บทที่ 5
สรีรวิทยาการสร้างผลผลิต

กระบวนการเจริญเติบโตและการพัฒนาเนื้อเยื่อของอวัยวะต่าง ๆ ของสัตว์ เริ่มต้นจากไข่ที่ถูกปฏิสนธิไปจนถึงการเจริญเติบโตเต็มที่ คือการสร้างเนื้อที่ได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์ การสร้างกระดูก และการสะสมไขมันของสัตว์ ดังนั้นการศึกษาการเจริญเติบโตของสัตว์เลี้ยง ผู้เลี้ยงสัตว์ต้องคัดเลือกพันธุ์ ผสมพันธุ์สัตว์ การให้อาหารที่ถูกต้อง เพื่อให้เนื้อสัตว์ น้ำนม และไข่ที่มีคุณภาพ

การเจริญเติบโตและการสร้างผลผลิตเนื้อ

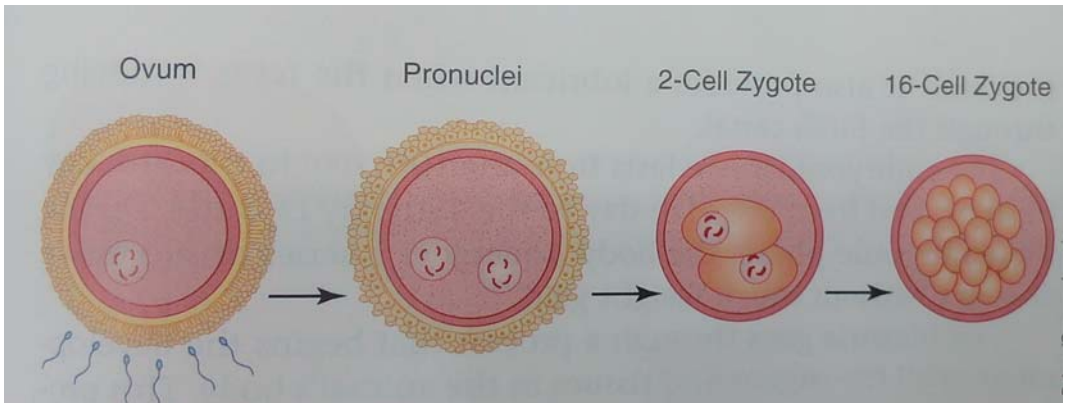
การเจริญเติบโต หมายถึง การขยายตัวหรือเพิ่มจำนวนเซลล์ร่างกายของสัตว์ หรือการเจริญเติบโต คือการเพิ่มปริมาณ cytoplasm ของสัตว์ และมีการพัฒนาเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง และโครงสร้างของร่างกาย โดยการเจริญเติบโตและการพัฒนาเซลล์ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระยะ ได้แก่ ระยะก่อนคลอด (prenatal) และระยะหลังคลอด (postnatal) (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 333; บุญเสริม ชีวะอิสระกุล และบุญล้อม ชีวะอิสระกุล, 2542, หน้า 75-92; Bearden and Fuquay, 1997 p. 88-95; กนกธร ปิยธำรงรัตน์, 2549, หน้า 35-37)

1. ระยะก่อนคลอด (prenatal growth)

การเจริญเติบโตระยะก่อนคลอด คือ การเติบโตของลูกในท้องของแม่นับตั้งแต่ไข่ที่ผสมพันธุ์ติดแล้ว จากไข่เซลล์เดียวกระทั่งเจริญเติบโตเป็นตัวสัตว์พร้อมที่จะคลอดออกจากท้องแม่มาสู่โลกภายนอก ซึ่งการเจริญเติบโตของสัตว์ในครรภ์แบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ

1.1 การเจริญเติบโตระยะต้น (blastocyst stage หรือ ovum stage)

ไข่ที่ได้รับการผสมกับอสุจิแล้วกลายเป็น “คัพภะ” (zygote) มีขนาดใหญ่มีเพียงเซลล์เดียว ภายในมีอาหารหรือไข่แดง การเจริญเติบโตในระยะนี้เกิดขึ้นภายในเปลือกไข่ที่มีขนาดจำกัด แต่เซลล์ภายในก็แบ่งตัวแบบ mitosis (ภาพที่ 5.1) กลุ่มเซลล์จำนวนมากอัดแน่นคล้ายลูกน้อยหน่าอยู่ภายในเซลล์ใหญ่ เรียกเซลล์ระยะนี้ว่า morula ขบวนการแบ่งเซลล์เรียกว่า cleavage จากนั้นจะมีของเหลวเข้าไปภายในทำให้เซลล์เรียงตัวเป็นชั้น ๆ ภายในมีช่องว่าง ระยะนี้เรียกว่า blastula ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเซลล์ไข่ไม่มีไข่แดง การแบ่งเซลล์จึงเกิดตลอด (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 334) การเจริญเติบโตในระยะต้นนี้ของสุกรใช้เวลาประมาณ 6 วัน แกะ และม้าใช้เวลา 8 วัน และในโคประมาณ 12 วัน ในสัตว์ปีกเซลล์ไข่มีไข่แดงมาก การแบ่งเซลล์จะเกิดเฉพาะบริเวณด้านบนของไข่ที่มีนิวเคลียสและ cytoplasm เท่านั้น (Bearden and Fuquay, 1997 p. 91)



ภาพที่ 5.1 การเจริญเติบโตของไข่ในระยะต้นที่มีการแบ่งตัวแบบ mitosis
ที่มา : (Scanes, 2011 p. 325)

1.2 การเจริญเติบโตระยะตัวอ่อน (embryonic stage)

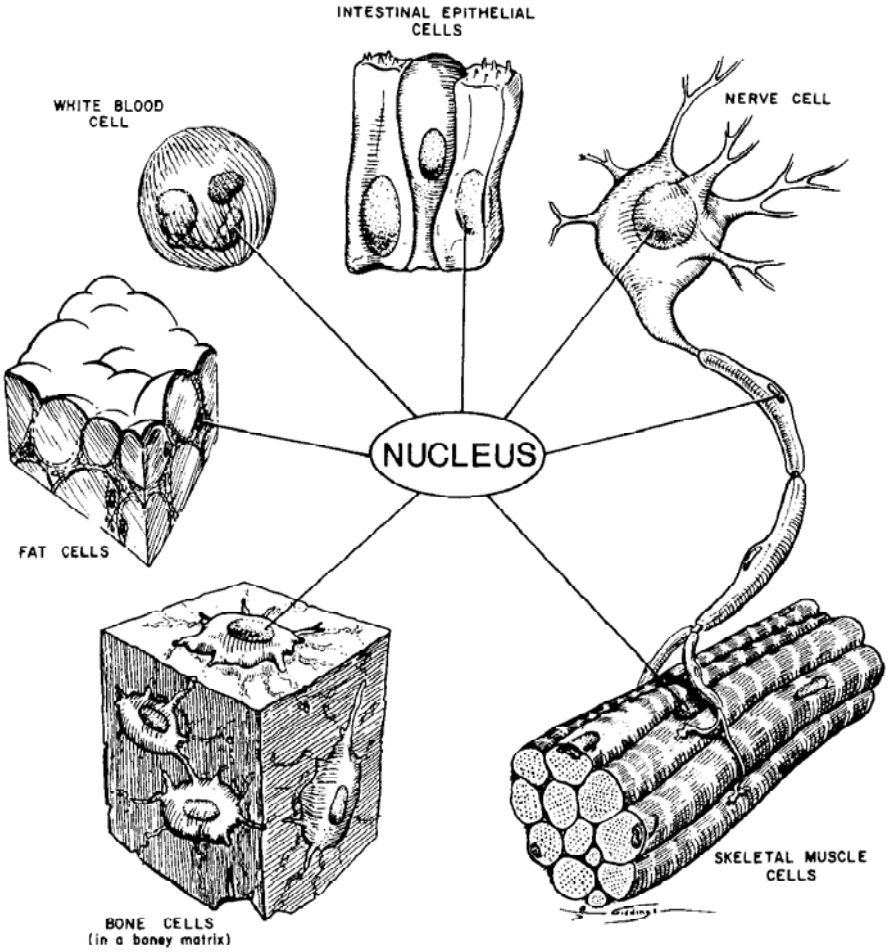
ระยะนี้ตัวอ่อนเริ่มฝังตัวเข้ากับมดลูกของแม่ ระยะนี้เป็นการเจริญเติบโตในท้องแม่ เซลล์เจริญเติบโตเป็นเนื้อเยื่อและอวัยวะต่าง ๆ โดยการแบ่งเซลล์ เซลล์ได้รับอาหารจากน้ำเลือด เซลล์มีการเคลื่อนไหวในลักษณะต่าง ๆ การแบ่งตัวของช่วงนี้จะเกิดเป็นชั้นเซลล์ขึ้น 3 ชั้น คือ เซลล์ชั้นนอก (ectoderm) เซลล์ชั้นกลาง (mesoderm) และเซลล์ชั้นใน (endoderm) ซึ่งแต่ละชั้นจะเจริญเป็นอวัยวะต่างชนิดกัน และมีโครงสร้างเซลล์ของเนื้อเยื่อต่าง ๆ มีลักษณะที่ต่างกันออกไป (พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน, 2548, หน้า 92-93) (ภาพที่ 5.2) ทั้งเซลล์เหมือนกันทุกส่วนการเติบโตระยะนี้ในแกะใช้เวลา 34 วัน ในสุกร 36 วัน และในโค 45 วัน (ภาพที่ 5.3)

เซลล์ชั้นนอก (ectoderm) จะพัฒนาไปเป็นหนัง ขน กีบ และระบบประสาท ได้แก่ ไขสันหลัง สมองและระบบประสาทต่าง ๆ

เซลล์ชั้นกลาง (mesoderm) จะพัฒนาไปเป็นโครงกระดูก กล้ามเนื้อ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบสืบพันธุ์

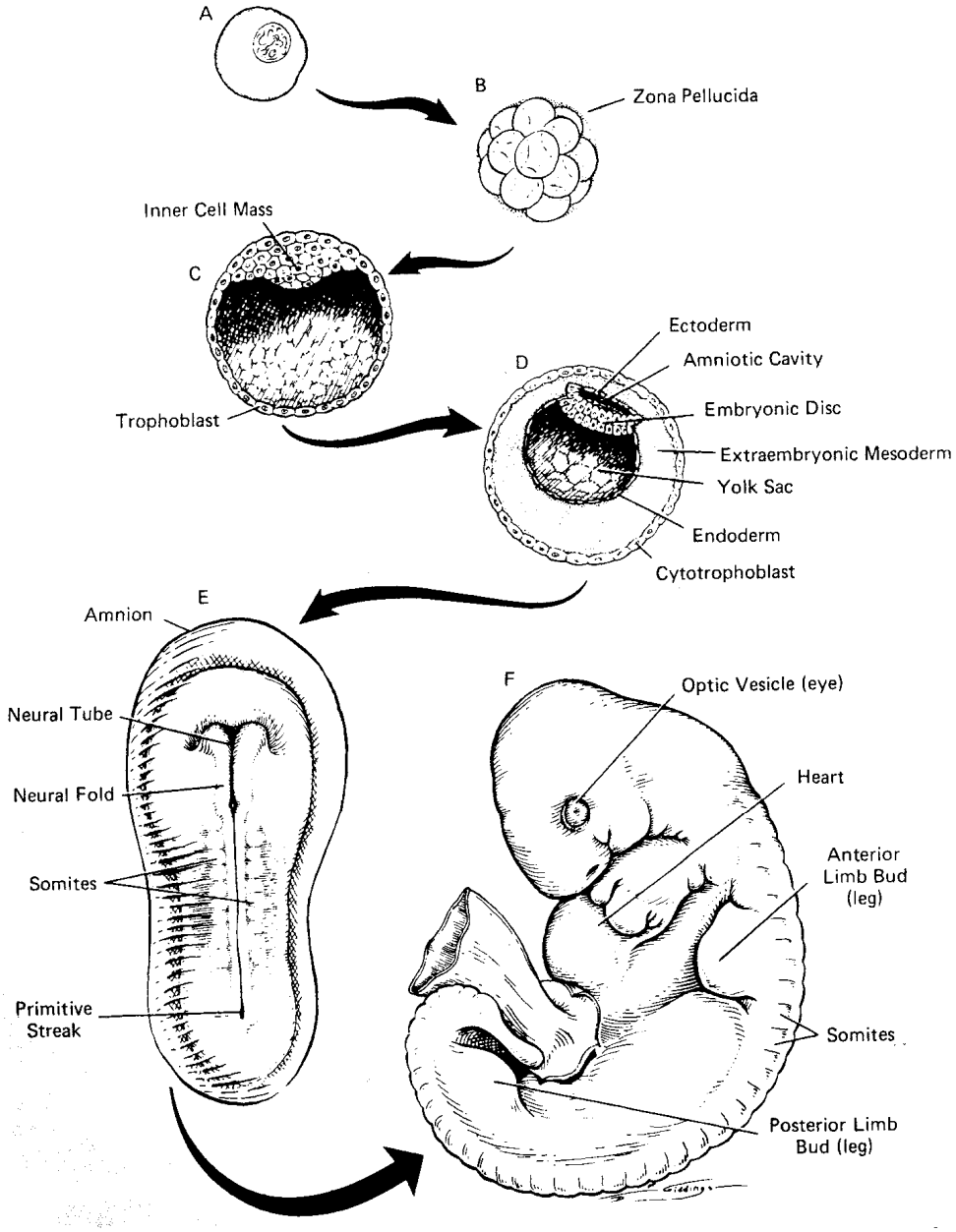
เซลล์ชั้นใน (endoderm) จะพัฒนาไปเป็นระบบหายใจ และอวัยวะภายใน เช่น ตับไต ตับอ่อน ปอด เป็นต้น

อวัยวะที่ทำหน้าที่สำคัญอีกอย่าง คือ รก ซึ่งจะสร้างฮอร์โมน progesterone และ estrogen เพื่อช่วยในการอุ้มท้องดำเนินไปได้ด้วยดี ตัวอ่อนจะมีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น คือ amnioa ภายในมีน้ำคร่ำ (amniotic fluid) ช่วยป้องกันการกระทบกระเทือน และ chorion เป็นเยื่อหุ้มตัวอ่อนชั้นนอกติดกับผนังมดลูกของแม่ สำหรับถุงไข่แดง (yolk sac) และ allantois มีบทบาทเกี่ยวกับการสร้างเม็ดเลือดแดงในระยะแรก และช่วยในการหายใจและขับถ่ายของเสียในสัตว์ปีก



ภาพที่ 5.2 โครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อที่มีการเจริญเติบโตไปเป็นอวัยวะชนิดต่าง ๆ

ที่มา : (Taylor and Field, 2008 p 315)



ภาพที่ 5.3 การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์

A) เซลล์ไข่ B) เซลล์ในระยะ morula C) เซลล์ในระยะ blastula D) เซลล์มีการเคลื่อนไหวทำให้เนื้อเยื่อแบ่งเป็นชั้นนอกและชั้นใน E) ตัวอ่อนของโคที่แสดงระบบประสาทและไขสันหลัง F) การพัฒนาของตัวอ่อนของโคที่อายุ 14 วัน

ที่มา : (Taylor and Field, 2008 p. 314)

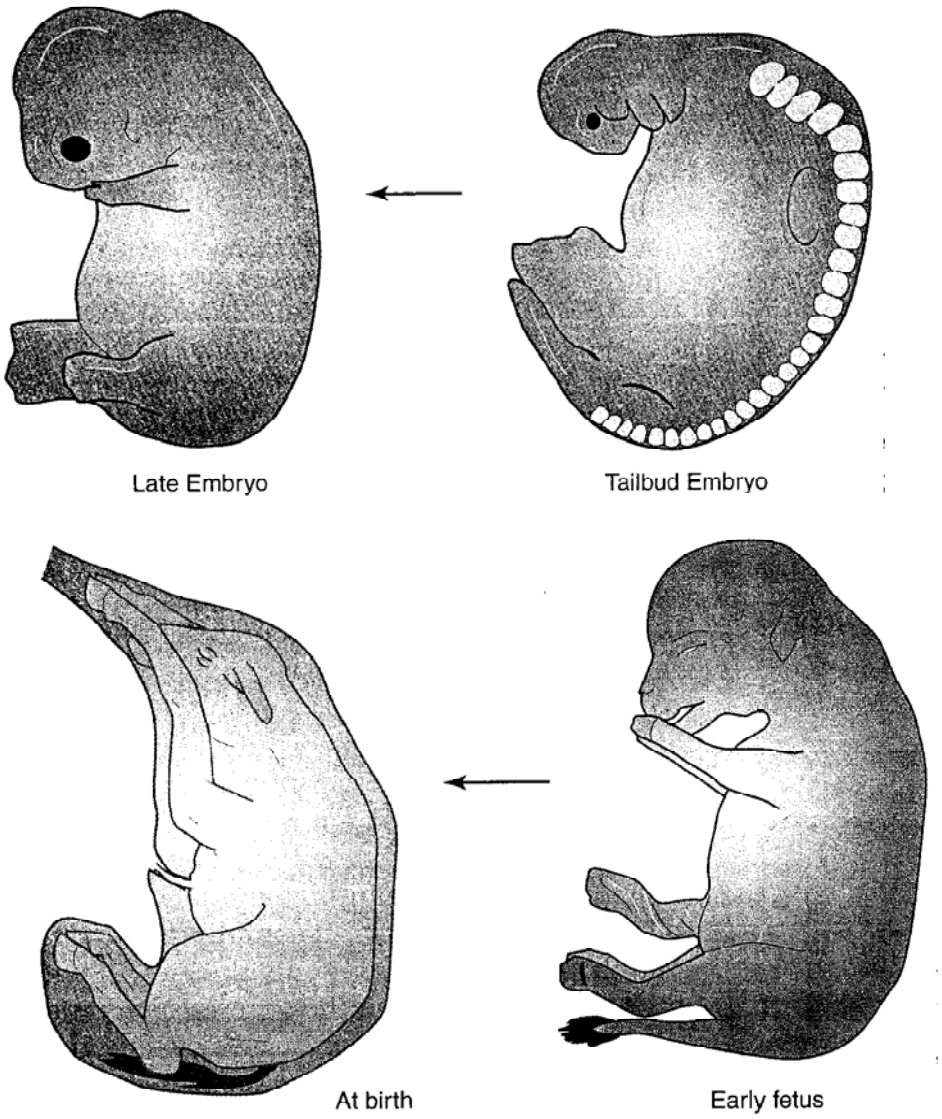
1.3 การเจริญเติบโตระยะลูกอ่อน (fetal stage)

หลังจากการพัฒนาเสร็จสิ้นแล้ว ตัวอ่อน (fetus) มีการเปลี่ยนแปลงโดยการเจริญเติบโต ระยะนี้รกของสัตว์จะเจริญขยายตัวและรับอาหารจากเลือดของแม่มาเลี้ยงลูกอ่อน ขนาดของแม่สัตว์ ขนาดของรก และจำนวนแป้นที่เกาะของรก (cotyledons) มีความสัมพันธ์กับขนาดของลูกสัตว์เมื่อคลอดออกมา อาหารที่แม่สัตว์ได้รับมีส่วนทำให้ลูกอ่อนเติบโตเร็วหรือช้าได้ การพัฒนาของอวัยวะต่าง ๆ จะเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน อวัยวะที่มีบทบาทสำคัญคือ ตับ หัวใจ และไต จะทำงานก่อน ถึงแม้ว่าตัวอ่อนจะยังได้รับสารอาหารและก๊าซออกซิเจนจากแม่โดยผ่านทางสายสะดือ อวัยวะต่าง ๆ ของลูกจะเจริญเติบโตขึ้นเป็นลำดับ (ภาพที่ 5.4) การเจริญเติบโตในระยะนี้จะสิ้นสุดเมื่อคลอดลูกออกมา (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 336; Herren, 2012 p. 327)

ในโคเริ่มมีการสะสมแคลเซียมในไขกระดูกตั้งแต่วันที่ 70 และมีการสร้างกระดูกอย่างมากมายภายในวันที่ 180 เริ่มสร้างฟันตั้งแต่วันที่ 110 วันที่150 เริ่มเห็นขนรอบตาและที่จมูก และวันที่ 230 ก็สามารถพบขนได้ทั่วทั้งตัว ในสัตว์เพศผู้จะมีการเคลื่อนตัวของอัณฑะจากช่องท้องผ่านช่องขาหนีบเข้าสู่ถุงหุ้มอัณฑะ การเคลื่อนตัวเสร็จสิ้นประมาณกึ่งกลางการตั้งท้องในโค แต่ในม้าจะเสร็จสิ้นก่อนการคลอด

ในช่วงแรกมีการเจริญเติบโตเร็วมาก แต่ช่วงหลังจะค่อย ๆ ช้าลง เช่น ในโคมีลูกครรภ์ที่ 31-60 วัน หนัก 5.9 กรัม เจริญขึ้นเป็น 72.6 กรัม ในวันที่ 61-90 วัน เมื่อเปรียบเทียบการเจริญในระยะหลัง พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นมาก ลูกในครรภ์ที่เป็นเพศผู้มีน้ำหนักมากกว่าเพศเมีย แม้ว่าการเจริญในช่วงท้ายของการตั้งท้องมีอัตราต่ำกว่าช่วงแรก แต่น้ำหนักโคที่เพิ่มขึ้นในช่วง 2 เดือนสุดท้ายของการตั้งท้องมีมากกว่าครึ่งหนึ่งของน้ำหนักตัว ดังนั้นเราต้องให้อาหารแม่โคให้พอเพียงในช่วงนี้

ในแกะมีลักษณะของการเจริญคล้ายในโค โดยมีอัตราการเจริญเติบโตในช่วงท้ายน้อยกว่าในช่วงแรก ถ้าดูจากน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นแต่ละวันพบว่า แกะที่ตั้งท้องลูกตัวเดียวมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ไปจนสิ้นสุดการตั้งท้อง แต่ถ้าแกะตั้งท้องลูกแฝด อัตราการเพิ่มน้ำหนักตัวค่อย ๆ ลดลงในสัตว์ที่ให้อาหารเท่าครึ่งของความต้องการปกติ แต่ถ้าให้อาหารเป็น 2 เท่า จะมีอัตราการเพิ่มน้ำหนักลูกในท้องเพิ่มขึ้นตลอดเวลาข้อมูลนี้ชี้ชัดว่าแกะยังคงต้องการอาหารเพิ่มขึ้นเพื่อการเจริญเติบโตของลูกในครรภ์ในช่วงท้ายของการตั้งท้อง จึงควรให้อาหารเพียงพอกับความต้องการ (พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน, 2548, หน้า 97-98)



ภาพที่ 5.4 การพัฒนาอวัยวะที่สำคัญของของโคในช่วงที่เป็นตัวอ่อน
ที่มา : (Herren, 2012 p. 327)

2. ระยะหลังคลอด (postnatal growth)

การเจริญเติบโตของสัตว์ในระยะหลังคลอด จะมีการเพิ่มขนาดของร่างกายรวมทั้งมีการพัฒนาของระบบต่าง ๆ ให้สมบูรณ์ ตั้งแต่ส่วนหัว คอ และขา อวัยวะดังกล่าวนี้จะมีขนาดค่อนข้างใหญ่เมื่อเทียบกับส่วนลำตัวที่สั้นแคบและบั้นท้ายที่ยังไม่เจริญมากนัก การเจริญในระยะนี้เป็นการเพิ่มน้ำหนักของส่วนกระดูกและกล้ามเนื้อ ลูกสัตว์ที่คลอดออกมาใหม่ ส่วนหัวจะมีการเจริญเติบโตและขนาดใหญ่กว่าส่วนอื่นของร่างกายเพราะส่วนหัวประกอบด้วยสมองซึ่งมีความสำคัญในการควบคุมการ

ทำงานของอวัยวะและระบบต่าง ๆ ของร่างกายส่วนขามักมีขนาดใหญ่เพราะต้องใช้ในการยืนและเดินไปดูดนมแม่และช่วยให้สามารถหลบหลีกศัตรูได้

ส่วนสมอง ระบบประสาท หัวใจ และระบบไหลเวียนเลือดของสัตว์จะมีการพัฒนาอย่างดีแล้วตั้งแต่เกิด อวัยวะเหล่านี้มีความจำเป็น เพราะลูกสัตว์หลังจากถูกขับออกจากท้องแม่จะต้องดำรงชีวิตด้วยตัวของมันเอง การเติบโตระยะนี้รูปร่างจะเปลี่ยน โดยสัตว์จะขยายส่วนยาวของลำตัวออก ส่วนการเติบโตระยะนี้ถ้าเป็นแกะจะใช้เวลาระหว่างอายุ 3 ถึง 4 เดือน โคเนื้อระหว่างอายุ 8 ถึง 12 เดือน ส่วนในสุกรระหว่างอายุ 3 ถึง 4.5 เดือน การเริ่มต้นอาจช้าหรือเร็วกว่านี้ได้ทั้งนี้แล้วแต่ระดับการให้อาหารและความสามารถในการสร้างกล้ามเนื้อและกระดูกของสัตว์ การเติบโตในส่วนสะโพกและบั้นท้ายของสัตว์ และเพิ่มความลึกและความหนาของลำตัวไปพร้อมกัน การเติบโตในส่วนสะโพกและบั้นท้ายนี้ถ้าเป็นแกะจะอยู่ในช่วงอายุ 4 ถึง 6 เดือน โคเนื้ออายุระหว่าง 12 ถึง 15 เดือน ส่วนในสุกรจะอยู่ในช่วงอายุ 4.5 ถึง 6 เดือน ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของการให้อาหารที่สัตว์กินเข้าไปมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบของร่างกายสัตว์อย่างยิ่ง เนื่องจากการเจริญเติบโตของส่วนประกอบต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ เช่น เนื้อ กระดูก และไขมัน มีระยะการเติบโตต่างกันตามช่วงเวลาต่าง ๆ กัน การให้อาหารผิดจังหวะความต้องการจะเปลี่ยนแปลงการเติบโตของส่วนประกอบแต่ละอย่างได้ เมื่อสัตว์ได้รับอาหาร อวัยวะที่จะมีโอกาสได้รับการเลี้ยงดูก่อนจะต้องเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญในการดำรงชีวิตของสัตว์ คือ หัวใจ ตับ และปอด เมื่ออาหารใช้ในการเลี้ยงอวัยวะที่สำคัญเหล่านี้พอเพียงแล้ว อาหารที่เหลือจะถูกนำไปเลี้ยงโครงร่างหรือกระดูก ต่อมาคือกล้ามเนื้อตามลำดับ เมื่ออาหารเหลือจากการเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ ครบถ้วนแล้วจึงจะเก็บสะสมไว้เป็นอาหารสำรองในรูปของไขมัน (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 338)

2.1 การเจริญเติบโตของกระดูก

กระดูกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันชนิดหนึ่ง มีความแข็งมากกว่าเนื้อเยื่อส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย และมีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถซ่อมแซมตัวเองได้เมื่อร่างกายเกิดการบาดเจ็บจนถึงขั้นกระดูกแตกหรือกระดูกหัก วิธีการรักษาเพื่อให้กระดูกกลับคืนสภาพปกติเหมือนเดิมได้

กระดูกมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ เซลล์กระดูก มีหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้เนื้อกระดูก (bone matrix) แต่เซลล์จะยังไม่มีการสะสมของแคลเซียมในระยะแรกเนื้อกระดูกจึงมีลักษณะอ่อนนุ่ม และสารที่เชื่อมระหว่างเซลล์กระดูก เป็นส่วนของแข็งที่เกิดจากการเกาะตัวกันของธาตุแคลเซียม ส่วนประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อกระดูก คือ ธาตุแคลเซียมที่อยู่ในรูปของแคลเซียมฟอสเฟต และแคลเซียมคาร์บอเนท ส่วนที่เหลือเป็นสารอนินทรีย์ที่อยู่ในรูปของแมกนีเซียมไฮดร็อกไซด์ ฟลูออไรด์และ ซัลเฟท เป็นต้น

การเจริญเติบโตของกระดูกแบ่งออกเป็น 2 ระยะดังต่อไปนี้

2.1.1 การเจริญของกระดูกในระยะก่อนคลอด กระดูกเจริญขึ้นมาจากเนื้อเยื่อชั้นกลาง (mesoderm) โดยเซลล์แยกออกเป็นเซลล์กระดูก (osteoblasts) ซึ่งเป็นเซลล์สร้างกระดูก เซลล์ทำลายกระดูก (osteoclasts) และเซลล์รักษาคุ้มครองกระดูก (osteocytes) ผลของการทำงานของเซลล์กระดูกทั้ง 3 กลุ่มนี้ทำให้เกิดกระดูกต่อเนื่องกัน ส่วนหนึ่งจะเจริญจนประกอบกันเป็นกระดูกตามแนวนอน (axial) ได้แก่กระดูกสันหลังตั้งแต่คอถึงหาง กระดูกซี่โครง กระดูกอก และกะโหลก และอีกส่วนหนึ่งเจริญเป็นกระดูกตามแนวขวาง (appendicular) ได้แก่ กระดูกไหล่ กระดูกก้นกบ กระดูกแขน และกระดูกขา (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 341)

2.1.2 การเจริญของกระดูกในระยะภายหลังคลอด เมื่อลูกอ่อนใกล้คลอดการเจริญของกระดูกจะเกิดขึ้นอีกระยะหนึ่ง คือที่ปลายของกระดูกยาวทั้งหมดทุกชิ้นของร่างกายเช่น กระดูกแขนและกระดูกขา คือตอนปลายของกระดูกยาวเหล่านี้จะเจริญต่อออกไปโดยมีกระดูกอ่อนเป็นเบาะรองแทรกตรงกลาง

2.1.3 หน้าที่สำคัญของกระดูก คือ เป็นแหล่งสะสมแร่ธาตุชนิดต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียม โดยเฉพาะแคลเซียมที่เนื้อกระดูกสะสมไว้ สามารถถูกดึงออกมาใช้ประโยชน์ในขบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายได้ตลอดเวลา เช่นขณะที่ตั้งท้องหรือให้นม โดยใช้กลไกของฮอร์โมนกลูคากอนจากต่อมไทรอยด์ และพาราไทรอยด์ฮอร์โมนจากต่อมาราไทรอยด์ในการควบคุมระดับแคลเซียมอิออนในเลือด

ห่อหุ้มและป้องกันอันตรายให้แก่อวัยวะภายในต่าง ๆ เช่น กระดูกซี่โครงจะเป็นส่วนที่ป้องกันอันตรายให้กับอวัยวะภายในช่องปอด และช่องหัวใจ

เป็นโครงร่างของร่างกาย ทำให้มองเห็นเป็นรูปร่างภายนอกของสัตว์

เป็นที่ยึดเกาะของกล้ามเนื้อลายหรือกล้ามเนื้อโครงร่าง จึงทำให้ร่างกายเกิดการเคลื่อนไหวได้เมื่อกล้ามเนื้อลายหดตัวหรือคลายตัว

ในส่วนไขกระดูกสีแดงที่บรรจุในโพรงกระดูก ทำหน้าที่สร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ในขณะที่สัตว์ยังเป็นตัวอ่อน และพัฒนาร่างกายอยู่ในมดลูก แหล่งสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดงได้แก่ ตับ และ ม้าม

2.1.4 ระบบโครงร่างของสัตว์เลี้ยง (ภาพที่ 5.5) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ กระดูกแกนกลาง (axial skeleton) และกระดูกส่วนรยางค์ (appendicular skeleton) (สุวิทย์ จันละคร, 2556, หน้า 34-36)

กระดูกแกนกลาง เป็นกระดูกที่อยู่ตามแนวกลางลำตัวของร่างกายซึ่งทอดยาวจากกะโหลกศีรษะไปจดสิ้นสุดที่ส่วนปลายหาง เริ่มจากกระดูกกะโหลกศีรษะ (skull) กระดูกสันหลัง (vertebrate) กระดูกซี่โครง (ribs) และ กระดูกอก (sternum) กระดูกแกนกลางเป็นกระดูกที่เชื่อมต่อกัน เพื่อทำหน้าที่ค้ำจุนให้เกิดเป็นโครงร่าง รวมทั้งป้องกันอวัยวะภายในช่องอก

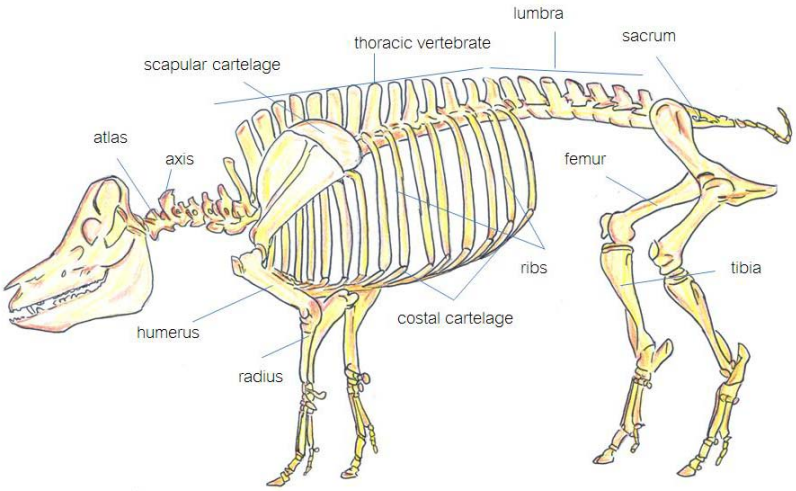
กระดูกกะโหลกศีรษะ (skull) ประกอบด้วยกระดูก 2 ส่วน คือ กระดูกที่ห่อหุ้มสมอง (cranial bone) และกระดูกที่ประกอบกันขึ้นเป็นส่วนของใบหน้า (facial bone)

กระดูกสันหลัง เป็นกระดูกที่มีรูปร่างไม่แน่นอนซึ่งเรียงตัวต่อกันเป็นสาย หรือเป็นแนวแกนกลางของหลัง มีตำแหน่งอยู่ตรงกลางลำตัวต่อจากส่วนกะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลังจะเรียงตัวกันเป็นสายยาวไปจนสิ้นสุดที่ส่วนหาง แนวของกระดูกสันหลังสามารถแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ กระดูกสันหลังส่วนคอ (cervical vertebrae, C) กระดูกสันหลังส่วนอก (thoracic vertebrae, T) กระดูกสันหลังส่วนเอว (lumbar vertebrae, L) กระดูกสันหลังส่วนก้นกบหรือส่วนเชิงกราน (sacral vertebrae, S) และ กระดูกสันหลังส่วนหาง (coccygeal vertebrae, Cy) ในสัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดจำนวนกระดูกสันหลังในแต่ละส่วนของร่างกายจะแตกต่างกันไปดังตารางที่ 5.1 (สุวิทย์ จันละคร, 2556, หน้า 34-39 ที่มา : (สมปอง สรวมศิริ, 2557, หน้า 210-212)

ตารางที่ 5.1 จำนวนกระดูกสันหลังที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์เลี้ยง

ชนิดของสัตว์	กระดูกสันหลังส่วนคอ (C)	กระดูกสันหลังส่วนอก (T)	กระดูกสันหลังส่วนเอว (S)	กระดูกสันหลังส่วนเชิงกราน (L)	กระดูกสันหลังส่วนหาง (Cy)
โค	7	13	6	5	18-20
ม้า	7	18	6	5	15-20
แกะ	7	13	6-10	4	16-18
แพะ	7	13	7	7	12
สุกร	7	14-15	6-7	4	20-23
ไก่	14	7	14 (LS)		6

ที่มา : (สมปอง สรวมศิริ, 2557, หน้า 212)



ภาพที่ 5.5 กระดูกโครงร่างในสุกร
ที่มา : (สมปอง สรวมศิริ, 2557, หน้า 213)

กระดูกซี่โครง (ribs) จะมีตำแหน่งอยู่ระหว่างกระดูกสันหลังส่วนอก และกระดูกอก (sternum) เป็นกระดูกรูปร่างแบนที่มีอยู่เป็นคู่ตามจำนวนของกระดูกสันหลังส่วนอก

กระดูกอก (sternum) เป็นกระดูกที่เกิดจากการเชื่อมต่อกันมีลักษณะเป็นแท่งประมาณ 3-6 ชิ้นมาต่อกันเป็นแผ่น ในโคมีกระดูกที่มาเชื่อมต่อกันเป็นกระดูกอก 7 ชิ้น (sternbraes) ในม้าและในสุนัขมี 8 ชิ้น ในสุกรมี 6 ชิ้น กระดูกอกเป็นส่วนที่ยึดเกาะของกระดูกอ่อนซี่โครง และกล้ามเนื้ออก การเชื่อมต่อกันระหว่างกระดูกอกและกระดูกซี่โครงผ่านทางกระดูกอ่อนซี่โครง จึงทำให้เกิดเป็นช่องอก (thoracic cavity) ขึ้นมา กระดูกสเตอร์นบรีที่ต่อกันเป็นกระดูกอกจะเชื่อมติดกันเมื่ออายุของสัตว์มากขึ้น

กระดูกรยางค์ เป็นกระดูกที่ยึดเกาะอยู่กับกระดูกแกนกลาง ประกอบด้วยกระดูกรยางค์ส่วนหน้า (fore limb or pectoral limb) และกระดูกรยางค์ส่วนหลัง (hind limb or pelvic limb) ซึ่งเป็นกระดูกที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในการเคลื่อนไหว การทรงตัวและการรับน้ำหนักของร่างกาย (สุวิทย์ จันละคร, 2556, หน้า 45-49)

กระดูกรยางค์ส่วนหน้า ประกอบด้วยกระดูกหัวไหล่ (shoulder girdle) กระดูกต้นขาหน้า (humerus) กระดูกขาหน้า (radius and ulna) กระดูกข้อเท้าขาหน้า (carpal bone or carpus) กระดูกฝ่าเท้าหน้า (metacarpal bone or metacarpus) และ กระดูกนิ้วเท้าขาหน้า (phalanges)

กระดูกรยางค์ส่วนหลัง ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้นที่เชื่อมต่อกันคือ กระดูกเชิงกราน (pelvis or pelvic bones) กระดูกต้นขาหลัง (femur) กระดูกขาหลังประกอบด้วยกระดูกแข้งหรือทิเบีย (tibia) และกระดูกน่องหรือฟิบิวลา (tibia and fibula) ต่อจากกระดูกขาหลังคือกระดูกข้อเท้าขาหลัง (tarsus or tarsal bones) กระดูกฝ่าเท้าหรือปลายเท้าขาหลัง (metatarsus or metatarsal bones) และกระดูกนิ้วเท้าขาหลัง (phalanges)

2.1.4 ระบบโครงร่างของสัตว์ปีก มีความแตกต่างจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยส่วนขาหน้าของสัตว์ปีกจะพัฒนาไปเป็นปีก และมีกระดูกหางที่ค่อนข้างจะสั้น สำหรับสัตว์ปีกที่บินเก่งกระดูกหน้าอกจะเป็นสันแหลมเพื่อไม่ให้มีการต้านลม แต่สัตว์ปีกที่บินไม่ได้กระดูกหน้าอกจะแบนและไม่เป็นสันแหลม กระดูกโครงร่างของสัตว์ปีกสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท เช่นเดียวกับในสัตว์เลี้ยง คือกระดูกแกนกลาง หรือโครงร่างส่วนแกน (axial skeleton) และ กระดูกส่วนรยางค์ (appendicular skeleton)

กระดูกแกนกลาง (axial skeleton) ประกอบด้วยกะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครงและกระดูกอก เช่นเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (สุวิทย์ จันละคร, 2556, หน้า 34-39; สมปอง สรวมศิริ, 2557, หน้า 224-225)

กะโหลกศีรษะ ของสัตว์ปีกด้านบนจะเชื่อมต่อกับจะงอยปากบน รวมกันเป็นกระดูกขากรรไกรด้านบน ซึ่งไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ แต่ขากรรไกรล่างจะเคลื่อนไหวได้ สัตว์ปีกจะมีช่องกระบอกตาขนาดใหญ่กว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เนื่องจากเป็นสัตว์ที่มีสายตาที่ว่องไว มีช่องว่างในกะโหลกขนาดเล็ก และมีส่วนช่องจมูกที่ติดต่อโดยตรงกับเพดานปากบน

กระดูกสันหลัง แบ่งเป็น 5 ส่วนเช่นกัน คือกระดูกสันหลังส่วนคอ กระดูกสันหลังส่วนอก กระดูกสันหลังส่วนเอว กระดูกสันหลังส่วนก้นกบหรือเชิงกราน และกระดูกสันหลังส่วนหาง

กระดูกสันหลังส่วนคอ สัตว์ปีกจะมีกระดูกส่วนคอประมาณ 8-25 ชิ้นขึ้นกับชนิดของสัตว์และความยาวของลำคอ เช่น ไก่และเป็ดมี 14 ชิ้น ในห่านมี 17-18 ชิ้น และหงส์มี 25 ชิ้น สัตว์ปีกที่มีจำนวนกระดูกคอมากกว่าจะสามารถเคลื่อนไหวได้มากกว่า จึงทำให้สัตว์ปีกเอี้ยวคอได้มากกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม กระดูกส่วนคอของสัตว์ปีกมีลักษณะเป็นรูปตัวเอส (S-shape) ทำให้กระดูกส่วนคอมีการเคลื่อนไหวได้เร็วขึ้น

กระดูกสันหลังส่วนอกในสัตว์ปีก จะมีจำนวน 3-10 ชิ้น โดยทั่วไปในไก่มีกระดูกสันหลังส่วนอกจำนวน 7 ชิ้น ในเป็ดมี 9 ชิ้น ในไก่กระดูกสันหลังส่วนอกสองชิ้นแรกมักเชื่อมต่อติดกับกระดูกซี่โครง แต่ปลายของกระดูกซี่โครงจะเป็นกระดูกที่ลอยอยู่ไม่ต่อมาถึงกระดูกอก ส่วนกระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นที่ 3-7 จะเชื่อมต่อกับกระดูกซี่โครงที่เชื่อมต่อมาจนถึงกระดูกอก (sternum)

กระดูกสันหลังส่วนเอว และกระดูกสันหลังส่วนก้นกบของสัตว์ปีก จะเชื่อมต่อกับกระดูกสันหลังส่วนอกชิ้นสุดท้าย และกระดูกหางชิ้นแรกรวมกันเป็นชิ้นเดียว แล้วไปเชื่อมต่อกับ

กระดูกเชิงกรานทำให้เกิดเป็นกระดูกรูปร่างโค้งแบนด้านบน ส่วนด้านล่างจะเป็นช่องเปิดที่มีขนาดใหญ่

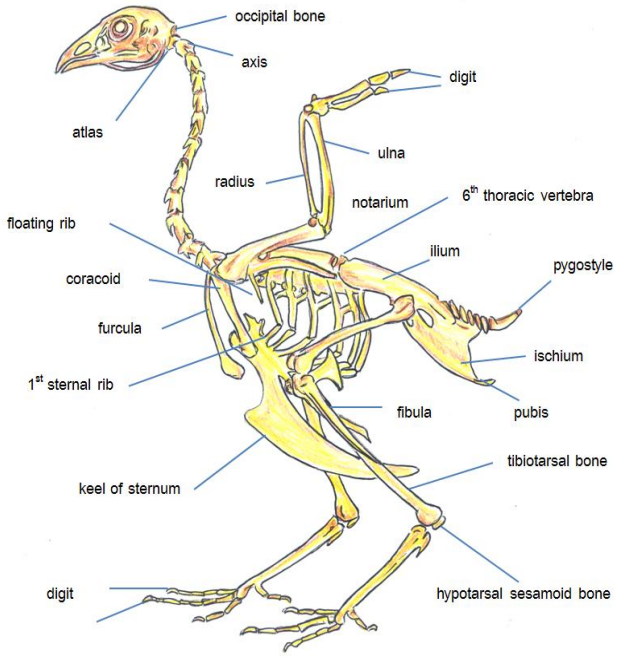
กระดูกหาง ประกอบด้วยกระดูก 5 ชิ้นที่ไม่เชื่อมต่อกันและข้อสุดท้ายของกระดูกหาง

กระดูกรยางค์ (appendicular skeleton) คือกระดูกโครงร่างที่ยื่นออกมาจากแกนกลางของร่างกาย ประกอบด้วยกระดูกรยางค์ส่วนหน้า คือ ส่วนปีกที่ต่อมาจากกระดูกไหล่ กระดูกรยางค์ส่วนหลังหรือส่วนขาหลังที่ต่อกับกระดูกสะโพก (ภาพที่ 5.6)

ส่วนของกระดูกไหล่ประกอบด้วยกระดูก 3 ชิ้นมาต่อกัน คือกระดูกสะบัก (scapular) กระดูกโคราคอยด์ (coracoids) และกระดูกคาลวิเคิล (clavicle) มีประโยชน์ในการบิน

กระดูกรยางค์ส่วนหลัง มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่กระดูกเชิงกราน (pelvic bone) ที่เกิดจากกระดูก 3 ชิ้นมาเชื่อมต่อกันคือ กระดูกอิเลียม (ilium) กระดูกอิสเชี่ยม (ischium) และกระดูกพิวบีส (pubis) ในสัตว์ปีกกระดูกเชิงกรานจะเชื่อมต่อกับกระดูกสันหลังส่วนเอวและส่วนก้นกบ ทำให้กระดูกมีลักษณะเป็นแผ่นกระดูกโค้งเป็นหลังคาทางด้านบนและด้านล่าง เกิดเป็นช่องเปิดขนาดใหญ่ที่ใช้เป็นทางผ่านของฟองไข่

กระดูกโคนขาหลัง หรือต้นขาหลัง (femur) เป็นกระดูกรูปร่างยาวภายในมีโพรงทำหน้าที่สร้างเซลล์เม็ดเลือดชนิดต่าง ๆ ในสัตว์ปีกที่กำลังให้ไข่ในเนื้อกระดูกจะมีเนื้อกระดูกที่มีลักษณะอ่อนพรุนที่สะสมแคลเซียมได้



ภาพที่ 5.6 แสดงกระดูกโครงร่างในสัตว์ปีก

ที่มา : (สมปอง สรวมศิริ, 2557, หน้า 226)

2.2 การเจริญและสะสมไขมัน

จุดเริ่มต้นของการสร้างไขมันเริ่มที่ระยะตัวอ่อน (embryonic stage) โดยมีเซลล์กลุ่มหนึ่งแยกตัวแสดงความแตกต่างจากเซลล์ทั่วไป เซลล์ไขมันมีสีขาวและปรากฏว่ามีเม็ดไขมันอยู่ภายในเซลล์รูปทรงกลม เซลล์ไขมันนี้จะไม่แบ่งเซลล์ต่อไปอีกแต่จะกลายเป็นกล้ามเนื้อเยื่อไขมัน (adipose cells) ต่อไป เมื่อสัตว์คลอดมาแล้วก็จะเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ การสะสมไขมันจะเพิ่มขึ้นโดยการขยายตัวเองของเซลล์ไขมัน และขยายส่วนเก็บไขมันให้ใหญ่ขึ้น ไขมันในตัวสัตว์จะเกิดขึ้นเป็นจุด ๆ และขยายตัวไปหลายแห่ง ไขมันของสัตว์จำแนกออกได้ดังนี้คือ (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 344)

2.2.1 ไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) ไขมันที่อยู่ใต้ผิวหนังมีจำนวนมากที่สุดกว่าตำแหน่งอื่นใดในร่างกาย ไขมันใต้ผิวหนังสะสมเป็นชั้น ๆ รวม 3 ชั้นด้วยกัน แต่ละชั้นจะมีพังผืดกั้นเอาไว้ ไขมันชั้นนอกสุดเกิดก่อนชั้นอื่นและไม่สะสมหนามากนัก ไขมันชั้นกลางจะมีความหนามากส่วนไขมันชั้นในซึ่งเกิดขึ้นหลังสุดนั้นจะหุ้มอยู่รอบเนื้อสัน สุกรประเภทเนื้อจะมีไขมันส่วนกลางและชั้นในน้อยกว่าสุกรประเภทมัน

2.2.2 ไขมันรอบไต (kidney fat) ไขมันรอบไตจะเกิดตั้งแต่สัตว์ยังเล็กอยู่ และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามความเติบโตของร่างกาย ปริมาณของไขมันรอบไตเป็นเครื่องแสดงว่าสัตว์สะสมไขมันในร่างกายมากหรือน้อยเพียงใด

2.2.3 ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ (intermuscular fat) ไขมันประเภทนี้จะแทรกอยู่ระหว่างกล้ามเนื้อใหญ่ โดยเฉพาะในส่วนอวัยวะที่เคลื่อนไหวมาก และอยู่ระหว่างกระดูกกับกล้ามเนื้อ ไขมันนี้ถ้ามีมากเกินไปจะทำให้คุณภาพของเนื้อสัตว์ต่ำลงโดยเฉพาะตอนไหล่ของสุกรและตอนหนอกของสุกร (chucks)

2.2.4 ไขมันระหว่างกล้ามเนื้อ (Intramuscular fat) คือไขมันที่แทรกอยู่ในใยกล้ามเนื้อที่เรียกว่า “มาร์-บลิ้ง” (marbling) ซึ่งเป็นไขมันที่ทำให้เกิดรสชาติหรือรสอร่อยในเนื้อ ไขมันประเภทนี้จะเกิดขึ้นในระยะหลังเมื่อทำการขุนสัตว์ให้อ้วน สำหรับสัตว์ที่ได้รับอาหารบริบูรณ์ไขมันแทรกในกล้ามเนื้ออาจจะเกิดขึ้นได้ในระยะตั้งแต่สัตว์ยังเล็กก็ได้

2.2.5 การสะสมไขมันของสัตว์ตัวผู้และสัตว์ตัวเมีย โคตัวผู้ที่ไม่ได้ตอนจะสะสมไขมันได้น้อยกว่าโคตอน โคตัวผู้ที่ตอนสะสมไขมันได้น้อยกว่าโคตัวเมีย ส่วนสุกรตัวเมียจะสะสมไขมันได้น้อยกว่าสุกรตัวผู้ตอน ฮอร์โมน testosterone ซึ่งเป็นฮอร์โมนเพศผู้เป็นตัวเร่งการสะสมและสร้างกล้ามเนื้อ ในขณะเดียวกันก็เป็นตัวยับยั้งการสะสมไขมัน ฉะนั้นการผลิตสัตว์ที่ต้องการให้มีเนื้อแดงมากและให้มีไขมันน้อย อาจทำได้โดยการใช้ฮอร์โมนเพศผู้ในการผลิตเนื้อสัตว์

2.3 การสร้างกล้ามเนื้อหรือเนื้อแดง

กล้ามเนื้อเป็นเซลล์ชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติหดตัวได้ ดังนั้นเซลล์จึงมีลักษณะยาว เซลล์กล้ามเนื้อมีกำเนิดมาจากเยื่อชั้นกลาง (mesoderm) ซึ่งแตกแยกออกตั้งแต่ระยะตัวอ่อน จำนวนเซลล์กล้ามเนื้อร่างกายของสัตว์มีจำนวนที่กำหนดแน่นอนแล้วตั้งแต่สัตว์เริ่มเกิดมา ทั้งนี้เพราะเป็นลักษณะทางกรรมพันธุ์ การที่สัตว์บางตัวมีขนาดของมัดกล้ามเนื้อใหญ่มากกว่าปกตินั้นเป็นเพราะการเจริญของใยกล้ามเนื้อ ไม่ใช่เกิดจากการเพิ่มจำนวนเซลล์

หน้าที่กล้ามเนื้อคือ การหดตัวซึ่งในการนี้จะต้องมีเยื่อพังผืด (connective tissue) ร่วมประสานงานด้วยการหดตัวของใยกล้ามเนื้อต้องใช้พลังงานอยู่เป็นประจำ ฉะนั้นกล้ามเนื้อจึงต้องมีเลือดมาหล่อเลี้ยงมาก ทั้งนี้เพื่อส่งอาหารให้และรับของเสียทิ้งออกไป เยื่อพังผืดซึ่งหุ้มห่อมัดกล้ามเนื้อจะเปิดทางให้เป็นทางผ่านของหลอดเลือดที่เข้าไปเลี้ยงกล้ามเนื้อ

สัดส่วนของเยื่อพังผืดกับกล้ามเนื้อและลักษณะองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อพังผืดนั้นเกี่ยวข้องกับความเหนียวนุ่ม (tenderness) ของเนื้อสัตว์ จำนวนเยื่อพังผืด ขึ้นอยู่กับหน้าที่หรือการทำงานของกล้ามเนื้อแต่ละส่วน ฉะนั้นการทำงานของกล้ามเนื้อจึงมีอิทธิพลต่อความเหนียวนุ่มของเนื้อสัตว์โดยตรง กล้ามเนื้อส่วนที่ทำงานมากจะมีพังผืดมากและมีความหยาบเหนียวมากตามส่วน ลักษณะโครงสร้างของเยื่อพังผืด เปลี่ยนแปลงไปตามวัยของสัตว์ สัตว์ที่มีอายุมากเยื่อพังผืดมีความเหนียวแน่นมากขึ้น เนื้อก็จะเหนียวขึ้น การเจริญของกล้ามเนื้อไม่ได้เกิดขึ้นตามวัยอย่างเดียว กล้ามเนื้ออาจเจริญเติบโตแตกต่างกันไปได้โดยการกินอาหารต่างกัน ตำแหน่งของกล้ามเนื้อ การทำงานของกล้ามเนื้อ น้ำหนักของสัตว์ พันธุ์ของสัตว์ เพศของสัตว์ กรรมพันธุ์และสภาพแวดล้อมอื่น ๆ

การเจริญเติบโตของสัตว์ปีก

ระบบสืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ปีกแตกต่างไปจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ปีก เรียกว่า blastoderm (ภาพที่ 5.7) เซลล์นี้จะถูกล้อมรอบด้วยไข่แดง ไข่ขาว เยื่อหุ้มไข่ เปลือกไข่ และเยื่อเมือก (cuticle) การเจริญของตัวอ่อนในสัตว์ปีกเริ่มจากการปฏิสนธิจะเกิดที่จุดปฏิสนธิ (germinal disc) หรือ blastodderm ของไข่แดง จะเกิดในท่อนำไข่ส่วนบน ก่อนที่ไข่แดงจะถูกหุ้มด้วยไข่ขาว เมื่อปฏิสนธิแล้วภายใน 24 ชั่วโมงจะมีการพัฒนาเป็นเส้นเลือดเชื่อมต่อระหว่างตัวอ่อนกับไข่แดง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน ซึ่งเส้นเลือดนี้จะทำหน้าที่แทนรก ตัวอ่อนในไข่ประกอบด้วยเยื่อเซลล์ 3 ชั้น คือ เยื่อเซลล์ชั้นนอก (ectoderm) เยื่อเซลล์ชั้นกลาง (mesoderm) และเยื่อเซลล์ชั้นใน (endoderm) เยื่อเซลล์ทั้ง 3 ชนิด จะเจริญเติบโตเป็นอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ปีก

เยื่อเซลล์ชั้นนอก จะพัฒนาไปเป็นผิวหนัง ขน ปาก เล็บเท้า ระบบประสาท เลนส์และจอภาพของลูกตา

เยื่อเซลล์ชั้นกลาง จะพัฒนาไปเป็นกระดูก กล้ามเนื้อ อวัยวะสืบพันธุ์ และระบบขับถ่าย

เยื่อเซลล์ชั้นใน จะพัฒนาไปเป็นอวัยวะหายใจ ต่อมไร้ท่อ อวัยวะที่สร้างฮอร์โมน และเยื่อบุทางเดินอาหาร

ในระยะ 24 ชั่วโมงแรกของการฟักตัวอ่อนจะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จะเริ่มเห็นส่วนหัว ระบบประสาท ระบบย่อยอาหาร และระบบเส้นเลือด

วันที่ 2 หัวใจเริ่มเต้น

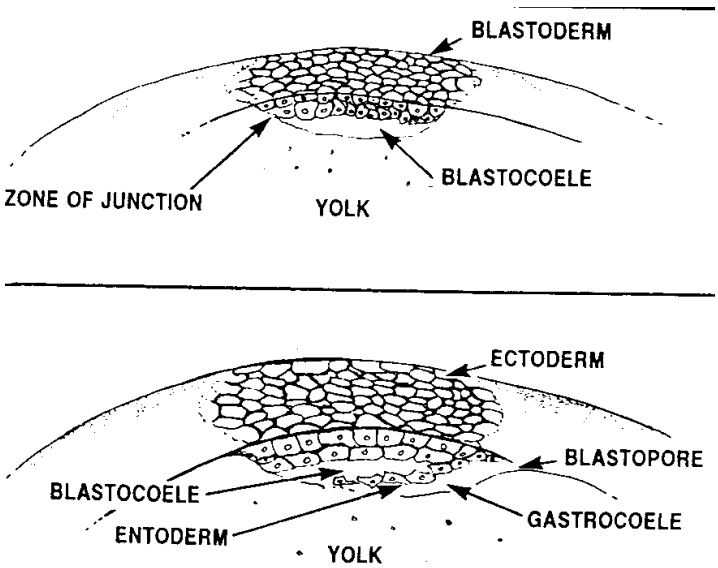
วันที่ 3 จมูก ขา และปีกเริ่มปรากฏ

วันที่ 4 อวัยวะต่าง ๆ ครบถ้วน ตัวอ่อนจะมีเยื่อหุ้ม 2 ชั้นคือ amnion และ chorin ส่วนเยื่อ allantois ช่วงแรกจะเป็นที่เก็บของเสีย ภายหลังทำหน้าที่ หายใจแทนปอด และดูดซึมโภชนะจากไข่ขาวและเปลือกไข่ เพื่อนำไปเลี้ยงตัวอ่อน และ yolk sac หรือ ถุงเก็บไข่แดง เป็นแหล่งสำคัญของตัวอ่อน เนื่องจากไม่มีรกและสายสะดือที่นำอาหารจากแม่มาเลี้ยง (ภาพที่ 5.8) ไข่แดงจะถูกเก็บไว้ในช่องท้องและเป็นอาหารสำหรับลูกไก่ในวันแรกที่ออกจากไข่

วันที่ 5 ระบบสืบพันธุ์เริ่มพัฒนาเป็นเพศผู้เพศเมีย

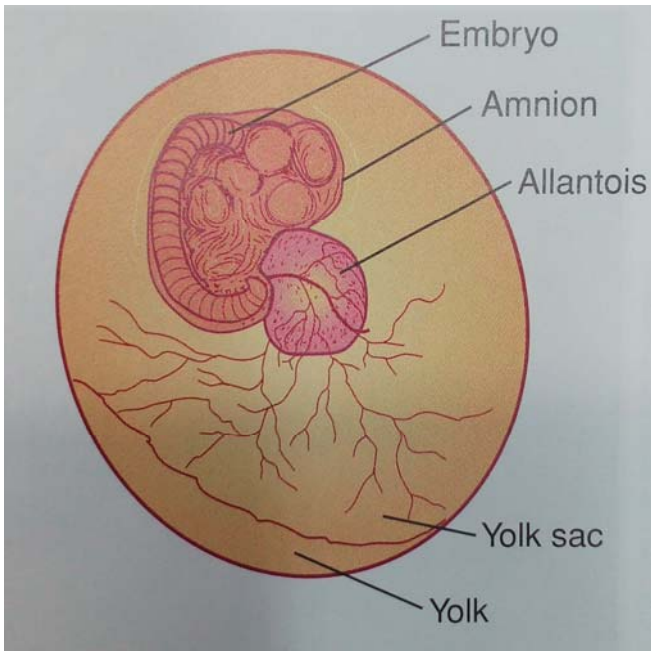
จนถึงวันที่ 18-19 ลูกไก่เจริญสมบูรณ์เตรียมพร้อมที่จะออกจากไข่

วันที่ 21 ลูกไก่เจาะเปลือกไข่ทางด้านป้าน แล้วดันตัวออกจากเปลือกไข่ ใช้เวลาประมาณ 10-20 ชั่วโมง (ภาพที่ 5.9)



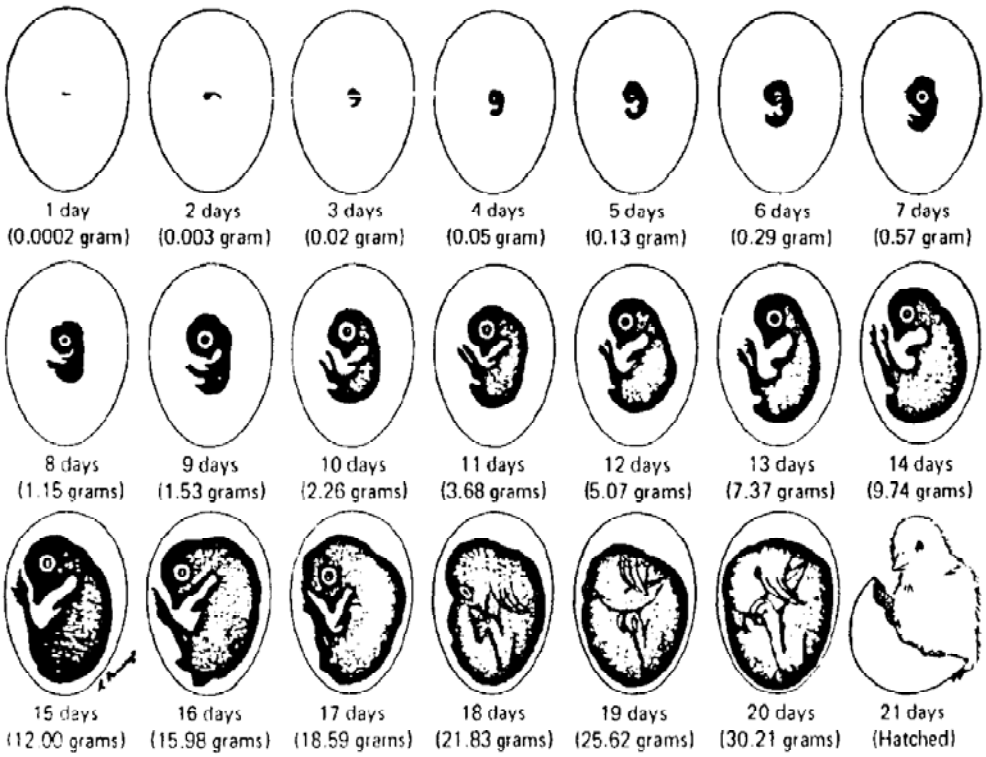
ภาพที่ 5.7 การพัฒนาโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียของสัตว์ปีกที่เรียกว่า blastoderm ที่มีจำนวนมากในไข่แดง

ที่มา : (Scanes *et al.,* 2004 p. 51)



ภาพที่ 5.8 องค์ประกอบของตัวอ่อนในสัตว์ปีก

ที่มา : (Scanes, 2011 p. 85)



ภาพที่ 5.9 การเจริญเติบโตและพัฒนาการระยะต่าง ๆ ของตัวอ่อนของไก่ตั้งแต่อายุ 1-21 วัน

ที่มา : (Parkhurst and Mountney, 1998 p. 73)

ระบบเต้านมและการสร้างน้ำนม

น้ำนมเป็นสิ่งที่ธรรมชาติจงใจสร้างขึ้นเป็นอาหารที่สมบูรณ์ที่สุดเนื่องจากมีส่วนประกอบของโภชนะต่าง ๆ เหมาะสมพอดีกับความต้องการของร่างกายในระยะที่กำลังเจริญเติบโต น้ำนมสร้างขึ้นจากต่อมนมของสัตว์ประเภทเลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (mammals) หลายชนิด น้ำนมจากสัตว์แต่ละชนิดอาจมีส่วนประกอบและสัดส่วนแตกต่างไป แต่น้ำนมของสัตว์ที่เรานำมาใช้เป็นอาหารคนนั้นมักจะมีส่วนประกอบใกล้เคียงกันกับน้ำนมของคน เช่นน้ำนมจากโค และน้ำนมแพะโดยการที่สัตว์จะให้น้ำนมมีคุณภาพนั้นมีหลายปัจจัย คือ

1. ปัจจัยที่มีผลต่อส่วนประกอบและผลผลิตของน้ำนม มีดังนี้ คือ

1.1 พันธุกรรม

พันธุกรรม (genetic) หรือสายพันธุ์ (breed) ถือเป็นปัจจัยหนึ่งที่จะส่งผลต่อศักยภาพการผลิตน้ำนม หรือส่วนประกอบในน้ำนมที่แตกต่างกันไป โดยปกติสัตว์ที่มีความสามารถในการให้ผลผลิตน้ำนมได้สูง ๆ มักจะเป็นสายพันธุ์ที่ถูกคัดเลือกมาแล้ว เพื่อการให้ผลผลิตน้ำนมส่วนประกอบของน้ำนม โดยเฉพาะไขมันในนมและสีของไขมันในนม เช่น ในโคนมจะเป็นสายพันธุ์โฮลสไตน์ (ตารางที่ 5.2) ในแพะสายพันธุ์ซาเนน พันธุ์แอลไพน์ พบว่ามีการให้นมได้สูงกว่าสายพันธุ์ที่สามารถให้นมพันธุ์อื่น ๆ (ตารางที่ 5.3)

ตารางที่ 5.2 ผลผลิตของน้ำนมโคพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์	ปริมาณน้ำนม (กก./ปี)	ไขมัน (%)	ลักษณะของไขมัน
เจอร์ซี่	3,500-4,000	4.0	ไขมันนมเม็ดใหญ่มีสีเหลือง
บราวน์สวิส	4,450	4.0	ไขมันสีขาว
โฮลสไตน์	5,000	3.5	ไขมันสีขาว
เรดเดน	4,450	4.2	ไขมันสีขาว
ช๊อคฮอร์น	4,500	4.0	ไขมันสีขาว
เรดซินดิ	1,500	4.0	ไขมันสีขาว
ซาฮิวาล	2,000	4.3	ไขมันสีขาว

ที่มา : (สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 327)

ตารางที่ 5.3 ปริมาณน้ำนมและไขมันในน้ำนมแพะแยกตามพันธุ์

พันธุ์	ปริมาณน้ำนมตลอดระยะการให้นม	ร้อยละของปริมาณไขมันนม (%)
ซาแนน	2,468	3.4
แอลไพน์	2,254	3.5
ลาแมนชา	2,097	3.9
ทอกเก็นเบิร์ก	2,015	3.2
แองโกลนูเบียน	1,749	4.8

ที่มา : (หนึ่งนุช สายปิ่น (ก). (2551), หน้า 193)

1.2. คุณภาพอาหาร

คุณภาพอาหารสัตว์ที่ได้รับอาหารเพียงพอกับความต้องการของร่างกาย จะทำให้ได้ปริมาณน้ำนมมาก แต่ถ้าได้รับอาหารไม่เพียงพอจะทำให้ปริมาณน้ำนมน้อยลง นอกจากนี้ถ้าสัตว์ที่ได้อาหารเยื่อใยต่ำแต่มีอาหารข้นอย่างเพียงพอ จะทำให้ไขมันในน้ำนมน้อยแต่ไม่มีผลต่อปริมาณน้ำนม อัตราส่วนของอาหารหยาบต่ออาหารข้นควรอยู่ระหว่าง 60: 40 ถึง 70:30

1.3. อายุของสัตว์

อายุของสัตว์ในโคที่โตเต็มที่อายุ 5-6 ปี จะให้น้ำนมมากกว่าสัตว์ที่โตไม่เต็มที่อายุ 2-3 ปี แต่ถ้าอายุมากขึ้นจะให้น้ำนมลดลง ในแพะที่มีการเจริญเติบโตของร่างกายและระบบสืบพันธุ์สมบูรณ์เต็มที่และมีสุขภาพ แข็งแรงที่สามารถใช้ผสมพันธุ์ได้และให้ผลผลิตน้ำนมในปริมาณสูงควรอยู่ในช่วงอายุ 1-2 ปี

1.4. ระยะของการให้นม

ระยะของการให้นม ส่วนประกอบของน้ำนมจะผันแปรไปตามระยะของการให้นม ในโคนมมีช่วงของการให้ผลผลิตน้ำนมอยู่ 3 ระยะ คือระยะแรกของการให้น้ำนม 0-70 วัน (early lactation) หรือช่วง 10 สัปดาห์แรกจะเป็นช่วงที่ให้น้ำนมสูงที่สุด ช่วงที่สองช่วงกลางของการให้น้ำนม (mid-lactation) หรือช่วง 10 สัปดาห์ที่สอง เป็นช่วงที่กินอาหารได้สูงสุด และช่วงที่สามช่วงปลายของการให้น้ำนม (mid-late lactation) สัปดาห์ที่ 20-44 หรือ 140-305 วัน โคจะเริ่มให้น้ำนมลดลงตามลำดับไปจนถึงระยะพักรีดน้ำนม (วิโรจน์ ภัทรจินดา, 2557, หน้า 57) น้ำนมที่รีดได้ในระยะแรกของการให้นมจะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แต่มีไขมันนมต่ำ จนกระทั่งถึงระยะให้น้ำนมสูงสุด (peak of lactation) หลังจากนั้นปริมาณน้ำนมจะลดลงเรื่อย ๆ แต่มีไขมันนมสูงขึ้น

ในแพะผลผลิตน้ำนมจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ภายหลังจากที่แม่แพะคลอดลูก จนกระทั้งถึงช่วงที่มีปริมาณน้ำนมสูงสุด (peak) คือ ในช่วงวันที่ 20-50 หลังคลอด และในระยะเวลาหลัง

จากนั้นปริมาณน้ำนมจะค่อย ๆ ลดลง เช่นเดียวกันกับส่วนประกอบในนม เช่น โปรตีน ไขมัน วิตามิน เกลือแร่ รวมถึงปริมาณของภูมิคุ้มกันที่ถ่ายทอดจากแม่สู่ลูกผ่านทางน้ำนม ซึ่งพบว่ามีปริมาณสูงขึ้นอย่างผิดปกติในน้ำนมระยะ 1-3 วันหลังคลอดหรือที่เรียกว่าน้ำนมเหลือง ยกเว้น ปริมาณของน้ำตาลแลคโตสและโปแตสเซียม แต่ในระยะเวลาของการให้นมที่นานขึ้นจะพบว่า ส่วนประกอบในน้ำนมจะแปรผกผันกับปริมาณน้ำนม คือปริมาณน้ำนมที่เพิ่มขึ้นส่วนประกอบ ในน้ำนมจะลดลง แต่ในระยะหลังของการให้นมจะมีปริมาณน้ำนมลดลง และพบว่าส่วนประกอบในน้ำนมจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะไขมันและโปรตีนในนม (หนึ่งนุช สายปิ่น (ก). (2551), หน้า 193)

1.5. ความถี่ในการรีดนม

ความถี่ในการรีดนมพบว่าในฤดูฝนมีอาหารหญ้าสมบูรณ์สัตว์จะให้น้ำนมมาก ส่วนในฤดูร้อนสัตว์กินอาหารน้อยลงถ้าไม่ได้รับอาหารเพียงพอจะให้ปริมาณน้ำนมน้อยลง

2. ระบบเต้านม

กระบวนการสร้างน้ำนมของสัตว์เกิดขึ้นบริเวณเต้านม (udder) เต้านมจะเริ่มเจริญเติบโตเมื่อเริ่มเป็นหนุ่มสาว โดยจะเริ่มสร้างเนื้อเยื่อไขมันและเพิ่มขนาดใหญ่ขึ้น และเมื่อสัตว์เริ่มตั้งท้องจะเกิดการเจริญขยายตัวของระบบท่อนมแผ่กระจายไปทั่วเต้านม ตอนปลายของระบบท่อนมจะเกิดเป็นกระเปาะสร้างน้ำนม ซึ่งจะเป็นที่สร้างน้ำนม การสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นก่อนคลอด 48 ชั่วโมง เต้านมจะติดต่อกับช่องท้องได้โดยผ่านทางช่องบริเวณขาหนีบ (inguinal canal) การยึดเกาะของเต้านมกับพื้นท้อง โดยมีเอ็นภายในและผิวหนังเป็นตัวยึดโยงเต้านมไว้ เต้านมของสัตว์แต่ละชนิดจะไม่เท่ากัน เช่น เต้านมของคนและช้างจะอยู่ตรงหน้าอกข้างละเต้ารวม 2 เต้า ของโคจะมีตำแหน่งตรงท้องข้างละ 2 เต้า รวมกันเป็น 4 เต้า ของแพะจะอยู่ตำแหน่งตรงท้องเช่นกันละ 1 เต้า รวมกันเป็น 2 เต้า ส่วนสุกรเป็นเต้าที่มีอยู่หลายตำแหน่งตั้งแต่หน้าอกจนถึงท้องข้างละ 5-6 เต้า จะมีทั้งสองข้างประกอบด้วยส่วนต่างดังนี้

2.1 หัวนม (teat)

หัวนมเป็นส่วนปลายสุดของเต้านมเป็นทางผ่านของน้ำนมสู่ภายนอกร่างกาย ผิวด้านนอกไม่มีขน ปลายสุดของหัวนมมีรูนม (teat canal) รอบรูหัวนมมีกล้ามเนื้อ เรียก sphincter ทำหน้าที่ปิดรูหัวนมไม่ให้น้ำนมไหลออกมาขณะไม่ได้รีดนม ต่อจากหัวนมจะมีโพรงหัวนมหรือที่กักเก็บน้ำนม (teat cistern) มีความจุ 30-50 ซีซีต่อหัวนม โพรงนี้เกี่ยวข้องกับการรีดนมด้วยมือ นมส่วนที่รีดได้จากการบีบครั้งหนึ่ง ๆ จะออกมาจากโพรงหัวนมนี้

2.2 โพรงเก็บพักน้ำนม (gland cistern หรือ udder cistern)

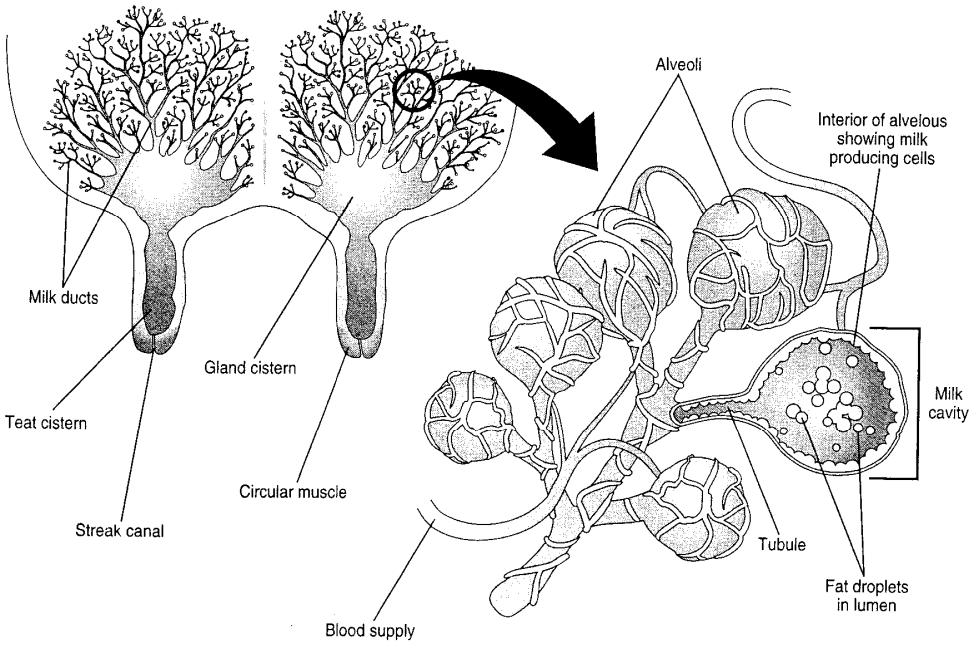
โพรงเก็บพักน้ำนม เป็นโพรงอยู่เหนือโพรงหัวนม มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีความจุน้ำนมได้ไม่เกิน 400 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นที่รวบรวมน้ำนมจากท่อต่าง ๆ ก่อนถูกปล่อยลงสู่โพรงหัวนม

2.3 ท่อน้ำนม (mammary ducts)

ท่อน้ำนมติดกับโพรงเก็บพักน้ำนม เป็นท่อขนาดใหญ่แยกออกไปประมาณ 12-20 ท่อ และท่อเหล่านี้จะแตกออกเป็นท่อฝอยเล็ก ๆ คล้ายกิ่งก้านของต้นไม้และไปสิ้นสุดลงที่ปลายท่อฝอย ซึ่งเป็นกระเปาะสร้างน้ำนม

2.4 กระเปาะสร้างน้ำนม (alveoli)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทุกชนิดจะมีกระเปาะสร้างน้ำนมเป็นกระเปาะกลม ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว เรียกว่า เซลล์กลั่นสร้างน้ำนม (secretory cell) ทำหน้าที่กลั่นสร้างน้ำนม โดยเก็บและเปลี่ยนสารอาหารที่มาจากน้ำเลือดให้เป็นส่วนประกอบของน้ำนม กระเปาะสร้างน้ำนมมีลักษณะเป็นหน่วยเล็ก ๆ แตกกิ่ง หลาย ๆ แขนงคล้ายพวงองุ่น เรียก lobule (ภาพที่ 5.10) แต่ละพวงมีเนื้อเยื่อพยุงหุ้ม และหลาย ๆ lobule รวมกันเป็น lobe ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า รอบ ๆ กระเปาะสร้างน้ำนม และรอบกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนมมีเซลล์กล้ามเนื้อพิเศษเรียก myoepithelium cell ทำหน้าที่หดตัวรัดกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้น้ำนมไหลลงไปสู่โพรงเก็บน้ำนม ซึ่งเป็นกลไกการปล่อยน้ำนมของแม่สัตว์ (milk letdown)



ภาพที่ 5.10 ส่วนประกอบของเต้านมสัตว์ แสดงให้เห็นรายละเอียดของกระเปาะสร้างน้ำนม
ที่มา : (Gillespie, 2004 p. 793)

ในสัตว์แต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบของน้ำนมแตกต่างกันไป (ตารางที่ 5.4) ส่วนประกอบของน้ำนมคือ น้ำตาล โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ ไวตามิน และน้ำ ส่วนประกอบเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม (milk synthesis) ของกระเปาะสร้างน้ำนมภายในเต้านม ซึ่งวัตถุดิบในการสร้างส่วนประกอบของน้ำนมจะถูกนำมาจากกระแสเลือดไปยังเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม โดยน้ำตาลในน้ำนมหรือ น้ำตาลแลคโตสจะกลั่นสร้างภายในกระเปาะสร้างน้ำนม ซึ่งขบวนการสร้างน้ำตาลแลคโตสจะเกิดขึ้นในส่วนของ golgi apparatus น้ำตาลแลคโตสที่ถูกสร้างขึ้นมาจะถูกส่งออกจากเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมเข้าสู่ lumen ของกระเปาะสร้างน้ำนม

โปรตีนที่ถูกสร้างโดยเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะมีเคซีน ชนิด α-lactalbumin, β-lactalglobulin, immunoglobulin และ γ-casein ซึ่งได้จากเลือดโดยตรงไม่มีการเปลี่ยนแปลงในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม ไขมันในน้ำนมได้จากวัตถุดิบที่สัตว์ได้รับจากอาหารโดยตรง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติก กรดโพรพิโอนิก และกรดบิวทิริกจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือด การสร้างไขมันในเซลล์กลั่นสร้างน้ำนมจะเกิดขึ้นที่ส่วนของ endoplasmic reticulum โดยการนำเอากรดไขมันเข้าไปรวมกับกลีเซอรอลที่เปลี่ยนแปลงมาจากน้ำตาลกลูโคสเปลี่ยนเป็นไขมันของน้ำนม เซลล์กลั่นสร้างน้ำนมไม่สามารถสร้างไวตามินและแร่ธาตุเองได้ แต่จะต้องรับมาจากอาหารทางกระแสเลือดโดยตรง

ตารางที่ 5.4 องค์ประกอบของน้ำนมที่ได้จากสัตว์ต่าง ๆ

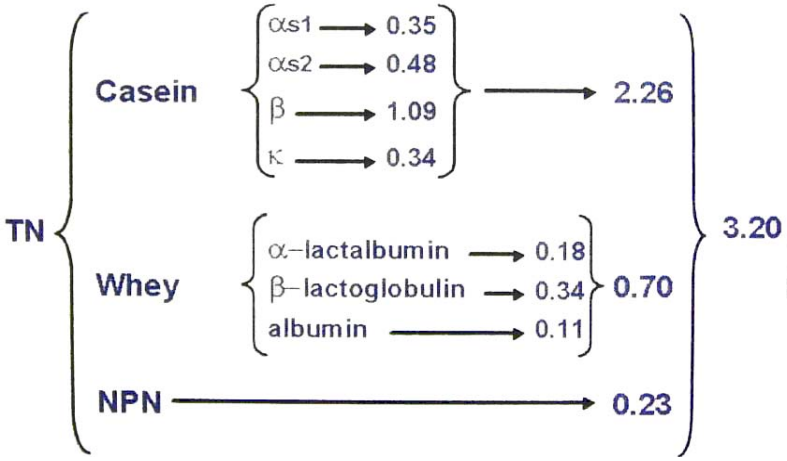
พันธุ์สัตว์	**ไขมัน**	**โปรตีน**	**แลคโตส**	**เถ้า**
ม้า	1.9	2.7	6.1	0.5
แกะ	7.5	7.0	3.5	0.9
สุกร	7.5	5.4	4.7	0.9
แพะ	4.1	3.3	4.1	0.9
โค				
พันธุ์เกอนซี่ (Guernsey).	4.7	3.6	4.8	0.7
พันธุ์โฮลส์-ไตน์ (Holstein)	3.7	3.1	4.6	0.7
พันธุ์เจอร์ซี่ (Jersey)	4.9	3.7	4.8	0.7
พันธุ์ชอตฮอร์น (Shorthorn)	3.6	3.3	4.5	0.8

ที่มา : (Bearden and Fuquay, 1997 p. 124)

3. องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนม

3.1 โปรตีนนม (milk protein)

โปรตีนนมเป็นสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของร่างกายประกอบด้วยกรดอะมิโนจำเป็น โปรตีนที่สำคัญในน้ำนมได้แก่ เคซีน (casein) แลคโตโกลบูลิน (lactoglobulin) และแลคตัลบูมิน (lactalbumin) (ภาพที่ 5.11) เอนไซม์ก็เป็นโปรตีนเคซีนในน้ำนมมีอยู่ประมาณร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมด โปรตีนนมประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือเคซีน ประมาณ 77.9 เปอร์เซ็นต์ whey protein ประมาณ 17.2 เปอร์เซ็นต์ และสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ใช่โปรตีนประมาณ 4.9 เปอร์เซ็นต์ โดยเคซีนพบเฉพาะในน้ำนมและเป็นส่วนประกอบของโปรตีนนมที่พบมากที่สุด ปริมาณโปรตีนในนมมีความสัมพันธ์ทางบวกกับเมแทบอลิซึมของโปรตีน เพราะถ้าเมแทบอลิซึมของโปรตีนเพิ่มขึ้น จะทำให้การดูดซึมของกรดอะมิโนเพิ่มขึ้น การใช้ประโยชน์จากต่อมสร้างน้ำนมก็จะเพิ่มขึ้น (Kennelly *et al.,* 2005 p. 255-256)



ภาพที่ 5.11 เปอร์เซ็นต์โปรตีนของน้ำนมแพะ
ที่มา : (St-Gelais *et al.,* 2000 p. 8)

3.2 ไขมัน (lipids)

ไขมันนมประกอบด้วยกรดไขมันมากกว่า 400 ชนิด ซึ่งส่วนใหญ่ 97-98 เปอร์เซ็นต์เป็นไตรเอซิลกลีเซอรอล (triacylglycerol) ส่วนประกอบที่เหลือเป็นพวกฟอสโฟลิพิด (phospholipid) 0.5-10 เปอร์เซ็นต์ ไกลโคลิพิด (glycolipid) 0.06 เปอร์เซ็นต์ และมีไวตามินที่ละลายในไขมันเพียงเล็กน้อย (Kennelly *et al.,* 2005 p. 256) นอกจากนี้กรดไขมันในน้ำนมยังสามารถแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ กรดไขมันระเหย (volatile fatty acid) และกรดไขมันไม่ระเหย (non volatile fatty acid) กรดไขมันระเหยส่วนใหญ่เป็นกรดไขมันอิ่มตัวที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 4 ถึง 12 สามารถละลายน้ำได้และมีการสร้างปัญหาเรื่องกลิ่นผิดปกติ โดยเฉพาะกลิ่นหืนของกรดบิวทิริก ไขมันนมของ

สัตว์เคี้ยวเอื้องถูกสังเคราะห์ขึ้นในส่วนของ rough endoplasmic reticulum ของเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม (alveolus) โดยสารตั้งต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์ไขมันนม คือ acetate ประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์ และ β-hydroxybutyrate ประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ได้จากการหมักย่อยอาหารในกระเพาะรูเมนประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอีก 50 เปอร์เซ็นต์ได้จาก triacylglycerol ในเลือด โดยมาจากการย่อยและดูดซึมกรดไขมันในลำไส้เล็กประมาณ 40-45 เปอร์เซ็นต์ และจากการย่อยสลายเนื้อเยื่อไขมันภายในตัวสัตว์ประมาณ 5-10 เปอร์เซ็นต์ (เทอดชัย เวียรศิลป์, 2548, หน้า 185; Kennelly *et al.,* 2005 p. 256)

ชนิดของกรดไขมันในนมขึ้นอยู่กับชนิดของกรดไขมันในอาหาร สัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัวที่เป็นองค์ประกอบของน้ำนม มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพของไขมันและการเปลี่ยนแปลงของกลิ่นและรสของน้ำนม ถ้าไขมันนมมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวอยู่มากจะทำให้เกิดการหืนได้ง่ายและถ้ามีกรดไขมันอิ่มตัวมากก็จะทำให้ไขมันนมแข็ง ไขมันนมมีลักษณะทรงกลม (globules) อยู่ในสภาพแขวนลอยในน้ำนม ขนาดเม็ดไขมันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ของสัตว์ ในน้ำนมแพะมีลักษณะเป็นเม็ดไขมันขนาดเล็กกระจายในน้ำนมมีขนาดตั้งแต่ 0.1-20 ไมโครเมตร (1 ไมโครเมตร= 0.001 มิลลิเมตร) (George and Haenlein, 2002) ขนาดโดยเฉลี่ยประมาณ 3-4 ไมโครเมตรและมีจำนวนประมาณ 3,000 - 4,000 ล้านเม็ด ในน้ำนม 1 มิลลิลิตร เม็ดไขมันเหล่านี้มีผลต่อการแปรรูปน้ำนมเป็นผลิตภัณฑ์นม (ตารางที่ 5.5) หากเม็ดไขมันส่วนมากมีขนาดใหญ่จะทำให้เกิดการแยกชั้นในน้ำนมได้ง่าย ไขมันนมในน้ำนมส่วนใหญ่มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 3.5-5.0 ของน้ำหนักน้ำนม (Kennelly *et al.,* 2005 p. 256-257)

3.3 คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) หรือน้ำตาลแลคโตส (lactose)

แลคโตสจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดเดียวที่พบเฉพาะในน้ำนม แลคโตสเป็นน้ำตาล disaccharides ประกอบด้วย D-glucose กับ D-galactose สังเคราะห์ใน golgi apparatus ของเซลล์กลั่นสร้างน้ำนม ปริมาณของแลคโตสที่สังเคราะห์ตอบสนองต่อแรงดันออสโมซีส (osmosis pressure) แลคโตสจึงมีบทบาทสำคัญยิ่งต่อแรงดันออสโมซีสของเต้านมและกระแสเลือดให้มีความสมดุลกัน ปริมาณของแลคโตสในน้ำนมค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงมาก แลคโตสหวานน้อยกว่าซูโครส ดั้งนั้นถึงแม้ในน้ำนมมีแลคโตสถึงร้อยละ 4.3 ก็ไม่ทำให้นมหวานจัด เพียงแต่ทำให้นมมีรสหวานเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตารางที่ 5.5 สัดส่วนของเม็ดไขมันขนาดต่าง ๆ ในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง (เปอร์เซ็นต์)

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (ไมครอน)	แพะ	โค	กระบือ	แกะ
1.5	28.4	10.7	7.9	28.7
3.0	34.7	32.6	16.6	39.7
4.5	19.7	22.1	16.4	17.3
6.0	11.7	17.9	20.3	12.1
7.5	4.4	12.2	20.9	2.0
9.0	1.0	3.1	10.5	-
10.5	0.2	1.4	1.7	0.1
12.0	-	0.1	2.0	-
13.5	-	-	0.4	-
15.0	-	-	0.3	-
18.5	-	-	0.1	-
ค่าเฉลี่ย	**3.49**	**4.55**	**5.92**	**3.30**

ที่มา : (บุญเสริม ชีวะอิสระกุล, 2546, หน้า 117)

3.4 ไวตามินและแร่ธาตุ

ไวตามินที่พบในน้ำนมแพะคือ ไวตามินเอ อี บี$_1$ บี$_2$ และซี ความเข้มข้นของไวตามินเอมีความแปรปรวนตามฤดูกาล คือในฤดูร้อนมีค่าสูงกว่าในฤดูหนาว ส่วนไวตามินบี$_1$ มีค่าต่ำในฤดูหนาวและมีค่าสูงในฤดูใบไม้ผลิ และฤดูร้อน ส่วนแร่ธาตุในน้ำนมแพะมีแคลเซียม (Ca), ฟอสฟอรัส (P), โซเดียม (Na), โปรตัสเซียม (K), แมกนีเซียม (Mg), ทองแดง (Cu), เหล็ก (Fe), สังกะสี (Zn) และ แมกกานีส (Mn) (Kondyli *et al*., 2007 p. 226-227) โซเดียมและแคลเซียมในน้ำนมอยู่ในสภาพของสารละลาย ในแพะการดูดซึมฟอสฟอรัสมีค่าสูง 70-75 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสูงกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่น นอกจากนี้แพะยังมีความรู้สึกไวต่อความเป็นพิษของทองแดง และการขาดไอโอดีนมากกว่าแกะและโค (Meschy, 2000 p. 10) ไวตามินและแร่ธาตุในน้ำนมแพะบางอย่างมีค่าสูงและใกล้เคียงกับสัตว์เคี้ยวเอื้องชนิดอื่นและใกล้เคียงกับน้ำนมของมนุษย์ (ตารางที่ 5.6)

3.5 เอนไซม์

ในน้ำนมมีเอนไซม์หลายชนิด นอกจากเอนไซม์สำหรับการย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ยังมีเอนไซม์ที่ช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาเคมีอื่น ๆ อีกได้แก่ ออกซิเดส (oxidase) คาตาเลส (catalase) เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) และฟอสฟาเตส (phosphatase) เป็นต้น

ตารางที่ 5.6 ส่วนประกอบของโภชนะของน้ำนมชนิดต่าง ๆ

น้ำนม 100 กรัม	หน่วย	น้ำนมแพะ	น้ำนมแกะ	น้ำนมโค	น้ำนมกระบือ	น้ำนมคน
น้ำ	%	87.03	80.70	87.99	83.39	87.50
พลังงาน	แคลอรี	69	108	81	97	70
โปรตีน	กรัม	3.56	5.98	3.29	3.75	1.03
ไขมัน	กรัม	4.14	7	3.34	6.89	4.38
คาร์โบไฮเดรต	กรัม	4.45	5.36	4.66	5.18	6.89
คลอเลสเตอรอล	มิลลิกรัม	11	-	14	19	14
แคลเซียม (Ca)	มิลลิกรัม	134	193	119	169	32
ฟอสฟอรัส (K)	มิลลิกรัม	111	158	93	117	114
โซเดียม (Na)	มิลลิกรัม	50	44	49	52	17
โพแทสเซียม (K)	มิลลิกรัม	204	136	152	178	51
วิตามิน A	ไมโครกรัม	185	147	126	178	241
วิตามิน C	มิลลิกรัม	1.29	4.16	0.94	2.25	5.00
ไรโบฟลาวิน	มิลลิกรัม	0.138	0.355	0.162	0.135	0.036

ที่มา : (USDA, 2004)

4. ฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของเต้านมและการกลั่นสร้างน้ำนม

เมื่อสัตว์เพศเมียเข้าสู่วัยสาว ต่อมน้ำนมมีการเจริญเติบโตและพัฒนามาจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า (anterior pituitary gland) รังไข่ (ovary) และต่อมไทรอยด์ (thyroid) มีบทบาทในการหลั่งฮอร์โมนและกระตุ้นการพัฒนาของเต้านมดังนี้ (บุญเสริม ชีวะอิสระกุลและบุญล้อม ชีวะอิสระกุล, 2542, หน้า 130; สุวรรณา พรหมทอง (ก), 2550, หน้า 325)

4.1 โซมาโตโทรปิน (somatotrophin) หรือโกรทฮอร์โมน (growth hormone: GH)

โซมาโตโทรปิน หรือ โกรทฮอร์โมนจะช่วยกระตุ้นการเจริญของเซลล์ในต่อมน้ำนม

4.2. thyroid stimulating hormone (TSH)

ช่วยกระตุ้นการเจริญของเนื้อเยื่อต่าง ๆ ควบคุมการใช้อาหารภายในร่างกาย และการเปลี่ยนอาหารมาเป็นน้ำนม

4.3 adrenocorticotrophic hormone (ACTH)

ช่วยควบคุมเมทาบอลิซึมของคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และแร่ธาตุต่าง ๆ

4.4 follicle stimulating hormone (FSH)

ทำหน้าที่กระตุ้นให้ไข่เจริญเติบโตและสร้างฮอร์โมนเอสโตรเจน (estrogen) ซึ่งมีผลต่อการเจริญของท่อน้ำนมและโพรงเก็บพักน้ำนม

4.5 luteinizing hormone (LH)

กระตุ้นให้เกิดการตกไข่แล้ว follicle จะกลายเป็น corpus luteum เพื่อทำหน้าที่หลั่งฮอร์โมน progesterone กระตุ้นการเจริญของ alveoli ในต่อมน้ำนม

ซึ่งฮอร์โมน estrogen และ progesterone ในขณะที่สัตว์อุ้มท้องฮอร์โมนทั้งสองชนิดนี้จะมีปริมาณสูง ทำหน้าที่กระตุ้นให้เต้านมเจริญเติบโต และยับยั้งการกลั่นสร้างน้ำนม ดังนั้นในขณะสัตว์อุ้มท้องจะไม่มีการสร้างน้ำนม

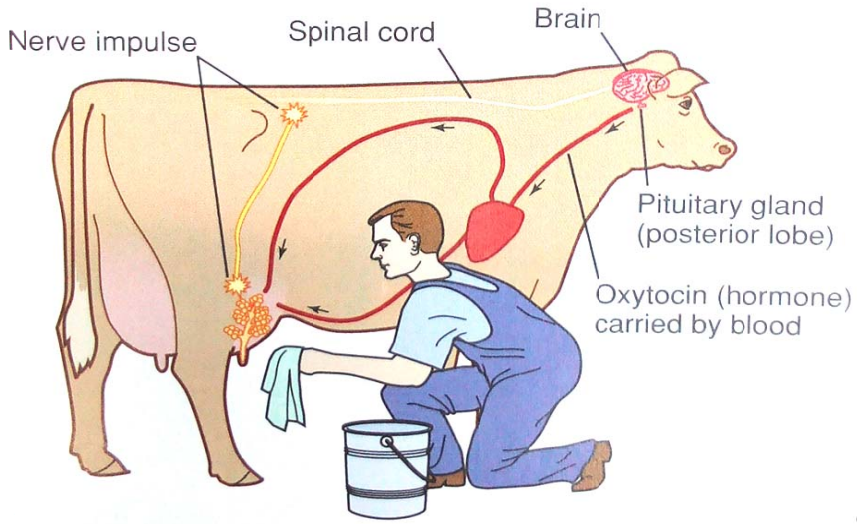
4.6 prolactin หรือ luteotropic hormone

ทำหน้าที่กระตุ้นให้มีการสร้างน้ำนม เปลี่ยนสารอาหารที่ได้มาจากน้ำเลือดให้เป็นส่วนประกอบของน้ำนมและแสดงความเป็นแม่ และ oxytocin ทำหน้าที่ช่วยให้เกิดการหลั่งน้ำนม

5. การหลั่งน้ำนม (milk letdown)

น้ำนมที่อยู่ในโพรงเก็บพักน้ำนมและที่อยู่ตามท่อใหญ่ ๆ ซึ่งมีจำนวนไม่มากนักเมื่อเทียบกับน้ำนมจำนวนมากที่อยู่ตามท่อนมขนาดเล็ก ๆ จะรีดออกได้โดยทันทีและน้ำนมจะไหลออกมาจากโพรงเก็บพักน้ำนมผ่านทางท่อหัวนมโดยความถ่วงธรรมชาติ ถ้ารูหัวนมเปิดแต่น้ำนมส่วนใหญ่ที่อยู่ตามท่อนมเล็ก ๆ ท่อนมฝอย และในกระเปาะสร้างน้ำนมจะไม่ไหลออกโดยความถ่วงธรรมชาติ ซึ่งการปล่อยน้ำนม (milk let-down) ของสัตว์เป็นผลจากการหดตัวของ myoepithelium cell รัดกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้น้ำนมไหลลงไปสู่โพรงเก็บน้ำนม เกิดจากการที่สัตว์ถูกกระตุ้นเร้าด้วยการดูดนมของลูกสัตว์ หรือการนวดเต้านม หรือการสัมผัสทางเสียงหรือสายตา ฮอร์โมน oxytocin ส่งไปที่สมองและส่งต่อไปยังต่อมใต้สมองส่วนหลัง ทำให้เกิดการปลดปล่อยฮอร์โมน oxytocin ออกไปตามกระแสเลือดโดยใช้เวลา 50 วินาที ฮอร์โมนจะมาถึงเต้านม ทำให้ myoepithelium cell หดตัวรัดกระเปาะสร้างน้ำนมและท่อน้ำนม เพื่อให้น้ำนมไหลลงไปสู่โพรงเก็บ

น้ำนม ฮอร์โมน oxytocin จะมีอิทธิพลอยู่ประมาณ 5-7 นาที (Gillespie, 2004 p. 792) ดังนั้นจึงรีดนมให้เสร็จภายในเวลานี้ ถ้าการกลั่นสร้างน้ำนมเป็นไปโดยปกติการสร้างน้ำนมจะดำเนินติดต่อกันในอัตราที่สม่ำเสมอตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน เมื่อในเต้านมมีน้ำนมจำนวนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ความอัดดันภายในเต้านมจะเพิ่มขึ้นด้วยตามลำดับ นมที่อัดแน่นในกระเปาะสร้างน้ำนมจะล้นออกจากกระเปาะออกมาอยู่ตามท่อฝอยและต่อมาตามท่อที่ใหญ่ขึ้น จนในที่สุดก็จะมาถึงโพรงเก็บพักน้ำนม (ภาพที่ 5.12) ทำให้โคนมมีเต้านมขนาดใหญ่ในช่วงให้นมลูก



ภาพที่ 5.12 การนวดเต้านมกระตุ้นให้เกิดการหลั่ง oxytocin เพื่อให้มีการหลั่งน้ำนม
ที่มา : (Herren, 2012 p. 54)

บทสรุป

กระบวนการเจริญเติบโตของสัตว์เป็นการขยายตัวหรือเพิ่มจำนวนเซลล์ของร่างกาย และมีการพัฒนาเซลล์ที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง โครงสร้างของร่างกายตั้งแต่ในระยะก่อนคลอด และระยะหลังคลอด เริ่มตั้งต้นจากไข่ที่ถูกปฏิสนธิไปจนถึงการเจริญเติบโตเต็มที่ คือการสร้างเนื้อหรือเนื้อแดงที่ได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์ การสร้างกระดูก และการสะสมไขมันของสัตว์ จนสามารถให้ผลผลิตที่ออกมาเป็นเนื้อ นม หรือ ไข่ได้ แต่การที่สัตว์จะสามารถให้ผลผลิตน้ำนมได้นั้นสัตว์จะต้องเข้าสู่วัยผสมพันธุ์และมีการผสมพันธุ์ระหว่างเพศผู้และเพศเมีย เมื่อเพศเมียมีการตั้งท้อง และคลอดลูกออกมา ในระบบเต้านมจะมีการสร้างน้ำนมที่ประกอบด้วย น้ำตาล โปรตีน ไขมัน แร่ธาตุ ไวตามิน และน้ำ น้ำนมสร้างขึ้นจากต่อมน้ำนม น้ำนมจากสัตว์แต่ละชนิดอาจมีส่วนประกอบและสัดส่วนแตกต่างไป ขณะที่การสร้างผลผลิตไข่ของสัตว์ปีกจะแตกต่างไปจากสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม โดยเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เมื่อมีการปฏิสนธิจะเกิด blastodderm ของไข่แดง เมื่อปฏิสนธิแล้วภายใน 24 ชั่วโมงจะมีการพัฒนาเป็นเส้นเลือดเชื่อมต่อระหว่างตัวอ่อนกับไข่แดง ซึ่งเป็นแหล่งอาหารสำหรับเลี้ยงตัวอ่อน ซึ่งเส้นเลือดนี้จะทำหน้าที่แทนรกจะเจริญเติบโตเป็นอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายสัตว์ปีก ถ้าสัตว์ปีกเพศเมียไม่ได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้ผลผลิตไข่ที่ได้ไม่สามารถจะเจริญเป็นตัวอ่อนได้

คำถามท้ายบท

1. จงอธิบายการเจริญเติบโตในระยะก่อนคลอด
2. จงอธิบายการเจริญเติบโตในระยะหลังคลอด
3. จงอธิบายการเจริญและสะสมไขมันของสัตว์มาให้เข้าใจ
4. จงอธิบายการสร้างกล้ามเนื้อหรือเนื้อแดงมาให้เข้าใจ
5. จงอธิบายการเจริญเติบโตของสัตว์ปีก
6. ระบบเต้านมมีอะไรข้าง แต่ละส่วนมีหน้าที่อย่างไร
7. องค์ประกอบทางเคมีในน้ำนมมีอะไรบ้าง จงอธิบาย
8. ฮอร์โมนอะไรบ้างที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเต้านมและการกลั่นสร้างน้ำนม
9. จงอธิบายกลไกการหลั่งน้ำนมของโค
10. จงอธิบายขั้นตอนการสร้างไข่ของสัตว์ปีก