

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ภาพนูน แสดงกายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ด้วยระบบไฟฟ้า  
High Relief Anatomy of The Reproductive Electric System of The Bull



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์  
ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ฉ.พ.  
จ 557 ต  
เลขที่ 2543  
เลขทะเบียน 40347  
วัน, เดือน, ปี 11 ก.ย. 2544

b. 1110496x

ให้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

# บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2543

ชื่อเรื่อง ภาพนูนแสดงกายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์โคเพศผู้ด้วยระบบไฟฟ้า

Hight Relief Anatomy of The Reproductive Electric System of The Bull

ชื่อ-สกุล นายจิรยุทธ ศรีนันต์กุล

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ภัคพงศ์ ปวงสุข

## บทคัดย่อ

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการผลิตภาพนูนเพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอนวิชา การผสมเทียม (สทส 2306) หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สำหรับนักศึกษาที่เรียนวิชาการผสมเทียมทั่วไปทั้งนี้ในการเรียนวิชาทางด้านนี้ จำเป็นต้องทราบถึงกายวิภาคและสรีระวิทยาของสัตว์แต่ละชนิดเสียก่อน ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ตรงแท่นั้น จะต้องให้ผู้เรียนผ่านประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่งทั้งหมด จึงจะทำให้การเรียนการสอนเกิดการสัมฤทธิ์ผลเต็มที่ซึ่งสื่ออุปกรณ์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดคือของจริงแต่การนำของจริงมาประกอบประกอบการเรียนการสอนนั้นมักประสบปัญหาทางด้านของสถานที่เรียน และระยะเวลาการเก็บรักษา

ดังนั้นภาพนูนระบบไฟฟ้าเรื่องสรีระวิทยาการสืบพันธุ์ของโคเพศผู้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกายวิภาค และสรีระของระบบสืบพันธุ์โคเพศผู้ได้อย่างขึ้นในการดำเนินการจัดสร้างผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสรีระวิทยา การสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ ก่อนที่จะมีการจัดทำเป็นภาพนูน แล้วทำการกำหนดสัดส่วน ของภาพนูนโดยใช้ขนาดครึ่งหนึ่งของจริงของระบบสืบพันธุ์ โคเพศผู้พันธุ์พื้นเมือง ที่มีอายุ 18 เดือน จากนั้นปั้นดินเหนียวให้มีรูปแบบอวัยวะสืบพันธุ์โคเพศผู้ตามที่ต้องการแล้วนำปูนปลาสเตอร์สตัคลงบนดินเหนียวที่ปั้นเสร็จจรจนแห้งแล้วถอดปูนปลาสเตอร์ออกแล้วแกะดินที่ติดออกให้หมดแล้วนำแลกเกอร์ และกาวลาเท็กซ์ มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์นำกระดาษหนังสือพิมพ์มาแปะแล้วรอนแห้ง ทำอย่างนี้หลายๆ ครั้ง จนได้ความหนาตามต้องการ แล้วค่อยลอกออกจากพิมพ์ ใช้คัตเตอร์ตัดแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออก ขั้นตอนการใช้ดีและการตกแต่ง ให้ลงสีพลาสติกเสียก่อนเป็นสีรองพื้น แล้วจึงใช้สีประเภทอื่นทาทับ แล้วจึงติดตั้งระบบไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำภาพนูนในโอกาสต่อไป ควรจะต้องมีการศึกษา เอกสารและทำการรวบรวมข้อมูลในเรื่องที่จะทำให้ดี ก่อนที่จะตัดสินใจทำเรื่องนั้น และในการ เลือกรูปกรรม ควรเลือกวัสดุ ที่มีราคาไม่แพง มีความคงทนน้ำหนักเบาและควรเป็นวัสดุที่ซื้อหา ได้ง่าย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำภาพนูนในครั้งนี้ คือ ได้รับประสบการณ์ในการ จัดทำภาพนูน และระบบไฟฟ้า ได้รับรู้ถึงปัญหาการทำงาน และแนวทางในการแก้ปัญหา การแบ่ง เวลาในการทำงาน เพื่อให้งานได้สำเร็จลุล่วงตามที่กำหนดเอาไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ สำเร็จลงได้เพราะมีบุคคลที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือจาก บุคคลหลายท่าน ดังนี้

อาจารย์ภักตพงศ์ ปวงสุข เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งกำลังใจ ความเอาใจใส่

คุณแม่ที่คอยให้กำลังใจ เสมอไม่ว่าจะเหนื่อยยากเพียงใด ขอขอบคุณแม่มากครับ

จิรยุทธ ศิรินันตกุล

มีนาคม 2543



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ.....ก	
กิตติกรรมประกาศ.....ค	
สารบัญ.....ง	
สารบัญตาราง.....จ	
บทที่	
1. บทนำ.....1	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....1	
1.2 วัตถุประสงค์.....1	
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....1	
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1	
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....2	
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนและการสร้างภาพนูน.....2	
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของ โคเพศผู้.....6	
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์..... 9	
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....9	
3.2 เนื้อหาบทเรียน.....11	
3.3 การจัดทำภาพนูน.....27	
4. การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข.....29	
4.1 วิธีการประเมิน.....29	
4.2 แบบประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน.....30	
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....32	
5.1 สรุป.....32	
5.2 ปัญหา.....32	
5.3 ข้อเสนอแนะ.....33	
6. บรรณานุกรม.....34	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

7. ภาคผนวก.....35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ และหน้าที่ ๆ สำคัญ .....	14
2. ขนาดและน้ำหนักของส่วนต่างๆ ของท่อทางเดินอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้.....	15
3. ขนาดของโมเลกุลของฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์และ โปรตีนซึ่งควบคุมการสืบพันธุ์..	22
4. ฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์สัตว์เพศผู้.....	23
5. สเตอรอยด์ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมเพศ.....	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนวิชา การผสมเทียม ( สกส.2306 ) จะต้องมีการศึกษาพื้นฐานด้านกายวิภาค และสรีระของ โคเพสเมีย และ โคเพสผู้ เพื่อที่จะได้เข้าใจให้ถูกต้อง จนสามารถนำไปสู่การปฏิบัติในการผสมเทียมได้ แต่ในการศึกษา เรื่องระบบกายวิภาคของ โคนั้นมีความซับซ้อน ดังนั้น เพื่อให้การเรียนการสอน เป็นไปได้อย่างสะดวกรวดเร็ว และถูกต้องแม่นยำ จึงควรสร้างอุปกรณ์ การเรียนการสอนในรูปแบบหุ่นจำลอง แสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของ โคเพสผู้ รวมทั้งเอกสารบรรยายกายวิภาคส่วนต่าง ๆ ของระบบอวัยวะสืบพันธุ์ โคนเพศผู้ซึ่งคาดว่าจะประโยชน์สำหรับอาจารย์ ที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนและนักศึกษา ซึ่งอาจจะใช้หุ่นจำลองระบบ ไฟฟ้านี้เพื่อศึกษาทบทวนด้วยตนเองได้

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างภาพหุ่น 2 มิติ แสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ ของ โคนเพศผู้ด้วยระบบ ไฟฟ้าไว้เป็นสื่อการเรียนการสอน
2. เพื่อเป็นประสบการณ์ตรงของผู้จัดทำ ซึ่งจะเป็ประโยชน์ในด้านการผลิตสื่อการสอนประเภทภาพหุ่นในโอกาสต่อไป
3. เพื่อปรับปรุงวัสดุที่ใช้สร้างสื่อการสอนให้มีราคาต่ำลง และสามารถจัดซื้อได้ง่าย เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต

### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ทำการสร้างภาพหุ่น 2 มิติ แสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ โคนเพศผู้ ขนาด 1 : 2 โดยย่อส่วนจากของจริง
2. ติดตั้งระบบไฟฟ้า แสดงตำแหน่งของระบบภายในอวัยวะสืบพันธุ์ โคนเพศผู้

### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้หุ่นจำลองแสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ โคนเพศผู้ ด้วยระบบ ไฟฟ้า ใช้ประกอบการสอนวิชาการผสมเทียม
2. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์ตรง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ ในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ เป็นการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทแบบจำลองภาพนูน ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบการเรียนการสอนวิชา การผสมเทียม (สทส. 2306) หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สำหรับนักศึกษาที่เรียนวิชาการผสมพันธุ์ทั่วไป ผู้จัดทำได้ค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องในการจัดทำดังต่อไปนี้

1. การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับสื่อการเรียนการสอน
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับภาพนูน

#### 2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนและการสร้างภาพนูน

สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ( ไชยยศ เรื่องสุวรรณ ,2526 : 4)

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี (วาสนา ขาวหา ,2522 : 59-60)

สื่อการสอนตรงกับภาษาอังกฤษว่า Instruction Media เราจึงควรแยกคำนี้ออกมาพิจารณาได้สองคำคือ สื่อ (Medium) หรือเมื่อเป็นพหูพจน์ก็เป็น Media อีกคำหนึ่งก็คือการสอน (Instruction) (ชม ภูมิภาค ,2524 :18-19)

สื่อ นั้นหมายถึง ตัวกลาง หรือพาหนะที่ให้สิ่งหนึ่งเดินทางจากจุดต้นตอไปยังจุดหมายปลายทาง สิ่งที่จะนำสาร ไปยังจุดหมายปลายทางเราเรียกว่าสื่อ สื่อเป็นตัวกลางหรือตัวเชื่อมค้ำระหว่างจุดหมายปลายทางทั้งสองข้าง สำหรับการสอนนั้นเป็นการกระทำของครูเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การสอนก็คือการส่งสารไปยังผู้เรียน แต่การส่งสารนั้นจะต้องมีพาหนะ หรือสื่อ นำไป สื่อมีลักษณะเช่นนี้เรียกว่าสื่อการสอน

การผลิตสื่อการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนนั้น ต้องอาศัยหลักการจากแนวความคิดของทฤษฎีทางจิตวิทยา (สารโรจน์ แผงยัง ,2529 :14) ดังนี้คือ

1. สื่อการสอนที่ดีต้องสามารถให้ผู้เรียนทราบผลในการเรียนทันที
2. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียน เป็นขั้นตอนทีละน้อยๆ จากง่ายไปหายาก
3. สื่อการสอนที่ดีต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนตอบสนอง ได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สื่อการสอนที่ดีต้องเหมาะกับบุคลิกภาพและความสามารถของผู้เรียน
5. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ในความสำเร็จของตนเอง
6. สื่อการสอน ควรออกมาในรูปแบบที่ใช้ประสาทสัมผัสทั้งการมองเห็น การได้ยิน และจับต้องได้
7. สื่อควรเป็นลักษณะสื่อสำเร็จรูป คือมีคำอธิบายให้พร้อม เหมาะที่จะให้ใครไปใช้ก็ได้

การปั้นเป็นกระบวนการสร้างงานประติมากรรมทางบวก (Additive Process) จะตรงกันข้ามกับวิธีการแกะสลัก วิธีการปั้นเป็นการเอาส่วนย่อยเพิ่มเข้าเพื่อให้เป็นส่วนรวม เหมาะกับวัสดุที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงสภาพได้ เช่น ดินเหนียว ดินน้ำมัน ปูนปลาสเตอร์ ฯลฯ ซึ่งขั้นตอนต่อไปจากการปั้นก็มักจะนำไปหล่อ หรือเผาตามคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ (จิรพันธ์ สมประสงค์, 2523 :1)

การทำพิมพ์ขึ้น เป็นวิธีการทำแม่พิมพ์ที่ใช้กับงานหล่อได้กว้างขวางมากที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีวิธีดำเนินการแตกต่างกันออกไปบ้าง แต่ก็มีหลักการเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้หล่องานประเภทต่างๆ (วัลลภ ไชยพรหม ,2530 : 37-39) ดังต่อไปนี้

1. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์
2. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนซีเมนต์
3. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อซีเมนต์ หรือหล่อเทียน
4. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องดิน มีน้ำสลิป เป็นต้น
5. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องโลหะ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว เป็นต้น
6. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องแก้ว พลาสติก ไฟเบอร์ สารเคมี เป็นต้น
7. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อพิมพ์ขม เช่น พิมพ์ขมไข่ เป็นต้น

#### การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีเนื้อละเอียด แข็ง แต่งผิวง่าย เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ ทำกับรูปต้นแบบที่เป็นวัสดุแข็ง จะทำได้เรียบร้อยดีกว่าทำกับวัสดุอ่อนโดยถือเอารูปนูนเป็นหลัก ถ้าเป็นรูปลอยตัวก็แบ่งทำเหมือนรูปนูนที่ละซีก โดยใช้ดินเหนียว ดินน้ำมันหรือแผ่นกั้น แบ่งทำพิมพ์ทีละชิ้นจนครบแล้วมีพิมพ์ครอบยึดแม่พิมพ์อีกชั้นหนึ่ง แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว เสร็จแล้วทาสีแล็กหรือแลคเกอร์เคลือบผิวให้แข็ง ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นสำหรับปูนปลาสเตอร์ก่อนหล่อรูป

#### การทำพิมพ์สำหรับหล่อปูนซีเมนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ปูนปลาสเตอร์ล้วน หรือปูนซีเมนต์ผสมทรายเป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์สำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว เสริมโครงเหล็กให้แข็งแรงกันแตก และมีห่วงเป็นหูหิ้วที่แม่พิมพ์ทุกชิ้นให้ดึงออกได้ง่าย น้ำมันหล่อลื่นที่จะทาแม่พิมพ์ก่อนหล่อปูนซีเมนต์ ต้องใช้น้ำมัน โซล่าผสมกับน้ำมันซีโล้ (น้ำมันเครื่องที่ใช้แล้ว)

#### **การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อซีเมนต์ หรือหล่อเทียน**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่ทนความร้อนได้สูง เช่น ปูนปลาสเตอร์หิน หรือปูนซีเมนต์เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว ทำให้ถอดแม่พิมพ์ได้คล่องตัวมากที่สุด ไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใดๆ ทั้งสิ้น แต่ต้องแช่น้ำให้แม่พิมพ์อิ่มตัวเสียก่อน จึงจะใช้หล่อซีเมนต์หรือหล่อเทียนได้ หล่อแล้วต้องถอดแม่พิมพ์ในน้ำด้วย

#### **การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องดิน มีน้ำสลิป เป็นต้น**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ดี มีปูนปลาสเตอร์ยิปซัม เป็นต้น และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้น สำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แต่แม่พิมพ์ต้องมีความหนาน้อยกว่า 2 นิ้วขึ้นไป พิมพ์ขนาดนี้ไม่ต้องทำพิมพ์ครอบมักใช้ยางรัดเพื่อให้สะดวกในการแกะ และถอดแม่พิมพ์ รอยต่อของแม่พิมพ์ต้องบากร่องเป็นสลักยึดไว้ ให้ถอดออกประกอบเข้าได้ง่ายไม่เคลื่อนที่ เพราะมีไม่มากชิ้น ไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใดๆ ทั้งสิ้น แต่ต้องตากพิมพ์ให้แห้งมากที่สุด เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำดิน (ที่เรียกว่าน้ำสลิป) ในการหล่อได้เร็ว

#### **การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องโลหะ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว เป็นต้น**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่ทนความร้อนได้สูง เช่น ปูนปลาสเตอร์หิน หรือปูนซีเมนต์เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว ทำให้ถอดแม่พิมพ์ได้คล่องตัวมากที่สุด ไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใดๆ ทั้งสิ้น เพราะต้องใช้สำหรับหล่อซีเมนต์ แล้วจึงเอารูปหล่อซีเมนต์ไปดำเนินการทำแม่พิมพ์หล่อโลหะอีกทีหนึ่ง ซึ่งเป็นพิมพ์สุก

#### **การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องแก้ว พลาสติก ไฟเบอร์ สารเคมี เป็นต้น**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีเนื้อละเอียด แข็ง แต่งผิวง่าย เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แต่เมื่อได้แม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์แล้ว ยังไม่นำไปใช้หล่อรูป จะต้องนำแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ครั้งแรกแต่ละชิ้นไปเป็นรูปต้นแบบ สำหรับทำแม่พิมพ์ขึ้นครั้งที่ 2 นำแม่พิมพ์ขึ้นครั้งที่ 2 นี้ไปหล่อซีเมนต์ นำรูปหล่อซีเมนต์ไปดำเนินการทำแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่หรือใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หล่อโลหะเมื่อหล่อโลหะออกมาแล้วก็จะได้แม่พิมพ์โลหะที่มีรูปทรงเหมือนแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ครั้งแรก แต่ทนความร้อนได้สูงมาก สามารถทนความร้อนของวัสดุที่จะนำมาหล่อได้

เมื่อใช้แม่พิมพ์โลหะไปหล่อเครื่องแก้ว พลาสติก ไฟเบอร์ สารเคมี ก็จะได้รูปหล่อที่เหมือนกับรูปต้นแบบครั้งแรก

การปั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงสภาพของดินให้กลายเป็นของแข็ง คุณภาพและการผลิตขึ้นอยู่กับมนุษย์ ดังนั้นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระหว่างการค้าเงินงาน จึงเกิดได้โดยง่ายอาศัยการตัดสินใจของมนุษย์เป็น และขั้นตอนการผลิต (อรพินท์ พานทอง ,2531 :28-29)

“พลาสติก คือสารที่สามารถหลอมลงไปในแบบให้เป็นรูปต่างๆ ได้โดยใช้ความร้อน”

“พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ประกอบไปด้วย ธาตุคาร์บอน ไนโตรเจน ออกซิเจน ไฮโดรเจน และคลอรีน มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำมันดิบ ถ่านหิน พีช”

“พลาสติก เป็นอินทรีย์ที่เกิดจาก โมเลกุลต่างๆ ร่วมกัน”

พลาสติกมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และที่สังเคราะห์ขึ้น พลาสติกที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ อำพัน ยางสน ครั่ง ยางจากต้นยางพารา เขาสัตว์ ยางลาเท็กซ์จากต้นกัตตา

ส่วนพลาสติกสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2 พวก พวกแรกสังเคราะห์มาจากธรรมชาติ คือ ต้นไม้ ได้แก่ เซลลูโลส ใช้ทำเป็นเซลลูลอยด์อีกพวกหนึ่ง สังเคราะห์มาจากสารเคมีต่างๆ เช่น พลาสติก โพลีทีน (Polythene)

พลาสติกต่างๆ ที่ผลิตออกมาเป็นวัตถุดิบ เพื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์จะนำออกมาในรูปแบบเป็นผง เป็นเม็ด และเป็นของเหลว แต่มีพลาสติกบางชนิดจะผลิตออกมาเป็นแผ่น เช่น อะครีลิก เป็นต้น (ชวลิต ดาบแก้ว,2525 :3)

พลาสติก นับว่าเป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของพวกเราอย่างมาก และกำลังเป็นวัสดุก่อสร้างที่มีคุณค่าควบคู่ไปกับเหล็ก และถ้าไม่รู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานทั้งนี้ เพราะสามารถสร้าง ดัดแปลง และแปรรูปได้ง่าย คำถามที่ว่า “พลาสติกคืออะไร” นั้น ตอบได้ไม่ง่ายนัก คือ เมื่อราวศตวรรษที่แล้ว มนุษย์เรารู้จักวัสดุที่มีคุณสมบัติเหนียว ทนต่อการฉีกขาด ยืดหยุ่นได้ และทนต่อการสึกหรอได้ดี แต่ยังไม่รู้จัก โครงสร้างที่แท้จริงของวัสดุนี้ดีนัก ซึ่งเป็นสารประกอบของ มาโคร โมเลกุล (Macromolecule) และยังมีใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น เซลลูโลส (Cellulose) โปรตีน (Protein) และยางธรรมชาติ

จากการค้นคว้าของ Staudinger ได้พบว่าไมโคร โมเลกุล (Micromolecule) เป็นจำนวนมาก ขอบเขตระหว่างมาโคร โมเลกุล และไมโคร โมเลกุลนั้นยังไม่มียานิยามแน่ชัด รู้กันแต่ว่ามาโคร โมเลกุลประกอบด้วยไมโคร โมเลกุลเป็นร้อยๆ พันๆ และที่เราเรียกกันว่าพลาสติกหรือ Polymer นั้นก็ประกอบด้วยมาโคร โมเลกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปแล้วพลาสติกก็คือ วัสดุที่ประกอบด้วยมาโครโมเลกุลที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (เช่น ยางธรรมชาติ เซลลูโลส โปรตีน ฯลฯ) หรือได้จากการสังเคราะห์สารประกอบโมเลกุลต่ำ (เช่น Ethylene, Benzyl, Formaldehyde ฯลฯ) ( บรรณานุกรม ครุฑ ,2526: 1)

ไฟเบอร์กลาสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เรือ อังบรจ ของเหลว ท่อ ไซโลเก็บเมล็ดพืช วัสดุคืบในอุตสาหกรรม และอาหารสัตว์ แผ่นหลังคา แผงกันแดด และแผงประดับในอาคาร เฟอร์นิเจอร์ ตุ๊กตาเด็กเล่นในสวนสนุก เป็นต้น (พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ,2526 :21)

อุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสได้เจริญเติบโตในประเทศอุตสาหกรรมตั้งแต่ หลังสงครามโลกครั้งที่สองแล้ว แต่เพิ่งเจริญในประเทศไทยเพิ่งประมาณสิบกว่าปีมานี้ โดยในระยะ แรกนิยมนำไปทำเป็นเรือเร็วชนิดต่างๆ สกู๊ตเตอร์น้ำ ต่อมาจึงได้จัดทำเป็นอ่างอาบน้ำ เฟอร์นิเจอร์ และที่ก้ำกึ่งได้รับความสนใจจากประชาชนมากในขณะนี้ คือถังน้ำ หลังคารถปิกอัพ ชิ้นส่วน ประดับรถยนต์ และที่ปักผู้โดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานคร

ไฟเบอร์กลาสมีประโยชน์ต่อกิจการอุตสาหกรรมเกือบทุกประเภท ทั้งนี้เพราะไฟเบอร์กลาสมีความแข็งแรงสูง ราคาต้นทุนการผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่เป็นโลหะ และที่สำคัญคือเทคนิคในการทำไม่ยุ่งยากมาก ลงทุนในเรื่องเครื่องมือและอุปกรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับจัดทำ เป็นอุตสาหกรรมในครอบครัว หรือจัดทำเล่นเป็นงานอดิเรก เมื่อมีประสบการณ์มากพอมีทุนและ ตลาดพร้อมแล้วก็สามารถจัดทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางต่อไปได้

## 2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องระบบสืบพันธุ์ของโคเพศผู้

ระบบการสืบพันธุ์ของโคตัวผู้ประกอบด้วยระบบท่อและลึงค์ (Duct System หรือ Penis) กับท่อต่างๆ ที่ช่วยผลิตน้ำกาม (Male Accessory Glands) เหมือนเช่นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย ต่อมผลิตน้ำกาม (Seminal Vesicles) ต่อมลูกหมาก (Prostate Gland) และต่อมคาว เพอร์ (Bulbo Urethral หรือ Cowper's Gland) ต่อมทั้งสามทำหน้าที่ร่วมกันในการผลิตน้ำกาม ซึ่งจะ ทำหน้าที่ผลิตอาหาร และเป็นตัวป้องกันตัวอสุจิต่อสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของช่องคลอดเมื่อ ถูกหลังเข้าไปผสมพันธุ์ (น้ำกามจะมีค่า pH ประมาณ 0.7) (สุรชัย ชาคริยรัตน์ ,2524 :2)

อวัยวะสืบพันธุ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ โดยมีการประสานงานกับอวัยวะส่วน อื่นๆ ของร่างกาย อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวผู้มีหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือตัวอสุจิสำหรับใช้ ผสมกับเซลล์เพศเมีย และมีหน้าที่ลำเลียงตัวอสุจิไปส่งไว้ในที่ที่เหมาะสมภายในอวัยวะเพศของตัว เมีย นอกจากนี้อวัยวะเพศผู้ยังมีหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการแสดงเพศผู้ทั้ง หมดด้วย (คณาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ,2527 :151)

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มีลักษณะคล้ายกันในสัตว์แต่ละชนิด ส่วนที่สำคัญคือ ต่อม สร้างเชื้อสืบพันธุ์ (Gonad) ซึ่งในสัตว์เพศผู้เรียกว่าอัณฑะ (Testis) มีอยู่ 1 คู่ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ใด ๆ ในทางอื่น  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และฮอร์โมนเพศจากอวัยวะที่มีท่อพอกอสุจิ (Epididymis) นำน้ำเชื้อเข้าไปสู่ท่อ นำน้ำเชื้อ (Ductus Deferens) ซึ่งจะเป็ นทางผ่านของน้ำเชื้อเข้าไปในท่อปัสสาวะ และออกมาสู่ภายนอกร่างกาย นอก จากอวัยวะแล้วส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ต่อมสารรอง (Accessory Gland) ซึ่งมีหน้าที่สร้างน้ำคัด หลั่ง (Secretion) ออกมาผสมปนเป็ กกับตัวอสุจิรวมกันเรียกว่า น้ำเชื้อ ต่อมเหล่านี้ได้แก่ ต่อมเวสซิกู ลาร์ (Vesicular Gland) ต่อมพรอสเตท (Prostate Gland) และต่อมบูลโบยูริธรัล (Bulbourethral Gland) (พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน ,2530 :7)

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มีหน้าที่ในการสร้างอสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์ (Fertility) สร้างสาร ละลายที่ช่วยหล่อเลี้ยงตัวอสุจิ และป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อมต่างๆ ช่วยนำส่งอสุจิออกสู่ ภายนอกร่างกาย ผสมพันธุ์และจับน้ าคัดน้ำเชื้อ (Semen) ที่มีตัวอสุจิอยู่เข้าไปยังจุดรองรับการผสม พันธุ์ในร่างกายของสัตว์เพศเมีย นอกจากนี้ยังช่วยสร้างฮอร์โมนเพศผู้ (Androgen) ด้วย (สุรชัย ชาครี ยรัตน์ ,2536: 41)

### ส่วนประกอบที่สำคัญของอวัยวะสืบพันธุ์โคเพศผู้

1. (Testis หรือ Testes) ลักษณะรูปร่างกลมค่อนข้างรีและคล้ายเมล็ดถั่ว หรือไต (Kidney Shape) โดยทั่วไปจะห้อยอยู่ภายในถุงหุ้มอัณฑะ (Scrotum) นอกกร่างกาย เพื่อประโยชน์ในการปรับ อุณหภูมิของลูกอัณฑะให้ต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส ภายในอัณฑะจะพบองค์ประกอบที่แตกต่างกันอยู่ 2 ชนิด คือ

- ก. ท่อเซมินิเฟอรัล (Seminiferous Tubules) มีลักษณะเป็นท่อเล็กๆ ขดไปมาในอัณฑะเต็ม ไปหมด ภายในท่อจะมี Germ Cells ซึ่งต่อมาจะเปลี่ยนเป็นตัวอสุจิ และ Sertoli Cell ทำหน้าที่เป็นเซลล์ที่เลี้ยงให้อสุจิในขณะที่ยังไม่เปลี่ยนรูปร่างภายใน Cytoplasm ของ Sertoli Cell จะมี Glycogen อยู่ เพื่อใช้เป็นอาหารแก่ตัวอสุจิที่ยังอยู่ในภาวะเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ปริมาณของท่อ Seminiferous Tubules นี้มีอยู่ประมาณ 90% ของเซลล์ทั้งหมดของอัณฑะ
- ข. เลย์ดิกเซลล์ (Interstitial Cell หรือ Leydig Cell) เป็นกลุ่มเซลล์ที่แทรกอยู่ระหว่างท่อ Seminiferous Tubules มีอยู่ประมาณ 10% ของเซลล์ทั้งหมด มีหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพศ ผู้ (Androgen หรือ Testosterone) ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ตัวอสุจิสมบูรณ์ อวัยวะเพศแข็ง แรง และเพศผู้มีการแสดงอาการอยากผสมพันธุ์ (Libido)

### 2. ท่ออสุจิ

ท่อปัสสาวะและลึงค์ (Vasdeferens, Urethra and Penis) มีหน้าที่ร่วมกันในการนำส่งน้ำเชื้อที่มี อสุจิอยู่ออกภายนอกกร่างกาย ท่อนำส่งอสุจิ (Vasdeferens) เป็นท่อคู่เชื่อมระหว่างท่อเก็บอสุจิ (Epididymis) กับท่อปัสสาวะ (Urethra) ท่อนำส่งอสุจิจะขยายตัวเป็นกระเปาะ (Ampulla) ที่แถบ บริเวณกระดูงเชิงกราน ที่กระเปาะนี้เป็นที่พักของตัวอสุจิ มีการผลิตอาหารสำหรับหล่อเลี้ยงอสุจิ

ด้วย สำหรับลึงค์ของโคมีความยาว 30-40 นิ้ว มีกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อพิเศษเรียกว่า ไฟบรัส (Fibrous) ทำให้ลึงค์ของโคแข็งตัวตลอดเวลา

### 3. ต่อมน้ำกาม แบ่งได้ 3 ต่อม

- ก. ต่อมผลิตน้ำอสุจิ (Seminal Vesicles) มีอยู่เป็นคู่ มีลักษณะคล้ายพวงองุ่น มีช่องเปิด ประตูลูกเข้าสู่กระเปาะพัก (Ampulla) ขาวประมาณ 3-5 นิ้ว ความจุประมาณ 50 มล. ในโค ซึ่งจะผลิตประมาณ 50% ของน้ำกามทั้งหมด
- ข. ต่อมลูกหมาก (Prostate Gland) เป็นต่อมคู่ที่มีลักษณะคล้ายต่อมเด็ชว อยู่ตรงรอยต่อ ระหว่างท่อปัสสาวะและกระเปาะพักของท่ออสุจิ (Ampulla of Vasdeferens) ผลิตสารหล่อลื่นและล้างท่อปัสสาวะและช่วยป้องกันตัวอสุจิจากสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (Buffer) ป้องกันตัวอสุจิจับตัวกันเป็นปึกเวลาผสมพันธุ์ นอกจากนี้ยังผลิตสารที่เป็นแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อตัวอสุจิอีกด้วย
- ค. ต่อมคาวเปอร์ (Cowper's Gland) เป็นต่อมคู่อยู่คนละด้านของท่อปัสสาวะ ผลิตสารที่เป็นส่วนของน้ำเยิ้มๆ ก่อนจะมีการหลั่งอสุจิ เพื่อทำความสะอาดท่อและหล่อลื่น

4. น้ำกาม (Semen) ประกอบด้วยตัวอสุจิ (Sperm Cell) ซึ่งมีขนาดยาวจากหัวถึงปลายหาง 70 ไมครอน ปกติในสัตว์ทั่วไปจะมีอายุหลังการหลั่งหรือจากการจับออกมานอกร่างกาย 24 ชั่วโมง อีกส่วนหนึ่งคือ น้ำกามซึ่งช่วยป้องกันอสุจิจากสภาพแวดล้อมต่างๆ และยังเป็นอาหารหล่อเลี้ยงอสุจิ และกระตุ้นให้ตัวอสุจิเคลื่อนไหวได้อีกด้วย

## บทที่ 3

### วิธีการสร้างอุปกรณ์

#### 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชาการผสมเทียม (สทศ. 2306) เป็นวิชาบังคับสาขาสัตวศาสตร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2536 ประเภทวิชาเกษตรกรรมเป็นวิชา 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์

#### คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญของการผสมเทียม การเป็นหนุ่มเป็นสาว การเป็นสัตว์เครื่องมือและอุปกรณ์ การรีดน้ำเชื้อ การเจือจางน้ำเชื้อ การตรวจและเก็บรักษาน้ำเชื้อ การตรวจการตั้งท้อง การเพิ่มประสิทธิภาพ อัตราการผสมติด การจดบันทึก ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในการผสมเทียม

#### จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการรีดน้ำเชื้อ การใช้เครื่องมืออุปกรณ์ และการเตรียมน้ำเชื้อการผสมเทียม
2. เพื่อให้เกิดทักษะในการรีดน้ำเชื้อ และการตรวจการตั้งท้องของแม่โค
3. เพื่อให้มีความมั่นใจและสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆ ในการผสมเทียมโค

#### ผลการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาการผสมเทียม

ภาคทฤษฎี ทั้งหมด 32 คาบ

บทที่ หัวข้อเรื่อง

จำนวนคาบ

บทที่ 1 บทนำ

2

บทที่ 2 กายวิภาคและสรีระวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้

4

2.1 กายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้

2.2 สรีระวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้

2.3 ความสำคัญของ Testosterone

2.4 Sexual Desire

2.5 Puberty

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 อันตรายที่ได้รับจากการผสมพันธุ์เพศผู้

บทที่ 3	กายวิภาคและสรีระวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้	4
บทที่ 4	อุปกรณ์การผสมเทียม	2
บทที่ 5	การรีดเก็บน้ำเชื้อจากพ่อพันธุ์	2
บทที่ 6	การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อและขั้นตอนการผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง	6
บทที่ 7	การผสมเทียมในสัตว์ต่างๆ	4
บทที่ 8	การตรวจการตั้งท้อง	4
บทที่ 9	ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการผสมเทียมและการเพิ่มประสิทธิภาพต่อการผสมเทียม	4

รวม 32 คาบ

## ภาคปฏิบัติ ทั้งหมด 48 คาบ

บทปฏิบัติการ	หัวข้อเรื่อง	จำนวนคาบ
บทปฏิบัติการที่ 1	ลักษณะระบบสืบพันธุ์เพศผู้	3
บทปฏิบัติการที่ 2	ลักษณะระบบสืบพันธุ์เพศเมีย	3
บทปฏิบัติการที่ 3	อุปกรณ์การผสมเทียม	3
บทปฏิบัติการที่ 4	การรีดเก็บน้ำเชื้อ	6
บทปฏิบัติการที่ 5	การตรวจคุณภาพน้ำเชื้อ	3
บทปฏิบัติการที่ 6	การผลิตน้ำเชื้อแช่แข็ง	6
บทปฏิบัติการที่ 7	การตรวจการเป็นสัด	3
บทปฏิบัติการที่ 8	เทคนิคการฉีดน้ำเชื้อ	6
บทปฏิบัติการที่ 9	การตรวจการตั้งท้อง	6
บทปฏิบัติการที่ 10	ดูงานนอกสถานที่	9

จากรายละเอียดของทฤษฎีบทที่ 2 เรื่องกายวิภาคและสรีระสืบพันธุ์เพศผู้ ได้นำหัวข้อ 2.1 เรื่องกายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้, 2.2 เรื่องสรีระวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้ และบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องลักษณะระบบสืบพันธุ์เพศผู้มาจัดทำเป็นภาพพจนานุกรม และคู่มืออธิบายภาพพจนานุกรมของระบบสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชา การผสมเทียม

## 3.2 เนื้อหาบทเรียน

### ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มีลักษณะคล้ายกันในสัตว์แต่ละชนิด ส่วนที่สำคัญคือ ต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (Gonad) ซึ่งในสัตว์เพศผู้เรียกว่าอัณฑะ (Testis) มีอยู่ 1 คู่ ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิและฮอร์โมนเพศ จากอัณฑะมีท่อพักอสุจิ (Epidi-Dymis) นำน้ำเชื้อไปสู่ท่อนำน้ำเชื้อ (Ductus Deferens) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของน้ำเชื้อเข้าไปในท่อปัสสาวะ และออกมาสู่ภายนอกร่างกาย นอกจากอัณฑะแล้ว ส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ต่อมลำรอง (Accessory Gland) ซึ่งทำหน้าที่สร้างน้ำคัดหลั่ง (Secretion) ออกมาผสมปนเปกับตัวอสุจิรวมกัน เรียกว่าน้ำเชื้อ ต่อมเหล่านี้ได้แก่ ต่อมเวสซิกูลาร์ (Vesicular Gland) ต่อมพรอสเตท (Prostate-Gland) และต่อมบูลโบยูริธรัล หรือต่อมคาวเปอร์ (Bulbourethral Gland หรือ Cowper's Gland)

## 1. อัณฑะ (Testis)

อัณฑะ จัดเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของการสืบพันธุ์ในสัตว์เพศผู้ เช่นเดียวกับที่รังไข่เป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของการสืบพันธุ์ในสัตว์เพศเมีย โดยอัณฑะมีหน้าที่ผลิตเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (เซลล์อสุจิ) และฮอร์โมนเพศผู้ (แอนโดรเจน) อัณฑะต่างจากรังไข่ตรงที่ยังไม่มีเซลล์อสุจิเมื่อแรกเกิด แต่จะมีเพียงเซลล์สืบพันธุ์ (Germcell) อยู่ในท่อสร้างอสุจิ (Seminiferous Tubule) ทำหน้าที่สร้างเซลล์อสุจิใหม่ โดยการแบ่งเซลล์ตลอดชีวิตการสืบพันธุ์ตามปกติของสัตว์เพศผู้

อัณฑะไม่ได้อยู่ภายในร่างกายเหมือนรังไข่ แต่จะเลื่อนลงมาจากจุดกำเนิดซึ่งอยู่ใกล้ไต ผ่านผนังช่องท้องในช่วงขาหนีบเข้าไปในถุงหุ้มอัณฑะ (Scrotum) ยกเว้นในช้าง ซึ่งอัณฑะอยู่ในช่องท้องเช่นเดียวกับสัตว์ปีก การเคลื่อนตัวของอัณฑะจากช่องท้องเกิดการหดตัวของ Gubernaculum ซึ่งเป็นเอ็นยึดโยงระหว่างบริเวณขาหนีบกับบริเวณส่วนหางของท่อพักอสุจิ โดยมีแรงดันภายในช่องท้องและฮอร์โมนเพศผู้เป็นตัวควบคุม ในโคการเคลื่อนตัวของอัณฑะในตัวอ่อนจะเสร็จสิ้นประมาณช่วงกลางของระยะตั้งท้อง ในบางกรณีอาจมีอัณฑะหนึ่งลูก หรือสองลูกไม่เคลื่อนตัวลงถุงหุ้มอัณฑะเนื่องจากการผิดปกติในการพัฒนา หรือเป็นกรรมพันธุ์ ถ้าอัณฑะทั้งสองลูกไม่ตกลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะจะเรียกสัตว์ตัวนั้นว่า Bilateral Cryptorchid ซึ่งจะเป็นหมัน แต่อัณฑะหนึ่งลูกตกลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะเรียกว่า Unilateral Cryptorchid ซึ่งยังคงมีความสมบูรณ์พันธุ์ตามปกติ เพราะอัณฑะที่ตกลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะสามารถทำหน้าที่ได้ปกติ การแก้ไข Cryptorchid อาจทำได้โดยการผ่าตัด แต่ไม่แนะนำให้ทำในสัตว์เลี้ยงเพราะในลักษณะนี้สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ การผ่าตัดยังคงทำให้ลักษณะนี้มีอยู่ในฝูงต่อไป

รูปร่าง ขนาด และตำแหน่งของอัณฑะที่ติดอยู่กับร่างกายนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสัตว์ ในโคอัณฑะมีรูปร่างแบบไข่ (Oval) และห้อยลงมาอยู่ใต้ท้อง โดยมีแกนยาวตั้งฉากกับพื้นราบ ดังนั้นอัณฑะ โคจึงมีเพียงส่วนบนที่แนบชิดกับลำตัว อัณฑะ โคมีขนาดความยาว 13 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 350 กรัม โดยอัณฑะ 1 กรัม สามารถผลิตเซลล์อสุจิได้ 13-19 ล้านเซลล์ต่อวัน

อัณฑะของสัตว์ทุกชนิดถูกปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อที่เรียกว่า Tunica Vaginalis ซึ่งยื่นออกมาจากเยื่อช่องท้อง เยื่อหุ้มนี้จะมีตั้งแต่เมื่ออัณฑะเลื่อนเข้าไปในถุงหุ้มอัณฑะ และหุ้มไปตลอดแนวของท่อพักอสุจิ เนื้อเยื่อชั้นถัดเข้าไป ได้แก่ Tunica Albuginea Testis ซึ่งเป็นชั้นที่ติดกับเนื้ออัณฑะ โดยเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางๆ มีสีขาว ภายใตผิวของชั้นนี้จะมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงเป็นจำนวนมาก ใต้ชั้น Tunica Albuginea Testis จะเป็นส่วนของเนื้ออัณฑะ (Testicular Parenchyma) ตรงกลางของอัณฑะจะมีเนื้อเยื่อ Mediastinum Testis ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่วางตามแกนยาวของอัณฑะ และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า Septula Testis มาเชื่อมต่อกัน ส่วนของอัณฑะและเนื้อเยื่อที่ปกคลุม Septula Testis จะแตกแขนงแบ่งเนื้อเยื่ออัณฑะออกเป็นหลายพู (Lobule) เป็นรูปกรวย ในแต่ละพูมีท่อสร้างอสุจิลักษณะเป็นท่อเล็กขดไปมา ท่อสร้างอสุจินี้มีน้ำหนักรวมกันประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอัณฑะ ประมาณกันว่าถ้าเอาท่อสร้างอสุจิจากอัณฑะคู่หนึ่งของโคมาเย็ดออกจะได้รับความยาวประมาณ 5000 เมตร ท่อสร้างเซลล์อสุจิมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 200 ไมครอน และส่วนหนึ่งจะประสานกันเป็นตาข่าย เรียกว่า Rete Testis ซึ่งต่ออยู่กับท่อเล็กๆ คือท่อนำอสุจิ (Efferent Ductule) ประมาณ 12-15 ท่อ ท่อนำอสุจิออกเหล่านี้จะมารวมกันที่ท่อพักอสุจิส่วนหัว (Head of Epididymis) เมื่อตัดเนื้ออัณฑะออกตามแนวขวางพบว่าภายในเนื้ออัณฑะที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ มีท่อสร้างอสุจิ ซึ่งมีเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ (Spermatogonia) และเซลล์พี่เลี้ยง (Sertoli Cell) เซลล์พี่เลี้ยงมีขนาดใหญ่กว่าแต่มีจำนวนน้อยกว่าเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ ระหว่างท่อสร้างอสุจิมี Leydig Cell หรือ Interstitial Cell ซึ่งเมื่อถูกกระตุ้นจากแอลเอส (LH หรือ Luteinizing Hormone) จะสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (Testosterone) และฮอร์โมนเพศอื่นๆ (ในปริมาณเล็กน้อย)

## 2. ถุงหุ้มอัณฑะและสายรั้งลูกอัณฑะ (Scrotum and Spermatic Cord)

ถุงหุ้มอัณฑะมีลักษณะเป็นถุงมี 2 กระเปาะ หุ้มอัณฑะทั้งคู่อยู่ภายใน ชั้นนอกของถุงหุ้มอัณฑะเป็นชั้นหนา มีต่อมเหงื่อขนาดใหญ่และต่อมไขมันจำนวนมาก ถัดเข้าไปเป็นชั้นของเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบเรียกว่า Tunica Dartos ซึ่งกระจัดกระจายไปทั่วบริเวณควบคู่กับเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน Tunica Dartos แบ่งถุงหุ้มอัณฑะออกเป็น 2 ถุง โดยจะติดอยู่กับ Tunica Vaginalis ที่ด้านล่างของแต่ละถุง

สายรั้งลูกอัณฑะเป็นตัวเชื่อมระหว่างอัณฑะกับระบบเลือด และระบบประสาท นอกจากนี้สายรั้งลูกอัณฑะยังประกอบด้วย เส้นใยกล้ามเนื้อเรียบ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และส่วนหนึ่งของท่อนำน้ำเชื้อ ทั้งสายรั้งลูกอัณฑะ และถุงหุ้มอัณฑะมีส่วนช่วยในการพยุงอัณฑะ และยังทำงานร่วมกันในการควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะอีกด้วย

## โครงสร้างของอัณฑะ และถุงหุ้มอัณฑะประกอบด้วย

1. หนังกำพร้า (Epidermis) เป็นชั้นนอกสุด อยู่ที่ส่วนถุงหุ้มอัณฑะ
2. หนังแท้ (Dermis) อยู่ถัดเข้าไปจากชั้นหนังกำพร้า
3. ทูนิกา ดาโตส (Tunica Datos) เป็นชั้นกล้ามเนื้อซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของผิวหนังเข้าไป ทั้งหนังกำพร้า หนังแท้ และทูนิกา ดาโตสนี้รวมกันเป็นถุงหุ้มอัณฑะ ในส่วนทูนิกา ดาโตสมีกล้ามเนื้อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้ถุงหุ้มอัณฑะหนาตัวขึ้น หรือการคลายตัวของกล้ามเนื้อทำให้ถุงหุ้มอัณฑะบางตัวลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective Tissue) ในชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้แทรกอยู่ระหว่างอัมตะและหนังหุ้มอัมตะ และจะอยู่กันอย่างหลวมๆ เพื่อให้ถุงหุ้มอัมตะสามารถยืดหยุ่นหรือดึงตัวให้ตึงได้สะดวก
5. ทูนิกา วาจินาลิส (Tunica Vaginalis) ชั้นนี้เป็นเนื้อเยื่อหนาและไม่มีความยืดหยุ่น มีเส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดงมาหล่อเลี้ยงมากมาย
6. ทูนิกา อัลบูจินีเย (Tunica Albuginea) อยู่ถัดจากชั้นทูนิกา วาจินาลิสเข้าไประหว่างชั้นของทูนิกา อัลบูจินีเย และทูนิกา วาจินาลิส จะมีของเหลวใสหล่อลื่นอยู่ ชั้นทูนิกา อัลบูจินีเยเป็นชั้นที่อยู่กับเนื้อของอัมตะ ห่อหุ้มให้อัมตะคงรูปร่างได้
7. เนื้ออัมตะ (Testicular Parenchyma) ในชั้นนี้ประกอบไปด้วยท่อสร้างอสุจิอยู่มากมาย ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ และในระหว่างท่อสร้างอสุจิจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรก เนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีเล็ดคิกเซลล์ (Leydig Cell) ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 1** อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ และหน้าที่สำคัญๆ

อวัยวะ	หน้าที่
- ท่อพักอสุจิ	- เคลื่อนย้ายอสุจิ - ทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น - เก็บรักษาสอสุจิ - ทำให้อสุจิเจริญเต็มวัย
- ท่อนำน้ำเชื้อ	- เคลื่อนย้ายอสุจิ
- ท่อปัสสาวะ	- ส่งผ่านน้ำเชื้อ
- ต่อมเวสซิกิวลาร์	- ไข่ของเหลว สารให้พลังงาน และบีฟเฟอร์ในน้ำเชื้อ
- ต่อมพรอสเตท	- ไข่ของเหลว และประจุอินทรีย์ในน้ำเชื้อ
- ต่อมบัลโบยูริธรัล	- ไข่ของเหลวที่ช่วยล้างปัสสาวะที่เหลือค้างในท่อปัสสาวะก่อนการหลั่งน้ำเชื้อ
- อวัยวะเพศผู้	- อวัยวะสำหรับการผสมพันธุ์
- หนังกุ้มอวัยวะเพศผู้	- หุ้มปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้

ที่มา : สมศักดิ์ บัณจุชย์ (2533) หน้า 14

ตารางที่ 2 ขนาด และน้ำหนักของส่วนต่างๆ ของท่อทางเดินอวัยวะสืบพันธุ์สัตว์เพศผู้

	อวัยวะ	โค	สุกร	แกะ
อัณฑะ	- ความยาว (ซม.)	13	13	10
	- เส้นผ่านศูนย์กลาง (ซม.)	7	7	6
	- น้ำหนัก (กรัม)	350	360	275
ท่อพักอสุจิ	- ความยาวท่อ (เมตร)	40	50	50
	- น้ำหนัก (กรัม)	36	85	-
ท่อนำน้ำเชื้อ	- ความยาว (ซม.)	102	-	24
แอมพูลลา	- ความยาว (ซม.)	15	เป็นก้อน	7
ต่อมเวสซิคูลาร์	- เส้นผ่านศูนย์กลาง	1.2	เป็นก้อน	0.6
	- ความยาว (ซม.)	13	13	4
	- ความกว้าง (ซม.)	3	7	2
	- ความหนา (ซม.)	2	4	1.5
ต่อมพรอสเตท	- น้ำหนัก (กรัม)	75	200	5
	- ลำตัว (ซม.)	3x1x1	3x3x1	เป็นก้อน
ต่อมบูลโบยูรีธรัล	- ส่วนนอก (ซม.)	12x1x1	ก้อน	17x1x1
	- ความยาว (ซม.)	3	16	1.5
	- ความกว้าง (ซม.)	2	4	1
	- น้ำหนัก (ซม.)	6	85	3
องคชาติ	- ความยาว (ซม.)	102	55	40
	- ความยาวส่วนอิสระ (ซม.)	9.5	18	4
	- ท่อปัสสาวะ โผล่ (ซม.)	0.2	-	4
หนังหุ้มองคชาติ	- ความยาว (ซม.)	30	23	11

ที่มา : พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน (2530) หน้า 10-11

### การควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะ (Temperature Control)

การที่น้ำเชื้อของสัตว์เลี้ยงหลายชนิดมีความสมบูรณ์ต่ำระหว่างฤดูร้อนเป็นเพราะกลไกในการควบคุมอุณหภูมิไม่สามารถทำให้อัณฑะมีอุณหภูมิต่ำพอเหมาะต่อการทำหน้าที่ของมัน ในโคถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอยู่ในช่วง 5-12 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในอัณฑะจะต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายประมาณ 4-7 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นเป็น 38 องศาเซลเซียส ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้โดยไม่มีการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัมตะ และอูมฤมิภยในร้งภยจะลลลงเหลือเพียงประมคครั้งหนึ่งเท่านั้น (ต้งภยอูมฤมิร้งภย 2-3 องศษเซลเซียส) ในขณะทอูมฤมิภยเวดล้อมต้งไม่ปรกฏว้มีผลกระทบต่อควมสมบูรณัพ้ันธุ์

บพภทของอูมฤมิอัมตะ และสยร้งลुकอัมตะในการควมคุมอูมฤมิของอัมตะ คอ การค้งอัมตะให้เข้ไปโกล้ล้ต้งวณะทอูมฤมิภยเวดล้อมต้ง และปลอຍให้อัมตะอยู่ห้งภยล้ล้ต้งวณะทอูมฤมิภยเวดล้อมสูงข้ัน การเคล่อนทงข้ันลงของอัมตะนี้ เกิดจกกล้มนอเรียบ 2 ชุด คอ Tunica Dartos ซ้ันเป็นกล้มนอเรียบของอูมฤมิอัมตะและ Cremaster ซ้ันเป็นกล้มนอเรียบของสยร้งลुकอัมตะ กล้มนอเรียบทงสองชุดมีควมไวต่ออูมฤมิระหว่างทอากศเยน การหดต้งของกล้มนอเรียบนี้ทำให้อูมฤมิอัมตะข้น และสยร้งลुकอัมตะหดต้งฮอถูกอัมตะเข้ไปโกล้ล้ต้ง แต่ในระหว่างทอากศร้อน กล้มนอเรียบนี้จะลลยต้ง ปลอຍให้อูมฤมิอัมตะและสยร้งลुकอัมตะฮิดออกมททำให้อัมตะเคล่อนออกมอยู่ห้งภยล้ล้ต้ง กล้มนอเรียบค้งล้ล้ต้งจะไม่ตบสนองต่อกรเปล่ยนเปล่งของอูมฤมิ จนกระทั่งต้งว้มีอายุโกล้เป็นหนุ่มแล้วเท่านั้น การตบสนองต่อกรเปล่ยนเปล่งของอูมฤมิต้งมีฮอโรมเทสโทส เตอโรนเป็นต้งควมคุม

การลคอูมฤมิของอัมตะเกิดจกกลไก 2 อย่าง อย่างแรกคอการระเหย (Evaporation) เนื่องจกผิวห้งของอูมฤมิอัมตะมีต้อมห่อและต้อมน้มน้ัน ซ้ันจะมีกิจกรรมมกข้ันระหว่างอากศร้อน การระเหยของต้งที่ต้อมเหล่านี้ข้บออกมช่วยทำให้อูมฤมิอัมตะเยนลง 2-5 องศษเซลเซียส นอกจกน้ันแล้วในขณะทมีอากศร้อน อูมฤมิอัมตะจะฮิดต้งออกทำให้อัมตะมีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากศภยนอกได้มกข้ัน การระเหยจึงมีมกข้ัน กลไกการลคอูมฤมิอย่างทที่สองคอ การแลกเปล่ยนควมร้อนในระบบหมุนเวียนของเลือด (Heat Exchange in the Circulatory System) โดยขณะที่เส่นเลือดคองน้เลือดที่มีอูมฤมิเท้กับในร้งภย มย้งอัมตะเส่นเลือดคองทข้ดไปมเหล่านี้จะพ้ันร้งภยของเส่นเลือดคองที่เรียกว้ Pampiniform Venous Plexus ซ้ันน้เลือดที่มีอูมฤมิที่ต้งภยเพื่อส่งกลับไปห้ใจ เลือดในเส่นเลือดคองจะมีอูมฤมิต้งลคก่อนทจะลงมถึงอัมตะ นอกจกน้ันแล้วในขณะทมีอากศร้อน สยร้งลुकอัมตะจะขยวข้ัน ทำให้อัมตะมีพื้นที่ในการแลกเปล่ยนควมร้อนมกข้ัน

### 3. ทอ้พ้กอสุจิ (Epididymis)

ทอ้พ้กอสุจิเป็นทอ้ภยนอกทอ้แรกทอ้ออกจกอัมตะ โดยเชื่อมต้งกับอัมตะและอูมฤมิไว้ใน Tunica Vaginalis กับอัมตะ ทอ้พ้กอสุจินี้จะถูกต้งหนึ่งของ Tunica Albuginea Testis หุ้มเอาไว้

ทอ้พ้กอสุจิแบ่งเป็น 3 ต้ง คอ

1. ทอ้พ้กอสุจิต้งหัว (Head หรือ Caput Epididymis) คอบริเวณแบนรยตรงยคของอัมตะ เป็นที่ซ้ันนำทอ้สุจิออก 12-15 ทอ้ เข้มรวมเป็นทอ้เตยว

เอกสารน้ันเป็นเอกสารท้สงวนไว้ส้หรับการเข้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ นำไปใช้ประโยชน์ด้ันการค้ ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดเปล่งนอ้หา และต้งอ้ยงอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ท่อพอกสุจิส่วนลำตัว (Body หรือ Corpus Epididymis) วางตัวไปตามยาวของอัมตะ ส่วนนี้มีลักษณะเป็นท่อใหญ่ท่อเดียวต่อกับท่อพอกสุจิส่วนหาง
3. ท่อพอกสุจิส่วนหาง (Tail หรือ Cauda Epididymis) อยู่ส่วนปลายตรงข้ามกับท่อพอกสุจิส่วนหัว และต่อกับท่อน้ำเชื้อ

โครงสร้างของท่อพอกสุจิและท่อภายนอกอื่นๆ คล้ายคลึงกับโครงสร้างส่วนที่เป็นท่อของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย โดยชั้นนอกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคือ Tunica Serosa ชั้นกลางเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบคือ Tunica Muscularis และชั้นในสุดเป็นเนื้อเยื่อผิว (Epithelial Layer) ชนิด Pseudostratified มีลักษณะเป็นเซลล์รูปทรงกระบอก (Columnar Cell) โดยท่อพอกสุจิส่วนหัวมีเยื่อผิวอยู่มาก มีขนยาวเกือบเต็มช่องว่างภายในท่อ ท่อพอกสุจิส่วนลำตัวมีเยื่อผิวที่มีขนสั้นลง และมีช่องว่างภายในท่อกว้างขึ้น ส่วนท่อพอกส่วนหางมีเยื่อผิวที่มีขนสั้นที่สุด และช่องว่างภายในท่อกว้างที่สุด

หน้าที่ของท่อพอกสุจิมียู่ 4 ประการ คือ

#### 1. การเคลื่อนย้ายอสุจิ (Transportation of Sperm)

เมื่อเซลล์อสุจิถูกสร้างขึ้นในท่อสร้างอสุจิแล้วจะถูกผลักดันเข้าสู่ Rete Testis โดยแรงดันจากการสร้างอสุจิเซลล์ใหม่ จากนั้นอสุจิใน Rete Testis จะผ่านเข้าสู่ท่อนำอสุจิออกโดยแรงดันของของเหลว (Fluid Pressure) ท่อนำอสุจิออกจะเคลื่อนย้ายอสุจิที่ยังไม่เจริญเต็มวัย (Immature Sperm) จาก Rete Testis ผ่านเข้าสู่ท่อพอกสุจิส่วนหัวโดยการโบกพัดของเซลล์เยื่อผิวที่มีขน (Cilia) และแรงดันของเหลวภายในท่อ หลังจากนั้นท่อพอกสุจิจะทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอสุจิโดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบของท่อ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายของโคใช้เวลา 9-11 วัน ระยะเวลาดังกล่าว จะเร็วขึ้นประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีการหลั่งน้ำเชื้อบ่อยๆ โดยการหลั่งน้ำเชื้อมีส่วนช่วยให้การเคลื่อนที่ดีขึ้นเนื่องจากในระหว่างการหลั่งน้ำเชื้อมีการหดตัวแบบ Peristalsis จากชั้นกล้ามเนื้อเรียบของท่อพอกสุจิ และยังมี การหดตัวแบบ Peristalsis ของท่อน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะซึ่งจะช่วยเคลื่อนย้ายอสุจิจากท่อพอกสุจิเข้าไปในท่อน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะ

#### 2. การทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น (Concentration of Sperm)

อสุจิจากอัมตะที่เข้าไปยังท่อพอกสุจิของโค มีความเจือจางมาก (ประมาณ 100 พันล้านเซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) แต่ท่อพอกสุจิจะทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น (ประมาณ 1 พันล้านเซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ความเข้มข้นของอสุจิที่สูงขึ้นเกิดจากของเหลวซึ่งเซลล์อสุจิอาศัยอยู่ถูกเยื่อผิวของท่อพอกสุจิดูดซึม การดูดซึมของเหลวเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในท่อพอกส่วนหัวและตอนปลายของท่อพอกสุจิส่วนลำตัว

#### 3. การเก็บรักษาอสุจิ (Storage of Sperm)

การเก็บรักษาอสุจิส่วนใหญ่อยู่ในท่อพอกสุจิส่วนหาง ซึ่งมีช่องว่างภายในท่อมากกว่าบริเวณอื่นในโคที่โตเต็มที่ขนาดท่อพอกสุจิอาจเก็บรักษาอสุจิไว้ได้ 50-74 พันล้านเซลล์ ซึ่งเท่ากับปริมาณที่ผลิตจากอัมตะในเวลา 3.6 วัน สภาพภายในที่พอกสุจิส่วนหางเหมาะสมต่อการมีชีวิตเป็นเวลานานเนื่องจากมีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เชิงงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นิพนธ์แต่เนิ่นไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นกรดเป็นด่างต่ำ มีความหนืดสูง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์สูง อัตราส่วนของโปแตสเซียมต่อโซเดียมสูง มีอิทธิพลของฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน และอาจมีปัจจัยอื่นๆ อีกมาร่วมกัน ทำให้มีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำและอสุจิมีชีวิตยาวนานขึ้น สภาพแบบนี้ไม่สามารถจำลองได้จากภายนอกท่อพักอสุจิ ถ้ามีการมัดท่อพักอสุจิไม่ให้มีเซลล์อสุจิใหม่เข้ามา และไม่ให้เซลล์อสุจิเก่าออกไป เซลล์อสุจิในท่อพักจะมีชีวิตและความสมบูรณ์ได้นานประมาณ 60 วัน ดังนั้น ถ้าสัตว์ไม่ได้ผสมพันธุ์เป็นระยะเวลาานาน น้ำเชื้อที่หลังออกมาครั้งแรกๆ อาจมีเซลล์อสุจิที่ไม่มีความสมบูรณ์พันธุ์อยู่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูง

#### 4. การทำให้อสุจิเจริญเต็มวัย (Maturation of Sperm)

เมื่ออสุจิที่ถูกสร้างขึ้นเดินทางจากท่อนำอสุจิออก เข้าไปในท่อพักอสุจิส่วนหัว เซลล์อสุจินั้นยังไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ และยังไม่มีความสมบูรณ์พันธุ์ ต่อเมื่อเดินทางผ่านท่อพักอสุจิจึงจะมีการเคลื่อนไหวและมีความสมบูรณ์พันธุ์ ถ้าผูกปลายทั้งสองข้างของท่อพักอสุจิส่วนหางไว้ เซลล์อสุจิที่อยู่ใกล้ท่อพักอสุจิส่วนลำตัวมากที่สุด จะมีความสมบูรณ์พันธุ์นานขึ้นประมาณ 25 วัน แต่ในเวลาเดียวกัน เซลล์อสุจิที่อยู่ใกล้ท่อนำน้ำเชื้อจะมีความสามารถในการปฏิสนธิลดลง แสดงว่าเซลล์อสุจิจะมีความสมบูรณ์พันธุ์เมื่อเข้ามาอยู่ในท่อพักอสุจิส่วนหาง และจะเริ่มแก่แล้วตายไปถ้าไม่ถูกเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น ขณะที่อยู่ในท่อพักอสุจิ เซลล์อสุจิจะสูญเสีย Cytoplasmic Droplet ไป ซึ่งจะมีอยู่ในส่วนคอของอสุจิทุกเซลล์ระหว่างขบวนการสร้างอสุจิ Cytoplasmic Droplet นี้สามารถใช้เป็นเครื่องบอกได้ว่าเซลล์อสุจิเจริญเต็มที่แล้วหรือยัง ถ้าน้ำเชื้อสดที่เซลล์อสุจิที่ยังคงมี Cytoplasmic Droplet อยู่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงถือว่าน้ำเชื้อนั้นมีความสมบูรณ์พันธุ์ต่ำ

#### 4. ท่อนำน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะ (Vas deferens and Urethra)

ท่อนำน้ำเชื้อเป็นท่อที่ต่อจากท่อพักอสุจิส่วนหาง แต่ละข้างวางตัวไปตามสายรังลูกอ้มทะเล โดยมีเยื่อหุ้มช่องท้องช่วยพยุง ท่อนี้จะผ่านช่องขาหนีบเข้าไปในบริเวณเชิงกรานเปิดออกสู่ท่อปัสสาวะที่บริเวณใกล้ช่องเปิดของท่อปัสสาวะ ซึ่งต่อกับกระเพาะปัสสาวะ ท่อนำน้ำเชื้อมีหน้าที่ส่งผ่านเซลล์อสุจิแต่เพียงอย่างเดียว โดยการส่งผ่านเซลล์อสุจิไปยังท่อปัสสาวะจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่องจากการหดตัวแบบ Peristalsis ของผนังกล้ามเนื้อ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ท่อพักอสุจิส่วนหาง ส่วนปลายที่ยาวใหญ่ของท่อนำน้ำเชื้อใกล้ท่อปัสสาวะเรียกว่าแอมพูลลา (Ampulla) ซึ่งบางคนเชื่อว่าแอมพูลลาทำหน้าที่เก็บรักษาน้ำเชื้อในระยะสั้นๆ แต่ปรากฏว่าเซลล์อสุจิแก่เร็วเมื่ออยู่ในแอมพูลลา ดังนั้นแอมพูลลาจึงน่าจะเป็นที่รวมของอสุจิระหว่างที่จะมีการหลั่งน้ำเชื้อก่อนถูกส่งเข้าไปในท่อปัสสาวะมากกว่า ท่อปัสสาวะเป็นท่อเดี่ยวเริ่มจากบริเวณที่ต่อกับแอมพูลลาไปจนถึงปลายอวัยวะเพศผู้ ท่อนี้เป็นทางออกของปัสสาวะและน้ำเชื้อระหว่างการหลั่งน้ำเชื้อ ในโคจะมีการรวมกันระหว่างอสุจิที่เข้มข้นจากท่อนำน้ำเชื้อและท่อพักอสุจิกับของเหลวจากต่อมน้ำกามที่บริเวณท่อปัสสาวะในช่องเชิงกรานก่อนถูกขับสู่ภายนอก

## 5. ต่อมน้ำกาม (Accessory Gland)

ต่อมน้ำกามอยู่บริเวณท่อปัสสาวะในส่วนเชิงกราน โดยมีท่อจากต่อมเหล่านี้เปิดออกสู่ท่อปัสสาวะ ต่อมน้ำกามเป็นแหล่งผลิตของเหลวส่วนใหญ่ในน้ำเชื้อ นอกจากนี้ของเหลวจากต่อมน้ำกามยังเป็นบัพเฟอร์ มีอาหาร และสารอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหวและความสมบูรณ์พันธุ์ของเซลล์อสุจิ

### ต่อมน้ำกามมีอยู่ด้วยกัน 3 ต่อม คือ

1. ต่อมเวสซิกิวลาร์ (Vesicular Gland) เป็นเซมินอล เวสซิกิล (Seminal Vesicles) มี 1 คู่ ในโคมิ ลักษณะเป็นพุกคล้ายพวงอุ้งน ท่อของต่อมเวสซิกิวลาร์เปิดออกใกล้ๆ ทางแยกที่แอมพูลลาเปิดเข้าท่อปัสสาวะ ในโคมากกว่าครึ่งหนึ่งของของเหลวในน้ำเชื้อมาจากต่อมน้ำกามนี้ ต่อมเวสซิกิวลาร์ให้ของเหลวที่มีสารประกอบอินทรีย์หลายตัว ในบรรดาสารประกอบมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฟรุคโตส (Fructose) และซอร์บิตอล (Sorbitol) ที่เป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญของเซลล์อสุจิ นอกจากนี้ต่อมน้ำกามนี้ยังให้ของเหลวที่มีฟอสเฟตบัพเฟอร์ และคาร์บอนेट บัพเฟอร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเชื้ออีกด้วย

2. ต่อมพรอสเตท (Prostate Gland) เป็นต่อมเดี่ยวอยู่รอบท่อปัสสาวะ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนลำตัว (Body of Prostate) ซึ่งอยู่ทางด้านบนตรงส่วนต่อระหว่างท่อปัสสาวะในส่วนเชิงกรานกับส่วนคอของท่อปัสสาวะ อีกส่วนคือส่วนที่ฝังอยู่ได้ชั้นกล้ามเนื้อรอบๆ ท่อปัสสาวะ (Disseminate Prostate) โดยมีส่วนบนหนากว่าส่วนล่าง ในโคของเหลวที่ผลิตจากต่อมน้ำกามนี้มีจำนวนน้อย แต่ของเหลวจากต่อมน้ำกามนี้มีประโยชน์มาก เช่น โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยจะอยู่ในสภาพสารละลาย

3. ต่อมบัลโบยูริธรัล หรือควาเปอร์ (Bulbourethral หรือ Cowper's Gland) เป็นต่อมคู่วางตัวอยู่ด้านบนของท่อปัสสาวะใกล้บริเวณที่ท่อปัสสาวะออกมาจากกระดูกเชิงกราน ในโคต่อมน้ำกามนี้มีขนาดเล็ก และฝังตัวอยู่ในกล้ามเนื้อ ของเหลวที่ผลิตจากต่อมน้ำกามนี้มีปริมาณน้อย ใน โคของเหลวส่วนนี้ทำหน้าที่ล้างท่อปัสสาวะก่อนการหลั่งน้ำเชื้อ โดยจะพบของเหลวส่วนนี้หยดออกมาจากหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ (Prepuce)

## 6. อวัยวะเพศผู้ (Penis)

อวัยวะเพศผู้เป็นอวัยวะสำหรับการผสมพันธุ์ของสัตว์ อวัยวะเพศผู้วางตัวอยู่ทางด้านบนรอบๆ ท่อปัสสาวะจากจุดที่ท่อปัสสาวะออกพ้นเชิงกราน โดยมีทางเปิดของท่อปัสสาวะอยู่ที่ปลายของอวัยวะเพศผู้ อวัยวะเพศผู้มีลักษณะโค้งงอแบบตัว S (Sigmoid Flexure) ซึ่งทำให้โคสามารถดึงอวัยวะเพศผู้เข้าเก็บไว้ในลำตัวได้ โดยมีกล้ามเนื้อที่เรียกว่า Retractor Penis Muscle ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเรียบ 1 คู่ โยงจากกระดูกสันหลังในส่วนของกระดูกหาง และเชื่อมกับด้านล่างตรงส่วนหน้าของอวัยวะเพศผู้ที่โค้งงอแบบตัว S กล้าม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อคู่นี้เมื่อคลายตัวจะปล่อยให้อวัยวะเพศผู้ยืดยาวออกมาภายนอก และเมื่อหดตัวจะดึงอวัยวะเพศผู้กลับเข้าไปในลำตัว ปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ (Free End of Penis) เรียกว่า Gland Penis

ลักษณะทางกายวิภาคของอวัยวะเพศผู้ และหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศ เมื่อตัดขวางจะมีเนื้อเยื่อที่เรียกว่า Erectile Tissue ซึ่งมีโพรงจำนวนมากอยู่ภายใน โดยอยู่ใน 2 บริเวณ คือส่วนที่อยู่รอบท่อปัสสาวะ เรียกว่า Corpus Spongiosum Penis ซึ่งจะขยายใหญ่เข้าไปในส่วนอวัยวะเพศผู้ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะโดยมีกล้ามเนื้อ Bulbospongiosus ปกคลุมอยู่ อีกส่วนหนึ่งอยู่ด้านบนของ Corpus Spongiosum Penis และกินบริเวณกว้างกว่า เรียกว่า Corpus Caverosum Penis มีลักษณะเป็นแท่งจนไปถึง Gland Penis บริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นโพรงจะมีเลือดมาคั่งระหว่างที่มีการตื่นตัวทางเพศ ทำให้อวัยวะเพศขยายใหญ่ (แข็งตัว) และขับน้ำเชื้อออกสู่ภายนอกได้สะดวก การคั่งของเลือดเกิดจากกล้ามเนื้อ Ischiocavernosus สูบฉีดเลือดผ่านทาง Erection Canal ของ Corpus Caverosum Penis

## 7. ส่วนปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ (Gland Penis)

ลักษณะของส่วนปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ เป็นส่วนที่มีประสาทรับความรู้สึกอยู่มาก มีความคล้ายคลึงกับคลิตอริสในเพศเมีย ในสัดส่วนใหญ่ที่ปลายอวัยวะเพศที่เป็นอิสระจะเป็นเนื้อเยื่อ Fibroelastic และมีเนื้อเยื่อ Electile อยู่เล็กน้อย

## 8. หนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ (Prepuce หรือ Sheath)

หนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ยื่นพันอวัยวะเพศ และส่วนที่ติดกับอวัยวะเพศ ช่องเปิดของหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้มีขนยาวล้อมรอบ

## ฮอร์โมนของระบบสืบพันธุ์ (Reproductive Hormone)

ก่อนที่จะศึกษาถึงการสืบพันธุ์ จำเป็นต้องเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่างๆ ทางสรีระวิทยา ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมขบวนการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติก่อนเพราะการสืบพันธุ์จัดว่าเป็นงานทางด้านสรีระวิทยาอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกัน ระบบสรีระวิทยาดังกล่าว คือ ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine System) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมโดยใช้ฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นมา

ต่อมไร้ท่อ (Endocrine Gland) ไม่มีระบบท่อทางเดินเพื่อส่งสิ่งที่ผลิตออกมา แต่ต่อมเหล่านี้จะผลิตและหลั่งสิ่งที่ผลิตนั้น เข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง ซึ่งจากต่อมมีท่อ (Exocrine Gland) ที่มีระบบท่อทางเดินของสิ่งที่ตัวเองผลิตออกสู่ภายนอกโดยไม่ได้หลั่งเข้าไปในกระแสเลือด ต่อมไร้ท่อจะผลิตฮอร์โมนซึ่งเป็นสารเคมี และส่งไปยังอวัยวะที่เป็นเป้าหมาย (Target Organ) หรือเซลล์อื่นๆ ที่เป็นเป้าหมาย (Target Cell)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางกระแสเลือด หรือทางน้ำเหลือง เพื่อควบคุมกิจกรรมทางสรีระวิทยาเฉพาะอย่างต่อไป จากคุณสมบัติอัน  
นี้ ฮอร์โมนจึงมีอิทธิพลต่อเซลล์ที่อยู่ตามจุดต่างๆ ซึ่งอยู่ห่างจากต่อมที่ผลิตขึ้นมาได้ ฉะนั้นพอจะสรุปได้ว่า

ฮอร์โมนคือ สารที่หลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อ และเดินทางไปยังอวัยวะเป้าหมาย โดยทางกระแส  
เลือดหรือทางน้ำเหลือง ฮอร์โมนมีลักษณะพิเศษ คือ จะมีผลต่ออวัยวะเป้าหมายเท่านั้น จะไม่มีผลต่ออวัยวะ  
อื่น สำหรับฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์จะต่างจากฮอร์โมนโดยทั่วไปคือ หน้าที่ของฮอร์โมนทั่วไปทำเพื่อ  
การดำรงอยู่ของชีวิต ส่วนฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ทำหน้าที่เพื่อการอยู่รอดของเผ่าพันธุ์ คือ ทำให้  
กระบวนการสืบพันธุ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยนั่นเอง ฮอร์โมนมีอยู่หลายชนิด และมีกิจกรรมที่แตกต่าง  
กันออกไป แต่ฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์ส่วนใหญ่สร้างมาจาก ต่อมไฮโปธาลามัส (Hypothalamus)  
ต่อมใต้สมอง (Pituitary Gland) ต่อมเพศ (Gonad) และรก (Placenta) โดยมีหน้าที่หลักคือทำให้ขบวนการ  
สืบพันธุ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เช่น การควบคุมวงจร การเป็นสัด การตกไข่ การปฏิสนธิ การตั้งท้อง  
การคลอดลูก การสร้างเซลล์อสุจิ เป็นต้น

### การแบ่งฮอร์โมนของการสืบพันธุ์

ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์ อาจจะแบ่งออกตามคุณสมบัติทางเคมี หรืออาจแบ่งออกตามหน้าที่ โดย  
ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์ในทางเคมีสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวก คือ

1. ฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์และโปรตีน (Peptide หรือ Protein Hormones) ฮอร์โมนเหล่านี้ถูกสร้าง  
ขึ้นมาโดยการเชื่อมกรดอะมิโน (Amino Acid) เข้าด้วยกันเป็นชุดๆ โดยมีขนาดโมเลกุลเป็นตัวกำหนดว่า  
ฮอร์โมนนั้นๆ เป็นเปปไทด์หรือโปรตีน ฮอร์โมนที่เป็นแบบเปปไทด์ และโปรตีนสามารถละลายน้ำได้  
และจะเปลี่ยนสภาพเมื่อถูกความร้อน และในภาวะที่เป็นกรดหรือด่างอย่างแรง ซึ่งการเปลี่ยนสภาพนี้จะทำ  
ให้คุณสมบัติทางสรีระวิทยาของฮอร์โมนนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น จะให้ฮอร์โมนประเภทนี้แก่สัตว์ จึง  
ต้องใช้วิธีฉีดเข้าไป (เข้าเส้นเลือดหรือเข้ากล้ามเนื้อ) ไม่ควรให้สัตว์กิน การใช้วิธีฉีดจะช่วยให้ฮอร์โมน  
ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ (Steroid Hormone) สเตอรอยด์เป็นไขมัน (Lipid) ประเภทหนึ่ง ซึ่งมิ  
การจัดโครงสร้างเป็นแบบสี่เหลี่ยมวงแหวน (Tetracyclic) สเตอรอยด์ทุกชนิดมีคลอเลสเทอรอล  
(Cholesterol) เป็นสารตั้งต้นกำเนิด (Common precursor) ฮอร์โมนพวกนี้ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในอีเทอร์  
(Ether) คลอโรฟอร์ม (Chloroform) และตัวละลายอื่นๆ ซึ่งใช้ในการสกัดไขมัน ออกจากเนื้อเยื่อหรือ  
เลือดสเตอรอยด์ ฮอร์โมนบางตัวจะถูกดูดซึมผ่านท่อทางเดินอาหารได้ดี แต่โดยปกติการให้ฮอร์โมน  
ประเภทนี้ทางปาก จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการให้โดยการฉีด

ส่วนฮอร์โมนของการสืบพันธุ์เมื่อแบ่งออกตามหน้าที่มีอยู่ 2 พวก คือ

1. ฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์ (Primary Hormone of Reproduction) ฮอร์โมนพวกนี้มีหน้าที่  
ควบคุมกิจกรรมทางการสืบพันธุ์โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ฮอร์โมนรองของการสืบพันธุ์ (Secondary Hormone of Reproduction) ฮอร์โมนพวกนี้มีหน้าที่ในการปรับสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ตามปกติ

**ตารางที่ 3** ขนาด โมเลกุลของฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์และ โปรตีนซึ่งควบคุมการสืบพันธุ์

ฮอร์โมน	น้ำหนักโมเลกุล
FSH	28,000-32,000
LH	26,000-30,000
Prolactin	23,000-25,000
ACTH	4,500
Inhibin	>10,000
Oxytocin	1,007
GnRH	1,200-1,500
HCG	37,700
PMSG	28,000
Relaxin	6,500

ที่มา : สมศักดิ์ บัณฑุชัย (2533) หน้า 54

**ตารางที่ 4** ฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์ของเพศผู้

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่หลัก
ไฮโปธาลามัส	Gonadotrophic Releasing Hormone (GnRH)	ทำให้เกิดการปล่อย FSH และ LH
	Prolactin Inhibiting Hormone (PIH)	ยับยั้งการปล่อย Prolactin
	Prolactin Releasing Hormone (PRH)	ทำให้เกิดการปล่อย Prolactin
	Corticotrophic Releasing Hormone (CRH)	ทำให้เกิดการหลั่ง ACTH
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า	Follicle Stimulating Hormone	กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิ ในระยะ Spermiogenesis
	Luteinizing Hormone (LH)	ทำให้เกิดการหลั่ง Testosterone
อัณฑะ	Androgens (Testosterone)	1. มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ในเพศผู้ 2. กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิในระยะ Spermatocytogenesis 3. ดำรงสภาพของระยะท่อทางเดินในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ให้เป็นปกติ 4. ควบคุมการทำงานของต่อมน้ำกาม

ที่มา: สมศักดิ์ บัณฑิตชัย (2533) หน้า 55-58  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์จากต่อมใต้สมอง

ต่อมใต้สมอง (Pituitary หรือ Hypophysis) เป็นต่อมที่อยู่ทางด้านล่างของไฮโปทาลามัส โดยฝังตัวอยู่ในแอ่งของกระดูก Sphenoid ซึ่งเรียกว่า Sella Tunica ที่ฐานของสมอง ต่อมนี้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้า (Anterior Pituitary หรือ Adenohypophysis) และส่วนหลัง (Posterior Pituitary หรือ Neurohypophysis)

## ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ต่อมใต้สมองส่วนหน้าผลิตฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์ 3 ชนิด ซึ่งทั้ง 3 ชนิดเป็น โปรตีน ได้แก่ FSH (Follicle Stimulating Hormone), LH (Luteinizing Hormone) และ โพรแลคติน (Prolactin) โดย FSH และ LH เรียกรวมนกันว่า โภนาโดโทรฟิน (Gonadotrophin) เนื่องจากมีหน้าที่กระตุ้นต่อมเพศ สำหรับ LH ในสัตว์เพศผู้เรียกว่า ICSH (Interstitial Cell Stimulating Hormone) เนื่องจากมีหน้าที่กระตุ้น Leydig Cell หรือ Interstitial Cell ซึ่งอยู่ในอัมชะให้ผลิตเทสโทสเตอโรน

## โภนาโดโทรฟิน

ในสัตว์เพศผู้ โภนาโดโทรฟินจะไปกระตุ้นที่อัมชะ ทำให้เกิดการหลั่งสเตอรอยด์ฮอร์โมน การสร้างเซลล์อสุจิ การสร้าง ABP (Androgen Binding Protein) ซึ่งเป็น โปรตีนที่จับฮอร์โมนเพศผู้ โดย FSH มีบทบาทที่สำคัญ คือ กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิระยะ Spermiogenesis ในอัมชะ และยังมีผลทำให้ Spermatozoa หลุดออกจาก Sertoli Cell เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์อสุจิ นอกจากนั้นแล้ว FSH ยังกระตุ้น Sertoli Cell ให้สร้างอินฮิบิน (Inhibin) และ ABP จะหลั่งเข้าไปชองภายในของท่อสร้างอสุจิและจับกับเทสโทสเตอโรน ดังนั้นจึงพบว่ามีเทสโทสเตอโรนระดับสูงในชองภายในของท่อสร้างอสุจิ ส่วน LH ที่พบในสัตว์เพศผู้จะไปกระตุ้น Leydig Cell ของอัมชะให้สร้างเทสโทสเตอโรน ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญ คือ ทำให้การสร้างเซลล์อสุจิเป็นไปอย่างปกติ

กลไกการทำงาน (Mechanism of Action) ของโภนาโดโทรฟิน ในการกระตุ้นเซลล์เป้าหมายให้มีการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งกลไกดังกล่าวเริ่มต้นโดย ตัวรับโภนาโดโทรฟินในผนังเซลล์ของเซลล์ที่สร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมนจับกับโภนาโดโทรฟิน และไปกระตุ้น Adenylate Cyclase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ผนังเซลล์ และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยน ATP (Adenosine Triphosphate) ให้เป็น CAMP (Cyclic Adenosine Monophosphate) CAMP นี้มีบทบาทในการทำงานของฮอร์โมนหลายตัว โดยจะไปกระตุ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Protein Kinase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดฟอสโฟรีเลชัน (Phosphorylation) ต่อเอนไซม์ตัวอื่น หรือเกิดการสังเคราะห์เอนไซม์ตัวใหม่ โดยคาดว่าเอนไซม์เหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน ฉะนั้นการทำงานของโกนาโดโทรฟิน ในการกระตุ้นเซลล์เป้าหมายมีดังนี้ คือ

1. มีการจับตัวระหว่างโกนาโดโทรฟินกับตัวรับในผนังเซลล์ของเซลล์เป้าหมาย
2. มีการกระตุ้นของ Adenylate Cyclase เพื่อสร้าง CAMP
3. มีการจับตัวระหว่าง CAMP กับตัวรับภายในเซลล์ (อาจเป็นหน่วยควบคุมของ Protein Kinase)
4. มีการกระตุ้นของ Protein Kinase
5. มีการกระตุ้นของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน ในเซลล์เป้าหมาย

### ฮอร์โมนจากต่อมเพศ

สเตอรอยด์ฮอร์โมนส่วนใหญ่ที่ผลิตจากต่อมเพศ (รังไข่และอัณฑะ) ได้แก่ เอสโตรเจน (Estrogen) โปรเจสติน (Progestin) และแอนโดรเจน (Androgen)

**ตารางที่ 5** สเตอรอยด์ฮอร์โมนที่ผลิตจากต่อมเพศ

กลุ่ม	ฮอร์โมน
Estrogens	Estradiol -17 $\beta$
	Estriol
	Estrone
Progestins	Progesterone
	17 - Hydroxyprogesterone
	20 $\beta$ - Dihydroprogesterone
Androgens	Testosterone
	Androstenedione
	Dihydrotestosterone

ที่มา : สมศักดิ์ บัญชัช (2533) หน้า 66

### ฮอร์โมนจากอัณฑะ

สเตอรอยด์ฮอร์โมนที่ผลิตโดยอัณฑะ คือ แอนโดรเจน โดย LH กระตุ้นให้ Leydig Cell ของอัณฑะผลิตแอนโดรเจนออกมา แอนโดรเจน ที่มีความสำคัญในเพศผู้ที่โตเต็มขนาด คือ เทสโทสเตอโรน ซึ่งเรียกว่า ฮอร์โมนเพศผู้ (Male Sex Hormone) นอกจากเทสโทสเตอโรนแล้ว ยังพบไดไฮโดรเทสโทสเตอโรน

เอกลสารเป็นเอกลสารที่ส่งกระแสไฟฟ้าเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้ใช้เพื่อประโยชน์ในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โรน (Dihydrotestosterone) ในเลือดในปริมาณมากพอที่จะมีความสำคัญทางสรีระวิทยาเหมือนกัน สำหรับหน้าที่สำคัญของเทสโทสเตอโรนมีดังนี้ คือ

1. มีอิทธิพลต่อพัฒนาการของลักษณะทางเพศ (Secondary Sex Characteristic)
2. ดำรงสภาพของระบบท่อต่างๆ ในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ให้เป็นปกติ
3. ให้มีการแสดงออกถึงพฤติกรรมทางเพศ
4. ควบคุมการทำงานของต่อมไทรอยด์
5. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ (Tunica Dartos) ในถุงหุ้มอัณฑะ
6. ควบคุมการสร้างเซลล์อสุจิในระยะ Spermatocytogenesis

การควบคุมกันเองระหว่างแอนโดรเจนและโกนาโดโทรฟิน จะเป็นกลไกสำคัญให้การสืบพันธุ์เป็นไปได้อย่างปกติ โดยมีอินฮิบินเป็นตัวสำคัญในการควบคุมนี้ เนื่องจากเป็นตัวยับยั้งการปล่อย FSH ต่อมาได้สมองส่วนหน้า

กลไกการทำงานของสเตอรอยด์ฮอร์โมนมีขั้นตอนดังนี้ คือ ภายหลังจากที่สเตอรอยด์ฮอร์โมนถูกสร้างขึ้นแล้ว จะหลั่งเข้าสู่กระแสเลือด และสามารถซึมผ่านเยื่อเซลล์ได้โดยเซลล์ที่เป็นเป้าหมาย จะมีความสามารถในการจับสเตอรอยด์ฮอร์โมนไว้ในเซลล์ โดยอาศัยตัวรับซึ่งเป็นโปรตีนในไซโตพลาสซึมของเซลล์นั้น ตัวรับที่มีสเตอรอยด์ฮอร์โมนจับอยู่จะผ่านเข้าไปในนิวเคลียสทำให้มีผลในการสังเคราะห์โมเลกุลของ mRNA (Messenger Ribonucleic Acid) mRNA ที่เกิดขึ้นจะเข้าไปในไซโตพลาสซึมเพื่อสังเคราะห์โปรตีนชนิดใหม่ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเป้าหมายต่อไป

### การควบคุมตัวรับของฮอร์โมน

การทำงานของฮอร์โมนขึ้นอยู่กับ การปล่อยฮอร์โมนจากต่อม การส่งไปยังเซลล์เป้าหมายผ่านระบบเลือดและจับเข้ากับตัวรับ (Receptor) ของเซลล์ เซลล์บางชนิดจะตอบสนองต่อฮอร์โมนเฉพาะอย่างเท่านั้น โดยมันจะมีตัวรับ ซึ่งจะจับกับฮอร์โมนเฉพาะชนิดนั้น เมื่อฮอร์โมนจับตัวกับตัวรับที่เซลล์แล้ว ปฏิกิริยาต่างๆ ก็เริ่มต้นภายในเซลล์ทำให้เกิดการตอบสนองทางสรีระวิทยาต่อฮอร์โมนชนิดนั้นๆ

### 3.3 การจัดทำภาพนูน

การจัดทำภาพนูนของโค เรื่อง กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ มีขั้นตอนการจัดทำดังนี้

#### 1. ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำภาพนูน ได้แก่

- ดินเหนียว	5	กิโลกรัม
- ปูนปลาสเตอร์	12	กิโลกรัม
- เหล็กเส้น	1.5	เมตร
- สีขาว	1	กระป๋อง
- กระดาษทรายน้ำ	8	แผ่น
- กาวลาเท็กซ์	1	ขวด
- สีน้ำมัน	6	กระป๋อง
- แลคเกอร์	1	ขวด
- แปรงทาสี	3	ด้าม

#### 2. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและกำหนดโครงร่าง

การศึกษาข้อมูลในการจัดทำภาพนูนของโค เรื่อง กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ แล้วกำหนดรูปร่าง โครงร่าง ขนาด และสัดส่วนที่ต้องการ โดยย่อส่วนจากของจริงในอัตรา 1:2 ความกว้าง 62.5 เซนติเมตร ความยาว 76 เซนติเมตร

#### 3. ขั้นตอนการทำโครงและการปั้น

##### วิธีทำ

3.1 ดินเหนียวที่ใช้ในการปั้นจะต้องเลือกดินที่เนื้อละเอียด ไม่มีเม็ดกรวดผสมอยู่ จากนั้นนำดินเหนียวมาปั้นตามรูปแบบที่ต้องการ

3.2 นำปูนปลาสเตอร์ผสมน้ำพอเหมาะ สลัดลงไปทีรูปที่ปั้นด้วยดินเหนียวเสร็จแล้ว

3.3 นำเหล็กเส้นมาเกาะกับปูนปลาสเตอร์ เพื่อไม่ให้แม่พิมพ์หรือปูนปลาสเตอร์แตกออกจากกัน

3.4 ถอดปูนปลาสเตอร์ออกจากแม่พิมพ์ แล้วแกะดินออกจากปูนปลาสเตอร์

3.5 นำแลคเกอร์ และกาวลาเท็กซ์มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์

3.6 นำกระดาษที่ตัดเป็นชิ้นสี่เหลี่ยม มาแช่น้ำแล้วปะที่ดินแบบ

3.7 รอจนแห้งตัวแล้ว และทำการปะให้ทั่วชิ้นงานอีกประมาณ 10 ชั้น และปล่อยให้แห้ง

3.8 นำค้อนและสิ่วมากระแทกปูนปลาสเตอร์ออกให้หมด แล้วนำชิ้นงานมาปิดเศษปูนปลาสเตอร์

ให้สะอาดและเอากระดาษทรายมาตกแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออกให้หมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4. ขั้นตอนการใช้สีและการตกแต่ง

หลังจากใช้กระดาษทรายตกแต่งเรียบร้อยแล้ว ให้ลงสีพลาสติกรองพื้นเสียก่อน เนื่องจากสีพลาสติกจะติดคงทน และจะยึดเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าชนิดอื่น โดยใช้สีขาวทาชิ้นงานประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วจึงใช้สีประเภทอื่นทาทับ โดยการทาควรใช้สีให้มีลักษณะคล้ายของจริงให้มากที่สุด แล้วใช้สติกเกอร์ตัวเลขติดลงบนอวัยวะต่างๆ เป็นอันเสร็จการทำภาพนูน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

#### 4.1 วิธีการประเมิน

เมื่อจัดทำภาพนูนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ได้ภาพนูนที่สมบูรณ์ และนำมาตรวจสอบคุณภาพ โดยใช้แบบประเมินคุณภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ แบบประเมินเนื้อหาวิชาและทางด้าน โสตทัศนอุปกรณ์ว่ามีคุณภาพทางด้านสื่อการเรียนการสอนที่ดีหรือไม่ โดยเชิญผู้เชี่ยวชาญทางโสตทัศนศึกษาเป็นผู้ประเมิน โดยมีการประเมิน 2 ลักษณะ ดังนี้

##### 4.1.1 การประเมินทางด้านโสตทัศนอุปกรณ์

1. ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์
2. ลักษณะ โครงสร้างภาพนูน
3. ความชัดเจนของภาพนูน
4. ความแข็งแรงของแบบจำลอง
5. ความเหมาะสมของแบบจำลองกับการสอนภาคปฏิบัติ
6. ความคิดสร้างสรรค์
7. ความเหมาะสมของการใช้วัสดุในการสร้างแบบจำลอง

##### 4.1.2 การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา

1. เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
2. ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน
3. เนื้อหาเหมาะสมกับระดับ(ปวส.)
4. การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก

##### 4.1.3 เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินการประเมินคุณภาพ

ระดับที่ 1	หมายถึง	ควรปรับปรุงแก้ไข ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหานั้นมีข้อบกพร่อง
ระดับที่ 2	หมายถึง	พอใช้ ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหานั้นพอใช้ไม่มีข้อแก้ไข
ระดับที่ 3	หมายถึง	ดี ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหานั้นดีไม่มีข้อบกพร่อง
ระดับที่ 4	หมายถึง	ดีมากถ้าเห็นว่า อุปกรณ์ และเนื้อหานั้นดีมากไม่มีข้อบกพร่องเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 แบบประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน

### 4.2.1 การประเมินผลคุณภาพด้านโสตทัศนูปกรณ์

**คำชี้แจง** จงเติมเครื่องหมาย ถูก ในช่องระดับคะแนนตามความเหมาะสม โดยในการ

ประเมินคุณภาพจะใช้เกณฑ์ ประเมินคุณภาพของแบบจำลอง คือ

ระดับที่ 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหาไม่มีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 2 หมายถึง พอใช้ ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์ และเนื้อหาที่พอใช้ ไม่มีข้อแก้ไข

ระดับที่ 3 หมายถึง ดี ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหาที่ดีมาก ไม่มีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 4 หมายถึง ดีมาก ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหาที่ดีมาก ไม่มีข้อบกพร่องเลย

ตารางที่ 1 แสดงตารางประเมินคุณภาพด้านโสตทัศนูปกรณ์

รายการ	ระดับของการประเมิน			
	1	2	3	4
1.ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์				
2.ลักษณะโครงสร้างของภาพนูน				
3.ความแข็งแรงของอุปกรณ์				
4.ความชัดเจนของภาพนูน				
5.ความเหมาะสมของแบบจำลองกับการสอน ภาคปฏิบัติ				
6.ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				
7.ความเหมาะสมของการใช้วัสดุ				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2 การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา

**คำชี้แจง** จงเติมเครื่องหมาย ถูก ในช่องระดับคะแนนตามความเหมาะสม โดยในการประเมินเนื้อหาจะใช้เกณฑ์ ประเมินเนื้อหาของแบบจำลอง คือ

ระดับที่ 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหานั้นมีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 2 หมายถึง พอใช้ ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์ และเนื้อหานั้นพอใช้ ไม่มีข้อแก้ไข

ระดับที่ 3 หมายถึง ดี ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหานั้นดีมาก ไม่มีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 4 หมายถึง ดีมาก ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหานั้นดีมาก ไม่มีข้อบกพร่องเลย

ตารางที่ 2 แสดงตารางการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา

รายการ	ระดับของการประเมิน			
	1	2	3	4
1.เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร				
2.ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน				
3.เนื้อหาเหมาะสม				
4.การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก				
5.ความสัมพันธ์กันของเนื้อหา				

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....

.....  
.....  
.....

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

ในการทำภาพยนตร์กายวิภาคระบบอวัยวะ โคนเพศผู้เป็นการแสดงให้เห็นถึง ระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคนเพศผู้ที่โตเต็มวัยแล้ว โดยเริ่มจากการศึกษาเอกสารตำราต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของโคนเพศผู้อย่างละเอียด จากนั้นลงมือปฏิบัติทำภาพยนตร์ โดยเริ่มจากปั้นดินเหนียวตามแบบที่ต้องการ จากนั้นลงมือปฏิบัติการทำภาพยนตร์ โดยเริ่มจากปั้นดินเหนียวตามแบบที่ต้องการ จากนั้นนำปูนปลาสเตอร์สลัดลง ไปบนดินเหนียวที่ปั้นเสร็จแล้วนำเหล็กเส้นมาเกาะกับปูนปลาสเตอร์ แล้วนำแลตเทอร์ และกาวลาเท็กซ์มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ นำเลขนี่ที่เตรียมไว้ผสมกับผงแคลเซียม และน้ำยาตัวเร่งทาบนแม่พิมพ์ นำใยแก้วผสมเลขนี่สลัดลงไปตรงส่วนที่แข็งตัวแล้ว นำขี้เถ้าและลิวมากระเทาะปูนปลาสเตอร์ออกให้หมด แล้วนำขี้เถ้ามาล้างน้ำ และเอากระดาษทรายน้ำมาตกแต่งส่วนที่ไม่ต้องออก ขั้นตอนการใช้สีและการตกแต่งให้ลงสีพลาสติกกรองฟีนีลิกก่อน แล้วจึงใช้สีประเภทอื่นทาทับ แล้วใช้สติ๊กเกอร์ตัวเลขติดลงบนอวัยวะต่างๆ

#### 5.2 ปัญหา

ในการจัดทำภาพยนตร์กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคนเพศผู้ ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้พบอุปสรรคและปัญหาซึ่งอาจเนื่องมาจากผู้จัดทำไม่เคยทำมาก่อน จึงใคร่ขอแนะนำถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา สำหรับผู้ที่คิดจะทำภาพยนตร์ในโอกาสต่อไป

1. ปัญหาเรื่องการเลือกวัสดุในการจัดทำ ควรเลือกวัสดุที่สามารถจัดทำได้ง่ายและหาซื้อได้ง่าย และมีความคงทนสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก
2. ปัญหาเรื่องการศึกษาหาข้อมูล ในการจัดทำอวัยวะต่างๆ ของระบบพันธุโคนเพศผู้ในแต่ละส่วนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียดว่าอวัยวะ แต่ละชิ้น มีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร ขนาดเท่าไร อวัยวะแต่ละชิ้นอยู่บริเวณใด ของระบบสืบพันธุ์โคนเพศผู้
3. ปัญหาเรื่องการปั้นแม่แบบ ขั้นตอนนี้จะต้องจัดทำอย่างละเอียดเนื่องจาก หากขั้นตอนนี้ผิดพลาดตรงส่วนใด ก็จะทำให้ภาพยนตร์ที่ได้ผิดพลาดไปด้วย ซึ่งจะต้องอาศัยการปั้นที่ดี ปรารถนารูปร่างที่ได้จึงจะออกมาดี และผู้ที่ทำการปั้นจะต้องเข้าใจถึงลักษณะ รูปร่าง สัดส่วน ตำแหน่งที่ตั้งของอวัยวะเป็นอย่างดี
4. ปัญหาเรื่องการจัดสร้างแบบจำลอง คือ ผู้สร้างมีประสบการณ์ในการสร้างแบบจำลองน้อยจึงทำให้เสียเวลาในการสร้างและการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ปัญหาเรื่องการกะพิมพ์ผู้จัดทำต้องอาศัยความระมัดระวังเป็นอย่างมากเนื่องจาก  
ชิ้นงานนี้อาจมีความบอบบางเนื่องจากภายในยังไม่แห้งสนิทการกะควรเริ่มกะจากด้านข้าง ทั้ง 4  
ด้านก่อน แล้วค่อยเข้าด้านในจะทำให้ชิ้นงานเสียหายน้อยที่สุดหรือไม่เสียหายเลย

6. ปัญหาเรื่อง การตกแต่ง ถ้าหากชิ้นงานเกิดเป็นรูแสดงว่าส่วนนั้นเวลาติดกระดาษ  
ติดบางเกินไป แก้ไขโดยนำกระดาษมาติดใหม่ หรือหากมีส่วนที่ไม่ต้องการ ให้ตัดออกด้วยมีดที่มีความคม

7. ปัญหาเรื่อง การทาสี ควรใช้สีพลาสติกรองพื้นเสียก่อนแล้วจึงใช้สีอื่นทาทับ  
เนื่องจากสีพลาสติกจะมีคุณสมบัติ ในการเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าสีประเภทอื่น ถ้าหากใช้สี  
ประเภทอื่นทา สีอาจไม่ค่อยติดชิ้นงาน หรือสีอาจแตกได้

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1.ผู้จัดทำต้องมีความปราณีต สุขุม อดทน และความตั้งใจจริงในการทำงาน
- 2.ควรมีความรู้ในแต่ละด้านเป็นอย่างดี เช่น ด้านเนื้อหาและด้านการปฏิบัติ
- 3.ควรมีการวางแผนล่วงหน้าในทุกขั้นตอนอย่างดี

## บรรณานุกรม

- คณาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ . โคเนื่อ . พิมพ์ครั้งที่ 3, โรงพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมและศึกษา  
อบรมการเกษตรแห่งชาติ , 2527 .
- จิรพันธ์ สมประสงค์ . การสร้างสรรค์ประติมากรรมจากปูนปลาสเตอร์ . โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์:  
กรุงเทพมหานคร , 2533 .
- ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร, 2524.
- ชวลิต ดาบแก้ว . งานพลาสติก. โรงพิมพ์ os printing house การพิมพ์กรุงเทพมหานคร, 2525 .
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ . การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. โรงพิมพ์วัฒนาพานิช :  
กรุงเทพมหานคร , 2562
- บรรเลง ศรีนิล . พลาสติก. โรงพิมพ์ยูไนเต็ดบู้คส์ : กรุงเทพมหานคร , 2526
- พิชิต เลื่อมพิพัฒน์ . ไฟเบอร์กลาส . โรงพิมพ์ มิตรนราการพิมพ์ : กรุงเทพมหานคร , 2526 .
- พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน. การผสมเทียม .ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ  
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ . โรงพิมพ์ os printing house : กรุงเทพมหานคร , 2530 .  
306 หน้า
- รุ่งสรรค์ วรรณสุทธ์ . สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ และการผสมเทียม . ภาควิชา สัตวบาล สถาบัน  
เทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเกษตร ปทุมธานี , 2536. 110 หน้า .
- วัลลภ ไชยพรหม . ปูนปลาสเตอร์ศิลปะและการประดิษฐ์. โรงพิมพ์ สำนักพิมพ์ยูไนเต็ดบู้คส์ :  
กรุงเทพมหานคร , 2533 .
- วาสนา ชาวหา . เทคโนโลยีทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
บางแสน . โรงพิมพ์อักษรสยามการพิมพ์ : 2522. 226 หน้า .
- สมศักดิ์ วณิชชิวะ . ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัย  
เชียงใหม่. 2520 . 15 หน้า .
- สมศักดิ์ บัณจุชัย . การผสมเทียม . ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ , คณะเทคโนโลยี การเกษตร  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2533 . 295 หน้า.
- สาโรจน์ แผงยัง . เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอน . โรงพิมพ์ os printing house :  
กรุงเทพมหานคร , 2529 .

## ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.2 แบบประเมินคุณภาพของอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน

### 4.2.1 การประเมินผลคุณภาพด้านโสตทัศนูปกรณ์

**คำชี้แจง** จงเติมเครื่องหมาย ถูก ในช่องระดับคะแนนตามความเหมาะสม โดยในการประเมินคุณภาพจะใช้เกณฑ์ ประเมินคุณภาพของแบบจำลอง คือ

- ระดับที่ 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหาไม่มีข้อบกพร่อง  
ระดับที่ 2 หมายถึง พอใช้ ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์ และเนื้อหาที่พอใช้ ไม่มีข้อแก้ไข  
ระดับที่ 3 หมายถึง ดี ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหาที่ดีมากไม่มีข้อบกพร่อง  
ระดับที่ 4 หมายถึง ดีมาก ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหาที่ดีมากไม่มีข้อบกพร่องเลย

ตารางที่ 1 แสดงตารางประเมินคุณภาพด้านโสตทัศนูปกรณ์

รายการ	ระดับของการประเมิน			
	1	2	3	4
1.ความสมบูรณ์ของอุปกรณ์		✓		
2.ลักษณะโครงสร้างของภาพนูน		✓		
3.ความแข็งแรงของอุปกรณ์		✓		
4.ความชัดเจนของภาพนูน			✓	
5.ความเหมาะสมของแบบจำลองกับการสอน ภาคปฏิบัติ			✓	
6.ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์				✓
7.ความเหมาะสมของการใช้วัสดุ		✓		

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....*อุปกรณ์ที่ไม่มีกระดาษมีความเหมาะสมพอ*

*อุปกรณ์พิมพ์รูปในหนังสือเล่มถัดๆไป*

*(ลายเซ็น)*

*( พศ. ฐาน สอ.สอ.ร.ก. )*

#### 4.2.2 การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา

**คำชี้แจง** จงเติมเครื่องหมาย ถูก ในช่องระดับคะแนนตามความเหมาะสม โดยในการประเมินเนื้อหาจะใช้เกณฑ์ ประเมินเนื้อหาของแบบจำลอง คือ

ระดับที่ 1 หมายถึง ควรปรับปรุงแก้ไข ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์และเนื้อหานั้นมีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 2 หมายถึง พอใช้ ถ้าเห็นว่าอุปกรณ์ และเนื้อหานั้นพอใช้ ไม่มีข้อแก้ไข


ระดับที่ 3 หมายถึง ดี ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหานั้นดีมาก ไม่มีข้อบกพร่อง

ระดับที่ 4 หมายถึง ดีมาก ถ้าเห็นว่า อุปกรณ์และเนื้อหานั้นดีมาก ไม่มีข้อบกพร่องเลย

ตารางที่ 2 แสดงตารางการประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหา

รายการ	ระดับของการประเมิน			
	1	2	3	4
1.เนื้อหาถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร				
2.ความครบถ้วนของเนื้อหาที่ต้องการสอน			✓	
3.เนื้อหาเหมาะสม			✓	
4.การเรียบเรียงเนื้อหาจากง่ายไปหายาก		✓		
5.ความสัมพันธ์กันของเนื้อหา			✓	

ข้อเสนอแนะอื่นๆ.....



( นายคุณ สวัสดิ์รักษา )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้