

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

ภาพนูน แสดงกายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคเพศผู้

HIGHT RELIEF ANATOMY OF THE REPRODUCTIVE  
SYSTEM OF THE BULL



มท. ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
ศบ๖ ๖

เลขหม.....๒๐๓๘

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

เลขทะเบียน.....25434

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

วัน, เดือน, ปี..... 9 ก.ค. ๒539

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ

นายชุมพร ลายฟ่องแผ้ว

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตสัตว์

ภาพนูน แสดงกายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโคเพศผู้

HIGHT RELIEF ANATOMY OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM OF  
THE BULL

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นการผลิตภาพนูนเพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอนวิชา การผสมเทียม (สกส.2306) หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) สำหรับนักศึกษาที่เรียนวิชาการผสมเทียมทั่วไปทั้งนี้ในการเรียนวิชาทางด้านนี้ จำเป็นที่จะต้องทราบถึงกายวิภาค และสรีรวิทยาของสัตว์แต่ละชนิดเสียก่อน ซึ่งการที่จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจได้ถ่องแท้ นั้น จะต้องให้ผู้เรียนผ่านประสาทสัมผัสทางใดทางหนึ่งหรือทั้งหมด จึงจะทำให้การเรียนการสอนเกิดการสัมฤทธิ์ผลได้เต็มที่ ซึ่งสื่อหรืออุปกรณ์ที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุดในทางการศึกษาก็คือของจริง แต่การนำของจริงมาใช้ประกอบการเรียนการสอนนั้น มักจะประสบปัญหาทางด้านของสถานที่เรียนและระยะเวลาการเก็บรักษา

ดังนั้นภาพนูน เรื่องสรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของโคเพศผู้นี้จะช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจถึงกายวิภาค และสรีระของระบบสืบโคเพศผู้ได้ดียิ่งขึ้น ในการดำเนินการจัดสร้าง ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาการสืบพันธุ์ของโคเพศผู้ก่อนที่มีการจัดทำเป็นภาพนูน แล้วทำการกำหนดสัดส่วนของภาพนูนโดยใช้ขนาดครึ่งหนึ่งจากของจริง ของระบบสืบพันธุ์โคเพศผู้พันธุ์พื้นเมือง ที่มีอายุ 18 เดือน จากนั้นปั้นดินเหนียวให้มีรูปแบบระบบสืบพันธุ์โคเพศผู้ตามที่ต้องการแล้วนำปูนปลาสเตอร์สัลดลงไปในดินเหนียวที่ปั้นเสร็จแล้ว และนำเหล็กเส้นมาเกาะติดกับปูนปลาสเตอร์ถอดปูนปลาสเตอร์ออกจากแม่พิมพ์แล้วแกะดินออกจากปูนปลาส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ แล้วยานาแลกเกอร์ และกาวลาเท็กซ์มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ นำเลซินส์  
ที่เตรียมไว้ผสมกับผงแคลเซียม และน้ำยาตัวเร่งทาบนมแม่พิมพ์ นำใบแก้วผสม  
เลซินส์แปะลงใบตรงส่วนที่แข็งตัวแล้ว นำก้อนและสีวมากระเทาะปูนปลาสเตอร์  
ออกให้หมด แล้วนำชิ้นงานมาล้างน้ำและเอากระดาษทรายมาตกแต่งส่วนที่ไม่ต้อง  
การออก ขั้นตอนการใช้สีและการตกแต่ง ให้ลงสีพลาสติกรองพื้นเสียก่อน แล้วจึง  
ใช้สีประเภทอื่นทาทับ แล้วใช้สติ๊กเกอร์ตัวเลขติดลงบนอวัยวะต่าง ๆ

ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ที่จะทำภาพหุ่นในโอกาสต่อไป ควรจะต้องมีการ  
ศึกษาเอกสารและทำการรวบรวมในเรื่องที่จะทำให้ดี ก่อนที่จะตัดสินใจทำใน  
เรื่องนั้น และในการเลือกทำอุปกรณ์ ควรเลือกวัสดุที่ไม่แพงมากเกินไปและ  
ควรเป็นวัสดุที่หาซื้อได้ง่าย ไม่ไกลจากแหล่งที่ทำงานมากนัก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำภาพหุ่นในครั้งนี้ คือ ได้รับประ  
สพการณ์ในการจัดทำภาพหุ่น ได้รู้ถึงปัญหาการทำงานและแนวทางการแก้ปัญหา  
หา ำทำงานได้เสร็จลุล่วงตามที่กำหนดไว้

## กิตติกรรมประกาศ

ในการทําปัญหาพิเศษครั้งนี้ สำเร็จลงได้ เพราะมีบุคคลที่คอยให้คำแนะนำและช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ดังนี้

อาจารย์สมจิตต์ กล้ากลิ่น เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา และคอยช่วยเหลือให้คำแนะนำต่าง ๆ

อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์มัธยมทุกท่าน ที่คอยให้คำปรึกษาและได้ให้ยืมอุปกรณ์การทําภาพนูน

เพื่อน ๆ ครุเกษตรทุกคนที่คอยให้กำลังใจในการทําปัญหาพิเศษครั้งนี้ จนเสร็จจุลส่งไปด้วยดี

มารดาและพี่ ๆ ที่คอยให้ทุนในการทําปัญหาพิเศษ ข้าพเจ้าขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ชุมพร ลายฟองแก้ว

28 มกราคม 2539

## 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 .....	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนและการสร้างภาพนูน .....	3
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ .....	9
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์ .....	13
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร .....	13
3.2 เนื้อหาบทเรียน .....	15
3.3 การจัดทำภาพนูน .....	36
4. สรุปและข้อเสนอแนะ .....	38
4.1 สรุปผลงาน .....	38
4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ .....	38
บรรณานุกรม .....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้และหน้าที่ ๆ สำคัญ.....	19
2. ขนาดและน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของท่อทางเดินอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้.....	20
3. ขนาดของโรมเลกุลของสอร์โรมนที่เป็นเบบไทด์และโพรตีนซึ่งควบคุมการสืบพันธุ์.....	30
4. สอร์โรมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์สัตว์เพศผู้.....	31
5. สเตอรอยด์สอร์โรมนที่ผลิตจากต่อมเพศ.....	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

การเรียนการสอนวิชา การผสมเทียม (สกส.2306) จะต้องมีการศึกษาพื้นฐานด้านกายวิภาค และสรีระของโรคเพศเมียและโรคเพศผู้ เพื่อที่จะได้เข้าใจให้ถูกต้อง จนสามารถนำไปสู่การปฏิบัติในการผสมเทียมได้แต่ในการศึกษาเรื่องระบบกายวิภาคของโรคนี้มีความซับซ้อน ดังนั้นเพื่อให้การเรียนการสอนเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และถูกต้อง แม่นยำ จึงควรสร้างอุปกรณ์การเรียนการสอนในรูปของหุ่นจำลอง แสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้รวมทั้งเอกสารบรรยายกายวิภาคส่วนต่าง ๆ ของระบบอวัยวะสืบพันธุ์โรคเพศผู้ ซึ่งคาดว่าจะ เป็นประโยชน์สำหรับอาจารย์ ที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนและนักศึกษา ซึ่งอาจารย์หุ่นจำลองนี้เพื่อศึกษาทบทวนด้วยตนเองได้

#### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างภาพหุ่นแสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ ไว้เป็นสื่อการเรียนการสอน
2. เพื่อเป็นประสบการณ์ตรงของผู้จัดทำ ซึ่งจะ เป็นประโยชน์ในด้านการผลิตสื่อการสอน ประเภทภาพหุ่นในโอกาสต่อไป

#### 1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. ทำภาพหุ่นแสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์โรคเพศผู้ ขนาด 1:2 ครอบคลุมส่วนจากของจริง
2. ทำคู่มืออธิบายภาพหุ่นของระบบสืบพันธุ์โรคเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้หุ่นจำลองแสดงระบบอวัยวะสืบพันธุ์โรคเพศผู้ ใช้ประกอบการสอนวิชาการผสมเทียม
2. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์ตรง ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการสอนและการสร้างภาพนูน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 หน้า 4) ได้กล่าวถึงความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

วาสนา ชาวหา (2522 หน้า 59-60) ได้กล่าวถึง สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี

ชม ภูมิภาค (2524 หน้า 18-19) ได้ให้ความหมายว่า สื่อการสอนตรงกับภาษาอังกฤษว่า instruction media เราจึงควรแยกคำนี้ออกมาพิจารณาได้สองคำคือ สื่อ (medium) หรือเมื่อเป็นพหูพจน์ก็เป็น media อีกคำหนึ่งก็คือการสอน (instruction)

สื่อ นั้นหมายถึง ตัวกลาง หรือพาหนะ ที่ให้สิ่งหนึ่งเดินทางจากจุดต้นตอไปยังจุด หมายปลายทางเป็นสิ่งที่จะนำสารไปยังจุดหมายปลายทาง เราเรียกว่าสื่อ สื่อเป็นตัวกลางหรือตัวเชื่อมค้ำระหว่างจุดหมายปลายทางทั้งสองข้างสำหรับ การสอนนั้นเป็นการกระทำของครูเพื่อจะให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน การสอนก็คือการส่งสารไปยังผู้เรียนแต่การส่งสารนั้นจะต้องมีพาหนะ หรือสื่อ นำไป สื่อ นาลักษณะ เช่นนี้ เรียกว่าสื่อการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารจันน์ แพ่งยัง (2529 หน้า 14) ได้กล่าวถึง การผลิตสื่อการสอน เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผล ซึ่งจะถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนนั้นต้องอาศัยหลักการจากแนวความคิดของทฤษฎีทางจิตวิทยา ดังนี้คือ

1. สื่อการสอนที่ดีต้องสามารถให้ผู้เรียนทราบผลการเรียนทันที
2. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียน เป็นขั้นตอนทีละน้อย ๆ จากง่ายไปหายาก
3. สื่อการสอนที่ดีต้องเร้าความสนใจของผู้เรียน และผู้เรียนตอบสนองได้ทันที
4. สื่อการสอนที่ดีต้องเหมาะสมกับบุคลิกภาวะและความสามารถ ของผู้เรียน
5. สื่อการสอนที่ดีต้องให้ผู้เรียนได้ประสบการณ์ความสำเร็จของตนเอง
6. สื่อการสอน ควรออกมาในรูปแบบที่เข้าประสานสัมพันธ์ทั้งการมองเห็น การได้ยินและจับต้องได้
7. สื่อควรเป็นลักษณะสื่อสำเร็จรูป คือมีคำอธิบายให้พร้อม เหมาะที่ควรจะให้ใครๆไปใช้ได้

จีรพันธ์ สมประสงค์ (2533 หน้า 1) กล่าวว่า การปั้นเป็นกระบวนการสร้างงานประติมากรรมทางบวก (Additive Process) จะตรงกันข้ามกับวิธีการแกะสลัก วิธีการปั้นเป็นการเอาส่วนย่อยเพิ่มเข้า เพื่อให้เป็นส่วนรวม เหมาะกับวัสดุที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงสภาพได้ เช่น ดินเหนียว ดินน้ำมันปูนปลาสเตอร์ ฯลฯ ซึ่งขั้นตอนต่อไปจากการปั้นก็มักจะนำไปหล่อ หรือเผาตามคุณสมบัติของวัสดุนั้นๆ

วัลลภ ไชยพรหม (2530 หน้า 37-39) กล่าวว่า การทำพิมพ์ขึ้นเป็นวิธีการทำแม่พิมพ์ ที่ใช้กับงานหล่อได้กว้างขวางมากที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีวิธีดำเนินการแตกต่างกันออกไปบ้าง แต่ก็มีหลักการเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้หล่องานประเภทต่างๆ ได้ ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ ปูนปลาสเตอร์
2. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ ปูนซีเมนต์
3. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ ขี้ผึ้ง หรือ หล่อเทียน
4. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ เครื่องดิน มีน้ำสลิบ เป็นต้น
5. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ เครื่องโลหะ เหล็ก ทองแดง ตะกั่ว

เป็นต้น

6. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ เครื่องแก้ว พลาสติก ใยเบอร์ สาร

เคมี ฯลฯ

7. การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อ พิมพ์ขม เช่น พิมพ์ขมไข เป็นต้น

#### การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีเนื้อละเอียด แข็ง แต่งผิวง่าย เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ ทำกับรูปต้นแบบที่เป็นวัสดุแข็ง จะทำได้เรียบร้อยดีกว่าทำกับวัสดุอ่อนโดยถือเอารูปนูนเป็นหลัก ถ้าเป็นรูปลอยตัวก็แบ่งทำเหมือนรูปนูนที่ละซีก โดยใช้ดินเหนียว ดินน้ำมันหรือแผ่นกั้น แบ่งทำพิมพ์ที่ละชิ้นจนครบ แล้วมีพิมพ์ครอบปิดแม่พิมพ์อีกชั้นหนึ่ง แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว เสร็จแล้วทาอะแลกซ์หรือแลคเกอร์เคลือบผิวให้แข็ง ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นสำหรับทำปูนปลาสเตอร์ก่อนหล่อรูป

#### การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนซีเมนต์

ใช้ปูนปลาสเตอร์ล้วน หรือปูนซีเมนต์ผสมทราย เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว เสริมโครงเหล็กให้แข็งแรงกันแตก และมีหัวที่เป็นหูหัวที่แม่พิมพ์ทุกชิ้นให้ดึงออกได้ง่าย น้ำมันหล่อลื่นที่จะทำแม่พิมพ์ก่อนหล่อปูนซีเมนต์ ต้องใช้น้ำมันรขสาผสมกับน้ำมันจี้ไล่ (น้ำมันเครื่องที่ใช้น้ำมันแล้ว)

#### การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อขี้ผึ้ง หรือหล่อเทียน

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่ทนความร้อนได้สูง เช่น ปูนปลาสเตอร์หิน หรือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปูนซีเมนต์เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้วถึง 1.5 นิ้ว ทำให้ถอดแม่พิมพ์ได้คล่องตัวมากที่สุดไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใด ๆ ทั้งสิ้น แต่ต้องแช่น้ำให้แม่พิมพ์อืดตัวเสียก่อนจึงจะใช้หล่อซีเมนต์หรือหล่อเทียมนได้ หล่อแล้วต้องถอดแม่พิมพ์นําน้ำด้วย

**การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องดิน มีน้ำสลิบ เป็นต้น**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีคุณสมบัติดูดซึมน้ำได้ดี มีปูนปลาสเตอร์ยิปซัมเป็นต้น และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำพิมพ์ขึ้น สำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แต่แม่พิมพ์ต้องมีความหนาอย่างน้อย 2 นิ้วขึ้นไป พิมพ์ขนาดนี้ไม่ต้องทำพิมพ์ครอบมักใช้ยางรัดเพื่อให้สะดวกในการแกะ และถอดแม่พิมพ์ รอยต่อของแม่พิมพ์ต้องบากร่องเป็นสลักยึดไว้ ให้ถอดออกประกอบเข้าได้ง่ายไม่เคลื่อนที่เพราะมีไม่มากนัก ไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใด ๆ ทั้งสิ้น แต่ต้องตากพิมพ์ให้แห้งมากที่สุด เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการดูดน้ำดิน (ที่เรียกว่าน้ำสลิบ) ในการหล่อได้เร็ว

**การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องโลหะ มีเหล็ก ทองแดง ตะกั่ว เป็นต้น**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่ทนความร้อนได้สูง เช่น ปูนปลาสเตอร์หินหรือปูนซีเมนต์เป็นวัสดุทำแม่พิมพ์ และดำเนินการเช่นเดียวกับการทำพิมพ์ขึ้น สำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แม่พิมพ์ต้องมีความหนา 1 นิ้ว ถึง 1.5 นิ้ว ทำให้ถอดแม่พิมพ์ได้คล่องตัวมากที่สุด ไม่ต้องทาน้ำมันหล่อลื่นใด ๆ ทั้งสิ้น เพราะต้องใช้สำหรับหล่อซีเมนต์ แล้วจึงเอารูปหล่อซีเมนต์ไปดำเนินการทำพิมพ์หล่อโลหะอีกทีหนึ่ง ซึ่งเป็นพิมพ์สุก

**การทำพิมพ์ขึ้นสำหรับหล่อเครื่องแก้ว พลาสติก ไซเบอร์ สารเคมี ฯลฯ**

ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่มีเนื้อละเอียด แข็ง แต่งผิวง่าย ได้แก่ ปูนปลาสเตอร์หินเป็นวัสดุที่ทำแม่พิมพ์ และดำเนินการ เช่นเดียวกับการทำแม่พิมพ์ขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหล่อปูนปลาสเตอร์ แต่เมื่อได้แม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์แล้ว ยังไม่นำไปใช้หล่อรูปจะต้องนำแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ครั้งแรกแต่ละชิ้นไปเป็นรูปต้นแบบ สำหรับทำพิมพ์ขึ้นครั้งที่ 2 นำพิมพ์ขึ้นครั้งที่ 2 นี้ไปหล่อขึ้นรูปหล่อขึ้นรูปตามขั้นตอนการทำพิมพ์หล่อโลหะ เมื่อหล่อโลหะออกมาแล้วก็จะได้แม่พิมพ์โลหะที่มีรูปทรงเหมือนแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ครั้งแรก แต่ทนความร้อนได้สูงมาก สามารถทนความร้อนของวัสดุที่จะนำมาหล่อได้

เมื่อใช้แม่พิมพ์โลหะไปหล่อเครื่องแก้ว พลาสติก ไซเบอร์ สารเคมี ก็จะได้รูปหล่อที่เหมือนกับรูปต้นแบบครั้งแรก

อรพินท์ พานทอง (2531 หน้า 28-39) กล่าวว่า การปั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงของดินให้กลายเป็นของแข็ง คุณภาพและการผลิตขึ้นอยู่กับมนุษย์ ดังนั้นการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงระหว่างการดำเนินงาน จึงเกิดได้โดยง่ายอาศัยการตัดสินใจของมนุษย์เป็น และขั้นตอนการผลิต

ชวลิต ดาบแก้ว (2525 หน้า 3) กล่าวว่า "พลาสติก คือ สารที่สามารถหล่อหลอมลงไปในแบบให้เป็นรูปต่างๆ ได้โดยใช้ความร้อน"

"พลาสติกเป็นสารสังเคราะห์ประกอบไปด้วย ธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไฮโดรเจนและคลอรีน มีแหล่งกำเนิดมาจากน้ำมันดิบ ถ่านหิน พืช"

"พลาสติก เป็นอินทรีย์ที่เกิดจากโมเลกุลต่างๆ ร่วมกัน"

พลาสติกมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและที่สังเคราะห์ขึ้นพลาสติกที่เกิดที่เกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ ออพัน ยางสน ครั่ง ยางจากต้นยางพารา เขาสัตว์ ยางลาเทกซ์จากต้นกัตตา

ส่วนพลาสติกสังเคราะห์ แบ่งออกเป็น 2 พวก พวกแรกสังเคราะห์มาจากธรรมชาติคือ ต้นไม้ ได้แก่ เซลลูโลส ใช้ทำเป็นเซลลูลอยด์อีกพวกหนึ่งสังเคราะห์มาจากสารเคมีต่างๆ เช่น พลาสติกโพลีทีน (Polythene)

พลาสติกต่างๆ ที่ผลิตออกมาเป็นวัตถุดิบ เพื่อนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์

ภัณฑ์จะนำออกมาเป็นรูปเป็นผง เป็นเม็ดและเป็นของเหลว แต่มีพลาสติกบางชนิดเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะผลิตออกมาเป็นแผ่น เช่น อะครีลิก เป็นต้น

บรรเลง ศรีนิล (2526 หน้า 1) กล่าวว่ พลาสติก นับว่เป็นวัสดุที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของเราอย่างมากและกำลังเป็นวัสดุสร้างที่มีคุณค่าควบคู่ไปกับเหล็ก และไม้ถ้ารู้จักเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานทั้งนี้เพราะสามารถ สร้าง ดัด แปลง และแปรรูปได้ง่าย คำถามที่ว่า "พลาสติกคือ อะไร" นั้น ตอบได้ไม่ง่ายนัก คือเมื่อราวศตวรรษที่แล้ว มนุษย์เราได้รู้จักวัสดุที่มีคุณสมบัติเหนียว ทนต่อการฉีกขาด ยืดหยุ่นได้ และทนต่อการสึกหรองได้ดี แต่ยังไม่รู้จักโครงสร้างที่แท้จริงของวัสดุนี้ดีนัก ซึ่งเป็นสารประกอบของ มาโครโมเลกุล (Macromolecule) และยังมีชื่ออยู่ในปัจจุบัน เช่น เซลลูโลส (Cellulose) โปรตีน (Protein) และยางธรรมชาติ

จากการค้นคว้าของ Staudinger ได้พบว่าไมโครโมเลกุล (Micro molecule) เป็นจำนวนมากขอบเขตระหว่างมาโครโมเลกุล และไมโครโมเลกุลนั้นยังไม่มียานิยามแน่ชัด รู้กันแต่ว่ามาโครโมเลกุลประกอบด้วยไมโครโมเลกุลเป็นร้อยๆ พันๆ และที่เราเรียกกันว่าพลาสติกหรือ Polymer นั้นก็ประกอบด้วยมาโครโมเลกุล

สรุปแล้วพลาสติกก็คือ วัสดุที่ประกอบด้วยมาโครโมเลกุลที่มีอยู่ตามธรรมชาติ (เช่นยางธรรมชาติ เซลลูโลส โปรตีน ฯลฯ) หรือได้จากการสังเคราะห์สารประกอบโมเลกุลต่ำ (เช่น Ethylene, Benzol, Formaldehyde ฯลฯ)

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ (2526 หน้า 21) ได้กล่าวว่า โฟเบอร์กลาสสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น เรือ ถึงบรรจุของเหลวท่อไซโรลเก็บเมล็ดพืช วัตถุระเบิดอุตสาหกรรม และอาหารสัตว์ แผ่นหลังคา แผงกันแดด และแผงประดับในอาคาร เฟอร์นิเจอร์ ตุ๊กตาเด็กเล่นในสวนสนุก ฯลฯ

อุตสาหกรรมการทำผลิตภัณฑ์โฟเบอร์กลาสได้เจริญเติบโตในประเทศไทย

อุตสาหกรรมตั้งแต่หลังสงครามโลกครั้งที่สอง แล้วแต่เพียงเจริญในประเทศไทยการค้าไม่วารณิใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟื่องประมาณลึกลับว่าปีมานี้ โดยในระยะแรกนิยมนำไปทำเป็นเรือเร็วชนิดต่าง ๆ สปีดเตอร์น้ำ ต่อมาจึงได้จัดทำเป็นอ่างอาบน้ำ เพอร์นิเจอร์ และที่ก้ำกั๊งได้รับความสนใจจากประชาชนมากในขณะนี้ คือถึงน้ำ หลังคารถบีค็อพ ขึ้นส่วนประตึบรถยนต์ และที่พิักผู้โดยสารผู้โดยสารประจำทางในกรุงเทพมหานคร

ไฟเบอร์กลาสมีประโยชน์ต่อกิจการอุตสาหกรรม เกือบทุกประเภท ทั้งนี้เพราะไฟเบอร์กลาสมีความแข็งแรงสูงราคาต้นทุนการผลิตต่ำ เมื่อเทียบกับชิ้นส่วนหรือโครงสร้างที่เป็นโลหะ และที่สำคัญคือเทคนิคในการทำไม่ยุ่งยากมาก ลงทุนในเรื่อง เครื่องมือและอุปกรณ์ต่ำ เหมาะสำหรับจัดทำเป็นอุตสาหกรรมในครอบครัวหรือจัดทำเล่นเป็นงานอดิเรก เมื่อมีประสบการณ์มากพอมีทุนและตลาดพร้อมแล้วก็สามารถจัดทำเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรือขนาดกลางต่อไปได้

## 2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง ระบบสืบพันธุ์ของโคเพศผู้

สุรชัย ชาครียรัตน์ (2524 หน้า 2) ได้กล่าวว่า ระบบการสืบพันธุ์ของโคตัวผู้ ประกอบด้วยระบบท่อและลึงค์ (duct system หรือ penis) กับท่อต่างๆที่ช่วยผลิตน้ำกาม (male accessory glands) เหมือนเช่นในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วย ต่อมผลิตน้ำกาม (seminal vesicles) ต่อมลูกหมาก (prostate gland) และต่อมควาเพอร์ (bulbo urethral หรือ cowper's gland) ต่อมทั้งสามทำหน้าที่ร่วมกันในการผลิตน้ำกาม ซึ่งจะทำหน้าที่ผลิตอาหาร และเป็นตัวป้องกันตัวอสุจิต่อสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของช่องคลอดเมื่อถูกหลังเข้าไปผสมพันธุ์ (น้ำกามจะมีค่า pH ประมาณ 7.0)

คณาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2527 หน้า 151) ได้กล่าวว่า อวัยวะสืบพันธุ์เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ โดยมีการประสานงานกับอวัยวะส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย อวัยวะสืบพันธุ์ของตัวผู้มีหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือตัวอสุจิสำหรับใช้ผสมกับเซลล์เพศเมีย และมีหน้าที่ลำเลียงตัวอสุจิ ไปส่งไว้ในที่ที่เหมาะสมภายในอวัยวะเพศของตัวเมีย นอกจากนี้อวัยวะเพศผู้ยังมีหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการแสดงเพศผู้ทั้งหมดด้วย

เอกสารสืบค้นด้วยโปรแกรมสืบค้นข้อมูลของคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น  
ไม่วารณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พริสคักดี สุทธิโยธิน (2530 หน้า 7) ได้กล่าวไว้ว่า อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มีลักษณะคล้ายกันในสัตว์แต่ละชนิด ส่วนที่สำคัญคือ ต่อมสร้างเชื้อสืบพันธุ์ (gonad) ซึ่งในสัตว์เพศผู้เรียกว่าอัณฑะ (testis) มีอยู่ 1 คู่ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิและฮอร์โมนเพศจากอัณฑะมีท่อพักอสุจิ (epididymis) นำน้ำเชื้อเข้าไปสู่ท่อนำน้ำเชื้อ (ductus deferens) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของน้ำเชื้อเข้าไปในท่อปัสสาวะ และออกมาสู่ภายนอกร่างกาย นอกจากอัณฑะแล้วส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ต่อมสารรอง (accessory gland) ซึ่งมีหน้าที่สร้างน้ำคัดหลั่ง (secretion) ออกมาผสมปนเปื้อนกับตัวอสุจิรวมกันเรียกว่า น้ำเชื้อ ต่อมเหล่านี้ได้แก่ ต่อมเวสิคูลาร์ (vesicular gland) ต่อมพรอสเตท (prostate gland) และต่อมบูลโบยูรีธรัล (bulbourethral gland)

สุรัชย์ ชาศรีรัตน์ (2536 หน้า 41) ได้กล่าวไว้ว่า อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ มีหน้าที่ในการสร้างอสุจิที่สมบูรณ์พันธุ์ (fertility) สร้างสารละลายที่ช่วยหล่อเลี้ยงตัวอสุจิ และป้องกันอันตรายจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ช่วยนำส่งอสุจิออกสู่ภายนอกร่างกาย ผสมพันธุ์และจับน็ดน้ำเชื้อ (semen) ที่มีตัวอสุจิอยู่ เข้าไปยังจุดรองรับการผสมพันธุ์ในร่างกายของสัตว์ตัวเมีย นอกจากนี้ยังช่วยสร้างฮอร์โมนเพศผู้ (androgen) ด้วย

ส่วนประกอบที่สำคัญของอวัยวะสืบพันธุ์โคเพศผู้

1. อัณฑะ (testis หรือ testes) ลักษณะรูปร่างกลมค่อนข้างรีและคล้ายเมล็ดถั่ว หรือไต (kidney shape) โดยทั่วไปจะห้อยอยู่ภายในถุงหุ้มอัณฑะ (scrotum) นอกร่างกาย เพื่อประโยชน์ในการปรับอุณหภูมิของลูกอัณฑะ ให้ต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

ภายในอัณฑะจะพบองค์ประกอบที่แตกต่างกันอยู่ 2 ชนิด คือ

ก. ท่อเซมินิเฟอรัส (seminiferous tubules) มีลักษณะเป็นท่อเล็กๆ ขดไปมาในอัณฑะเต็มไปหมด ภายในท่อจะมี germ cells ซึ่งต่อมาจะเปลี่ยนเป็นตัวอสุจิ และ sertoli cell ทำหน้าที่เป็นเซลล์ที่เลี้ยงให้อสุจิ ในขณะที่ยังไม่เปลี่ยนแปลงรูปร่างภายใน cytoplasm ของ sertoli cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดได้เห็นใบนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมี glycogen อยู่ เพื่อใช้เป็นอาหารแก่ตัวอสุจิที่ยังอยู่ในภาวะเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ปริมาณของท่อ seminiferous tubules นี้มีอยู่ประมาณ 90 % ของเซลล์ทั้งหมดของอัณฑะ

ข. เลย์กเซลล์ (interstitial cell หรือ leydig cell) เป็นกลุ่มเซลล์ที่แทรกอยู่ระหว่างท่อ seminiferous tubules มีอยู่ประมาณ 10 % ของเซลล์ทั้งหมด มีหน้าที่ผลิตฮอร์โมนเพศผู้ (androgen หรือ testosterone) ซึ่งจะช่วยกระตุ้นให้ตัวอสุจิสมบูรณ์ ฮอร์โมนเพศแข็งแรง และเพศผู้มีการแสดงอาการอยากผสมพันธุ์ (libido)

2. ท่อนำอสุจิ ท่อปัสสาวะและลึงค์ (vasdeferens, urethra, penis) มีหน้าที่ร่วมกันในการนำส่งน้ำเชื้อ ที่มีอสุจิอยู่ออกสู่ภายนอกร่างกาย ท่อนำส่งอสุจิ (vasdeferens) เป็นท่อเชื่อมระหว่างท่อเก็บอสุจิ (epididymis) กับท่อปัสสาวะ (urethra) ท่อนำส่งอสุจิจะขยายตัวเป็นกระเปาะ (ampulla) ที่แถบบริเวณกระดูกเชิงกราน ที่กระเปาะนี้เป็นที่พักของตัวอสุจิ มีการผลิตอาหาร สำหรับหล่อเลี้ยงอสุจิด้วย สำหรับลึงค์ของโรคมีความยาว 30-40 นิ้ว มีกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อพิเศษเรียกว่า ไฟบรัส (fibrous) ทำให้ลึงค์ของโรคแข็งตัวตลอดเวลา

3. ต่อมน้ำกาม แบ่งได้ 3 ต่อม

ก. ต่อมผลิตน้ำอสุจิ (seminal vesicles) มีอยู่เป็นคู่ มีลักษณะคล้ายพวงองุ่น มีช่องเปิดเข้าสู่กระเปาะพัก (ampulla) ยาวประมาณ 3-5 นิ้ว ความจุประมาณ 50 มล. ในโรคนี้จะผลิตประมาณ 50 % ของน้ำกามทั้งหมด

ข. ต่อมลูกหมาก (prostate gland) เป็นต่อมคู่ ที่มีลักษณะคล้ายต่อมเตี้ยๆ อยู่ตรงรอยต่อระหว่างท่อปัสสาวะและกระเปาะพักของท่ออสุจิ (ampulla of vasdeferens) ผลิตสารหล่อลื่นและล้างท่อปัสสาวะและช่วยป้องกันตัวอสุจิจากสภาพความเป็นกรดเป็นด่าง (buffer) ป้องกันอสุจิจับตัวกันเป็นปึก เวลาผสมพันธุ์ นอกจากนี้ยังผลิตสารที่เป็นแร่ธาตุที่เป็นประโยชน์ต่อตัวอสุจิอีกด้วย

ค. ต่อมคาว์เปอร์ (cowper's gland) เป็นต่อมคู่ อยู่คนละด้านของท่อปัสสาวะ ผลิตสารที่เป็นส่วนของน้ำเยิ้มๆ ก่อนจะมีการหลั่งอสุจิ เพื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทาความสะอาดท่อและหล่อลื่น

4. น้ำกาม (semen) ประกอบด้วยตัวอสุจิ (sperm cell) ซึ่งมีขนาดยาวจากหัวถึงปลายหาง 70 ไมครอน ปกติในสัตว์ทั่วไปจะมีอายุหลังการหลั่งหรือจากการขับออกมานอกร่างกาย 24 ชั่วโมง อีกส่วนหนึ่งคือ น้ำกามซึ่งช่วยป้องกันอสุจิจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และยังเป็นอาหารหล่อเลี้ยงอสุจิ และกระตุ้นให้ตัวอสุจิเคลื่อนไหวได้อีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### วิธีการสร้างอุปกรณ์

##### 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชาการผสมเทียม (สกส. 2306) เป็นวิชาบังคับสาขาสัตวศาสตร์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) พุทธศักราช 2536 ประเภทวิชา เกษตรกรรมเป็นวิชา 3 หน่วยกิต ทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์

##### คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญของการผสมเทียม การเป็นหนุ่มเป็นสาว การเป็นสัตว์ เครื่องมือและอุปกรณ์ การรีดน้ำเชื้อ การเจือจางน้ำเชื้อ การตรวจและเก็บ รักษาน้ำเชื้อ การรีดน้ำเชื้อ การตรวจการตั้งท้อง การเพิ่มประสิทธิภาพ อัตรา การผสมติด การจดบันทึก ปัญหาและแนวทางการแก้ปัญหาในการผสมเทียม

##### จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการรีดน้ำเชื้อ การใช้น้ำเชื้อ เครื่องมืออุปกรณ์ และการเตรียมน้ำเชื้อการผสมเทียม
2. เพื่อให้เกิดทักษะในการรีดน้ำเชื้อและการตรวจการตั้งท้องของแม่โค
3. เพื่อให้มีความมั่นใจและสามารถแก้ไขปัญหาต่างๆในการผสมเทียมโค

##### ผลการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาการผสมเทียม

ภาคทฤษฎี ทั้งหมด 32 คาบ

บทที่ หัวข้อเรื่อง

จำนวนคาบ

บทที่ 1 บทนำ

2

** บทที่ 2	กายวิภาคและสรีรวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้	4
	2.1 กายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้	
	2.2 สรีรวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้	
	2.3 ความสำคัญของ Testosterone	
	2.4 Sexual desire	
	2.5 Puberty	
	2.6 อันตรายที่ได้รับจากการผสมพันธุ์เพศผู้	
บทที่ 3	กายวิภาคและสรีรวิทยาการสืบพันธุ์เพศเมีย	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
	<b>รวม</b>	<b>32 คาบ</b>
<b>ภาคปฏิบัติ ทั้งหมด 48 คาบ</b>		
<b>บทปฏิบัติการ</b>	<b>หัวข้อเรื่อง</b>	<b>จำนวนคาบ</b>
** 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทปฏิบัติการที่ 9	การตรวจการตั้งท้อง	6
บทปฏิบัติการที่ 10	ดูงานนอกสถานที่	9
	<b>รวม</b>	<b>48 คาบ</b>

จากรายละเอียดของทฤษฎีบทที่ 2 เรื่องกายวิภาคและสรีระสืบพันธุ์เพศผู้ ให้นำหัวข้อ 2.1 เรื่องกายวิภาคอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ , 2.2 เรื่องสรีระวิทยาการสืบพันธุ์เพศผู้ และบทปฏิบัติการที่ 1 เรื่องลักษณะระบบสืบพันธุ์เพศผู้ มาจัดทำเป็นภาพหุ่นและคู่มืออธิบายภาพหุ่นของระบบสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชา การผสมเทียม

### 3.2 เนื้อหาบทเรียน

#### ระบบสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้

อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้มีลักษณะคล้ายกันในส่วนแต่ละชนิด ส่วนที่สำคัญคือ ต่อมสร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gonad) ซึ่งในสัตว์เพศผู้เรียกว่าอัณฑะ (testis) มีอยู่ 1 คู่ ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิและฮอร์โมนเพศ จากอัณฑะมีท่อพักอสุจิ (epidi-dymis) นาน้ำเชื้อไปสู่อัน้ำเชื้อ (ductus deferens) ซึ่งจะเป็นทางผ่านของน้ำเชื้อ เข้าไปในท่อปัสสาวะ และออกมาสู่ภายนอกร่างกาย นอกจากอัณฑะแล้วส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ ต่อมสำรอง (accessory gland) ซึ่งทำหน้าที่สร้างน้ำคัดหลั่ง (secretion) ออกมาผสมปนกับตัวอสุจิรวมกัน เรียกว่าน้ำเชื้อต่อมเหล่านี้ได้แก่ ต่อมเวสซิกูลาร์ (vesicular gland) ต่อมพรอสเตท (prostate-gland) และต่อมบูลโบยูริธรัลหรือต่อมคาวเปอร์ (bulbourethral gland หรือ cowper's gland)

#### 1. อัณฑะ (testis)

อัณฑะ จัดเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของการสืบพันธุ์ในสัตว์เพศผู้ เช่นเดียวกับที่รังไข่ เป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของการสืบพันธุ์ในสัตว์เพศเมีย โดยอัณฑะ

มีหน้าที่ผลิตเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ (เซลล์อสุจิ) และฮอร์โมนเพศผู้ (แอนโดรเจน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อวัยวะต่างจากรังไข่ตรงที่ยังไม่มีเซลล์สุจิเมื่อแรกเกิด แต่จะมีเพียงเซลล์สืบพันธุ์ (germcell) อยู่ในท่อสร้างอสุจิ (seminiferous tubule) ทำหน้าที่สร้างเซลล์สุจิใหม่ โดยการแบ่งเซลล์ตลอดชีวิตการสืบพันธุ์ ตามปกติของสัตว์เพศผู้

อวัยวะไม่ได้อยู่ภายในร่างกายเหมือนรังไข่แต่จะเลื่อนลงมาจากจุดกำเนิดซึ่งอยู่ใกล้ไต ผ่านผนังช่องท้องในช่วงขาหนีบเข้าไปในถุงหุ้มอัณฑะ (scrotum) ยกเว้นในช้าง ซึ่งอัณฑะอยู่ภายในช่องท้องเช่นเดียวกับสัตว์ปีก การเคลื่อนตัวของอัณฑะจากช่องท้องเกิดจากการหดตัวของ gubernaculum ซึ่งเป็นเอ็นยึดระหว่างบริเวณขาหนีบกับบริเวณส่วนหางของท่อพักอสุจิ โดยมีแรงดันภายในช่องท้องและฮอร์โมนเพศผู้เป็นตัวควบคุม ในโรคการเคลื่อนตัวของอัณฑะในตัวอ่อนจะเสร็จสิ้นประมาณช่วงกลางของระยะตั้งท้อง ในบางกรณีอาจมีอัณฑะหนึ่งลูก หรือสองลูกไม่เคลื่อนตัวลงถุงหุ้มอัณฑะ เนื่องจากการผิดปกติในการพัฒนาหรือเป็นกรรมพันธุ์ ถ้าอัณฑะทั้งสองลูกไม่ตกลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะจะเรียกสัตว์ตัวนั้นว่า bilateral cryptorchid ซึ่งเป็นหมันแต่อัณฑะหนึ่งลูกตกลงสู่ถุงหุ้มอัณฑะ เรียกว่า unilateral cryptorchid ซึ่งยังคงมีความสมบูรณ์พันธุ์ตามปกติ เพราะอัณฑะที่ลงถุงหุ้มอัณฑะสามารถทำหน้าที่ได้ปกติ การแก้ไข cryptorchid อาจทำได้โดยการผ่าตัด แต่ไม่แนะนำให้ทำในสัตว์เลี้ยง เพราะในลักษณะนี้สามารถถ่ายทอดทางพันธุกรรมได้ การผ่าตัดยังคงทำให้ลักษณะนี้มีอยู่ในฝูงต่อไป

รูปร่าง ขนาด และตำแหน่งของอัณฑะที่ติดอยู่กับร่างกายนั้นจะแตกต่างกันออกไปตามชนิดของสัตว์ ในโรคอัณฑะมีรูปร่างแบบไข่ (oval) และห้อยลงมาอยู่ใต้ท้อง โดยมีแกนยาวตั้งฉากกับพื้นราบ ดังนั้นอัณฑะโคจึงมีเพียงส่วนบนที่แนบชิดกับลำตัว อัณฑะโคมีขนาดความยาว 13 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร และมีน้ำหนัก 350 กรัม โดยอัณฑะ 1 กรัม สามารถผลิตเซลล์อสุจิได้ 13-19 ล้านเซลล์ต่อวัน

อัณฑะของสัตว์ทุกชนิดถูกปกคลุมด้วยเนื้อเยื่อที่เรียกว่า tunica vaginalis ซึ่งยื่นออกมาจากเยื่อช่องท้อง เยื่อหุ้มนี้จะมีตั้งแต่เมื่ออัณฑะเคลื่อนเข้าไปในถุงหุ้มอัณฑะและหุ้มไปตลอดแนวของท่อพักอสุจิ เนื้อเยื่อชั้นถัดเข้าไปได้แก่ tunica-albuginea testis ซึ่งเป็นชั้นที่ติดกับเนื้ออัณฑะ โดยเป็นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยื่อเกี่ยวพันบาง ๆ มีสีขาวภายใต้ผิวของชั้นนี้จะมีเส้นเลือดมาหล่อเลี้ยงเป็นจำนวนมาก ใต้ชั้น tunica albuginea testis จะเป็นส่วนของเนื้ออัณฑะ (testicular parenchyma) ตรงกลางของอัณฑะจะมีเนื้อเยื่อ mediastinum testis ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่วางตามแกนยาวของอัณฑะ และมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เรียกว่า septula testis มาเชื่อมต่อ ส่วนของอัณฑะและเนื้อเยื่อที่ปกคลุม septula testis จะแตกแขนงแบ่งเนื้อเยื่ออัณฑะออกเป็นหลายพู (lobule) เป็นรูปกรวยอันแต่ละพูมีท่อสร้างอสุจิลักษณะเป็นท่อเล็กขดไปมา ท่อสร้างอสุจินี้มีน้ำหนักรวมกันประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักอัณฑะ ประมาณกันว่าถ้าเอาท่อสร้างอสุจิจากอัณฑะคู่หนึ่งของรศมายืดออกจะมีความยาวประมาณ 5,000 เมตร ท่อสร้างเซลล์อสุจิมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 200 ไมครอน และส่วนหนึ่งจะประสานกันเป็นตาข่าย เรียกว่า rete testis ซึ่งต่ออยู่กับท่อเล็ก ๆ คือท่อนำอสุจิ (efferent ductule) ประมาณ 12-15 ท่อนำอสุจิออกเหล่านี้จะมารวมกันที่ท่อพักอสุจิส่วนหัว (head of epididymis) เมื่อตัดเนื้ออัณฑะออกตามขวางพบว่าภายในเนื้ออัณฑะที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ มีท่อสร้างอสุจิ ซึ่งมีเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ (spermatogonia) และเซลล์ฟีเลีย็ง (sertoli cell) อยู่ เซลล์ฟีเลีย็งมีขนาดใหญ่กว่าแต่มีจำนวนน้อยกว่าเซลล์ต้นกำเนิดอสุจิ ระหว่างท่อสร้างอสุจิมี leydig cell หรือ interstitial cell ซึ่งเมื่อถูกกระตุ้นจากแอลเอช (LH หรือ Luteinizing hormone) จะสร้างฮอร์โมนเทสโทสเตอโรน (testosterone) และฮอร์โมนเพศผู้อื่น ๆ (ในปริมาณเล็กน้อย)

## 2. ถุงหุ้มอัณฑะและสายรังไข่ (scrotum and spermatic cord)

ถุงหุ้มอัณฑะมีลักษณะเป็นถุงมี 2 กระเปาะ หุ้มอัณฑะทั้งคู่อุ้งอยู่ภายในชั้นนอกของถุงหุ้มอัณฑะ เป็นชั้นหนามีต่อมเหงื่อขนาดใหญ่และต่อมไขมันจำนวนมากถัดเข้าไปเป็นชั้นของเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบเรียกว่า tunica dartos ซึ่งกระจายไปทั่วบริเวณควบคู่กับเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน tunica dartos แบ่งถุงหุ้มอัณฑะออกเป็น 2 ถุง โดยจะติดอยู่กับ tunica vaginalis ที่ด้านล่างของแต่ละถุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สายรังลูกอัณฑะเป็นตัวเชื่อมระหว่าง อัณฑะกับระบบเลือดและระบบประสาท นอกจากนี้สายรังลูกอัณฑะยังประกอบด้วย เส้นใยกล้ามเนื้อเรียบ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และส่วนหนึ่งของท่อนำน้ำเชื้อ ทั้งสายรังลูกอัณฑะ และถุงหุ้มอัณฑะมีส่วนช่วยในการพยุงอัณฑะ และยังทำงานร่วมกันในการควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะอีกด้วย

### โครงสร้างของอัณฑะและถุงหุ้มอัณฑะ ประกอบด้วย

1. หนังกำพร้า (epidermis) เป็นชั้นนอกสุด อยู่ที่ส่วนถุงหุ้มอัณฑะ
2. หนังแท้ (dermis) อยู่ถัดเข้าไปจากชั้นหนังกำพร้า
3. ทูนิกา ดาโรส (tunica albuginea) เป็นชั้นกล้ามเนื้อซึ่งอยู่ถัดจากชั้นของผิวหนังเข้าไป ทั้งหนังกำพร้า หนังแท้และทูนิกา ดาโรสนี้รวมกันเป็นถุงหุ้มอัณฑะ ในส่วนทูนิกา ดาโรสมีกล้ามเนื้อช่วยในการควบคุมอุณหภูมิของอัณฑะโดยการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้ถุงหุ้มอัณฑะหนาตัวขึ้น หรือการคลายตัวของกล้ามเนื้อทำให้ถุงหุ้มอัณฑะบางตัวลง
4. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) ในชั้นของเนื้อเยื่อเกี่ยวพันนี้แทรกอยู่ระหว่างอัณฑะและหนังหุ้มอัณฑะ และจะอยู่กันอย่างหลวมๆ เพื่อให้ถุงหุ้มอัณฑะสามารถยืดหยุ่นหรือดึงตัวให้ตึงได้สะดวก
5. ทูนิกา วาจิnalis (tunica vaginalis) ชั้นนี้เป็นเนื้อเยื่อหนาและไม่มี ความยืดหยุ่น มีเส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดงมาหล่อเลี้ยงมากมาย
6. ทูนิกา อัลบูจิเนีย (tunica albuginea) อยู่ถัดจากชั้นทูนิกา วาจิnalis เข้าไประหว่างชั้นของทูนิกา อัลบูจิเนียและทูนิกา วาจิnalis จะมีของเหลวหล่อลื่นอยู่ชั้นทูนิกา อัลบูจิเนียเป็นชั้นที่อยู่กับเนื้อของอัณฑะ ห่อหุ้มให้อัณฑะคงรูปร่างอยู่ได้
7. เนื้ออัณฑะ (testicular parenchyma) ในชั้นนี้ประกอบไปด้วยท่อสร้างอสุจิอยู่มากมาย ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ และในระหว่างท่อสร้างอสุจิจะมีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันแทรกเนื้อเยื่อเกี่ยวพันมีเลย์ดิกเซลล์ (Leydig cell) ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศผู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อวัยวะสืบพันธุ์ของสัตว์เพศผู้ และหน้าที่ ๗ สำคัญ

อวัยวะ	หน้าที่
-ท่อพักอสุจิ	-เคลื่อนย้ายอสุจิ -ทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น -เก็บรักษาอสุจิ -ทำให้อสุจิเจริญเต็มวัย
-ท่อนำน้ำเชื้อ	-เคลื่อนย้ายอสุจิ
-ท่อปัสสาวะ	-ส่งผ่านน้ำเชื้อ
-ต่อมเวสตีคิวลาร์	-ให้ของเหลว สารให้พลังงาน และบัฟเฟอร์ในน้ำเชื้อ
-ต่อมพรอสเตท	-ให้ของเหลว และประจุอินทรีย์ในน้ำเชื้อ
-ต่อมบัลโบยูรีธรัล	-ให้ของเหลวที่ช่วยล้างปัสสาวะที่เหลืค้างในท่อปัสสาวะก่อนการหลั่งน้ำเชื้อ
-อวัยวะเพศผู้	-อวัยวะสำหรับการผสมพันธุ์
-หนังหุ้มอวัยวะเพศผู้	-หุ้มปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้

ที่มา : สมศักดิ์ บัณฑุชชัย (2533) หน้า 14.

ตารางที่ 2 ขนาดและน้ำหนักของส่วนต่าง ๆ ของท่อทางเดินอวัยวะสืบพันธุ์สัตว์  
เพศผู้

อวัยวะ		โค	สุกร	แกะ
อวัยวะ	-ความยาว (ซม.)	13	13	10
	-เส้นผ่าศูนย์กลาง (ซม.)	7	7	6
	-น้ำหนัก (กรัม)	350	360	275
ท่อพิกอสุจิ	-ความยาวท่อ (เมตร)	40	50	50
	-น้ำหนัก (กรัม)	36	85	-
ท่อน้ำน้ำเชื้อ	-ความยาว (ซม.)	102	-	24
แอมพูลลา	-ความยาว (ซม.)	15	เป็นก้อน	7
	-เส้นผ่าศูนย์กลาง	1.2	เป็นก้อน	0.6
ต่อมเวสทิบูลาร์	-ความยาว (ซม.)	13	13	4
	-ความกว้าง (ซม.)	3	7	2
	-ความหนา (ซม.)	2	4	1.5
	-น้ำหนัก (กรัม)	75	200	5
ต่อมพ羅斯เตท	-ลำตัว (ซม.)	3x1x1	3x3x1	เป็นก้อน
	-ส่วนนอก (ซม.)	12x1x1	ก้อน	17x1x1
ต่อมบูลโบยูรีธรัล	-ความยาว (ซม.)	3	16	1.5
	-ความกว้าง (ซม.)	2	4	1
	-น้ำหนัก (กรัม)	6	85	3
องคชาติ	-ความยาว (ซม.)	102	55	40
	-ความยาวส่วนอิสระ (ซม.)	9.5	18	4
	-ท่อปัสสาวะโพล์ (ซม.)	0.2	-	4
หนังหุ้มองคชาติ	-ความยาว (ซม.)	30	23	11

ที่มา : พีรศักดิ์ สุทธิโยธิน (2530) หน้า 10-11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การควบคุมอุณหภูมิของอวัยวะ (temperature control)

การที่น้ำเชื้อของสัตว์เลี้ยงหลายชนิดมีความสมบูรณ์ต่ำกว่าระหว่างฤดูร้อน เป็นเพราะ กลไกในการควบคุมอุณหภูมิไม่สามารถทำให้อวัยวะ มีอุณหภูมิที่พอเหมาะ ต่อการทำหน้าที่ของมัน ในโรคถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมอยู่ในช่วง 5-12 องศาเซลเซียส อุณหภูมิในอวัยวะจะต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกายประมาณ 4-7 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสภาพแวดล้อมเพิ่มขึ้นเป็น 38 องศาเซลเซียส ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิภายในอวัยวะ และอุณหภูมิภายในร่างกายจะลดลงเหลือเพียงประมาณครึ่งหนึ่งเท่านั้น (ต่ำกว่าอุณหภูมิร่างกาย 2-3 องศาเซลเซียส) ในขณะที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำไม่ปรากฏว่ามีผลกระทบต่อความสมบูรณ์พันธุ์

บทบาทของถุงหุ้มอวัยวะ และสายรังลูกอวัยวะในการควบคุมอุณหภูมิของอวัยวะ คือ การดึงอวัยวะ ให้เข้าไปใกล้ลำตัวขณะที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมต่ำ และปล่อยให้ให้อวัยวะอยู่ห่างจากลำตัวขณะที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมสูงขึ้น การเคลื่อนที่ขึ้นลงของอวัยวะนี้ เกิดจากกล้ามเนื้อเรียบ 2 ชุด คือ tunica dartos ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเรียบของถุงหุ้มอวัยวะ และ cremaster ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเรียบของสายรังลูกอวัยวะกล้ามเนื้อเรียบทั้งสองชุดมีความไวต่ออุณหภูมิ ระหว่างที่อากาศเย็น การหดตัวของกล้ามเนื้อเหล่านี้ทำให้ถุงหุ้มอวัยวะย่น และสายรังลูกอวัยวะหดสั้นดึงเอาลูกอวัยวะ เข้าไปใกล้ลำตัว แต่ในระหว่างที่อากาศร้อนกล้ามเนื้อเหล่านี้จะคลายตัว ปล่อยให้ถุงหุ้มอวัยวะและสายรังลูกอวัยวะยืดออกมาทำให้อวัยวะเคลื่อนออกมาอยู่ห่างจากลำตัว กล้ามเนื้อเรียบดังกล่าว จะไม่ตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ จนกระทั่งสัตว์มีอายุใกล้เป็นหนุ่มแล้วเท่านั้น การตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิต้องมีฮอร์โมนเทสโทสเตอโรนเป็นตัวควบคุม

การลดอุณหภูมิของอวัยวะ เกิดจากกลไก 2 อย่าง อย่างแรก คือ การระเหย (evaporation) เนื่องจากผิวหนังของถุงหุ้มอวัยวะมีต่อมเหงื่อและต่อมน้ำมัน ซึ่งจะมียุติกรรมมากขึ้นระหว่างอากาศร้อน การระเหยของสิ่งที่ต่อมเหล่านี้ขับออกมาช่วยทำให้ถุงหุ้มอวัยวะเย็นลง 2-5 องศาเซลเซียส นอกจากนั้นแล้วในขณะที่มีอากาศร้อน ถุงหุ้มอวัยวะจะยืดตัวออกทำให้มีพื้นที่ผิวสัมผัสกับอากาศภายนอกได้มากขึ้น การระเหยจึงมีมากขึ้น กลไกการลดอุณหภูมิอย่างที่สอง คือ การแลกเปลี่ยนความร้อนในระบบหมุนเวียนของเลือด (heat exchange in) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

the circulatory system) โดยขณะที่เส้นเลือดแดงนำเลือดที่มีอุณหภูมิที่เท่ากันในร่างกาย มายังอวัยวะ เส้นเลือดแดงที่ขดไปมาเหล่านี้จะผ่านร่างแหของเส้นเลือดดำที่เรียกว่า pampiniform venous plexus ซึ่งนำเลือดที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เพื่อส่งกลับไปหัวใจ เลือดในเส้นเลือดแดงจะมีอุณหภูมิต่ำลง ก่อนที่จะลงมาถึงอวัยวะ นอกจากนี้แล้วในขณะที่มีอากาศร้อน สายรังสีอุลตราไวโอเล็ตจะยาวขึ้น ทำให้มีพื้นที่ในการแลกเปลี่ยนความร้อนมากขึ้น

### 3. ท่อพีกอสุจิ (epididymis)

ท่อพีกอสุจิเป็นท่อภายนอกท่อแรกที่อยู่ติดกับอวัยวะ โดยเชื่อมติดกับอวัยวะ และ ถูกหุ้มไว้ใน tunica vaginalis กับอวัยวะ ท่อพีกอสุจินี้จะถูกส่วนหนึ่งของ tunica albuginea testis หุ้มเอาไว้

ท่อพีกอสุจิแบ่งเป็น 3 ส่วนคือ

1. ท่อพีกอสุจิส่วนหัว (head หรือ caput epididymis) คือบริเวณแบนราบตรงยอดของอวัยวะ เป็นที่ซึ่งท่อหน้าอสุจิออก 12-15 ท่อ เข้ามารวมเป็นท่อเดียว

2. ท่อพีกอสุจิส่วนลำตัว (body หรือ corpus epididymis) วางตัวไปตามยาวของอวัยวะ ส่วนนี้มีลักษณะเป็นท่อใหญ่ท่อเดียวต่อกับท่อพีกอสุจิส่วนหาง

3. ท่อพีกอสุจิส่วนหาง (tail หรือ cauda epididymis) อยู่ส่วนปลายตรงข้ามกับท่อพีกอสุจิส่วนหัว และต่อกับท่อนำน้ำเชื้อ

โครงสร้างของท่อพีกอสุจิและท่อภายนอกอื่น ๆ คล้ายคลึงกับโครงสร้างส่วนที่เป็นท่อของระบบสืบพันธุ์เพศเมีย โดยชั้นนอกเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันคือ tunica serosa ชั้นกลางเป็นเส้นใยกล้ามเนื้อเรียบคือ tunica muscularis และชั้นในสุดเป็นเนื้อเยื่อบุผิว (epithelial layer) ชนิด pseudostratifide มีลักษณะเป็นเซลล์รูปทรงกระบอก (columnar cell) โดยท่อพีกอสุจิส่วนหัวมีเยื่อบุผิวอยู่มากมีขนยาวเกือบเต็มช่องว่างภายในท่อ ท่อพีกอสุจิส่วนลำตัวมีเยื่อบุผิวที่มีขนสั้นลง และมีช่องว่างภายในท่อกว้างขึ้น ส่วนท่อพีกอสุจิส่วนหางมีเยื่อบุผิวที่มีขนสั้นที่สุดและช่องว่างภายในท่อกว้างที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## หน้าที่ของท่อพกอสุมิอยู่ 4 ประการคือ

### 1. การเคลื่อนย้ายอสุจิ (transportation of sperm)

เมื่อเซลล์อสุจิถูกสร้างขึ้นในท่อสร้างอสุจิแล้วจะถูกผลักดันเข้าสู่ rete testis โดยแรงดันจากการสร้างอสุจิเซลล์เหล่านั้นอสุจิใน rete testis จะผ่านเข้าสู่ท่อหน้าอสุจิออกโดยแรงดันของ ๗ เหลว (fluid pressure) ท่อหน้าอสุจิออกจะเคลื่อนย้ายอสุจิที่ยังไม่เจริญเต็มวัย (immature sperm) จาก rete testis ผ่านเข้าสู่ท่อพกอสุมิส่วนหัวโดยการโบกพัดของเซลล์เยื่อผิวที่มีขน (cilia) และแรงดันของเหลวภายในท่อ หลังจากนั้นท่อพกอสุมิจะทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอสุจิโดยการบีบตัวของกล้ามเนื้อเรียบของท่อ เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายของโรค ใช้เวลา 9-11 วันระยะเวลาดังกล่าวจะเร็วขึ้นประมาณ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ถ้ามีการหลังน้ำเชื้อบ่อย ๆ โดยการหลังน้ำเชื้อมีส่วนช่วยให้การเคลื่อนที่ดีขึ้นเนื่องจากในระหว่างการหลังน้ำเชื้อมีการหดตัวแบบ peristalsis จากชั้นกล้ามเนื้อเรียบของท่อพกอสุมิ และยังมี การหดตัวแบบ peristalsis ของท่อนำน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะซึ่งจะช่วยเคลื่อนย้ายอสุจิจากท่อพกอสุมิเข้าไปในท่อนำน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะ

### 2. การทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น (concentration of sperm)

อสุจิจากอัณฑะที่เข้าไปยังท่อพกอสุมิของโรค มีความเจือจางมาก (ประมาณ 100 พันล้านเซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) แต่ท่อพกอสุมิจะทำให้อสุจิมีความเข้มข้นขึ้น (ประมาณ 1 พันล้านเซลล์ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร) ความเข้มข้นของอสุจิที่สูงขึ้นเกิดจากของเหลวซึ่งเซลล์อสุจิอาศัยอยู่ถูกเยื่อผิวของท่อพกอสุมิดูดซึม การดูดซึมของเหลวเหล่านี้ส่วนใหญ่เกิดขึ้นในท่อพกอสุมิส่วนหัวและตอนปลายบนของท่อพกอสุมิส่วนลำตัว

### 3. การเก็บรักษาอสุจิ (storage of sperm)

การเก็บรักษาอสุจิส่วนใหญ่อยู่ในท่อพกอสุมิส่วนหาง ซึ่งมีช่องว่างภายในท่อมากกว่าบริเวณอื่น ในโรคที่เรตเต็มทีขนาดท่อพกอสุมิอาจเก็บรักษาอสุจิไว้ได้ 50-74 พันล้านเซลล์ ซึ่งเท่ากับปริมาณที่ผลิตจากอัณฑะในเวลา 3.6 วัน สภาพภายในที่พกอสุมิส่วนหางเหมาะสมต่อการมีชีวิตของอสุจิเป็นเวลานานเนื่องจากมีความเป็นกรดเป็นด่างต่ำ มีความหนืดสูง ความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์เป็นอิสระที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานี้ ไม่นานพอให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๒. เซลล์สูง อัตราส่วนของโปรตีนต่อไขมันสูง มีอิทธิพลของฮอร์โมนเพศ  
 ๓. ทอเทอโรน และอาจมีปัจจัยอื่นๆอีกมาร่วมกัน ทำให้มีอัตราเมตาบอลิซึมต่ำ  
 และอสุจิมีชีวิตยาวนานขึ้นสภาพแบบนี้ไม่สามารถจำลองได้จากภายนอกท่อพักอสุจิ  
 ถ้ามีการมัดท่อพักอสุจิไม่ให้มีเซลล์อสุจิใหม่เข้ามา และไม่ทำให้เซลล์อสุจิเก่าออก  
 ๔. เซลล์อสุจิในท่อพัก จะมีชีวิตและความสมบูรณ์พันธุ์ได้นานประมาณ 60 วัน  
 ดังนั้นถ้าสัตว์ไม่ได้ผสมพันธุ์เป็นระยะเวลาอันนาน น้ำเชื้อที่หลั่งออกมาครั้งแรก ๆ  
 อาจมีเซลล์อสุจิที่ไม่มีความสมบูรณ์พันธุ์อยู่ เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูง

#### 4. การทำให้อสุจิเจริญเต็มวัย (maturation of sperm)

เมื่ออสุจิซึ่งถูกสร้างขึ้นเดินทางจากท่อนำอสุจิออก เข้าไปในท่อพัก  
 อสุจิส่วนหัว เซลล์อสุจินั้นยังไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ และยังไม่มีความสมบูรณ์  
 ๕. พันธุ์ ต่อเมื่อเดินทางผ่านท่อพักอสุจิจึงจะมีการเคลื่อนไหวและมีความสมบูรณ์พันธุ์  
 ถ้าผูกปลายทั้งสองข้างของท่อพักอสุจิส่วนหางไว้ เซลล์อสุจิที่อยู่ใกล้ท่อพักอสุจิส่วน  
 ๖. ละตัวมากที่สุด จะมีความสมบูรณ์พันธุ์นานขึ้นประมาณ 25 วัน แต่ในเวลาเดียวกัน  
 ๗. เซลล์อสุจิที่อยู่ใกล้ท่อนำน้ำเชื้อจะมีความสามารถในการปฏิสนธิลดลง แสดง  
 ๘. ว่าเซลล์อสุจิจะมีความสมบูรณ์พันธุ์ เมื่อเข้ามาอยู่ในท่อพักอสุจิส่วนหาง และจะ  
 ๙. เริ่มแก่แล้วตายไปถ้าไม่ถูกเคลื่อนย้ายไปส่วนอื่น ขณะที่อยู่ในท่อพักอสุจิ เซลล์อสุจิ  
 ๑๐. จะสูญเสีย cytoplasmic droplet ไปซึ่งจะมีอยู่ในส่วนคอของอสุจิทุกเซลล์  
 ๑๑. ระหว่างขบวนการสร้างอสุจิ cytoplasmic droplet นี้สามารถใช้เป็นเครื่อง  
 ๑๒. บอกได้ว่าเซลล์อสุจิเจริญเต็มที่แล้วหรือยัง ถ้า น้ำเชื้อสดที่เซลล์อสุจิที่ยังคงมี  
 ๑๓. cytoplasmic droplet อยู่เป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงถือว่าน้ำเชื้อนั้นมีความสมบูรณ์  
 ๑๔. พันธุ์ต่ำ

#### 4. ท่อนำน้ำเชื้อและท่อปัสสาวะ (vasdeferens and urethra)

๑. ท่อนำน้ำเชื้อ เป็นท่อที่ต่อจากท่อพักอสุจิส่วนหาง แต่ละข้างวางตัวไป  
 ๒. ตามสายรังลูกอัณฑะโดยมีเยื่อช่องท้องช่วยพยุง ท่อนี้จะผ่านช่องขาหนีบเข้าไป  
 ๓. ในบริเวณเชิงกรานเปิดออกสู่ท่อปัสสาวะ ที่บริเวณใกล้ช่องเปิดของท่อปัสสาวะ  
 ๔. ซึ่งต่อกับกระเพาะปัสสาวะ ท่อนำน้ำเชื้อมีหน้าที่ส่งผ่านเซลล์อสุจิแต่เพียงอย่าง  
 ๕. เดียว โดยการส่งผ่านเซลล์อสุจิไปยังท่อปัสสาวะจะเป็นไปอย่างรวดเร็ว เนื่อง  
 ๖. จากการบีบตัวของกล้ามเนื้อหูรูดที่ท่อปัสสาวะ ซึ่งบีบตัวเป็นจังหวะเป็นครั้งคราว  
 ๗. ไม่ช้ากว่าการบีบตัวของหัวใจ ดังนั้น ท่อนำน้ำเชื้อจึงทำหน้าที่เป็นท่อส่งน้ำเชื้อ  
 ๘. ไปยังท่อปัสสาวะได้อย่างรวดเร็ว และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการหดตัวแบบ peristalsis ของผนังกล้ามเนื้อ ซึ่งเริ่มตั้งแต่ท่อพักอสุจิส่วนหาง ส่วนปลายที่ขยายใหญ่ของท่อนำน้ำเชื้อใกล้ท่อปัสสาวะ เรียกว่าแอมพูลลา (ampulla) ซึ่งบางคนเชื่อว่าแอมพูลลาทำหน้าที่เก็บรักษาน้ำเชื้อในระยะสั้น ๆ แต่ปรากฏว่าเซลล์อสุจิแก่เร็วเมื่ออยู่ในแอมพูลลา ดังนั้นแอมพูลลาจึงน่าจะเป็นที่รวมของอสุจิ ระหว่างที่จะมีการหลั่งน้ำเชื้อก่อนถูกส่งเข้าไปในท่อปัสสาวะมากกว่า ท่อปัสสาวะเป็นท่อเดี่ยวเริ่มจากบริเวณที่ต่อกับแอมพูลลาไปจนถึงปลายอวัยวะเพศผู้ท่อนี้เป็นทางออกของปัสสาวะและน้ำเชื้อ ระหว่างการหลั่งน้ำเชื้อในโรคจะมีการรวมกันระหว่างอสุจิที่เข้มข้นจากท่อนำน้ำเชื้อและท่อพักอสุจิกับของเหลวจากต่อมน้ำกามที่บริเวณท่อปัสสาวะ ในช่องเชิงกรานก่อนถูกขับสู่ภายนอก

#### 5. ต่อมน้ำกาม (accessory gland)

ต่อมน้ำกามอยู่บริเวณท่อปัสสาวะในส่วนเชิงกราน โดยมีท่อจากต่อมเหล่านี้เปิดออกสู่ท่อปัสสาวะ ต่อมน้ำกามเป็นแหล่งผลิตของเหลวส่วนใหญ่น้ำเชื้อ นอกจากนี้ของเหลวจากต่อมน้ำกามยังเป็นบัฟเฟอร์ มีอาหาร และสารอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการเคลื่อนไหวและความสมบูรณ์พันธุ์ของเซลล์อสุจิ

ต่อมน้ำกามมีอยู่ด้วยกัน 3 ต่อมน้ำกาม คือ

1. ต่อมน้ำกามเวสซิกิวลาร์ (vesicular gland) หรือเซมินอล เวสซิกิล (seminal vesicles) มี 1 คู่ ในโรคมีลักษณะเป็นพุดคล้ายพวงองุ่นท่อของต่อมน้ำกามเวสซิกิวลาร์เปิดออกใกล้ ๆ ทางแยกที่แอมพูลลาเปิดเข้าท่อปัสสาวะ ในโรคมากกว่าครึ่งหนึ่งของของเหลวในน้ำเชื้อมาจากต่อมน้ำกามนี้ ต่อมน้ำกามเวสซิกิวลาร์ให้ของเหลว ที่มีสารประกอบอินทรีย์หลายตัวในบรรดาสารประกอบมีอยู่ 2 ชนิด คือ ฟรุคโตส (fructose) และซอร์บิตอล (sorbitol) ที่เป็นแหล่งของพลังงานที่สำคัญของเซลล์อสุจิ นอกจากนี้ต่อมน้ำกามนี้ยังให้ของเหลวที่มีฟอสเฟตบัฟเฟอร์ และคาร์บอเนต บัฟเฟอร์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการป้องกันการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเชื้ออีกด้วย

2. ต่อมพรอสเตท (prostate gland) เป็นต่อมเดี่ยวอยู่รอบท่อปัสสาวะ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนลำตัว (body of prostate) ซึ่งอยู่ทางด้านบนตรงส่วนต่อระหว่างท่อปัสสาวะในส่วนเชิงกรานกับส่วนคอของท่อปัสสาวะ อีกส่วนคือส่วนที่ฝังอยู่ใต้ชั้นกล้ามเนื้อรอบๆ ท่อปัสสาวะ (disseminate prostate) โดยมีส่วนบนหนากว่าส่วนล่าง ในโรคของเหลวที่ผลิตจากต่อมนี้มีจำนวนน้อย แต่ของเหลวจากต่อมนี้มีประจุอินทรีย์มาก เช่น โซเดียม คลอไรด์ แคลเซียม และแมกนีเซียม โดยจะอยู่ในสภาพสารละลาย

3. ต่อมบัลโบยูริธรัลหรือควาเปอรั (bulbourethral หรือ Cowper's gland) เป็นต่อมคู่วางตัวอยู่ด้านบนของท่อปัสสาวะ ใกล้เคียงบริเวณที่ท่อปัสสาวะออกมาจากกระดูกเชิงกราน ในโรคต่อมนี้มีขนาดเล็ก และฝังตัวอยู่ในกล้ามเนื้อ ของเหลวที่ผลิตจากต่อมนี้มีปริมาณน้อย ในโรคของเหลวส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างท่อปัสสาวะก่อนการหลั่งน้ำเชื้อ โดยจะพบของเหลวส่วนนี้หยดออกมาจากหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ (prepuce)

## 6. อวัยวะเพศผู้ (penis)

อวัยวะเพศผู้เป็นอวัยวะสำหรับการผสมพันธุ์ของสัตว์ อวัยวะเพศผู้วางตัวอยู่ทางด้านบนรอบๆ ท่อปัสสาวะจากจุดที่ท่อปัสสาวะออกพ้นเชิงกราน โดยมีทางเปิดของท่อปัสสาวะอยู่ที่ปลายของอวัยวะเพศผู้ อวัยวะเพศผู้มีลักษณะโค้งงอแบบตัว S (sigmoid flexure) ซึ่งทำให้โรคสามารถดึงอวัยวะเพศผู้เข้าเก็บไว้ในลำตัวได้ โดยมีกล้ามเนื้อที่เรียกว่า retractor penis muscle ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อเรียบ 1 คู่ โยงจากกระดูกสันหลังในส่วนของกระดูกหาง และเชื่อมกับด้านล่างตรงส่วนหน้าของอวัยวะเพศผู้ที่โค้งงอแบบตัว S กล้ามเนื้อคู่นี้เมื่อคลายตัวจะปล่อยให้อวัยวะเพศผู้ ยืดยาวออกมาภายนอก และเมื่อหดตัวจะดึงเอาอวัยวะเพศผู้กลับเข้าไปในลำตัว ปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ (free end of penis) เรียกว่า gland penis

ลักษณะทางกายวิภาคของอวัยวะเพศผู้ และหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศ เมื่อตัดขวางจะมีเนื้อเยื่อที่เรียกว่า erectile tissue ซึ่งมีโพรงจำนวนมาก

อยู่ภายในโดยอยู่ภายในบริเวณคือส่วนที่อยู่รอบท่อปัสสาวะ เรียกว่า corpus ด้านการค้ำไม่วารณใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

spongiosum penis ซึ่งจะขยายใหญ่เข้าไปในส่วนอวัยวะเพศผู้ที่มีลักษณะเป็นกระเปาะโดยมีกล้ามเนื้อ bulbospongiosus ปกคลุมอยู่ อีกส่วนหนึ่งอยู่ด้านบนของ corpus spongiosum penis และกินบริเวณกว้างกว่า เรียกว่า corpus cavernosum penis มีลักษณะเป็นแท่งจนไปถึง gland penis บริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นโพรงจะมีเลือดมาคั่ง ระหว่างที่มีการตื่นตัวทางเพศ ทำให้อวัยวะเพศผู้ขยายใหญ่ (แข็งตัว) และขับน้ำเชื้อ ออกสู่ภายนอกได้สะดวก การคั่งของเลือดเกิดจากกล้ามเนื้อ ischiocavernosus สูดเลือดผ่านทาง erection canal ของ corpus cavernosum penis

#### 7. ส่วนปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ (gland penis)

ลักษณะของส่วนปลายที่เป็นอิสระของอวัยวะเพศผู้ เป็นส่วนที่มีประสาทรับความรู้สึกอยู่มาก มีความคล้ายคลึงกับคลิตอริสในเพศเมีย ในสัตว์ส่วนใหญ่นั้น ปลายอวัยวะเพศ ที่เป็นอิสระจะเป็นเนื้อเยื่อ fibroelastic และมีเนื้อเยื่อ erectile อยู่เล็กน้อย

#### 8. หนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ (prepuce หรือ sheath)

หนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ แบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนที่ยื่นพันอวัยวะเพศและส่วนที่ติดกับอวัยวะเพศผู้ ช่องเปิดของหนังหุ้มปลายอวัยวะเพศผู้ มีขนยาวล้อมรอบ

#### ฮอร์โมนของระบบสืบพันธุ์ (reproductive hormone)

ก่อนที่จะศึกษาถึงการสืบพันธุ์ จำเป็นต้องเข้าใจเกี่ยวกับระบบต่างๆ ทางสรีรวิทยา ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมขบวนการสืบพันธุ์ตามธรรมชาติก่อน เพราะการสืบพันธุ์จัดว่า เป็นงานทางด้านสรีรวิทยาอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกัน ระบบสรีรวิทยาดังกล่าว คือ ระบบต่อมไร้ท่อ (endocrine system) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมโดยฮอร์โมนที่ผลิตขึ้นมา

ต่อมไร้ท่อ (endocrine gland) ไม่มีระบบท่อทางเดิน เพื่อส่งสิ่งที่ผลิตออกมา แต่ต่อมเหล่านี้จะผลิตและหลั่งสิ่งที่ผลิตนั้น เข้าสู่กระแสเลือดโดยตรง ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจาก ต่อมมีท่อ (exocrine gland) ที่มีระบบท่อทางเดินของสิ่งที่ตัวเองผลิต ออกสู่ภายนอกโดยไม่ได้หลังเข้าไปในกระแสเลือด ต่อมไร้ท่อจะผลิตฮอร์โมนซึ่งเป็นสารเคมี และส่งไปยังอวัยวะที่เป็นเป้าหมาย (target organ) หรือเซลล์อื่น ๆ ที่เป็นเป้าหมาย (target cell) ทางกระแสเลือด หรือทางน้ำเหลือง เพื่อควบคุมกิจกรรมทางสรีรวิทยาเฉพาะอย่างต่อไป จากคุณสมบัติอันนี้ ฮอร์โมนจึงมีอิทธิพลต่อเซลล์ที่อยู่ตามจุดต่าง ๆ ซึ่งอยู่ห่างจากต่อมที่ผลิตขึ้นมาได้ฉะนั้นพอจะสรุปได้ว่า

ฮอร์โมน คือ สารที่หลั่งออกมาจากต่อมไร้ท่อ และเดินทางไปยังอวัยวะเป้าหมาย โดยทางกระแสเลือดหรือทางน้ำเหลือง ฮอร์โมนมีลักษณะพิเศษ คือ จะมีผลต่ออวัยวะเป้าหมายเท่านั้นจะไม่มีผลต่ออวัยวะอื่น สำหรับฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ จะต่างจากฮอร์โมนโดยทั่ว ๆ ไปคือ หน้าที่ของฮอร์โมนโดยทั่ว ๆ ไปทำเพื่อการดำรงอยู่ของชีวิต ส่วนฮอร์โมนในระบบสืบพันธุ์ทำหน้าที่เพื่อการรอดของเผ่าพันธุ์ คือ ทำให้กระบวนการสืบพันธุ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อยนั่นเอง ฮอร์โมนมีอยู่หลายชนิด และมีกิจกรรมที่แตกต่างกันออกไป แต่ฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์ส่วนใหญ่อ้างมาจาก ต่อมไร้ท่อไฮโปทาลามัส (hypothalamus) ต่อมใต้สมอง (pituitary gland) ต่อมเพศ (gonad) และรก (placenta) โดยมีหน้าที่หลักคือทำให้กระบวนการสืบพันธุ์เป็นไปด้วยความเรียบร้อย เช่น การควบคุมวงรอบการเป็นสัด การตกไข่ การปฏิสนธิ การตั้งท้อง การคลอดลูก การสร้างเซลล์อสุจิ เป็นต้น

### การแบ่งฮอร์โมนของการสืบพันธุ์

ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์ อาจจะแบ่งออกตามคุณสมบัติทางเคมี หรืออาจแบ่งออกตามหน้าที่ โดยฮอร์โมนของการสืบพันธุ์ในทางเคมี สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 พวกคือ

1. ฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์และโปรตีน (peptide and protein hormones) ฮอร์โมนเหล่านี้ถูกสร้างขึ้นมาโดยการเชื่อม กรดอะมิโน (amino-acid) เข้าด้วยกันเป็นชุด ๆ โดยมีขนาดโมเลกุลเป็นตัวกำหนดว่า ฮอร์โมนนั้น ๆ เป็น เปปไทด์ หรือโปรตีน ฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์ และโปรตีนสามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ละลายน้ำได้ และจะเปลี่ยนสภาพเมื่อถูกความร้อน และในภาวะที่เป็นกรดหรือต่างอย่างแรง ซึ่งการเปลี่ยนสภาพนี้ จะทำให้คุณสมบัติทางสรีรวิทยาของฮอร์โมนนั้น ๆ เปลี่ยนแปลงไป ดังนั้น จะให้ฮอร์โมนประเภทนี้แก่สัตว์ จึงต้องใช้วิธีฉีดเข้าป (เข้าเส้นเลือดหรือเข้ากล้ามเนื้อ) ไม่ควรให้สัตว์กิน การนำวิธีนี้จะช่วยทำให้ฮอร์โมนทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ฮอร์โมนที่เป็นสเตอรอยด์ (steroid hormone) สเตอรอยด์เป็นไขมัน (lipid) ประเภทหนึ่ง ซึ่งมีการจัดโครงสร้างเป็นแบบสี่เหลี่ยมวงแหวน (tetracyclic) สเตอรอยด์ทุกชนิดมี คอเลสเตอรอล (cholesterol) เป็นสารตั้งกำเนิด (common precursor) ฮอร์โมนพวกนี้ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในอีเทอร์ (ether) คลอโรฟอร์ม (chloroform) และตัวละลายอื่น ๆ ซึ่งใช้ในการสกัดไขมัน ออกจากเนื้อเยื่อหรือเลือดสเตอรอยด์ ฮอร์โมนบางตัวจะถูกดูดซึมผ่านท่อทางเดินอาหารได้ดี แต่โดยปกติการให้ฮอร์โมนประเภทนี้ทางปากจะมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการให้โดยการฉีด

ส่วนฮอร์โมนของการสืบพันธุ์เมื่อแบ่งออกตามหน้าที่มีอยู่ 2 พวกคือ

1. ฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์ (primary hormone of reproduction) ฮอร์โมนพวกนี้มีหน้าที่ควบคุมกิจกรรมทางการสืบพันธุ์โดยตรง
2. ฮอร์โมนรองของการสืบพันธุ์ (secondary hormone of reproduction) ฮอร์โมนพวกนี้ มีหน้าที่ในการปรับสภาพแวดล้อมภายในให้เหมาะสมต่อการสืบพันธุ์ตามปกติ

**ตารางที่ 3 ขนาดโมเลกุลของฮอร์โมนที่เป็นเปปไทด์และโปรตีนซึ่งควบคุมการสืบพันธุ์**

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 บัณฑูชัย (2533) หน้า 54.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ฮอร์โมนที่ควบคุมการสืบพันธุ์ของเพศผู้

ต่อม	ฮอร์โมน	หน้าที่หลัก
ไฮโปทาลามัส	Gonadotrophic releasing hormone (GnRH) Prolactin inhibiting hormone (PIH) Prolactin releasing hormone (PRH) Corticotrophic releasing hormone (CRH)	ทำให้เกิดการปล่อย FSH และ LH ยับยั้งการปล่อย Prolactin ทำให้เกิดการปล่อย Prolactin ทำให้เกิดการหลั่ง ACTH
ต่อมใต้สมองส่วนหน้า	Follicle stimulating hormone Luteinizing hormone (LH)	กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิในระยะ spermiogenesis ทำให้เกิดการหลั่ง testosterone
อัณฑะ	Androgens (Testosterone)	1. มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการผสมพันธุ์ในเพศผู้ 2. กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิในระยะ spermatocytogenesis 3. ดำรงสภาพของระยะท่อทางเดินในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ให้เป็นปกติ 4. ควบคุมการทำงานของต่อมนี้

ที่มา : สมศักดิ์ บัณฑูชัย (2533) หน้า 55-58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์จากต่อมใต้สมอง

ต่อมใต้สมอง (pituitary หรือ hypophysis) เป็นต่อมที่อยู่ทางด้านล่างของไฮโปธาลามัส โดยฝังตัวอยู่ในแอ่งของกระดูก sphenoid ซึ่งเรียกว่า sella tunica ที่ฐานของสมอง ต่อมนี้แบ่งตามหน้าที่ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหน้า (anterior pituitary หรือ adenohypophysis) และส่วนหลัง (posterior pituitary หรือ neurohypophysis)

#### ฮอร์โมนจากต่อมใต้สมองส่วนหน้า

ต่อมใต้สมองส่วนหน้าผลิตฮอร์โมนหลักของการสืบพันธุ์ 3 ชนิด ซึ่งทั้งสามชนิดเป็นโปรตีน ได้แก่ FSH (follicle stimulating hormone) LH (luteinizing hormone) และโปรแลคติน (prolactin) โดย FSH และ LH เรียกรวมกันว่า โภนาโดโทรฟิน (gonadotrophin) เนื่องจากมีหน้าที่กระตุ้นต่อมเพศ สำหรับ LH ในสัตว์เพศผู้เรียกว่า ICSH (interstitial cell stimulating hormone) เนื่องจากมีหน้าที่กระตุ้น leydig cell หรือ interstitial cell ซึ่งอยู่ในอัณฑะให้ผลิตเทสโทสเตอโรน

#### โภนาโดโทรฟิน

ในสัตว์เพศผู้ โภนาโดโทรฟินจะไปกระตุ้นที่อัณฑะทำให้เกิดการหลั่งสเตอโรยด์ฮอร์โมน การสร้างเซลล์อสุจิ การสร้าง ABP (androgen binding protein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่จับฮอร์โมนเพศผู้ โดย FSH มีบทบาทที่สำคัญคือ กระตุ้นการสร้างเซลล์อสุจิระยะ spermiogenesis ในอัณฑะและยังอาจมีผลทำให้ spermatid หลุดออกจาก sertoli cell เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์อสุจิ นอกจากนั้นแล้ว FSH ยังกระตุ้น sertoli cell ให้สร้างอินฮิบิน (inhibin) และ ABP จะหลั่งเข้าไปช่องภายในของท่อสร้างอสุจิและจับกับเทสโทสเตอโรน ดังนั้นจึงพบว่ามีเทสโทสเตอโรนระดับสูงในช่องภายในของท่อสร้างอสุจิ ส่วน LH ที่พบในสัตว์เพศผู้จะไปกระตุ้น leydig cell ของอัณฑะให้สร้างเทสโทสเตอโรน ซึ่งมีบทบาทที่สำคัญ คือ ทำให้การสร้างเซลล์อสุจิเป็นไปอย่างปกติ

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกการทำงาน (mechanism of action) ของรีโนาดิทรพิน ในการกระตุ้นเซลล์เป้าหมายให้มีการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งกลไกดังกล่าวเริ่มต้นโดย ตัวรับรีโนาดิทรพินในผนังเซลล์ของเซลล์ที่สร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน จับกับรีโนาดิทรพิน และไปกระตุ้น *adenylate cyclase* ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ผนังเซลล์ และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาในการเปลี่ยน ATP (adenosine triphosphate) ให้เป็น cAMP (cyclic adenosine monophosphate) cAMP นี้มีบทบาทในการทำงานของฮอร์โมนหลายตัว โดยจะไปกระตุ้น *protein kinase* ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ทำให้เกิดฟอสฟอรีเลชัน (phosphorylation) ต่อเอนไซม์ตัวอื่น หรือเกิดการสังเคราะห์เอนไซม์ตัวใหม่ โดยคาดว่าเอนไซม์เหล่านี้จะเกี่ยวข้องกับการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมน ฉะนั้นการทำงานของรีโนาดิทรพิน ในการกระตุ้นเซลล์เป้าหมายมีดังนี้คือ

1. มีการจับตัวระหว่างรีโนาดิทรพินกับตัวรับในผนังเซลล์ของเซลล์เป้าหมาย
2. มีการกระตุ้นของ *adenylate cyclase* เพื่อสร้าง cAMP
3. มีการจับตัวระหว่าง cAMP กับตัวรับภายในเซลล์ (อาจเป็นหน่วยควบคุมของ *protein kinase*)
4. มีการกระตุ้นของ *protein kinase*
5. มีการกระตุ้นของเอนไซม์ ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสเตอรอยด์ฮอร์โมนในเซลล์เป้าหมาย

#### 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 บัญญัติ (2533) หน้า 66.

**ฮอร์โมนจากอัณฑะ**

สเตอรอยด์ฮอร์โมนที่ผลิตโดยอัณฑะ คือ แอนโดรเจน โดย LH กระตุ้นให้ leydig cell ของอัณฑะผลิตแอนโดรเจนออกมา แอนโดรเจนที่มีความสำคัญในเพศผู้โตเต็มขนาด คือ เทสโทสเตอโรน ซึ่งเรียกว่า ฮอร์โมนเพศผู้ (male sex hormone) นอกจากเทสโทสเตอโรนแล้ว ยังพบไดไฮโดรเทสโทสเตอโรน (dihydrotestosterone) ในเลือดในปริมาณมากพอที่จะมีความสำคัญทางสรีรวิทยาเหมือนกัน สำหรับหน้าที่สำคัญของเทสโทสเตอโรนมีดังนี้ คือ

1. มีอิทธิพลต่อการพัฒนาการของลักษณะทางเพศ (secondary sex characteristic)

2. ดำรงสภาพของระบบท่อต่าง ๆ ในระบบสืบพันธุ์เพศผู้ให้เป็นปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ให้มีการแสดงออกถึงพฤติกรรมทางเพศ

4. ควบคุมการทำงานของต่อมหน้ากาม

5. ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ (tunica dartos) ในถุงหุ้ม

อัณฑะ

6. ควบคุมการสร้างเซลล์สุจิในระยะ spermatocytogenesis

การควบคุมกันเองระหว่างแอนโดรเจนและโกนาโดโทรฟิน จะเป็นกลไกสำคัญให้การสืบพันธุ์เป็นไปได้ตามปกติ โดยมีอินฮิบินเป็นตัวสำคัญในการควบคุมนี้ เนื่องจากเป็นตัวยับยั้งการปล่อย FSH ต่อมาได้สมองส่วนหน้า

กลไกการทำงานของสเตอรอยด์ฮอร์โมนมีขั้นตอนดังนี้ คือ ภายหลังจากที่สเตอรอยด์ฮอร์โมนถูกสร้างขึ้นแล้ว จะหลังเข้าสู่กระแสเลือด และสามารถซึมผ่านเยื่อเซลล์ได้โดยเซลล์ที่เป็นเป้าหมาย จะมีความสามารถในการจับสเตอรอยด์ฮอร์โมนไว้ภายในเซลล์ โดยอาศัยตัวรับซึ่งเป็นโปรตีนในไซโตพลาสซึมของเซลล์นั้น ตัวรับที่มีสเตอรอยด์ฮอร์โมนจับอยู่จะผ่านเข้าไปในนิวเคลียสทำให้มีผลในการสังเคราะห์โมเลกุลของ mRNA (messenger ribonucleic acid) mRNA ที่เกิดขึ้นจะเข้าไปในไซโตพลาสซึมเพื่อสังเคราะห์โปรตีนชนิดใหม่ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อเป้าหมายต่อไป

**การควบคุมตัวรับของฮอร์โมน**

การทำงานของฮอร์โมนขึ้นอยู่กับ การปล่อยฮอร์โมนจากต่อม การส่งไปยังเซลล์เป้าหมายผ่านระบบเลือดและจับเข้ากับตัวรับ (receptor) ของเซลล์ เซลล์บางชนิดจะตอบสนองต่อฮอร์โมนเฉพาะอย่างเท่านั้น โดยมีตัวรับ ซึ่งจะจับกับฮอร์โมนเฉพาะชนิดนั้น เมื่อฮอร์โมนจับกับตัวรับที่เซลล์แล้ว ปฏิกิริยาต่าง ๆ ก็เริ่มต้นภายในเซลล์ทำให้เกิดผลตอบสนองทางสรีรวิทยาต่อฮอร์โมนชนิดนั้น ๆ

### 3.3 การจัดทำภาพนูน

การจัดสร้างภาพนูนของโรค เรื่อง กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ มีขั้นตอนการจัดทำดังนี้

#### 1. ขั้นตอนการเตรียมอุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำภาพนูนได้แก่

-ดินเหนียว	5	กิโลกรัม
-ปูนปลาสเตอร์	12	กิโลกรัม
-เหล็กเส้น	1.5	เมตร
-เลชันส์	10	กิโลกรัม
-ใยแก้ว	500	กรัม
-ผงแคลเซียม	1	กิโลกรัม
-สีรปวี	1	กระป๋อง
-กระดาษทรายน้ำ	8	แผ่น
-กาวลาเท็กซ์	1	ขวด
-สีน้ำมัน	6	กระป๋อง
-แอลกอฮอล์	1	ขวด
-แปรงทาสี	3	ด้าม

#### 2. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลและกำหนดโครงร่าง

การศึกษาข้อมูลในการจัดทำภาพนูนของโรค เรื่อง กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ แล้วกำหนดรูปร่าง โครงสร้าง ขนาดและสัดส่วนที่ต้องการโดยย่อส่วนจากของจริงในอัตรา 1:2 ความกว้าง 62.5 เซนติเมตร ความยาว 76 เซนติเมตร

#### 3. ขั้นตอนการทำโครงและการปั้น

##### วิธีทำ

##### 3.1 ดินเหนียวที่ใช้ในการปั้นจะต้องเลือกดินที่เนื้อละเอียด ไม่มี

เม็ดกรวดผสมอยู่ จากนั้นนำดินเหนียวมาปั้นตามรูปแบบที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 นำปูนปลาสเตอร์ผสมน้ำพอเหมาะ สลัดลงไปปั้นด้วยดินเหนียวเสร็จแล้ว

3.3 นำเหล็กเส้นมาเกาะกับปูนปลาสเตอร์ เพื่อไม่ให้แม่พิมพ์หรือปูนปลาสเตอร์แตกออกจากกัน

3.4 ถอดปูนปลาสเตอร์ออกจากแม่พิมพ์ แล้วแกะดินออกจากปูนปลาสเตอร์

3.5 นำแลคเกอร์ และกาวลาเท็กซ์มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์

3.6 นำเลซินส์ที่เตรียมไว้ผสมกับผงแคลเซียม และน้ำยาตัวเร่ง ทาบนแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้ ชั้นแรกรอให้แข็งตัวก่อนแล้วจึงทาชั้นต่อไป ทำเช่นเรื่อยไปจนครบ 3 ครั้ง

3.7 นำใยแก้วผสมเลซินส์ แปะลงไปตรงส่วนที่แข็งตัวแล้ว และทำการปะให้ทั่วชิ้นงาน และปล่อยให้แห้ง

3.8 นำชิ้นและลิวมากระเทาะปูนปลาสเตอร์ออกให้หมด แล้วนำชิ้นงานมาล้างน้ำให้สะอาดและเอากระดาษทรายมาตกแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออกให้หมด

#### 4. ขั้นตอนการใช้สีและการตกแต่ง

หลังจากใช้กระดาษทรายตกแต่งเรียบร้อยแล้ว ให้ลงสีพลาสติกรองพื้นเสียก่อน เนื่องจากสีพลาสติกจะติดคงทน และจะยึดเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าสีชนิดอื่น อดยใช้สีขาวทาชิ้นงานประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วจึงใช้สีประเภทอื่นทาทับ อดยการทาควรรใช้สีให้มีลักษณะคล้ายของจริงให้มากที่สุด แล้วใช้สติ๊กเกอร์ตัวเลข ติดลงบนอวัยวะต่าง ๆ เป็นอันเสร็จการทาภาพหุ่น

## บทที่ 4

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 4.1 สรุปผลงาน

ในการจัดทำภาพนูน เรือง กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ เป็นการแสดงให้เห็นถึง ระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ที่โตเต็มวัยแล้ว โดยเริ่มจากการศึกษาจากเอกสารตำราต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ โดยละเอียด จากนั้นลงมือปฏิบัติทำภาพนูน โดยเริ่มจากปั้นดินเหนียวตามแบบที่ต้องการ จากนั้นนำปูนปลาสเตอร์สัลดลงไปบนดินเหนียวที่ปั้นเสร็จแล้วและนำเหล็กเส้นมาเกาะติดกับปูนปลาสเตอร์ จากนั้นถอดปูนปลาสเตอร์ออกจากแม่พิมพ์แล้วแกะดินออกจากปูนปลาสเตอร์ แล้วนำแอลกอฮอล์ และกาวลาเท็กซ์มาทาแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ นำเลชันส์ที่เตรียมไว้ผสมกับผงแคลเซียม และน้ำยาตัวเร่งทาบนมแม่พิมพ์ นำใยแก้วผสมเลชันส์ติดลงไปตรงส่วนที่แข็งตัวแล้ว นำชั้นอื่นและลวดมากระแทะปูนปลาสเตอร์ออกให้หมด แล้วนำชิ้นงานมาล้างน้ำ และเอากระดาษทรายน้ำมาตกแต่งส่วนที่ไม่ต้องการออก ขั้นตอนการใช้สีและการตกแต่งให้ลงสีพลาสติกรองพื้นเสียก่อน แล้วจึงใช้สีประเภทอื่นทาทับ แล้วใช้สติ๊กเกอร์ตัว เลขติดลงบนอวัยวะต่าง ๆ

#### 4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำภาพนูน กายวิภาคระบบอวัยวะสืบพันธุ์ของโรคเพศผู้ในครั้งนี้ ผู้จัดทำได้พบอุปสรรคและปัญหา ซึ่งอาจเนื่องมาจากผู้จัดทำไม่เคยทำมาก่อนก็ได้ จึงใคร่ขอแนะนำถึงปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา สำหรับผู้ที่คิดจะทำภาพนูนในโอกาสต่อไป

1. การเลือกวัสดุในการจัดทำ ควรเลือกวัสดุที่สามารถจัดทำได้ง่ายและหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพงมากนัก เนื่องจากวัสดุที่ใช้จัดทำครั้งนี้ใช้ไฟเบอร์ ซึ่งทำให้ต้องเพิ่มขั้นตอนในการทำเพิ่มมากขึ้น และในการทำภาพนูนที่ใช้ไฟเบอร์นั้นไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจจะเป็นอันตรายแก่ผู้ทำได้อีกด้วย ในการผสมไฟเบอร์สำหรับนำไปแปะบนชิ้นงาน

## 2. ขั้นตอนการจัดทำ

2.1 การศึกษาหาข้อมูล ในการจัดทำอวัยวะต่าง ๆ ของระบบพันธุ์โรคพืชในแต่ละส่วนนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการศึกษาข้อมูลอย่างละเอียด ว่าอวัยวะแต่ละชิ้นมีรูปร่างลักษณะเป็นอย่างไร ขนาดเท่าไร อวัยวะแต่ละชิ้นอยู่บริเวณใดของระบบสืบพันธุ์โรคพืช

2.2 การปั้นแม่แบบ ขั้นตอนนี้ต้องจัดทำอย่างละเอียดเนื่องจาก หากขั้นตอนนี้ผิดพลาดตรงส่วนใด จะทำให้ภาพพจน์ที่ได้ผิดพลาดไปด้วย ซึ่งจะต้องอาศัยการปั้นที่ดี ปรารถนา ชิ้นงานที่ออกมาจึงจะดี และผู้ที่ทำการปั้นจะต้องเข้าใจถึงลักษณะ รูปร่าง สัดส่วน ตำแหน่งที่ตั้งของอวัยวะเป็นอย่างดี

2.3 การหล่อแบบ ในขั้นตอนนี้ ผู้จัดทำต้องระวังในเรื่องของการนำเหล็กไปเกาะกับชิ้นงานให้ได้ ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาหล่อว่ามีความหนาพอหรือไม่ และระวังเป็นอย่างมากในการผสมเลชันสีกับผงแคลเซียม เพราะการผสมจะมีควันเกิดขึ้นซึ่งเป็นอันตรายมาก ถ้าสูดดมเข้าไปมากอาจทำให้เสียชีวิตได้

2.4 การแกะพิมพ์ ผู้จัดทำต้องอาศัยความระมัดระวังเป็นอย่างมาก เนื่องจากต้องใช้มีดและสิ่วมากระหว่าะปูนปลาสเตอร์ออกจากชิ้นงาน ถ้ากระแทกแรงเกินไปก็จะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายได้

2.5 การตกแต่ง ถ้าหากชิ้นงานเกิดเป็นรูเนื่องจากเวลาติดไฟแล้ว บริเวณนั้นบางเกินไป ก็ต้องนำใยแก้วผสมกับเลชันสีแปะทับลงไปใหม่ หรือถ้าตรงไหนไม่ต้องการก็ให้ตัดออกให้สวยงาม

2.6 การทาสี ควรใช้สีพลาสติกรองพื้นเสียก่อนแล้วจึงใช้สีอื่นทาทับ เนื่องจากสีพลาสติกจะคุณสมบัติในการเกาะติดชิ้นงานได้ดีกว่าสีประเภทอื่น ถ้าหากใช้สีประเภทอื่นทา สีอาจจะไม่ค่อยติดชิ้นงาน หรือสีอาจจะแตกได้

## บรรณานุกรม

คณาจารย์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. โค่นื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 3, โรงพิมพ์ ศูนย์ส่งเสริมและศึกษาอบรมการเกษตรแห่งชาติ, 2527.

จิรพันธ์ สมประสงค์. การสร้างสรรค์ประติมากรรมจากปูนปลาสเตอร์. โรงพิมพ์ รอเตียนสโรตร์: กรุงเทพมหานคร, 2533.

ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร, 2524.

ขวลิต ดาบแก้ว. งานพลาสติก. โรงพิมพ์ os printing house การพิมพ์ กรุงเทพมหานคร, 2525.

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. โรงพิมพ์ วัฒนาพานิช: กรุงเทพมหานคร, 2526.

บรรเลง ศรีนิล. พลาสติก. โรงพิมพ์ ยูไนเต็ทบุ๊คส์: กรุงเทพมหานคร, 2526.

พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์. ไฟเบอร์กลาส. โรงพิมพ์ มิตรนราการพิมพ์: กรุงเทพมหานคร, 2526.

พิรศักดิ์ สุทธิโยธิน. การผสมเทียม. ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. โรงพิมพ์ รอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์: กรุงเทพมหานคร, 2530. 306 หน้า.

รุ่งสุวรรณค์ วรรณสุทธิ. สรีรวิทยาการสืบพันธุ์ และการผสมเทียม. ภาควิชาสัตวบาล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเกษตร ปทุมธานี, 2536. 110 หน้า.

วัลลภ ไชยพรหม. ปูนปลาสเตอร์ศิลปะและการประดิษฐ์. โรงพิมพ์ สำนักพิมพ์ ยูไนเต็ทบุ๊คส์ : กรุงเทพมหานคร, 2533.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. โรงพิมพ์ อักษรสยามการพิมพ์: 2522. 226 หน้า.

สมศักดิ์ วนิชาชีวะ. ฮอร์โมนของการสืบพันธุ์. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 2520. 15 หน้า.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมศักดิ์ บัณฑุชัย. การผสมเทียม. ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์, คณะเทคโนโลยี การเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2533. 295 หน้า.

สารจรณ์ แผงยัง. เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอน. โรงพิมพ์ รอ. เอส. พรินต์ติ้งเฮาส์: กรุงเทพมหานคร, 2529.

สุรัชย์ ชاکรีย์รัตน์. การผลิตโรค-กระบือ. ภาควิชาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน . กรุงเทพมหานคร, 2524.

อรพินท์ พานทอง. การปั้นดิน. โรงพิมพ์ นราการพิมพ์: กรุงเทพมหานคร, 2531.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้