แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

รายละเอียดของเนื้อหา

1.1 โครงสร้าง หน้าที่และการทำงานของเซลล์

- 1.1.1 การค้นพบและทฤษฎีเซลล์
- 1.1.2 โครงสร้างทั่วไปของเซลล์
- 1.1.3 ขนาดและรูปร่างของเซลล์
- 1.1.4 หน้าที่ของเซลล์
- 1.1.5 ประเภทของเซลล์

1.2 โครงสร้าง หน้าที่และการทำงานของออร์แกเนลล์ต่างๆ

- 1.2.1 เยื้อหุ้มเซลล์และสารหุ้มเซลล์
- 1.2.2 โซโทพลาสซึม
- 1.2.3 ร่างแหเอนโดพลาซึม
- 1.2.4 ไรโบโซม
- 1.2.5 กอลไจคอมเพล็กซ์
- 1.2.6 ไมโทคอนเดรีย
- 1.2.7 คลอโรพลาสต์
- 1.2.8 ไลโซโซม
- 1.2.9 แวคิวโอล
- 1.2.10 ไมโครทิวบูล และไมโครฟิลาเมนต์
- 1.2.11 เซนทริโอล ขนเซลล์และแส้เซลล์
- 1.2.12 นิวเคลียส

วัตถุประสงค์

1. บอกและอธิบายประวัติการศึกษาเซลล์ ชนิด โครงสร้างและหน้าที่ของเซลล์ได้
2. บอกและอธิบายโครงสร้างหน้าที่ขององค์ประกอบที่อยู่ภายในเซลล์ และภายนอกเซลล์ได้

กิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ผู้สอนอธิบายวัตถุประสงค์ ขอบเขตเนื้อหา วิธีการเรียนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท
2. แบ่งกลุ่มผู้เรียน มอบหมายหัวข้อให้ศึกษาเอกสารประกอบการสอนและค้นหาเนื้อหาเพิ่มเติมจากสื่อออนไลน์
3. ผู้เรียนแต่ละกลุ่มนำเสนอ ร่วมกันอภิปราย แสดงความคิดเห็น และตอบคำถาม
4. ผู้สอนบรรยายสรุปเนื้อหาและประเด็นสำคัญของบทเรียน
5. ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเพื่อทบทวนความรูความเข้าใจ

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. เอกสารประกอบการบรรยาย (power point)

การวัดผลและการประเมินผล

1. การเข้าเรียนตามเวลา
2. ความสนใจในการเรียน การร่วมอภิปราย และตอบคำถาม
3. การทำแบบฝึกหัดท้ายบท และส่งตามกำหนดเวลา
4. การสอบประจำภาคเรียน

บทที่ 1

เซลล์และออร์แกเนลล์

1.1 โครงสร้าง หน้าที่และการทำงานของเซลล์

1.1.1 การค้นพบและทฤษฎีเซลล์

เซลล์ (Cell) เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิดตั้งแต่พืช สัตว์ สาหร่าย รารวมทั้งจุลินทรีย์ต่างๆ ยกเว้นไวรัส สิ่งมีชีวิตอาจประกอบด้วยหนึ่งเซลล์ (Unicellular organism) หรือหลายเซลล์ (Malticellular organism) วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง หน้าที่ ชีวเคมี และสรีรวิทยาเซลล์เรียกว่า เซลล์วิทยา (Cell biology หรือ Cytology) เนื่องจากเซลล์มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นการศึกษาเกี่ยวกับเซลล์จึงต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์มาช่วย การปรับปรุงเกี่ยวกับกำลังขยายของกล้องจุลทรรศน์ยิ่งมีมาก ก็จะมีผลทำให้ทราบรายละเอียดเกี่ยวกับเซลล์ได้มากขึ้น นักวิทยาศาสตร์ที่สำคัญหลายท่านศึกษาเกี่ยวกับเซลล์สรุปได้ดังนี้

ปี ค.ศ. 1665 Robert Hooke ชาวอังกฤษ ได้นำกล้องจุลทรรศน์มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาชิ้นส่วนตัวอย่างพืช โดยผ่าชิ้นไม้คอร์กบางๆ แล้วนำชิ้นส่วนบางๆ นั้นไปดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เขาพบลักษณะเป็นห้องเล็กๆ จึงเรียกห้องแต่ละช่องว่าเซลลูลี (cellulae มาจากภาษาลาตินแปลว่า ห้องเล็กๆ) ปัจจุบันเรียกชื่อนี้ว่าเซลล์ โดยแต่ละช่องเป็นส่วนของเซลล์ที่ตายแล้ว

ปี ค.ศ. 1674 Antonie van leeuwenhoek ชาวดัตช์ ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายถึง 300 เท่า และนำมาศึกษาเซลล์ที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย โปรโตซัว โรติเฟอร์ เซลล์อสุจิและเซลล์เม็ดเลือด โดยเขาอธิบายว่าเซลล์เม็ดเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม พวกนก พวกครึ่งบกครึ่งน้ำ มีลักษณะรูปไข่มีก้อนอยู่ตรงกลาง ซึ่งต่อมารู้จักกันดีคือนิวเคลียส ส่วนเซลล์เม็ดเลือดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่นๆ และคนมีลักษณะกลม

จนกระทั่งประมาณศตวรรษที่ 19 ได้มีการคิดค้นพัฒนากล้องจุลทรรศน์โดยปรับปรุงเลนส์ให้มีกำลังขยายสูงขึ้น จนสามารถศึกษาโครงสร้างที่มีขนาดเล็กประมาณ 1 ไมโครเมตร ปี ค.ศ. 1824 Rene

Dutrochet ชาวฝรั่งเศส ได้ศึกษาเนื้อเยื่อพืชและสัตว์ พบว่าทั้งเนื้อเยื่อพืชและสัตว์เป็นกลุ่มของเซลล์ที่มาอยู่รวมกัน

ปี ค.ศ. 1833 Robert brown ชาวอังกฤษ เป็นผู้เสนอคำว่า นิวเคลียส เป็นคนแรก โดยพบว่าเซลล์พืชที่ศึกษามีโครงสร้างก้อนกลมอยู่ จึงเรียกก้อนกลมว่า นิวเคลียส เขาเป็นผู้วางพื้นฐานของนิยามที่ว่าเซลล์ที่มีนิวเคลียสเป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด

ปี ค.ศ. 1838 Matthias Schlreides ชาวเยอรมัน ศึกษาเนื้อเยื่อพืชและสรุปว่าเนื้อเยื่อพืชประกอบไปด้วยเซลล์ และต้นอ่อนของพืชเกิดจากเซลล์เดียวเสมอ

ปี ค.ศ. 1839 Theodor Schwann ชาวเยอรมันศึกษา เนื้อเยื่อสัตว์ พบว่าคล้ายกับพืชนั่นเองคือเนื้อเยื่อสัตว์ทุกชนิดประกอบด้วยเซลล์ นักวิทยาศาสตร์ทั้งสองจึงได้ร่วมตั้งทฤษฎีเซลล์ ซึ่งประกอบไปด้วย 2 ข้อคือ

1. สิ่งมีชีวิตทุกชนิดประกอบด้วยหนึ่งเซลล์หรือหลายเซลล์

2. เซลล์เป็นหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตที่ทำหน้าที่ได้ คือมีกระบวนการเมทาบอลิซึม และการถ่ายทอดพันธุกรรม

ปี ค.ศ. 1840 Jan Purkinje ชาวโบฮีเมีย ศึกษาไข่และตัวอ่อนของสัตว์ชนิดต่างๆ พบว่าเซลล์ประกอบไปด้วยของเหลวใสที่อยู่ภายใน จึงเรียกของเหลวในเซลล์นี้ว่าโพรโทพลาสซึม

ปี ค.ศ. 1858 Rudolf Virchaw เป็นผู้เสนอว่าสิ่งมีชีวิตต้องเกิดมาจากสิ่งมีชีวิต หรือ biogenesis ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติดังที่เคยเชื่อกันมานาน ดังนั้นเซลล์ทุกชนิดเกิดมาจากเซลล์เก่าที่มีอยู่แล้วโดยกระบวนการแบ่งเซลล์ ปัจจุบันแนวคิดเกี่ยวกับทฤษฎีเซลล์จึงมี 3 ข้อโดยเพิ่มจากเดิม 1 ข้อ คือ

3. เซลล์ทุกชนิดเกิดจากเซลล์เก่าที่มีอยู่ก่อนแล้ว

1.1.3 โครงสร้างทั่วไปของเซลล์

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีทั้งเซลล์เดียวและสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรคาริโอต ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแก้มน้ำเงิน และไมโคพลาสมาส์ และยูคาริโอต ได้แก่ พืชสัตว์ รา และโปรโตซัว โครงสร้างที่พบในเซลล์โปรคาริโอตและยูคาริโอตมีดังนี้

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (plasma membrane) เป็นเยื่อหุ้มที่ล้อมรอบขอบเขตเซลล์

2. ส่วนของนิวเคลียส โปรคารีโอตโดยเฉพาะแบคทีเรียมีสารพันธุกรรมคือ DNA ส่วนใหญ่เป็นรูปวงกลมกระจายอยู่ในบริเวณที่เรียกว่านิวคลีออยด์ (nucleoid) ซึ่งไม่มีเยื่อหุ้มล้อม ขณะที่ยูคารีโอตมีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น ล้อมส่วนของนิวเคลียสที่มีสารพันธุกรรม (DNA)

3. ไซโทพลาซึม (cytoplasm) มีลักษณะเป็นของเหลว ใส อยู่ในเซลล์ เซลล์ยูคาริโอตมีไซโทพลาซึมอยู่ระหว่างนิวเคลียสและเยื่อหุ้มเซลล์ ประกอบด้วยสารเคมีกลุ่มน้ำตาล กรดอะมิโน โปรตีนที่จำเป็นสำหรับกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์และมีออร์แกเนลล์ หลายชนิดทำหน้าที่แตกต่างกันภายในเซลล์ เรียกไซโทพลาซึมส่วนที่ไม่มีออร์แกเนลล์ว่า ไซโทซอล (cytosol) ส่วนโปรคาริโอตไม่มีออร์แกเนลล์

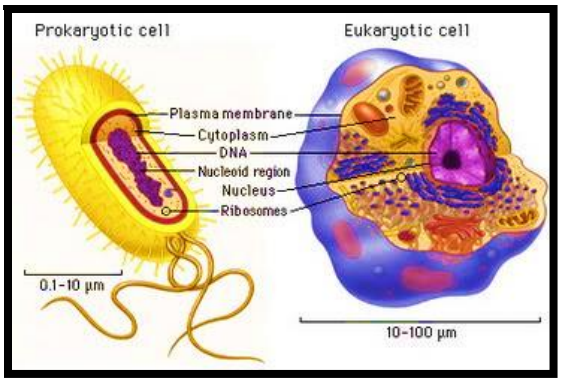
4. ไรโบโซม (ribosome) พบทั้งเซลล์โปรคาริโอตและยูคาริโอต ในโปรคาริโอตไรโบโซมอยู่กระจายอิสระในไซโทพลาซึม ขณะที่อยู่ยูคาริโอตไรโบโซมพบทั้งอิสระในไซโทพลาสซึมและพบที่ออร์แกเนลล์บางชนิด

1.1.2 ขนาดและรูปร่างของเซลล์

ขนาดของเซลล์

เซลล์แต่ล่ะชนิดทั้งพืช สัตว์ และแบคทีเรียจะมีขนาดแตกต่างกัน พบว่ายูคาริโอดมีขนาดใหญ่กว่าโปรคาริโอต ปริมาณ 10-20 เท่า

เซลล์โปรคาริโอตมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย 1-10 ไมโครเมตร ส่วนยูคาริโอตขนาดเฉลี่ย 10-100 ไมโครเมตร เซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดคือไมโคพลาสมา ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระหว่าง 0.1-1 ไมโครเมตร เซลล์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กต้องศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ยกเว้นเซลล์ไข่ไก่ หรือ เซลล์ประสาทซึ่งมีขนาดยาวประมาณ 1 เมตร



ภาพที่ 1.1 ขนาดของเซลล์โปรคาริโอตกับยูคาริโอตที่มีความแตกต่างกัน
ที่มา: เซลล์ของสิ่งมีชีวิต-ชีววิทยา (4 กันยายน 2562)

รูปร่างของเซลล์

เซลล์อาจมีรูปร่าง กลม แบน สี่เหลี่ยมลูกบาศก์หรือรูปร่างไม่แน่นอน เช่น อะมีบาและเซลล์เม็ดเลือดขาวจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเมื่อมีการเคลื่อนที่ เซลล์ประสาทมีรูปร่างยาวและเดนไดรต์ (dendrite) ทำให้สามารถเคลื่อนที่ได้ เซลล์พืชหรือสัตว์ที่อยู่ร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อจะมีรูปร่างหลายด้าน อาจจะเป็น 4 6 12 หรือ 14 ด้าน ในขณะที่รูปร่างของเซลล์ส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของเซลล์ นอกจากนี้พบว่าความหนืด (viscosity) ของไซโทพลาสซึม แรงดึงแรงตึงของเซลล์ (surface tension) และออร์แกเนลล์ที่เรียกว่าไซโทสกีลีตอน (cytoskeleton) มีผลต่อรูปร่างเซลล์อีกด้วย

1.1.4 หน้าที่ของเซลล์

เซลล์แต่ละชนิดจะมีหน้าที่และคุณสมบัติแตกต่างกันไป ลักษณะโครงสร้างของเซลล์ยังจะช่วยบอกถึงหน้าที่ของมันได้อีกด้วย เช่น เซลล์ที่รูปร่างบางไม่เหมาะที่จะทำหน้าที่ป้องกัน ดังนั้นการที่เรามีเซลล์แตกต่างกันถึง 220 ชนิดเช่นนี้จึงต้องมีหน้าที่แตกต่างกันเป็นร้อยอย่างอีกด้วยอย่างไรก็ตาม หน้าที่ของทุกเซลล์ต้องปฏิบัติ ประกอบด้วยหลัก 3 ประการ คือ

1. ให้สารต่างๆ ซึมผ่านเข้าออกเยื่อหุ้มเซลล์ (movement of substances across the cell membrane) ชีวิตของเซลล์จะดำรงอยู่ได้ก็โดยที่มันสามารถควบคุมการเข้าออกของมวลสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์โดยวิธีต่างๆ เช่น ให้น้ำ สารอาหาร ออกซิเจนผ่านเข้าไปในเซลล์ได้ และเอาของเสียจากภายในเซลล์

นำออกไปทิ้งข้างนอก จึงช่วยให้เซลล์แข็งแรง สะอาด ทั้งสามารถรักษาระดับเกลือแร่ให้มีความสมดุลระหว่างภายในเซลล์กับภายนอกเซลล์ ซึ่งเป็นประโยชน์กับการทำงานของอวัยวะต่างๆ ที่มีเซลล์เหล่านั้นเป็นองค์ประกอบอยู่

2. ให้มีการแบ่งตัวของเซลล์เพื่อสร้างเซลล์ใหม่ (cell division to make new cells) การแบ่งเซลล์ให้เกิดเซลล์ใหม่ก็เพื่อช่วยซ่อมแซมร่างกายส่วนที่สึกหรอ และทำให้มีปริมาณเซลล์เพิ่มขึ้นเกิดการเจริญติบโต (Growth) ของร่างกาย การแบ่งเซลล์ชนิดธรรมดา (mitosis) ก็จะเกิดเซลล์ลูกขึ้นมาใหม่ที่มี chromosome รวม 23 คู่ แต่ถ้าแบ่งเซลล์ชนิดสืบพันธุ์ (meiosis) เซลล์ใหม่ที่เกิดขึ้นจะมี chromosome เพียงครึ่งเดียว 23 ตัว คือเซลล์เชื้ออสุจิ (spermatozoa) ในผู้ชาย หรือเซลล์ไข่ (oocyte) ในผู้หญิง

3. สังเคราะห์โปรตีน (protein synthesis) โปรตีนที่สังเคราะห์ภายในไซโตพลัสซึม (cytoplasm) เกิดโดยคำสั่งของยีน (gene) ในนิวเคลียสผ่านมาทาง mRNA เพื่อให้เซลล์ผลิตโปรตีนที่สำคัญบางชนิดออกมาในรูปของฮอร์โมนต่างๆ หรือเอนไซม์ (enzyme คือ catalyst เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย)

1.1.5 ประเภทของเซลล์

เซลล์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามโครงสร้างของเซลล์ ได้แก่ เซลล์โปรคาริโอตและเซลล์ยูคาริโอต

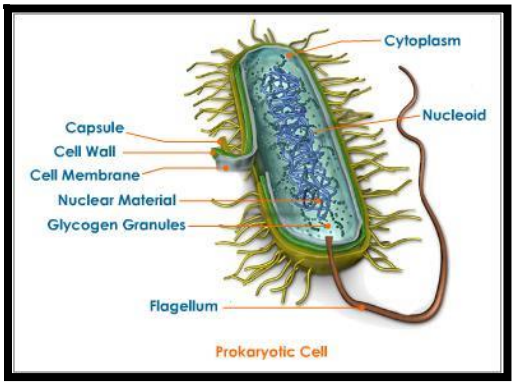
เซลล์โปรคาริโอต

เซลล์โปรคาริโอตมีลักษณะสำคัญที่พบดังนี้ คือ

1. ไม่มีเยื่อหุ้มล้อมรอบสารพันธุกรรม
2. มีขนาดเล็กมาก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.1-10 ไมโครเมตร
3. มีผนังเซลล์ที่แข็ง มีความหนาประมาณ 15-100 นาโนเมตรหรือมากกว่า
4. เยื่อหุ้มเซลล์ มีหน้าที่หลายอย่างคือการขนส่ง เช่นทำหน้าที่ขนส่งสารผ่านเข้าออกเซลล์ทำหน้าที่เป็นตัวรับ (receptor) โดยโปรตีนที่เยื่อหุ้มจะจับกับโมเลกุลที่จำเพาะซึ่งโมเลกุลจะสามารถผ่านผนังเซลล์เข้ามาได้และเมื่อจับกันระหว่างตัวรับกับโมเลกุลที่จำเพาะแล้วทำให้เกิดปฏิกิริยาภายในเซลล์ มีผลทำให้เซลล์โปรคาริโอตตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับการจำลองตัวของสารพันธุกรรมด้วย

5. มีไรโบโซมที่มีขนาดเล็กคือ 70S (คำว่า S มาจาก svedberg unit of sedimentation coefficient, หน่วยค่าความเร็วของการตกตะกอน วัดจากอัตราการเคลื่อนที่ภายใต้แรงเหวี่ยง โดย 1S = 10-13 วินาที)

6. มีแฟลกเจลลา (flagella) ใช้ในการเคลื่อนที่ ซึ่งมีโครงสร้างแตกต่างจากยูคาริโอต การหมุน (rotatory) และการสั่นสะเทือน (vibration motion)



ภาพที่ 1.2 โครงสร้างของแบคทีเรีย

ที่มา: Welcome to the Living World (2012)

เซลล์พวกยูคาริโอต

เซลล์พวกยูคาริโอต มีลักษณะสำคัญดังนี้

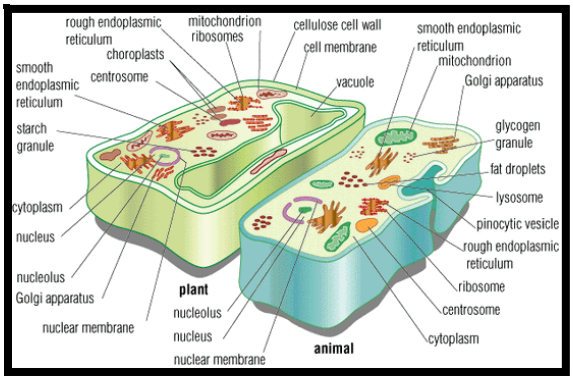
1. มีระบบเยื่อหุ้มภายในเซลล์ (internal membrane) ทำให้เกิดเป็นออร์แกเนลล์ต่างๆ เช่น เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม (endoplasmic reticulum) กอลไจ คอมเพล็กซ์ (golgi complex) ไลโซโซม (lysosome) เพอรอกซิโซม (peroxisome) ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) คลอโรพลาสต์ (chloroplast) แวคิวโอล รวมทั้งถุงหรือกระเปาะขนาดเล็ก (vesicle) เป็นต้น

2. นิวเคลียสมีเยื่อหุ้มสารพันธุกรรมคือ DNA ที่มักขดตัวรวมกับโปรตีนเป็นเส้นใยโครมาทิน (chromatin) หรือโครโมโซม (chromosome) และมีนิวคลิโอลัส (nucleolus) อยู่ภายในนิวเคลียส

3. มีไซโทสกีลีตัล ได้แก่ ไมโครทูบูล (microtubules) ไมโครฟิลาเมนต์ (microfilaments) และฟิลาเมนต์มัธยันตร์ (intermediate filaments)

4. มีเอกโซไซโทซิส (exocytosis) และเอนโดไซโทซิส (endocytosis)

5. มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส (mitosis) และไมโอซิส (meionsis) โดยมีไมโททิกแอปพาราตัส (mitotic apparatus) ใช้สำหรับการแบ่งเซลล์



ภาพที่ 1.3 โครงสร้างของเซลล์พืชและสัตว์

ที่มา: เซลล์ของสิ่งมีชีวิต (4 กันยายน 2562)

1.2 โครงสร้าง หน้าที่และการทำงานของออร์แกเนลล์ต่างๆ

1.2.1 เยื่อหุ้มเซลล์และสารหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์เป็นชั้นที่ควบคุมการผ่านของอาหารและออกซิเจน และการผ่านของเสียออกจากเซลล์ หน้าที่ดังกล่าวนี้มีความสำคัญต่อการรักษาสภาพให้คงอยู่ในชีวิต กระบวนการผ่านของน้ำและสารละลายทางเยื่อหุ้มเซลล์เป็นกระบวนการพลวัต เซลล์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อมไม่เคยสมดุลกันในด้านการผ่านเข้าออกของสาร

ออร์แกเนลล์หลายชนิดของเซลล์ เช่น นิวเคลียส ร่างแหเอนโดพลาสซึม กอลไจคอมเพล็กซ์ ไลโซโซม และไมโทคอนเดีย ต่างก็มีเยื่อหุ้มเซลล์แยกออกจากไซโทพลาสซึม เยื่อทั้งหมดรวมทั้งเยื่อหุ้มเซลล์ต่างก็มีสมบัติเป็นเยื่อกึ่งซึมได้

ส่วนประกอบทางเคมีของเยื่อหุ้มเซลล์และเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์ออร์แกเนลล์ต่างๆ พบว่ามีส่วนประกอบพื้นฐานทางเคมีเหมือนกันคือ โปรตีน ลิพิด แต่จะมีอัตราส่วนแตกต่างกัน นอกจากนี้จะมี

คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่และน้ำด้วย สำหรับโปรตีนที่เยื่อหุ้มไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์จะมีกิจกรรมของเอนไซม์ในระหว่างที่มีการปลดปล่อยสารพลังงานหรือ ATP

ตารางที่ 1.1 ข้อแตกต่างโครงสร้างของเซลล์โปรคารีโอต และยูคารีโอต

โครงสร้าง	โปรคารีโอต	ยูคารีโอต	
		พืช	สัตว์
ผิวเซลล์			
- ผนังเซลล์	+	+	-
- เยื่อหุ้มเซลล์	+	+	+
นิวเคลียส			
- สารพันธุกรรม	DNA	DNA	DNA
- โครโมโซม	มีเพียงหนึ่งเป็นวงกลม	มีหลายอันมีลักษณะเป็นแท่งโครโซม	เหมือนพืช
- เยื่อหุ้มนิวเคลียส	-	+	+
- นิวคลีโอลัส	-	+	+
ไซโทพลาสซึม			
- ไบโทคอนเดรีย	-	+	+
- คลอโรพลาสต์	-	+	-
- ไรโบโซม	ขนาดเล็ก 70S	ขนาด 80S	ขนาด
- เอนโดพลาสมิกเรติคูลัม	-	+	ของ 80S
-กอลไจ คอมเพล็กซ์	-	+	+
-ไลโซโซม	-	+	+
-แวคิวโอล	-	+	+
-ไซโทสกีลีตัล	-	+	+
-เซนทริโอล	-	-	+
-แฟลกเจลลา, ซีเลีย	มีโรงสร้างแบบง่าย	-	+ โครงสร้าง 9+2

ที่มา: ดัดแปลงจาก ลัดดา เอกสมทราเมษฐ์ (2549)

หมายเหตุ (+ = มี, - =ไม่มี)

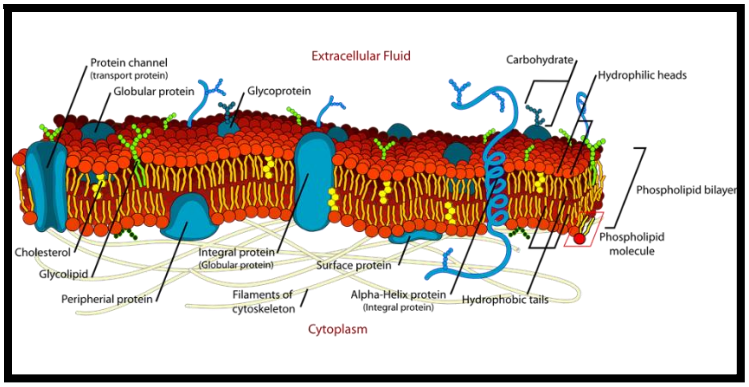
โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

เยื่อหุ้มเซลล์เป็นโครงสร้างที่เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนและลิพิดโดยทั่วไปประกอบด้วยโปรตีน 50-70 เปอร์เซ็นต์ ลิพิด 30-40 เปอร์เซ็นต์ และคาร์โบไฮเดรตต่ำกว่า 10 เปอร์เซ็นต์

ตามสมมติฐานเดิมเชื่อว่า ลิพิดและโปรตีนรวมกันเป็นหน่วยเดียวกันคือ สมมติฐานหน่วยเดียวกัน กล่าวว่ามีโปรตีนเรียงตัวเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นนอกและชั้นใน ระหว่างกลางของชั้น 2 ชั้นจะเป็นชั้นลิพิดเรียงเป็นสองแถวคล้ายโครงสร้างแซนวิสด์ ได้มีการศึกษาและโต้แยงกันอยู่หลายปี จนกระทั่งปี ค.ศ. 1972 ซินเกอร์ และนิโคลซัน ได้เสนอรูปแบบจำลองว่าเป็นแบบชั้นของเหลวคล้ายกันกับแบบเดิม แต่ต่างกันที่ฟอสโฟลิพิด เรียงตัวกัน 2 ชั้น โดยมีโมเลกุลของลิพิดจะหันด้านมีขั้ว ซึ่งเป็นด้านชอบน้ำออกด้านนอก และหันด้านไม่มีขั้ว ซึ่งเป็นด้านไม่ชอบน้ำเข้าหากันส่วนโปรตีนที่พบในเยื่อหุ้มเซลล์มีหลายชนิดและทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น เป็นเอนไซม์ เป็นตัวขนส่งและรับสัญญาณโปรตีนในเยื่อหุ้มเซลล์แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ ชนิดแรกเป็นโปรตีนเปลือกหรือโปรตีนผิว เป็นโปรตีนที่จับกับด้านใดด้านหนึ่งของเยื่อหุ้มเซลล์อย่างผิวเผิน สามารถสกัดออกง่าย ส่วนชนิดที่ 2 เป็นโปรตีนแก่น หรือโปรตีนฝังภายในโดยจับกันเป็นก้อนกลม ฝังอยู่ชั้นฟอสโฟลิพิด อาจมีบางส่วนโผล่ออกจากผิวด้านใดด้านหนึ่ง ส่วนคาร์โบไฮเดรตจะอยู่ในรูไกลโคโปรตีนหรือไกลโคลิพิด และน้ำตาลที่พบมาก คือ กาแล็กโทส แมนโนส ฟรุกโตส กลูโคส เอ็นซิทิลกาแล็กโทซามีนและกรดซิเอลิก

ปัจจุบันรูปแบบจำลองเยื่อหุ้มเซลล์แบบชั้นของเหลวเป็นที่ยอมรับกัน โมเลกุลต่างๆ ของเยื่อหุ้มเซลล์อยู่ในสภาพเคลื่อนที่ในของเหลว คือ มีโปรตีนก้อนกลมแบบเกลียวแอลฟา กระจายอยู่ทั่ว

ชั้นลิพิดทั้ง 2 ชั้นที่ประกบกัน ภายในชั้นลิพิดเป็นสารไฮโดรคาร์บอนสายยาวที่มีลักษณะเหลวและมีปฏิกิริยาต่อกันโปรตีนกับโปรตีน โปรตีนกับลิพิด และลิพิดกับลิพิด ซึ่งเป็นผลให้เกิดการเคลื่อนที่ของโมเลกุลลิพิดและโปรตีน ดังนั้นในรูปแบบลำลองแบบนี้จึงมีสมบัติเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอคล้ายของเหลว เพราะลิพิดสามารถเคลื่อนที่ได้ค่อนข้างอิสระภายในเยื่อ ขณะเดียวกันโปรตีนก็สามารถเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกัน

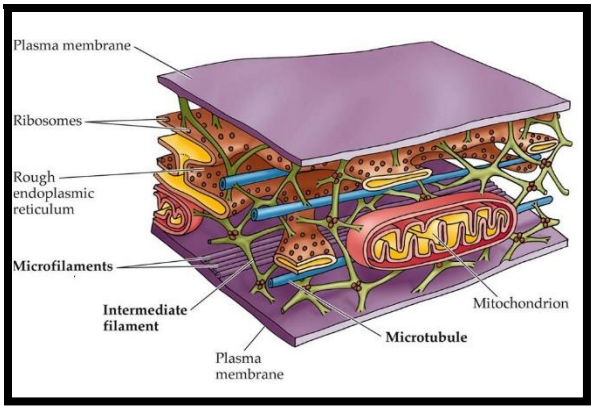


ภาพที่ 1.4 โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์

ที่มา: Membrane Proteins (4 กันยายน 2562)

1.2.2 โซโทพลาสซึม

ไซโทพลาสซึมเป็นสารประกอบที่มีชีวิตซึ่งมีกิจกรรมเกิดขึ้นมากมาย และมีโครงสร้างภายในแยกจากกันเป็นส่วนๆ ซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่สำคัญของเซลล์ที่เรียกว่าออร์แกเนลล์ ไซโทพลาสซึมมีส่วนของของเหลวเรียกว่าไซโทซอล (cytosol) และยังมีโครงร่างของเซลล์ (cytoskeleton) ซึ่งเป็นเส้นใยโปรตีน เช่น ไมโครทิวบูล ไมโครฟิลาเมนต์ และไมโครทราบิคูลี จำนวนมากมายที่สานกันเป็นร่างแหอยู่ในไซโทพลาสซึม นอกจากนี้โครงร่างของเซลล์ยังช่วยยึดออร์แกเนลล์ต่างๆ ด้วย เมื่อโครงร่างของเซลล์มีการหดตัวจะทำให้มีการเคลื่อนไหวของไซโทพลาสซึมเรียกว่ากระบวนการไซโคลซีส (cyclosis) ซึ่งกระบวนการนี้จะช่วยให้สารอาหารและสารประกอบอื่นๆ ไหลเวียนไปทั่วเซลล์ แต่จะพบเฉพาะเซลล์ยูคาริโอตเท่านั้น



ภาพที่ 1.5 โครงร่างของเซลล์

ที่มา: เนื้อหาเรื่องเซลล์ (4 กันยายน 2562)

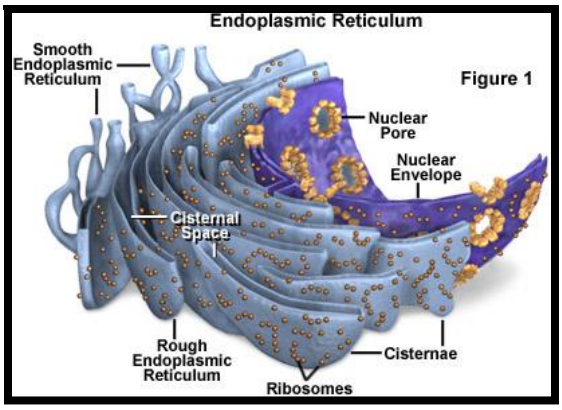
ออร์แกเนลล์

ออร์แกเนลล์ต่างๆ ที่อยู่ในไซโทพลาสซึม มีดังนี้

1.2.3 ร่างแหเอนโดพลาสซึม

ในปี ค.ศ. 1945 คีทพอร์เตอร์ (keith Porter) พบว่าภายในเซลล์มีระบบของเยื่อภายในติดต่อกลับภายนอกเซลล์ และเป็นร่างแหภายในไซโตพลาสซึม บางครั้งพบว่าที่เยื่อจะเรียบ (smooth ER : SER) บางครั้ง พบว่าอนุภาคเล็กๆ คือไรโบโซมเกาะอยู่ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์โปรตีน และเอนไซม์ แล้วมีการลำเลียงออกนอกเซลล์ บางครั้งจะมีการเก็บสะสมไว้ด้วย

ระบบของเยื่อภายในนี้จะเรียงตัวเป็นท่อ โดยเรียงตัวตามขวางในไซโทพลาสซึมของเซลล์ยูคาริโอต มีการจัดเรียงตัวเป็นร่างแหจากเยื่อหุ้มเซลล์ไปถึงเยื่อหุ้มนิวเคลียสและกอลจิคอมเพล็กซ์ ในบางบริเวณของเซลล์จะมีระบบที่คล้ายจานแบนๆ และเป็นถุงเรียกว่าซีสเทอนี (cysternea) เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร่างแหเอนโดพลาซึม (endoplasmic reticulum) ประมาณ 50-100 นาโนเมตร ส่วนซีสเทอนีจะมีขนาดใหญ่กว่า



ภาพที่ 1.6 โครงสร้างของร่างแหเอนโดพลาซึม

ที่มา: เทคโนโลยีชีวภาพ แหล่งรวมความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ (2018)

หน้าที่ของร่างแหเอนโดพลาสซึม

หน้าที่ของร่างแหเอนโดพลาสซึมมีดังนี้

1. ร่างแหเอนโดพลาซึมผิวขรุขระ (route endoplasmic reticulum) ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีน เอนไซม์ เพื่อลำเลียงออกนอกเซลล์โดยทำงานสัมพันธ์กับกอลจิ คอมเพล็กซ์ บางครั้งจะมีการสะสมโปรตีนด้วย

2. ร่างแหเอนโดพลาซึมผิวเรียบ (smooth endoplasmic reticulum) ทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น สังเคราะห์ไขมัน คอเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และไขมันอื่นๆ อีก บางครั้งมีส่วนช่วยเกี่ยวกับเมแทบอลิซึมของไขมันด้วย

3. ร่างแหเอนโดพลาซึมผิวเรียบ (smooth endoplasmic reticulum) ทำหน้าที่ลำเลียงสารภายในเซลล์และขจัดสารพิษต่างๆ

4. ในตัวกล้ามเนื้อร่างแหเอนโดพลาซึม จะช่วยลำเลียงการกระตุ้นต่างๆ ภายในเซลล์ไปยังไมโครไฟบริลที่อยู่ลึกภายในเซลล์กล้ามเนื้อ

1.2.4 ไรโบโซม

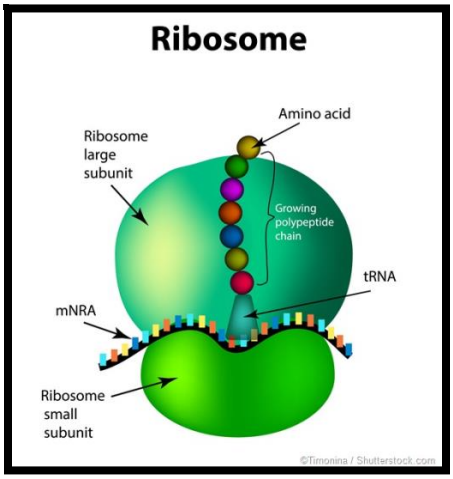
ไรโบโซมเป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้ม ประกอบไปด้วยหน่วยย่อย 2 อัน แต่ละหน่วยย่อยมี RNA กับโปรตีน พบอยู่ที่เยื่อหุ้มของ route endoplasmic reticulum และถุงของ route endoplasmic

reticulum เยื่อหุ้มนิวเคลียสด้านนอก เยื่อหุ้มเซลล์ด้านใน และกระจายเป็นอิสระอยู่ในไซโทโซลของไซโทพลาซึม ไรโบโซมสร้างจากนิวคลีโอลัสในนิวเคลียสของเซลล์ ไรโบโซมของเซลล์โปรคาริโอตมีขนาด 70S (svedberg) แต่ประกอบด้วยหน่วย 2 อันที่มีขนาด 50S และ 30S ในเซลล์ยูคาริโอติกมีขนาด 80S ประกอบด้วยหน่วยย่อยที่มีขนาด 60S และ 40S

ไรโบโซมจะมารวมกันเป็นโพลีโซม (polysome) หรือโพลีไรโบโซม (polyribosomes) ซึ่งโพลีไขมันมีขนาดแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับขนาดของโมเลกุลโปรตีนที่สังเคราะห์ขึ้นมาด้วย

หน้าที่ของไรโบโซม

หน้าที่ของไรโบโซมคือช่วยสังเคราะห์โปรตีนเอนไซม์และฮอร์โมนให้แก่เซลล์



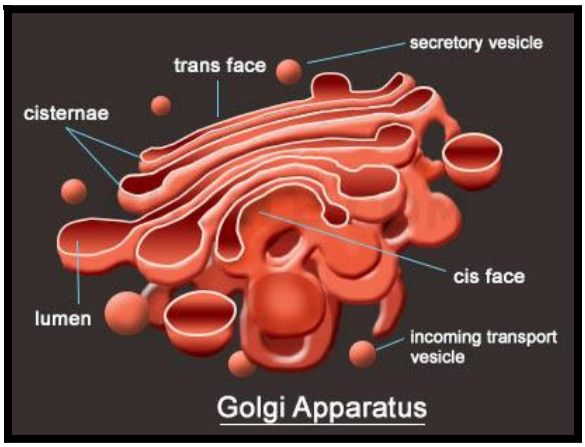
ภาพที่ 1.7 โครงสร้างของไรโบโซม

ที่มา: Wongsingkeaw (2560)

1.2.5 กอลจิคอมเพล็กซ์

ในปี ค.ศ. 1898 นักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลีชื่อ คามิลโลกอลไจ (camillo golgi) ได้สังเกตเซลล์ประสาทของนกเค้าแมว พบว่ามีระบบลักษณะกระเปาะเล็ก (vesicles) โครงสร้างนี้ยังพบในเซลล์อื่นๆ ด้วยมีลักษณะเยื่อบางๆ ที่วางเรียงซ้อนกันหลายๆ ชั้น เป็นจานแบนแยกจากกันเรียงตัวซ้อนขนานกัน จานเหล่านี้เรียกว่าซีสเทอนี แต่ละจานเรียกว่าซีสเทอนา บริเวณกลางจานจะมีเยื่อหุ้มที่บางมากจึงโป่งออกมาเป็นกระเปาะเล็กที่มีขนาดต่างๆ กัน เนื่องจากออร์แกเนลล์นี้ประกอบไปด้วยระบบกระเปาะเล็ก

และจานแบนๆ จึงมีลักษณะเชิงซ้อนและเพื่อให้เกียรติแก่ผู้ค้นพบ จึงเรียกว่า กอลจิคอมเพล็กซ์ ภายในกอลไจคอมเพล็กซ์ จะมีเอนไซม์ที่จะตัดโปรตีนออกเป็นท่อนๆ ให้มีขนาดใหญ่และขนาดเล็ก ดังนั้นจึงเป็นแหล่งที่มีการเปลี่ยนแปลงโปรตีนเป็นท่อนๆ อยู่ภายในถุง และหลุดเลื่อนออกไปนอกเซลล์ เอนไซม์ที่พบได้แก่ ฟอสฟาเทส (phosphatase) และไทอามิน ไพโรฟอสฟาเทส (thiamin pyrophosphatase) กอลจิคอมเพล็กซ์ อยู่ติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส และบางส่วนอยู่ติดกับ route endoplasmic reticulum เพื่อนำโปรตีนจาก route endoplasmic reticulum เข้าไปรวมในถุงในการส่งออกต่อไป กอลจิคอมเพล็กซ์พบในเซลล์พืชบางเซลล์ประมาณ 100 อัน ส่วนในเซลล์สัตว์พบเพียงแค่ 1 อัน



ภาพที่ 1.8 โครงสร้างของกอลจิคอมเพล็กซ์

ที่มา: Wongsingkeaw (2560)

หน้าที่ของกอลจิคอมเพล็กซ์

หน้าที่ของกอลจิคอมเพล็กซ์ มีดังนี้

1. ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงโปรตีนที่สังเคราะห์จากไรโบโซมของ route endoplasmic reticulum ก่อนที่จะบรรจุเป็นกระเปาะเล็กส่งออกนอกเซลล์ โดยการคัดหลั่ง (secretion) ดังนั้นเซลล์มีการคัดหลั่งจะพบกอลจิคอมเพล็กซ์มาก เช่น เซลล์ตับ ตับอ่อน ซึ่งจะมีกอลจิคอมเพล็กซ์ช่วยบรรจุสารที่เป็นผลผลิตให้เป็นกระเปาะเล็กเรียกว่ากระเปาะสารคัดหลั่งและเป็นศูนย์กลางในการแพร่สารดังกล่าวออกนอกเซลล์ทางเยื่อหุ้มเซลล์

2. ทำหน้าที่สังเคราะห์พอลิแซ็กคาไรด์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของมิดเดิล ลาเมลลา และผนังเซลล์ของเซลล์พืช การแบ่งเซลล์พืชเมื่อมีการสร้างผนังเซลล์ใหม่ มีบทบาทในการสังเคราะห์สารที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ด้วย

3. สร้างอะโครโซมของเซลล์สเปิร์มในสัตว์และสร้างนีมาโทซีสต์

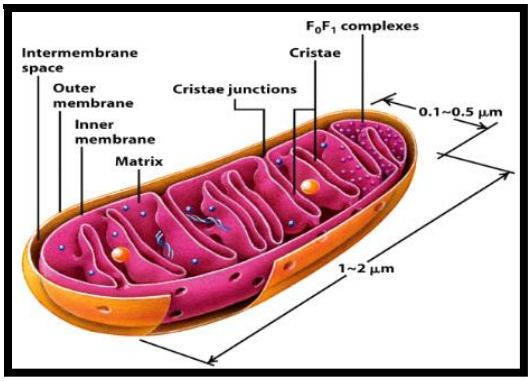
4. ในการคัดหลั่งโปรตีน เช่น เอนไซม์ในการย่อยอาหารมีการเปลี่ยนแปลงในกอลจิคอมเพล็กซ์แล้วบรรจุภัณฑ์กระเปาะเล็กขับออกมานอกเซลล์

5. การสร้างเอนไซม์ภายในไลโซโซม จะบรรจุเป็นกระเปาะเล็กภายในกอลจิคอมเพล็กซ์ และมีการคัดหลั่งออกจากเยื่อหุ้มกอลจิคอมเพล็กซ์

1.2.6 ไมโทคอนเดรีย

ในปี ค.ศ. 1890 มีการค้นพบออร์แกเนลล์นี้แต่ตั้งชื่อว่า ไบโอพลาส (bioplasts) หมายถึงเชื้อของชีวิตเพราะเชื่อว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กที่สุดที่อยู่ในเซลล์ ในปี ค.ศ. 1897 ได้มีการตั้งชื่อใหม่ว่าไมโทคอนเดรีย มาจากรากศัพท์ภาษากรีกคือ mito หมายถึงเส้นด้าย ส่วน condrion หมายถึงเม็ดเล็กๆ

ไมโทคอนเดรียมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกัน อาจเป็นแท่ง กลมและเป็นเส้นยาว ในเซลล์หนึ่งอาจจะมีตั้งแต่ 1-1,000 อันหรือมากกว่า อาจพบในเซลล์ทุกเซลล์ เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เยื่อหุ้มชั้นนอกมีลักษณะเรียบห่อหุ้มไมโทคอนเดรียไว้โดยรอบ เยื่อชั้นในมีลักษณะไม่เรียบ แต่จะพับเว้าเข้าไปภายในเรียกส่วนที่ยื่นออกมาว่า คริสตี (cristea) เพื่อช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการหายใจ ตรงกลางมีของเหลวเรียกว่า เมทริกซ์ (matrix) ซึ่งประกอบด้วยเอนไซม์ สายดีเอ็นเอ และไรโบโซม ไมโทคอนเดรียมีสารสกัดสารพันธุกรรมของตัวเอง มีการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ของตัวเองด้วย สามารถเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัว ไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการของเซลล์



ภาพที่ 1.9 โครงสร้างของไมโทรคอนเดรีย

ที่มา: Mitochondria (4 กันยายน 2562)

หน้าที่ของไมโทคอนเดรีย

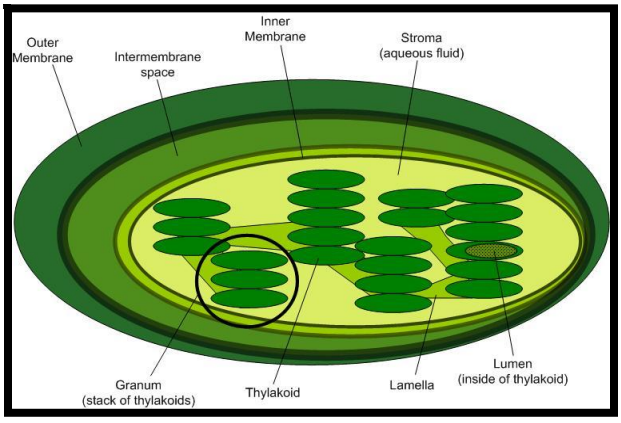
ทำหน้าที่เมทาบอลิซึมของเซลล์ ทั้งสลายโปรตีน คาร์โบไฮเดรตและลิพิด โดยอาศัยเอนไซม์ภายในไซโทพลาสซึมก่อน จนกระทั่งได้เป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กลง จึงสามารถผ่านเข้าสู่ไมโทคอนเดรีย แล้วสารที่ผ่านเข้าไปนี้จะมีปฏิกิริยาออกซิไดส์จนกระทั้งเป็นคาร์บอนไดออกไซต์และน้ำ ทำให้ได้พลังงานที่มีการปลดปล่อยออกมาระหว่างปฏิกิริยาดำเนินอยู่ จะมีพลังงานที่ใช้ในเซลล์ได้จากไมโทคอนเดรีย ประมาณ 90% ด้วยเหตุนี้เองจึงเรียกเป็นแหล่งพลังงานของเซลล์ ไมโทคอนเดรียจึงเป็นออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่หายใจของเซลล์ มีการสะสมพลังงานไว้ในรูป ATP ดังนั้นเซลล์ที่ต้องใช้พลังงานมากจำเป็นต้องมีไมโทคอนเดรียจำนวนมากด้วย เช่น เซลล์กล้ามเนื้อในสัตว์ เซลล์ปลายยอดปลายรากพืช เซลล์ตับของสัตว์มีไมโทคอนเดรียประมาณ 2,500 อัน

1.2.7 คลอโรพลาสต์

อาหารที่รับประทาน ออกซิเจนที่หายใจ ได้มาจากการผลิตของออร์แกเนลล์ที่เรียกว่าคลอโรพลาสต์ หมายถึง ส่วนที่มีสีเขียว พบเฉพาะในเซลล์พืชและสาหร่าย มีรูปร่างคล้ายจานขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5-8 ไมโครเมตร ยาว 5-8 ไมโครเมตร ภายในมีสารสีที่เรียกว่าคลอโรฟิลล์ แต่ละเซลล์มีคลอโรพลาสต์ 1-300 อัน และคลอโรพลาสต์ใหม่สร้างจากการแบ่งตัวของแต่ละอัน

คลอโรพลาสต์คล้ายไมโทคอนเดรีย คือ มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น มีดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และไรโบโซม ซึ่งช่วยกำหนดในการสร้างโปรตีน เอนไซม์ แต่โปรตีนส่วนใหญ่ได้มาจาก route endoplasmic reticulum จากการแยกคลอโรพลาสต์ โดยการปั่นใบผักขมพบว่าประกอบด้วยโปรตีน 56 เปอร์เซ็นต์ ลิพิด 32 เปอร์เซ็นต์ และคลอโรฟิลล์ 80 เปอร์เซ็นต์

คลอโรพลาสต์มีเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เรียกว่า เยื่อพลาสติก (plastid membrane) ภายในมีของเหลวเรียกว่า สโตรมา (stroma) ล้อมรอบระบบเยื่อที่ซับซ้อนมาเรียงซ้อนเป็นชั้นๆ เรียกว่า กรานา (grana) คล้ายเหรียญที่เรียงซ้อนกันมีลักษณะเป็นถุงแบนๆ แต่ละกรานาจะมีเยื่อลาเมลลี (lamellae) เชื่อมต่อกันระหว่างกรานาแต่ละชุด แต่ละชุดเรียกว่า ไทลาคอยด์ (thylakoid) กรานามีขนาดแตกต่างกันจาก 0.3-1.7 ไมโครเมตร แล้วแต่ชนิดของพืช ในคลอโรพลาสต์ของผักขมมีกรานา เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.6 ไมโครเมตร การวิเคราะห์ทางเคมีของกรานาจะประกอบด้วยชั้นต่างๆ เช่น ลิพิด คลอโรฟิลล์ และโปรตีน



ภาพที่ 1.10 โครงสร้างของคลอโรฟลาสต์

ที่มา: วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี (2562)

หน้าที่ของคลอโรพลาสต์

หน้าที่ของคลอโรพลาสต์และพลาสติกอื่นๆ มีดังนี้

1. คลอโรพลาสต์ทำหน้าที่ดูดกลืนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานเคมีในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง

2. ทำให้ดอกไม้ ใบไม้ และผลไม้มีสีสันต่างๆ โดยเฉพาะกลีบดอกของพืช จะช่วยในการผสมเกสร

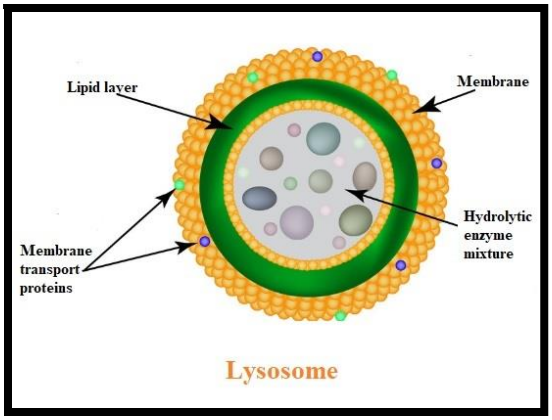
3. ช่วยในการผสมอาหารโดยเฉพาะลิวโคพลาสต์มีการสะสมลิพิด น้ำมัน แป้งและโปรตีนภายในคลอโรพลาสต์ก็จะมีการสะสมแป้งด้วย

1.2.8 ไลโซโซม

เป็นออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว มีลักษณะเป็นถุง ภายในมีเอนไซม์ไฮโดรไลติก (ydrolytic enzyme) ไลโซโซมมีขนาดและรูปร่างหลายแบบ สร้างขึ้นมาจากกอลจิคอมเพล็กซ์ และ route endoplasmic reticulum อาจจะเป็นถุงโปรตีนที่เป็นผลผลิตเพื่อส่งออกนอกเซลล์ เอนไซม์ภายในไลโซโซมมีมากมาย เช่น กรดฟอสฟาเทส เอนไซม์ไฮโดรไลติก 50 ชนิด เอนไซม์ย่อยโปรตีน 5 ชนิด เอนไซม์ย่อยกรดนิวคลีอิก 4 ชนิด เอนไซม์ย่อยพอลิแซ็กคาไรด์ 15 ชนิด เอนไซม์ย่อยลิพิด 6 ชนิด เอนไซม์ย่อยสารอินทรีย์พันธะซัลเฟต 2 ชนิด และเอนไซม์ย่อยสารอินทรีย์พันธะฟอสเฟต 4 ชนิด

ถ้าเยื่อหุ้มไลโซโซมถูกทำลายฉีดขาดหรือรั่ว เอนไซม์ต่างๆ ภายในถุงจะออกมาปะปนในไซโทโซล มีผลทำให้เกิดการย่อยสลายเซลล์ ผลก็คือเซลล์จะย่อยตัวเอง (Autolysis) และถ้าเซลล์ตายก็จะเกิดการย่อยสลายตัวเองเช่นเดียวกัน

มีการค้นพบไลโซโซมครั้งแรกจากเซลล์ตับหนู ในปี ค.ศ. 1952 และหลังจากนั้นได้มีการค้นพบในเซลล์สัตว์ทุกชนิด ตั้งแต่สัตว์เซลล์เดียวจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ส่วนในเซลล์พืชพบโครงสร้างที่คล้ายโครโมโซมเช่นกัน แต่มีการศึกษาถึงหน้าที่การทำงานน้อยมาก



ภาพที่ 1.11 โครงสร้างของไลโซโซม

ที่มา: Study Read (2019)

หน้าที่ของไลโซโซม

หน้าที่ของไลโซโซมมีดังนี้

1. ช่วยสลายหางลูกอ๊อดในการพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยของกบ

2. มีบทบาทสำคัญในเซลล์ปกติ เพื่อทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าไปในเซลล์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาวที่ทำลายเชื้อโรคหรือโมเลกุลของของแข็งโดยกระบวนการฟาโกไซโทซิส (Phagocytosis) ไลโซโซมเคลื่อนไปที่ผิวของแวคิวโอลซึ่งมีเชื้อโรคอยู่เรียกแวคิวโอลนี้ว่า ฟาโกโซม (Phagosome) แล้วเยื่อหุ้มของไลโซโซมกับแวคิวโอลจะเชื่อมร่วมกัน เอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยสลายทำร้ายเชื้อโรคหรือไลโซโซมเคลื่อนที่ไปที่ผิวของแวคิวโอล ซึ่งมีสารที่เป็นของเหลวซึมผ่านเข้าสู่เซลล์โดยกระบวนการพิโนไซโทซิส (Pinocytosis) เรียกแวคิวโอลนี้ว่าพีโนโซม (Pinosoma) เอนไซม์ในไลโซโซมจะย่อยสลายได้ ภายหลังที่เซลล์ย่อยสลายแล้วอาจจะมีสิ่งที่ย่อยไม่ได้ ไลโซโซมจะเคลื่อนไปที่เยื่อหุ้มเซลล์และขับสิ่งที่ย่อยไม่ได้ออกนอกเซลล์ด้วย

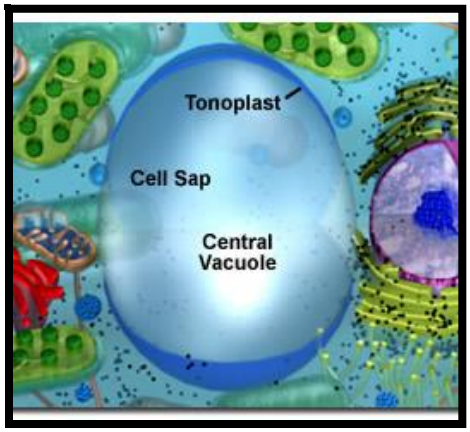
1.2.9 แวคิวโอล

แวคิวโอลในเซลล์สัตว์เกิดขึ้นจากกระบวนการฟาโกไซโทซิสและพิโนไซโทซิส ส่วนในเซลล์พืชจะพบว่าเมื่อเซลล์เจริญเต็มที่จะมีแวคิวโอนขนาดใหญ่อยู่กลางเซลล์ ภายในช่องมีของเหลวห่อหุ้มด้วย

เยื่อโทนอพลาสต์สัตว์เซลล์เดียวมีแวคิวโอลหลายชนิดเช่นช่องอาหาร (food vacuole) และช่องขับน้ำ (contractile vacuole)

แวคิวโอลมีความสำคัญต่อพืช เซลล์พืชที่กำลังเจริญจะมีแวคิวโอลขนาดเล็กกระจัดกระจายอยู่ในไซโทพลาสซึม เมื่อเซลล์เจริญเต็มที่แล้ว แวคิวโอลเหล่านั้นจะรวมกันมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับ และมีตำแหน่งกลางเซลล์ เนื่องจากเซลล์พืชจะมีการสะสมสารต่างๆ ที่เซลล์ผลิตขึ้นมา ของเหลวในแวคิวโอลเรียกว่า เซลล์แซพ (cell sap) ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนใหญ่ อาหารผสมต่างๆ ผลึกขอสารสีพวกแอนโทไซยานินมีสีแดงเข้ม น้ำเงินหรือม่วง นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่ ในพืชบางชนิดที่สร้างไซยาไนด์จะเก็บไว้ในแวคิวโอล

สารต่างๆ ที่สะสมไว้ในแวคิวโอลจะผ่านเยื่อโทนอพลาสต์โดยวิธีขนส่งแบบกัมมันต์ได้จึงทำให้มีสารต่างๆ สะสมไว้ภายในมีความเข้มข้นกว่าในไซพลาสซึม



ภาพที่ 1.12 โครงสร้างของแวคิวโอล

ที่มา: Biology (2560)

หน้าที่ของแวคิวโอล

หน้าที่ของแวคิวโอล มีดังนี้

1. ช่วยสะสมอาหารและสารต่างๆ รวมทั้งสารที่ทำให้เกิดพิษต่อเซลล์ จะมีการเก็บไว้ในแวคิวโอลเพื่อลดความเป็นพิษ

2. ช่วยทำให้เซลล์เต่งตัวและคงรูปร่างอยู่ได้ในแวคิวโอลจะช่วยควบคุมปริมาณน้ำภายในแวคิวโอลให้คงที่โดยอาศัยความดันอุทกสถิต (hydrostatic pressure) ของแวคิวโอลต่อไซโทพลาสซึมที่

อยู่โดยรอบ และผลส่งผลไปถึงเยื่อหุ้มเซลล์ โดยเฉพาะเซลล์พืชมีผนังเซลล์ห่อหุ้มอีกชั้นหนึ่งเซลล์พืชจึงเกิดความดันเต่ง

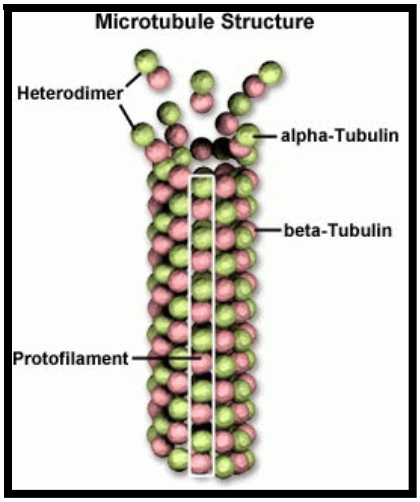
3. ช่วยให้ดอกไม้มีสีสันสวยงามเพื่อล่อแมลง โดยเฉพาะสารสีที่ละลายอยู่ในเซลล์แซพ

4. ในเซลล์สัตว์ช่วยย่อยสลายสารที่ผ่านเข้าไปทั้งในพิโนโซมและฟาโกโซม และช่องขับน้ำในสัตว์เซลล์เดียวมีการทำงานที่มีการเปลี่ยนแปลงขนาดของช่องและเป็นวัฏจักร

1.2.10 ไมโครทิวบูลและไมโครฟิลาเมนต์

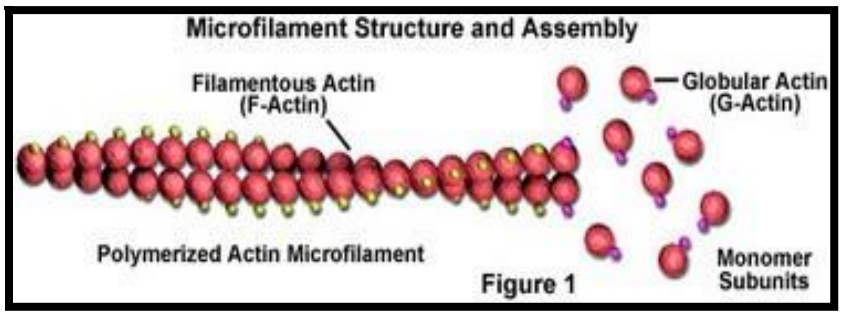
ก่อนปี ค.ศ. 1950 เชื่อว่าเซลล์คือถุงบรรจุไซโทโซลและออร์แกเนลล์ต่างๆ ที่ลอยไปมา แต่ปัจจุบันมีหลักฐานว่า ภายในไซโทโซลมีเครือข่ายของโครงร่างเซลล์ ประกอบด้วยโปรตีนชนิดต่างๆ ทำหน้าที่ยึดออร์แกเนลล์ให้คงที่ ทำให้เซลล์มีโครงสร้างที่คงตัวไม่เปลี่ยนแปลงโครงร่างดังกล่าวคือ ไมโครทิวบูลและไมโครฟิลาเมนต์

การที่เซลล์เคลื่อนที่ได้เกิดจากโครงร่างของเซลล์เอง ไมโครทิวบูลเป็นโครงสร้างของขนเซลล์และแส้เซลล์ (cilia and flagella) การเคลื่อนที่ของโครโมโซมในระยะที่เป็นการแบ่งเซลล์เกิดจากไมโครทิวบูลมีบทบาทในการสร้างเส้นใยสปินเดิล ส่วนไมโครฟิลาเมนต์จะมีขนาดเล็กกว่าไมโครทิวบูลและไม่ได้มีส่วนประกอบของทิวบูลิน (tubulin) ไมโครฟิลาเมนต์จะไปเชื่อมกับด้านในของเยื่อหุ้มเซลล์ด้วย ไมโครฟิลาเมนต์ในเซลล์กล้ามเนื้อก็คือ เส้นใยบางหรือแอกทิน (actin) และเส้นใยหนาหรือไมโอซิน (myosin) ซึ่งเส้นใยดังกล่าวนี้ช่วยให้เซลล์กล้ามเนื้อหดตัวและคลายตัวได้ ส่วนในเซลล์ทั่วไปไมโครฟิลาเมนต์จะควบคุมการเปลี่อนแปลงรูปร่างของเซลล์ และทำให้เซลล์มีพลวัต (dynamic)



ภาพที่ 1.13 โครงสร้างของไมโครทิวบูล

ที่มา: Plantnaru (15 ตุลาคม 2562)



ภาพที่ 1.14 โครงสร้างของไมโครพิลาเมนต์

ที่มา: bibewty (2013)

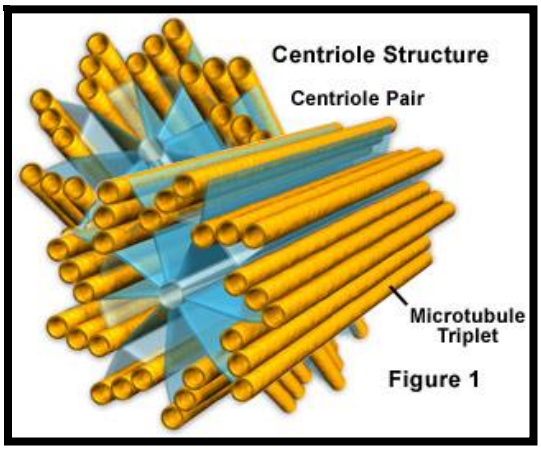
1.2.11 เซนทริโอล ขนเซลล์ และแส้เซลล์ (Centriole Cilia andFlagella)

เซนทริโอลพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1887 โดยพบว่าเป็นส่วนที่อยู่กลางเซลล์ใกล้กับนิวเคลียสซึ่งตั้งชื่อว่า เซนทริโอลหมายถึง ส่วนที่อยู่ตรงกลาง มีบทบาทสำคัญในการแบ่งของเซลล์สัตว์ ในเซลล์พืชขั้นสูงไม่มีออร์แกเนลล์นี้แต่การแบ่งของเซลล์ของเซลล์พืชยังคงดำรงดำเนินไปได้ จะพบเซนทริโอล 2 อัน และในภาคตัดขวางจะพบไมโครทิวบูลเรียงตัวเป็นวง 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีไมโครทิวบูล 3 แท่ง ตรงกลางกลวง หรือเป็นโครงสร้างแบบ 9+0 เซทริโอลมีสมบัติในการจำลองตัวเอง แต่สมบัติทางเคมีและหน้าที่นั้นยัง

คลุมเครืออยู่ แต่ละเซลล์มี 2 อันเรียงตัวตั้งฉากกันและกันเรียกว่า เซนโทรโซม (centrosomes) ซึ่งเป็นส่วนที่ไมโครทิวบูลเจริญเติบโตออกมา ทำหน้าที่เหมือนคานขนาดใหญ่ที่ทนทานต่อความกดดันของเครือข่ายของโครงร่างเซลล์

ที่ผิวของเซลล์หลายชนิดมีส่วนที่คล้ายขนคือ ขนเซลล์ มีเซลล์บางชนิดมีส่วนที่เป็นรยางค์ที่มีลักษณะคล้ายแส้คือ แส้เซลล์ สามารถโบกพัดในน้ำและของไหลอื่นได้ เซลล์ที่เรียงตัวอยู่ในท่อลมและในปีกมดลูกของผู้หญิงจะมีขนเซลล์ช่วยในการทำงานโบกพัด

ความสัมพันธ์ระหว่างเซนทริโอลและขนเซลล์กับแส้เซลล์คือ เซนทริโอลจะเป็นเบซัลบอดีของขนเซลล์และแส้เซลล์ โดยมีเซนทริโอลที่จะจำลองตัวเองแล้วกระจายที่ผิวของเซลล์ แล้วเปลี่ยนเป็นเบซัลบอดีช่วยควบคุมการโบกพัดของขนเซลล์และแซ้เซลล์ ในภาคตัดขวางของขนเซลล์และแส้เซลล์ พบว่าภายนอกจะปกคลุมด้วยเยื่อหุ้มเซลล์ และภายในมีไมโครทิวบูลเรียงตัวเป็นวง 9 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีไมโครทิวบูล 2 แท่ง ตรงกลางมีไมโครทิวบูล 2 แท่งหรือเป็นโครงสร้างแบบ 9+12



ภาพที่ 1.15 โครงสร้างของเซนทริโอล

ที่มา: บทเรียนออนไลน์ (Cell) (4 กันยายน 2562)

หน้าที่ของเซนทริโอล ขนเซลล์ และแส้เซลล์

หน้าที่ของเซนทริโอล ขนเซลล์ และแส้เซลล์มีดังนี้

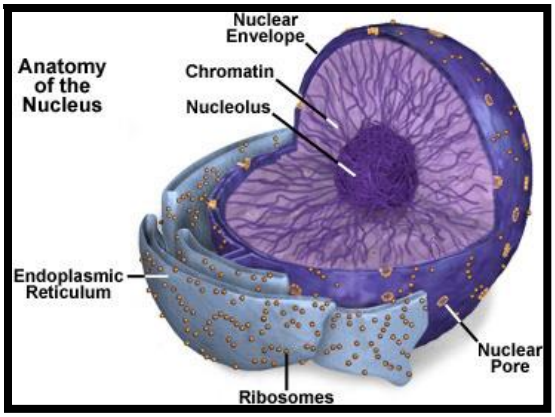
1. เซนทริโอลในเซลล์สัตว์ช่วยในการแบ่งเซลล์ โดยที่เซนทริโอลทั้ง 2 อันจะจำลองตัวได้อย่างละอัน แล้วเคลื่อนที่ไปอยู่คนละขั้วของเซลล์ เพื่อสร้างเส้นใยสปินเดิลช่วยในการเคลื่อนที่ของโครโมโซม

2. เซนทิโอลเปลี่ยนเป็นเบซัลบอดีเพื่อควบคุมกลไกการโบกพัดของขนเซลล์และแส้เซลล์หรือเพื่อโบกพัดให้วัตถุในท่อเคลื่อนที่ต่อไปได้

3. ขนเซลล์และแส้เซลล์ช่วยในการเคลื่อนที่ของเซลล์ และการกินอาหารในสัตว์เซลล์เดียว

1.2.12 นิวเคลียส

นิวเคลียสเป็นออร์แกเนลล์ที่เด่นชัดมากที่สุด พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1833 โดย Robert Brow ทุกๆ เซลล์ของสิ่งมีชีวิตต้องมีนิวเคลียส ยกเว้นเซลล์บางชนิดเมื่อเจริญเต็มที่แล้ว นิวเคลียสสลายไป ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือดแดงในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เซลล์หลอดตะแกรงของโฟลเอ็มในพืชชั้นสูง การที่กล่าวว่า นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางควบคุมเซลล์ เพราะภายในนิวเคลียสมีข้อมูลทางพันธุกรรม ซึ่งเป็นตัวกำหนดลักษณะต่างๆ ของเซลล์และเซลล์แบ่งตัวได้ สารที่ควบคุมดังกล่าว คือ ดีเอ็นเอ และโปรตีน ทั้งดีเอ็นเอและโปรตีนอยู่ในโครโมโซม นิวเคลียสมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสห่อหุ้มไว้โดยรอบเป็นเยื่อ 2 ชั้น คือเยื่อชั้นนอกและเยื่อชั้นใน เยื่อทั้ง 2 จะมาบรรจบเป็นระยะๆ ทำให้เกิดช่องเป็นทางผ่านออกของสารต่างๆ ของเหลวในนิวเคลียสเรียกว่านิวคลีโอพลาสซึม ภายในมีก้อนเล็กๆ จำนวนมากและสายของโครโมโซมกระจายอยู่ นอกจากนี้ยังมีอนุภาคที่หนาทึบ กลมอยู่ด้วย คือ นิวคลีโอลัส (nucleolus) ซึ่งประกอบด้วยอาร์เอ็นเอจำนวนมาก นิวคลีโอลัสไม่มีเยื่อหุ้ม แต่จะยึดกับโครโมโซมที่นิวคลีโอลาร์ออร์แกไนเซอร์ (nucleolarorganizer) ซึ่งเป็นส่วนที่สังเคราะห์ไรโบโซม ดังนั้นรอบๆ นิวคลีโอลาร์ออร์แกไนเซอร์ จะมีไรโบโซมเป็นจำนวนมาก ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของนิวคลีโอลัส แล้วไรโบโซมจะออกจากนิวเคลียร์สู่ไซโทพลาสซึมทางช่องของเยื่อหุ้มนิวเคลียส จะเห็นได้ว่าถ้าไม่มีนิวคลีโอลัสก็จะไม่มีไรโบโซม และถ้าไม่มีไรโบโซมจะไม่มีการสังเคราะห์โปรตีน เซลล์จะไม่สามารถเจริญได้และไม่สามารถรักษาสภาพให้คงอยู่ได้ ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า นิวคลีโอลัสเป็นผู้นำของเซลล์ ถ้ากิจกรรมของนิวคลีโอลัสเปลี่ยนแปลงจะเป็นผลอันตรายการเจริญของเซลล์เปลี่ยนแปลงไปด้วย



ภาพที่ 1. 16 โครงสร้างของนิวเคลียส

ที่มา: เทคโนโลยีชีวภาพ แหล่งรวมความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ (2018)

หน้าที่ของนิวเคลียส

1. เป็นศูนย์กลางควบคุมลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต โดยมีสารดีเอนเอในโครโมโซม จะมีการกำหนดข้อมูลทางพันธุกรรมต่างๆ ดีเอ็นเอมีสมบัติในการจำลองตัวเพื่อการแบ่งของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต ถ้าเซลล์ใดไม่มีนิวเคลียสก็ไม่สามารถแบ่งเซลล์ได้ เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่เจริญเต็มที่แล้วของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะไม่มีนิวเคลียสไม่สามารถเพิ่มจำนวนเซลล์ได้ จึงมีอายุสั้น ประมาณ 120 วัน จากนั้นก็จะสลายตัวโดยการแตกตัวของเซลล์ บางทีก็ถูกเซลล์ที่ม่ามและตับทำลาย เซลล์เม็ดเลือดแดงเซลล์ใหม่จะต้องสร้างมาจากเซลล์อิริโทรบลาสต์ (erythroblast) ที่อยู่ภายในไขกระดูก ถึงแม้ว่านิวเคลียสมีผลโดยตรงต่อกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ แต่นิวเคลียสก็ไม่สามารถมีชีวิตอย่างอิสระนอกไซโทพลาสซึมได้ ถ้าหากแยกนิวเคลียสออกจากไซโทพลาสซึมนิวเคลียสจะตาย เนื่องจากนิวเคลียสและไซโทพลาสซึมมีความสัมพันธ์และประสานงานกันตลอดเวลา

2. นิวเคลียสควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนโดยที่ดีเอ็นเอในโครโมโซมมีการสร้างอาร์เอ็นเอไรโบโซมที่อยู่ในนิวคลีโอลาร์ออร์แกเนลล์ออร์แกไนเซอร์ของโครโมโซม เพื่อทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถเจริญเติบโตและดำรงชีวิตได้โดยการสังเคราะห์โปรตีน เอนไซม์ ฮอร์โมนและอื่นๆ

สรุป

เซลล์ คือ หน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด การศึกษาเซลล์ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์เพื่อทำให้เราเข้าใจถึงรูปร่าง ขนาด และโครงสร้างของเซลล์รวมทั้งองค์ประกอบภายในเซลล์ นอกจากนี้การศึกษาทางชีวเคมีเกี่ยวกับเซลล์ก็นับเป็นความรู้สำคัญที่ทำให้เข้าใจหน้าที่การทำงานของ ออร์แกเนลล์ต่างๆ ภายในเซลล์และระหว่างเซลล์ เซลล์โพรคาริโอตเป็นเซลล์ที่มีความซับซ้อนทางโครงสร้างภายในน้อยกว่าเซลล์แบบยูคาริโอต โพรคาริโอต อย่างไรก็ตามเซลล์แบบโปรคาริโอตมีความหลากหลายในเรื่องของกระบวนการเมทาบอลิซึมค่อนข้างมาก สันนิษฐานว่าเซลล์โปรคาริโอตอาจเป็นบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ บนโลกอีกด้วย ส่วนเซลล์ยูคาริโอตเป็นเซลล์ที่มีความซับซ้อนโดยมีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป ส่วนที่มีความสำคัญที่สุด คือ นิวเคลียส ซึ่งเป็นบริเวณที่มีดีเอ็นเออยู่ สำหรับสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์

แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายประวัติการค้นพบเซลล์และทฤษฎีเซลล์มาพอสังเขป
2. จงบอกความแตกต่างของโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์โพรคาริโอตและยูคาริโอต
3. จงบอกและจำแนกองค์ประกอบที่อยู่ภายในและนอกเซลล์
4. ตัวอย่างพืชชนิดใด ที่ Robert Hooke มาประยุกต์ใช้ในการศึกษาชิ้นส่วนของเซลล์ใต้กล้องจุลทรรศน์
5. ทฤษฎีของเซลล์มีอะไรบ้าง
6. ไรโบโซมทำหน้าที่อะไร
7. เยื่อหุ้มเซลล์มีความสำคัญอย่างไร
8. ไรโบโซมของเซลล์โปรคาริโอตและยูคาริโอตแตกต่างกันอย่างไร

เอกสารอ้างอิง

เซลล์ของสิ่งมีชีวิต. (4 กันยายน 2562). *โครงสร้างของเซลล์พืชและสัตว์.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก http://www.khu.ac.th/partda55/un2compair.htm.

เทคโนโลยีชีวภาพ แหล่งรวมความรู้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ. (2018). *โครงสร้างของเซลล์.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://cellbiology.home.blog.

เนื้อหาเรื่องเซลล์. (4 กันยายน 2562). *โครงร่างของเซลล์.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://sites. google.com /site/cell941tu78/neuxha.

บทเรียนออนไลน์ (Cell). (4 กันยายน 2562). *โครงสร้างของเซนทริโอล.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://cellandorganells.weebly.com.

ลลิตภัทร ดีรักษา. (2559). *เอกสารประกอบการสอนชีววิทยาในการสาธารณสุข (Biology in Public Health).* ภาคปฏิบัติการ. สาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

ลัดดา เอกสมทรเมษฐ์. (2549). *ชีววิทยาของเซลล์*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ไดเดียนสโตร์.

วันเพ็ญ ภูติจันร์. (2548). *สรีรวิทยาทั่วไป*. กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์

วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2562). *คลอโรฟลาสต์.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://th.wikipedia. org/wiki.

สมศักดิ์ วรคามิน. (2555). *เรื่องของเซลล์มนุษย์และสเต็มเซลล์*. สาธารณสุขศาสตร์ ดุษฎีบัณฑิต (Dr.PH.) Tulane University สหรัฐอเมริกา นายกสมาคมเซลล์บำบัดไทย

bibewty. (2013). *โครงสร้างของไมโครทิวบูล*. สืบค้นเมื่อ 15 กันยายน 2562, จาก https://sites.google.com /site/plantnaru/swn-prakxb-laea-xwaywa-phayni-sell/microtubules.

Biology. (2560). *โครงสร้างแวคิวโอล*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก http://thebiologyisourlife. blogspot.com.

Membrane Proteins. (4 กันยายน 2562). *โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://www.bankofbiology.com/2012/02/cell-organelles-in-prokaryotes.html.

Mitochondria. (4 กันยายน 2562). *โครงสร้างไมโทคอนเดรีย.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก http://www. tuvayanon.net/M-ep6-001001B-591004-1226.html.

Plantnaru. (15 ตุลาคม 2562). *โครงสร้างของไมโครทิวบูล.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://bibewty. wordpress.com/2013/03/07.

Study Read. (2019). *โครงสร้างของไลโซโซม*. สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://microbenotes.com/lysosomes-structure-enzymes-types-functions.

Welcome to the Living World. (2012). *โครงสร้างของแบคทีเรีย.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก https://pixabay.com/th/vectors.

Wongsingkeaw, N. (2560). *โครงสร้างของเซลล์พืชและสัตว์.* สืบค้นเมื่อ 4 กันยายน 2562, จาก http://framewongsingkeuctaw.blogspot.com/2017/04/ribosome.html.