แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1. เซลล์
2. ประเภทของเซลล์
3. โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์

บทสรุป

คำถามท้ายบท

เอกสารอ้างอิง

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เพื่อให้นักศึกษาสามารถ

1. บอกความหมาย และความสำคัญของเซลล์ได้
2. บอกประเภทของเซลล์ได้
3. อธิบายโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์ได้

วิธีการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1. ศึกษาเอกสารประกอบการสอน เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์โครงสร้าง
2. ศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่องความสำคัญขององค์ประกอบของโครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์
3. การตอบคำถามท้ายบท

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการสอน
2. สไลด์ Microsoft Power Point เรื่อง องค์ประกอบของเซลล์โครงสร้าง
3. เว็บไซต์ที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของเซลล์โครงสร้าง คือ

https://www.youtube.com/watch?v=URUJD5NEXC8

https://www.youtube.com/watch?v=J5pWH1r3pgU

https://www.youtube.com/watch?v=-iGlryqAhSs

https://www.youtube.com/watch?v=cj8dDTHGJBY

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจ ความตั้งใจเรียน
2. ตรวจคำตอบจากการค้นคว้าเพิ่มเติมเรื่ององค์ประกอบของเซลล์โครงสร้าง
3. ตรวจคำตอบจากการตอบคำถามท้ายบท

บทที่ 1
องค์ประกอบของเซลล์โครงสร้าง

การศึกษาองค์ประกอบของเซลล์โครงสร้างถือว่าเป็นพื้นฐานในการเข้าในกลไกการทำงานของร่างกายสัตว์ ซึ่งเซลล์จะมีลักษณะและรูปร่างแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและ การทำหน้าที่ของเซลล์ แต่ก็มีโครงสร้างพื้นฐานหรือส่วนประกอบที่สำคัญภายในเซลล์มีลักษณะที่แตกต่างกัน เพื่อสามารถเข้าใจชีวเคมีทางสัตวศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น จึงจำเป็นต้องเข้าใจองค์ประกอบและโครงสร้างของเซลล์สัตว์

เซลล์

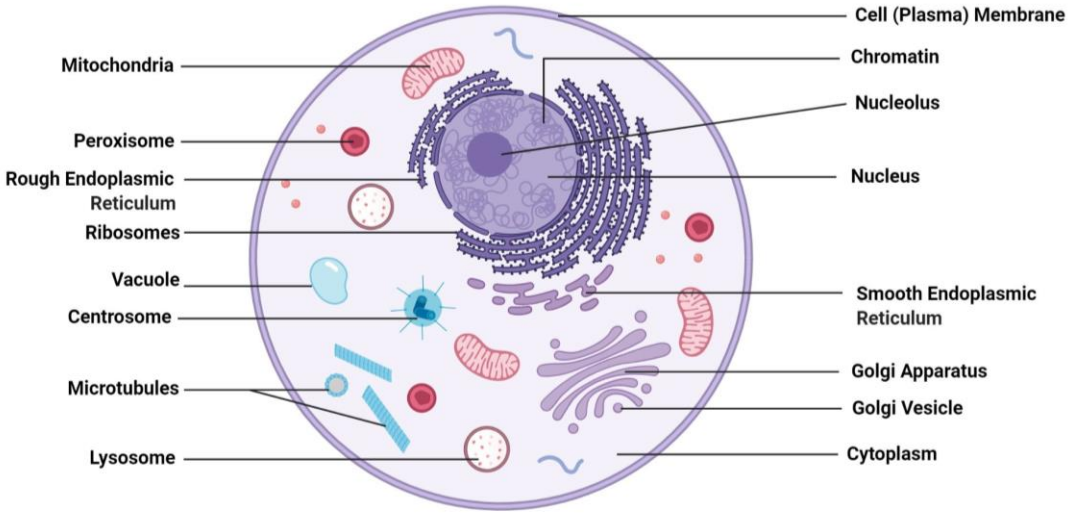
เซลล์ (cell จากภาษาละติน *cella* แปลว่าห้องเล็ก ๆ) เป็นโครงสร้างและหน่วยการทำงานพื้นฐานที่สุดของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด เซลล์เป็นหน่วยย่อยที่สุดที่จะเรียกว่า "ชีวิต" ได้ ในบางครั้งอาจเรียกว่า"หน่วยโครงสร้างของชีวิต" (the building block of life) การศึกษาเกี่ยวกับเซลล์เรียกว่าชีววิทยาของเซลล์ (cell biology), ชีววิทยาระดับเซลล์, หรือเซลล์วิทยา (cytology)

เซลล์ประกอบจากไซโทพลาซึมที่มีเยื่อหุ้มล้อมรอบ ภายในไซโทพลาซึมบรรจุสารชีวโมเลกุล เช่นโปรตีนและกรดนิวคลิอิก เซลล์ของพืชและสัตว์ส่วนใหญ่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงที่มีมิติ (dimension) ระหว่าง 1 ถึง 100 ไมโครเมตร กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนให้ความคมชัดและรายละเอียดที่มากกว่า สิ่งมีชีวิตถูกจำแนกออกเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว (unicellular; เช่น แบคทีเรีย) และหลายเซลล์ (multicellular; เช่นพืชและสัตว์) โดยสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวส่วนมากจัดเป็นจุลชีพ (microorganism)

จำนวนของเซลล์ในพืชและสัตว์แตกต่างกันออกไปตามแต่ละสปีชีส์ มีการประมาณว่าร่างกายของมนุษย์มีจำนวนเซลล์ที่ 40 ล้านล้าน (4×10^{13}) เซลล์ สำหรับเซลล์ในสมองอยู่ที่ประมาณ 8 หมื่นล้านเซลล์

รอเบิร์ต ฮุก (Robert Hooke) เซลล์ค้นพบใน ค.ศ. 1665 โดยตั้งชื่อว่า *cell* เนื่องจากเขาเปรียบเซลล์ของไม้ก๊อกที่เห็นว่ามีลักษณะคล้ายคลึงกับห้องที่นักบวชในศาสนาคริสต์ใช้อาศัยภายในอาราม ใน ค.ศ. 1839 มัตทิอัส ยาคอบ ชไลเดน (Matthias Jakob Schleiden) และทีโอดอร์ ชวานน์ (Theodor Schwann) พัฒนาทฤษฎีเซลล์ที่กล่าวว่า สิ่งมีชีวิตทุกชนิดล้วนประกอบขึ้นจากหนึ่งเซลล์หรือมากกว่าหนึ่ง, เซลล์เป็นโครงสร้างและหน่วยการทำงานที่เป็นขั้นมูลฐานของสิ่งมีชีวิตทุก

ชนิด, และเซลล์ทั้งหมดกำเนิดมาจากเซลล์ที่มีอยู่ก่อน (preexisting cell) เซลล์ปรากฏขึ้นบนโลกเมื่อประมาณ 3.5 พันล้านปีก่อน (https://th.wikipedia.org/wiki 29 ตุลาคม 2564)



ภาพที่ 1.1 เซลล์ของสิ่งมีชีวิต

ที่มา : https://microbenotes.com/animal-cell-definition-structure-parts-functions-and-diagram, 2021)

ประเภทของเซลล์

เซลล์เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต แบ่งได้เป็น 2 ชนิดตามลักษณะของการมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสคือ

1. โปรคาริโอติกเซลล์ (Protokaryotic cell) เป็นเซล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) แบคทีเรีย (bacteria) และไมโคพลาสมา (mycoplasma) มีสารพันธุกรรม อยู่ในบริเวณโครงสร้างที่เรียกว่า นิวคลีออยด์ (nucleoid) ที่ปราศจาก เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) และไม่มีโปรตีนฮีสโตน (histone) ภายใน ไซโตพลาสซึม(cytoplasm) ไม่มีออร์แกแนลชนิดที่มีเยื่อหุ้ม (membrane organelles) และโครงร่างภายในไซโตพลาสซึม (cytoskeleton) โพรแคริโอตเกือบทุกชนิดเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 0.5 ถึง 2.0 μm ส่วนห่อหุ้มเซลล์

โดยทั่วไปประกอบขึ้นจากเยื่อหุ้มเซลล์ที่หุ้มด้วยผนังเซลล์อีกชั้นหนึ่ง ในแบคทีเรียบางชนิดอาจพบชั้นห่อหุ้มเซลล์ชั้นที่สามเรียกว่า แคปซูล *(capsule)* แม้ว่าโพรแคริโอตส่วนใหญ่จะมีชั้นของ

เยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ แต่ก็มียกเว้นเช่น *Mycoplasma* (แบคทีเรีย)และ*Thermoplasma* (อาร์เคีย) ที่มีเพียงชั้นเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้น ส่วนห่อหุ้มเซลล์ให้แข็งแรงแก่เซลล์และแยกภายในของเซลล์ออกจากสิ่งแวดล้อม โดยเป็นตัวกรองที่ทำหน้าที่ป้องกันได้ด้วย (protective filter) ในแบคทีเรียผนังเซลล์ประกอบขึ้นจากเพปทิโดไกลแคน (peptidoglycan) ทำหน้าที่เป็นส่วนเสริมเพื่อป้องกันแรงภายนอก และยังช่วยป้องกันไม่ให้เซลล์ขยายตัวและระเบิดออก (cytolysis) เนื่องจากแรงดันออสโมติกในสารละลายที่มีความเข้มข้นน้อยกว่าในเซลล์ (hypotonic solution) เซลล์ยูแคริโอตบางชนิด (เช่นเซลล์พืชและเซลล์เห็ดรา) สามารถพบผนังเซลล์ได้เช่นกันบริเวณของไซโทพลาซึมที่บรรจุจีโนม (ดีเอ็นเอ), ไรโบโซม, และอินคลูชันหลายชนิดไว้

สารพันธุกรรมสามารถพบได้เป็นอิสระในไซโทพลาซึม โพรแคริโอตมีสารพันธุกรรมที่อยู่นอกโครโมโซม (extrachromosomal DNA) ที่เรียกว่าพลาสมิด (plasmid) ซึ่งโดยปกติอยู่ในรูปวงกลม สำหรับพลาสมิดแบบเส้นมีการระบุในแบคทีเรียชั้นสไปโรคีทบางสปีชีส์ ทั้งในสกุล *Borrelia* ซึ่งเป็นที่ทราบกันเช่น *Borrelia burgdorferi* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคลายม์ (Lyme disease)

DNA ขดตัวอยู่ที่บริเวณนิวคลีออยด์แม้ว่านิวเคลียสจะไม่ก่อตัว พลาสมิดเข้ารหัสสำหรับยีนส่วนเสริมเช่น ยีนต้านทานยาปฏิชีวนะ ด้านนอกของเซลล์พบแฟลเจลลาและพิลัสยื่นออกมาจากผิวเซลล์ ซึงเป็นโครงสร้างที่ประกอบจากโปรตีนที่ช่วยให้เซลล์สามารถเคลื่อนไหวและสื่อสารกับเซลล์อื่นได้

2. ยูคาริโอติกเซลล์ (Eukaryotic cell) เป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง พวกเห็ด รา พืช และสัตว์ เซลล์ชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่าชนิดแรก เซลล์ประเภทนี้มีความกว้างมากกว่าเซลล์โพรแคริโอตทั่วไปประมาณ 15 เท่า และอาจมีปริมาตรที่มากกว่าถึง 1000 เท่าและมีนิวเคลียสที่เห็นได้ชัดเจน แยกจากบริเวณไซโตพลาสซึม และมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear membrane) หุ้มรอบ สารพันธุกรรม ซึ่งมีโปรตีนฮีสโตน เป็นส่วนประกอบ นอกจากนี้ยังพบทั้ง ออร์แกแนล ที่มีเยื่อหุ้มจำนวนหลายชนิด รวมทั้งออร์แกแนลที่ไม่มีเยื่อหุ้มอยู่ภายในไซโตพลาสซึม

เซลล์สิ่งมีชีวิตสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท ตามความแตกต่างขององค์ประกอบ ภายในเซลล์ คือ เซลล์สัตว์ เซลล์พืช และเซลล์ของแบคทีเรียโดย เซลล์สัตว์ แตกต่างจากเซลล์พืชตรงที่ เซลล์สัตว์ไม่มีผนังเซลล์ และไม่มีรงควัตถุ ที่ใช้ในการ สังเคราะห์แสง สำหรับเซลล์แบคทีเรียมีความซับซ้อน ขององค์ประกอบ ภายในเซลล์ น้อยกว่าเซลล์สัตว์ และเซลล์พืชมาก เช่น ไม่มีเยื่อหุ้มสารพันธุกรรม และออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เป็นต้น

ความแตกต่างโพรแคริโอตและยูแคริโอตอื่น ๆ เช่น

1. เยื่อหุ้มเซลล์ที่คล้ายคลึงกับของโพรแคริโอตในด้านของหน้าที่และการทำงาน โดยมีความแตกต่างเล็กน้อยในกระบวนการก่อรูป อาจพบผนังเซลล์หรือไม่ก็ได้

2. ดีเอ็นเอของยูแคริโอตจัดตัวร่วมกับโปรตีนฮิสโตนอยู่ในโมเลกุลเดียวหรือมากกว่า เรียกว่า โครโมโซม (chromosome) ดีเอ็นทั้งหมดที่อยู่ในโครโมโซมถูกเก็บไว้ในนิวเคลียสแยกต่างหากจากไซโทพลาซึมด้วยเยื่อหุ้ม[4] ออร์แกเนลล์บางชนิดของยูแคริโอตเช่น ไมโทคอนเดรีย สามารถมีดีเอ็นเอของตัวเองได้

3. เซลล์ยูแคริโอตหลายชนิดเป็นพวกซิลิเอต (cilate) ที่มีซิเลียปฐมภูมิสำหรับทำหน้าที่รับรู้สิ่งเร้าในเชิงเคมี, เชิงกล, และเชิงอุณหภูมิ ซิเลียมแต่ละเส้นอาจถูกพิจารณา ได้ว่าเป็นหนวดรับความรู้สึกระดับเซลล์ที่ทำหน้าที่ประสานวิถีการสื่อสัญญาณระดับเซลล์ ในบางครั้งอาจควบสัญญาณเพื่อนำไปสู่การเคลื่อนไหวของซิเลียเองหรือนำไปสู่กระบวนการแบ่งเซลล์หรือกระบวนการพัฒนาไปทำหน้าที่เฉพาะ (cell differentiation)

4. เซลล์ยูแคริโอตที่เคลื่อนที่ได้จะใช้ซิเลียและแฟลเจลลา ในพืชตระกูลสนและพืชดอกไม่พบเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้ และแฟลเจลลาของยูแคริโอตมีความซับซ้อนมากกว่าของในโพรแคริโอต

ตารางที่ 1.1 การเปรียบเทียบคุณลักษณะระหว่างเซลล์โพรแคริโอตและยูแคริโอต

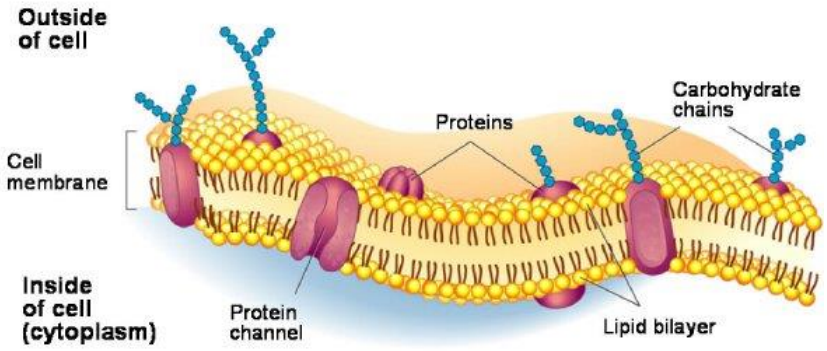
	โพรแคริโอต	ยูแคริโอต
Typical organisms	แบคทีเรีย, อาร์เคีย	โพรทิสต์, เห็ดรา, พืช, สัตว์
ขนาดโดยทั่วไป	~ 1–5 μm[18]	~ 10–100 μm[18]
ประเภทของนิวเคลียส	นิวคลีออยด์; ไม่มีนิวเคลียสแท้จริง	นิวเคลียสแท้จริงที่มีเยื่อหุ้มสองชั้น
ดีเอ็นเอ	แบบวงแหวน (โดยปกติ)	แบบเส้น (โครโมโซม) พร้อมกับมีโปรตีนฮิสโตน
อาร์เอ็นเอ/การสังเคราะห์โปรตีน	เกิดขึ้นควบคู่กันในไซโทพลาซึม	การสังเคราะห์อาร์เอ็นเอเกิดขึ้นในนิวเคลียส การสังเคราะห์โปรตีนเกิดขึ้นในไซโทพลาซึม
ไรโบโซม	50S และ 30S	60S และ 40S
โครงสร้างภายในไซโตพลาสซึม	มีโครงสร้างน้อยมาก	มีความซับซ้อนสูงจากการที่มีเอนโดเมมเบรนและไซโทสเกเลตัน
การเคลื่อนไหวของเซลล์	แฟลกเจลลาที่สร้างด้วยแฟลเจลลิน	แฟลกเจลลาและซิเลียที่มีไมโครทิวบูล; ลาเมลลิโพเดียและฟิโลโพเดียที่มีแอกติน
ไมโทคอนเดรีย	ไม่มี	ตั้งแต่หนึ่งจนถึงหลายพัน
คลอโรพลาสต์	ไม่มี	ในสาหร่ายและพืช
การจัดระเบียบ	ปกติเป็นเซลล์เดี่ยว	เซลล์เดี่ยว, โคโลนี, สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ชั้นสูงจะมีเซลล์หลายชนิดที่มีหน้าที่เฉพาะมากมาย
การแบ่งเซลล์	การแบ่งตัวออกเป็นสอง (การแบ่งเซลล์อย่างง่าย)	ไมโทซิส (แบ่งออกเป็นสองหรือแตกหน่อย) ไมโอซิส
โครโมโซม	โครโมโซมหนึ่งอัน	มีโครโมโซมมากกว่าหนึ่งอัน
เยื่อหุ้ม	เยื่อหุ้มเซลล์	เยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์

ที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki

โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์

โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์ ประกอบด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ คือ

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ อยู่ล้อมรอบเซลล์ ประกอบด้วยสารประเภทโปรตีนและไขมัน มีหน้าที่ช่วยให้เซลล์คงรูปและควบคุมการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ เยื่อหุ้มเซลล์พบได้ทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์เป็นส่วนที่มีชีวิต มีความยืดหยุ่นสามารถยืดหดได้มีลักษณะเป็นเยื่อบางๆ มีรูพรุนสำหรับให้สารละลายผ่านเข้าออกได้



ภาพที่ 1.2 : เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane)

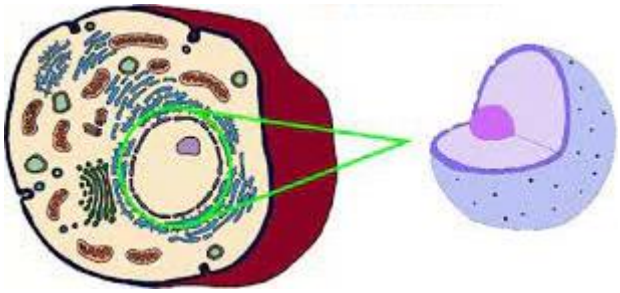
ที่มา : https://media.proprofs.com/images/QM/user_images/2503852/New%20Project%20-%202021-04-08T190755_494.jpg

2. นิวเคลียส (nucleus) คือออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มพบในเซลล์ยูแคริโอต ภายในบรรจุสารพันธุกรรม (genetic material) ซึ่งจัดเรียงตัวเป็นดีเอ็นเอ (DNA) สายยาวรวมตัวกับโปรตีนหลายชนิด เช่น ฮิสโตน (histone) เป็นโครโมโซม (chromosome) ยีน (gene) ต่างๆ ภายในโครโมโซมเหล่านี้รวมเรียกว่า นิวเคลียส จีโนม (nucleards genome) หน้าที่ของนิวเคลียสคือการคงสภาพการรวมตัวของยีนเหล่านี้และควบคุมการทำงานของเซลล์โดยการควบคุมการแสดงออกของยีน (gene expression) อยู่ในไซโทพลาซึม เป็นส่วนประกอบที่สำคัญที่สุดของเซลล์ นิวเคลียสควบคุมเมแทบอลิซึมของเซลล์ ควบคุมการสังเคราะห์โปรตีนและเอนไซม์ ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมจากพ่อแม่ไปสู่รุ่นลูกหลาน ควบคุมกิจกรรมต่างๆ ภายในเซลล์ ควบคุมการเจริญเติบโต และควบคุมลักษณะต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

โครงสร้างหลักของนิวเคลียสคือ เยื่อหุ้มนิวเคลียส (nuclear envelope) ซึ่งเป็นเยื่อสองชั้นที่หุ้มทั้งออร์แกเนลล์และทำหน้าที่แยกองค์ประกอบภายในออกจากไซโทพลาซึม (cytoplasm) อีกโครงสร้างหนึ่งคือ นิวเคลียร์ลามินา (nuclear lamina) ซึ่งเป็นโครงสร้างร่างแหภายในนิวเคลียส ทำหน้าที่เป็นโครงร่างค้ำจุน ให้ความแข็งแรงแก่นิวเคลียส คล้ายไซโทสเกลเลตอน (cytoskeleton) ภายในเซลล์ เนื่องจากเยื่อหุ้มนิวเคลียสมีลักษณะเป็นเยื่อเลือกผ่านที่โมเลกุลส่วนใหญ่ผ่านทะลุเข้า

ออกไม่ได้ ดังนั้นเยื่อหุ้มนิวเคลียสจึงต้องมีนิวเคลียร์พอร์ (nuclear pore) หรือช่องที่จะให้สารเคลื่อนผ่านเยื่อ ช่องเหล่านี้ทะลุผ่านเยื่อทั้งสองของเยื่อหุ้มนิวเคลียสให้โมเลกุลขนาดเล็กและไอออนเคลื่อนที่เข้าออกนิวเคลียสได้ การเคลื่อนที่เข้าออกของสารโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน ต้องมีการควบคุมและต้องใช้โปรตีนช่วยขนส่งสาร (carrier proteins

นิวเคลียสเป็นออร์แกเนลล์ที่ใหญ่ที่สุดในเซลล์สัตว์ ในเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของนิวเคลียสอยู่ที่ 6 ไมโครเมตร (μm) และกินปริมาตร 10% ของเซลล์ องค์ประกอบภายในนิวเคลียสอยู่ในนิวคลีโอพลาสซึม เช่นเดียวกันกับไซโตพลาสซึมในเซลล์ส่วนที่เหลือ องค์ประกอบซึ่งเป็นของเหลวนั้นเรียกว่า "นิวคลีโอซอล" (nucleosol) เช่นเดียวกันกับไซโตซอลในไซโตพลาสซึม



ภาพที่ 1.3 : นิวเคลียส (nucleus)
ที่มา : https://www.clipartkey.com/view/JRwoxh_nucleus-in-an-animal-cell

3. ไรโบโซม (Ribosome) มาจาก ribonucleic acid และคำใน"ภาษากรีก: soma (หมายถึงร่างกาย)") เป็นออร์แกเนลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มเซลล์ มีขนาดเล็กที่สุดและมีมากสุดประกอบด้วยโปรตีน และ rRNA มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 nm] (200 อังสตรอม) และประกอบด้วย ribosomal RNA 65% และ ไรโบโซมอล โปรตีน35% (หรือ ไรโบนิวคลีโอโปรตีน หรือ RNP)เป็นสารเชิงซ้อนของ RNA และโปรตีน ที่พบในเซลล์ทุกชนิด ไรโบโซมจาก แบคทีเรีย, อาร์เคีย และ ยูคาริโอตมีโครงสร้างและ RNA ที่แตกต่างกัน ไรโบโซมในไมโตคอนเดรียของเซลล์ยูคาริโอตมีลักษณะคล้ายกับไรโบโซมของแบคทีเรีย ซึ่งเป็นการบอกถึงวิวัฒนาการของออร์แกแนลล์ชนิดนี้ ในแบคทีเรียมี 2 หน่วยย่อย คือ ขนาด 30S และ 50S ซึ่งจะรวมกันเป็นไรโบโซมขนาด 70S ส่วนในยูคาริโอต มี 2 หน่วยย่อย คือ ขนาด 40S และ 60S ซึ่งจะรวมกันเป็นไรโบโซมขนาด 80S หน้าที่คือเป็นแหล่งที่เกิดการอ่านรหัสจากยีนในนิวเคลียส ซึ่งถูกส่งออกจากนิวเคลียสในรูป mRNA มาสร้างเป็นโปรตีน

การทำงานของไรโบโซมในการแสดงออกของยีนไปสู่การสร้างโปรตีนเรียกทรานสเลชัน ไรโบโซมยังทำหน้าที่ในการต่อกรดอะมิโนเดี่ยวให้เป็นพอลิเพปไทด์ โดยต้องมีการจับกับ mRNA และอ่าน

ข้อมูลจาก mRNA เพื่อกำหนดลำดับของกรดอะมิโนให้ถูกต้อง การนำโมเลกุลของกรดอะมิโนเข้ามาเป็นการทำงานของ tRNA ซึ่งจับอยู่กับโมโนอยู่ก่อนแล้วจึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย

ไรโบโซมมีบทบาทสำคัญในการสังเคราะห์โปรตีนในสิ่งมีชีวิต โดยอ่านข้อมูลจาก mRNA ไปเป็นโปรตีน mRNA มี รหัสพันธุกรรม ซึ่งจะบอกถึงลำดับของกรดอะมิโนในโปรตีนนั้นๆ เมื่อใช้ mRNA เป็นแม่แบบ ไรโบโซมจะเปลี่ยนรหัสแต่ละตัว (3 นิวคลีโอไทด์) ไปจับคู่กับกรดอะมิโนที่ tRNA นำเข้ามา tRNA จะมีลำดับเบสที่เป็นคู่สมกับรหัสพันธุกรรมที่ปลายข้างหนึ่งและปลายอีกข้างหนึ่งจะจับกับกรดอะมิโน ชิ้นส่วนไรโบโซมชิ้นเล็กจะจับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน เมไทโอนีน จับกับรหัส AUG บน mRNA แล้วจึงจับกับชิ้นส่วนขนาดใหญ่ ไรโบโซมมีส่วนที่จับกับ RNA สามด้านคือ A, P, และ E ด้าน A site จับกับ tRNA ที่มีกรดอะมิโน ด้าน P tRNA ที่จับกับเพปไทด์ที่สังเคราะห์ขึ้นใหม่ และด้าน E site จับกับ tRNA อิสระก่อนจะออกจากไรโบโซม การสังเคราะห์โปรตีนเริ่มต้นที่ รหัสพันธุกรรมเริ่มต้น AUG ใกล้กับปลาย 5' ของ mRNA mRNA จับกับด้าน P site ของไรโบโซมก่อน ไรโบโซมสามารถจำแนกรหัสพันธุกรรมเริ่มต้นโดยใช้ Shine-Dalgarno sequence ของ mRNA ในโปรคาริโอตและ Kozak box ในยูคาริโอต

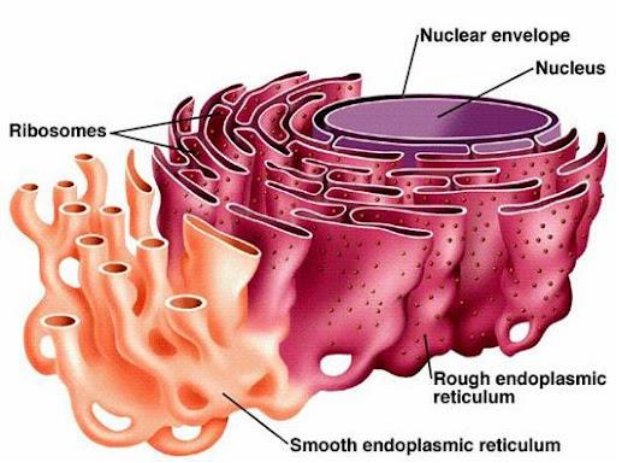
4. เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum : ER) เป็นออร์แกเนล ที่มีผนังบาง 2 ชั้น มีความหนาน้อยกว่าเยื่อหุ้มเซลล์ มีลักษณะเป็นท่อขดพับไปมา เป็นออร์แกเนล ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน ซึ่งไรโบโซมจะเกาะทางด้าน ไซโตซอลของเยื่อหุ้ม โปรตีนถูกสังเคราะห์ ข้ามเยื่อหุ้ม ของเอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม นอกจากจะเป็น ที่ให้ไรโบโซมเกาะอยู่แล้ว ยังทำหน้าที่สังเคราะห์สาร (sterols) และ phospholipids เป็นสารที่จำเป็นของทุกๆเยื่อหุ้ม เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ยังทำหน้าที่ ขนถ่ายเอนไซม์ และโปรตีนโมเลกุล เรียกว่าการหลั่งสารหรือกระบวนการขับสารออกนอกเซลล์ (secetion) ประกอบด้วย โครงสร้างระบบท่อที่มีการเชื่อมประสานกัน ทั้งเซลล์ส่วนของท่อยังติดต่อ กับเยื่อหุ้มเซลล์ เยื่อหุ้มนิวเคลียส และกอลจิบอดีด้วย ภายในท่อมีของเหลวซึ่งเรียกว่า ไฮยาโลพลาซึม (hyaloplasm) บรรจุอยู่ และพบในยฝุคารีโอตเท่านั้น

เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1). เอนโดพลาสมิก เรติคูลัมชนิดขรุขระ (rough endoplasmic reticulum : RER) เป็นชนิดที่มีไรโบโซมเกาะ ทำหน้าที่การสังเคราะห์โปรตีน ของไรโบโซมที่เกาะอยู่ โดยมีกอลจิบอดี (golgi body) เป็นตัวสะสม หรือทำให้มีขนาดพอเหมาะ ที่ส่งออกนอกเซลล์ลำเลียงสาร ซึ่งได้แก่ โปรตีน ที่สร้างได้ และสารอื่นๆ เช่น ลิพิดชนิดต่างๆในเซลล์ที่เกิดใหม่ พบว่ามี RER มากกว่า SER แต่เมื่เซลล์มีอายุมากขึ้น พบว่า SER มากกว่า RER เชื่อกันว่า RER จะเปลี่ยนเป็น SER เมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้น

2). เอนโดพลาสมิก เรติคูลัมชนิดเรียบ (smooth endoplasmic reticulum : SER) เป็นชนิดที่ไม่มี ไรโบโซมเกาะ พบมากในเซลล์ที่มีหน้าที่กำจัดสารพิษ และสร้างสารสเตอรอยด์ จึงพบในเซลล์ที่ต่อมหมวกไต เซลล์แทรกของเลย์ดิกในอัณฑะ เซลล์รังไข่ และในเซลล์ของตับ และยังทำหน้าที่

คือ ลำเลียงสารต่างๆ เช่น RNA ลิพิด โปรตีน เนื่องจากผนังของ ER ยอมให้สารประกอบโมเลกุลใหญ่บางชนิด รวมทั้ง ลิปิด เอนไซม์ และโปรตีนผ่านเข้าออกได้ จึงเป็นทางผ่านของสาร และเกลือแร่เข้าไปกระจายทั่วเซลล์ รวมทั้งสารต่างๆ ยังอาจสะสมไว้ใน ER อีกด้วย และการขับของเสีย ออกจากเซลล์โดยผ่านทาง ER เรียกว่า เอกโซไซโทซิส (exocytosis)

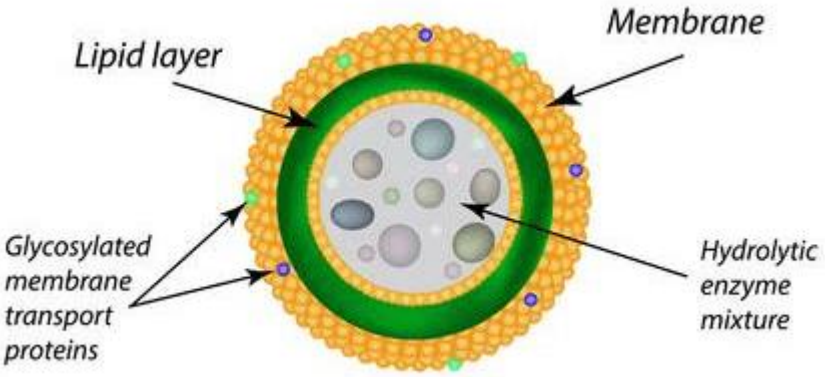


ภาพที่ 1.4 : เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum : ER)
ที่มา : http://www.thaigoodview.com/node/43375

5. golgi apparatus หรือ golgi complex) พบในเซลล์ยูคารีโอตส่วนใหญ่ golgi นั้นถือเป็นส่วนหนึ่งของระบบ endomembrane ในไซโทพลาสซึม มีหน้าที่ในการบรรจุโปรตีนเป็นเวซิเคิลมีเยื่อหุ้มภายในเซลล์ก่อนที่เวซิเคิลจะถูกส่งไปยังจุดหมายปลายทาง กอลไจมีความสำคัญเป็นพิเศษในการจัดการโปรตีนสำหรับการหลั่ง ภายในประกอบด้วยชุดของเอนไซม์สำหรับการ glycosylation ซึ่งจะเติมมอนอเมอร์น้ำตาลต่าง ๆ ไปติดบนโปรตีนต่างๆ ที่เคลื่อนที่ผ่านโครงสร้างของกอลไจ golgi มีการนิยามขึ้นครั้งแรกในปี 1897 โดยนักวิทยาศาสตร์ชาวอิตาลี กามีลโล กอลจี (Camillo Golgi) และได้รับการตั้งชื่อตามกอลจี (Golgi) ในปี 1898

6. lysosome พบเฉพาะในเซลล์สัตว์เท่านั้น คล้ายถุงลม รูปร่างกลมรี เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.15-0.8 ไมครอน มักพบใกล้กับกอลจิบอดี ไลโซโซม ยังเป็นส่วนสำคัญ ในการย่อยสลายมีเอนไซน์หลายชนิด จึงสามารถย่อยสลายสารต่างๆ ภายในเซลล์ได้ดี เป็นออร์แกแนลล์ ที่มี membrane ห่อหุ้ม เพียงชั้นเดียว ซึ่งไม่ยอมให้เอนไซม์ต่างๆ ผ่านออก แต่เป็นเยื่อที่สลายตัว หรือรั่วได้ง่าย เมื่อเกิดการอักเสบของเนื้อเยื่อ หรือขณะที่มีการเจริญเติบโต เยื่อหุ้มนี้มีความทนทาน ต่อปฏิกิริยาการย่อยของเอนไซม์ ที่อยู่ภายในได้ เอนไซม์ที่อยู่ในถุงของไลโซโซมนี้ เชื่อกันว่าเกิดจากไลโซโซม ที่อยู่บน RER สร้างเอนไซม์ขึ้น แล้วส่งผ่านไปยังกอลจิบอดี แล้วหลุดเป็นถุงออกมา

lysosome มีหน้าที่สำคัญ คือ ย่อยสลายอนุภาค และโมเลกุลของสารอาหาร ภายในเซลล์ย่อย หรือทำลายเชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกายหรือเซลล์ เช่น เซลล์เม็ดเลือดขาวกินทำลายเซลล์ที่ตายแล้ว หรือเซลล์ที่มีอายุมากย่อยสลายโครงสร้างต่างๆ ของเซลล์ในระยะที่เซลล์มีการเปลี่ยนแปลง และมีเมตามอร์โฟซีส



ภาพที่ 1.5 : ไลโซโซม (lysosome)
ที่มา : https://www.gowinglife.com/tubular-lysosomes-a-key-to-fasting-induced-longevity

7. peroxisome หรือ microbodies เป็นออร์แกเนลล์ขนาดเล็ก ที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว รูปร่างคล้ายไลโซโซม แต่สามารถแบ่งตัวได้เอง คล้ายกับไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์ ภายในประกอบด้วย เอนไซม์หลายชนิด ที่มีหน้าที่สำคัญ ในกระบวนการเมตาบอลิสม์ ของกรดไขมัน Peroxisome จะหลั่งเอนไซม์ชื่อ Catalase มาย่อย Hydrogen peroxide ซึ่งเป็นพิษต่อเซลล์ ให้กลายเป็นโมเลกุลน้ำ ในพืชเพอรอกซิโซม มีบทบาทสำคัญ คือ เปลี่ยนกรดไขมัน ที่สะสมอยู่ในเมล็ดพืช ให้เป็นคาร์โบไฮเดรต สำหรับใช้เป็นแหล่งพลังงาน ในการงอกของเมล็ด โดยผ่านวัฏจักรไกลออกซิเลท (Glyoxylate cycle) เป็นโครงสร้าง ที่เล็กกว่าไรโซโซม และมีจำนวนน้อย

8. vacuole เป็นช่องที่ล้อมรอบด้วยเมมเบรนชนิดเยื่อยูนิตชั้นเดียว อยู่ภายในเซลล์ยูแคริโอต (eukaryotic cell) บางชนิด พบในเซลล์พืชส่วนใหญ่และสัตว์หลายชนิด โดยแวคิวโอลในสัตว์มักเล็กกว่าในพืช แวคิวโอลสามารถทำหน้าที่เป็นที่เก็บ หลั่ง และถ่ายของเหลวภายในเซลล์ แวคิวโอลและสารภายในถือว่าแตกต่างจากไซโตพลาสซึม สามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. Contractile vacuole จะพบในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ในอาณาจักรโพรทิสตา ทำหน้าหน้าที่รักษาสมดุลของน้ำ

2. Food vacuole บรรจุอาหาร พบในเซลล์เม็ดเลือดขาวบนสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวหรือสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นอกจากนี้เราอาจแบ่งได้อีก เช่น Fat vacuole

3. Sap vacuole จะเจอในเซลล์พืช ทำหน้าที่สะสมสีไอออน น้ำตาล กรดอะมิโน สะสมผลึก สารพิษในเซลล์พืชและสัตว์

โดยทั่วไปแล้วการทำงานของแวคิวโอเกี่ยวข้องกับหน้าที่ต่อไปนี้ คือ กำจัดซากของโครงสร้างที่ไม่ใช้ เก็บของเสียและ สารที่มีขนาดเล็กรักษาความดันน้ำและความเต่งในเซลล์ รักษาความเป็นกรดเบสในเซลล์ ซึ่งสามารถสรุปการทำงานของแวคิวโอลในสัตว์ได้ดังนี้

1. เอกโซไซโตซิสเป็นกระบวนการขับออกซึ่งโปรตีนซึ่งที่อยู่ในกรานูลคัดหลั่ง อันเป็นโปรตีนมาจากกอลจิแอปพาราตัสมาแต่ต้น ซึ่งในกรานูลคัดหลั่งนั้นเป็นที่ที่เกิดกระบวนการเปลี่ยนโปรฮอร์โมนเป็นฮอร์โมนก่อนหน้านั้น โดยกระบวนการเอกโซไซโตซิสจะทำหน้าที่กำจัดส่วนที่เป็นของเสียออกไป

2. เอนโดไซโตซิสจะกลับกันกับเอกโซไซโตซิส ซึ่งเอนโดไซโตซิสมีหลายประเภท ได้แก่ ฟาโกไซโตซิส หรือกระบวนกินของเซลล์เป็นกระบวนการที่ใช้กับแบคทีเรีย, เซลล์ที่ตายแล้ว หรือสิ่งเล็กๆ อย่างอื่นที่เซลล์สามารถล้อมและกินได้ การกินทำได้โดยการที่สิ่งที่เซลล์จะกินได้สัมผัสกับเยื่อหุ้มเซลล์แล้วเข้าไปโดยดันเยื่อหุ้มเซลล์ และเมื่อสิ่งนั้นพ้นเข้าไปในเซลล์ทั้งหมด เยื่อหุ้มเซลล์ก็จะล้อมวัตถุนั้นจนมิด และปิดช่องว่างเยื่อหุ้มเซลล์ที่วัตถุนั้นดันเข้ามา ทำให้วัตถุนั้นอยู่ในเซลล์โดยมีเยื่อหุ้มเซลล์ที่เข้ามาด้วยห่อหุ้มอยู่ ซึ่งเยื่อนั้นทำหน้าที่เป็นแวคิวโอลแทน กระบวนการนี้สามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้

3. พิโนไซโตซิส หรือกระบวนการดื่มของเซลล์ มีลักษณะสำคัญเหมือนกระบวนการกินของเซลล์ แต่ต่างตรงวัตถุที่กินจะเป็นในรูปของสารละลาย ซึ่งจะไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์

9. mitochondria เป็นออร์แกเนลล์ประเภทกึ่งอิสระ (semi-autonomous) ที่มีเยื่อหุ้มสองชั้น พบในสิ่งมีชีวิตยูแคริโอตโอตส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามบางเซลล์ในบางสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์อาจไม่มีไมโทคอนเดรียก็ได้ (เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดงที่โตเต็มวัยในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม) ส่วนในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจำนวนหนึ่ง เช่น microsporidia, parabasalids และ diplomonads ล้วนแล้วแต่ได้ลดขนาดหรือแปลงไมโทคอนเดรียไปเป็นโครงสร้างอื่น ๆ จนถึงปัจจุบัน มีการค้นพบยูคารีโอตชนิดเดียวเท่านั้น (*Monocercomonoides*) ที่ปราศจากไมโทคอนเดรียโดยสิ้นเชิง และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เพียงชนิดเดียว (*Henneguya salminicola*) ที่ปราศจากออร์แกเนลล์ใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับไมโทคอนเดรียโดยสิ้นเชิง อันเกี่ยวเนื่องกันกับการสูญเสียจีโนมที่เกี่ยวข้องกับไมโทคอนเดรียไปเลยโดยสิ้นเชิง

mitochondria นั้นมากจากภาษากรีก “ไมโตส” แปลว่าเชือก "thread") และ “ชอนดริออน” (chondrion) แปลว่าเมล็ดหรือกรานูล (granule) mitochondria ผลิตส่วนใหญ่ของอะดีโนซีนไตรฟอสเฟต (ATP) ภายในเซลล์ ซึ่งใช้เป็นแหล่งพลังงานเคมีของเซลล์ จึงมักเรียกไมโทคอนเดรียกันว่าเป็น “โรงไฟฟ้าของเซลล์” (*powerhouse* of the cell)

ไมโทคอนเดรียโดยทั่วไปมีพื้นที่ 0.75 และ 3 μm^2 แต่แตกต่างกันมากในขนาดและโครงสร้าง นอกจากการสร้างแหล่งพลังงานแก่เซลล์แล้ว ไมโทคอนเดรียยังมีหน้าที่อื่น ๆ เช่น ให้สัญญาณระหว่างเซลล์ (cell signaling), การแยกแยะเซลล์ออกจากกัน (cellular differentiation) และการทำลายตัวเองของเซลล์ (cell death หรือ อะพอพทอซิส; apoptosis) เช่นเดียวกันกับการดำเนินการควบคุมวัฏจักรเซลล์และการเจริญเติบโตของเซลล์ กระบวนการชีวกำเนิดของไมโทคอนเดรีย (Mitochondrial biogenesis) นั้นจึงมีการประสานกันอย่างชั่วคราวกับกระบวนการของเซลล์ต่าง ๆ เหล่านี้ ไมโทคอนเดรียนั้นพบว่ามีความเกี่ยวพันกับโรคในมนุษย์บางโรค เช่น กลุ่มความผิดปกติของไมโทคอนเดรีย (mitochondrial disorders), ภาวะหัวใจวายเฉียบพลัน, และโรคออทิซึม (https://th.wikipedia.org/wiki)

10. ไซโตซอล หรือของเหลวภายในเซลล์(cytosol หรือ intracellular fluid หรือ cytoplasmic matrix) เป็นของเหลวที่อยู่ภายในเซลล์ ในยูคาริโอตส่วนนี้จะแยกออกจากส่วนของออร์แกเนลล์ด้วยเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ ต่างจากไซโทพลาสซึม ซึ่งหมายถึงส่วนต่างๆที่อยู่ข้างในเยื่อหุ้มเซลล์ ไม่รวมนิวเคลียส ในโปรคาริโอต ปฏิกิริยาเคมีส่วนใหญ่เกิดในไซโตซอล ส่วนน้อยเกิดที่ช่องว่างระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์ที่ม้วนพับไปมา

ไซโตซอลเป็นองค์ประกอบที่ซับซ้อนของสารต่างๆที่ละลายในน้ำ ความเข้มข้นของไอออนเช่นโซเดียมและโพแทสเซียมในไซโตซอลจะต่างจากของเหลวนอกเซลล์ซึ่งความแตกต่างนี้เป็นมาจากการควบคุมแรงดันออสโมติกของเซลล์ และการส่งสัญญาณระหว่างเซลล์ นอกจากนั้นในไซโตซอลยังมีสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ล่องลอยอยู่ซึ่งสารเหล่านี้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของสารขนาดเล็กกว่า

ตารางที่ 1.2 ความเข้มข้นโดยทั่วไปของไอออนในไซโตซอลของเซลล์สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมและในเลือด

Ion	**ความเข้มข้นในไซโตซอล (มิลลิโมลาร์)**	**ความเข้มข้นในเลือด (มิลลิโมลาร์)**
โพแทสเซียม	139	4
โซเดียม	12	145
คลอไรด์	4	116
ไบคาร์บอเนต	12	29
กรดอะมิโนในโปรตีน	138	9
แมกนีเซียม	0.8	1.5
แคลเซียม	<0.0002	1.8

ภายในไซโตซอลเองยังมีระดับความเข้มข้นที่ต่างกันภายในไซโตซอลของเซลล์เดียวกัน เช่น ความเข้มข้นของแคลเซียม กลุ่มของโปรตีนและเอนไซม์ที่รวมกันทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาต่างๆในเมตาบอลิซึม จะทำให้เกิดส่วนปิดและแยกต่างหากออกจากไซโตซอลได้ เช่น โปรทีเอโซม และคาร์บอกซีโซม

บทสรุป

เซลล์ เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต เป็นโครงสร้างและหน่วยการทำงานพื้นฐานที่สุดของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จำนวนของเซลล์ในพืชและสัตว์แตกต่างกันออกไปตามแต่ละสปีชีส์ ร่างกายของมนุษย์มีจำนวนเซลล์ที่ 40 ล้านล้าน (4×10^{13}) เซลล์ สำหรับเซลล์ในสมองอยู่ที่ประมาณ 8 หมื่นล้านเซลล์ เซลล์ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรคาริโอติกเซลล์ เป็นเซล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำ ได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย และไมโคพลาสมา ขณะที่ยูคาริโอติกเซลล์ เป็นเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง พวกเห็ด รา พืช และสัตว์ เซลล์ชนิดนี้มีขนาดใหญ่กว่าโปรคาริโอติกเซลล์ โดย โครงสร้างและองค์ประกอบของเซลล์สัตว์ ประกอบด้วย เยื่อหุ้มเซลล์ ทำหน้าที่ช่วยให้เซลล์คงรูปและควบคุมการแลกเปลี่ยนสารระหว่างภายในและภายนอกเซลล์ นิวเคลียส บรรจุสารพันธุกรรม ที่เป็นดีเอ็นเอ (DNA) สายยาวรวมตัวกับโปรตีนหลายชนิด ไรโบโซม ทำหน้าที่ในการต่อกรดอะมิโนเดี่ยวให้เป็นพอลิเพปไทด์ endoplasmic reticulum ทำหน้าที่การสังเคราะห์โปรตีน golgi apparatus มีหน้าที่ในการบรรจุโปรตีน lysosome เป็นส่วนสำคัญในการย่อยสลาย และ mitochondria มีหน้าที่การสร้างแหล่งพลังงานแก่เซลล์

คำถามท้ายบท

1. จงบอกความหมาย และความสำคัญของเซลล์มาให้เข้าใจ
2. จงบอกประเภทของเซลล์
3. จงอธิบายประวัติการศึกษาพฤติกรรมของสัตว์มาพอเข้าใจ
4. จงอธิบายหน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์
5. จงอธิบายหน้าที่ของนิวเคลียส
6. จงอธิบายหน้าที่ของไรโบโซม
7. จงอธิบายหน้าที่ของ endoplasmic reticulum
8. จงอธิบายหน้าที่ของ lysosome
9. จงอธิบายหน้าที่ของ mitochondria
10. จงอธิบายหน้าที่ของ golgi apparatus

เอกสารอ้างอิง

https://microbenotes.com/animal-cell-definition-structure-parts-functions-and-diagram, 2021)

https://th.wikipedia.org/wiki