อภายใต้เครื่อง CASA ซึ่งมีราคาแพง โดยเครื่องที่มีคุณภาพดี มักมีราคาประมาณ 3-4 ล้านบาท ซึ่งหน่วยงานที่มีงบประมาณจำกัด ไม่สามารถสามารถเข้าถึงเครื่องดังกล่าวได้ อาจใช้ทางเลือกโดยการขอความอนุเคราะห์แต่อาจมีความสะดวกในระดับที่แตกต่างกันไป ในคู่มือการใช้งานต้องเจือจางน้ำเชื้อให้มีความเข้มข้นประมาณ 25 ล้าน/มล. ซึ่งมีผลให้อสุจิเคลื่อนที่ได้ต่ำลง ค่าการเคลื่อนที่ ที่ได้จากการอ่านของเครื่อง CASA ต่ำกว่าค่าสังเกตจากกล้องแบบ compound และบางตัวอย่างที่อสุจิเคลื่อนที่เร็วมาก เครื่องจะอ่านไม่ออกจนกว่าจะเคลื่อนที่ช้าลงจนถึงระดับหนึ่ง

2. สเปอร์มโมบิลิตี้

การประเมินร้อยละของอสุจิมีชีวิต โดยวิธีการย้อมสี (staining techniques) เป็นวิธีที่สะดวก สีที่นิยมใช้คือ eosin 1 กรัม และ nigrosin 5 กรัม ในสารละลายโซเดียมซิเตรท ร้อยละ 2.9 ปริมาตร 100 ม.ล. หรือน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อ eosin จะซึมเข้าสู่เซลล์ที่ตายแล้วหรือเยื่อหุ้มเซลล์ที่บกพร่อง ส่วนสี nigrosin จะมีบทบาทเป็นสีพื้น ทำให้สามารถแยกตัวอสุจิที่ติดสี อสุจิไม่มีชีวิต หรือเสมือนไม่มีชีวิต ด้วยอสุจิที่มีชีวิตจะไม่ติดสี เป่าสไลด์ที่ทำการสเมียร์ให้แห้ง การประเมินร้อยละของอสุจิมีชีวิตนี้ ควรให้กำลังขยาย 100X และหยด oil immersion ภายหลังการสเมียร์น้ำเชื้อ

3. การประเมินร้อยละของอสุจิมีชีวิต

อาจใช้วิธีการย้อมสี eosin-nigrosin ซึ่งมีราคาถูก ประเมินภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบ compound มีรายงานการย้อมสีดังกล่าวในการประเมินร้อยละของอสุจิมีชีวิตในวารสารที่ตีพิมพ์ระดับนานาชาติเช่นกัน อย่างไรก็ตามในปัจจุบันงานวิจัยจำนวนมาก ประเมินการรอดชีวิต ของอสุจิด้วยสี SYBR – 14 และ propidium iodide (PI) ซึ่งต้องใช้กล้องฟลูออเรสเซนต์ในการตรวจ โดยอสุจิมีชีวิตจะมีสีเขียว จากการติดสี SYBR – 14 ซึ่งซึมเข้าเซลล์ ติดสี nucleic acid ส่วนอสุจิที่ตายจะติดสีแดงจากสี PI ซึ่งสีนี้ไม่สามารถผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ที่เป็นปกติได้

4. การประเมินร้อยละของอสุจิที่มีอะโครโซมปกติ

ถุงอะโครโซมที่บริเวณปลายหัวของอสุจิ มีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิสนธิ ซึ่งเยื่อหุ้มถุงอะโครโซมมักเสื่อมสลายไปกับกระบวนการเก็บรักษาทั้งแบบแช่เย็นและแบบแช่งแข็ง สามารถประเมินคุณภาพของอะโครโซมได้ โดยใช้สี fluorescein isothiocyanate – conjugated peanut agglutinin (FITC - PNA) แต่เนื่องจากรูปร่างของอสุจิสัตว์ปีกมีลักษณะคล้ายไส้เดือน หรือเรียวเล็ก จึงทำให้การประเมินอะโครโซมมีความลำบาก แตกต่างจากอสุจิของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

5. การประเมินร้อยละของอสุจิที่ไมโทคอนเดรียยังทำหน้าที่ปกติ

สามารถประเมินจากการย้อมด้วยสี rhodomine (R123) และ 5,5', 6,6'- tetrachloro-1,1', 3,3'- tetraethylbenzimidazolyl – conbocyanineiodide (JC - 1) โดยการย้อมด้วยสี JC – 1 นี้ ระดับของการติดสีที่บริเวณ ไมโทคอนเดรียเมื่อตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบฟลูออเรสเซนต์ สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือสีส้ม แสดงถึง ไมโทคอนเดรียยังทำหน้าที่ได้สมบูรณ์ สีส้มเขียว ถือว่าเป็นระดับปานกลาง และสีเขียว หมายถึง ไมโทคอนเดรียทำหน้าที่ได้น้อย

6. การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อด้วยโฟลไซโตมิเตอร์ (Flow cytometer)

ประเมินคุณภาพน้ำเชื้อโดยศึกษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ความสมบูรณ์ของอะโครโซม การทำงานของไมโทคอนเดรีย และอื่นๆ ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของอสุจิได้อย่างครบถ้วนในปัจจุบันสามารถทำได้โดยการย้อมสีฟลูออเรสเซนต์ (fluorescent) เช่น สี fluorescent isothiocyanate conjugated peanut agglutinin (FITC - PNA), propidium iodide (PI), rhodomine (R123) และ 5,5', 6,6'- tetrachloro-1,1', 3,3'- tetraethylbenzimidazolyl – conbocyanineiodide (JC - 1) สามารถทำการย้อมได้พร้อมกันหลายๆสี และนำไปประเมินคุณภาพอสุจิที่ย้อมติดสีโดยใช้การวิเคราะห์เซลล์ด้วยการฉายแสงเลเซอร์ ซึ่งมีระบบกำเนิดแสง ประกอบด้วย 3 เลเซอร์ ได้แก่ ลำแสงสีน้ำเงิน ความยาวคลื่น 488 นาโนเมตร ลำแสงสีแดงความยาวคลื่น 633 นาโนเมตร และลำแสงสีม่วง ความยาวคลื่น 405 นาโนเมตร ลงสู่เซลล์ แล้ววัดการเรืองแสงที่เกิดขึ้นบนผิวเซลล์หรือภายในเซลล์และไหลผ่านเครื่อง เทคนิคนี้มีความไวสูง สามารถวัดเซลล์ได้จำนวนมากพร้อมกับคัดแยกได้ในความเร็วสูง และมีการแยกความเข้มของแสงหรือขนาดของเซลล์ได้อย่างแม่นยำ

7. การประเมินระดับการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่น

เยื่อหุ้มเซลล์อสุจิประกอบด้วยกรดไขมันไม่อิ่มตัวในปริมาณสูง จึงไวต่อการเกิดลิปิดเปอร์ออก-ซิเดชั่น (lipid peroxidation) เมื่อลดความเย็นและระหว่างการแช่แข็ง มีการผลิต reactive oxygen species (ROS) ซึ่งเป็นอันตรายต่อเยื่อหุ้มเซลล์ ไมโตคอนเดรีย และ DNA เซลล์เกิดความเสียหาย การตรวจวัดสภาวะดังกล่าวดำเนินการโดยตรวจหา malondialdehyde (MDA) ซึ่งสัมพันธ์กับความเสื่อมของเยื่อหุ้มเซลล์

8. การประเมินความสามารถของอสุจิในการชำแรกผ่านเยื่อหุ้มไข่

เยื่อหุ้มไข่ (inner perivitelline layer; IPL) เป็นเยื่อที่หุ้มห่อไข่ (yolk) พบเมื่อตอนตกไข่ เป็นเยื่อซึ่งอสุจิต้องชำแรกผ่าน ทำให้เกิดช่องเพื่อไปยัง germinal disc และทำการปฏิสนธิ โดยอสุจิจะทาบกับเยื่อหุ้มไข่จากนั้นจะมีการหลั่งเอนไซม์อะโครซิน (trypsin – like enzyme) ซึ่งจะสลายเยื่อหุ้มไข่ เป็นช่องทางให้อสุจิชำแรกเข้าไปภายใน การประเมินความสามารถของอสุจิในการชำแรกเจาะเยื่อหุ้มไข่นี้ จะนับจำนวนรูที่ปรากฏที่เยื่อหุ้มไข่บริเวณ germinal disc นี้ มากน้อยต่างกันไป เสมือนว่าเกิด polyspermy แต่แท้จริงแล้วในธรรมชาติมีอสุจิเพียง 1 ตัว เท่านั้นที่เข้าไปปฏิสนธิ ส่วนที่เหลือจะสลายไป ในงานวิจัย พบอสุจิที่ติดอยู่ระหว่างเยื่อชั้นนอกและชั้นในของเยื่อหุ้มไข่ จำนวนอสุจิที่พบดังกล่าวนี้ บ่งชี้ถึงจำนวนอสุจิที่สามารถเดินทางไปถึงท่อกักเก็บอสุจิ

9. ความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่างๆ ที่ได้จากการประเมินคุณภาพน้ำเชื้อในห้องปฏิบัติการกับอัตราการผสมติด

ประเด็นต่างๆ ที่นำมาประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ เป็นที่ยอมรับว่ามีความสัมพันธ์กับการผสมติดของน้ำเชื้อเมื่อนำไปผสมเทียมในระดับหนึ่ง ในไก่ค่าร้อยละของอสุจิมีชีวิตที่มีรูปร่างปกติของน้ำเชื้อมีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติดในน้ำเชื้อสด สำหรับน้ำเชื้อแบบแช่แข็งนั้น คุณสมบัติด้านความยืดหยุ่นของเยื่อหุ้มเซลล์ (membrane fluidity) มีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติดสูงสุด รองลงมาคือ ร้อนละของอสุจิมีชีวิตที่มีรูปร่างปกติ ร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่แบบตรงไปข้างหน้า และร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ ตามลำดับ (เทวินทร์, 2559)

ในธรรมชาติการผสมพันธุ์ของสัตว์ปีกเกิดขึ้นภายใต้ความเหมาะสมของสภาวะแวดล้อมภายนอกตัวสัตว์และปัจจัยตัวสัตว์ และปัจจัยภายในตัวสัตว์เอง อันได้แก่ ปัจจัยทางสรีรวิทยานำไปสู่ความสมบูรณ์พร้อมทางการสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ มีสื่อสัญญาณทางธรรมชาติโน้มนำสู่กิจกรรมการสืบพันธุ์ พ่อพันธุ์ส่งมอบน้ำเชื้อ อสุจิและน้ำกามเข้าสู่ช่องคลอดของแม่พันธุ์ที่อยู่ในสภาวะพร้อมทางการสืบพันธุ์ โดยบริเวณส่วนต่อระหว่างช่องคลอดและมดลูก (utero – vaginal junction) จะมีภารกิจทางธรรมชาติในการคัดกรองอสุจิ และเกื้อกูลการดำรงชีพของอสุจิในท่อกักเก็บ (sperm storage tubes; SST) ให้ยาวนาน ในไก่งวงพบว่าอสุจิสามารถมีชีวิตและปฏิสนธิได้ยาวนานถึง 16 สัปดาห์ นับเป็นสิ่งน่าอัศจรรย์ทางธรรมชาติ ที่มนุษย์ยังไม่อาจจำลองสภาพให้ทัดเทียมธรรมชาติในขั้นตอนของเทคโนโลยีการผสมเทียม ซึ่งเป็นเทคโนโลยีช่วยธรรมชาติ ที่ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากพ่อพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพนั้น คือ การเก็บน้ำเชื้อไว้นอกตัวพ่อพันธุ์ให้ได้ยาวนานที่สุด โดยที่ยังมีคุณภาพดี สามารถใช้กับเทคโนโลยีการผสมเทียมได้ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าเมื่อน้ำเชื้อหลั่งสู่ภายนอกตัวสัตว์ (In vitro) อสุจิจะเข้าสภาวะเสื่อมสภาพโดยทันที ด้วยปัจจัยคุกคามต่างๆ จึงได้มีการคิดค้นน้ำยาเจือจาง (extender หรือ diluents หรือ dilutor) เพื่อชะลอสภาวะการเสื่อมสภาพ ทั้งในการเก็บรักษาน้ำเชื้อในสภาพแช่เย็น และสภาวะแบบแช่แข็ง

องค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำยาเจือจาง (เทวินทร์, 2559)

น้ำเชื้อที่รีดเก็บมาจากพ่อพันธุ์สัตว์ปีก จะมีการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วในไก่ น้ำเชื้อที่ไม่เจือจางจะมีสภาพเสื่อม ภายหลังการรีดประมาณ 20 นาที หากต้องการเก็บรักษาน้ำเชื้อยาวนานกว่า 1 ชม. จึงต้องเจือจางน้ำเชื้อด้วยน้ำยาเจือจาง ดังนั้นการยืดอายุน้ำเชื้อให้มีความยาวนาน จำเป็นจะต้องเจือจางด้วยน้ำยาเจือจางที่สังเคราะห์ขึ้น โดยอาศัยความรู้พื้นฐานที่ได้จากองค์ประกอบของน้ำเลี้ยงเชื้อของสัตว์ปีก องค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำยาเจือจาง มีดังนี้

1. การเป็นแหล่งพลังงาน

อสุจิต้องการพลังงานเพื่อดำรงชีพและการเคลื่อนที่ โดยอาศัยการเคลื่อนไหวของส่วนหาง การสร้างพลังงานของอสุจิ ผ่านวิถีไกลโคไลติก (glycolytic pathways) โดยกิจกรรมนี้เกิดขึ้นที่ไมโตคอนเดรียลชีท (mitochondrial sheath) บริเวณหางส่วนฟรุคโตส และกลูโคส เป็นแหล่งพลังงานที่นิยมใช้องค์ประกอบของน้ำยาเจือจางสัตว์ปีก ส่วนกลูตาเมทนับเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำเชื้อสัตว์ปีก มีรายงานว่าอสุจิ สัตว์ปีกสามารถใช้กรดกลูตามิคได้ แต่อย่างไรก็ตามไม่ถือว่าสารนี้เป็นแหล่งพลังงานในน้ำเชื้อไก่และไก่งวง แต่เป็นแหล่งของสารที่ให้ประจุบวกในน้ำเชื้อและมีในน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อของสัตว์ปีกแทบทุกสูตร นอกจากนี้พบ acetylcarnitine (ซึ่งเป็นผลผลิตจากคาร์นิทีน) ในน้ำกามของไก่ ซึ่งอาจมีอิทธิพลต่อการเมตาบอลิซึมของอสุจิ เมื่อไม่นานนี้ รายงานว่าการเสริม L – carnitine ในยาเจือจางน้ำเชื้อไก่มี ผลดีต่อการเคลื่อนที่ การรอดชีวิต และการดำรงรูปร่างปกติของอสุจิ

2. การควบคุมระดับ pH ให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม

โดยทั่วไปแล้วน้ำเชื้อสัตว์ปีกจะมี pH อยู่ในช่วง 6.0 ถึง 8.0 ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของ pH ในช่วงกว้าง อาจจะส่งผลเสียต่อการรอดชีวิตและอัตราการผสมติดของอสุจิ อสุจิของไก่และไก่งวงสามารถทนต่อ pH ในช่วง 6.0 ถึง 8.0 ได้ ในน้ำเชื้อไก่อัตราการรอดชีวิตและร้อยละของอสุจิที่เคลื่อนที่ในน้ำยาเจือจางจะมีอัตราที่สูง เมื่อมี pH ในช่วง 6.8 – 7.1 หากเก็บรักษาน้ำเชื้อที่อุณหภูมิ 5 ºC แต่ค่าดังกล่าวจะลดต่ำลงหากระดับ pH ต่ำกว่า 5.8 หรือสูงกว่า 7.4 สำหรับไก่งวงน้ำยาเจือจางที่ pH 6.5 และความดันสารละลายของน้ำยาเจือจางที่ 355 มิลลิออสโมล/กิโลกรัม (mOsm/kg) ให้ผลดีที่สุดในการเก็บรักษา สำหรับในไก่ค่า pH ควรจะต่ำว่า 7 หากความดันสารละลายของน้ำยาเจือจางมีค่าสูงกว่า 280 มิลลิออสโมล/กิโลกรัม (mOsm/kg) สารเคมีใช้เป็นส่วนประกอบของน้ำยาเจือจางเพื่อควบคุม pH มักเป็นกลุ่มฟอสเฟต ซิเตรทและสารอินทรีย์ ที่มีคุณสมบัติเป็นกลาง (zwitterionic molecule) ตัวอย่างเช่น BES [N,N – bis (2 – hydroxyethyl) - 2 – aminoethane sulfonic acid] และ TES [N – Tris hydroxymethyl)methyl - 2 – aminoethane sulfonic acid] เนื่องจากอสุจิของสัตว์ปีกไม่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของ pH ในช่วง

กว้าง ดังนั้น จึงควรเลือกใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติควบคุมระดับ pH ในช่วงแคบเป็นองค์ประกอบของน้ำยา

3. ความดันออสโมซิสที่เหมาะสม

ความดันออสโมซิส (osmotic pressure) ขึ้นกับจำนวนอนุภาคของตัวถูกละลายในสารละลายมีหน่วยวัดเป็น ออสโมล/กิโลกรัม ตัวทำละลาย หรือออสโมล/กิโลกรัม ตัวทำละลายเป็นการวัดจำนวนอนุภาคที่แตกตัวของสารที่มีในของเหลว หากอสุจิอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีจำนวนอนุภาคต่ำ หรือมีความดันสารละลายต่ำกว่าน้ำเลือดของสัตว์นั้นๆ (hypotomic soluton) น้ำจะไหลเข้าเซลล์เพื่อปรับสมดุล แต่หากอสุจอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีความดันสารละลายสูง (hypotomic soluton) น้ำก็จะไหลออกจากเซลล์การอยู่ภายใต้ความดันสารละลายที่ไม่เหมาะสมในระดับที่ไม่สามารถต่อต้านได้ จะพบปรากฏการณ์ช็อคจากความดันสารละลาย โดยอสุจิจะมีลักษณะงอที่ส่วนคอ

4. ออกซิเจน

ในบรรดาสัตว์ปีก อสุจิไก่งวงเป็นพวกที่ต้องการออกซิเจนสำหรับกระบวนการเมตาบอลิซึม (metabolism) จึงได้มีการศึกษาหาวิธีที่จะให้ออกซิเจนแก่น้ำเชื้อไก่งวง ในขณะที่ทำการเก็บรักษาแบบแช่เย็น ในเวลาต่อมาพบว่าการเสริม perfluorochemicals (PFC) ในน้ำยาเจือจางสามารถเพิ่มออกซิเจนให้น้ำยาเจือจางได้ ซึ่งเมื่อให้เจือจางน้ำเชื้อไก่งวงแล้ว พบว่าสามารถยืดอายุความสามารถในการผสมติดได้ยาวนานขึ้นเสมือนวิธีการเดิมที่ใช้วิธีเขย่าน้ำเชื้อเจือจางอย่างต่อเนื่องในอ่างควบคุมอุณหภูมิสำหรับอสุจิของสัตว์ปีกชนิดอื่น เช่น ไก่ เมตาบอลิซึมเกิดได้ทั้งในสภาวะมีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน ส่วนเป็ดและห่าน จากหลักฐานทางชีวเคมีบ่งชี้ว่า เมตาบอลิซึมเกิดขึ้นได้ในสภาวะไร้ออกซิเจน

5. น้ำบริสุทธิ์

น้ำยาเจือจางจะต้องไม่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก ตลอดจนแคลเซียม ซึ่งจะไปมีผลต่อการสูญเสียสภาพของอะโครโซม ทำให้มีอัตราการผสมติดต่ำ รายงานว่าในขณะที่เก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นที่ 5 ºC แคลเซียมจะไหลเข้าเซลล์ในปริมาณมาก การลดพิษของโลหะหนักและแคลเซียมอาจทำได้โดยการเติม ethylene diamine tetra – acetic acid (EDTA) รายงานว่าการนำ ultrapure เป็นองค์ประกอบของน้ำยาเจือจาง มีผลดีต่ออัตราการผสมติดสูงกว่าน้ำกลั่น อย่างไรก็ตามนอกเหนือจากการใช้น้ำบริสุทธิ์แล้ว การใช้สารเคมีที่บริสุทธิ์เป็นสิ่งที่จำเป็นในการประกอบสูตรน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อ

6. ยาปฏิชีวนะ

จุลินทรีย์ที่พบในน้ำเชื้อมักมาจากบริเวณก้นของไก่ จึงมักมีการเสริมยาปฏิชีวนะ (antibiotic) ในน้ำยาเจือจางยาปฏิชีวนะส่วนใหญ่ที่ระดับ ขนาดที่สามารถควบคุมแบคทีเรียได้นั้นอีก

ด้านหนึ่งก็เป็นพิษต่ออสุจิสัตว์ปีกเช่นเดียวกัน แต่ก็มียาปฏิชีวนะหลายชนิดที่มีผลควบคุมแบคทีเรีย และไม่มีผลเสียต่ออสุจิ เช่น neomycin เป็นต้น

วิธีการเก็บรักษาน้ำเชื้อ

การเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็น

การผสมเทียมในสัตว์ปีก สามารถดำเนินการได้โดยฉีดน้ำเชื้อที่รีดมาในปริมาตรที่เหมาะสมเข้าช่องคลอดตัวเมียโดยไม่ต้องเจือจาง ซึ่งควรดำเนินการโดยทันที ภายหลังการรีด หรือหากเจือจางด้วยน้ำยาที่มีความดันสารละลายเท่ากับน้ำเชื้อ (isotonic) ตัวอย่างเช่น น้ำเกลือโซเดียมคลอไรด์ (0.9 %) เป็นต้น ควรใช้ผสมเทียมภายในเวลา 30–60 นาที ภายหลังการรีด เนื่องจากไม่มีคุณสมบัติที่สามารถเกื้อกูลการดำรงชีพของอสุจิให้ยาวนานได้การเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็น เป็นการรักษาคุณภาพน้ำเชื้อ โดยนำน้ำเชื้อที่มีคุณภาพดีมาเจือจางด้วยน้ำยาเจือจาง ในอัตราเจือจางที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มศักยภาพในการใช้ประโยชน์น้ำเชื้อพ่อพันธุ์ให้มากกว่าธรรมชาติ หรือเพิ่มจำนวนโด๊ส (dose) ของการผสม จากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายของสัตว์ เพื่อลดกระบวนการเมตาบอลิซึมของอสุจิ อุณหภูมิที่เก็บรักษาส่วนใหญ่ คือ 5 – 15 องศาเซลเซียส โดยในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงน้ำยาเจือจางที่ใช้ในการเก็บรักษาน้ำเชื้อในสัตว์ปีกชนิดต่างๆ

น้ำยาเจือจางใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็นจึงมีองค์ประกอบที่ค่อนข้างซับซ้อน ซึ่งจำลองสูตรให้ใกล้เคียงกับองค์ประกอบน้ำเชื้อสัตว์ปีกตามธรรมชาติ มีการดัดแปลงแตกต่างกันไปจึงมีสูตรน้ำยาที่ใช้กันในปัจจุบันจำนวนมากทั้งที่เปิดเผยองค์ประกอบและสูตรการค้าที่สงวนข้อมูลองค์ประกอบ แต่มักมีกรดกลูตามิคเป็นองค์ประกอบที่สำคัญคุณสมบัติของน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อในสัตว์ปีก

น้ำยาเจือจางน้ำเชื้อไก่ที่อุณหภูมิประมาณ 4–5 องศาเซลเซียส สูตรน้ำยาที่นิยมใช้แสดงในตารางที่ 8.4 ส่วนน้ำยาเจือจางเพื่อเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่งเย็นในนกกระจอกเทศ นกกระทา และไก่ต๊อก เนื่องจากในสัตว์ปีกกลุ่มนี้ เป็นกลุ่มนกที่นำมาเลี้ยงยังไม่นาน การพัฒนาองค์ความรู้ด้านการผสมเทียม ยังอยู่ในขั้นเริ่มต้น ส่วนใหญ่แล้วเป็นน้ำยาเจือจางที่มีการใช้ในไก่ ไก่งวง และห่าน ดังนี้ คือ

น้ำยาเจือจางที่ใช้ในนกกระจอกเทศ ได้แก่ EK, Lake
น้ำยาเจือจางที่ใช้ในนกอีมู ได้แก่ BPSE, Lake
น้ำยาเจือจางที่ใช้ในนกกระทา ได้แก่ Lake

นอกจากน้ำยาสูตรดังกล่าว ยังมีการใช้น้ำยา minimum essential (MEM) แต่โดยภาพรวมคุณภาพน้ำเชื้อยังไม่ดีนักโดยเฉพาะในนกอีมูและนกกระทา

มีข้อสังเกตว่าการเสริมสิ่งคัดหลั่งที่มีลักษณะโฟม จาก foam gland ของนกกระทา ในน้ำเชื้อนกกระทาเจือจาง มีผลดีต่อการรอดชีวิตของอสุจิ

ตารางที่ 8.4 องค์ประกอบของสูตรน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อของไก่

องค์ประกอบ (กรัม/100 มล.)	สูตร					
	Lake[1/]	EK[2/]	Tselutin[3/]	BPSE[4/]	C-2[5/]	IGGKPH[6/]
Potassium acetate			0.05			
Magnesium acetate	0.08					
chloride Magnesium				0.034		
Sodium acetate	0.51			0.43	1.00	
Potassium citrate H_2O	0.128	0.14		0.064		0.14
Sodium glutamate	1.35	1.40	1.92	0.867		1.40
Dipotassium Hydrogen				1.27		
Phosphate $3H_2O$				0.065		
Potassium dihydrogen phosphate						
Sodium Hydrogen phosphate	0.98				0.15	0.98
Sodium bicarbonate					0.15	
TES				0.195		
Protamine sulfate		0.02	0.32			

ตารางที่ 8.4 องค์ประกอบของสูตรน้ำยาเจือจางน้ำเชื้อของไก่ (ต่อ)

องค์ประกอบ (กรัม/100 มล.)	สูตร					
	Lake[1/]	EK[2/]	Tselutin[3/]	BPSE[4/]	C-2[5/]	IGGKPH[6/]
Polyvinyl pyrrolidone		0.1	0.3			
Glucose	0.8	0.7			1.0	0.9
Fructose		0.2	0.8	0.5		
Inositol		0.7				0.9
Sucrose					4.0	
Raffinose						
Glacal acetic acid (mL.)					0.02	
pH	7.2	7.3	7.05	7.5		6.95
Osmotic pressure (mOsm/kg)	310	390	320	310		380

ที่มา : เทวินทร์ (2559)

สารต้านอนุมูลอิสระ

บทบาทและการทำงานของสารต้านอนุมูลอิสระ มีดังนี้

ซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD)

ซูเปอร์ออกไซด์ (superoxide) นับเป็นอนุมูลอิสระหลักที่เป็นผลผลิตจากเซลล์ และ superoxide dismutase เป็นสารต่อต้านอนุมูลขั้นที่ 1 ในการปกป้องเซลล์โดยมีสมการการทำงานคือ

$$O_2 + O_2 + 2H^+ \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$$

เอนไซม์ superoxide dismutase ที่มีในน้ำกามของสัตว์ปีก ประกอบด้วย 3 รูปแบบ คือ

1. Mn – SOD เป็นรูปแบบที่พบในไมโตคอนเดรีย ซึ่งเป็นแหล่งผลิตอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ คาดว่า Mn – SOD มีบทบาทสำคัญต่อการอยู่รอดของเซลล์ในสภาพออกซิเจน และปรับตัวต้านทานพิษของอนุมูลอิสระที่มาจากออกซิเจน (oxygen radical mediated toxicity)

2. Cu, Zn – SOD เป็นรูปแบบที่พบในเซลล์ (cytosol)

3. เป็นรูปแบบที่พบภายนอกเซลล์ (extra – cellular SOD) เป็นรูปแบบที่ CU^{2+} และ ZN^{2+} จับกับไกลโคโปรตีน พบในพื้นที่ระหว่างเนื้อเยื่อและของเหลวภายนอกเซลล์

บทบาทของ superoxide dismutase ในสัตว์ปีกจะต่ำกว่าสัตว์ชนิดอื่น จากข้อมูลของสัตว์ปีก 5 ชนิด ได้พบเอนไซม์นี้ ในน้ำเลี้ยงอสุจิเรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ ไก้ต๊อก ไก่ ห่าน เป็ด และไก่งวง และรูปแบบของซูเปอร์ออกไซด์ ที่พบในสัตว์ปีกแต่ละชนิดก็มีความแตกต่างกัน

ซีลีเนียม และกลูต้าไธโอนเปอร์ออซิเดส (GSH – Px)

บทบาทของซีลีเนียมต่อการสืบพันธุ์ มีการศึกษากันมากในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเพศผู้ โดยมีความสำคัญต่อคุณภาพของอสุจิโดยเฉพาะการมีรูปร่างปกติ ตลอดจนการพัฒนาของระบบสืบพันธุ์ ระดับของซีลีเนียมในน้ำเชื้อของสัตว์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันไป และที่พบมีหลายรูปแบบ ตัวอย่างเช่น ซิลีโนซีสเตอีน (selenocysteine) พบมากในอสุจิของหนู ซิลีโนซีสเตอีนและซิลีโนเมทไธโอนีน (selenomethionine) พบมากในอสุจิของแกะ เป็นต้น

กลูต้าไธโอน เปอร์ออกซิเดส (GSH - Px) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สำคัญที่ถูกจัดให้อยู่ในกลุ่ม ซิลีโนโปรตีน โดยกลูต้าไธโอนเปอร์ออกซิเดส นี้ แบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม คือ

1. กลูต้าไธโอน เปอร์ออกซิเดส
2. ฟอสโฟลิปิด ไฮโดรเปอร์ออกไซด์ กลูต้าไธโอน เปอร์ออกซิเดส (PH – GSH - Px)
3. พลาสมา กลูต้าไธโอน เปอร์ออกซิเดส (PI – GSH – Px)
4. แกสโตรอินเตอตินอล กลูต้าไธโอน เปอร์ออกซิเดส (GI – GSH - Px)

เอนไซด์เหล่านี้มีความจำเพาะเจาะจงกับเนื้อเยื่อที่แตกต่างกันไป และถูกควบคุมโดยยีนที่แตกต่างกัน ทั้งนี้บทบาทโดยภาพรวมของเอนไซม์เหล่านี้คือ กำจัดและลดพิษ โฮโดรเจน เปฮร์ออกไซด์ และลิพิด ไฮโดสเปอร์ – ออกไซด์ ดังแผนปฏิกิริยาดังนี้

$$H_2O_2 + GSH - Px \longrightarrow H_2O$$

$$ROOH - GSH - Px \longrightarrow ROH$$

SOD จะเปลี่ยนซูเปอร์ออกไซด์ ให้อยู่ในรูป H_2O_2 ซึ่งมีความเป็นพิษต้องกำจัดออกจากเซลล์ แต่ในกรณีที่ระดับการทำงาน GSH – Px ต่ำ และมี trasition metals (F^{2+} และ Cu^{2+}) H_2O_2 นี้ สามารถย้อนกลับไปเป็นอนุมูลอิสระที่มีพลานุภาพสูงได้เป็นอนุมูลอิสระไฮดรอกซิล ดังสมการ

$$H_2O_2 + Fe2^{+} \longrightarrow OH^* + OH + Fe3^{+}$$

อนุมูลอิสระไอดรอกซิลนี้ เป็นอนุมูลอิสระทางชีววิทยาที่มีการทำลายสูงต่อโมเลกุลต่างๆ ซึ่งเป็นลิพิด โปรตีน DNA และคาร์โบไฮเดรท ดังนั้นการป้องกันไม่ให้มีปฏิกิริยาย้อนกลับในการเกิดอนุมูลอิสระซูเปอร์ออกไซด์ ดังตัวอย่างเช่น OH ซึ่งกระทบต่อการอยู่รอดของอสุจิเป็นสิ่งที่สำคัญ

โดยตัวเซลล์เองไม่มีความสามารถที่จะซ่อมแซมความเสียหายที่เกิดขึ้นนี้ได้ดั้งนั้นสารต้านอนุมูลอิสระจึงเป็นกุญแจสำคัญในการปกป้องเซลล์เพื่อคงความสามารถในการปฏิสนธิได้ของอสุจิสัตว์ปีก

วิตามินอี

วิตามินอีเป็นสารต้านอนุมูลอิสระบริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ โดยทำให้เกิดปฏิกิริยาต่ออนุมูลอิสระตามแผนผังคือ

วิตามินอี + R – OO* ⟶ วิตามินอี + ROOH

จากการที่วิตามินอีอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เป็นส่วนเชื่อมระหว่างน้ำและพิลิด วิตามินอีจึงมีประสิทธิภาพในการนำอนุมูลอิสระออกจากเซลล์ จากรายงานของหลายการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิตามินอีสามารถกลับมาทำหน้าที่ได้อีก (recycle) โดยการทำหน้าที่ทั้งทางตรงและทางอ้อม อย่างไรก็ตามอัตราการคืนสภาพกลับมาทำหน้าที่ของวิตามินอีที่อยู่ในรูปสารต้านอนุมูลอิสระนั้นความคงทนของสภาวะทางชีววิทยาที่เกี่ยวข้องมีบทบาทที่สำคัญ แต่จะมีสัดส่วนการกลับมาที่ลดลง จึงทำให้ร่างกายต้องการได้รับสารต้านอนุมูลอิสระจากอาหาร (เช่น วิตามินอี และ แคโรทินอยด์) หรือสังเคราะห์ขึ้นใช้ภายในเนื้อเยื่อ (เช่น แอสคอร์บิค และกลูต้าไธโอน) ซึ่งในสัตว์ปีกวิตามินอีส่วนใหญ่พบอยู่ในอสุจิมากกว่าอยู่ในน้ำกาม ตัวอย่างเช่น ในไก่พบในตัวอสุจิถึง 88 % ของวิตามินอีที่พบในน้ำเชื้อ อย่างไรก็ตามวิตามินอีที่พบในน้ำเชื้อสัตว์ปีก มีปริมาณที่ต่ำกว่าที่พบในน้ำเชื้อสัตว์ลูกด้วยนม ดังนั้นในสัตว์ปีกการเพิ่มสูงขึ้นของวิตามินอีในอสุจิและไก่งวงจึงมีผลดีต่อคุณภาพน้ำเชื้อและอัตราการผสมติด เช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

กรดแอสคอร์บิค (Ascorbic acid)

กรดแอสคอร์บิค เป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ละลายได้ในน้ำ ซึ่งพบในปริมาณที่สูงในทั้งอสุจิ และน้ำเลี้ยงอสุจิของสัตว์สำหรับสัตว์ปีกกรดแอสคอร์บิคทำหน้าที่ของสารต้านอนุมูลอิสระในน้ำเลี้ยงอสุจิ ซึ่งมีการศึกษาในหลากหลายประเทศและหลากหลายสัตว์ทดลอง ดังนี้

Yousef et al. (2003) ทำการศึกษาผลของการเสริมวิตามินซี และวิตามินอี และการรวมกันของทั้ง 2 วิตามินในน้ำดื่ม เพื่อหาคุณภาพของตัวอสุจิ, lipid peroxidation (LPO) และเอนไซม์น้ำเชื้อพลาสมาของกระต่ายเพศผู้ นิวซีแลนด์ขาว กระต่ายอายุ 5 เดือนได้รับน้ำดื่มเสริมวิตามินซี 1.5 กรัมต่อลิตร วิตามินอี 1.0 กรัมต่อลิตร และวิตามินซี + วิตามินอี (1.5+1.0 g/ l) เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ทำให้การเพิ่มของน้ำหนักตัวไม่ได้รับผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้นของ thiobarbituric acid-reactive substance (TBARS) ลดลงในน้ำเชื้อของกลุ่มที่ได้รับการเสริมวิตามินซีและวิตามินอีอย่างมีนัยสำคัญ ความเข้มข้น จำนวนอสุจิทั้งหมด ดัชนีการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิ ตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ได้ทั้งหมด ปริมาณตัวอสุจิ ความเข้มข้นไฮโดรเจนไอออนเริ่มต้น (pH) และความเข้มข้นฟรุกโตสเริ่มต้น ตัวที่ผิดปกติและสเปิร์มที่ตายแล้วลดลงอย่างมีนัยสำคัญ

วิชชุดา (2563) ทำการศึกษาเรื่องผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิคในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อที่ระยะเวลาในการเก็บรักษาต่างๆ การศึกษาผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิคในน้ำยาเจือจาง ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) โดยทดสอบถึงระดับที่เหมาะสมในการเสริมกรดแอสคอร์บิคต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด และแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ) ด้วยการเสริมกรดแอสคอร์บิคในระดับที่แตกต่างกันคือ 0, 10, 20 และ 30 mM. ในน้ำยาเจือจางสูตร Schramm diluents หลังจากเก็บรักษาน้ำเชื้อสดและแบบเหลวที่เจือจางแล้ว ที่ไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ศึกษาเปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่แบบหมู่ เปอร์เซ็นต์ตัวอสุจิที่เคลื่อนที่แบบตรงไปข้างหน้า ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต ผลการทดลองพบว่า การเสริมกรดแอสคอร์บิคแต่ละระดับ ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ในคุณภาพน้ำเชื้อแบบสด ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ ร้อยละของตัวอสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า ร้อยละของตัวอสุจิที่มีชีวิต และความเข้มข้นของตัวอสุจิ และการเสริมกรดแอสคอร์บิคในระดับที่แตกต่างกันในคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่เก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการเสริม ascorbic acid 30 mM. ให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิดีที่สุด (3.12±1.41) รองลงมาคือการเสริม ascorbic acid 20, 10 และ 0 mM. ตามลำดับ (2.75±2.36, 2.75±2.62 และ 2.25±1.15 ตามลำดับ) แต่เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 48 และ 72 ชั่วโมง พบว่าให้การเคลื่อนที่แบบหมู่ของตัวอสุจิ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

Andrzej and Konrad (1995) ทำการศึกษาคุณภาพอสุจิและความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิกในน้ำอสุจิปลาเรนโบว์เทราท์โดยการเสริมวิตามินซีในอาหาร: การศึกษาข้ามฤดู มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับวิตามินซีในอาหารและระดับกรดแอสคอร์บิกในเซมินัลพลาสมาและความเข้มข้นของวิตามินซีในเลือดและคุณภาพของตัวอสุจิปลาเรนโบว์เทราท์ ปริมาณความเข้มข้นของวิตามินซีในพลาสมาน้ำเชื้อและความเข้มข้นของสเปิร์มการเคลื่อนไหวและน้ำหนัก กรดแอสคอร์บิคในน้ำเชื้อในพลาสมา ความเข้มข้นได้รับผลกระทบโดยตรงจากระดับวิตามินซีในอาหาร ความเข้มข้นของกรดแอสคอร์บิคในน้ำเชื้อและพลาสมาก็ได้รับผลกระทบจากฤดูกาล

Khana et al. (2012) ทำการศึกษาผลของวิตามินโปรไบโอติกและโปรตีนต่อลักษณะน้ำอสุจิของพ่อพันธุ์ไก่เนื้อ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการเปรียบเทียบของวิตามินอีและซี โปรไบโอติก ที่ต่ำกว่าระดับโปรตีนปกติและการรวมกันของการรักษาเหล่านี้ในไก่เนื้อเพศผู้ เสริมซิงค์ออกไซด์ในอาหารในอัตรา 3,000 ม.ก. / กก.ของอาหาร และการเสริม วิตามินอี (100 IU / กก.อาหาร:) วิตามินซี (500 IU / kg), โปรไบโอติก (50 mg / L ของน้ำ) ลดระดับโปรตีนในอาหาร (14%) ผลการวิจัยพบว่าการเสริมวิตามินซีและอี ทำให้การเคลื่อนไหวของตัวอสุจิและความอุดมสมบูรณ์สูงกว่ากลุ่มที่เสริมวิตามินอีเพียงอย่างเดียว

Ping-Chi Hsu et. al. (1998) ศึกษาผลของวิตามินอีและซี ต่อออกซิเจนชนิดที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตะกั่วที่เป็นพิษในตัวอสุจิหนู การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่าการเสริมด้วยวิตามินอี (VE) และหรือวิตามินซี (VC) ปกป้องสเปิร์มของหนูโดยการยับยั้งการสร้างออกซิเจนชนิดปฏิกิริยาที่เกิดพิษจากการสัมผัสตะกั่ว พบว่าความสามารถของตัวอสุจิต่อความเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นจะทำให้เกิดการสร้าง ROS สูงขึ้น และลดการเคลื่อนไหวของตัวอสุจิลง

กลูต้าไธโอน (Gutathione)

กลูต้าไธโอนที่ไม่ใช่โปรตีน พบมากที่สุดในเซลล์ของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กลูต้าไธโอนที่อยู่ในเซลล์มีบทบาทเกี่ยวข้องในขั้นตอนต่างๆ ภายในเซลล์ เช่นการสังเคราะห์ DNA และโปรตีน การเจริญเติบโตและการแบ่งเซลล์ การควบคุมการเสื่อมสลายของเซลล์ การควบคุมภูมิคุ้มกัน การขนส่งกรดอะมิโน xenibiotic metabolism และ redox – sensitive signal transduction นอกจากนี้กลูต้าไธโอนยังทำปฏิกิริยาโดยตรงต่อ H_2O_2 superoxide anion, อนุมูลอิสระ, hydroxyl และ alkoxyl และ hydroperoxides ได้ ดังนั้นกลูต้าไธโอนจึงทำหน้าที่จำกัดอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะต่อต้านอนุมูลอิสระกลุ่ม hydroxyl ซึ่งยังคงสภาพอยู่ในที่ที่มีเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ โดยลดระดับความเข้มข้นของกลูต้าไธโอนในเนื้อเยื่อ จะเกิดการเพิ่มสูงขึ้นของลิปิดเปอร์ออกซิเดชั่น ความเข้มข้นของกลูต้าไธโฮนในน้ำเชื้อมีปริมาณ 83.7 $\pm$ 9.12 ไมโครเมตรหรือประมาณ 2.34 นาโนโมล/10^8 เซลล์ กลูต้าไธโอนมีบทบาทต่อการเคลื่อนที่ และเมตาบอลิซึมของอสุจิ ตลอดจนป้องกันการเกิดอะโครโซมรีแอคชั่นในอสุจิมนุษย์ จากงานวิจัยของวิชชุดา และคณะ (2563) ทำการศึกษาเรื่องผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (กลูต้าไธโอน) ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลวและอัตราการผสมติดของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง ที่ได้รับการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (กลูต้าไธโอน) ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง กลุ่มการทดลอง มีจำนวน 4 กลุ่มการทดลอง คือ กลุ่มที่ทำการเสริมกลูต้าไธโอนในน้ำยาเจือจางระดับ 0, 1, 2 และ 3 mM. ตามลำดับ แต่ละกลุ่มการทดลองทำ 4 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์หาความแปรปรวน (ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan’s New multiple range test (DMRT) ผลการทดลองที่ 1 พบว่าการเสริมกลูต้าไธโอน ที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 mM. ในน้ำยาเจือจาง ให้เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่และเปอร์เซ็นอสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลูต้าไธโอน ที่ระดับ 1, 2 และ 3 mM. ในน้ำยาเจือจาง ให้เปอร์เซ็นต์การเคลื่อนที่ เท่ากับ 84.99±1.35, 83.74±1.59 และ 83.33±2.35 (ตามลำดับ) สูงกว่ากลุ่มควบคุม (80.83±1.66) และเปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า พบว่า กลูต้าไธโอนที่ระดับ 2 และ 3 mM. ในน้ำยาเจือจาง ให้เปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนที่ตรงไปข้างหน้า เท่ากับ 70.75±1.5 และ 72±2.30 (ตามลำดับ) สูงกว่ากลูต้าไธโอนที่ระดับ 1 mM. (63.5±4.35) ในน้ำยาเจือจาง และสูงกว่ากลุ่มควบคุม (54±4.96) การเสริมกลูต้าไธโอน ที่ระดับ 0, 1,

2 และ 3 mM. ในน้ำยาเจือจาง ให้เปอร์เซ็นต์ของอสุจิที่มีชีวิต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยการเสริมกลูต้าไธโอนที่ระดับ 2 และ 3 mM. ให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของอสุจิสูงที่สุด เท่ากับ 84.25 ± 2.36 และ 84 ± 1.41 (ตามลำดับ) แตกต่างจากการเสริมกลูต้าไธโอนในระดับ 1 และ 0 mM. เท่ากับ 72.75 ± 2.62 และ 61 ± 1.15 (ตามลำดับ) ส่วนการเสริมกลูต้าไธโอนที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 mM. ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลว ที่ทำการเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 5°C นาน 24 ชั่วโมง ให้เปอร์เซ็นต์อสุจิที่เคลื่อนที่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) และจากการทดลองที่ 2 ศึกษาผลของการเสริม กลูต้าไธโอน ที่ระดับ 0, 1, 2 และ 3 mM. ต่ออัตราการผสมติดของน้ำเชื้อแบบเหลวที่ทำการเก็บรักษาด้วยอุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง พบว่า ให้อัตราการผสมติด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ระบบการต้านอนุมูลอิสระของน้ำเชื้อ

ระบบต้านอนุมูลอิสระในน้ำเชื้อสัตว์ปีกแบ่งเป็น 3 ระดับหลัก ซึ่งบทบาทสำคัญต่อการดำรงชีวิตของอสุจิในสภาวะเครียดต่างๆ เช่น การเจือจางในน้ำยา สภาวะของการเก็บรักษา สภาวะของกระบวนการแช่แข็ง เป็นต้น โดยมีระดับการทำงานดังนี้

ระดับที่ 1 เป็นการทำงานของซูเปอร์ออกไซด์ ดิสมิวเทส (superoxide dismutase; SOD) ร่วมกับglutathione peroxidase (GSH - Px) และ metal – binding proteins มีบทบาทหน้าที่ในการป้องกันการก่อตัวของ อนุมูลอิสระ

ระดับที่ 2 สารต้านอนุมูลอิสระในธรรมชาติ ร่วมกับ GSH – Px ทำหน้าที่ต้านอนุมูลอิสระ โดยคาดว่าเป็นการป้องกัน หรือควบคุมการเกิดห่วงโซ่ของอนุมูลอิสระ

ระดับที่ 3 เป็นการทำงานของระบบเอนไซม์ทำหน้าที่ซ่อมแซมและกำจัด หรือทำงานโมเลกุลที่เสื่อมสลายภายในเซลล์ในธรรมชาติน้ำเชื้อไก่จะประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระต่างๆ ได้แก่ วิตามินอี วิตามินซี และกลูต้าไธโอน รวมถึงเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระ GSH – Px และ SOD มีการพบวิตามินอีในน้ำเชื้อไก่งวง เป็ด และห่าน นอกจากนั้นยังพบเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระในอสุจิ และน้ำเลี้ยงเชื้อของสัตว์เหล่านี้เช่นเดียวกัน

การเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็น เป็นการเก็บน้ำเชื้อในสภาพของเหลวในที่อุณหภูมิ 4 - 5 องศาเซลเซียส จะช่วยให้น้ำเชื้อมีอายุอยู่ได้ประมาณหนึ่งเดือน แต่หากเก็บรักษาไว้ที่ อุณหภูมิ 15-20 องศาเซลเซียส จะเก็บรักษาได้ประมาณ 4 - 5 วัน เท่านั้น

จากงานวิจัยของเพชรรีและวิชชุดา (2563) ที่ทำการศึกษาเรื่องผลของอายุ ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี่ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาช่วงอายุที่เหมาะสม ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางที่มีผลต่อคุณภาพน้ำเชื้อของสุกรพันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี่ จำนวน 30 ตัว ที่มีอายุระหว่าง 9-14 เดือน แบ่งเป็น 3

กลุ่มการทดลอง กลุ่มที่ 1 อายุ 9-10 เดือน กลุ่มที่ 2 อายุ 11-12 เดือน และกลุ่มที่ 3 อายุ 13-14 เดือน จากการศึกษาผลของอายุ ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางของพ่อสุกร ค่าเฉลี่ยของขนาดความกว้างและความยาวของอัณฑะ และขนาดความกว้างของท่อพักอสุจิส่วนหางของพ่อสุกร ทั้ง 3 กลุ่ม พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งเมื่ออายุสุกรเพิ่มมากขึ้น ทำให้ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางมีขนาดเพิ่มขึ้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน และการตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ โดยใช้ CASA โปรแกรม Swine Dynamic Sperm Analysis พบว่า กลุ่มที่ 3 มีค่าเฉลี่ยของอสุจิที่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าสูงที่สุด เท่ากับ 86.62± 0.03 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ 1 (84.53 ± 0.80) แต่ในกลุ่มที่ 1 ไม่มีความแตกต่างกัน กับกลุ่มที่ 2 (85.48 ± 0.68) ($P>0.05$) และกลุ่มที่ 2 ไม่มีความแตกต่างกันกับพ่อสุกรกลุ่มที่ 1 และ3 ส่วนค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของตัวอสุจิ และจำนวนตัวตายของตัวอสุจิ ของทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

การเก็บรักษาน้ำเชื้อในสภาพแช่แข็ง

ในอดีตนั้นมีความพยายามในการแช่แข็งน้ำเชื้อไก่มานานแล้ว ซึ่งวิธีการเก็บรักษาน้ำเชื้อไก่วิธีการแรกๆ ค้นพบโดย Lake and Stewart (1978) เมื่อ 30 ปีก่อน โดยใช้วิธีการนำสารป้องกันการแช่แข็งคือ glycerol มาใช้ และใช้กระเปาะแก้วในการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง โดยต่อมามีการพัฒนาวิธีการแช่แข็งแบบต่างๆเรื่อยมาโดยการใช้สารเคมีตัวอื่นๆ นอกเหนือจากการใช้ glycerol เช่น ใช้ dimethyl sulfoxide (DMSO), dimethyl formamide (DMF) และ dimethyl acetamide (DMA) เป็นสารป้องกันการแช่แข็ง และใช้หลอดฟางแทนการใช้กระเปาะแก้ว ในการเก็บรักษาในสภาพแช่แข็ง (Blesbois, 2006) นอกจากนี้ยังมีความพยายามในการเก็บรักษาน้ำเชื้อของสัตว์ที่ไม่ใช่สัตว์เลี้ยงด้วย เช่น นก, สัตว์ที่ให้ความบันเทิงหรือสัตว์ที่ใช้ในการชมเพื่อพักผ่อนหย่อนใจ รวมไปถึงนกเหยี่ยว ซึ่งเป็นสัตว์ที่อันตราย และสัตว์จำพวก ไก่ฟ้า, ห่าน และนกกระเรียน ในปัจจุบันยังมีความพยายามในการเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่แข็งของสัตว์เหล่านี้ และยังมีการพัฒนาวิธีการแช่แข็ง และวิธีการผสมเทียมอยู่อย่างต่อเนื่อง (Donoghue and Wishart, 2000)

เทวินทร์ (2542) รายงานว่า ในสัตว์ปีกน้ำยาที่ใช้ในการเจือจางน้ำเชื้อนิยมใช้สูตร Beltsville Poultry Semen Extender และสารป้องกันการแช่แข็ง (cryoprotectant) ที่ใช้คือ คือ dimethyl sulfoxide (DMSO) ในระดับ 4-10 % การลดอุณหภูมิเพื่อแช่แข็งมักทำในอ่างแอลกอฮอล์โดยใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นตัวลดอุณหภูมิ จากการอังบนไอไนโตรเจนเหลว โดยมีการลดอุณหภูมิจาก 5 องศาเซลเซียสถึง -20 องศาเซลเซียส ในอัตรา 1 องศาเซลเซียสต่อนาที และจากนั้นวางหลอดบรรจุน้ำเชื้อในไอไนโตรเจนเหลวเหนือไนโตรเจนเหลวเล็กน้อย ซึ่งอัตราการลดอุณหภูมิจะเป็น 50 องศาเซลเซียสถึง 80 องศาเซลเซียสต่อนาที ทิ้งไว้ 10 นาที จึงเก็บน้ำเชื้อแช่แข็งเข้าถังไนโตรเจนเหลว

อุณหภูมิในการเก็บรักษา

เนื่องจากน้ำเชื้อไก่มีการเคลื่อนที่เร็ว และมีความหนาแน่นมาก ทำให้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่สูงกว่าอุณหภูมิร่างกายหรือเท่ากับอุณหภูมิร่างกาย อสุจิไก่จะสูญเสียพลังงานเป็นอย่างมาก น้ำเชื้อที่รีดมาแล้วแต่ยังไม่เจือจางจะไวต่ออุณหภูมิที่ต่ำกว่า 5 องศาเซลเซียส ในขณะที่น้ำเชื้อเจือจางจะทนต่ออุณหภูมิต่ำได้ดีกว่า การลดอุณหภูมิน้ำเชื้อหลังจากการรีดไปที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส มักใช้เวลาประมาณ 20 – 30 นาที (Chalah et al, 1999) ในการรักษาคุณภาพน้ำเชื้อที่ 4, 21 และ 41 องศาเซลเซียส หลังจากเก็บรักษาน้ำเชื้อเจือจางเป็นเวลา 8 ชั่วโมงทำการประเมินคุณภาพโดยตรวจดูการเคลื่อนที่ อสุจิที่รอดชีวิตพบว่า คุณภาพของน้ำเชื้อจะค่อยๆ ลดต่ำลงเป็นลำดับๆ ในทุกกลุ่ม และการเก็บรักษาน้ำเชื้อที่อุณหภูมิต่ำ น้ำเชื้อจะมีคุณภาพดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิร่างกายของไก่ (Dumpala et al, 2006)

วิธีการแช่แข็ง

โดยทั่วไปแล้วในการแช่แข็งน้ำเชื้อ จะเริ่มจากการลดอุณหภูมิน้ำเชื้อเจือจางไปที่ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเติมน้ำยาที่มี cryoprotectant และทิ้งไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที จึงดำเนินการแช่แข็งตามขั้นตอนต่อไป ซึ่งแบ่งได้เป็น 5 ระบบ ดังตารางที่ 8.5

ตารางที่ 8.5 วิธีการแช่แข็ง

การแช่แข็ง	ขั้นตอน
แบบเม็ด แบบที่ 1	หยดน้ำเชื้อ 0.2 ml. ที่ solid CO_2 จากนั้นไปยังไนโตรเจนเหลว
แบบเม็ด แบบที่ 2	หยดน้ำเชื้อ 0.2 ml. ที่ fluoroplastic plate อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส จากนั้นย้ายไปยังไนโตรเจนเหลว
แบบเม็ด แบบที่ 3	หยดน้ำเชื้อ 0.2 ml. ไปที่ไนโตรเจนเหลวน้ำเชื้อ 1 ml. ในขวด 10 ml. หมุนขวดที่อุณหภูมิ -70 องศาเซลเซียส จากนั้นปิดขวด และย้ายไปยังไนโตรเจนเหลว
ใช้เครื่องอัตโนมัติ	บรรจุน้ำเชื้อในหลอดฟาง ลดอุณหภูมิจาก 5 ไปที่ -35 องศาเซลเซียส ในอัตรา 1 และ 10 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นย้ายไปยังไนโตรเจนเหลว

ที่มา: Donoghue and Wishart (2000)

การเปลี่ยนแปลงทางเคมี และฟิสิกส์ในเซลล์อสุจิภายหลังการลดอุณหภูมิ

ในการเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อแบบแช่แข็งในสัตว์แต่ละชนิด มีปัจจัยที่ต้องนำมาพิจารณา ความเหมาะสมของวิธีการแช่แข็งน้ำเชื้อ เพื่อให้น้ำเชื้อหลังการทำละลายมีคุณภาพดีที่สุด คือ

1) ชนิดและระดับความเข้มข้นของสารที่ใช้ป้องกันความเสียหายจากกระบวนการแช่แข็งและทำละลาย

2) อัตราการลดอุณหภูมิจนถึงสภาพแข็งเพื่อควบคุมการเกิดผลึกน้ำแข็ง

3) อัตราการทำละลายเพื่อให้เซลล์กลับคืนสู่สภาพปกติ ซึ่งควรป้องกันการกลับคืนมาก่อตัวของผลึกน้ำแข็งอีกครั้งหนึ่ง ก่อนที่เซลล์จะกลับสู่สภาพปกติ สิ่งที่สำคัญที่เข้ามาเกี่ยวข้องคือ คุณสมบัติของผนังเซลล์อสุจิ องค์ประกอบของสารที่เคลือบเซลล์อสุจิ ตลอดจนการคงอยู่ของส่วนประกอบต่างๆ ของเซลล์อสุจิ เช่น อะโครโซม ไมโตคอนเดรีย และมีผนังของเซลล์ตัวเอง นอกจากนี้มีคุณสมบัติเฉพาะแตกต่างออกไป ซึ่งภายหลังจากการแช่แข็งและทำละลายแล้ว จะต้องคงสภาพปกติให้มากที่สุด จึงจะสามารถทำให้อสุจิมีความสมบูรณ์ได้

การเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์อสุจิเมื่อลดอุณหภูมิก่อนถึงจุดเยือกแข็ง

ในกระบวนการแช่แข็งนั้น เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงกว่าจุดเยือกแข็งของเหลวที่อยู่โดยรอบนอกของเซลล์อสุจิก็เริ่มมีการก่อตัวของเกล็ดน้ำแข็งขึ้นภายในเซลล์อสุจิ ซึ่งก็ส่งผลให้ความเข้มข้นที่อยู่ภายนอกเซลล์อสุจิมีความเข้มข้นสูงขึ้น และมีการเคลื่อนย้ายน้ำจากภายในเซลล์อสุจิออกไปภายนอกเซลล์อสุจิ ถ้าหากว่าอัตราการลดอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างช้าๆ ก็ส่งผลทำให้น้ำเคลื่อนตัวออกจากเซลล์อสุจิมากขึ้น ทำให้เซลล์มีขนาดเล็กลง ผลจากการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์อย่างมากทำให้ความเข้มข้นสูงเกินไปหรืออาจอยู่ในสภาพตกผลึกซึ่งเป็นอันตรายต่อเยื่อหุ้มเซลล์อสุจิ แต่หากอัตราการลดอุณหภูมิเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว การเคลื่อนย้ายน้ำออกไปยังภายนอกเซลล์ก็เกิดได้เล็กน้อย ส่งผลให้เกิดเกล็ดน้ำแข็งขึ้นภายในเซลล์และเซลล์อสุจิก็ได้รับอันตรายจากการทิ่มแทงของผลึกน้ำแข็งที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ (Watson, 2000)

การเปลี่ยนแปลงของอสุจิขณะทำการแช่แข็งและทำละลาย

โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิวิกฤตสำหรับเซลล์ระหว่างการแช่แข็ง คือ อุณหภูมิระหว่าง -15 ถึง -60 องศาเซลเซียส อสุจิจะพบอุณหภูมิวิกฤต 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเกิดขึ้นในขณะแช่แข็ง ครั้งที่สองในขณะทำละลาย ในขณะแช่แข็งที่ -196 องศาเซลเซียส สภาวะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มี เนื่องจากหากอุณหภูมิต่ำกว่า -130 องศาเซลเซียส แล้ว สภาพน้ำเชื้อจะเป็นผลึกที่คงตัว (เทวินทร์, 2553)

การทำละลาย

น้ำเชื้อแช่แข็งที่ทำการแช่แข็งด้วยการลดอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว ซึ่งจะทำให้น้ำยังคงเหลืออยู่ในเซลล์ปริมาณมากนั้น หากทำการละลายด้วยอัตราการละลายช้า จะทำให้อสุจิมีอัตรารอด

ต่ำ เนื่องจากทำให้เกิดการก่อตัวของน้ำแข็งขนาดใหญ่ภายในเซลล์ เกิดผลึกน้ำรูปทรงแหลม ตลอดจนเกิด Dilution shock น้ำเชื้อแช่แข็งที่ลดอุณหภูมิช้า ซึ่งภายในเซลล์เหลือน้ำอยู่น้อย จะต้องทำการละลายอย่างช้า เพื่อให้น้ำมีโอกาสได้ซึมเข้าเซลล์ได้ในอัตราที่เหมาะสม หากทำการละลายด้วยอุณหภูมิที่สูง ซึ่งทำให้การละลายเป็นไปอย่างรวดเร็ว ผนังเซลล์อสุจิอาจเกิดความเสียหายจากการไหลเข้าหาน้ำได้ (เทวินทร์, 2553)

สารป้องกันความเสียหายแก่ตัวอสุจิในกระบวนการแช่แข็งและการละลาย (cryoprotectant)

ในการแช่แข็งอสุจิมีความจำเป็นที่ต้องมีการเติมสาร cryoprotectant โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรเทาความเสียหายแก่อสุจิ จากกระบวนการแช่แข็งและการละลาย โดยแบ่งสารที่มีคุณสมบัติของ cryoprotectant เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

1) กลุ่มผลผลิตจากธรรมชาติ (organic materials)

ไข่แดงและนม นับว่าเป็นองค์ประกอบของสูตรน้ำยาที่นิยมใช้ในน้ำยาแช่แข็งเกือบทุกสูตร โดยไข่แดงจะประกอบด้วย lipoprotein, phospholipids และ lecithin ส่วนในน้ำนมจะมี casein ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการเกิด cold shock ในปัจจุบันไม่นิยมใช้นมและไข่แดงในการเป็นสารป้องกันการแช่แข็งในน้ำเชื้อไก่

2) กลุ่มที่เป็นสารเคมี (cryoprotective agent, CPA) แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ

(1) กลุ่มที่ไม่ซึมผ่านผนังเซลล์ ได้แก่ น้ำตาลในกลุ่ม di-saccharide และ tri-saccharide ซึ่งอสุจิไม่สามารถนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมได้ น้ำตาลพวกนี้จะทำหน้าที่รักษาสมดุลของความดันสารละลาย โดยมีบทบาทแทนการ electrolyte กลุ่มนี้ไม่สามารถผ่านเข้าออกเซลล์ได้ในขณะแช่แข็ง และการละลาย บางทีอาจมีบทบาทบรรเทาความรุนแรงของผลที่เกิดจากความเข้มข้นของสารละลาย โดยปกติแล้วมักเติมพร้อมกับ glycerol ก่อนการแช่แข็ง และมักไม่เติมเป็นองค์ประกอบในระยะที่ลดอุณหภูมิ จากอุณหภูมิห้องไปยัง 5 องศาเซลเซียส

(2) กลุ่มที่ซึมผ่านผนังเซลล์อสุจิ ในกลุ่มนี้ ได้แก่ glycerol, dimethyl sulfoxide (DMSO), ethylene glycol และ propylene glycol โดย glycerol เป็นสารที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางที่สุดในการทำน้ำเชื้อแช่แข็งโค แพะ แกะ และม้า ส่วน DMSO, DMA และ DMF ใช้กับสัตว์ปีก (เทวินทร์, 2553)

สรุป

การคัดเลือกพ่อพันธุ์สัตว์นำมารีดน้ำเชื้อ เพื่อการเก็บรักษานั้น เลือกจากประวัติการให้ผลผลิตที่เป็นความต้องการของตลาด ประกอบกับประวัติพ่อแม่ ปู่ย่า ตายาย และจากการประมวลผลผลิตที่ถ่ายทอดสู่รุ่นลูก วิธีการรีดเก็บน้ำเชื้อสามารถกระทำได้ 3 วิธีคือ การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการบีบนวด (Massage method) การรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electro-Ejaculation Method) การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการใช้โยนีเทียม (Artificial Vagina หรือ AV) การรีดเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์สัตว์เลี้ยง วิธีการเก็บรวบรวมน้ำเชื้อที่ใช้ในฟาร์มสัตว์ จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ของสัตว์เลี้ยง การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อมีวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินศักยภาพของน้ำเชื้อว่าน่าจะมีความเป็นไปได้ในแง่ของความสมบูรณ์พันธุ์ หรืออัตราการผสมติดอยู่ในระดับใด เพื่อประกอบการพิจารณา ตัดสินใจนำน้ำเชื้อนั้นไปใช้ในการผสมเทียม ตลอดจนทราบถึงสถานภาพทางการสืบพันธุ์ของพ่อพันธุ์ เพื่อการนำไปประกอบการพิจารณาจัดการด้านการผสมพันธุ์ต่อไป การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ นิยมทำในหัวข้อดังต่อไปนี้ คือ ลักษณะทั่วไป ได้แก่การประเมิน สี กลิ่น การปนเปื้อน การเคลื่อนที่แบบหมู่ การเคลื่อนที่แบบตรงไปข้างหน้า ความเข้มข้นของตัวอสุจิ ร้อยละของอสุจิที่มีชีวิต รูปร่างอสุจิ การนับควรตรวจดูอสุจากหลายๆ บริเวณบนสไลด์ นับจำนวนอสุจิทั้งหมด 300 ตัว ใช้กล้องกำลังขยาย 1,000 เท่า ซึ่งใช้ oil emersion หยดบนสไลด์ วิธีการเก็บรักษาน้ำเชื้อนั้น การเก็บรักษาน้ำเชื้อแบบแช่เย็น อุณหภูมิที่เก็บรักษาส่วนใหญ่ คือ 5–15 องศาเซลเซียส การเก็บรักษาน้ำเชื้อในสภาพแช่แข็งโดยทั่วไปแล้วในการแช่แข็งน้ำเชื้อ จะเริ่มจากการลดอุณหภูมิน้ำเชื้อเจือจางไปที่ 5 องศาเซลเซียส จากนั้นจึงเติมน้ำยาที่มี cryoprotectant และทิ้งไว้ที่ 5 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที จึงดำเนินการแช่แข็งตามขั้นตอนต่อไป การเปลี่ยนแปลงของอสุจิขณะทำการแช่แข็งและทำละลาย โดยทั่วไปแล้วอุณหภูมิวิกฤตสำหรับเซลล์ระหว่างการแช่แข็ง คือ อุณหภูมิระหว่าง -15 ถึง -60 องศาเซลเซียส อสุจิจะพบอุณหภูมิวิกฤต 2 ครั้ง โดยครั้งแรกเกิดขึ้นในขณะแช่แข็ง ครั้งที่สองในขณะทำละลาย ในขณะแช่แข็งที่ -196 องศาเซลเซียส สภาวะต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิไม่มี เนื่องจากหากอุณหภูมิต่ำกว่า -130 องศาเซลเซียส แล้ว สภาพน้ำเชื้อจะเป็นผลึกที่คงตัว

คำถามท้ายบท

1. การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการบีบนวด (Massage method) สามารถทำได้อย่างไร จงอธิบายถึงวิธีการนี้

2.การรีดเก็บน้ำเชื้อด้วยการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Electro-Ejaculation Method) สามารถทำได้อย่างไร จงอธิบายถึงวิธีการนี้

3. การรีดเก็บน้ำเชื้อโดยการใช้โยนีเทียม (Artificial Vagina หรือ AV) สามารถทำได้อย่างไร จงอธิบายถึงวิธีการนี้

4. การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ โดยการตรวจการเคลื่อนที่แบบหมู่ สามารถกระทำได้อย่างไร

5. การประเมินคุณภาพน้ำเชื้อ โดยการตรวจความเข้มข้นของตัวอสุจิ สามารถกระทำได้อย่างไร

6. จงบอกถึงลักษณะความผิดปกติของตัวอสุจิแบบ Primary abnormalities

7. องค์ประกอบและคุณสมบัติทางเคมีของน้ำยาเจือจางที่ดีควรประกอบไปด้วยอะไรบ้าง

8. จงอธิบายถึงวิธีการในการเก็บรักษาน้ำเชื้อในสภาพแช่เย็น

9. จงอธิบายถึงวิธีการในการเก็บรักษาน้ำเชื้อในสภาพแช่แข็ง

10. จงอธิบายคุณสมบัติของ cryoprotectant มาอย่างละเอียด

เอกสารอ้างอิง

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

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

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2559). **การเก็บรักษาน้ำเชื้อและการผสมเทียมในสัตว์ปีก.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เพชรรี กุลวุฒิ และวิชชุดา ยินดี. (2563). **ผลของอายุ ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี่.** การเกษตรราชภัฏ. 19: 2. 19-24.

มงคล โปร่งเจริญ. (2546). **การผสมเทียมม้า.** คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชชุดา ยินดี, ณัฏฐวรรณ สมนึก และนิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2563). **ผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (กลูต้าไธโอน) ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลวและอัตราการผสมติดของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่.

Alkan, S., A. Baran, B. Ozdas and M. Evecen. (2001). **Sperm Quality and Ascorbic Acid Concentration in Rainbow Trout Semen Are Affected by Dietary Vitamin C: An Across-Season Study.** Bio. of Repro. 52, 982-988.

Andrzej Ciereszko and Konrad Dabrowski. (1995). **Morphological defects in Turkey semen.** J. Vet. Anim. Sci. 26:1087-1092.

Blesbois, E. (2006). **Advances in avian semen cryopreservation.** URA-INRA, 37380, Nouzilly, France.

Chalah, T. and J. P. Brillard. (1998). **Comparison of Assessment of fowl sperm viability by eosin-nigrosin and dual fluorescence (SYBR-14/PI).** Theriogenology 50:487-493. Anim. Repro.Sci. 100: 311-317.

Chalah, T., Seigneurin, E. Blesbosis and J.P. Brillard. (1999). **In Vitro comparison of fowl sperm viability in ejaculated frozen by three different techniques and relationship with subsequent fertility in vivo.** Cryobiology 39:185-191.

Donoghue, A.M. and G.J. Wishart. (2000). **Storage of poultry semen.** Anim. Reprod. Sci. 62:213-232.

Dumpala, P.R., H.M. Parker and C.D. McDaniel. (2006). **The effect of semen storage temperature and diluent type on the sperm quality index of broiler breeder semen.** Poult. Sci. 5:838-845.

Evans, G. and W.M.C. Maxwell. (1987). **Salamon's artificial insemination of sheep and goats.** Butterworths, Sydney.

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.

Khana R.U., Zia-ur Rahmanb, I. Javedc, and F. Muhammad. (2012). **Effect of vitamins, probiotics and protein on semen traits in post-molt male broiler breeders.** Animal Reproduction Science 135: 85– 90.

Lake P.E. and J.M. Stewart. (1978). **Artificial insemination in poultry.** Ministry Of Agriculture, Fisheries and Food. HMSO. Press: London.

Lukaszewicz, E., A. Jerysz, A. Partyka and A. Siudzinska. (2008). **Efficacy of evaluation of rooster morphology using different staining methods.** Res.Vet. Sci. 85:583-588.

Ping-Chi Hsu, M.Y. Liu, C.C. Hsu, L.Y. Chen and Y.L. Guo. (1998). **Effects of vitamin E and/or C on reactive oxygen species-related lead toxicity in the rat sperm.** Toxicology. 128: 3. 169-179.

Watson, P.F. (2000). **The causes of reduced fertility with cryopreserved semen.** Anim. Reprod. Sci. 60-61:481-492.

Yousef M.I., G.A. Abdallah, and K.I. Kamelb. (2003). **Effect of ascorbic acid and Vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits.** Animal Reproduction Science 76. 99–111.

บทที่ 9
เทคนิคและวิธีการผสมเทียม

บทนำ

การผสมเทียมเป็นวิธีการที่มนุษย์นำน้ำเชื้อสัตว์ตัวผู้ส่งผ่านเข้าสู่ระบบสืบพันธุ์สัตว์ตัวเมีย โดยการใช้อุปกรณ์ เป็นเทคนิคที่สำคัญและใช้กันอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูง ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ ปัจจุบันการผสมเทียมเป็นเทคโนโลยีที่ได้มีการศึกษาอย่างมาก และใช้กันอย่างกว้างขวางในโค แพะ แกะ สุกร ม้า สุนัข แมว สัตว์ปีก ตลอดจนแมลง

การผสมเทียม (Artificial Insemination: AI)

การผสมเทียม ใช้ในสัตว์ตั้งแต่ผึ้งไปจนถึงช้าง บางส่วนของเหตุการณ์สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการผสมเทียม มีรายละเอียดดังแสดงในตาราง 9.1

ตารางที่ 9.1 เหตุการณ์สำคัญในการพัฒนาเทคโนโลยีการผสมเทียม

ปี ค.ศ.	เหตุการณ์	ผู้วิจัย
1677	การค้นพบตัวอสุจิโดยใช้เลนส์ขยาย	Anton van Leeuwenhoek
1780	การผสมเทียมของสุนัขตัวเมียและการให้กำเนิดของลูกสุนัข 62 วันต่อมา	Spallanzani
1803	การแช่แข็งของตัวอสุจิของม้าป่าในหิมะและการเคลื่อนไหวกลับคืนมาหลังจากอุ่นขึ้น	Spallanzani
1890	AI ในม้าครั้งแรกในฝรั่งเศส	Repiquet
1899	เริ่มทำงานเกี่ยวกับ AI ม้าที่มหาวิทยาลัยแห่งรัฐมอสโก	Ivanov
1912	สาธิตการ AI ในม้า ได้ผลลัพธ์เทียบเท่ากับที่ได้มาโดยทางธรรมชาติ ประสบความสำเร็จในวัวและแกะ และฝึกการผสมเทียมหลายร้อยตัว	Ivanov
1914	ในอิตาลี มีการทำช่องคลอดเทียมใส่น้ำอสุจิของหมา	Amantea
1920 และ 1930	การพัฒนาช่องคลอดเทียมสำหรับวัวกระทิงในรัสเซีย พ่อม้าและแกะ การพัฒนาน้ำยาเจือจางอย่างง่าย	Milovanov
1936	การจัดส่งน้ำเชื้อม้าจากเคมบริดจ์ในสหราชอาณาจักรไปยังโปแลนด์ ให้กำเนิดลูกแกะหลังการ AI	Arthur Walton

1937	การพัฒนาในเดนมาร์กโดยวิธีการทางทวารหนักของ AI ในวัว	Various Danish workers
1941	การพัฒนาสารเจือจางน้ำเชื้อไข่แดงซิเตรตสำหรับโค	Glenn Salisbury
1946	ยาปฏิชีวนะ (เพนิซิลลินและสเตรปโตมัยซิน) ที่ใช้ในการควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในน้ำอสุจิที่ใช้สำหรับ AI	Almquist
1949	ค้นพบวิธีการแช่แข็งสเปิร์มหลายชนิด	Chris Polge
1952	ลูกโคตัวแรก (Frosty I) หลังจากใช้น้ำอสุจิวัวที่แช่แข็งแล้วทำละลาย มาใช้ในเคมบริดจ์	Chris Polge and Tim Rowson
1960	ไนโตรเจนเหลวกลายเป็นสารทำความเย็นทางเลือกในการเก็บรักษาน้ำเชื้อวัว ประเทศส่วนใหญ่ใช้น้ำเชื้อวัวแช่แข็ง 100%	Many researchers invarious countries

ที่มา: Gordon (2005)

การผสมเทียมเป็นเทคโนโลยีการสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดที่นำมาใช้ในช่วงศตวรรษที่ 20 เพื่อใช้ในวงการปศุสัตว์ เพราะไม่เหมือนเทคโนโลยีอื่นๆ เช่น การย้ายตัวอ่อน ซึ่งในวัว ต้องการผู้ที่มีความเชี่ยวชาญในฟาร์มและในห้องปฏิบัติการอย่างมากจึงจะประสบความสำเร็จ การผสมเทียมค่อนข้างถูกและง่ายกว่าการย้ายฝากตัวอ่อน เพื่อปรับปรุงการผลิต ผลิตภัณฑ์นมทั่วโลก ตั้งแต่สงครามโลกครั้งที่ 2 เพื่อเร่งการคัดเลือกทางพันธุกรรมโดยเฉพาะกับโคนม สถิติโลกสำหรับการผสมเทียมในโค มีปริมาณน้ำเชื้อแช่แข็งจำนวน 232 ล้านโดส และเป็นน้ำเชื้อเหลว 11.6 ล้านโดส (Vishwanath, 2003) รายละเอียดดังแสดงในตาราง 9.2

ตารางที่ 9.2 การผสมเทียมโดยรวม ในโคและกระบือ

ภูมิภาค	**จำนวนโค-กระบือที่ใช้ในการผสมพันธุ์**	**การผสมเทียม**
แอฟริกา	69,121,454	870,892
อเมริกาเหนือ	45,206,360	11,203,880
อเมริกาใต้	140,755,113	1,366,678
ตะวันออก	240,860,059	58,181,005
ยุโรป	67,628,246	33,872,942

ที่มา: Vishwanath (2003)

องค์ประกอบของการผสมเทียม

การผสมเทียมประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การคัดเลือกพ่อพันธุ์ และการจัดการเลี้ยงดู
2. การดักเก็บน้ำเชื้อ
3. การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ
4. การเก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อ
5. การตรวจเช็คการเป็นสัดของสัตว์เพศเมีย
6. การผสมเทียม ซึ่งในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงเนื้อหาของการผสมเทียมเท่านั้น

การเตรียมการก่อนการผสมเทียม

การเตรียมวัสดุ อุปกรณ์และสถานที่

วัสดุ อุปกรณ์และสถานที่ในกระบวนการเก็บน้ำเชื้อจะต้องสะอาด ปราศจากเชื้อโรคหรือสารพิษใดๆ โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่สัมผัสกับน้ำเชื้อ ควรเตรียมอุปกรณ์ต่างๆ ไว้ให้พร้อมก่อนการรีดน้ำเชื้อสัตว์เลี้ยง สถานที่รีดน้ำเชื้อ จะต้องเงียบและสะอาด การรีดน้ำเชื้อจะต้องทำในที่ร่ม การออกแบบคอนกรีตหรือบริเวณรีดน้ำเชื้อ สำหรับโคและสุกร จะต้องเน้นความปลอดภัย สำหรับผู้รีดคอกรีดจะต้องแข็งแรงและมีช่องทางหนีด้วย เนื่องจากบางครั้งพ่อพันธุ์อาจมีอารมณ์ดุร้าย (เทวินทร์, 2542)

ในยุคแรกของการผสมเทียม วิธีการผสมเทียมจะใช้เครื่องถ่างช่องคลอด ในภายหลังเปลี่ยนมาใช้วิธีล้วงผ่านทางทวารหนักควบคู่ไปกับการสอดเครื่องมือผสมเทียมเข้าไปทางช่องคลอด ก่อนที่จะทำการผสมเทียม จะต้องจัดทำทะเบียนประวัติสัตว์เพื่อจำแนกตัวสัตว์ (Identification) มีการติดเบอร์ประจำตัวโคที่จะผสมเทียม จัดทำบัตรประวัติพันธุ์เสียก่อน และจัดทำบัตรประจำฟาร์ม ซึ่งจะมีหมายเลขฟาร์มชื่อเจ้าของ ที่อยู่และรายละเอียดของโคที่รับการผสมเทียม ได้แก่ ประวัติพ่อแม่สายเลือด พันธุ์ อายุ ประวัติการคลอดลูก ประวัติการผสมพันธุ์ (breeding record) เช่น วันที่ทำการผสมเทียม หมายเลขพ่อพันธุ์ที่ใช้ผสม วันคลอดลูก เพศของลูกที่เกิด จำนวนวันตั้งท้อง เมื่อได้รับแจ้งให้ไปผสมเทียม เจ้าหน้าที่ผสมเทียมจะค้นหาบัตรประจำฟาร์มมาตรวจสอบการผสมครั้งล่าสุด จำนวนครั้งที่ผสม เพื่อการวางแผนการผสมพันธุ์เลือกน้ำเชื้อสำหรับนำไปผสมเป็นการป้องกันการผสมเลือดชิด และสามารถแก้ไขลักษณะที่ไม่ต้องการจะให้เกิดกับลูกได้

เจ้าของโคควรเตรียมซองบังคับสำหรับการผสมเทียมไว้ในฟาร์มและนำโคที่จะผสมมาผูกเตรียมไว้ให้เรียบร้อย ก่อนการล้วงมือเข้าไปในทวารหนัก ต้องยกหางโคขึ้นโดยใช้มืออีกข้างหนึ่งหรือให้คนช่วยจับ เจ้าหน้าที่ผสมเทียมหรือผู้ที่ทำการผสมเทียมจะต้องสะอาดและไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของสัตว์ ต้องดูแลให้เครื่องมือทุกชิ้นที่นำไปใช้ในฟาร์มจะต้องสะอาดได้แก่ รองเท้าบูทยาง

ผ้ายางสำหรับสวมป้องกันมูล ถุงมือสำหรับล้วง มีแปรงล้างรองเท้าบู๊ท สบู่ น้ำยาฆ่าเชื้อ ดูแลตัดเล็บมือให้สั้น เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการครูดกับผิวภายในทวารหนักเกิดเป็นแผล มีกระดาษชำระสำหรับเช็ดมูลทำความสะอาดอวัยวะเพศโคก่อนการผสม เครื่องมือผสมเทียมได้แก่

1) อุปกรณ์ฉีดน้ำเชื้อ ควรได้รับการฆ่าเชื้อและเก็บไว้ในกระบอกที่มีฝาปิดกันฝุ่น

2) กรรไกรสำหรับตัดหลอดน้ำเชื้อจะต้องคม และเช็ดทำความสะอาดด้วย 70 % แอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อโรค

3) พลาสติกหุ้มอุปกรณ์ฉีดน้ำเชื้อหรือพลาสติกชีท (plastic sheath) เป็นชนิดใช้แล้วทิ้งต้องเก็บไว้ในกระบอกที่มีฝาปิดกันฝุ่น และก่อนออกจากฟาร์มสิ่งที่ควรทำความสะอาดอย่างระมัดระวัง ได้แก่ รองเท้าบู๊ท ผ้ายางสำหรับสวมป้องกันมูลเลอะบริเวณลำตัว ถุงมือยาวถึงหัวไหล่สำหรับใช้ล้วงเข้าทางทวารหนัก เป็นชนิดใช้แล้วทิ้งซึ่งควรใช้เฉพาะตัวหรือถ้าจำเป็นต้องใช้ซ้ำ ต้องล้างทำความสะอาด ล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อก่อนจะนำไปใช้กับตัวอื่น

เทคนิคการละลายน้ำเชื้อแช่แข็ง

การละลายน้ำเชื้อแช่แข็งเป็นเทคนิคที่สำคัญที่จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผสม เนื่องจากการละลายน้ำเชื้อแช่แข็งอย่างรวดเร็วจะช่วยลดการเกิดเกล็ดน้ำแข็ง (recrystallization) ซึ่งทำอันตรายตัวอสุจิ การเกิดเกล็ดน้ำแข็งจะเกิดขึ้นในกรณีที่ทำให้น้ำเชื้ออุ่นขึ้นอย่างช้าๆ โดยความเข้าใจผิดของเจ้าหน้าที่ผสมเทียมที่คิดดัดแปลงวิธีการละลายน้ำเชื้อแช่แข็งด้วยวิธีถูหลอดขึ้นลงด้วยฝ่ามือบ้าง เอาหนีบไว้ที่รักแร้บ้าง ละลายในน้ำแข็งบ้าง ละลายในน้ำเย็นธรรมดาบ้าง หรือแม้แต่ละลายในอากาศโดยห่อหลอดน้ำเชื้อด้วยกระดาษเช็ดมือหรือใส่ไว้ในกระเป๋าเสื้อ ล้วนเป็นวิธีที่เสี่ยงต่อการเกิดเกล็ดน้ำแข็งทั้งสิ้น มีการทดลองเปรียบเทียบผลการละลายน้ำเชื้อโดยการย้อมสีตรวจความผิดปกติของอสุจิพบว่า การละลายในอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส 12 วินาที ดีกว่าการละลายน้ำอุ่นอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 30 วินาที ในบางตำราแนะนำให้ใช้นาฬิกาจับเวลา ซึ่งถ้าเป็นหลอดน้ำเชื้อขนาดกลางความจุ 0.5 มิลลิลิตร (Medium palette) ใช้เวลา 15 วินาที หลอดน้ำเชื้อขนาดเล็ก ความจุ 0.25 มิลลิลิตร (Mini palette) ใช้เวลา 12 วินาที ด้วยเวลาเหล่านี้จะทำให้อสุจิมีอุณหภูมิ +5 ถึง 10 องศาเซลเซียส หากใช้เวลาสั้นกว่านี้ อุณหภูมิจะเป็น 0 องศาเซลเซียส เกิดผลึกน้ำแข็งทำอันตรายต่อตัวอสุจิ ถ้าใช้เวลานานกว่านี้ อุณหภูมิจะเป็น +30 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดโคลช็อค (Cold Shock) ทำอันตรายต่อการเคลื่อนไหวของอสุจิ แนะนำให้ละลายในน้ำอุ่น 34 องศาเซลเซียส 10 วินาที หรือน้ำอุ่น 37 องศาเซลเซียส 30 วินาที

การเลือกหยิบหลอดน้ำเชื้อให้ระมัดระวังมิให้ทุกหลอดโผล่พ้นปากถังไนโตรเจนเหลว และใช้คีมปากคีบหยิบหลอดน้ำเชื้อใส่ลงในกระติกน้ำอุ่นให้เร็วที่สุด ส่วนถังสนามจะต้องรีบปิดฝาทันทีที่นำหลอดน้ำเชื้อออกมา เพื่อป้องกันน้ำเชื้อเสียหาย หยิบหลอดน้ำเชื้อขึ้นมาเช็ดให้แห้ง เนื่องจากน้ำจะ

เป็นอันตรายกับตัวอสุจิ น้ำเชื้อที่ละลายแล้วให้รีบนำไปผสมเทียมให้เสร็จภายในเวลา 5 นาที เนื่องจากอสุจิไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมาก จำเป็นต้องรักษาคุณภาพของอสุจิให้มีคุณภาพดีที่จะเข้าไปสู่ท่อนำไข่เพื่อให้เกิดการปฏิสนธิ

เทคนิคและวิธีการผสมเทียมในโค-กระบือ

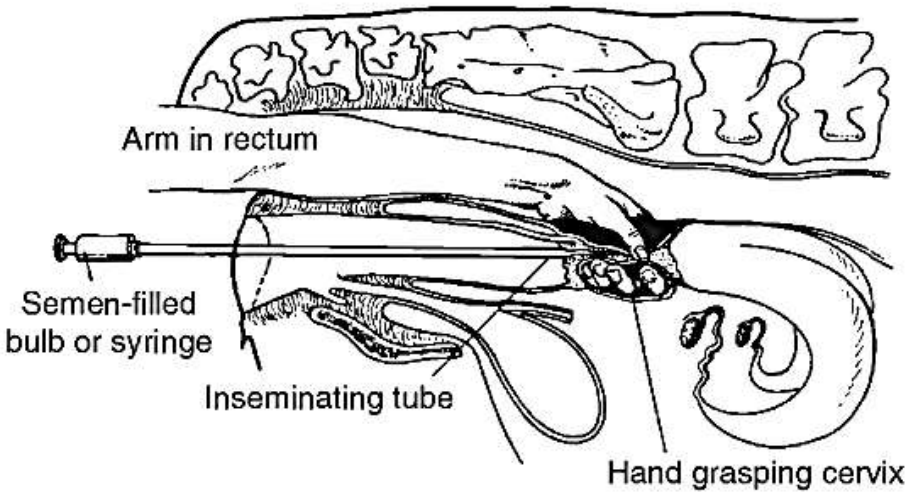
มีการใช้การผสมเทียมในโคนมอย่างกว้างขวาง ในด้านเทคนิคนั้นมีการค้นพบสารป้องกันการแช่แข็ง (cryoprotectants) ของน้ำเชื้อที่ใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นสารทำความเย็นและการนำหลอดพลาสติกมาใช้เป็นที่เก็บน้ำเชื้อ เป็นที่น่าสังเกตเหตุการณ์สำคัญ การแช่แข็งของน้ำเชื้อเป็นแนวทางการพัฒนาการค้าระหว่างประเทศในหลายประเทศ การใช้น้ำเชื้อแช่แข็ง ปฏิวัติการปรับปรุงพันธุ์และผลิตภัณฑ์นม ในการเลี้ยงโคนมอย่างมาก ในแง่เศรษฐกิจ การแพร่หลายของการประยุกต์ใช้การผสมเทียมในประเทศต่างๆ เช่นสหรัฐอเมริกา ส่งผลให้มีการปรับปรุงพันธุ์อย่างต่อเนื่อง ในด้านคุณภาพทางพันธุกรรมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และผลผลิตน้ำนมเพิ่มขึ้นสองเท่าในช่วงที่ผ่านมา 30 ปี ความพร้อมในเทคนิคการผสมเทียมจะนำไปสู่การแทนที่การผสมพันธุ์ทางจากธรรมชาติ อย่างไรก็ตาม ในหลายๆ ที่เป็นประเทศกำลังพัฒนา ก็มีการผสมผสานของปัจจัยที่เหมาะสมกับภูมิประเทศ ทำให้การผสมเทียมเป็นที่ยอมรับในโคได้อย่างกว้างขวาง (Gordon, 2005)

วิธีการผสมเทียมในโค-กระบือ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

1. การผสมเทียมที่ช่องคลอด (Vaginal Insemination) โดยทำการสอดท่อผสม (catheter) เข้าช่องคลอด จากนั้นปล่อยน้ำเชื้อบริเวณช่องคลอดใกล้เคียงกับ Cervix วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติ แต่ให้ผลของการผสมติดต่ำ

2. การผสมเทียมที่คอมดลูก (Cervical Insemination) โดยการสอดท่อผสมเข้าไปใน cervix ลึก 1-2 เซนติเมตร แล้วทำการปล่อยน้ำเชื้อที่บริเวณนี้

3. การผสมเทียมที่มดลูก (Recto-vaginal Insemination) เป็นวิธีการที่ล้วงมือผ่านทวาร (rectum) และจับยึดคอมดลูกไว้ โดยจับผ่านผนังทวาร จากนั้นสอด breeding gun หรือ catheter ไปในช่องคลอดและสอดผ่าน cervix จากนั้นปลดปล่อยน้ำเชื้อที่มดลูก



ภาพที่ 9.1 วิธีการผสมเทียมโค โดยการล้วงผ่านทางทวารหนัก
ที่มา: Gordon (2005)

ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมโค

โคจะตกไข่โดยเฉลี่ย 10-12 ชั่วโมง ภายหลังจากสิ้นสุดพฤติกรรมการเป็นสัด ซึ่งช่วงเวลาเฉลี่ยของการเป็นสัดในโค ประมาณ 18 ชั่วโมง การผสมเทียมโคในทางปฏิบัตินั้น นิยมใช้หลัก AM/PM Rule หมายถึง หากพบว่าโคเป็นสัดตอนเช้า (AM) จะผสมในช่วงบ่าย (PM) และหากพบว่าโคเป็นสัดช่วงบ่าย จะทำการผสมในช่วงเช้า

เทคนิคและวิธีการผสมเทียมในแพะ แกะ

เนื่องจากปัญหาขนาดของร่างกาย การผสมเทียมแพะ แกะ จะใช้วิธีการ vaginal หรือ cervical method โดยการสอด speculum ชนิดปากถ่าง และใช้ไฟฉายช่วยในการส่องสว่าง อุปกรณ์ผสมเทียมจะถูกสอดเข้าไปใน cervix และปลดปล่อยน้ำเชื้อจำนวน 60-500x10^6 ตัว ในปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร

การผสมเทียมในช่องคลอดและ cervix จะให้ผลของการผสมติดต่ำ จึงมีการพยายามทำการผสมเทียม โดยปลดปล่อยน้ำเชื้อที่มดลูก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การใช้ speculum ถ่าง แล้วใช้ catheter ที่ติดปลายด้วยเข็มเบอร์ 17 ยาว 10 นิ้ว ค่อยๆ แทงผ่าน cervix ไปยังตัวมดลูก

2. ใช้ speculum ถ่างปาก cervix ด้วย forcep จากนั้นสอด insemination pipette ที่ทำด้วยเหล็กสแตนเลต ซึ่งติดปลาย insemination gun สอดผ่าน cervix เข้าไปในมดลูกและปล่อยน้ำเชื้อ ซึ่งประสบผลสำเร็จประมาณ 50-70%

3. การใช้ Laporoscopy โดยการเจาะสวาป ทำการผสมเทียมที่มดลูก ทำภายใต้การใช้ยาชาเฉพาะที่

เทคนิคและวิธีการผสมเทียมในสุกร

สุกรจะแสดงพฤติกรรมการเป็นสัด 2-3 วัน โดยอาจมีความแปรปรวนระหว่าง 12-120 ชั่วโมง สุกรสาวมักมีระยะเวลาในการเป็นสัดสั้นกว่าสุกรนาง การตรวจการเป็นสัดที่มีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติด โดยการตรวจการเป็นสัดวันละ 2 ครั้ง และอาจใช้พ่อพันธุ์ในการตรวจ อัตราการผสมติดขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผสมเทียมกับเวลาที่สุกรตกไข่

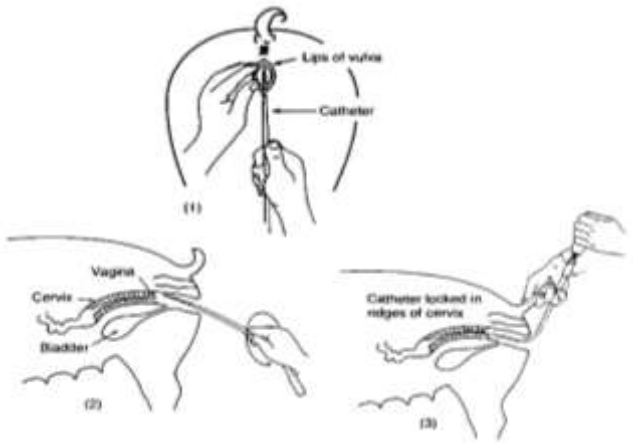
เวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียม เกี่ยวข้องกับระยะเวลาจากการหย่านมจนถึงระยะเวลาเป็นสัด ดังนี้

1. สุกรนาง ที่เป็นสัดภายหลังการหย่านมระหว่าง 3-4 วัน มักจะแสดงอาการเป็นสัดยาวนานประมาณ 3 วัน ควรทำการผสมเทียมในวันที่ 2 และ 3 ของการเป็นสัด

2. สุกรนาง ที่เป็นสัดภายหลังการหย่านม 5 วัน มักจะแสดงอาการเป็นสัดยาวนานประมาณ 2 วัน ควรทำการผสมเทียม 24 ชั่วโมง ภายหลังจากเริ่ม standing heat และผสมเทียมซ้ำอีกใน 12 ชั่วโมงต่อมา

3. สุกรนาง ที่เป็นสัดภายหลังการหย่านม 6 วันขึ้นไป มักจะแสดงอาการเป็นสัดในช่วงสั้นๆ คือประมาณ 24 ชั่วโมง ดังนั้นควรผสมเทียมภายใน 24 ชั่วโมง

อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่ผสมเทียมส่วนใหญ่นิยมผสมเทียมครั้งแรกภายใน 12 ชั่วโมง ภายหลังเริ่ม standing heat และผสมเทียมครั้งที่ 2 ในเวลา 12-24 ชั่วโมงต่อมา



ภาพที่ 9.2 วิธีการผสมเทียมสุกร
ที่มา: Gordon (2005)

เทคนิคและวิธีการผสมเทียมในสัตว์ปีก

ในปี ค.ศ. 1935 Quinn ค้นพบวิธีการรีดน้ำเชื้อพ่อพันธุ์ไก่พันธุ์ไข่ โดยวิธีการลูบหลังแล้วบีบที่บริเวณก้น ผลการค้นพบดังกล่าวถูกนำไปใช้ในสัตว์ปีกชนิดอื่นๆ ทั่วไปในกลุ่มสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่า เช่น ไก่งวง นกกระเรียน นกกระจอกเทศ นกกระจอก นกพิราบ นกกระทา ไก่ฟ้า เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมการผลิตไก่งวง วิธีการผสมเทียมเป็นวิธีที่มีความจำเป็นอย่างสูง สาเหตุเนื่องมาจากมีการปรับปรุงพันธุ์ให้ตัวผู้มีขนาดร่างกายที่ใหญ่กว่าตัวเมียมาก จึงเป็นอุปสรรคในการผสมพันธุ์ตามธรรมชาติ นอกจากนี้การผสมเทียมยังทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านอาหารลงไป เนื่องจากการเลี้ยงพ่อพันธุ์ที่ลดลง

การรีดน้ำเชื้อสัตว์ปีก จะใช้วิธีการลูบหลังลงมายังบริเวณโคนหาง หรือการนวดเบาๆที่บริเวณด้านท้อง ก่อนรีดน้ำเชื้อควรทำความสะอาดบริเวณก้น เพื่อลดการปนเปื้อนต่างๆ นอกจากนี้ไม่ควรรีดน้ำเชื้อภายหลังการให้อาหารทันที เนื่องจากอาจทำให้มีการปนเปื้อนของมูลมาก และการคุ้นเคยกับสัตว์มีผลเป็นอย่างมากต่อความสำเร็จในการรีดน้ำเชื้อ (เทวินทร์, 2559)

การผสมเทียมในไก่จะทำการปลิ้นก้นไก่เพื่อทำการผสมเทียม โดยก่อนปลิ้นก้นจะเล้าโลมโดยการลูบหลัง จากนั้นกดที่สีข้าง หรืออาจใช้วิธีการจับขา 2 ข้าง ให้ห้อยหัวหันหลังออกจากผู้จับ จากนั้นกดที่บริเวณท้อง ให้ก้นอยู่ระหว่างนิ้วหัวแม่มือและนิ้วอื่น เมื่อปลิ้นก้นออกจะพบว่ามีช่องทาง 2 ช่องทางคือ ช่องคลอดและช่องทวาร โดยช่องคลอดจะอยู่ทางซ้ายของสัตว์ การสอดอุปกรณ์ผสมเทียมเข้าช่องคลอดในไก่ลึกประมาณ 1 นิ้ว ใช้น้ำเชื้อแบบเหลว 0.5 ml. จากนั้นปล่อยแรงกดแล้วจึงปล่อยน้ำเชื้อเข้าไปอย่างนุ่มนวล ทำการเก็บไข่ภายหลังจากการผสมเทียมแล้ว 2 วัน เป็นระยะเวลา 7 วัน จึงนำไข่เข้าตู้ฟัก ทำการส่องไข่เพื่อประเมินอัตราการผสมติดในวันที่ 7 ของไข่ที่เอาเข้าฟัก (วิชชุดา และคณะ, 2563)

ภาพที่ 9.3 การรีดน้ำเชื้อไก่พื้นเมือง

ที่มา: วิชชุดา (2563)

ภาพที่ 9.4 การผสมเทียมสัตว์ปีก

ที่มา: วิชชุดา (2554)

สรุป

การผสมเทียมเป็นวิธีการที่มนุษย์นำน้ำเชื้อสัตว์ตัวผู้ส่งผ่านเข้าสู่ระบบสืบพันธุ์สัตว์ตัวเมีย โดยการใช้อุปกรณ์เป็นเทคนิคที่สำคัญและใช้กันอย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพสูง ในการปรับปรุงพันธุ์สัตว์ การผสมเทียมประกอบไปด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้ การคัดเลือกพ่อพันธุ์ และการจัดการเลี้ยงดู การดักเก็บน้ำเชื้อ การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ เก็บรักษาคุณภาพน้ำเชื้อ การตรวจเช็คการเป็นสัดของสัตว์เพศเมีย และการผสมเทียม วิธีการผสมเทียมในโค-กระบือ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 วิธี คือการผสมเทียมที่ช่องคลอด (Vaginal Insemination) โดยทำการสอดท่อผสม (catheter) เข้าช่องคลอด จากนั้นปล่อยน้ำเชื้อบริเวณช่องคลอดใกล้เคียงกับ Cervix วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายต่อการปฏิบัติ แต่ให้ผลของการผสมติดต่ำ การผสมเทียมที่คอมดลูก (Cervical Insemination) โดยการสอดท่อผสมเข้าไปใน cervix ลึก 1-2 เซนติเมตร แล้วทำการปล่อยน้ำเชื้อที่บริเวณนี้ และการผสมเทียมที่มดลูก (Recto-vaginal Insemination) เป็นวิธีการที่ล้วงมือผ่านทวาร (rectum) และจับยึดคอมดลูกไว้ โดยจับผ่านผนังทวาร จากนั้นสอด breeding gun หรือ catheter ไปในช่องคลอดและสอดผ่าน cervix จากนั้นปลดปล่อยน้ำเชื้อที่มดลูก ซึ่งช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมโค โคจะตกไข่โดยเฉลี่ย 10-12 ชั่วโมง ภายหลังจากสิ้นสุดพฤติกรรมการเป็นสัด ซึ่งช่วงเวลาเฉลี่ยของการเป็นสัดในโค ประมาณ 18 ชั่วโมง เทคนิคและวิธีการผสมเทียมในสุกร โดยสุกรจะแสดงพฤติกรรมการเป็นสัด 2-3 วัน โดยอาจมีความแปรปรวนระหว่าง 12-120 ชั่วโมง สุกรสาวมักมีระยะเวลาในการเป็นสัดสั้นกว่าสุกรนาง การตรวจการเป็นสัดที่มีประสิทธิภาพมีความสัมพันธ์กับอัตราการผสมติด โดยการตรวจการเป็นสัดวันละ 2 ครั้ง และอาจใช้พ่อพันธุ์ในการตรวจ อัตราการผสมติดขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ผสมเทียมกับเวลาที่สุกรตกไข่ และเทคนิคและวิธีการผสมเทียมในสัตว์ปีก การรีดน้ำเชื้อสัตว์ปีก จะใช้วิธีการลูบหลังลงมายังบริเวณโคนหาง หรือการนวดเบาๆที่บริเวณด้านท้อง ก่อนรีดน้ำเชื้อควรทำความสะอาดบริเวณก้น เพื่อลดการปนเปื้อนต่างๆ นอกจากนี้ไม่ควรรีดน้ำเชื้อภายหลังการให้อาหารทันที การผสมเทียมในไก่จะทำการปล้นก้นไก่เพื่อทำการผสมเทียม โดยก่อนปล้นก้นจะเล้าโลมโดยการลูบหลัง จากนั้นกดที่สีข้าง หรืออาจใช้วิธีการจับขา 2 ข้าง ให้ห้อยหัวหันหลังออกจากผู้จับ จากนั้นกดที่บริเวณท้อง ให้ก้นอยู่ระหว่างนิ้วหัวแม่มือและนิ้วอื่น เมื่อปล้นก้นออกจะพบว่ามีช่องทาง 2 ช่องทางคือ ช่องคลอดและช่องทวาร โดยช่องคลอดจะอยู่ทางซ้ายของสัตว์ การสอดอุปกรณ์ผสมเทียมเข้าช่องคลอดในไก่ลึกประมาณ 1 นิ้ว

คำถามท้ายบท

1. องค์ประกอบของการผสมเทียม ประกอบไปด้วยขั้นตอนอย่างไรบ้าง
2. จงบอกถึงการเตรียมการก่อนการผสมเทียม
3. จงอธิบายวิธีการผสมเทียมที่ช่องคลอด (Vaginal Insemination) อย่างละเอียด
4. จงอธิบายวิธีการผสมเทียมที่คอมดลูก (Cervical Insemination) อย่างละเอียด
5. จงอธิบายวิธีการผสมเทียมที่มดลูก (Recto-vaginal Insemination) อย่างละเอียด
6. ให้นักศึกษาบอกถึงเทคนิคและวิธีการผสมเทียมในแพะ แกะ
7. จงอธิบายช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมโค-กระบือ
8. จงอธิบายช่วงเวลาที่เหมาะสมในการผสมเทียมสุกร
9. จงอธิบายขั้นตอนในการรีดน้ำเชื้อสัตว์ปีก สามารถทำได้อย่างไร
10. จงอธิบายขั้นตอนในการผสมเทียมสัตว์ปีก สามารถทำได้อย่างไร

เอกสารอ้างอิง

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

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2559). **การเก็บรักษาน้ำเชื้อและการผสมเทียมในสัตว์ปีก.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชชุดา ยินดี. (2554). **ผลของการเสริมน้ำมันปลาต่อคุณภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ของน้ำเชื้อที่เก็บรักษาแบบแช่แข็งในไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ).** วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชชุดา ยินดี. (2563). **ผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิคในน้ำยาเจือจาง ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ).** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อขอตำแหน่งทางวิชาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

วิชชุดา ยินดี, ณัฏฐวรรณ สมนึก และนิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2563). **ผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (กลูต้าไธโอน) ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลวและอัตราการผสมติดของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่.

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.

Vishwanath, R. (2003). **Artificial insemination: the state of the art.** Theriogenology 59, 571–584.

บทที่ 10
การขยายพันธุ์สัตว์เลี้ยงด้วยเทคโนโลยีการสืบพันธุ์อื่น

บทนำ

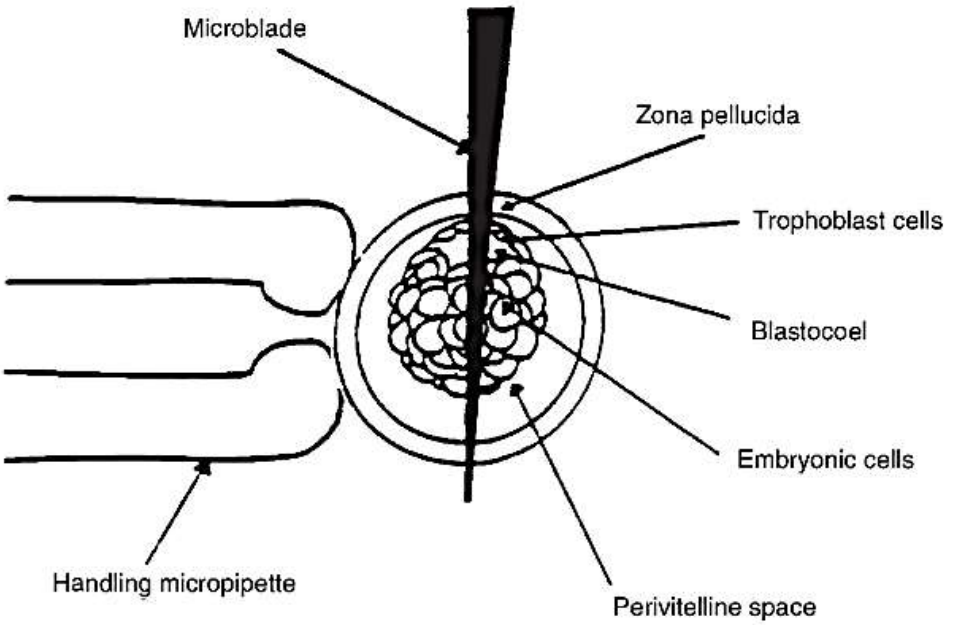
ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการศึกษาและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ ซึ่งหมายถึง การคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของสัตว์ ไม่ว่าจะเป็นสัตว์บก สัตว์น้ำ และสัตว์ปีก เช่น โค กระบือ สุกร เป็ด ไก่ และปลา มีการนำเทคโนโลยีด้านการผสมเทียม การย้ายฝากตัวอ่อน การโคลนนิ่ง พันธุวิศวกรรม หรือเทคโนโลยีขั้นสูงอื่นๆ มาใช้เพื่อปรับปรุงสัตว์ตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

การสร้างสัตว์เหมือน (Cloning)

การโคลนนิ่ง คือการผลิตสัตว์ให้มีลักษณะทางกายภาพ (phenotype) และทางพันธุกรรม (genotype) เหมือนกัน (มงคล, 2543) ตามธรรมชาติการเกิดลูกที่มากกว่า 1 ตัวในโค มีโอกาสเกิดน้อยมาก การใช้ฮอร์โมนโกนาโดโทรปิน (gonadotropin) เหนี่ยวนำให้เกิดลูกแฝดจากการตกไข่มากกว่า 1 ฟอง ลูกที่เกิดออกมาจะไม่เหมือนกัน ก็มักจะได้ผลน้อย มีผู้ใช้เทคนิคการย้ายฝากตัวอ่อนทำให้เกิดลูกแฝดที่ไม่เหมือนกันโดยใส่ตัวอ่อนเข้าไป 2 ตัว แต่การที่ทำให้แม่ต้องอุ้มท้องลูกมากกว่า 1 ตัว มีความจำเป็นต้องดูแลตลอดจนการทำคลอดต่างจากการมีลูกเพียงตัวเดียว และยังอาจจะเกิดปัญหาเรื่องฟรีมาร์ดิน (Freemartin) อันจะเป็นผลให้ตัวเมียเป็นหมัน อย่างไรก็ตามนักวิทยาศาสตร์ไม่หยุดยั้งที่จะผลิตลูกแฝดออกมาด้วยวิธีการดังนี้ (เทวินทร์, 2542)

1. การตัดแบ่งตัวอ่อน (Splitting of embryo)

เป็นวิธีการต่อเนื่องจากการผลิตตัวอ่อนมาจากตัวแม่เมื่อชะล้างออกมาส่องกล้องตรวจดูคุณภาพ แล้วตัดตัวอ่อนที่อยู่ในระยะมอรูล่าหรือ blastocyst ที่มีคุณภาพดี (มงคล, 2543) นำมาตัดครึ่งด้วยใบมีดขนาดเล็ก (micro manipulator) ที่สะอาดปราศจากเชื้อ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ นำตัวอ่อนที่ถูกผ่าแล้วแยกไปฝากให้ตัวรับ ตั้งท้องจนครบกำหนดคลอด ลูกที่ออกมาจะมีหน้าตาเหมือนกัน แต่การผลิตลูกแฝดเช่นนี้มีข้อจำกัดที่สามารถผลิตได้เพียง 2-4 ตัว เนื่องจากหากตัดแบ่งมากเกินไปจะทำให้เซลล์เหลือไม่พอที่จะเจริญเติบโตต่อไป



ภาพที่ 10.1 การตัดแบ่งตัวอ่อนระยะ blastocyst
ที่มา: Gordon (2005)

2. การย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer)

มีการค้นพบการย้ายฝากนิวเคลียสตั้งแต่ปี ค.ศ. 1938 โดย Speeman มีความคิดที่ว่าเซลล์ที่มีในร่างกายไม่ว่าจะเป็นเซลล์ส่วนไหนของร่างกาย เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ตับ เซลล์ไต ฯลฯ จะมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ (differentiation) จากเซลล์ดั้งเดิมทั้งสิ้น คือบลาสโตเมียร์ของตัวอ่อน ซึ่งหมายความว่า เซลล์ทุกเซลล์มีความสามารถในการพัฒนาเป็นเซลล์ชนิดอื่นได้ หรือที่เรียกว่า “topipotent cell” การที่เซลล์มีความสามารถดังกล่าวจึงเรียกว่า “topipotent” ในการทำโคลนนิ่งด้วยการย้ายฝากนิวเคลียสในสัตว์จึงใช้เซลล์ของตัวอ่อน (บลาสโตเมียร์) หรือเซลล์ที่เปลี่ยนสภาพมาจากเซลล์ของตัวอ่อนเป็นนิวเคลียสตัวให้ ตัวอย่างเช่น อินเนอร์เซลล์แมส หรือเซลล์ตัวอ่อนต้นตอ เป็นต้น ทั้งนี้เพราะทุกนิวเคลียสของตัวอ่อนหนึ่งตัวอ่อนมีพันธุกรรมเหมือนกัน เนื่องจากเกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์ๆ เดียว แบบไมโทซิสหลังเกิดการรวมตัวระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้และเพศเมีย (มงคล, 2543)

การย้ายฝากนิวเคลียสเป็นการเพิ่มจำนวนสัตว์ที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ดีเด่นเหมือนกันจำนวนมากอาจเรียกว่า Embryo Multiplication and Transfer (EMIT) เกิดจากการตัดแยกตัวอ่อนในระยะ blastocyst และนำไข่ที่ฝ่อ (degenerated) มาดูดเอานิวเคลียสออก แล้วผ่าตัดส่วนของตัวอ่อนที่ตัดใส่เข้าไปในเยื่อหุ้มเซลล์ไข่ (zona pellucida) ต่อมามีการค้นคิดการปลูกถ่าย

เซลล์ร่างกายสัตว์ทำให้เกิดเป็นลูกแกะและลูกโค โดยวิลมุท (Wilmut) และคณะ ใน ค.ศ. 1997 เป็นผู้ทดลองผลิตลูกแกะโคลนนิ่งออกมาเป็นครั้งแรกของโลก จากเซลล์ตัวอ่อนแกะพันธุ์โพลดอร์เซท (Poll Dorset) อายุ 9 วัน และใช้เซลล์ไฟโบรบลาสต์ (fibroblast) จากตัวอ่อนแกะพันธุ์แบลคเวลช์ (Black Welsh) ที่มีอายุ 26 วัน ต่อมาใช้เซลล์จากต่อมน้ำนม (mammary epithelium) ของแม่แกะพันธุ์ฟินน์ดอว์เซท (Finn Dorset) ที่อยู่ในระหว่างการตั้งท้อง นับว่าเป็นลูกแกะตัวแรกที่เจริญเติบโตมาจากเซลล์ร่างกายของสัตว์ที่โตแล้ว (Gordon, 2005)

ปัจจุบันการย้ายฝากนิวเคลียสใช้กระต่ายเป็นสัตว์ทดลองมากกว่าหนูเมาส์เพื่อพัฒนาเทคนิค และได้ให้เหตุผลว่าเนื่องมาจาก (มงคล, 2543)

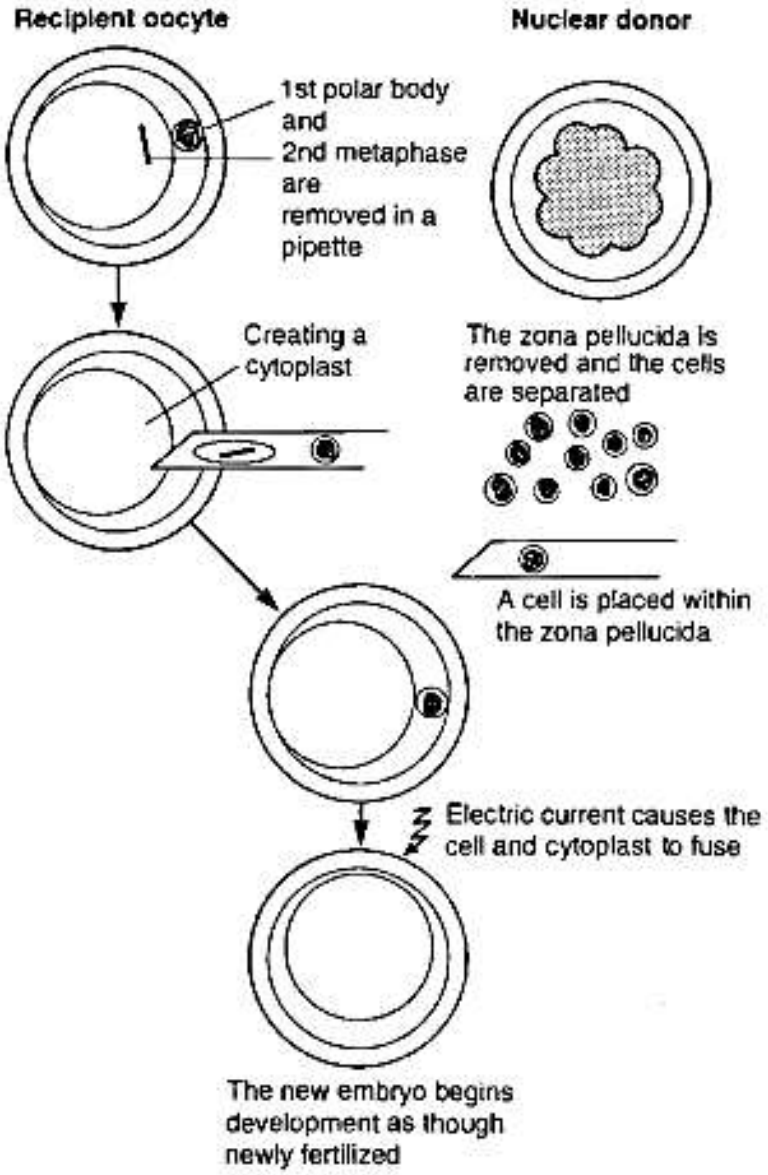
1. กระต่ายเป็นสัตว์ที่ตกไข่เมื่อได้รับการผสมพันธุ์ (induced ovulation) ดังนั้นจึงง่ายต่อการกำหนดเวลาในการตกไข่ โดยเฉพาะการทดลองเรื่องอายุของโอโอไซต์ต่อผลการย้ายฝากนิวเคลียส หรือระยะตัวอ่อนที่แน่นอนที่ต้องการนำเอาเซลล์มาทำเป็นนิวเคลียสตัวให้ เช่น 1-4 เซลล์ พบหลังผสม 24 ชั่วโมง 16-32 เซลล์ พบหลังผสม 48 ชั่วโมง ระยะมอรูล่า พบหลังผสม 56 ชั่วโมง และระยะบลาสโตซีส พบหลังผสม 96 ชั่วโมง

2. การต่ายเป็นสัตว์ที่ผลิตโอโอไซต์หรือตัวอ่อนได้มากในคราวเดียวกัน โดยเฉพาะเมื่อมีการกระตุ้นเพิ่มการตกไข่

3. มีระยะตั้งท้องสั้น ประมาณ 30.5 วัน ทำให้วัดผลการศึกษาได้รวดเร็วกว่าโคถึง 9 เท่า ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเลี้ยงดู เป็นที่ประมาณการว่าตัวอ่อนโคจากการปฏิสนธิตามธรรมชาติมีราคาแพงกว่าตัวอ่อนกระต่ายประมาณ 30 บาท

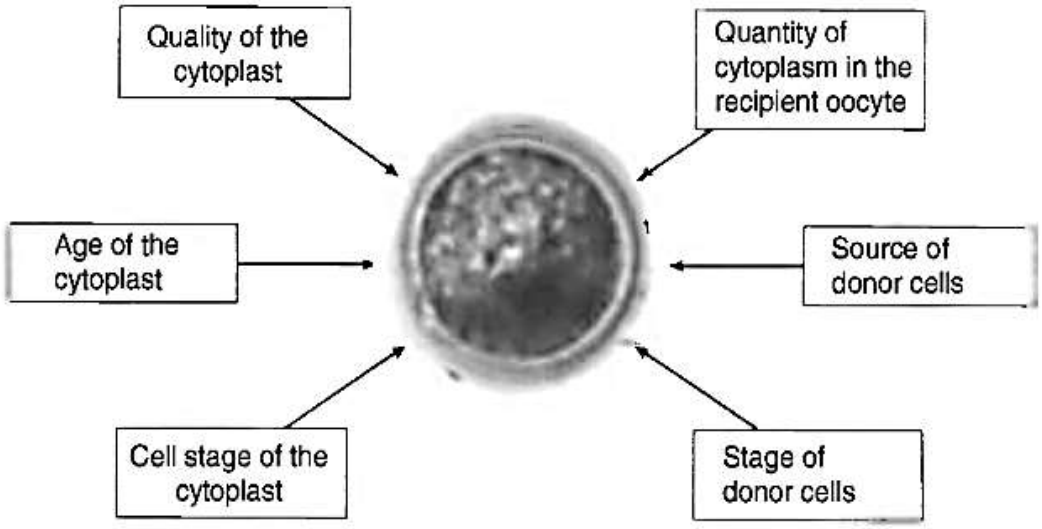
4. ระบบการตรวจสอบการพัฒนาตัวอ่อนของกระต่ายในหลอดทดลองเป็นระบบที่ง่ายและเป็นระบบที่ได้พัฒนามาอย่างดี ตัวอ่อนของกระต่ายเมื่อเลี้ยงในหลอดทดลอง ไม่ต้องอาศัยการเลี้ยงแบบร่วมกับเซลล์พี่เลี้ยง (co-culture) แบบในโคเพื่อผ่านระยะหยุดตัว

5. ตัวอ่อนของกระต่ายมีระยะการเปลี่ยนแปลงของการควบคุมทางพันธุกรรมจากตัวแม่ไปยังไซโกต ในระยะเวลาเดียวกันกับตัวอ่อนของสัตว์เศรษฐกิจอื่นๆ



ภาพที่ 10.2 การย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer)

ที่มา: Gordon (2005)



ภาพที่ 10.3 ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer)
ที่มา: Gordon (2005)

การคัดแยกเพศอสุจิ

การคัดแยกเพศอสุจิ (X and Y Chromosome-Bearing Sperm Separation)

การแยกเพศตัวอสุจิที่มีโครโมโซม X ออกจากอสุจิที่มีโครโมโซม Y เป็นวิธีการที่ค่อนข้างยาก ถึงแม้ว่าอสุจิที่มีโครโมโซม X จะมีรูปร่างของส่วนหัวและนิวเคลียสแตกต่างจากอสุจิที่มีโครโมโซม Y และลักษณะการว่ายแตกต่างกัน แต่ในทางปศุสัตว์ค่อนข้างจะแยกออกจากกันได้ยาก ต่างจากในมนุษย์ หรือแม้กระทั่งความไวต่อการเป็นกรดด่าง ที่สามารถกำหนดเพศในมนุษย์ได้ ก็ยังไม่สามารถเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของเพศของลูกโดยวิธีการนี้ได้ จนถึงปัจจุบันมีการใช้เครื่อง flow-cytometry ที่ได้รับการวิจัยอย่างในช่วงต้นทศวรรษ 1980 ที่สถาบันวิจัยการแพทย์แห่งชาติในลอนดอนและเกิดสิทธิบัตรมอบให้กับสถาบันนั้นในปี 1986 ครอบคลุมทั้งยุโรปและแคนาดา ในสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีการคัดแยกเพศคิดค้นโดยจอห์นสัน ที่กระทรวงเกษตรของสหรัฐอเมริกา (USDA) การวิจัยของ Beltsville ศูนย์ได้รับการจดสิทธิบัตรในปี 1989 เทคโนโลยีต่อมาได้รับใบอนุญาตจาก USDA สำหรับใช้ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมในสองประเภท คือ มนุษย์และสัตว์ ในมนุษย์สถาบันพันธุศาสตร์และ IVF ในเมืองแฟร์แฟกซ์ รัฐเวอร์จิเนีย เคยได้รับใบอนุญาตให้ใช้สิทธิบัตรทางการคัดแยกเพศในปี 1994 และเทคโนโลยีนี้ ช่วยการเจริญพันธุ์ของมนุษย์ ใบอนุญาตทางด้านสัตว์ ได้รับในภายหลัง

ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราส่วนเพศ

เพศในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมถูกกำหนดโดยปริมาณโครโมโซมเพศ ตัวเมีย มีโครโมโซม XX และตัวผู้มีโครโมโซม XY ซึ่งเห็นได้ชัดว่าได้รับอิทธิพลจากพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม อสุจิที่มีโครโมโซม X และ Y ถูกสร้างออกมาในจำนวนที่เท่ากัน

แนวทางในการแยกน้ำเชื้อที่มีโครโมโซม X และ Y มีความแตกต่างกันดังนี้

1. มวลของอสุจิ
2. ความสามารถในการเคลื่อนที่
3. DNA ที่มีความแตกต่างกัน
4. ประจุไฟฟ้าที่ผิวของอสุจิ
5. คุณสมบัติของ antigen

หลักการแยกเพศของอสุจิ X และ Y ในน้ำเชื้อ ทำได้ดังนี้

1. การแยกอสุจิที่มีโครโมโซม X และ Y โดยอาศัยความแตกต่างของมวลอสุจิและความสามารถในการเคลื่อนที่ โดยการคำนวณว่าโครโมโซม Y ของคน โค และสุกร มีขนาดเล็กกว่าโครโมโซม X ประมาณ 2.8, 4.2 และ 3.6% ตามลำดับ นอกจากนี้มีการคำนวณว่าอสุจิเพศผู้วิ่งเร็วกว่าเพศเมีย 0.15% และตกตะกอนช้ากว่า 1% หลักการดังกล่าวจึงเกิดวิธีการแยกชนิดอสุจิ ดังนี้

Albumin gradient โดยการเทอสุจิลงบนชั้นของ albumin ซึ่งแยกเป็นหลายชั้น โดยเชื่อว่าอสุจิที่มีโครโมโซม Y จะผ่านชั้นต่างๆได้ดีกว่า แต่ก็มีรายงานที่ให้ผลไม่สนับสนุนแนวคิดดังกล่าว เนื่องจากโครโมโซม X และ Y ยังอยู่ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

Percoll density gradients percoll เป็นเม็ด colloidal solica ที่ห่อหุ้มด้วยโพลี่ไวนิล ไพโรลิโดน ซึ่งสามารถแยกอสุจิที่เคลื่อนไหวออกมาได้ เมื่อทำเป็นชั้นความเข้มข้นก็จะสามารถแยกอสุจิได้ตามความสามารถ โดยเทน้ำเชื้อลงบนพื้นผิว ใช้วิธีการปั่นอสุจิ ตัวอสุจิที่มีน้ำหนักมากจะลงมาข้างล่างได้เร็วกว่า ดังนั้นโดยหลักการแล้ว พบว่าเมื่อทำการปั่น ตัวอสุจิที่เป็นตัวผู้จะอยู่ด้านบน ตัวอสุจิที่เป็นตัวเมียจะอยู่ด้านล่าง

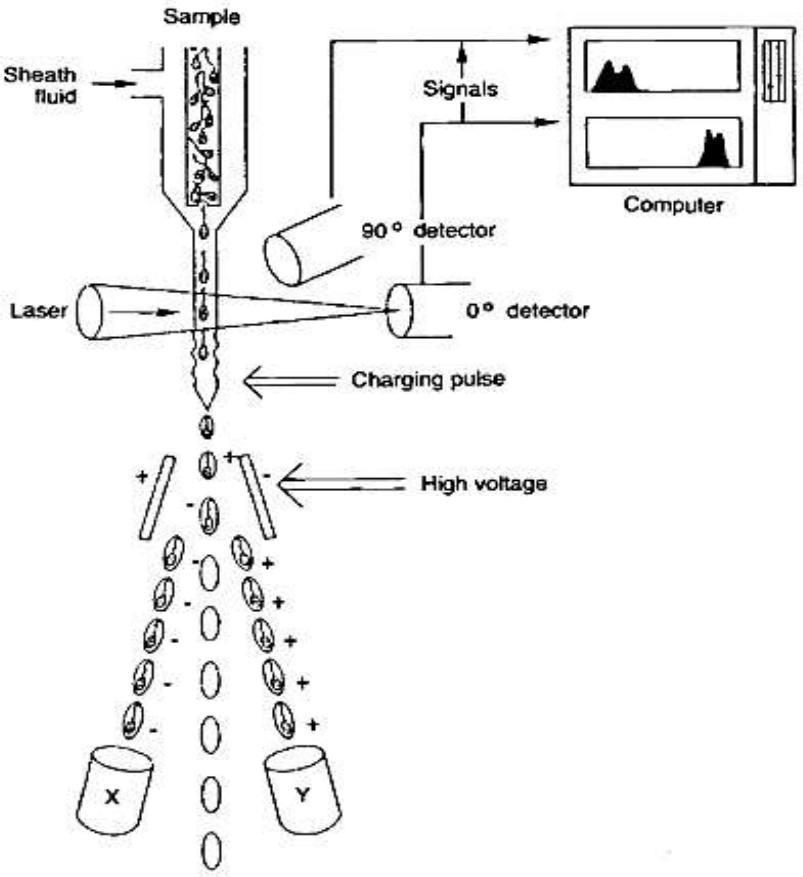
2. การแยกอสุจิโดยอาศัยความแตกต่างของการเคลื่อนที่

Laminar flow tructionation โดยอาศัยหลักการว่าอสุจิ Y เคลื่อนที่เร็วกว่าอสุจิ X มีรายงานความสำเร็จในคนจากการตรวจสอบโดยเทคนิค Y-chromosome specific DNA probe โดยในกลุ่มอสุจิ Y มีอสุจิที่เป็น Y ถึง 90-100% ในกลุ่มอสุจิ X จะพบอสุจิที่เป็น X 70-80%

3. การแยกอสุจิโดยอาศัยความแตกต่างของประจุ

Flow electrophoresis อสุจิ X และ Y มีประจุไฟฟ้าที่ผนังเซลล์แตกต่างกัน หากนำไปไว้ในสนามไฟฟ้า เช่น electrophoresis plate กลุ่มอสุจิจะแยกไปตามคุณสมบัติทาง

ไฟฟ้า และความแตกต่างของการเคลื่อนที่ พบว่าที่ขั้วบวก จะพบอสุจิที่มีโครโมโซม X เนื่องจากมี neuraminic acid containing glycoprotein ที่ผิวของเซลล์นั้นเอง



ภาพที่ 10.4 แผนภาพแสดงการทำงานของโฟลไซโตมิเตอร์ (Flow cytometer)
ที่มา: Gordon (2005)

การคัดแยกเพศจากตัวอ่อน (Embryo sexing)

วิธีการที่ 1 ตรวจดูโครโมโซม โดยการตัดเอาเซลล์จากตัวอ่อนมาเลี้ยงแล้วย้อมสี ตัวอ่อนที่เป็นตัวเมียจะพบโครโมโซม XX นำเอาตัวอ่อนที่ตรวจสอบแล้วไปฝากให้ตัวรับ แต่วิธีการนี้อาจจะมีข้อเสียถ้าตัดเซลล์ออกมามากเกินไป จะมีผลกระทบต่อตัวอ่อนที่จะเจริญต่อไป และจำเป็นต้องใช้เวลาเพาะเลี้ยงเซลล์นานกว่าจะรู้ผลไม่เหมาะที่จะนำไปย้ายฝากทันที

วิธีการที่ 2 ตรวจแอนติเจนเอช-วาย (Antigen H-Y) ซึ่งเป็นแอนติเจนจำเพาะในตัวผู้ ในโคไม่ค่อยแม่นยำนัก

วิธีการที่ 3 ทำดีเอ็นเอ โพรบ (DNA probe) โดยตัดเซลล์จากตัวอ่อนในระยะมอรูล่าหรือบลาสโตซีสต์มาจำนวนหนึ่ง นำมาเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอโดยการใช้เครื่องพีซีอาร์ (Polymerase Chain

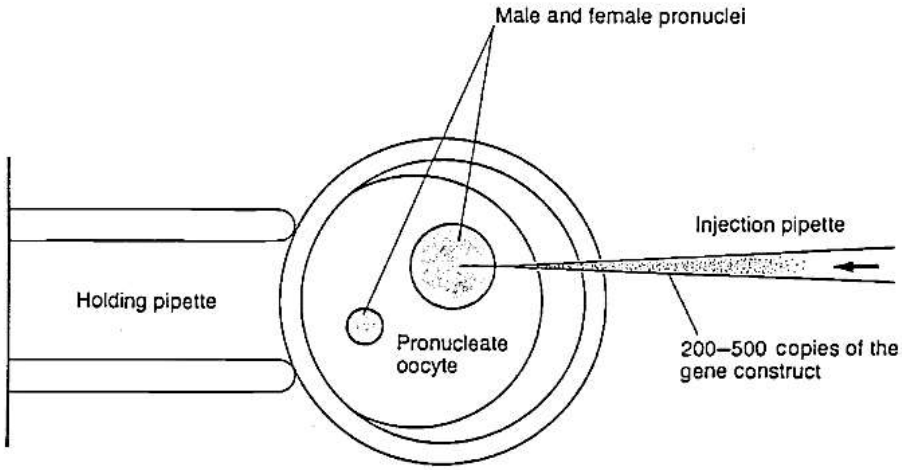
Reaction หรือ PCR) นำไปตรวจสอบเพศโดยวิธี Y-chromosome specific DNA probe แยกโดยวิธีอิเล็กโตรโฟรีซีส แล้วย้อมด้วยสีเรืองแสง สามารถสรุปว่าเป็นเพศอะไรก่อนการนำไปย้ายฝาก

การย้ายฝากยีน (DNA transfer)

วิธีนี้เป็นวิธีการนำ DNA เข้าไปยัง Pronuclei ของ zygote โดยทำสำเร็จครั้งแรกในปี ค.ศ. 1980 มีขั้นตอนดังนี้

1. เตรียม DNA ที่ต้องการย้ายฝาก
2. เตรียมตัวอ่อนระยะ 1 เซลล์
3. ฉีด DNA เข้าไปในตัวอ่อน และย้ายฝากตัวอ่อน
4. ประเมินคุณลักษณะของตัวอ่อน

ในปัจจุบัน พบว่าการย้ายฝากยีนในตัวอ่อนโค ยังให้ผลสำเร็จค่อนข้างต่ำอยู่



ภาพที่ 10.5 การฉีดไมโครดีเอ็นเอเข้าไปในเซลล์ไข่ที่มีนิวเคลียส
ที่มา: Gordon (2005)

สรุป

ปัจจุบันประเทศไทยได้มีการศึกษาและพัฒนาการใช้เทคโนโลยีในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรที่เกี่ยวข้องกับสัตว์ ซึ่งหมายถึงการคัดเลือกและการปรับปรุงพันธุ์เพื่อเพิ่มปริมาณและคุณภาพของสัตว์ เทคโนโลยีที่ใช้ในการขยายพันธุ์สัตว์เลี้ยง คือการสร้างสัตว์เหมือน (Cloning) โดยการตัดแบ่งตัวอ่อน (Splitting of embryo) การย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer) การคัดแยกเพศอสุจิ (X and Y Chromosome-Bearing Sperm Separation) ซึ่งหลักการแยกเพศของอสุจิ X และ Y ในน้ำเชื้อ ทำได้ดังนี้คือ การแยกอสุจิที่มีโครโมโซม X และ Y โดยอาศัยความแตกต่างของมวล

อสุจิและความสามารถในการเคลื่อนที่ Albumin gradient Percoll density gradients percoll การแยกอสุจิโดยอาศัยความแตกต่างของการเคลื่อนที่ Laminar flow tructionation โดยอาศัยหลักการว่าอสุจิ Y เคลื่อนที่เร็วกว่าอสุจิ X การแยกอสุจิโดยอาศัยความแตกต่างของประจุ Flow electrophoresis อสุจิ X และ Y มีประจุไฟฟ้าที่ผนังเซลล์แตกต่างกัน การคัดแยกเพศจากตัวอ่อน (Embryo sexing) ทำได้โดย วิธีการที่ 1 ตรวจดูโครโมโซม วิธีการที่ 2 ตรวจแอนติเจนเอช-วาย (Antigen H-Y) ซึ่งเป็นแอนติเจนจำเพาะในตัวผู้ วิธีการที่ 3 ทำดีเอ็นเอ โพรบ (DNA probe) และการย้ายฝากยีน (DNA transfer) วิธีนี้เป็นวิธีการนำ DNA เข้าไปยัง Pronuclei ของ zygote

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายวิธีการตัดแบ่งครึ่งตัวอ่อน (Splitting of embryo) มาอย่างละเอียด
2. จงอธิบายวิธีการย้ายฝากนิวเคลียส (Nuclear Transfer) มาอย่างละเอียด
3. ปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการย้ายฝากนิวเคลียส คืออะไร
4. จงอธิบายวิธี Percoll density gradients percoll มาอย่างละเอียด
5. จงอธิบายวิธี Laminar flow tructionation มาอย่างละเอียด
6. ให้นักศึกษาอธิบายการทำงานของโฟลไซโตมิเตอร์ (Flow cytometer)
7. การคัดแยกเพศจากตัวอ่อน (Embryo sexing) โดยการตรวจดูโครโมโซม ทำได้อย่างไร
8. การคัดแยกเพศจากตัวอ่อน (Embryo sexing) โดยการทำดีเอ็นเอ โพรบ (DNA probe) ทำได้อย่างไร
9. การย้ายฝากยีน (DNA transfer) คืออะไร
10. ขั้นตอนของการการย้ายฝากยีน (DNA transfer) สามารถทำได้อย่างไรบ้าง

เอกสารอ้างอิง

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

มงคล เตชะกำพุ. (2543). **เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในปศุสัตว์.** บริษัท ด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330.

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.

บรรณานุกรม

กรมปศุสัตว์. (2564). แผนการปรับปรุงพันธุ์กระบือ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: **http://breeding.dld.go.th/buffalo/index.php?option=com_content&view=article&id=115&Itemid=12**. สืบค้น 1 กุมภาพันธ์ 2564.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคเนื้อ. (2564). **จำนวนเกษตรกรและจำนวนโคเนื้อปี 2564.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **https://region6.dld.go.th/webnew/pdf/tzoon64/T2-1-Cattle.pdf.** สืบค้น 15 มกราคม 2564.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติโคนม. (2564). **จำนวนเกษตรกรและจำนวนโคนมปี 2564.** [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: **https://region6.dld.go.th/webnew/pdf/tzoon64/T3-1-Dairy.pdf.** สืบค้น 15 มกราคม 2564.

จรัญ จันทลักขณา. (2537). **สภาวะการพัฒนาการเลี้ยงโคนมและผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย: แนวทางการวิจัยและพัฒนาในอนาคต.** กรุงเทพฯ: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

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

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

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2551). **“สัตว์พื้นเมือง” มรดกล้ำค่าทางชีววิทยาในสถานการณ์ใกล้สูญพันธุ์.** แก่นเกษตร 36 : 95-98.

เทวินทร์ วงษ์พระลับ. (2559). **การเก็บรักษาน้ำเชื้อและการผสมเทียมในสัตว์ปีก.** ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

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

ปรารถนา พฤกษะศรี. (2549). **สาระน่ารู้เกี่ยวกับโคเนื้อ.** นนทบุรี: นีออน บุ๊ค มีเดีย.

เพชรรี กุลวุฒิ และวิชชุดา ยินดี. (2563). **ผลของอายุ ขนาดของอัณฑะ และขนาดของท่อพักอสุจิส่วนหางต่อคุณภาพน้ำเชื้อพ่อสุกรพันธุ์ดูร็อคเจอร์ซี่.** การเกษตรราชภัฏ. 19(2): 19-24.

มงคล เตชะกำพุ. (2543). **เทคโนโลยีการย้ายฝากตัวอ่อนเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในปศุสัตว์.** บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด. ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330.

บรรณานุกรม (ต่อ)

มงคล โปร่งเจริญ. (2546). **การผสมเทียมม้า.** คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2539). **พจนานกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2539.** กรุงเทพฯ: อักษรเจริญทัศน์.

วิชชุดา ยินดี. (2554). **ผลของการเสริมน้ำมันปลาต่อคุณภาพและความสมบูรณ์พันธุ์ของน้ำเชื้อที่เก็บรักษาแบบแช่แข็งในไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ)**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วิชชุดา ยินดี, ณัฏฐวรรณ สมนึก และนิติพัฒน์ พัฒนฉัตรชัย. (2563). **ผลของการเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (กลูต้าไธโอน) ในน้ำยาเจือจางต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบเหลวและอัตราการผสมติดของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง.** การประชุมวิชาการระดับชาติ ราชมงคลสุรินทร์ ครั้งที่ 11 วิจัยและนวัตกรรมวิถีใหม่.

วิชชุดา ยินดี. (2563). **ผลของการเสริมกรดแอสคอร์บิคในน้ำยาเจือจาง ต่อคุณภาพน้ำเชื้อแบบสดและแบบเหลวของพ่อพันธุ์ไก่พื้นเมือง (ประดู่หางดำ).** รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อขอตำแหน่งทางวิชาการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์.

วิโรจน์ ภัทรจินดา. (2546). **โคนม.** พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาสัตวศาสตร์, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น. 450 น.

ศิริพันธ์ โมราถบ และสมบูรณ์ เด่นวานิช. (2539). **การผสมพันธุ์ และคัดเลือกพันธุ์ไก่เนื้อพื้นเมืองสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์มหาสารคาม II.** สมรรถภาพการผลิตของไก่พื้นเมืองที่เลี้ยงในสถานีบำรุงพันธุ์สัตว์. วารสารเกษตร ปีที่ 12 ฉบับที่ 1. 55-64.

สุภาพร อิสริโยดม, ประทีป ราชแพทยาคม และครวญ บัวคีรี. (2538). **การเสริมสารสีจากธรรมชาติบางชนิดในอาหารไก่ไข่**. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 33 สาขาสัตว์ สัตวแพทยศาสตร์ 30 มกราคม - 1 กุมภาพันธ์ 2538. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

Alkan, S., A., Baran, B. Ozdas and M. Evecen. (2001). **Sperm Quality and Ascorbic Acid Concentration in Rainbow Trout Semen Are Affected by Dietary Vitamin C: An Across-Season Study.** Bio. of Repro. 52, 982-988.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Andrzej Ciereszko and Konrad Dabrowski. (1995). **Morphological defects in Turkey semen.** J. Vet. Anim. Sci. 26 : 1087-1092.

Anja Weise and Thomas Liehr. (2021). **Cytogenetics.** Cytogenomics, 25-34.

Blakely, J. and Bade, David H. (1982). **The Science of Animal Husbandry.** 3rd ed. Reston, Virginia : Reston Publishing Company, Inc.,

Blesbois, E. (2006). **Advances in avian semen cryopreservation.** URA-INRA, 37380, Nouzilly, France.

Bhattacharyya H. K. and A. Hafiz. (2009). **Treatment of delayed ovulayion in dairy cattle.** Indian J. Anim. Res., 43 (3) : 209-210.

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

Chalah, T. and J. P. Brillard. (1998). **Comparison of Assessment of fowl sperm viability by eosin-nigrosin and dual fluorescence (SYBR-14/PI).** Theriogenology 50:487-493. Anim. Repro.Sci. 100 : 311-317.

Chalah, T., Seigneurin, E. Blesbosis and J.P. Brillard. (1999). **In Vitro comparison of fowl sperm viability in ejaculated frozen by three different techniques and relationship with subsequent fertility in vivo.** Cryobiology 39 : 185-191.

Decuypere, E., V. Bruggeman,, G.F. Barbato and J. Buyse. (2003). **Growth and Reproduction Problems Associated with Selection for Increased Broiler Meat Production.** Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology, 13-28.

Donoghue, A.M. and G.J. Wishart. (2000). **Storage of poultry semen.** Anim. Reprod. Sci. 62 : 213-232.

Dumpala, P.R., H.M. Parker and C.D. McDaniel. (2006). **The effect of semen storage temperature and diluent type on the sperm quality index of broiler breeder semen.** Poult. Sci. 5 : 838-845.

Ensminger, M.E. (1991). **Animal Science.** 9th ed. Danville, Illinois : Interstate Publishers, Inc.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Evans, G. and W.M.C. Maxwell. (1987). **Salamon's artificial insemination of sheep and goats**. Butterworths, Sydney.

Executive Guide to World Poultry Trends. (2001). **World Poultry Trends.** Watt Publishing Company, Mt Morris, Illinois, 62 pp.

Froman, D.P. (1995). **Biology of semen production and ejaculation.** In M.R. Basketand 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.

Hafez, E. S. E. (1993). **Hormones, Growth Factors and Reproduction.** In E. S. E. Hafez (ed.) Reproduction in farm animals, 6th edition. Academic Press, San Francisco, 55-93.

Hafez B. and E.S.E. Hafez. (2000). **Reproduction in Farm Animals.** 7th Ed. Lippincott Williams & Wilkins. USA. 509 pp.

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.

James A. Arthur and Gerard A.A. Albers. (2003). **Industrial Perspective on Problems and Issues Associated with Poultry Breeding.** Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology, 1-12.

Khana R.U., Zia-ur Rahmanb, I. Javedc, and F. Muhammad. (2012). **Effect of vitamins, probiotics and protein on semen traits in post-molt male broiler breeders.** Animal Reproduction Science 135: 85– 90.

Lamberson, W.R. and T.J. Safranski. (2000). **A model for economic comparison of swine insemination programs.** Theriogenology 54, 799–807.

บรรณานุกรม (ต่อ)

Lake P.E. and J.M. Stewart. (1978). **Artificial insemination in poultry.** Ministry Of Agriculture, Fisheries and Food. HMSO. Press: London.

Lasley, John F. (1987). **Genetics of livestock improvement.** Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall 4th ed.

Lukaszewicz, E., A. Jerysz, A. Partyka and A. Siudzinska. (2008). **Efficacy of evaluation of rooster morphology using different staining methods.** Res.Vet. Sci. 85: 583-588.

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

Ping-Chi Hsu, M.Y. Liu, C.C. Hsu, L.Y. Chen and Y.L. Guo. (1998). **Effects of vitamin E and/or C on reactive oxygen species-related lead toxicity in the rat sperm.** Toxicology. 128 : 3, 169-179.

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

Vishwanath, R. (2003). **Artificial insemination: the state of the art.** Theriogenology 59, 571–584.

Watson, P.F. (2000). **The causes of reduced fertility with cryopreserved semen.** Anim. Reprod. Sci. 60-61 : 481-492.

Yousef M.I., G.A. Abdallah, and K.I. Kamelb. (2003). **Effect of ascorbic acid and Vitamin E supplementation on semen quality and biochemical parameters of male rabbits.** Animal Reproduction Science 76, 99–111.