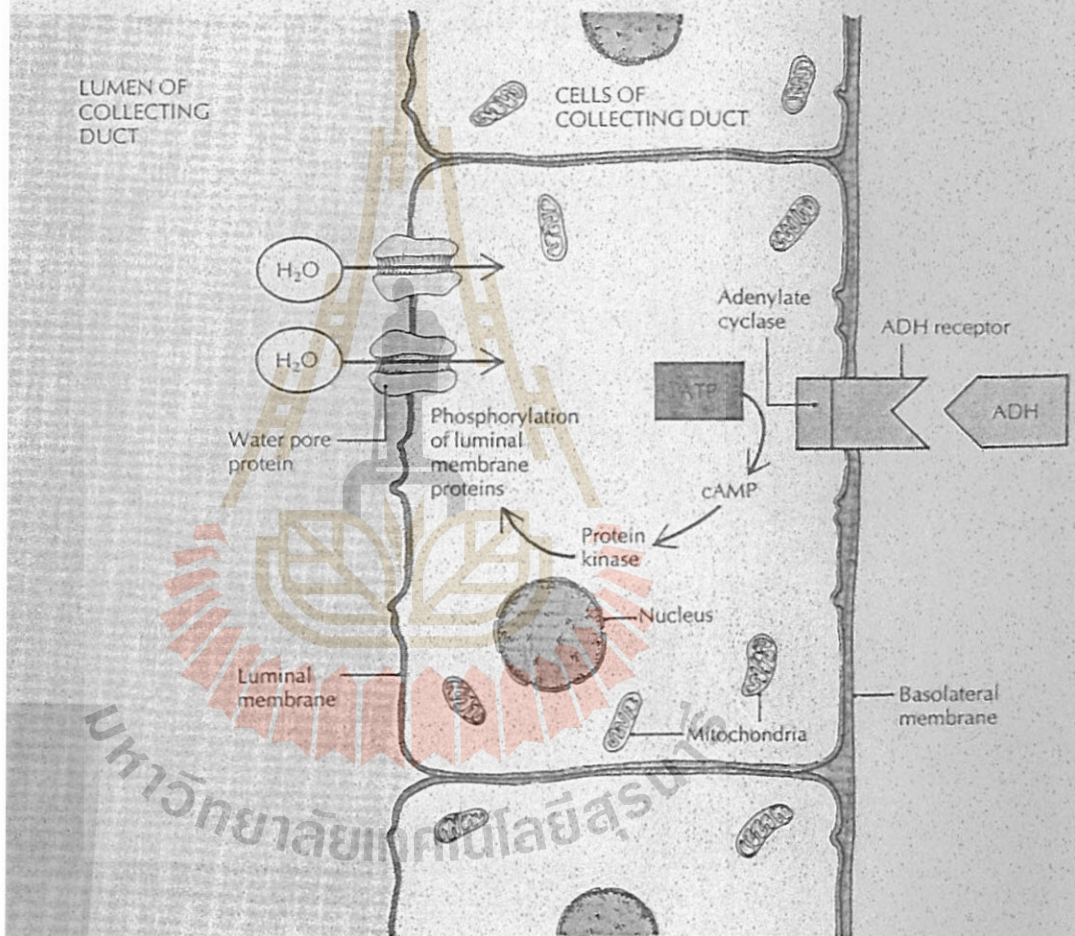


# เอกสารประกอบการบรรยาย

เรื่อง

# เนื้อเยื่อสัตว์

Animal Tissue



อาจารย์ ดร.ราชนทร์ ไทวัลิตร  
สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## คำนำ

เอกสารประกอบคำบรรยายเล่มนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้ประกอบการเรียน การสอน เรื่อง เนื้อเยื่อสัตว์ (Animal Tissue) ในวิชา Principles of Biology II สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 จากสำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร และสำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

วิชา Principles of Biology II เปิดสอนโดยสาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นวิชาพื้นฐานสำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 นักศึกษาอาจใช้เอกสารประกอบการบรรยายเล่มนี้ ในการเสริมสร้างความเข้าใจในบทเรียน แต่อย่างไรก็ตามนักศึกษาคควรศึกษาเพิ่มเติมจากตำราเล่มอื่นๆ ประกอบการเรียน การสอนด้วย

อาจารย์ ดร.ราชนทร์ โกศลวิตร

มีนาคม 2547

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## เอกสารประกอบการบรรยาย

### เรื่อง Animal Tissue (เนื้อเยื่อสัตว์)

โดย อาจารย์ ดร.ราชนนทร์ โกศลวิตร

เนื้อเยื่อ (Tissue) หมายถึง กลุ่มเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายกัน และทำหน้าที่ร่วมกัน วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อ เรียกว่า มิถุชวิทยา (Histology) หรือ อาจเรียกว่า จุลกายวิภาคศาสตร์ (Microanatomy) การศึกษาโดยทั่วไปต้องใช้กล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือในการศึกษา เนื้อเยื่อพื้นฐานในร่างกายของคน หรือสัตว์อาจแบ่งเป็น 4 ชนิด ได้แก่ 1. เนื้อเยื่อบุผิว (Epithelial tissue), 2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue), 3. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (Muscular tissue) และ 4. เนื้อเยื่อประสาท (Nervous tissue)

เนื้อเยื่อแต่ละชนิดจะอยู่ร่วมกับชนิดอื่นๆ กลายเป็น อวัยวะต่างๆ (Organs) และหลายๆ อวัยวะซึ่งจะทำหน้าที่ประสานกันกลายเป็นระบบต่างๆ (Systems) ของร่างกาย การดำรงชีวิตขั้นมูลฐานของคนเราจะประกอบด้วย 11 ระบบดังนี้

1. ระบบย่อยอาหาร (Digestive System)
2. ระบบหายใจ (Respiration System)
3. ระบบขับถ่าย (Excretion System)
4. ระบบไหลเวียนโลหิต (Circulation System)
5. ระบบประสาท (Nervous System)
6. ระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine System)

7. ระบบประสาทสัมผัส (Sensory System)
8. ระบบสืบพันธุ์ (Reproduction System)
9. ระบบปกคลุมร่างกาย (Integument System)
10. ระบบโครงร่าง (Skeletal System)
11. ระบบกล้ามเนื้อ (Muscular System)

เนื้อเยื่อพื้นฐานในร่างกายของคน หรือสัตว์ แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

1. เนื้อเยื่อบุผิว (Epithelial tissue)
2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue)
3. กล้ามเนื้อ (Muscular tissue)
4. เนื้อเยื่อประสาท (Nervous tissue)

### Epithelial tissue

เป็นกลุ่มเซลล์จำนวนมาก รูปร่างคล้ายกัน และเรียงตัวอยู่ชิดติดกัน อาจแบ่งเป็น 2 พวก

1. Covering type ปกคลุมหรือบุอวัยวะ มีหน้าที่ต่างๆ เช่น คุ้มครองอาหาร และ รับรส เป็นต้น
2. Glandular type ทำหน้าที่เป็นต่อมอยู่ลึกลงไปเนื้อเยื่อ เพื่อหลั่งสาร เช่น Enzymes และ Hormones เป็นต้น

Covering type แบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. Simple epithelium ประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียว เรียงชิดติดกันเป็นแผ่น ทำหน้าที่บุผิวภายใน แบ่งออกเป็น 4 ชนิด ตามลักษณะรูปร่างของเซลล์

- 1.1 Simple squamous epithelium รูปแบน พบที่ ถุงลมในปอด, ผนังด้านในหลอดเลือด, บุท่อต่างๆ, เยื่อบุช่องปอด ช่องหัวใจ
- 1.2 Simple cuboidal epithelium รูปเหลี่ยมลูกบาศก์ พบที่ ท่อไตส่วนปลาย,ท่อต่อมต่างๆ (ต่อมน้ำลาย, Thyroid)
- 1.3 Simple columnar epithelium รูปสี่เหลี่ยมทรงสูง พบ บุผิวกระเพาะอาหาร,ลำไส้ (Non-ciliated) และ พบที่ท่อทางเดินหายใจ, ท่อน้ำไข (Ciliated)
- 1.4 Pseudostratified epithelium สูงไม่เท่ากัน, นิวเคลียสเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ พบที่ Urethra, Parotid gland (Non-ciliated) และ พบที่ ท่อลม, รูหู
2. Stratified epithelium ประกอบด้วยเซลล์หลายชั้น (2 ชั้นขึ้นไป) ป้องกันการเสียดสีทั้งภายใน-นอก แบ่งเป็น 4 ชนิด (แบ่งตามชนิดของเซลล์ชั้นบนสุด)
  - 2.1 Stratified squamous epithelium ทำหน้าที่ Protection พบที่ Epidermis ของ Skin, Oral cavity, Esophagus, Vagina
  - 2.2 Stratified cuboidal epithelium พบที่ท่อของต่อมเหงื่อ(Sweat gland)
  - 2.3 Stratified columnar epithelium พบที่ บางส่วนของ Urethra, Anus, Pharynx
  - 2.4 Stratified transitional epithelium พบที่เยื่อบุผิวของ Urinary bladder

#### Glandular type

ต่อมต่างๆ ในร่างกายอาจแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. Exocrine gland เป็นต่อมที่มีท่อ
2. Endocrine gland เป็นต่อมไร้ท่อ

นอกจากนั้นต่อมต่างๆในร่างกายคน อาจแบ่งตามโครงสร้าง และรูปร่างของ Secretory unit ได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. Unicellular gland มีเซลล์เดี่ยวเช่น Goblet cell ในลำไส้

2. Multicellular gland ประกอบด้วยเซลล์ ต่อมต่างๆ โดยส่วนใหญ่ จะจัดอยู่ในประเภทนี้ ต่อมประเภทนี้ยังสามารถแบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้แก่

2.1 ชนิด Simple glands (Tubular, Branched tubular, Coiled tubular, Acinar, Branched acinar)

2.2 ชนิด Compound glands (Compound tubular, Compound acinar, Compound tubuloacinar)

### Connective tissue

เนื้อเยื่อชนิดนี้จะแทรกอยู่ทั่วไป ทำหน้าที่ พอง ชีลเหนียว เซลล์จะอยู่ห่างๆ และมีสารระหว่างเซลล์มาก เนื้อเยื่อชนิดนี้จะประกอบด้วยส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ

1. Cells (Fibroblasts, Adipose, fat, cells, Macrophage cells, Reticular cells)
2. Fibers
3. Ground substance สารประกอบ Protein

ซึ่งส่วน ที่ 2 และ 3 ร่วมกันเรียกว่า Extracellular matrix

Fibers ในเนื้อเยื่อชนิดนี้ มี 3 ชนิด

1. Collagen fiber
2. Elastic fiber
3. Reticular fiber

Connective tissue แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ

1. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันสมบูรณ์ (Connective tissue proper)

1.1 Loose (Areolar) connective tissue (ชนิดโปร่งบาง) พบทั่วไป เช่น ใต้ผิวหนัง

1.2 Dense connective tissue ชนิดแน่นทึบ ชนิดนี้ยังแบ่งย่อยออกเป็น Regular และ Irregular dense connective tissue

## 2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันพิเศษ (Specialized connective tissue)

2.1 Adipose tissue (เนื้อเยื่อไขมัน)

2.2 Reticular tissue (เนื้อเยื่อร่างแห)

2.3 Blood

2.4 Cartilage

2.5 Bone

## 1. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันสมบูรณ์ (Connective tissue proper)

1.1 *Loose (Areolar) connective tissue* (ชนิดโปร่งบาง) พบทั่วไป เช่น ใต้ผิวหนัง, ผนังลำไส้, อวัยวะภายใน, รอบเส้นเลือด, รอบเส้นประสาท

Fibers จะอยู่อย่างหลวมๆ และ Collagen fiber จะพบมากที่สุด

1.2 *Dense connective tissue* ชนิดแน่นทึบ (Regular and Irregular)

1.2.1 Dense regular connective tissue: Collagen fiber เรียงตัวแน่น เป็นระเบียบ เช่น Tendon, Ligament, Aponeurosis

1.2.2 Dense irregular connective tissue: Collagen fiber เรียงตัวแน่น ไม่เป็นระเบียบ พบที่ dermis ของผิวหนัง, เชื้อหุ้มกระดูก, หุ้มเอ็น

## 2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพันพิเศษ (Specialized connective tissue)

2.1 Adipose tissue (เนื้อเยื่อไขมัน)

พบได้ผิวหนัง, รอบอวัยวะต่างๆ ทำหน้าที่ สะสมอาหาร, Protection, Insulation

## 2.2 Reticular tissue (เนื้อเยื่อร่างแห)

มี reticular cells มาก, พบใน ไขมัน ค่อมน้ำเหลือง ไชกระดูก

## 2.3 Blood ประกอบด้วย เซลล์ 3 ชนิด

1. Red blood cells (Erythrocytes)
2. White blood cells (Leukocytes) ได้แก่ Neutrophils, Eosinophils, Basophils, Lymphocytes, Monocytes
3. Blood platelets (Thromboplastids)

2.4 Cartilage ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียกว่า Chondrocytes อยู่ในช่อง Lacunar อาจมี 1, 2, 4 หรือ 8 เซลล์ ฝังอยู่ในเนื้อกระดูกอ่อน เรียกว่า Matrix มี Collagen หรือ Elastic fibers พบที่ หลอดลม กล่องเสียง ปลายกระดูก, ข้อต่อ, ไขหู, จมูก กระดูกอ่อนแบ่งตามชนิดและปริมาณ fiber Cartilage แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. Hyaline cartilage มี collagen fiber แต่ปริมาณไม่มาก พบที่ จมูก, หลอดลม, กล่องเสียง, ซี่โครง, ปลายกระดูก
2. Fibro cartilage มี collagen fiber ในปริมาณมาก ทนียว แข็งแรง รับแรงกระแทก พบที่ กระดูกสันหลัง
3. Elastic cartilage มี Elastic fiber ในปริมาณมาก ชืดหยุ่น พบที่ ไขหู, Epiglottis

2.5 Bone (Osseous tissue) Extracellular matrix มีสารอนินทรีย์ Hydroxyapatite ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_2(\text{OH})_2$ )

สะสมอยู่ กระดูกอาจแบ่งตามรูปร่างได้ดังนี้

1. Long bone
2. Short bone



3. Flat bone
4. Irregular bone
5. Sesamoid bone

กระดูกทั่วไปประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1. Spongy (Cancellous) bone เป็นที่อยู่ของ Bone marrow
2. Compact bone

เซลล์กระดูกเรียกว่า Osteocyte มีร่องหรือแขนงเล็กๆรอบๆเซลล์ เรียกว่า Canaliculi เซลล์กระดูกจะเรียงตัวล้อมเส้นเลือดเป็นวงหลายวงซ้อนกันเรียกว่า Haversian system (แต่ละวงเรียกว่า Lamella)

### Muscular tissue (Musculus)

ประกอบด้วย Muscle cells หรือ Muscle fibers (ยาวและมี 1 หรือ หลาย Nucleus) มีหน้าที่ที่สำคัญในการหดตัว

คุณสมบัติที่สำคัญของเนื้อเยื่อชนิดนี้ คือ

- Excitability
- Contractility
- Elasticity
- Extensibility

เส้นใยฝอยภายในเซลล์มีสามารถยืดหดได้ เรียกว่า Myofibrils (Actin & Myosin) สำหรับ

Cell membrane เรียกว่า Sarcolemma

กล้ามเนื้อแบ่งออกเป็น 3 ชนิด

1. Skeleton muscle (Striated) เป็นกล้ามเนื้อที่ติดกับกระดูก Muscle fibers ยาวทรง  
กระบอก มีหลาย Nucleus รูปไข่ อยู่ใน Sarcolemma, voluntary control

ความยาว 0.1-30 cm

เส้นผ่าศูนย์กลาง 0.01 – 0.001 cm

Muscle fiber ประกอบด้วย หลาย Myofibrils ซึ่งมี Microfilaments 2 ชนิด คือ Actin & Myosin

เรียงตัวเป็นระเบียบ หน้าที่ของ Skeleton muscle:

- Movement
- Posture
- Heat production

Sarcoplasm มี Mitochondria มาก

2. Smooth muscle พบตามอวัยวะภายใน (ผนังของท่อต่างๆ, ทางเดินอาหาร, มดลูก,  
กระเพาะปัสสาวะ) Involuntary control, Cells ยาว ทรงกระสวย (Spindle) หัวแหลมท้ายแหลม แต่  
มี 1 Nucleus กลางเซลล์, Myofibrils เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ

ขนาดของเซลล์ ยาวเฉลี่ย 0.2 mm

เส้นผ่าศูนย์กลาง 5-6  $\mu$ m

เซลล์มี Dense bodies

3. Cardiac muscle Myofibrils (Actin & Myosin) เรียงตัวเป็นระเบียบ แต่ด้านปลายแยก  
ออกเป็นแฉก และเชื่อมติดต่อกับ Muscle Cell อื่น

- ขนาดของเซลล์ ยาว 100  $\mu$ m
- เส้นผ่าศูนย์กลาง 15  $\mu$ m
- มี Intercalated discs

กล้ามเนื้อจะประกอบด้วย Contractile unit เรียกว่า Sarcomere ประกอบด้วย

- A bands
- H zone
- I band
- Z line
- M line

รูปแบบการหดตัวเรียกว่า Sliding-Filament model of muscle contraction

### Myofilament

1. Myosin หรือ Thick myofilaments มีความยาว 1.5  $\mu\text{m}$  และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 nm
2. Actin หรือ Thin myofilaments ยาว 1  $\mu\text{m}$  และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 nm

### การหดตัว - กลายตัวของกล้ามเนื้อ

การหดตัวของกล้ามเนื้อ เกิดจาก myofilament ทั้ง 2 ชนิดเคลื่อนตัวผ่านเข้าหากัน โดยมีการใช้

ATP และ  $\text{Ca}^{2+}$

การคลายตัวของกล้ามเนื้อเกิดจาก myofilament ทั้ง 2 ชนิด เลื่อนออกจากกัน กล้ามเนื้อ

สามารถแบ่งออกเป็นประเภทต่างๆ ตามหน้าที่ ได้แก่

Flexor : กล้ามเนื้อเฟรกเซอร์

กล้ามเนื้อที่หดตัวแล้วทำให้อวัยวะงอเข้ามา เช่น Biceps

Extensor : กล้ามเนื้อเอกซ์เทนเซอร์

กล้ามเนื้อที่หดตัว แล้วทำให้อวัยวะนั้นเหยียดออก เช่น Triceps

Abductor : กล้ามเนื้อที่ทำให้อวัยวะนั้นเคลื่อนไปด้านข้าง

Adductor : กล้ามเนื้อที่ทำให้ข้อเข่างอเคลื่อนเข้าหาลำตัว

Protractor : กล้ามเนื้อที่ทำให้ข้อเข่างอเคลื่อนไปด้านหน้า

Retractor : กล้ามเนื้อที่ทำให้ข้อเข่างอเคลื่อนไปด้านหลัง

เยื่อหุ้มกล้ามเนื้อมี 3 ชั้น

- Epimysium dense irregular connective tissue
- Perimysium dense irregular connective tissue
- Endomysium ฝอยบาง thin layer of reticular fibers

## Nervous tissue

เนื้อเยื่อนี้สามารถตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้น (Stimuli) และส่งคลื่นกระแสความรู้สึกไป

ยังส่วนอื่นๆ

มีคุณสมบัติที่สำคัญ

- Excitability
- Conductivity

Cell แบ่งออกเป็น 2 แบบ

1. Neuron เซลล์ประสาท
2. Glial cell หรือ Neuro glial

Neuron แต่ละเซลล์ประกอบด้วย 2 ส่วน

1. Cell body (Perikaryon หรือ Soma)
2. Processes แขนงประสาท (Axon and Dendrites)

## Neurons แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

- 2.1 Unipolar neurons ปมประสาทชนิดรับความรู้สึก
- 2.2 Bipolar neurons พบที่ Retina ในตา
- 2.3 Multipolar neurons มากที่สุด

## Glial cells

มีรูปร่างและขนาดต่างๆกัน ทำหน้าที่พิเศษ เช่น ช่วยพยุง ชีดเหนี่ยวให้ Neurons คงรูป เช่น

1. Schwann cell (Neurolemma cell) สร้าง Myelin sheath หุ้ม Axon
2. Satellite cells ก้ำจุน Neurons
3. Astrocytes มากที่สุด ก้ำจุน Neurons
4. Oligodendrocytes ก้ำจุน Neurons, สร้าง Myelin sheath หุ้ม Axon
5. Microglial เป็น Macrophage
6. Ependymal cells เชื่อมผิวช่องในสมอง และ ไขสันหลัง

## Nerve

หมายถึง Axon หลายๆ อันมารวมกัน และมีเชื่อมหุ้ม(Connective tissue) 3 ชั้น

1. Epineurium: dense irregular connective tissue
2. Perineurium: dense irregular connective tissue
3. Endoneurium: loose connective tissue ตักยัดบาง thin layer of reticular fibers