

บทที่ 1

เซลล์

(Cell)

เซลล์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่มีรูปร่างและกลไกการทำงานเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของสิ่งมีชีวิตและสามารถดำรงคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตอยู่ได้ คุณสมบัติของชีวิตที่กล่าวคือมีความสามารถจำลองตัวเองได้ มีการเคลื่อนไหว มีการเติบโต และต้องการสารอาหารต่าง ๆ เป็นต้น เซลล์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญ 3 ประการ คือ

- ก. เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane หรือ plasma membrane)
- ข. ไซโตพลาสซึม (cytoplasm)
- ค. นิวเคลียส (nucleus)

เซลล์บางเซลล์อาจมีข้อยกเว้นบ้าง เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่แก่ตัวแล้วของคนไม่ปรากฏมีนิวเคลียส

ขนาดของเซลล์มีได้แตกต่างกัน ขนาดที่เล็กที่สุดมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.1 ไมครอน คือ pleuropneumonia like organism (PPLO) และขนาดโตที่สุดคือไข่นกกระจอกเทศ (วัดโดยรอบได้ 15-17 เซนติเมตร)

ก. เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)

เยื่อหุ้มเซลล์เป็นเนื้อเยื่อบาง (ประมาณ 75 ถึง 100 angstromes) มีความยืดหยุ่น และสามารถจะเกิดทดแทนได้เมื่อเยื่อหุ้มเซลล์เกิดความเสียหายหรือขาดชำรุด ประกอบด้วยสารโปรตีนประมาณ 65 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 40 เปอร์เซ็นต์ และ polysaccharide 5 เปอร์เซ็นต์

โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์เป็นเยื่อบาง ๆ 2 ชั้น แต่ละชั้นประกอบด้วยโปรตีนอยู่ด้านนอก และฟอสโฟไลปิดอยู่ด้านใน ส่วนฟอสโฟไลปิดจะยื่นเข้าไปในส่วนของแผ่นโปรตีน เยื่อที่มีลักษณะเช่นนี้แสดงลักษณะที่เรียกว่า unit membrane

เยื่อหุ้มเซลล์อาจเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปได้หลายอย่างและมีหน้าที่แตกต่างกันออกไปด้วย เช่น เป็น cilia ลักษณะขนอ่อนสั้น ๆ เช่น เซลล์ที่ทางเดินหายใจเป็นต้น หรือเป็น microvilli พบที่ลำไส้เล็ก ท่อน้ำไข ท่อไต หน้าที่ของ microvilli คือ ช่วยดูดซึมอาหาร หรือสารถละลาย หรือช่วยเคลื่อนที่ของอสุจิ (กรณีท่อน้ำไข) เป็นต้น

ข. ไซโตพลาสซึม (cytoplasm)

ไซโตพลาสซึม เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปและอยู่ล้อมรอบนิวเคลียส ภายในส่วนของไซโตพลาสซึม ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ มากมาย ซึ่งสามารถจำแนกเป็นพวกใหญ่ ๆ ได้ 2 พวก คือ

1. cytoplasmic inclusion ซึ่งเป็นสารประกอบและหรือสารที่เกิดจากกิจกรรมของเซลล์ พวกนี้ไม่สามารถมองเห็นได้ เช่น น้ำ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เป็นต้น

2. cytoplasmic organelle พวกนี้เป็นสิ่งที่สามารถจะเห็นได้เมื่อแสดงโดยวิธีการทางวิชา microtechnique organelle ที่อยู่ใน cytoplasm เช่น endoplasmic reticulum golgi apparatus mitochondria centriole ribosome และ lysosome เป็นต้น

1. endoplasmic reticulum (ER) เป็นส่วนเชื่อมโยงของเยื่อหุ้มนิวเคลียสกับเยื่อหุ้มเซลล์ บริเวณของ endoplasmic reticulum บางที่เรียกว่า chromophil substance เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ย้อมสีติดคล้ายกับ chromatin ในส่วนของนิวเคลียส endoplasmic reticulum ด้านนอกอาจมีเม็ดเล็ก ๆ มาเกาะอยู่ซึ่งเรียกว่า ribosome

endoplasmic reticulum แบ่งเป็น 2 พวก คือ

1.1 granular endoplasmic reticulum (G.E.R.) หรือ rough endoplasmic reticulum (R.E.R.) พวกที่มีเม็ด granule อยู่ที่ผิวด้านนอก

1.2 agranular endoplasmic reticulum หรือ smooth surface endoplasmic reticulum (S.E.R.) พวกนี้ไม่มีเม็ด granule อยู่ที่ผิวด้านนอก

หน้าที่ของ endoplasmic reticulum ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่ G.E.R. พบว่าเป็นแหล่งสร้างโปรตีนในรูปของน้ำย่อยและภูมิคุ้มกัน เซลล์ที่ปรากฏมี endoplasmic reticulum เป็นจำนวนมาก เช่น เซลล์ตับ เซลล์ตับอ่อน เซลล์ในต่อมไพโรยด์ เป็นต้น

2. golgi apparatus หรือ golgi body หรือ dictyosome

ลักษณะของ golgi body จะแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของเซลล์ ซึ่งปกติจะเป็น canal system ปรากฏคล้ายกับเป็นถุงแบนเรียงซ้อนกัน และที่ขอบถุงจะมีถุงเล็ก ๆ แดกกิ่งออกไปเป็นตาข่าย ตำแหน่งที่ของ golgi body นี้อยู่ได้ต่างกัน ในสัตว์มีกระดูกสันหลังจะอยู่ระหว่างนิวเคลียสกับส่วนตอนบน (apical part) ของเซลล์ แต่ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังพบกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไปใน cytoplasm

หน้าที่ของ golgi apparatus คือ ขับสารที่เซลล์สร้างขึ้น เพื่อส่งออกนอกเซลล์ และสร้างสารพวก muco-polysaccharide glycoprotein และ cell coat นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงไปเป็น acrosome ที่หุ้มส่วนหัวของตัวอสุจิ (sperm) ทำหน้าที่เจาะผ่านผนังชั้นนอกของไข่ ในขณะที่จะเข้าผสมกับไข่ (fertilization) ภายใน acrosome จะมีน้ำย่อย hyaluronidase ย่อยทำลาย polysaccharide ของเปลือกไข่ได้

3. mitochondria มีรูปร่างได้หลายแบบ เช่น เป็นแท่ง กลม รี หรือเป็นเส้น ขนาดความยาวของ mitochondria ประมาณ 7 ไมครอน และกว้างประมาณ 0.2-0.5 ไมครอน mitochondria ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชั้น ลักษณะเป็น unit membrane เยื่อชั้นในจะยื่นเข้าข้างในไปเป็นแผ่นหรือท่อที่เรียก cristae รอบ ๆ cristae จะเป็น matrix ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบเหมือนกับเยื่อหุ้มเซลล์

mitochondria พบกระจายอยู่ได้ทั่วไปในส่วนของ cytoplasm การจัดตัวของ mitochondria จะอยู่ในแนวตั้งฉากกับฐานของเซลล์หรือขนานกับแกน (axis) ของเซลล์ โดยเป็นไปในทิศทางการดูดซึมของสาร เซลล์ที่มีการดูดซึมมาก เช่น ที่ kidney tubule จะพบอยู่ทางส่วนฐานหรือส่วนล่าง (basal part) ของเซลล์ แต่ในเซลล์ที่มีการแบ่งตัว (cell division) mitochondria จะพบอยู่บริเวณ spindle fiber เนื่องจากช่วยดึง chromosome ให้แยกตัวออกจากกัน

ภายใน mitochondria มีน้ำย่อยหลายชนิดที่เกี่ยวข้องกับขบวนการ Kreb's cycle ซึ่งเป็นขบวนการเกี่ยวข้องกับการแตกตัวของอาหาร เปลี่ยนแปลงโมเลกุลของอาหารให้เป็นโมเลกุลของสารที่เซลล์สามารถดูดซึมเข้าไปได้ และให้พลังงานออกมาในรูปของ ATP (adeno tri phosphate) ดังนั้น mitochondria จึงเป็นแหล่งสร้างพลังงานของเซลล์ เป็นที่ ๆ มี electron

transfer เป็นแหล่งที่มีการหายใจของสิ่งมีชีวิตระดับเซลล์ที่เรียกว่า internal respiration mitochondria นอกจากเป็นแหล่งที่มีความสำคัญ สร้างพลังงานเพื่อให้เซลล์นำไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ แล้ว พบว่ายังเป็น organelle ที่รู้สึกไว (sensitive) ต่อการเปลี่ยนแปลงที่สุด เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของเซลล์ mitochondria จะแสดงอาการผิดปกติให้ปรากฏได้ชัดและไวมาก เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของ tissue fluid ถ้าเจือจางกว่า mitochondria จะบวมโตขึ้น และในตรงกันข้ามถ้ามีความเข้มข้นสูงกว่า mitochondria จะแฟบหดตัวลง เมื่อเซลล์ได้รับสารพิษ mitochondria จะเสื่อมสลาย (degenerate) ก่อน และถ้ามีกิจกรรมของเซลล์สูงขึ้น mitochondria จะเพิ่มจำนวนมากยิ่งขึ้น

4. **centriole** เป็น organelle ที่พบในเซลล์สัตว์ ในพืชมีบางชนิดเท่านั้น ลักษณะของ centriole เป็นรูปทรงกระบอก ขนาดยาว 0.3-0.5 ไมครอน และกว้าง 0.15 ไมครอน ปกติพบอยู่ใกล้กับ golgi apparatus และมี 2 อัน ตั้งฉากซึ่งกันและกัน centriole มีหน้าที่สำคัญช่วยในการดึงหรือผลัก chromosome ให้แยกออกจากกันในขณะที่มีการแบ่งเซลล์

5. **ribosome** พบอยู่ใน cytoplasm ได้ 3 แบบ คือ แบบที่หนึ่ง กระจายอยู่ทั่วไปใน cytoplasm พวกนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน แบบที่สองอยู่เรียงเป็นแถวเป็นกระจุกหรือวงใน cytoplasm เรียกว่า polysome หรือ polyribosome พวกนี้สังเคราะห์โปรตีนที่ใช้ใน cytoplasm แบบที่สาม คือ ribosome ที่พบบนเยื่อของ endoplasmic reticulum และเยื่อหุ้มนิวเคลียส ซึ่งพวกที่อยู่บนเยื่อหุ้มนิวเคลียสจะสังเคราะห์โปรตีนสำหรับใช้ในนิวเคลียส ในขณะที่พวกพบบน reticulum สังเคราะห์ที่จะนำออกจากเซลล์ไปใช้ที่อื่น

6. **lysosome organelle** ที่มีเยื่อหุ้ม มีขนาดประมาณ 0.5 ไมครอน ภายในมีน้ำย่อยหลายชนิด เช่น มี protease glycosidase และ lipase เป็นต้น เนื่องจากมีเอนไซม์อยู่หลายชนิด เพราะฉะนั้นหน้าที่สำคัญ คือ ย่อยสิ่งต่าง ๆ เช่น อาจเป็น mitochondria ที่กำลังสลายตัว ซากของ organelle อื่น ๆ ของเซลล์ เชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่เซลล์ เป็นต้น

7. **fibril และ filamentous structure** พวกเหล่านี้เป็นพวก fiber ที่พบในเซลล์บางชนิด เช่น เซลล์กล้ามเนื้อ เซลล์ประสาท filament มีขนาดเล็กมากมองเห็นได้เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน fibril คือกลุ่มของ filament ที่รวมกันมีขนาดโตขึ้น และ fiber คือ หลาย ๆ

fibril มารวมกัน tonofilament เป็น filament ที่กระจายอยู่ใน cytoplasm ในเซลล์กล้ามเนื้อ เป็น tonofilament ชนิดพิเศษซึ่งเรียกว่า myofilament สามารถหดตัวได้ซึ่งประกอบด้วย thin filament (actin) และ thick filament (myosin)

8. **microtubule** ลักษณะเป็นท่อกลวง เส้นผ่าศูนย์กลาง 210–300Å มีลักษณะคล้ายวงแหวนเรียงซ้อนกันอยู่ มีหน้าที่สำคัญคือเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวภายในเซลล์

ค. นิวเคลียส (nucleus)

นิวเคลียสปกติมีอยู่ 1 อันในเซลล์ แต่เซลล์บางชนิดไม่มีนิวเคลียส เช่นเม็ดเลือดแดงที่แก่แล้วของกบ เซลล์ที่ไม่มีนิวเคลียสนี้จะไม่มีการเติบโตแบ่งเซลล์และสังเคราะห์โปรตีนได้อีกต่อไป เซลล์บางชนิดก็อาจมีนิวเคลียสได้หลายอัน เช่น เซลล์กระดูก (osteoblast) เซลล์ของกล้ามเนื้อ ซึ่งเรียกลักษณะเช่นนี้ว่า polynucleated cell

นิวเคลียสมีรูปร่างแตกต่างกันไปในแต่ละชนิดของเซลล์ เช่น อาจมีรูปร่างกลมหรือรูปไข่เป็นต้น หน้าที่ของนิวเคลียสคือเป็นศูนย์กลางควบคุมการสร้างโปรตีนและ polypeptide ซึ่งเป็นลักษณะการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของแต่ละสิ่งมีชีวิต ควบคุมการเจริญเติบโตและแบ่งตัวของเซลล์

นิวเคลียสมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ nuclear membrane chromatin nucleolus และ nuclear sap หรือ karyolymph

1. **nuclear membrane** เยื่อหุ้มนิวเคลียส เป็น unit membrane ล้อมรอบส่วนที่เป็นนิวเคลียสอยู่ มีส่วนที่ติดต่อกับ endoplasmic reticulum และเยื่อหุ้มเซลล์ได้ ผิวด้านนอกมี ribosome ชนิดเดียวกับที่เกาะอยู่ที่ ER เนื้อเยื่อนี้มีรู (pore) จำนวนมากเพื่อเป็นทางผ่านเข้าออกของสารระหว่างนิวเคลียส กับ cytoplasm

2. **chromatin** เป็น DNA-Protein complex (DNP) โปรตีนที่ประกอบอยู่ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนประเภท histone ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโน (amino acid) มีฤทธิ์เป็นด่างและเป็นโปรตีนที่ไม่ใช่ histone ซึ่งเรียก chromosomin อันเป็นกรดอะมิโนที่มีฤทธิ์เป็นกรด chromatin แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

2.1 heterochromatin เป็น coiled chromatin ย่อมติดสีที่มีฤทธิ์เป็นด่าง พวกนี้มีการเรียงตัวอย่างหนาแน่น ถ้าปรากฏมี heterochromatin อยู่จำนวนมากแสดงว่าเซลล์อยู่ในระยะ interphase

2.2 euchromatin เป็น uncoiled chromatin คือ chromatin ที่ไม่ขดไปมา เป็น active DNA ถ้ามีมากแสดงว่ามีการสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นมาก

3. nucleolus เป็นส่วนที่ย้อมติดสีเข้มเห็นได้ชัด เซลปกติจะมี nucleolus 1 อัน บางเซลล์อาจมีมากกว่านั้น ภายใน nucleolus พบมี RNA 5-10 เปอร์เซนต์ นอกนั้นเป็น โปรตีน nucleolus เป็นแหล่งที่สร้าง RNA RNA ที่ nucleolus มีอยู่ 2 ชนิด คือ pars amorpha ลักษณะเป็นเม็ด granule มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 150 A มีอยู่หนาแน่น กับ nucleolonema ลักษณะเป็นเส้น ๆ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50-80A ซึ่งมีอยู่ปริมาณน้อยกว่า pars amorpha

4. nuclear sap หรือ karyoplasm ลักษณะเป็นสาร colloid ซึ่งประกอบด้วยโปรตีนย้อมสีไม่ค่อยติด หน้าที่สำคัญคือ เป็นตัวกลางช่วยในการแลกเปลี่ยนของสาร metabolite และช่วยการเคลื่อนที่ของ RNA โดยเฉพาะพวก m RNA และ t RNA

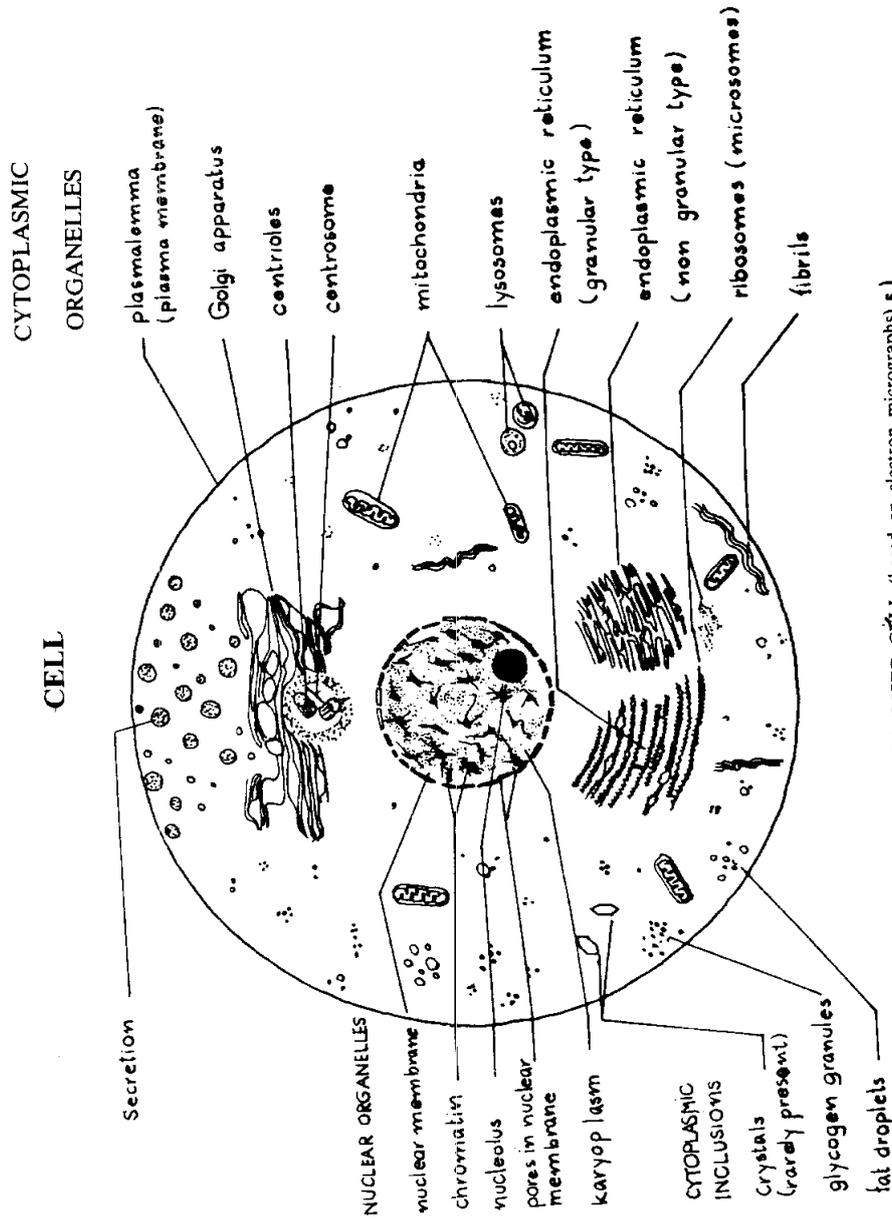


DIAGRAM OF A GENERALISED CELL (based on electron micrographs) s