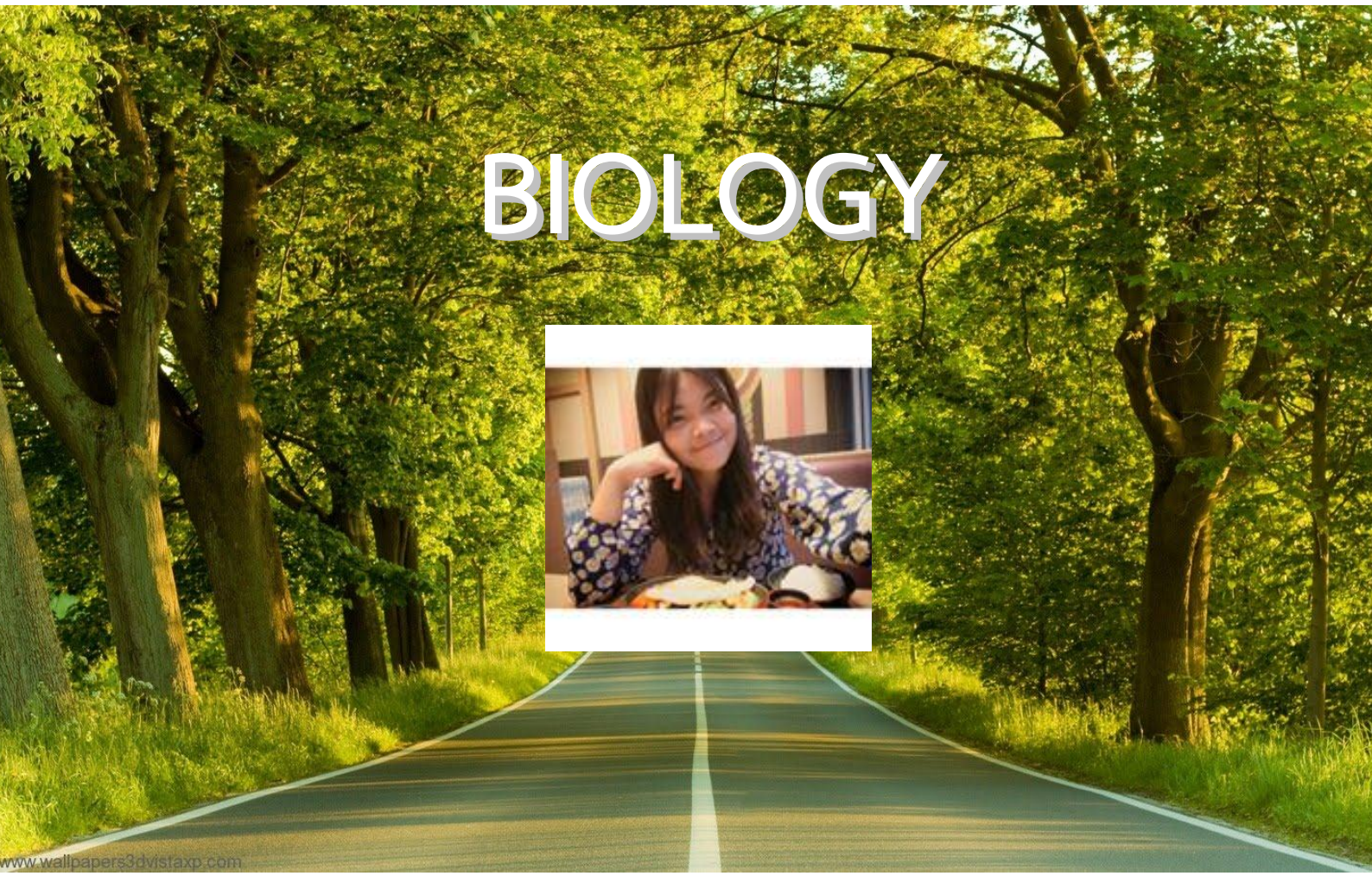


นางสาวนีราวรรณ จันทร์ดี

สาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

โรงเรียนเทพศิรินทร์ สมุทรปราการ

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 6

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

กระทรวงศึกษาธิการ

www.debsirinsp.ac.th

คำนำ

เอกสารเล่มนี้จัดทำขึ้นในขณะที่เข้าอบรมการจัดทำ e-magazine เพื่อให้ผู้สอนได้ฝึกลองทำ e-magazine ในเว็บไซต์ผู้สอนได้ และเพื่อให้เท่าทันยุคทันสมัยในปัจจุบัน เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ผ่านสื่อออนไลน์ และสามารถทำแบบทดสอบผ่านสื่อออนไลน์ได้ ซึ่งเป็นการเอื้อความสะดวกต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งเนื้อหาในเอกสารเล่มนี้ ได้มาจากการหาเว็บไซต์อกมาก่อน จึงขออภัยเจ้าของเนื้อหาไว้ ณ ที่นี้ด้วยค่ะ

สารบัญ

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 1).....1

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 2).....2

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 3).....3

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 1).....4

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 2).....5

พิมพ์ชื่อบท (ระดับ 3).....6

แหล่งที่มาของข้อมูล

ผู้จัดทำ

เนื้อหา (ขนาดตัวอักษรไม่ควรต่ำกว่า 24)

และควรใช้กล่องข้อความในการใส่ตัวอักษรและรูปภาพ

ปกหลังควรสร้าง [ ] แล้วกำหนดเส้นขอบให้ไม่มีสีแล้ววางทับเลขหน้า

ตกแต่งปกหน้า ปกหลัง ใส่พื้นหลังแต่ละหน้าได้

จำนวนหน้ารวมปกหน้าปกหลัง ต้องเป็นเลขคู่

หน่วยที่ 1

พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1.1 วิทยาศาสตร์ชีวภาพ

1.1.1 ความหมายและขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในชีวิตของมนุษย์อย่างมาก ดังนั้นบางสถาบันที่จัดการศึกษาทางอื่นซึ่งไม่ได้เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์จึง ได้กำหนดให้นิสิต นักศึกษาได้มีโอกาสเรียนรู้ด้านวิทยาศาสตร์มากขึ้น เพื่อให้สามารถเข้าใจ ตนเอง สิ่งแวดล้อม ปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เพื่อการดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างสุขสมบูรณ์ ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ทำให้โลกมนุษย์เกิดการเปลี่ยนแปลงและเจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว แต่ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มีมากมายหลายสาขา ในหน่วยเรียนนี้นักศึกษาจะได้ศึกษา
พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ชีวภาพซึ่งเป็นสาขาหนึ่ง ของวิทยาศาสตร์

ความหมายของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

"วิทยาศาสตร์ชีวภาพ" (Biological science) มาจากคำศัพท์ 2 คำ คือ “วิทยาศาสตร์” รวมกับ “ชีวภาพ”

สำหรับคำว่า **“วิทยาศาสตร์”** (Science) มีรากศัพท์เดิมมาจากภาษาลาตินว่า Scientia (The Complete Family Encyclopedia. 1992 : 738) โดยมีการให้ความหมายไว้หลายความหมาย ดังนี้

ลองแมน ดิกชันนารี ออฟ คอมเทมพอรารี อิงลิช (Longman Dictionary of Contemporary English. 1999 : 1269) ให้ความหมายไว้ว่า “Science : knowledge about the world, especially based on examination and testing, and on facts that can be proved.” แปลว่า “วิทยาศาสตร์ คือความรู้เกี่ยวกับโลก โดยเน้นเรื่องที่อยู่บนพื้นฐานของการทดลองและการทดสอบ รวมไปถึงความจริงที่สามารถพิสูจน์ได้

เดอะ นิว เวบเตอร์ ดิกชันนารี (The New Webster’s Dictionary. 1993 : 385) ให้ความหมายไว้ว่า “Science : Knowledge acquired by careful observation, by deduction of the laws that govern changes and condition, and by testing this deduction by experiment.” แปลว่า “วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่ได้มาจากการสังเกตอย่างละเอียดถี่ถ้วน หรือมาจากการสรุปกฎเกณฑ์ ซึ่งครอบคลุมเรื่องของการเปลี่ยนแปลงและสภาพการณ์ต่าง ๆ และโดยการทดสอบข้อสรุปด้วยการทดลอง”

เอนไซโคลพีเดียบริตานิกา (Encyclopedia britanica) (อ้างอิงจากเกษม จันทร์แก้ว. 2544 : 35) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “Science defined as ordered knowledge of natural phenomena and of the relations, between them.” แปลว่า “วิทยาศาสตร์ คือ การเรียนรู้อย่างมีลำดับขั้นตอนของปรากฏการณ์ธรรมชาติ และความสัมพันธ์ระหว่างปรากฏการณ์เหล่านั้น”

ไบร์เออร์ และ ลีน (Bierer and Lien. 1985 : 2) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “In ancient times science meant knowledge or learning. Today we define science as the study of the world around us. แปลว่า “ในสมัยโบราณวิทยาศาสตร์ หมายถึง การศึกษา หรือการเรียนรู้ ปัจจุบันวิทยาศาสตร์คือการศึกษาโลกรอบตัวเรา

ราชบัณฑิตยสถาน (2539 : 767) ให้ความหมายไว้ 2 ความหมายดังนี้

1. วิทยาศาสตร์ คือ ความรู้ที่ได้โดยการสังเกตและค้นคว้าจากการประจักษ์ทางธรรมชาติ แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

2. วิทยาศาสตร์ คือ วิชาที่ค้นคว้าได้หลักฐานและเหตุผล แล้วจัดเข้าเป็นระเบียบ

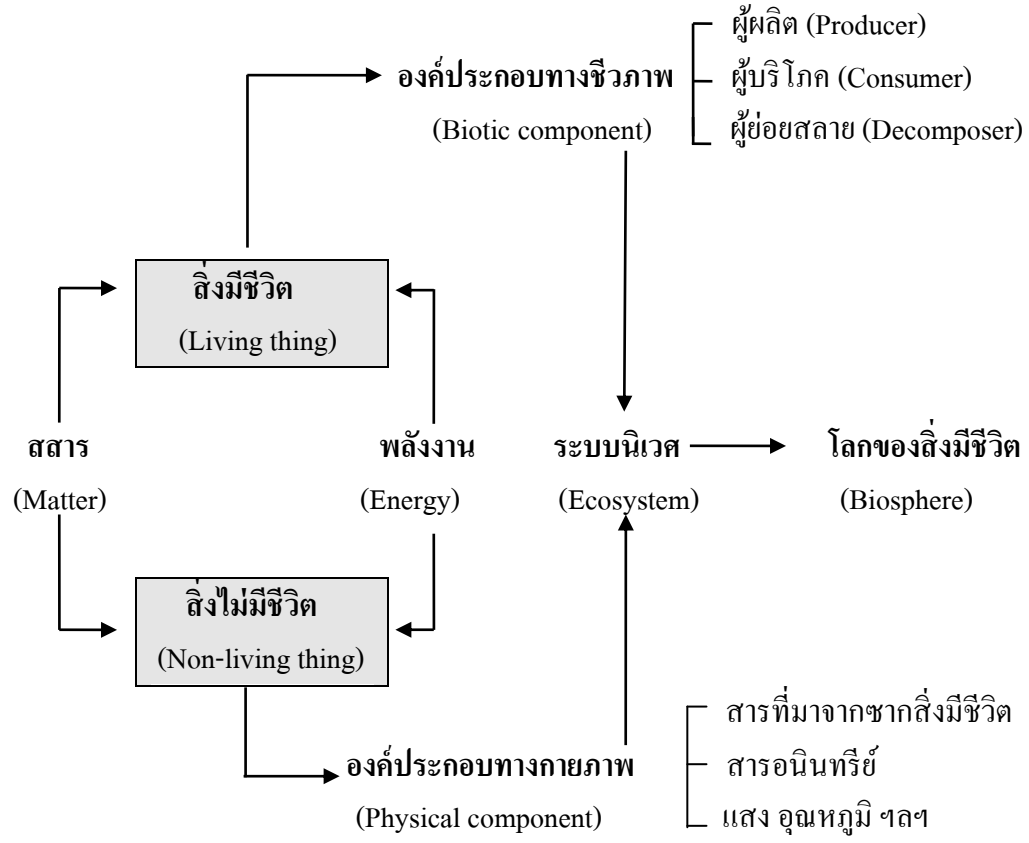
เขมทัต สุคนธสิงห์ (2542 : 2) กล่าวว่า วิทยาศาสตร์ หมายถึง องค์ความรู้ที่ได้จาก ปรากฏการณ์ธรรมชาติ การสังเกต ศึกษา ค้นคว้า ทดลองอย่างมีเหตุผล แล้วจัดเป็นระบบ มีความเป็นสากล

ส่วนคำว่า “ชีวภาพ” (Biological) มาจากรากศัพท์เดิมในภาษากรีกว่า Bios หมายถึงความมีชีวิต (Life) หรือสิ่งมีชีวิต (Organism) (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2536 : 1)

ฉะนั้นจึงสรุปได้ว่า วิทยาศาสตร์ชีวภาพ คือ การศึกษาเรื่องราวต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต อย่างมีขั้นตอน โดยอาศัยหลักฐาน การทดลองที่มีเหตุผลซึ่งสามารถช่วยให้อธิบายได้ว่าสิ่งมีชีวิตดำรงอยู่ได้อย่างไร สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งมีชีวิตอื่นและสิ่งแวดล้อมได้อย่างไร

ขอบข่ายของวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

สิ่งต่างๆ ที่เป็นธรรมชาติและปรากฏอยู่บนโลกซึ่งเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่งของระบบสุริยจักรวาล ประกอบด้วยพื้นฐานเพียง 2 ชนิด คือ สสาร (Matter) และพลังงาน (Energy) และ มีความเกี่ยวข้องกันอย่างมาก สสารอาจเปลี่ยนสภาพกลายไปเป็นพลังงาน และในทางกลับกัน พลังงานอาจเปลี่ยนสภาพไปเป็นสสารได้ การจัดระเบียบของสสารและพลังงานที่เกิดขึ้นบนโลกของเรานี้เป็นไปได้ 2 ประเภท คือ สิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต ทั้ง 2 ประเภทต่างก็มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2530 : 1) อีกทั้งยังมีวิวัฒนาการร่วมกันมาโดยตลอด นับตั้งแต่เริ่มมีการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตเมื่อประมาณ 3,000 ล้านปี เป็นต้นมา และอาจสรุปเป็นแผนภาพได้ ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิต

(ทบวงมหาวิทยาลัย. 2530 : 1)

จากแผนภาพจะเห็นได้ว่า ทั้งสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตเป็นองค์ประกอบทางชีวภาพและทางกายภาพในระบบนิเวศ ซึ่งมีองค์ประกอบพื้นฐานเหมือนกัน คือ ประกอบด้วยสสารและ พลังงาน ทำให้สิ่งมีชีวิตมีความสัมพันธ์กับสิ่งไม่มีชีวิตจนไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ดังนั้นในการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพซึ่งเน้นการศึกษาสิ่งมีชีวิต จึงมักจะกล่าวถึงสิ่งไม่มีชีวิตควบคู่กันไปด้วยเสมอนอกจากนี้วิทยาศาสตร์ชีวภาพเป็นวิชาที่ศึกษา สืบเสาะความรู้เรื่องราวของธรรมชาติในส่วนของสิ่งมีชีวิต ซึ่งมีจำนวนมากนับเป็นล้านชนิด และสามารถศึกษาได้หลายแง่มุม มีขอบข่ายกว้างขวางมาก โดยเริ่มตั้งแต่หน่วยระดับต่ำสุด คือ เซลล์ (Cell) ซึ่งภายในมีจีน (Gene) ที่ทำหน้าที่ควบคุมลักษณะไปจนถึงหน่วยใหญ่ซึ่งเกิดจากสิ่งมีชีวิตรวมกันเป็นระดับสังคมชีวิต ที่เรียกว่า ระบบนิเวศ (Ecosystem) ความรู้ที่ได้จึงเพิ่มพูนขึ้นเสมอ จนไม่มีนักวิทยาศาสตร์คนใดสามารถศึกษาได้จบสิ้นในช่วงชีวิตของตน จึงเลือกศึกษาเฉพาะสิ่งที่ตนเองสนใจ เป็นผลทำให้มีการจำแนกวิทยาศาสตร์ชีวภาพเป็นสาขาย่อยๆ มากมาย โดยใช้หลักเกณฑ์ในการจัดจำแนก 2 หลักเกณฑ์ใหญ่ คือ การจำแนกตามประเภทหรือชนิดของสิ่งมีชีวิต และการจำแนกตามวิธีการศึกษาสิ่งมีชีวิต

สาขาของวิทยาศาสตร์ชีวภาพจำแนกตามประเภทหรือชนิดของสิ่งมีชีวิต แบ่งออกได้เป็น 3 สาขาใหญ่ คือ

1. พฤกษศาสตร์ หรือ พฤกษวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Botany ซึ่งเป็นคำที่ มาจากภาษากรีก ว่า Botane แปลว่า พืช แต่บางครั้งใช้คำว่า Phytology ซึ่งมาจากภาษากรีกว่า Phyton แปลว่า พืช รวมกับ Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือ การศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับเรื่องของพืช ซึ่งแบ่งเป็นสาขาย่อยได้ 2 สาขา ดังนี้ (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2536 : 1-2)

1.1 พืชชั้นต่ำ (Lower plant) เป็นพืชที่ไม่มีท่อลำเลียง สามารถแยกเป็นสาขาย่อยๆ ได้อีก เช่น

- สาหร่ายวิทยา (Phycology หรือ Alology) ศึกษาเรื่องราวของสาหร่าย
- เห็ดราวิทยา (Mycology) ศึกษาเรื่องราวของเห็ดและรา
- ไบรโอโลยี (Bryology) ศึกษาเรื่องราวของมอส (Moss) ลิเวอร์เวิร์ต (Liverwort) และฮอร์นเวิร์ด (Hornwort)

1.2 พืชชั้นสูง (Vascular plant) เป็นพืชที่มีท่อลำเลียง ซึ่งแบ่งเป็นสาขาย่อยๆ ได้หลายสาขา เช่น

- เทอริโดโลยี (Pteridology) ศึกษาเรื่องราวของเฟิร์น (Fern)
- รุกขวิทยา (Dendrology) ศึกษาเรื่องราวของไม้ยืนต้น

2. สัตวศาสตร์ หรือ สัตววิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Zoology ซึ่งมาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ Zoon แปลว่า สัตว์ รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผลหรือความคิด) หมายถึง การศึกษาเรื่องราวของสัตว์ต่างๆ แยกเป็นสาขาย่อยได้ 2 สาขา ดังนี้

2.1 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง (Invertebrate) ซึ่งสามารถแยกเป็นสาขาย่อยๆ ได้อีก เช่น

- สัตว์เซลล์เดียววิทยา (Protozoa) ศึกษาเรื่องราวของสัตว์เซลล์เดียว

- หนอนพยาธิวิทยา (Helminthology) ศึกษาเรื่องราวของหนอนและพยาธิ
- กีฏวิทยา (Entomology) ศึกษาเรื่องราวของแมลงต่างๆ
- อะคาโรโลยี (Acarology) ศึกษาเรื่องราวของเห็บ (Tick) และ ไร (Mite)
- คาซิโนโลยี (Carcinology) ศึกษาเรื่องราวของกุ้ง ปู และกั้ง
- สังขวิทยา (Malacology) ศึกษาเรื่องราวของหอย
- มีนวิทยา (Ichthylogy) ศึกษาเรื่องราวของปลา

2.2 สัตว์มีกระดูกสันหลัง (Vertebrate) แบ่งสาขาย่อยๆ ได้อีก เช่น

- ปักษีวิทยา (Ornithology) ศึกษาเรื่องราวของนก
- สัตว์เลื้อยคลานวิทยา (Herpetology) ศึกษาเรื่องราวของสัตว์เลื้อยคลาน (Reptile)
- สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมวิทยา (Mammalogy) ศึกษาเรื่องราวของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

3. จุลชีววิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Microbiology มาจากคำ 2 คำ คือ Micro แปลว่า เล็ก หรือ จุล รวมกับ Biology แปลว่า ชีววิทยา) หมายถึง การศึกษาเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กมาก ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าต้องใช้กล้องจุลทรรศน์ในการศึกษารายละเอียดต่างๆ อาจแบ่งเป็นสาขาย่อยๆ ได้ เช่น

3.1 ไวรัสวิทยา (Virology) ศึกษาเรื่องราวของไวรัส (Virus)

3.2 แบคทีเรียวิทยา (Bacteriology) ศึกษาเรื่องราวของแบคทีเรีย

สาขาของวิทยาศาสตร์ชีวภาพจำแนกตามวิธีการศึกษาสิ่งมีชีวิต แบ่งเป็นสาขาย่อยได้ 3 สาขาดังนี้

1. สาขาที่ศึกษาสิ่งมีชีวิตแต่ละหน่วย มี 3 สาขาย่อย ๆ ได้แก่

1.1 สัณฐานวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Morphology ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษา กรีกว่า Morpho แปลว่า รูปร่างลักษณะ รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุมีผล หรือความคิด) หมายถึงวิชาที่ศึกษาถึง รูปร่างลักษณะ หรือโครงร่างของสิ่งมีชีวิตทั้งภายในและภายนอก แบ่งเป็นสาขาย่อย ๆ ลงไปได้อีก เช่น

- กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) ศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างส่วนต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต
- ไซโทโลยี (Cytology) ศึกษาเกี่ยวกับเซลล์
- ฮีสโทโลยี (Histology) ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อ (Tissue) ทั้งด้านโครงสร้างและการจัดระเบียบของเนื้อเยื่อ ฯลฯ

1.1 สรีรวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Physiology ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษา กรีกว่า Physis แปลว่า ธรรมชาติ รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือ การศึกษาหรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง วิชาที่ศึกษาถึง หน้าที่และกลไกการทำงานต่าง ๆ ของอวัยวะต่าง ๆ ของสิ่งมีชีวิต เช่น ประสาทวิทยา โลหิตวิทยา

1.2 คัพภะวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Embryology ซึ่งมาจากคำในภาษากรีกว่า Embryon แปลว่า ตัวอ่อน รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือ

การศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด)หมายถึงวิชาที่ศึกษาการเจริญเปลี่ยนแปลง (รูปร่างและหน้าที่) ขั้นต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต

2. สาขาที่ศึกษาสิ่งมีชีวิตเป็นหมู่และมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน แบ่งเป็นสาขาย่อยๆ ได้หลายสาขา เช่น

2.1 อนุกรมวิธาน (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Taxonomy ซึ่งมาจากคำในภาษา กรีกว่า Taxi แปลว่า การจัดลำดับ รวมกับคำว่า nomos แปลว่า กฎ) หมายถึง วิชาที่ศึกษาถึงการจัดรวมและแบ่งอันดับชั้นต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยความคล้ายคลึงกันหรือความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันเป็นเกณฑ์

2.2 นิเวศวิทยา (ตรงกับศัพท์ในภาษาอังกฤษว่า Ecology ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษากรีก ว่า Oikos แปลว่า บ้าน รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึงวิชาที่ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

2.3 ชีวภูมิศาสตร์ (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Biogeography ซึ่งมาจากคำในภาษา กรีกว่า Bios แปลว่า ชีวิตหรือชีวภาพ รวมกับคำว่า geo แปลว่า ดิน โลก และรวมกับคำว่า graphein แปลว่า เขียน) หมายถึง วิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการกระจัดกระจายพันธุ์ของพืชและสัตว์ ไปตามเขตภูมิศาสตร์ต่างๆ ของโลก

2.4 พันธุศาสตร์ (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Genetics ซึ่งมาจากคำในภาษา กรีก ว่า Genesis แปลว่า สืบสายโลหิต) หมายถึง การศึกษาหลักเกณฑ์ของกรรมพันธุ์การถ่ายทอดลักษณะต่างๆ ไปยังลูกหลาน ความคล้ายคลึงกันและความแตกต่างกันระหว่างพ่อแม่กับลูกหลาน รวมทั้งปัจจัยในการควบคุมความคล้ายคลึงกัน และแตกต่างกัน

2.5 วิวัฒนาการ (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Evolution ซึ่งมาจากคำในภาษาลาติน ว่า Evolvere แปลว่า ครึ่งอก) หมายถึง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปร่างและหน้าที่ของสิ่งมีชีวิตว่า มีความก้าวหน้าในการเจริญเติบโตจากรูปร่างง่าย ๆ ธรรมดา ไปมีรูปร่างและหน้าที่ที่ยุ่งยากสลับซับซ้อนได้อย่างไร

3. สาขาอื่น ๆ

3.1 บรรพชีวินวิทยา หรือโบราณชีวศาสตร์ (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Paleontology ซึ่งมาจากคำในภาษากรีกว่า Palaios แปลว่า เก่าแก่ โบราณ รวมกับคำว่า Out แปลว่า มีอยู่ และรวมกับคำว่า logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง วิชาที่ศึกษา ซากสิ่งมีชีวิตโบราณ ที่ยังคงปรากฏอยู่ตามหิน

3.2 ปรสิตวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Parasitology ซึ่งมาจากคำในภาษา กรีกว่า Para แปลว่า ข้าง ๆ รวมกับคำว่า Sitos แปลว่า อาหาร และรวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอาหารจากสิ่งมีชีวิตอื่น

3.3 วิสาวิทยา หรือ ไวรัสวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Virology ซึ่งมาจาก คำในภาษาลาตินว่า Virus แปลว่า สิ่งที่เป็นพิษ ของเหลวที่เป็นเมือก ๆ รวมกับ คำว่า logos

แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือ ความคิด) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับเชื้อวิสาหรือไวรัส (Virus)

3.4 พยาธิวิทยา (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Pathology ซึ่งเป็นคำที่มาจากภาษา กรีกว่า Pathos แปลว่า โรค รวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง การศึกษาโรคต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างและหน้าที่ที่ผิดปกติไปของชีวิตอันเนื่องมาจากโรค

3.5 เทคโนโลยีชีวภาพ (ตรงกับศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Biotechnology ซึ่งมาจากคำในภาษากรีกว่า Bios แปลว่า ชีวิต หรือความมีชีวิต รวมกับคำว่า Techno แปลว่า ผู้ผลิตหรือสังเคราะห์ และรวมกับคำว่า Logos แปลว่า กล่าวถึง หรือการศึกษา หรือวิชา หรือการมีเหตุผล หรือความคิด) หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการผลิตหรือสังเคราะห์สารที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ฯลฯ

1.1.2 กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

การศึกษาวิทยาศาสตร์มีจุดมุ่งหมายที่สำคัญคือ การแสวงหาความจริงและทำความเข้าใจปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติทั้งที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิต เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์กับสังคมของมนุษย์ นักวิทยาศาสตร์จะต้องมีวิธีการศึกษาหาความรู้ที่ต้องอาศัยความละเอียดอ่อน มีกฎเกณฑ์และระเบียบแบบแผนทำให้สิ่งที่ค้นคว้าเป็นที่ยอมรับว่า ถูกต้อง เป็นจริง มีเหตุผล และสามารถพิสูจน์ได้ เราเรียกวิธีการที่นักวิทยาศาสตร์ใช้ในการศึกษา ค้นคว้า ว่า **วิธีการทางวิทยาศาสตร์** (Scientific method) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 5 ขั้นดังนี้

ขั้นที่ 1 กำหนดปัญหา (Problem) ซึ่งได้จากการสังเกต (Observation) อย่างละเอียดรอบคอบ การสังเกตถือเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของการศึกษาวิทยาศาสตร์

ความเป็นคนช่างสังเกตและความอยากรู้อยากเห็นอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหา การสังเกตจะช่วยให้เห็นความผิดปกติซึ่งเป็นบ่อเกิดของปัญหา ตัวอย่างของการช่างสังเกตของ นักวิทยาศาสตร์และทำให้เกิดปัญหา เช่น **เซอร์ อเล็กซานเดอร์ เฟลมิง** (Sir Alexander Flaming ค.ศ.1881 - 1955) ชาวสกอต นักจุลชีววิทยาชาวอังกฤษได้สังเกตว่า ถ้ามีราเพนิซิลเลียม *(Penicillium sp.)* อยู่ในจานเพาะเชื้อแบคทีเรียด้วย แบคทีเรียจะไม่เจริญงอกงาม จึงทำให้เขาเกิดปัญหาขึ้นว่า ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น และเป็นแนวทางทำให้เขาคิดสกัดสารเพนิซิลลินจากราเพนิซิลเลียม ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียได้สำเร็จในที่สุด (สถาบันส่งเสริมการสอน-
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2535 : 6)

ปัญหาเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นได้เสมอ แต่การกำหนดปัญหาให้ชัดเจนและสัมพันธ์กับความรู้เดิมเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องคำนึงถึง **อัลเบิร์ต ไอน์สไตน์** (Albert Einstein ค.ศ. 1879 -1955) นักวิทยาศาสตร์ชาวยิวได้กล่าวว่า "การกำหนดปัญหานั้นสำคัญกว่าการแก้ปัญหา" (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. 2536 : 4)

ตัวอย่างของการกำหนดปัญหา เช่น

- ต้นตะไคร้หอมใช้กำจัดยุงได้ไหม
- เพราะเหตุใดคนไทยจึงตัวเล็ก
- เพราะเหตุใดต้นมะม่วงที่ปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมาจึงมักจะไม่งอกงามและตายในที่สุด
- เพราะเหตุใดคนในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจึงมักจะเป็นโรคคอหอยพอก
- ค้างคาวออกหากินกลางคืนได้อย่างไร
- ทำไมพืชจึงต้องการแสงสว่าง
- นกปากห่างค้นหาหนทางในการอพยพได้อย่างไร
- อะไรเป็นสาเหตุของการเกิดโรคมะเร็งในปอด

ฯลฯ

จากตัวอย่างของการกำหนดปัญหาแรกว่า “ต้นตะไคร้หอมใช้กำจัดยุงได้ไหม” เนื่องจากการสังเกตพบว่า ตอนค่ำขณะที่อยู่ใกล้ต้นตะไคร้หอม ยุงไม่กัด และจากตัวอย่างของการกำหนดปัญหา “เพราะเหตุใดต้นมะม่วงที่ปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมาจึงมักจะไม่งอกงาม และตายในที่สุด”เนื่องจากการสังเกตพบว่าดินบริเวณที่ปลูกมะม่วงแล้วตายมักจะมีคราบเกลือสีขาวเกาะติดอยู่หน้าดิน

การกำหนดปัญหามักจะเป็นคำถาม และมีคำต่อไปนี้อยู่ด้วย เช่น อะไร ทำไม อย่างไร เหตุใด เป็นต้น

ขั้นที่ 2 รวบรวมข้อมูล (Collect information)

เป็นการรวบรวมข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ก่อนอื่นต้องศึกษาว่ามีผู้ที่ศึกษาเรื่องนี้ มาก่อนหรือไม่ ซึ่งอาจทำได้โดยการศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลจากตำรา วารสาร งานวิจัย หรือแหล่งต่างๆ ที่สามารถทำได้ เช่น จากคำบอกเล่าของผู้อื่นซึ่งทำงานเกี่ยวข้อง หรือใกล้เคียงกับปัญหาที่กำลังรวบรวมข้อมูลนั้น ยิ่งได้มากจะยิ่งเป็นประโยชน์และสะดวกในการดำเนินงานในขั้นตอนต่อๆ ไป

ขั้นที่ 3 ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis)

เป็นการทำนายเหตุผลของการเกิดปรากฏการณ์นั้นๆ หรืออาจกล่าวได้ว่า สมมติฐาน คือ คำอธิบายหรือการคาดคะเนคำตอบที่สอดคล้องกับข้อเท็จจริง

การตั้งสมมติฐานที่ดีควรมีความกะทัดรัด ชัดเจน เข้าใจง่าย สามารถตรวจสอบได้ด้วย วิธีการทางวิทยาศาสตร์ มีความสัมพันธ์กับปัญหาและสอดคล้องกับข้อเท็จจริง หรือมักจะมีรูปประโยคเป็น “ถ้า .....ดังนั้น.....” เป็นต้น

จากตัวอย่างปัญหา "เพราะเหตุใดต้นมะม่วงซึ่งปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมาจึงมักจะไม่งอกงามและตายในที่สุด" ก็สามารถจะอธิบายหรือคาดคะเนสาเหตุของการไม่งอกงามของต้นมะม่วงโดยพิจารณาสภาวะแวดล้อมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง คำอธิบายจะแตกต่าง หลากหลายดังตัวอย่างข้างล่าง

- ต้นมะม่วงตายเพราะขาดน้ำ

- ต้นมะม่วงตายเพราะในพื้นที่นั้นเป็นโรคบางอย่าง
- ต้นมะม่วงตายเพราะขาดปุ๋ย
- ต้นมะม่วงตายเพราะสภาพดินไม่เหมาะสม

ฯลฯ

หลังจากที่ได้รวบรวมข้อมูล ข้อเท็จจริงจากแหล่งต่างๆ พบว่ามะม่วงที่ปลูกไม่ขาดน้ำ ไม่มีโรค ไม่ขาดปุ๋ย ฯลฯ แต่ในบริเวณนั้นเป็นพื้นที่ดินเค็ม จึงนำมาระบุปัญหาและตั้งสมมติฐานได้ดังนี้

ปัญหา: การที่สภาพดินเค็มมีส่วนเกี่ยวข้องกับการไม่งอกงามและตายของต้นมะม่วงซึ่งปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมาหรือไม่

สมมติฐาน: ถ้าสภาพดินเค็มมีส่วนเกี่ยวข้องกับการไม่งอกงามและการตายของต้นมะม่วงซึ่งปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา ดังนั้นต้นมะม่วงที่ปลูกในสภาพดินที่ไม่เค็มย่อมจะงอกงามกว่า

ถ้าสมมติฐานมีแต่เพียงส่วนแรกคือ *สภาพดินเค็มมีส่วนเกี่ยวข้องกับการไม่งอกงามและตายของต้นมะม่วงซึ่งปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา* จะไม่เห็นแนวทางว่าจะตรวจสอบสมมติฐานด้วยวิธีใด แต่เมื่อเติมข้อความส่วนหลัง *ต้นมะม่วงที่ปลูกในสภาพดินที่ไม่เค็มย่อมจะเจริญงอกงามดีกว่า* ก็จะทำให้มีวิธีการที่จะตรวจสอบ

ขั้นที่ 4 การทดลอง (Experiment)

เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าถูกต้องหรือไม่ มีการบันทึกข้อมูลจากการทดลอง ในการทดลองจะต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบ และจะต้องมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตัวแปรมี 3 ชนิด คือ

1. ตัวแปรอิสระ หรือตัวแปรต้น (Independent variable) คือตัวแปรที่ต้องการทดลอง หรือตรวจสอบดูผลเป็นตัวแปรที่เป็นเหตุ ไม่อยู่ในความควบคุมของตัวแปรใดๆ ทั้งสิ้น เรากำหนดขึ้นมาหรือใส่ลงไปเพื่อดูผลของการทดลอง เช่น กรณีที่เราต้องการจะศึกษาว่า สภาพดินเค็มมีผลต่อการไม่งอกงามและตายของต้นมะม่วงหรือไม่ เราก็อาจทำการทดลองปลูกต้นมะม่วงในสภาพดินเค็มเปรียบเทียบกับที่ต้นมะม่วงซึ่งปลูกในสภาพดินไม่เค็ม จากนั้นคอยสังเกตและบันทึกผลการ
เปลี่ยนแปลง การทดลองนี้ **สภาพดินเค็ม** จะเป็นตัวแปรอิสระ เพราะเป็นปัจจัยที่เราต้องการจะดูผลที่มีต่อการงอกงามและตายของต้นมะม่วง

2. ตัวแปรตาม (Dependent variable) เป็นตัวแปรที่ไม่มีความเป็นอิสระในตัวเอง ต้องเปลี่ยนแปลงไปตามตัวแปรอิสระเพราะเป็นผลของตัวแปรอิสระ ฉะนั้นการไม่งอกงามของต้นมะม่วงจากการทดลองนี้เป็นตัวแปรตาม ซึ่งขึ้นอยู่กับอิทธิพลของสภาพดินเค็มที่เป็นตัวแปรอิสระ

3. ตัวแปรที่ต้องควบคุม หรือตัวแปรที่ถูกบังคับให้คงที่ (Control variable) เป็นตัวแปรที่ต้องควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง เนื่องจากเราไม่ต้องการดูผล เช่น น้ำ อุณหภูมิ แสง เป็นต้น จะต้องบังคับให้คงที่ไม่เปลี่ยนแปลง

ในการควบคุมตัวแปรเหล่านี้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบสมมติฐานได้ถูกต้อง และตรง เป้าหมาย ดังนั้นการทดลองทางวิทยาศาสตร์จึงนิยมจัดการทดลองขึ้น 2 ชุด คือ(Ward and Hetzel. 1980 : 4)

1. ชุดทดลอง (Experimental group) หรือชุดทดสอบ (Treated group) หมายถึงชุดทดลองที่ใช้ศึกษาผลของตัวแปรอิสระ

2. ชุดควบคุม (Controlled group) หมายถึงชุดที่ใช้เป็นมาตรฐานในการเปรียบเทียบ กับชุดทดลอง เพื่อสนับสนุนว่าผลที่เกิดขึ้นเกิดจากตัวแปรอิสระหรือสาเหตุที่เราได้ตั้งสมมติฐานไว้หรือไม่ ชุดควบคุมนี้จะมีปัจจัยทุกอย่างเหมือนชุดทดลองทุกประการ แต่ไม่มีตัวแปรอิสระที่เราต้องการดูผล

สำหรับการทดสอบสมมติฐานที่ว่า ถ้าสภาพดินเค็มมีส่วนเกี่ยวข้องกับการไม่งอกงามและการตายของต้นมะม่วงซึ่งปลูกในบางพื้นที่ของจังหวัดนครราชสีมา ดังนั้นต้นมะม่วงที่ปลูกในสภาพดินที่ไม่เค็มย่อมจะงอกงามกว่า จะต้องทดลองเป็น 2 ชุด คือ ชุดที่ 1 เป็นชุดทดลอง ต้นมะม่วงปลูกในสภาพดินเค็ม ชุดที่ 2 เป็นชุดควบคุม ต้นมะม่วงปลูกในสภาพดินไม่เค็ม ทั้ง 2 ชุดจะได้รับปัจจัยทุกอย่างเหมือนกันตั้งแต่ขนาดของต้นมะม่วง พันธุ์ต้นมะม่วง ขนาดของภาชนะที่ใช้ปลูก การดูแลรักษา สภาพดิน (ดินเค็มกับดินไม่เค็ม)ฯลฯ ยกเว้นชุดทดลองจะมีสภาพดินเค็มซึ่งเป็น
ตัวแปรอิสระที่ต้องการทดสอบเท่านั้น

หลังจากที่ได้สังเกตและบันทึกผลการทดลองปรากฏว่า ต้นมะม่วงที่ปลูกในสภาพดินเค็มไม่งอกงามเท่าที่ปลูกในสภาพดินไม่เค็ม

ขั้นที่ 5 การสรุปผล (Conclusion)

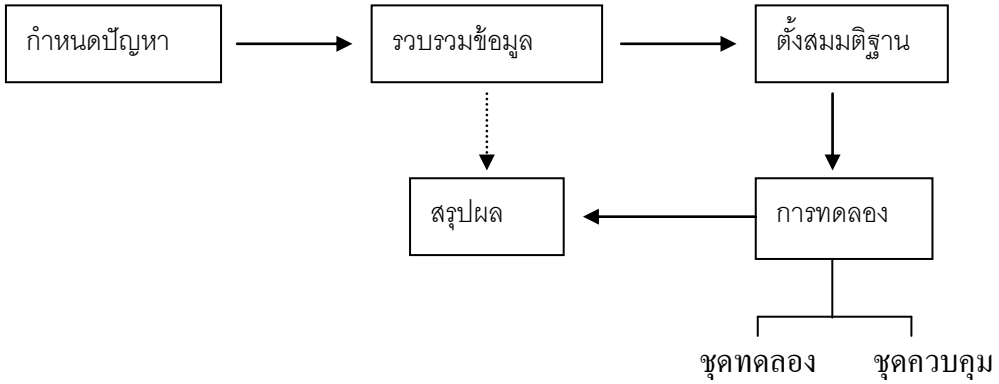
เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการทดลองเพื่อหาข้อสรุป แต่จะต้องทำด้วยความระมัดระวังและจะต้องมีการทดลองซ้ำหลายๆ ครั้งก่อนที่จะสรุปผล หากสมมติฐานที่ตั้งไว้ ถูกต้อง การสรุปผลจะตรงกับสมมติฐาน จากตัวอย่างการทดลองในขั้นที่ 4 และถ้าได้ทำการทดลองหลายๆ ครั้งแล้ว ผลการทดลองปรากฏว่า ชุดที่ 1 ต้นมะม่วงที่ปลูกในสภาพดินเค็มไม่ งอกงาม ในขณะที่ชุดที่ 2 ต้นมะม่วงซึ่งปลูกในสภาพดินไม่เค็มงอกงามกว่า เราก็สามารถที่จะสรุปผลได้ว่า สภาพดินเค็มทำให้ต้นมะม่วงไม่งอกงามและตาย ซึ่งก็จะตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้และแสดงว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้ถูกต้อง

การทดลองปฏิบัติของนักวิทยาศาสตร์นั้นจะต้องทำการทดลองซ้ำหลาย ๆ ครั้ง จึงจะสรุปผลว่าตรงกับสมมติฐานที่ตั้งไว้หรือไม่ เพื่อให้เกิดความถูกต้อง แม่นยำที่สุด หลังจากนั้น เมื่อพิสูจน์ได้ว่าสมมติฐานมีโอกาสเป็นจริงมาก สมมติฐานนั้นก็จะกลายเป็น**ทฤษฎี** (Theory) ไป สามารถนำไปใช้เป็นหลักในการอธิบายหรือทำนายปรากฏการณ์อื่นที่คล้ายคลึงกันได้อย่างถูกต้อง (Bierer and Lien. 1985 : 7)

ถ้าปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติมีความแน่นอนไม่เปลี่ยนแปรไปในสภาพแวดล้อมอย่างเดียวกัน ก็สามารถนำเอาทฤษฎีที่อธิบายปรากฏการณ์ดังกล่าวมาตั้งเป็น**กฎ** (Law) เมื่อเอากฎหลายๆ กฎมารวมกันก็จะกลายเป็น**หลักเกณฑ์** (Principle) ในที่สุด (เชาวน์ ชิโนรักษ์ และพรรณี ชิโนรักษ์. 2529 : 2)

สำหรับบางกรณีเมื่อเกิดปัญหาขึ้นแล้ว อาจไม่ต้องตั้งสมมติฐานหรือทำการทดลองก็ได้ เช่น การศึกษาเชิงสำรวจไส้เดือนฝอยในแปลงผักเขตอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เราสามารถศึกษาสำรวจค้นคว้า รวบรวมข้อมูล และสรุปผลได้เลย แต่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง ละเอียดรอบคอบ

ดังนั้นถ้าจะสรุปกระบวนการที่นักวิทยาศาสตร์หรือนักวิทยาศาสตร์ชีวภาพใช้ในการศึกษาหาความรู้จะต้องใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญซึ่งสรุปได้ดังภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1–2 แผนภาพสรุปขั้นตอนวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.2 โครงสร้างพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต

1.2.1 ระบบโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต

วัตถุทุกชนิดที่เป็นสสารจะต้องมีองค์ประกอบและโครงสร้าง แน่นอนวัตถุที่มีชีวิตมีองค์ประกอบแตกต่างไปจากวัตถุที่ไม่มีชีวิต สิ่งมีชีวิตโดยทั่วไปประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานดังนี้

โครงสร้างระดับเซลล์ (Cellular structure)

โครงสร้างส่วนนี้ประกอบด้วย**เซลล์** ซึ่งเป็นหน่วยโครงสร้างที่เล็กที่สุดของสิ่งมีชีวิต เซลล์โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane หรือ cell membrane) ทำหน้าที่แบ่งขอบเขตของสภาพแวดล้อมภายนอกกับสภาพแวดล้อมภายในเซลล์ นอกจากนี้ก็ยังทำหน้าที่ควบคุมการผ่านเข้าออกของสารหรือโมเลกุลต่าง ๆ เข้าสู่เซลล์อีกด้วย เรียกสมบัตินี้ว่า **ดิฟเฟอเรนเชียล** (Differential) หรือ **เซมิเพอร์มีเอเบิล** (Semi-permeable) สำหรับเซลล์พืชทุกชนิดยังมีโครงสร้างที่หุ้มอยู่นอกเยื่อหุ้มเซลล์เรียกว่า **ผนังเซลล์** (Cell wall) ทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงแก่เซลล์ ทำให้เซลล์สามารถรักษารูปร่างได้ ผนังเซลล์ต่างจากเยื่อหุ้มเซลล์ตรงที่ยอมให้โมเลกุลแทบทุกชนิดผ่านเข้าออกอย่างอิสระ
2. โพรโทพลาสซึม (Protoplasm) สารที่พบภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเป็นสารประกอบพวกโปรตีนเชิงซ้อน มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm) และนิวเคลียส (Nucleus) แต่ก็มีสิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่มี

นิวเคลียสซึ่งเป็นโครงสร้างที่สำคัญของเซลล์เนื่องจากไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้สารต่างๆ ในนิวเคลียสบนอยู่ในโพรโทพลาสซึมสิ่งมีชีวิตพวกนี้ เรียกว่า **โพรคาริโอต** (Prokaryote) เช่น แบคทีเรีย ริกเกตเซีย สาหร่าย สีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนสิ่งมีชีวิตที่มีนิวเคลียส เรียกว่า **ยูคาริโอต** (Eukaryote)

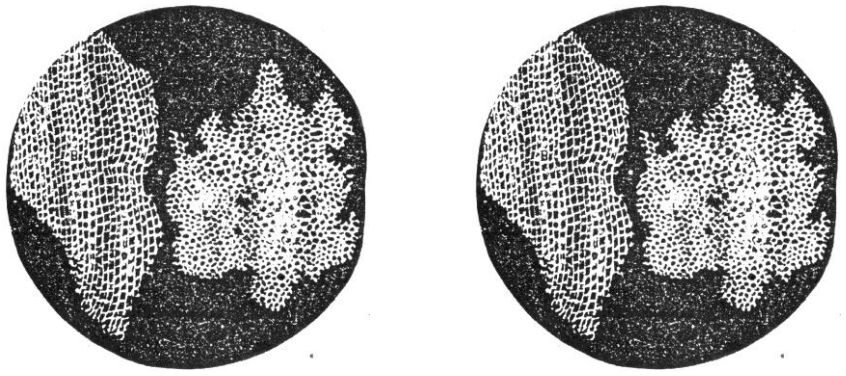
โครงสร้างทางเคมี (Chemical structure)

สิ่งมีชีวิตมีองค์ประกอบทางเคมีที่ประกอบด้วยธาตุต่างๆ ประมาณกว่า 30 % ในจำนวนนี้กลุ่มธาตุที่มีปริมาณมากและเป็นธาตุหลักของสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ ออกซิเจน 65% คาร์บอน 18% ไฮโดรเจน 10% และไนโตรเจน 3% สิ่งมีชีวิตมีความสามารถสังเคราะห์ธาตุเหล่านี้ขึ้นมาเป็นสารประกอบโมเลกุลขนาดใหญ่ ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ส่วนที่เหลือ ได้แก่ แคลเซียม 2% ฟอสฟอรัส 1.4% โปแตสเซียม 0.4% และธาตุอื่นๆ อีก 0.2% เช่น กำมะถัน โซเดียม คลอรีนแมกนีเซียม เหล็ก ไอโอดีน ซิลิคอน ฟลูออรีน ทองแดง และสังกะสี เหล่านี้เป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบของสารอนินทรีย์และเกลือแร่ต่างๆ สำหรับธาตุที่มีปริมาณเล็กน้อยในสิ่งมีชีวิตมักจะพบอยู่ในรูปไอออน และไอออนส่วนใหญ่จะเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์หรือสารประกอบอื่น ถ้าสิ่งมีชีวิตขาดเอนไซม์หรือสารประกอบนั้นจะไม่สามารถทำงานไดหรือทำงานผิดปกติไป เช่น ถ้าร่างกายขาดธาตุทองแดงจะทำให้ระบบประสาททำงานผิดปกติทำให้เกิดโรคทางระบบประสาทได้ เป็นต้น

1.2.2 เซลล์และองค์ประกอบของเซลล์

การค้นพบเซลล์

หลังจากที่**รอเบิร์ต ฮุก** (Robert Hooke ค.ศ. 1635-1703) ชาวอังกฤษ ได้ประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบในปี ค.ศ. 1665 เป็นผลสำเร็จ เขาได้ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมา ศึกษาโครงสร้างไม้คอร์กโดยการเฉือนไม้คอร์กเป็นชิ้นบางๆ แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบห้องเล็กๆ จำนวนมากมาย มีลักษณะคล้ายรังผึ้ง (ภาพที่ 1-1) จึงตั้งชื่อแต่ละห้องว่า **"เซลล์"** (Cell) คำนี้มีรากศัพท์เดิมมาจากภาษาลาตินว่า Delta (A cavity) ซึ่งมีความหมายตรงกับคำว่า Smallest unit แปลว่า หน่วยที่เล็กที่สุด หรือ Compartment แปลว่า ช่อง



ภาพที่ 1-1 ภาพวาดเซลล์ไม้คอร์กซึ่งเฉือนบางๆ แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์โดยรอเบิร์ต ฮุก (Andrews and others. 1983 : 43)

ทฤษฎีเซลล์

ในครึ่งแรกของศตวรรษที่ 19 หลังจากที่ได้มีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์สำเร็จ นักวิทยาศาสตร์หลายท่านต่างก็ได้พยายามศึกษาเรื่องราวของเซลล์ จนกระทั่งปี ค.ศ. 1838 **มัตทิอัส ยาคบ ชไลเดน** (Matthias Jacob Schleiden ค.ศ. 1804-1881) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า **ชไลเดน** นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน ซึ่งเป็นผู้ที่ได้ศึกษาเนื้อเยื่อของพืชชนิดต่างๆ และได้ผลสรุปว่า "เนื้อเยื่อของพืชต่างก็ประกอบขึ้นด้วยเซลล์" ปี ค.ศ. 1839 **เทโอดอร์ ชวันน์** (Theodor Schwann ค.ศ. 1810-1882) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า **ชวันน์** นักสัตวศาสตร์ชาวเยอรมัน ที่ได้ศึกษาเนื้อเยื่อของสัตว์ชนิด ต่างๆ แล้วก็สรุปว่า "เนื้อเยื่อของสัตว์ ต่างก็ประกอบขึ้นด้วยเซลล์" เช่นกัน ชไลเดนและชวันน์จึง ได้สรุปความจริง 2 ข้อนี้เข้าด้วยกันตั้งเป็น**ทฤษฎีเซลล์** (Cell theory) มีใจความว่า *"สิ่งมีชีวิต ทั้งหลายต่างก็ประกอบขึ้นด้วยเซลล์"*

หลังจากเกิดทฤษฎีเซลล์ขึ้นแล้ว นักวิทยาศาสตร์ต่างก็สนใจศึกษาเรื่องของเซลล์กันอย่างกว้างขวาง และได้ค้นพบว่า เซลล์เหล่านั้นหาได้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างเท่านั้นไม่แต่ยังเป็นหน่วยหนึ่งในการทำหน้าที่ต่างๆ ของชีวิตด้วย อีกทั้งพบว่าเซลล์ทั้งหลายเกิดมาจากเซลล์ที่มีอยู่ก่อนแล้ว ดังนั้นปัจจุบันนี้ทฤษฎีเซลล์จึงสรุปใจความสำคัญได้ใหม่ดังนี้

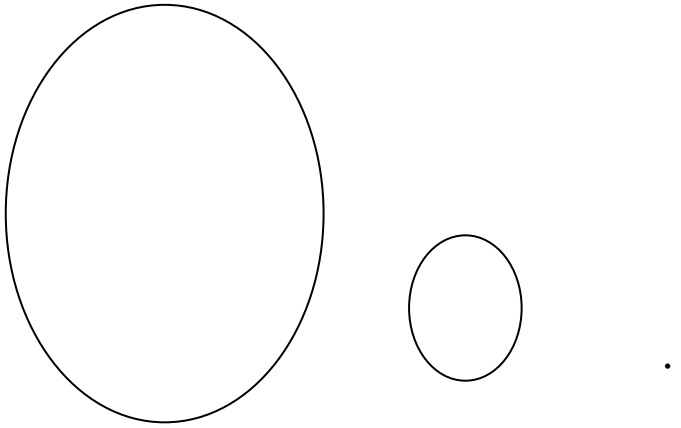
1. เซลล์เป็นหน่วยหนึ่งในทางโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย หมายความว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหลายประกอบขึ้นด้วยหน่วยที่เล็กที่สุด คือ เซลล์
2. เซลล์เป็นหน่วยหนึ่งในทางหน้าที่ (ทำหน้าที่ต่างๆ ของชีวิต) ของสิ่งมีชีวิต
3. เซลล์ทั้งหลายเกิดมาจากเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ก่อนแล้ว (โดยการแบ่งเซลล์)

ขนาดของเซลล์

โดยทั่วไปการวัดขนาดหรือความยาว นิยมใช้ระบบเมตริก และทางวิทยาศาสตร์จะใช้ระบบสากลในการวัดหน่วยความยาวเป็นเมตร การวัดขนาดของเซลล์ก็เช่นเดียวกัน แต่เนื่องจากเซลล์ส่วนมากมีขนาดเล็ก หน่วยที่ใช้วัดก็จะละเอียดมากขึ้น ซึ่งมีหลายหน่วย และสามารถเปรียบเทียบได้ดังนี้

1 เมตร (m) = 10^2 เซนติเมตร (cm) = 10^6 ไมครอน (μm หรือ μ) = 10^9 นาโนเมตร (nm) = 10^{10} อังสตรอม ($^{\circ}$A)

เซลล์ของสิ่งมีชีวิตมีขนาดแตกต่างกันมาก (ภาพที่ 1-2) จะเห็นได้ว่า เซลล์บางชนิดอาจมีขนาดใหญ่ทำให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า เช่น เซลล์ของไข่ไก่ ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ต่ำกว่า 1 นิ้ว แต่เซลล์ของพืชและสัตว์ส่วนใหญ่มีขนาดเล็กมากจนไม่อาจมองเห็นได้ด้วย ตาเปล่าจะมีขนาดอยู่ระหว่าง 10-100 ไมครอน เซลล์เม็ดเลือดแดง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 ไมครอน เซลล์บางชนิด อาจมีความยาวถึง 3 ฟุต หรือกว่า 1 เมตร เช่น เซลล์ประสาท



เซลล์ไข่ไก่ เซลล์ไข่นกกระทา เซลล์ไข่มนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดแดง

ภาพที่ 1-2 เปรียบเทียบขนาดของเซลล์สี่ชนิดจากขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าจนถึงขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ได้แก่ เซลล์ไข่ไก่ เซลล์ไข่นกกระทา เซลล์ไข่มนุษย์ เซลล์เม็ดเลือดแดง

รูปร่างของเซลล์

เซลล์พืชมักจะมีรูปร่างเป็นรูปเหลี่ยม ส่วนเซลล์ของสัตว์มักจะมีรูปร่างค่อนข้างกลม รูปรี หรือรูปไข่ แต่เซลล์ของมนุษย์อาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างเพื่อกลายเป็นเนื้อเยื่อ จึงทำให้เซลล์มีรูปร่างต่างๆ กันได้หลายแบบ ดังนี้ (ภาพที่ 1-3)

1. เซลล์รูปทรงกลมหรือค่อนข้างกลม (Spherical หรือ round cell) เช่น เซลล์ไข่ (Ovum)

2. เซลล์รูปทรงหลายเหลี่ยม (Polygonal หรือ Polyhedral cell) เช่นเซลล์ชั้นกลางๆ ของหนังกำพร้า (Epidermis) เซลล์ชั้นกลางของเยื่อบุหลอดอาหาร (Oesophagus)

3. เซลล์รูปแท่ง (Rod cell) เช่น เซลล์บุเยื่อกระเพาะอาหารและลำไส้ เยื่อบุท่ออวัยวะสืบพันธุ์เพศชาย

4. เซลล์รูปลูกบาศก์ (Columnar cell) เช่น เซลล์เยื่อบุทิวบูลของไต ส่วนคอลเล็กทิง ทิวบูล (Collecting tubule) ท่อขนาดเล็กของต่อมต่างๆ

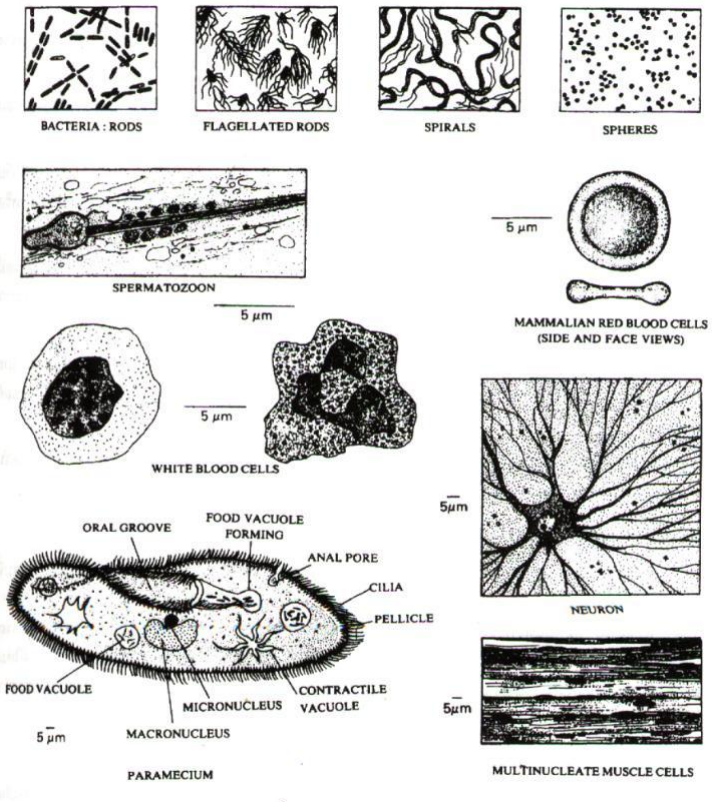
5. เซลล์รูปแบน (Squamous cell) เช่น เซลล์เยื่อบุช่องปาก เซลล์บุทิวบูลของไต ส่วนลูปของเฮนเล (Henle's Loop)

6. เซลล์รูปปิรามิด (Pyramidal cell) เช่น เซลล์บุผิวต่อมน้ำลายและตับอ่อน

7. เซลล์รูปกระสวย (Fusiform หรือ Spindle cell) เช่น เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ ในที่ต่างๆ

8. เซลล์รูปดาว (Satellate cell) เช่น เซลล์ประสาท เซลล์ของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue cell)

เซลล์สัตว์บางชนิดมีรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular cell) เช่น อะมีบา



ภาพที่ 1-3 เซลล์ชนิดต่างๆ ที่มีรูปร่างแตกต่างกัน

(มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2540 : 45)

องค์ประกอบของเซลล์

เนื่องจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิต แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ เซลล์โพรคาริโอต (Prokaryotic cell มาจากภาษากรีก Pro = ก่อน + Karyon = นิวเคลียส) และเซลล์ยูคาริโอต (Eukaryotic all มาจากภาษากรีก Eus = ดีแล้ว + Karyon = นิวเคลียส) ดังนั้นการศึกษาองค์ประกอบของเซลล์ จึงแยกศึกษาตามชนิดของเซลล์ ดังนี้

เซลล์โพรคาริโอต

สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์ชนิดเซลล์โพรคาริโอต ได้แก่ แบคทีเรีย ไมโคพลาสมาและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้เป็นพวกที่เกิดมาก่อนพวกยูคาริโอต มีบทบาทสำคัญทางด้านนิเวศวิทยา ทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลายและตรึงไนโตรเจน สามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอื่นไม่สามารถอยู่ได้ มีการขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว ถ้าอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จะเติบโตและแบ่งเซลล์ได้ใหม่ภายในเวลา 20-30 นาที มีทั้งที่อยู่ตามลำพังเซลล์เดียวและอยู่กันเป็นกลุ่มโคโลนี (Colony) ส่วนประกอบของเซลล์ที่น่าสนใจได้แก่ (ภาพที่ 1-4)

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane หรือ Plasma membrane)

เยื่อหุ้มเซลล์ของโพรคาริโอต มีลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ 2 ชั้น เป็นสารประกอบไลโพโปรตีน (Lipoprotein) ยกเว้นไมโคพลาสมาที่เยื่อหุ้มเซลล์จะไม่มีคอเลสเตอรอลและ

สเตอรอยด์ชนิดอื่นๆ ในโพรคาริโอตที่หายใจแบบใช้ออกซิเจนระบบการถ่ายทอดอิเล็กตรอน จะเกิดที่เยื่อหุ้มเซลล์เช่นเดียวกับเกิดที่คริสตี (Cristae) ของไมโทคอนเดรียในยูคาริโอต ฉะนั้น เยื่อหุ้มเซลล์ของโพรคาริโอตจึงมักจะยื่นเข้าอยู่ภายในไซโทพลาสซึมเป็นช่วงๆ

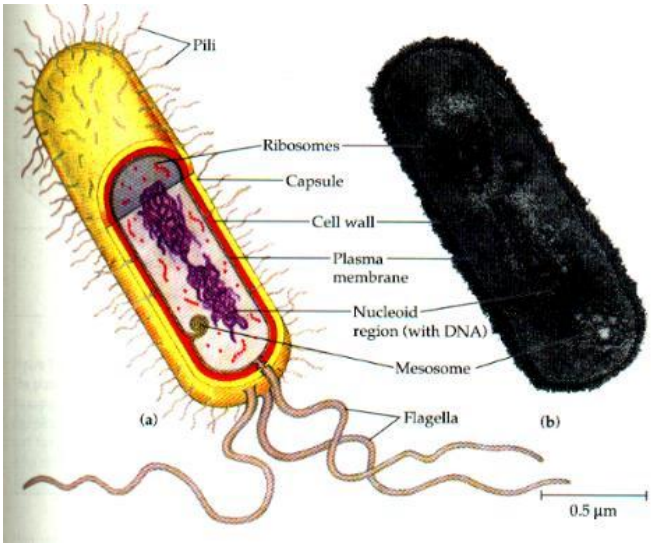
2. ผนังเซลล์ (Cell wall)

โพรคาริโอตส่วนใหญ่มีผนังเซลล์ที่มีลักษณะแข็งแรง แต่บางชนิดยืดหยุ่นได้ ส่วน ไมโคพลาสมาไม่มีผนังเซลล์ สารที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์จะแตกต่างกับผนังเซลล์ของ ยูคาริโอต แม้แต่ในกลุ่มของโพรคาริโอตด้วยกันก็ยังมีความแตกต่างกัน เช่น ในบางพวกมีโมเลกุลของไลโพพอลิแซคคาไรด์ (Lipopolysaccharide) อยู่ในผนังเซลล์ ทำให้ย้อมสีแกรมไม่ติด (Gram-negative) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินผนังเซลล์มีส่วนประกอบของเซลลูโลส

โพรคาริโอตบางชนิดสร้างสารหุ้มผนังเซลล์อีกชั้นหนึ่ง ลักษณะเป็นปลอก (Capsule) หน้าที่ยังไม่ทราบชัดเจน แต่มักพบในกลุ่มของโพรคาริโอตที่ทำให้เกิดโรคติดต่อได้ ทำให้เข้าใจว่าปลอกนี้อาจทำหน้าที่ป้องกันตัวเองจากการถูกเม็ดเลือดขาวกินก็ได้

3. องค์ประกอบภายในเซลล์

เซลล์โพรคาริโอตมีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อหุ้มอยู่ภายในไซโทพลาสซึม ซึ่งมีรูปร่างเช่น เดียวกับที่พบในเซลล์ยูคาริโอต แต่มีขนาดเล็กกว่า เรียกว่า ไรโบโซม (Ribosome) กระจายอยู่ใน ไซโทพลาสซึมเป็นจำนวนมาก จนทำให้ไซโทพลาสซึมมีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆไม่เรียบ นอกจากนั้นในไซโทพลาสซึมยังมีเอนไซม์ โคเอนไซม์ และโมเลกุลของสารอาหาร



ภาพที่ 1-4 ไดอะแกรมแสดงลักษณะของเซลล์โพรคาริโอต
(Campbell. 1993 : 121)

โพรคาริโอตไม่มีนิวเคลียส แต่มีโครโมโซม เพียง 1 เส้น ลักษณะเป็นวง (Circular DNA) ประกอบด้วยสายดีเอ็นเอ (DNA) สองสาย (Double strand) มีส่วนหนึ่งยึดติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ มีโปรตีนเป็นองค์ประกอบด้วยเล็กน้อย นอกจากนั้นยังมีพลาสมิด (Plasmid หรือ Extrachromosomal DNA) เป็นโมเลกุลดีเอ็นเอที่ต่อกันเป็นวงขนาดเล็ก ใน 1 เซลล์มักจะพบ พลาสมิดประมาณ 2-3 อัน กระจายอยู่อย่างอิสระ ในพลาสมิดมีจีนที่ต่อต้านสารปฏิชีวนะต่างๆ ในเวลาที่เซลล์ไปสัมผัสกับสารปฏิชีวนะ จะมีการสร้างพลาสมิดเพิ่มขึ้นหลายอัน

3. มีโซโซม (Mesosome) เป็นส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์ที่ขดตัวกันเป็นก้อนยื่นออกจากบริเวณขอบเซลล์เข้ามาอยู่ในไซโทพลาสซึม พบในพวกโพรคาริโอตที่มีกิจกรรมมาก มีโซโซมมักจะติดอยู่กับโครโมโซมทำให้เข้าใจกันว่าคงจะมีบทบาทสำคัญในการทำให้โครโมโซมแยกออกจากกันเมื่อมีการแบ่งเซลล์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นแหล่งสร้างพลังงานเช่นเดียวกับไมโทคอนเดรียของยูคาริโอต

ในกลุ่มโพรคาริโอตที่สังเคราะห์แสงนั้น การสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นที่เยื่อหุ้มเซลล์ เนื่องจากรงควัตถุ (Pigment) ซึ่งเป็นสารมีสีที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงอยู่ด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ รงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงของพวกโพรคาริโอตมีหลายชนิด เช่น แบคทีริโอ-คลอโรฟิลล์ (Bacteriochlorophyll) คลอโรฟิลล์เอ ไฟโคบิลิน แคโรทีนอยด์ เป็นต้น

4. แส้และพิลัส (Flagellum and pilus)

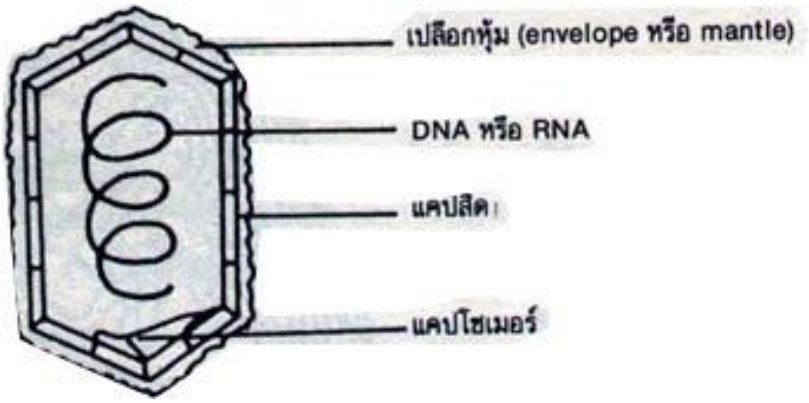
โพรคาริโอตบางชนิดมีแส้ แต่ลักษณะของแส้จะแตกต่างกับแส้ในพวกยูคาริโอต แส้ในโพรคาริโอตมีลักษณะเป็นท่อที่ประกอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนเรียงตัวต่อกันเป็นวง ภายในกลวง โคนของแส้ยังอยู่ที่ผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ โปรตีนที่เป็นส่วนประกอบของแส้คือ แฟลกเจลลิน (Flagellin) ส่วนพิลัสประกอบด้วยโมเลกุลของโปรตีนพิลิน (Pillin) มีลักษณะคล้ายแส้ แต่สั้นและบางกว่า เป็นแท่งแข็งยื่นออกมานอกเซลล์จำนวนมากทำหน้าที่ยึดเซลล์ของแบคทีเรียให้ติดกับแหล่งอาหาร หรือติดกับของเหลวที่มีออกซิเจน หรืออาจใช้ยึดเวลาที่ทำการผสมพันธุ์กัน (Conjugation)

ไวรัสและไวรอยด์

นักวิทยาศาสตร์ชีวภาพ พบว่ามีสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็กอีก 2 ชนิดที่มีลักษณะแตกต่างจากพวกโพรคาริโอตดังกล่าวมาแล้ว คือ ไวรัส (Virus) และไวรอยด์ (Viroid) สิ่งมีชีวิตทั้งสองไม่มีทั้งเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึมเหมือนสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ แต่สามารถเจริญและทวีจำนวนได้ภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเท่านั้น นักวิทยาศาสตร์บางท่านจัดไวรัสไว้ในอาณาจักรหนึ่งต่างหาก คือ อาณาจักรไวรา (Kingdom Vira) ส่วนไวรอยด์ปัจจุบันพบน้อยชนิดมาก และการศึกษายังไม่ละเอียดพอที่จะจัดจำแนกได้

เนื่องจากไวรัสและไวรอยด์ไม่มีทั้งเยื่อหุ้มเซลล์และไซโทพลาซึม จึงไม่ถือว่าเป็นเซลล์ แต่เป็นอนุภาค (Viron) ไวรัสมีขนาดประมาณ 30-300 นาโนเมตร ประกอบด้วยดีเอ็นเอ (DNA) หรือ อาร์เอ็นเอ (RNA) และโปรตีน ส่วนไวรอยด์มีขนาดเล็กกว่าไวรัส และประกอบด้วยอาร์เอ็นเอเพียงอย่างเดียว พบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1971 โดย **ที.โอ.ดีเนอร์** (T.O. Diener) พบว่าไวรอยด์ทำให้เกิดโรคในมันฝรั่งที่ทำให้หัวมันมีขนาดเล็กและยาว นอกจากนี้ไวรอยด์ยังทำให้เกิดโรคในคนและสัตว์อีกด้วย เช่น โรคเรื้อนในแกะ และโรคครีอุทซเฟลด-จาคอบ (Creutzfeld-Jacob) ในคน เป็นต้น

ไวรัส (ดูภาพที่ 1-5) ประกอบด้วย ดีเอ็นเอ หรือ อาร์เอ็นเอ ชนิดใดชนิดหนึ่ง และมีโปรตีน เรียกว่า แคปสิด (Capsid) ห่อหุ้มโดยรอบ รวมเรียกว่า นิวคลีโอแคปสิด (Nucleocapsid)
ดีเอ็นเอ หรือ อาร์เอ็นเอ นี้ อาจเป็นชนิดสายคู่ (Double stand) หรือสายเดี่ยว (Single stand) ก็ได้ ส่วนแคปสิดประกอบด้วยหน่วยย่อยที่เรียกว่าแคปโซเมอร์ (Capsomer) ในไวรัสบางชนิดพบว่ามีสารพวกลิพิดหรือไลโพโปรตีนหุ้มอยู่รอบนอกของแคปสิดอีกชั้นหนึ่ง เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคหัดเยอรมัน (Rubella virus)



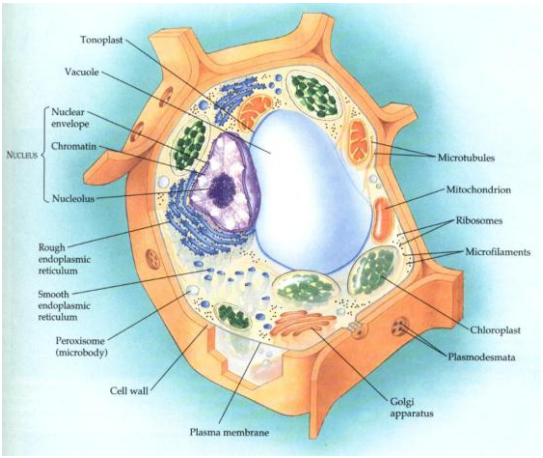
ภาพที่ 1-5 แผนภาพแสดงส่วนประกอบของไวรัส (ทบวงมหาวิทยาลัย. 230 : 130)

นอกจากส่วนประกอบดังกล่าวแล้ว ไวรัสส่วนใหญ่จะไม่มีองค์ประกอบอื่นอีกเลย ไวรัสบางชนิดเท่านั้นที่พบว่ามีเอนไซม์ที่ช่วยจำลองกรดนิวคลีอิกเมื่อไวรัสนั้นเพิ่มจำนวน การเพิ่มจำนวนของไวรัสจึงต้องอาศัยเอนไซม์และเมแทบอไลต์ทั้งหมดจากเซลล์ที่ไวรัสอาศัยอยู่เพื่อใช้จำลองกรดนิวคลีอิกของตัวไวรัสเองและเพื่อสร้างโปรตีนมาเป็นแคปสิด จากนั้นโปรตีนที่สร้างขึ้นจะไปหุ้มกรดนิวคลีอิกที่สร้างใหม่จะกลายเป็นไวรัสใหม่ที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมากมายอยู่ภายในเซลล์ที่ไวรัสอาศัยอยู่ ดังนั้น ไวรัสจึงมีการสืบพันธุ์โดยการเพิ่มจำนวนที่เหมือนตัวเดิมทุกประการ ซึ่งเทียบได้กับการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ และไม่มีกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ไวรัสเพิ่มจำนวนได้เฉพาะภายในเซลล์ของสิ่งมีชีวิตอื่นเท่านั้น

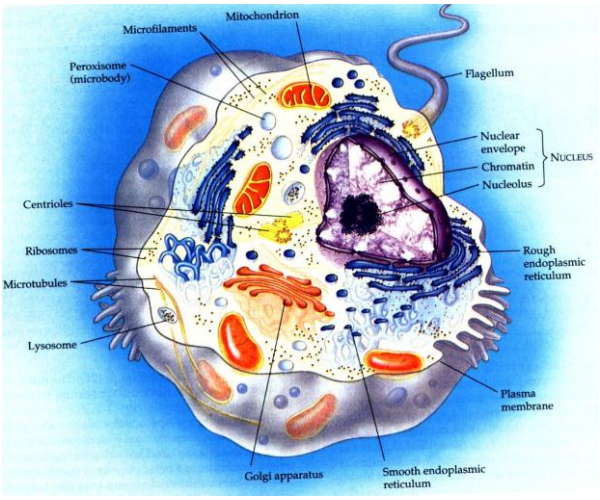
เซลล์ยูคาริโอต

เซลล์ยูคาริโอตมีความแตกต่างกันทั้งรูปร่างและขนาด รูปร่างแตกต่างกันหลายแบบ เช่น รูปร่างกลม หรือเป็นแผ่นกลม รูปไข่ เหลี่ยมหรือยาว บางชนิดมีแขนงยาว บางชนิดเปลี่ยนรูปร่างได้ บางชนิดมีชีวิตอยู่ได้ตามลำพัง เซลล์เดียวหรืออาจอยู่เป็นโคโลนี และบางชนิดเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ แต่ทุกเซลล์ไม่ว่าจะเป็นเซลล์ชนิดใด ก็จะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ คือ เยื่อหุ้มเซลล์ นิวเคลียส และไซโทพลาสซึม (ภาพที่ 1 – 6)

ก.



ข.



ภาพที่ 1-6 ภาพส่วนตัดแสดงโครงสร้างของเซลล์ยูคาริโอตโดยทั่วไป

ก. เซลล์พืช ข. เซลล์สัตว์ (Campbell. 1993 : 124-125)

1. เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane หรือ Cell membrane) เป็นส่วนที่สำคัญของเซลล์ อยู่ชั้นนอกของเซลล์ ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทั้งในด้านรูปร่างและหน้าที่มาตั้งแต่ต้นศตวรรษที่ 19 แต่เนื่องจากเยื่อหุ้มเซลล์มีความบางมาก การศึกษาโดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงธรรมดาไม่ช่วยให้ทราบรายละเอียดมากนัก ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน และมักต้องใช้การศึกษาด้านชีวเคมีร่วมด้วย (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2540 : 48) พบว่าเยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยชั้นของลิพิด 2 ชั้น มีโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตแทรกอยู่ระหว่างโมเลกุลของไขมัน

ทำหน้าที่ห่อหุ้มเซลล์ แบ่งขอบเขตของเซลล์ และควบคุมการผ่านเข้าออกของสาร

2. ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)

เป็นสารกึ่งเหลวอยู่ระหว่างเยื่อหุ้มเซลล์กับเยื่อหุ้มนิวเคลียส ประกอบด้วยน้ำประมาณ ร้อยละ 70 นอกจากนั้นเป็นโมเลกุลหรือไอออนของสารต่างๆ มีการไหลเวียนทำให้เกิดการ แลกเปลี่ยนสารลักษณะคล้ายเยลลี่ ภายในไซโทพลาสซึมจะมีโครงสร้างที่เรียกว่า ออร์แกเนลล์ (Organelle) อยู่มากมาย ออร์แกเนลล์เหล่านี้มีเยื่อหุ้มลักษณะเหมือนเยื่อหุ้มเซลล์ สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวมีออร์แกเนลล์ที่ทำหน้าที่ต่างๆ ได้ครบถ้วน

เพื่อให้เซลล์ดำรงชีวิตอยู่ได้ แต่เซลล์ที่เป็น องค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ จะทำหน้าที่แตกต่างกัน (Specialization) เป็นเหตุให้เซลล์ที่เป็นองค์ประกอบของอวัยวะแต่ละส่วนมีออร์แกเนลล์ภายในเซลล์มากน้อยไม่เท่ากัน และมีไม่ครบทุกชนิด การที่แต่ละเซลล์มีออร์แกเนลล์ไม่ครบจึงเป็นผลดีในการที่จะดำรงชีวิตได้ดีกว่าเซลล์ที่มีออร์แกเนลล์ครบถ้วน และทำหน้าที่ทุกอย่าง ยิ่งไปกว่านั้นออร์แกเนลล์ของแต่ละเซลล์ก็มีจำนวนไม่คงที่ เปลี่ยนไปตามกิจกรรมของเซลล์นั้นๆ ออร์แกเนลล์ที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ ไม่ใช่ออร์แกเนลล์ที่มาจากเซลล์เดียว แต่เป็นออร์แกเนลล์ที่พบโดยทั่วๆ ไป บางชนิดพบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ บางชนิดพบเฉพาะในเซลล์พืชหรือสัตว์อย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ดังนี้

2.1 ไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) พบในเซลล์ทุกเซลล์ ถ้าดูจากกล้องจุลทรรศน์ธรรมดาจะเห็นว่าไมโทคอนเดรียมีขนาดเล็กมาก อาจเป็นจุดกลมหรือรี หรือเป็นแท่งที่รูปร่างไม่แน่นอน ขนาดของไมโทคอนเดรียจะมีขนาดระหว่าง 0.2-5 ไมครอน เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนจะเห็นรูปร่างเป็นแท่งคล้ายไส้กรอก ประกอบด้วยเยื่อหุ้ม 2 ชั้น เยื่อชั้นในจะยื่นเข้าไปข้างในเป็นแผ่น หรือท่อที่เรียกว่า คริสตี (Cristae) ภายในมีเอนไซม์หลายชนิดซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาการหายใจ ด้านในของคริสตีจะเห็นลักษณะที่เป็นเม็ดกลมเล็กๆ ติดอยู่ตลอด เม็ดกลม ๆ นี้เรียกว่า ไมเซลล์ (Micelle) ไมโทคอนเดรียเป็นศูนย์กลางการหายใจของเซลล์ เนื่องจากเป็นแหล่งสร้างพลังงานซึ่งอยู่ในรูปของสารเคมีที่มีชื่อเรียกว่า อะดีโนซีนไทรฟอสเฟต (Adenosine tri phosphate เรียกย่อ ๆ ว่า ATP) ของเซลล์ จำนวนไมโทคอนเดรียจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชนิดและหน้าที่ของเซลล์ ความต้องการพลังงานของเซลล์

2.2 เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม (Endoplasmic reticulum) สามารถมองเห็นได้เมื่อใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงๆ เท่านั้น มีรูปร่างขดพับไปมา ลักษณะคล้ายท่อเล็กๆ มีแขนงมากมาย บางบริเวณจะพองออกเป็นถุงแบนๆ มีเยื่อหุ้มเชื่อมติดต่อกับเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มนิวเคลียสด้วย

เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัมที่พบในเซลล์แบ่งเป็น 2 ชนิดคือชนิดที่ 1 เป็น เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ที่มีไรโบโซมเกาะติดอยู่ เรียกว่า เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ชนิดไม่เรียบ (Rough endoplasmic reticulum) พบมากในเซลล์ที่สังเคราะห์โปรตีนหรือน้ำย่อยต่างๆ เช่น เซลล์ในตับอ่อน ชนิดที่ 2 เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ที่ไม่มีไรโบโซมเกาะอยู่ เรียกว่า เอนโดพลาสมิก
เรทิคิวลัม ชนิดเรียบ (Smooth endoplasmic reticulum) มักพบในเซลล์ซึ่งทำหน้าที่เกี่ยวกับการขับสารพวกสเตอรอยด์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นฮอร์โมน เช่น พบในเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์ของต่อมหมวกไต ในเซลล์ของตับทำหน้าที่เกี่ยวกับการขนส่งไกลโคเจนและน้ำตาลกูลโคส

ผนังของเอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ยอมให้โปรตีน เอนไซม์ ลิพิด และสารประกอบ บางชนิดซึมผ่านได้ เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม ยังทำหน้าที่ร่วมกับ โกลจิ คอมเพลกซ์ ในการสังเคราะห์และขับสารพวกไกลโคโปรตีน หน้าที่อีก ประการหนึ่งของ เอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม คือ รวบรวมของเสียภายในเซลล์ส่งออกนอกตัวเซลล์ โดยวิธีที่เรียกว่า เอกโซไซโทซิส (Exocytosis)

2.3 ไรโบโซม (Ribosome) เป็นออร์แกเนลล์ที่มีรูปทรงกลม หรือรูปไข่ มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 150 - 250 ไมครอน ไรโบโซมอาจพบอยู่ในไซโทพลาซึม ได้ 3 แบบ

แบบที่ 1 กระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึม พวกนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีน

แบบที่ 2 อยู่ในไซโทพลาสซึม เรียงแถวเป็นกระจุกหรือเป็นวงเรียกว่า พอลิโซม (Polysome)

แบบที่ 3 พบบนเยื่อเอนโดพลาสมิค เรทิคิวลัม บนเยื่อหุ้มนิวเคลียสหรือออร์แกเนลล์อื่น

พอลิโซมสังเคราะห์โปรตีนใช้ในไซโทพลาสซึม ส่วนไรโบโซมที่เยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนใช้ในนิวเคลียส และที่พบบนเอนโดพลาสมิค เรทิคิวลัม ชนิดไม่เรียบ มักจะสังเคราะห์โปรตีนที่จะต้องขับออกจากเซลล์ไปใช้ที่อื่น

2.4 โกลจิ บอดี (Golgi bodies) หรือ โกลจิ คอมเพลกซ์ (Golgi complex) หรือ โกลจิ แอพพาราตัส (Golgi apparatus) ตำแหน่งของโกลจิ บอดีในเซลล์สัตว์มักจะอยู่ใกล้กับนิวเคลียส ส่วนในเซลล์พืช เซลล์สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง พวกโพรทิสต์ และพวกเห็ดรา โกลจิ บอดีจะกระจายอยู่ทั่วไปในไซโทพลาสซึม และมีจำนวนมาก บางครั้งเรียกว่า ดิกไทโอโซม (Dictyosome)

โกลจิ บอดี ประกอบด้วยถุงปลายปิดแบนๆ ซ้อนกันหลายๆ ชั้นคล้ายจานซ้อนเรียงกันเป็นตั้งอาจเห็นเป็น 5 - 8 ชั้นได้ ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่ เรียกว่า ซิสเทอร์นา (Cisterna)

โกลจิ บอดี ทำหน้าที่เกี่ยวกับการบรรจุและขนส่งสาร โดยรับเอาสารที่สร้างจาก ไรโบโซมผ่านมาทางเอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัม แล้วนำมาสร้างเป็นสารโมเลกุลใหญ่ที่จะส่งไปยังส่วนอื่นๆ ภายในเซลล์หรือส่งออกนอกเซลล์ เช่น รวมลิพิดกับโปรตีน เป็นไลโพโปรตีน (Lipoprotein) ส่ง ไปที่เยื่อหุ้มเซลล์หรือรวมคาร์โบไฮเดรตเข้าด้วยกันเป็นพอลิแซคคาไรด์ (Polysaccharide) เมื่อจัดการสร้างโมเลกุลใหญ่เสร็จเรียบร้อยแล้วก็จะบรรจุเป็นถุงเล็กๆ เคลื่อนที่ไปยังเยื่อหุ้มเซลล์หรือไปยังส่วนต่างๆ ของเซลล์ สารเหล่านี้อาจเป็นฮอร์โมน หรือเอนไซม์ ในเซลล์พืช โกลจิบอดี เป็นตัวนำสารต่างๆ ที่ใช้ในการสร้างผนังเซลล์ไปยังบริเวณแนวกลางเซลล์ขณะที่มีการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างผนังเซลล์ขึ้นใหม่

2.5 ไลโซโซม (Lysosome) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบเฉพาะในเซลล์สัตว์มีรูปทรงกลมขนาดเล็กกว่าไมโทคอนเดรียและมีเยื่อหุ้มโดยรอบ ต่างจากไมโทคอนเดรียตรงที่มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว (ภาพที่ 1-20) ไลโซโซมทำหน้าที่เป็นถุงเก็บสะสมสารพวกไฮโดรไลติกเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยสารอินทรีย์ต่างๆ นอกจากนี้ ไลโซโซมอาจทำหน้าที่ย่อยส่วนของเซลล์ที่ได้รับความเสียหาย หรือพวกอนุภาคแปลกปลอมที่เข้ามาภายในเซลล์ หรือทำลายเซลล์ที่มีอายุมาก

2.6 เพอรอกซิโซม (Peroxisome) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบในสัตว์ มีลักษณะเป็นถุงกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.5 ไมครอน มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว ภายในมีเอนไซม์ที่เร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งมีชื่อว่า เปอร์ออกซิเดส (Peroxidase)

2.7 ไกลออกซิโซม (Glyoxisome) พบในเซลล์พืชที่มีไขมันมาก มีลักษณะเป็นถุงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10 ไมครอน ภายในมีเอนไซม์ที่ใช้ในการสังเคราะห์ไกลออกซาเลต (Glyoxalate) ซึ่งเป็นสารที่จำเป็นในการสลายตัวของไขมัน

2.8 แวคิวโอล (Vacuole) พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ แต่มีลักษณะไม่เหมือนกัน กล่าวคือ ในเซลล์พืชเมื่อเซลล์ยังโตไม่เต็มที่ แวคิวโอลจะมีหลายอันและแต่ละอันจะมีขนาดเล็ก เมื่อเซลล์โต

เต็มที่ แวคิวโอลเล็กๆ เหล่านี้จะมารวมเป็นอันเดียวที่มีขนาดใหญ่ อยู่บริเวณกลางเซลล์ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณร้อยละ 90 ของเซลล์ มีเยื่อหุ้มชั้นเดียว

ภายในแวคิวโอลส่วนใหญ่เป็นน้ำ นอกจากนั้นอาจมีรงควัตถุละลายอยู่ มีผลึกของเกลือแร่ เช่น แคลเซียมออกซาเลต (Calcium oxalate) ทำหน้าที่เก็บอาหาร เช่น น้ำตาล หรือสารอื่นที่เซลล์ยังไม่ใช้ ของเหลวที่อยู่ภายในแวคิวโอลของพืช มักจะเรียกกันว่า เซลล์ แซ็พ (Cell sap) เมื่อเซลล์ตาย เยื่อที่หุ้มแวคิวโอลมักจะสลายตัวเร็ว

ในเซลล์สัตว์แวคิวโอลมีขนาดเล็กและมักจะพบในสัตว์เซลล์เดียว พวกที่มีชีวิตตามลำพังที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดมีแวคิวโอล 2 ชนิด ชนิดหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำภายในเซลล์ เรียกว่า

คอนแทรคไทล์ แวคิวโอล (Contractile vacole) อีกชนิดหนึ่งเกิดจากการกินอาหารของเซลล์

เรียกว่า ฟู้ด แวคิวโอล (Food vacule)

2.9 ไมโครทิวบูล (Microtubule) เป็นเส้นใยโปรตีนลักษณะเป็นท่อกลวง มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20-25 นาโนเมตร มีความยาวต่างๆ กัน พบในไซโทพลาสซึมทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ ทำหน้าที่เป็นโครงร่างของเซลล์ การเคลื่อนไหวของเซลล์ เพราะเป็นส่วนประกอบของซิเลียและแฟลเจลลัม นอกจากนี้ยังเป็นส่วนประกอบของเซนตริโอลและเส้นใยสปินเดิล ซึ่งพบในเซลล์ที่กำลังแบ่งตัว

2.10 ไมโครฟิลาเมนท์ (Microfilament) มีโครงสร้างเป็นท่อบางๆ ขนาดเล็กกว่าไมโครทิวบูล เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2-6 นาโนเมตร มักจะเกิดอยู่รวมกันเป็นมัดๆ พบใน ไซโทพลาสซึมของเซลล์โดยทั่วไป มีหน้าที่เกี่ยวกับการไหลเวียนของไซโทพลาสซึมภายในเซลล์ การเคลื่อนไหวของเซลล์แบบอะมีบอยด์ และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์แบบที่ใช้การหดและยืดของเซลล์

2.11 เซนตริโอล (Centriole) พบในเซลล์ของสัตว์และพืชชั้นต่ำ มีลักษณะเป็นท่อกลวง ขนาดความยาวประมาณ 300 - 500 มิลลิไมครอน และมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 150 ไมครอน ปลายท่อด้านหนึ่งปิด ปลายอีกด้านหนึ่งเปิด เซนตริโอลทั้งสองมักจะจัดเรียงตัวในสภาพที่ท่อหนึ่งตั้งได้ฉากกับอีกท่อหนึ่งเสมอ เซนตริโอลประกอบด้วยไมโครทิวบูล เรียงกันอยู่ 9 กลุ่มๆ ละ 3 ท่อ มีสูตรการเรียงเป็น 9 + 0 ส่วนที่เป็น 9 คือจำนวนกลุ่มที่มีท่อเล็กๆ และ 0 คือจำนวนของท่อที่อยู่ตรงกลาง ซึ่งในกรณีนี้ไม่มีท่อตรงกลาง ก่อนที่เซลล์จะแบ่งตัวเซนตริโอลจะจำลองตัวเอง ทั้งนี้เพื่อให้เซลล์ที่เกิดใหม่ได้รับเซนตริโอลด้วย

หน้าที่ของเซนตริโอลมี 2 ประการ คือ 1) สร้างสายใยสปินเดิล ซึ่งจะทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของโครโมโซมในขณะที่เซลล์กำลังแบ่งตัว ในเซลล์พืชจะมีบริเวณใสอยู่ 2 แห่ง เรียกว่า โพลาร์แคป (Polar cap) ทำหน้าที่คล้ายเซนตริโอล และ 2) ทำหน้าที่เป็นเบซัลบอดี (Basal body) ซึ่งสร้างและควบคุมการทำงานของซิเลียและแฟลเจลลัม

2.12 เบซัล บอดี (Basal body) สร้างจากเซนตริโอล จึงพบอยู่ที่ฐานของซิเลียและแฟลกเจลลัม มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอก ประกอบด้วยไมโครทิวบูล 9 ชุดเรียงตัวเป็นวง แต่ละชุดประกอบด้วยไมโครทิวบูล 3 ท่อ (เรียงตัวเหมือนเซนตริโอลเป็น 9+0)

2.13 พลาสติด (Plastid) เป็นออร์แกเนลล์ที่พบในเซลล์พืชและสาหร่าย (ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) พลาสติดมีขนาดและรูปร่างต่างกัน โดยทั่วไปพลาสติดแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ๆ คือ

- พลาสติดไม่มีสีหรือสีขาว เรียกว่า ลิวโคพลาสต์ (Leucoplast) ทำหน้าที่สะสมเม็ดแป้งที่สังเคราะห์ขึ้นมาเอง อีกทั้งยังสะสมน้ำมันและโปรตีน พบในเนื้อเยื่อส่วนที่ไม่ถูกแสงหรือบริเวณใบพืชที่มีสีด่าง

- พลาสติดมีสีทำให้พืชมีสีต่างๆ เพราะมีรงควัตถุอยู่ภายใน อาจแบ่งตามชนิดของรงควัตถุที่มีอยู่ได้ 2 ชนิด คือ พลาสติดที่มีสีเขียวของคลอโรฟิลล์ เรียกว่า คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) และพลาสติดที่มี แคโรทีนอยด์ (Carotenoid) ซึ่งให้สีเหลือง ส้ม และ แดง เรียกว่า โครโมพลาสต์ (Choromoplast)

3. นิวเคลียส (Nucleus)

นิวเคลียสเป็นศูนย์กลางของการควบคุมกิจกรรมต่างๆ ของเซลล์ มีโครงสร้างที่สำคัญดังนี้

3.1 เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane หรือ Nuclear envelope) เป็นเยื่อที่หุ้มรอบนิวเคลียสมีคุณสมบัติกึ่งซึม เยื่อหุ้มนี้คล้ายกับเยื่อหุ้มเซลล์มี 2 ชั้น ชั้นนอกจะมีไรโบโซมเกาะอยู่ ไรโบโซมเหล่านี้ทำหน้าที่สังเคราะห์โปรตีนด้วย พบว่าบางส่วนของเยื่อหุ้มนิวเคลียสมีการ ติดต่อกับเอนโดพลาสมิก เรทิคิวลัมชนิดไม่เรียบ และบริเวณผิวของเยื่อหุ้มมีรูเล็กๆ (Nuclear pore) กระจายอยู่ทั่วไป เรียกรูเหล่านี้ว่า แอนนูไล (Annuli) เป็นช่องติดต่อกันระหว่างไซโทพลาสซึมกับของเหลวภายในนิวเคลียส การผ่านเข้าออกของสารระหว่างนิวเคลียสกับไซโทพลาสซึมจะต้องผ่านรูนี้

3.2 นิวคลีโอลัส (Nucleolus) เป็นส่วนที่มีรูปร่างกลมไม่มีเยื่อหุ้ม อาจมีเพียงหนึ่งหรือหลายอันก็ได้ ถูกสร้างขึ้นโดยโครโมโซม เห็นชัดในขณะที่เซลล์ไม่ได้ทำการแบ่งเซลล์ (ดู รายละเอียดหัวข้อที่ 1.2.2) แต่ถ้าในระหว่างการแบ่งเซลล์นิวคลีโอลัสจะหายไป ดังนั้นโครโมโซมของเซลล์ใหม่จะสร้างนิวคลีโอลัสขึ้นมาเอง นิวคลีโอลัสเป็นที่สะสมของอาร์เอ็นเอ และเป็นแหล่งสังเคราะห์ไรโบโซม

3.3 โครโมโซม (Chromosome) เมื่อย้อมสีนิวเคลียสจะพบว่าประกอบด้วยเส้นใยเล็กๆ ซึ่งเป็นสารนิวคลีโอโปรตีนที่เรียกว่า โครมาติน (Chromatin) ขดไปมาเหมือนลวดสปริงและพันกันอยู่เป็นกลุ่ม เมื่อนิวเคลียสจะแบ่งตัวโครมาตินจะเพิ่มเป็นสองเท่าและขดแน่นมากขึ้น เรียกว่า โครโมโซม (Chromosome) แต่ละโครโมโซมประกอบด้วยหน่วยที่เหมือนกันสองส่วน เรียกว่า โครมาติด (Chromatid) ซึ่งจะเชื่อมต่อกันตรงส่วนที่เรียกว่า เซนโทรเมียร์ (Centromere)

3.4 นิวคลีโอพลาสซึม (Nucleoplasm) เป็นของเหลวที่อยู่ในนิวเคลียส

4. สารหุ้มเซลล์ (Cell coat)

ถัดจากเยื่อหุ้มเซลล์ออกมาข้างนอก มักจะมีสารซึ่งสร้างจากภายในเซลล์ แล้วถูกขับมาหุ้มเซลล์อีกชั้นหนึ่ง สารที่ออกมาหุ้มเซลล์นี้จะแตกต่างกันระหว่างเซลล์พืชและสัตว์ ในเซลล์สัตว์ สารที่หุ้มเซลล์ส่วนใหญ่เป็นโปรตีนและพอลิแซคคาไรด์ เป็นชั้นบางๆ ทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดกันในเนื้อเยื่อบางชนิด ระหว่างเซลล์อาจเห็นชั้นของสารหุ้มเซลล์หนาขึ้น ซึ่งเกิดจากมีเส้นใยโปรตีนคอลลาเจน (Collagen) รวมอยู่ด้วย

ในเซลล์ของสาหร่ายและเซลล์พืช สารหุ้มเซลล์จะแข็ง เพราะส่วนใหญ่เป็นสารเซลลูโลสซึ่งเป็นพอลิแซคคาไรด์ ส่วนผนังที่หุ้มเซลล์พืช เรียกว่า ผนังเซลล์ (Cell wall) การเกิดผนังเซลล์ เริ่มจากเซลล์ที่มีการแบ่งตัว โกลจิ บอดี้ จะนำสารเพกตินและพอลิแซคคาไรด์อื่นๆ มาสะสมบริเวณแนวกลางเซลล์ ทำให้ดูทึบที่เรียกว่า แผ่นกั้นเซลล์ (Cell plate) บริเวณที่สารเหล่านี้มาสะสมจะขยายออกไปจนจรดเยื่อหุ้มเซลล์

ทำหน้าที่ยึดระหว่างเซลล์ที่เกิดใหม่ เรียกว่า มิดเดิล ลาเมลลา (Middle lamella) หลังจากนั้นสารพวกเซลลูโลสจะเข้ามาสะสมทั้งสองด้านของมิดเดิลลาเมลลา กลายเป็นผนังเซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell wall) ลักษณะการเรียงตัวของเซลลูโลสในผนังเซลล์ปฐมภูมิยังเปิดโอกาสให้เซลล์มีการเจริญเติบโตได้

นอกจากนี้เซลล์บางชนิดมีซิเลียและแฟลกเจลลัม (Cilia and flagellum) รูปร่างเป็นแท่งทรงกระบอก มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.2 ไมครอน โครงสร้างของซิเลียและแฟลกเจลลัมไม่แตกต่างกันคือ ประกอบด้วยชุดของไมโครทิวบูล 9 ชุด แต่ละชุดประกอบด้วย ไมโครทิวบูล 2 ท่อ ทั้ง 9 ชุด เรียงตัวเป็นวงรอบนอก ส่วนไมโครทิวบูลที่อยู่เป็นเส้นเดี่ยวจะอยู่ตรงกลางอีก 2 ท่อ (ลักษณะ 9+2) ซิเลียมีขนาดสั้นประมาณ 10 ไมครอน และมีจำนวนมาก ส่วน แฟลกเจลลัมมีขนาดยาวกว่า คือ อาจยาวได้ถึง 150 ไมครอน และมีจำนวนน้อย อาจมีเพียงเซลล์ละ 2 - 3 เส้นเท่านั้น ในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว ซิเลียและแฟลกเจลลัมจะทำหน้าที่ช่วยในการเคลื่อนที่ (ทั้งนี้รวมทั้งแฟลกเจลลัมและสเปิร์มของพืชและตัวอสุจิของสัตว์ด้วย) ในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เช่น คน ซิเลียที่พบในเซลล์บุผนังในหลอดลมจะทำหน้าที่เหมือนพัดโบกในจังหวะและทิศทางเดียวกัน ทำให้เกิดการไหลของเมือกที่ผิวเซลล์และพัดพาเอาสิ่งแปลกปลอมที่หลุดเข้ามาในหลอดลมออกไป

การเคลื่อนไหวของซิเลียเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวจะเป็นแบบแกว่งคล้ายไม้พาย แต่ที่พบในสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์นั้นจะมีการเคลื่อนไหวแบบเป็นคลื่นเสมอ

นอกจากโครงสร้างที่กล่าวมาแล้ว เซลล์บางชนิดอาจมีโครงสร้างพิเศษอื่นๆ อีก ได้แก่ อินคลูชัน (Inclusion) พบทั้งในเซลล์พืชและเซลล์สัตว์ อินคลูชันที่พบในเซลล์สัตว์อยู่ในรูปกรานูลที่สะสมสารหรือโปรตีนที่จะขับออก หรืออยู่ในรูปของหยดน้ำมันเล็กๆ หรือเป็นผลึกต่างๆ เช่น ไซโมเจนกรานูลในเซลล์ของตับอ่อน เมือกในเยื่อบุผนังลำไส้ รงควัตถุสีดำ (Melanin) ซึ่งเป็นสีของผิว ผมและตาสีดำในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม หรือพบไกลโคเจนกรานูลซึ่งเป็นอาหารสะสมของตับ ลิพิดจะพบในเซลล์ไขมันและผลึกของฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดง ส่วนอินคลูชันในเซลล์พืชอาจพบในรูปของเม็ดแป้ง (Strach grain) ซึ่งสะสมไว้ในพลาสติดทั้งชนิดไม่มีสีและชนิดที่มีสีเขียว หรืออาจพบในรูปผลึกสารอนินทรีย์ที่พืชสะสมไว้ในเซลล์ ส่วนใหญ่เป็นผลึกของแคลเซียม สำหรับอินคลูชันอื่นๆ ที่พบ ได้แก่ กลูเต้น (Gluten) และอะลิวโรน (Areurone) เป็นเม็ดโปรตีนที่สะสมในเซลล์ของเมล็ดพืช แทนนิน (Tannin) เรซิน (Resin) กัม (Gum) และมิวซิเลจ (Mucilage) เชื่อว่าสารดังกล่าวเป็นของเสียที่เกิดจากปฏิกิริยาทางสรีรวิทยาของเซลล์พืช และอาจทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เซลล์พืชแห้ง หรือเน่าเปื่อย หรือถูกสัตว์ต่างๆ แม้กระทั่งเชื้อราทำลาย

1.2.3 เซลล์พืช สัตว์ และจุลินทรีย์

ความแตกต่างระหว่างเซลล์พืชกับเซลล์สัตว์

รูปพรรณสัณฐาน (Morphology)

1. เซลล์พืชทั่วๆ ไปมีผนังเซลล์ (Cell wall) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารพวกเซลลูโลสและ Pectic substance ไม่มีชีวิตอยู่และแข็ง อยู่ล้อมรอบเยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) อีกทีหนึ่ง

2. ในไซโตปลาสซึมของเซลล์พืชส่วนใหญ่มี Plastid โดยเฉพาะ Chloroplast ซึ่งเป็นแหล่งทำการสังเคราะห์แสง และมีแวคิวโอดขนาดใหญ่มาก ส่วนในเซลสัตว์ไม่มีสิ่งดังกล่าวหรือถ้ามีแวคิวโอล ก็จะมีขนาดเล็ก

3. เซลล์สัตว์มีเซนตริโอลแต่เซลล์พืชส่วนใหญ่ไม่มี (นอกจากพืชชั้นต่ำบางชนิดที่มีซิเลีย หรือแฟลกเจลลัม

4. เซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดของพืชเซลล์เดียว มีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่เล็กที่สุดของสัตว์เซลล์เดียว แต่ขนาดใหญ่ที่สุดของเซลสัตว์ใหญ่กว่าขนาดใหญ่ที่สุดของเซลล์พืช อย่างไรก็ตามเซลล์ทั่วๆ ไปทั้งในพืชและสัตว์ต่างก็มีขนาดพอๆ กัน

สรีรวิทยา (Physiology)

ผนังเซลล์ของเซลล์พืชแข็ง จะช่วยกันป้องกันสิ่งต่าง ๆ ที่อยู่ภายในเซลล์ให้คงรูปร่างอยู่ได้ไม่กระจัดกระจายไป และการดูดน้ำเข้าไปในเซลล์ซึ่งเกิดจาก osmotic pressure อย่างแรงของโปรโตปลาสซึมทำให้เซลล์พืชพองโตเต่งตึงอย่างที่เรียกว่า Turgid อนึ่ง เซลล์พืชนี้สามารถสร้างอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีน ขึ้นได้จากอนินทรียสารง่าย ๆ (Simple inorganic compound) ส่วนเซลสัตว์มักจะไม่มีปรากฏการณ์ดังกล่าว

การสืบพันธุ์ (Reproduction)

1. เซลล์ของพืชชั้นสูง คือ พวกพืชมีดอก (Flowering plant) ไม่มี centrosome แต่เซลล์สัตว์มี

2. การแบ่งนิวเคลียสแบบ mitosis และ meiosis ระยะ telophase ของเซลล์พืช จะมี Cell plate เกิดขึ้นตรงกลางเซลล์ แต่ในเซลล์สัตว์ไม่มี

เปรียบเทียบ EUKAARYOTIC กับ PROKARYOTIC CELL

เซลล์มีโครงสร้างต่าง ๆ ดังกล่าวมาตั้งแต่ต้นนั้น เป็นพวกที่เรียกว่า Eukaryotic cell (Gr. eus= ดีแล้ว + karyon = นิวเคลียส) แต่ยังมีเซลล์อีกพวกหนึ่งเรียกว่า Prokaryotic cell (Gr. pro= ก่อน + karyon = นิวเคลียส) ซึ่งเป็นเซลล์ที่มีโครงสร้างต่างๆ ไม่สมบูรณ์ และนับว่าเป็นเซลล์แรกเริ่มหรือโบราณ (Primitive) ของสิ่งมีชีวิตที่เพิ่งวิวัฒนาการมาจากสิ่งมีชีวิตที่ไม่ได้เป็นเซลล์ก็ได้ เซลล์พวกนี้ได้แก่ บักเตรี (Bacteria) และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae)ทั้งหมดและตาราง

ลักษณะ	Eukaryetic cell	Prokaryotic cell
1. เยื่อหุ้มนิวเคลียส	มี	ไม่มี
2. โครโมโซม	ประกอบขึ้นด้วยกรดนิวคลีอิกและโปรตีน	ประกอบขึ้นด้วยกรดนิวคลีอิกเท่านั้น
3. Photosynthetic apparatus	ถ้ามีคลอโรฟิล จะอยู่ในเม็ด chloroplast	ถ้ามีคลอโรฟิล จะไม่อยู่ในเม็ด chloroplast
4. Mitcchondrion Golgibody Endoplasmic reticulum และอื่นๆ	มี	ไม่มี
5. Flagellum	ประกอบด้วยเส้นใย 9 กลุ่ม เป็น วงรอบ แล้วมีตรงกลางอีก 2 กลุ่ม (9-2 fibrillar structure)	ไม่มี
6. Cytoplasmic streaming หรือ Amoeboid movcment	มี	ไม่มี
7. ผนังเซลล์ (Cell wail)	ไม่มี muramic acid (ซึ่งเป็นกรดอมิโนชนิดหนึ่ง)	มี muramic acid อยู่

1.2.4 การแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส และไมโอซิส

การแบ่งเซลล์

จากทฤษฎีเซลล์ทำให้เราทราบว่าสิ่งมีชีวิตต่างก็ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ ซึ่งมีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ อย่างไรก็ตามสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ ถึงแม้จะประกอบด้วยเซลล์จำนวนมาก แต่ก็เจริญมาจากเซลล์เพียงเซลล์เดียว คือ มาจากไซโกตซึ่งเป็นเอ็มบริโอ (Embryo) ระยะเซลล์เดียว นั่นเอง ส่วนไซโกตได้มาจากการปฏิสนธิ (Fertilization) ของไข่และตัวอสุจิซึ่งเป็นเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียและเพศผู้ตามลำดับ แต่เซลล์ใหม่ของเซลล์สืบพันธุ์รวมทั้งสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวเซลล์ใหม่เป็นผลที่ได้มาจากการแบ่งเซลล์ของเซลล์เดิมที่มีอยู่ก่อนแล้ว

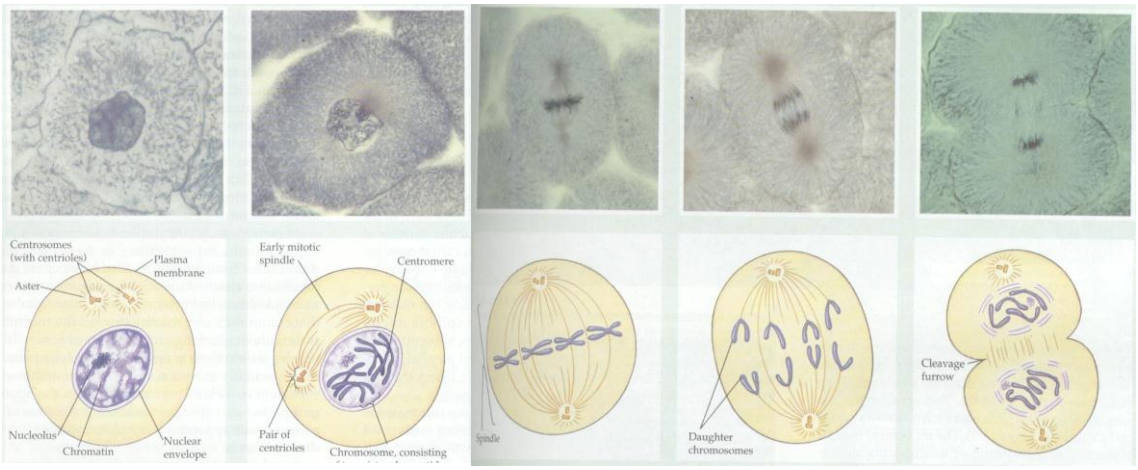
การแบ่งเซลล์ (Cell division) ของสิ่งมีชีวิตพวกยูคาริโอต รวมทั้งมนุษย์ประกอบด้วยกระบวนการ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การแบ่งนิวเคลียส (Karyokinesis) และการแบ่งไซโทพลาสซึม (Cytokinesis) ในเซลล์สัตว์การแบ่งไซโทพลาสซึมเกิดโดยการคอดกลาง แล้วแยกออกจากกัน แต่เซลล์พืชจะแบ่งโดยการสร้าง

ผนังเซลล์มาคั่นกลาง ทำให้เซลล์แยกออกจากกัน ปกติการแบ่งนิวเคลียสจะเกิดก่อนการแบ่งไซโทพลาสซึม แต่ก็มีบ่อยๆ ที่พบการแบ่งนิวเคลียสเกิดขึ้นพร้อมๆ กับการแบ่งไซโทพลาสซึม สำหรับการแบ่งนิวเคลียสแบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ การแบ่งแบบไมโทซิส (Mitosis) และ ไมโอซิส (Meiosis) ซึ่งจะกล่าวถึงในหน่วยเรียนนี้สำหรับการแบ่งแบบอะไมโทซิส (Amitosis) ซึ่งพบในสิ่งมีชีวิตที่ผิดปกติ หรือไม่สมประกอบ (Abnormal) เช่น กำลังจะตาย หรือพบในสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีนิวเคลียสมากกว่าหนึ่งชนิด เช่น พารามีเซียม จะไม่กล่าวถึงในหน่วยเรียนนี้

ไมโทซิส

จัดเป็นการแบ่งเซลล์ที่ถือว่าเป็นการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว และเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ รวมทั้งการสร้างเซลล์ใหม่เพื่อทดแทนเซลล์เก่าที่ตายไป ต่างก็เกิดโดยการแบ่งแบบไมโทซิสทั้งสิ้น ส่วนการแบ่งเซลล์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์เป็นการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส

ไมโทซิสเป็นการแบ่งนิวเคลียสเพื่อให้ได้จำนวนโครโมโซมเท่าเดิมคือเป็นดิพลอยด์ (Dploid แทนด้วย 2n) ก่อนเริ่มการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโทซิส เซลล์เจริญเต็มที่มีการสร้างสารและพลังงานเตรียมพร้อมสำหรับการแบ่งเซลล์ที่สำคัญมีการสร้างสารพันธุกรรมหรือดีเอ็นเอเพิ่มเป็นสองเท่าเพื่อจำลอง (Duplicated) โครโมโซม เรียกระยะนี้ว่า **ระยะอินเทอร์เฟส** (Interphase stage) หรือระยะเมแทบอลิก (Matabolic stage) เนื่องจากมีเมแทบอลิซึมสูง แบ่งได้เป็น 4 ระยะ ดังนี้ (ดูภาพที่ 1-7 ประกอบ)



อินเตอร์เฟส โพรเฟส เมทาเฟส แอนาเฟส เทโลเฟส

ภาพที่ 1-7 แสดงภาพวาดระยะต่างๆ ของไมโทซิสเปรียบเทียบภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ในเอ็มบริโอของปลา
(Campbell. 1993 : 226-227)

1. โพรเฟส (Prophase) ระยะที่โครโมโซมหดสั้นเข้า ทำให้เห็นเป็นเส้นคู่ขนานกัน แต่ละเส้นเรียกว่าโครมาทิด ซึ่งจะบิดไขว้ซึ่งกันและกันคล้ายลวดสายไฟ ตอนต้นระยะโพรเฟส นิวคลีโอลัสยังมีขนาดใหญ่ แต่จะค่อยๆ เล็กลง และหายไปในที่สุด เยื่อหุ้มนิวเคลียสก็จะค่อยๆ หายไปเช่นกัน

2. เมทาเฟส (Metaphase) ระยะนี้โครโมโซมเริ่มแตะกับเส้นใยสปินเดิล ในระยะนี้เห็นได้ชัดว่าโครโมโซมมีจำนวนคงที่ และสามารถใช้ระยะนี้จำแนกโครโมโซมแต่ละแท่งซึ่งเรียกว่า โครมาทิดได้ เส้นใยสปินเดิลจะแตะโครโมโซมตรงตำแหน่งเซนโทรเมียร์ซึ่งสังเกตได้จาก รอยคอดของโครโมโซม ทำให้เห็นโครโมโซมเหมือนเป็นสองแขนที่มีขนาดความยาวต่างกัน นอกจากนี้โครโมโซมจะเรียงตัวตรงกึ่งกลางระหว่างขั้วทั้งสองของเซลล์

3. แอนาเฟส (Anaphase) ระยะนี้โครมาทิดจะถูกดึงไปยังขั้วทั้งสองของเซลล์ ทันทีที่โครมาทิดแยกจากกัน จะเรียกโครโมโซมทันที ระยะนี้สิ้นสุดเมื่อโครโมโซมมาถึงขั้วทั้งสองของเซลล์

4. เทโลเฟส (Telophase) โครโมโซมรวมกลุ่มกันที่ขั้วทั้งสอง เส้นใยสปินเดิลหายไป ตอนแรกของระยะนี้ ยังเห็นโครโมโซมเป็นเส้น แต่จะค่อยๆ คลายตัวยาวออก รวมทั้งเริ่มมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และนิวคลีโอลัสเกิดขึ้น

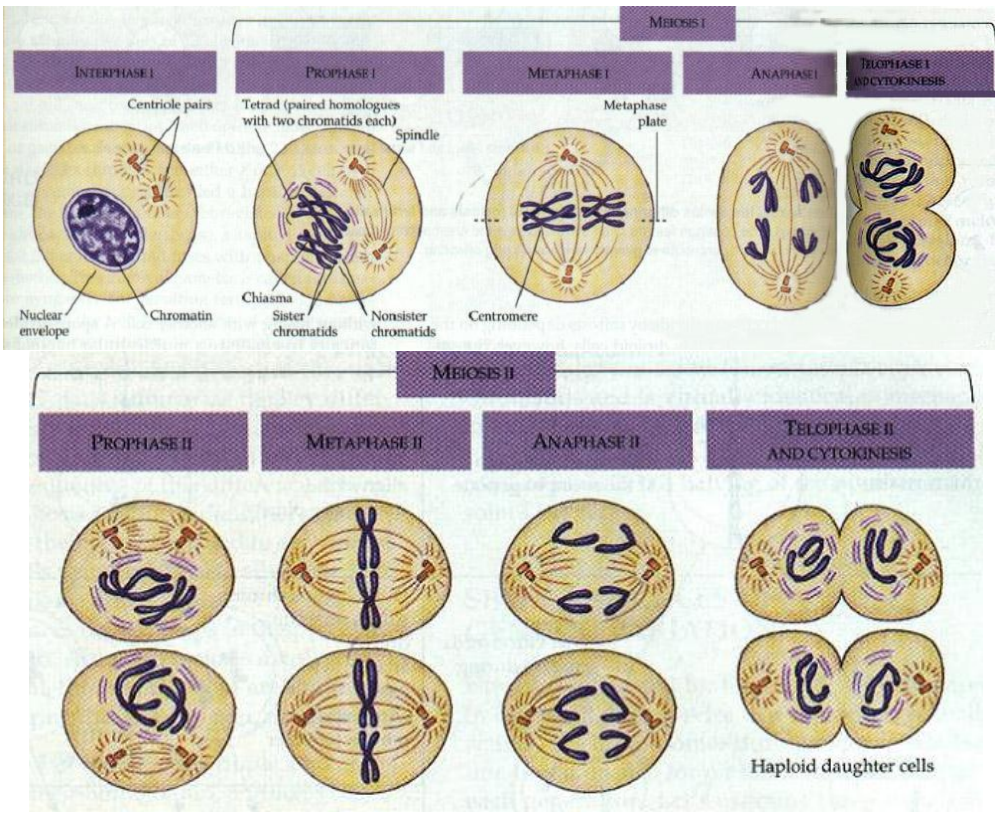
เมื่อได้นิวเคลียส 2 อัน ก็จบกระบวนการไมโทซิส ซึ่งอาจจะจบการแบ่งเซลล์หรือไม่ก็ได้กล่าวคือถ้ายังไม่มีการแบ่งไซโทพลาสซึมก็จะยังไม่จบการแบ่งเซลล์ แต่ถ้ามีการแบ่งไซโทพลาสซึมไปพร้อมกับการแบ่งนิวเคลียส เมื่อจบไมโทซิสก็เท่ากับจบการแบ่งเซลล์นั่นเอง

ไมโอซิส

การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเป็นการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์สืบพันธุ์ เมื่อสิ้นสุดการแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาสซึม ก็จะได้เซลล์ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งของเซลล์ร่างกาย เซลล์เหล่านี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์สืบพันธุ์ (Gamete) ต่อไป การแบ่งนิวเคลียสแบบนี้มีความ จำเป็นสำหรับพืชและสัตว์ที่สืบพันธุ์โดยอาศัยเพศ ในการสืบพันธุ์แบบนี้ต้องมีการผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เพื่อให้เกิดไซโกต (Zygote) การผสมระหว่างเซลล์สืบพันธุ์เรียกว่า ซินแกมมี (Syngamy) เมื่อผสมกันแล้วจำนวนโครโมโซมก็เพิ่มเป็น 2 เท่า ดังนั้นเพื่อที่จะทำให้โครโมโซมในรุ่นต่างๆ เท่าเดิมอยู่เสมอ การลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่งในขณะที่มีการแบ่งเซลล์เพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เช่น ในสิ่งมีชีวิตที่มีโครโมโซมเป็นจำนวนดิพลอยด์ นั้น การแบ่งตัวของนิวเคลียสเพื่อสร้างเซลล์สืบพันธุ์ก็ให้เซลล์ที่เป็นจำนวน แฮพลอยด์ (Haploid แทนด้วย n) เป็นต้น เมื่อเซลล์สืบพันธุ์ที่เป็นแฮพลอยด์มารวมกันก็ได้ไซโกตที่เป็นดิพลอยด์ดังเดิม

ในการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสนั้น เซลล์จะเข้าสู่ระยะอินเทอร์เฟสเหมือนไมโทซิสก่อนแล้วจึงเข้าสู่การแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสโดยมีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซม และส่วนอื่นๆ ภายในเซลล์ที่ดำเนินติดต่อกันไป อาจแยกออกได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ไมโอซิสI และไมโอซิส II ไมโอซิส I เป็นการแบ่งเพื่อลดจำนวนโครโมโซม ส่วนไมโอซิส II เป็นการแบ่งเพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ เมื่อสิ้นสุดการแบ่งนิวเคลียสและไซโทพลาสซึมแล้ว ก็จะได้เซลล์ที่มีนิวเคลียสเป็นแฮพลอยด์ 4 เซลล์ด้วยกัน เซลล์ที่เข้าสู่การแบ่งเซลล์

แบบไมโอซิสเรียกว่า ไมโอไซต์ (Meiocyte) ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ก็ตาม อนึ่งในขั้นของการแบ่งนิวเคลียสแบบไมโอซิสทั้ง 2 ขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วนั้น แต่ละขั้นตอนแบ่งเป็นระยะต่างๆ ดังนี้ (ดูภาพที่ 1-8 ประกอบ)



ภาพที่ 1-8 การแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส แสดงให้เห็นระยะต่างๆ

(Campbell. 1993: 250-251)

ไมโอซิส I แบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. โพรเฟส I แบ่งเป็นระยะย่อย ๆ 5 ระยะคือ

- เลฟโททีน (Leptotene) โครโมโซมปรากฏเป็นเส้นจางๆ ก่อนที่จะถึงขั้นนี้ แต่ละโครโมโซมมีการแบ่งตัวเรียบร้อยแล้ว แต่เมื่อสิ่งดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ก็ปรากฏให้เห็นเพียงเส้นเดี่ยวๆ เท่านั้น

- ไซโกทีน (Zygotene) โครโมโซมที่เป็นคู่กัน (Homologous chromosome) มาแนบชิด (Synapse) แต่ละคู่เรียกว่า 1 ไบวาเลนท์ (bivalent)

- แพไคทีน (Pachytene) สิ้นสุดการจับคู่ของโครโมโซม แต่ละคู่หดตัวสั้นลงและมีเส้นหนาขึ้น เริ่มปรากฏให้เห็นว่าแต่ละโครโมโซมมี 2 โครมาทิด (Chromatid) ดังนั้น อาจเรียก 1 ไบวาเลนท์ว่าเป็น 1 เตตแตรด (Tetrad) ก็ได้ (tetrad = หมู่ที่มี 4 โครมาทิด) โครมาทิดจากโครโมโซมเดียวกันเรียกว่า ซิสเทอร์ โครมาทิด (Sister chromatid) โครมาทิดจากคนละโครโมโซมเรียกว่า นอน-ซิสเทอร์ โครมาทิด (Non sister chromatid)

- ดิโพลทีน (Diplotene) โครโมโซมซึ่งจับคู่กันเริ่มแยกตัวจากกัน โครมาทิดของคนละโครโมโซมในแต่ละคู่อาจมีส่วนติดกัน ตำแหน่งที่ติดกันนี้เรียกว่า ไคแอสมา (Chiasma) (พหูพจน์ Chiasmata) ทั้งนี้เกิดจากการที่มีการแลกเปลี่ยนส่วนกันระหว่างโครมาทิดนั่นเอง การแลกเปลี่ยนส่วนกันระหว่างโครมาติดเรียกว่า ครอสซิง โอเวอร์ (Crossing over)

- ไดอะไคนีซิส (Diakinesis)จุดไคแอสมา เคลื่อนตัวไปยังส่วนปลายของไบวาเลนท์ นิวคลีโอลัสก็จางหายไปในขั้นนี้

2. เมทาเฟส I เยื่อหุ้มนิวเคลียสจางหายไป โครโมโซมทุกคู่มาเรียงตัวกันบริเวณกลางเซลล์ (Equatorial plate) มีเส้นใยสปินเดิลโครโมโซมเกิดขึ้น

3. แอนาเฟส I โครโมโซมที่จับคู่กันอยู่แยกตัวจากกันในแต่ละคู่ สมาชิกของคู่ (Homolog) จะแยกหนีจากกันไปคนละขั้ว (เป็นการแยกตัวของโครโมโซมไม่ใช่โครมาทิด) และในขั้นนี้จุด เซนโทรเมียยังไม่แบ่งตัว โครโมโซมซึ่งแยกไปและยังมี 2 โครมาทิดนี้เรียกว่า ไดแอด (Dyad หรือ diad)

4. เทโลเฟส I อาจมีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบโครโมโซม และอาจมีการแบ่ง ไซโทพลาสซึม (Cytokinesis) เกิดขึ้น เมื่อสิ้นสุดขั้นนี้โครโมโซมจะลดจำนวนลงมาเหลือครึ่งหนึ่งของเซลล์เดิม

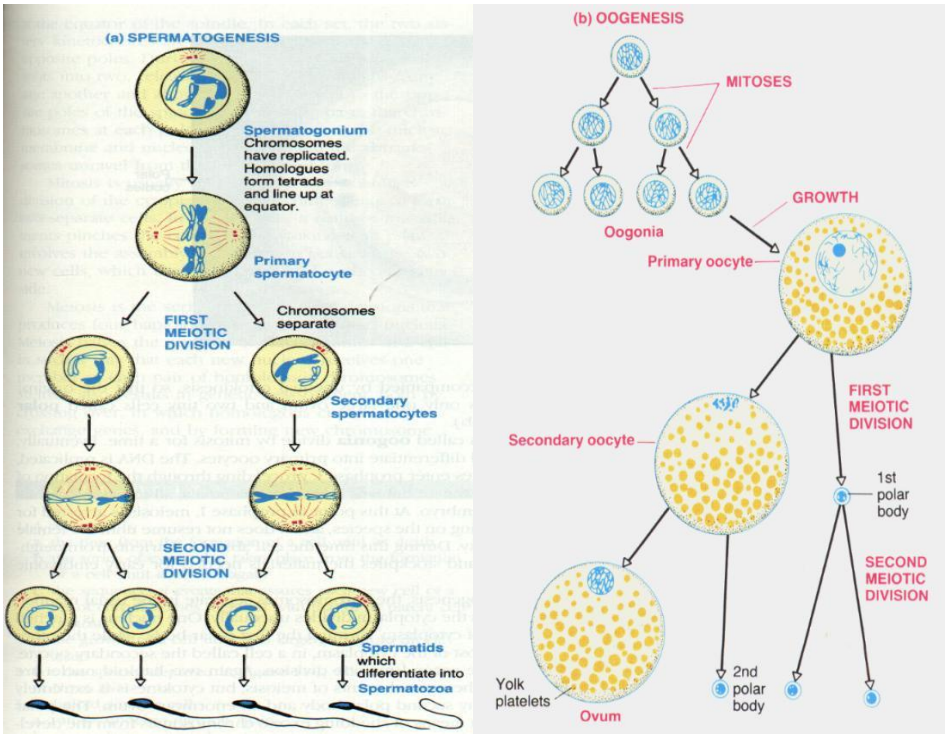
ไมโอซิส II แบ่งเป็น 4 ระยะ ดังนี้

1. โพรเฟส II โดยปกติแล้วจะเหมือนกับระยะโพรเฟสของไมโทซีส เว้นเสียว่าโครมาทิดของแต่ละโครโมโซมแยกห่างกันมาก

2. เมทาเฟส II แต่ละไดแอดมาเรียงตัวกันบริเวณกลางเซลล์ เส้นใยสปินเดิลที่ดึงจุดเซนโทรเมียร์จะวางตัวในทิศทางที่ตั้งฉากกับเส้นใยสปินเดิลที่เคยปรากฏในไมโอซีส I

3. แอนาเฟส II จุดเซนโทรเมียร์แบ่งตัว แล้วโครมาทิดจะกลายเป็นโครโมโซม และแยกตัวจากกันไปคนละขั้ว

4. เทโลเฟส II โครโมโซมเคลื่อนที่ไปถึงขั้วของเซลล์ แต่ละโครโมโซมจะคลายตัวเป็นเส้นยาวขึ้นจนมีลักษณะเป็นร่างแห มีผนังนิวเคลียส และมีนิวคลีโอลัสปรากฏขึ้นเช่นเดิม ต่อจากนั้นก็จะมีการแบ่งไซโทพลาสซึมเพื่อแยกนิวเคลียสออกจากกัน ดังนั้น จากเซลล์เดิมซึ่งเป็นดิพลอยด์ จำนวน 1 เซลล์ จะได้เซลล์ใหม่ที่เป็นแฮพลอยด์ จำนวน 4 เซลล์ด้วยกัน



ก. ข.

ภาพที่ 1-9 กระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์

ก. การสร้างอสุจิ ข. การสร้างเซลล์ไข่ (Arms and Camp. 1991 : 199)

ในสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำบางชนิด เช่น ในรานิวโอสปอรา *(Neurospora sp.)* สาหร่าย (Algae) หลายชนิด และเห็ดรา เมื่อจบการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสจะได้นิวเคลียส 4 นิวเคลียส แล้วจะมีการแบ่งแบบไมโอซิสอีกครั้งหนึ่ง ได้นิวเคลียสที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นแฮพลอยด์เช่นเดิม 8 นิวเคลียส ต่อจากนั้นจึงเปลี่ยนเป็นแอสโคสปอร์ (Ascospore) ในเซลล์ของสัตว์ เซลล์ที่ได้จะเปลี่ยนเป็นเซลล์สืบพันธุ์ได้แก่ ไข่และตัวอสุจิ เซลล์ทั้งสี่เจริญเป็นไข่เซลล์เดียว ส่วนตัวอสุจิเจริญทั้งสี่เซลล์ ปกติไข่มีอาหารสะสมอยู่ ส่วนตัวอสุจิมีหางใช้ในการเคลื่อนที่ กระบวนการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสและการเปลี่ยนเป็นเซลล์สืบพันธุ์รวมเรียกว่า กระบวนการสร้างเซลล์

สืบพันธุ์ (Gametogenesis) ซึ่งแบ่งเป็น “กระบวนการสร้างตัวอสุจิ” (Spermatogenesis) (ภาพที่ 1-9 ก.) และ “กระบวนการสร้างไข่” (Oogenesis) (ภาพที่ 1-28 ข.) การสร้างอสุจิเกิดในอัณฑะ (Testis) โดยได้รับการช่วยเหลือจากสารในโกลจิ บอดีของอะโครโซม (Acrosome) ซึ่งมีเอนไซม์อยู่ภายในแล้วมีการงอกฟิลาเมนต์ (Filament) จากเซนทริโอลซึ่งยื่นออกไปจากเซลล์ทำให้เกิดส่วนหาง (Tail) ของตัวอสุจิ นิวเคลียสบางส่วนมีอะโครโซมซึ่งยื่นออกไปจากไซโทพลาสซึมและเป็นส่วนหัวของตัวอสุจิ ไซโทพลาสซึมมีอยู่น้อยและมีไมโทคอนเดรียล้อมรอบด้านข้างของส่วนหัวเพื่อช่วยในการเคลื่อนที่ของตัวอสุจิ

สำหรับการสร้างไข่ เกิดในรังไข่จากเซลล์ที่ได้จากการแบ่งไมโอซิสเพียงเซลล์เดียวเท่านั้นส่วนอีกสามเซลล์ฝ่อไป เนื่องจากให้สารในไซโทพลาสซึมแก่ไข่ ทำให้ไข่มีไซโทพลาสซึมมาก

เพื่อจะได้มีสารอาหารในไข่แดงไว้ใช้ในการเจริญของเอ็มบริโอ ด้วยเหตุนี้ไข่จึงมีขนาดใหญ่กว่าตัวอสุจิมาก ในสัตว์ชั้นสูงไมโอซิสจะหยุดหลังจากมีการแบ่งจบตอนแรก ตั้งแต่ระยะโพรเฟส I - เทโลเฟส I และจะเกิดต่อจนกระทั่งมีการเจริญของไข่ที่ผิวของรังไข่ (Ovalation) หลังจากนั้นจะมีการรวมกับตัวอสุจิต่อไป

ในสัตว์ส่วนมากการสร้างตัวอสุจิและไข่มีฮอร์โมนควบคุม ปกติการตกไข่ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรที่ซับซ้อน เนื่องจากต้องมีการกระตุ้นให้เกิดการผสมพันธุ์ในช่วงที่มีการตกไข่ และในฤดูกาลที่จะทำให้ลูกที่เกิดมามีโอกาสอยู่รอดได้มากที่สุดด้วย สำหรับกระบวนการสร้างเซลล์สืบพันธุ์ในพืชมีการสร้างในเนื้อเยื่อเฉพาะเช่นกัน แต่พืชมีการกระจายพันธุ์ที่กว้างขวางกว่าในสัตว์

ที่มาของข้อมูล

ขอขอบคุณ

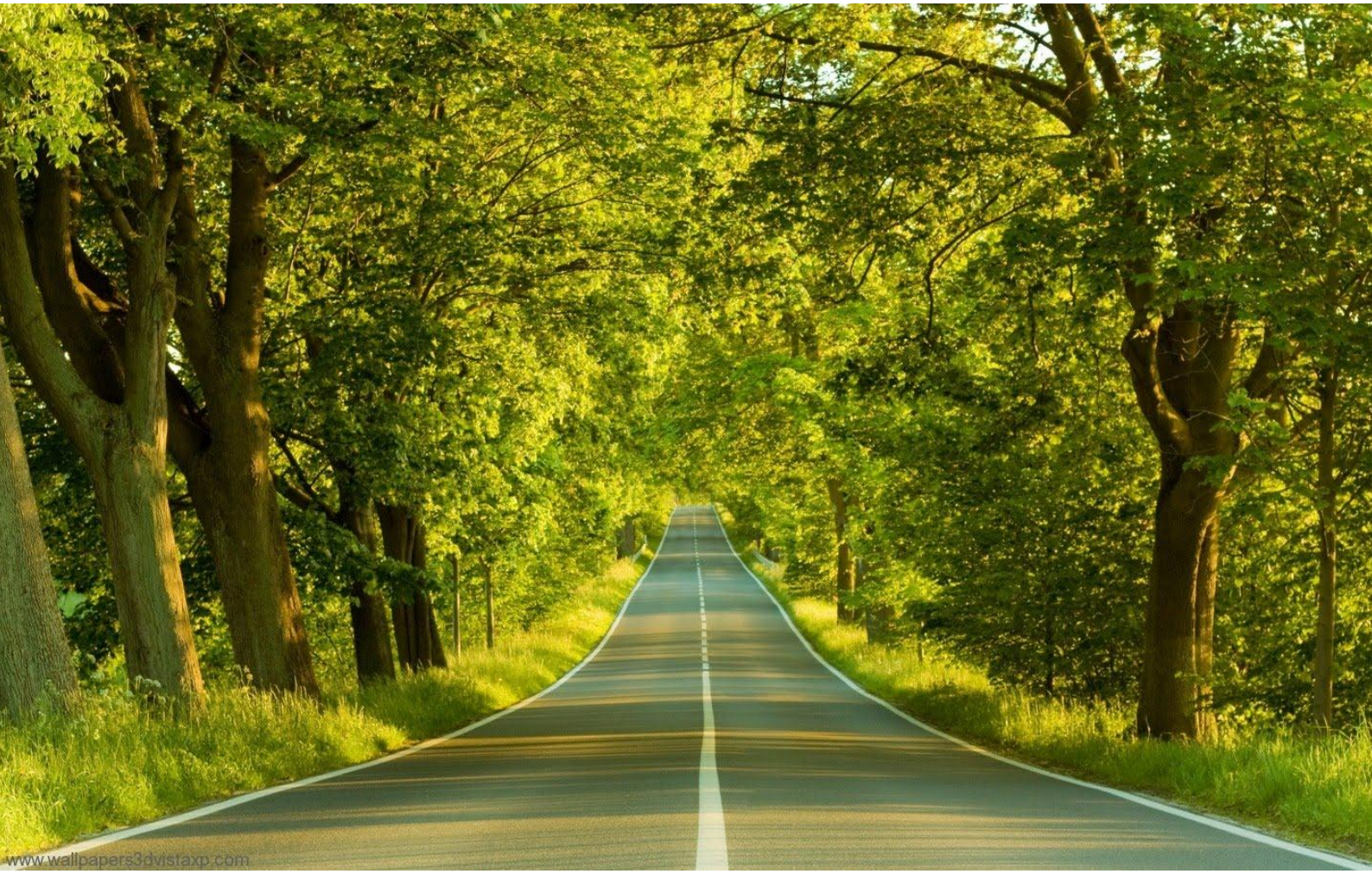
- http://www.rmuti.ac.th/user/thanyaphak/contacts/documents/Unit1/Chapter1.1.doc

นางสาวนีราวรรณ จันทร์ดี

จบการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาชีวิทยา คณะวิทยาลัยการฝึกหัดครู

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร


www.wallpapers3dvistaxp.com