

คำอธิบายรายวิชาเพิ่มเติม

ชีววิทยา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 เวลา 60 ชั่วโมง จำนวน 1.5 หน่วยกิต

ศึกษาเกี่ยวกับการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ กำเนิดสิ่งมีชีวิต อาณาจักรสิ่งมีชีวิต การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ ไบโอม การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร ขนาดประชากร ประชากรมนุษย์ ทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ โดยจัดการเรียนการสอนให้นักเรียนได้ศึกษา ค้นคว้า นำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันควบคู่ไปกับคุณธรรม และจริยธรรม และมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ได้แก่ การใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้และการแก้ปัญหา มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ พร้อมทั้งตระหนักว่าวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

ผลการเรียนรู้

- 1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
- 2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
- 3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
- 4. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
- 5. สร้างโดโคโมสคีย์ในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่
- 6. วิเคราะห์ อธิบาย และยกตัวอย่างกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ
- 7. อธิบาย ยกตัวอย่างการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชันและบอกแนวทางในการลดการเกิดไบโอแมกนีฟิเคชัน
- 8. สืบค้นข้อมูล และเขียนแผนภาพ เพื่ออธิบายวัฏจักรไนโตรเจน วัฏจักรกำมะถัน และวัฏจักรฟอสฟอรัส
- 9. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง และอธิบายลักษณะของไบโอมที่กระจายอยู่ตามเขตภูมิศาสตร์ต่าง ๆ บนโลก
- 10. สืบค้นข้อมูล ยกตัวอย่าง อธิบาย และเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบปฐมภูมิ และการเปลี่ยนแปลงแทนที่แบบทุติยภูมิ
- 11. สืบค้นข้อมูล อธิบาย ยกตัวอย่าง และสรุปเกี่ยวกับลักษณะเฉพาะของประชากรของสิ่งมีชีวิตบางชนิด
- 12. สืบค้นข้อมูล อธิบาย เปรียบเทียบ และยกตัวอย่างการเพิ่มของประชากรแบบเอ็กโพเนนเชียล และการเพิ่มของประชากรแบบลอจิสติก
- 13. อธิบายและยกตัวอย่างปัจจัยที่ควบคุมการเติบโตของประชากร
- 14. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา การขาดแคลนน้ำ การเกิดมลพิษทางน้ำ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการวางแผนการจัดการน้ำ และการแก้ไขปัญหา
- 15. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหามลพิษทางอากาศ และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 16. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหาที่เกิดขึ้นกับทรัพยากรดิน และผลกระทบที่มีต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหา
- 17. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่เกิดจากการทำลายป่าไม้ รวมทั้งเสนอแนวทางการป้องกันการทำลายป่าไม้ และการอนุรักษ์ป่าไม้
- 18. วิเคราะห์ อภิปราย และสรุปปัญหา ผลกระทบที่ทำให้สัตว์ป่ามีจำนวนลดลง และแนวทางในการอนุรักษ์สัตว์ป่า

รวมทั้งหมด 18 ผลการเรียนรู้

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง	อนิรุท พรหมเจริญ
ผู้ตรวจ	ผศ. ดร. นพรัตน์ พุทธกาล รศ. ดร. ประยอม แก้วระคน เจียมจิต กุลมาลา
บรรณาธิการ	รศ. ดร. วิชัย เชิดชูศาสตร์

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2

ตามผลการเรียนรู้
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)
ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียง อนิรุทธ พรหมเจริญ
ผู้ตรวจ ผศ. ดร. นรินทร์ พุทธกาล
รศ. ดร. ประนอม แก้วระคน
เจียมจิต กุลมลา
บรรณาธิการ รศ. ดร. วิชัย เชิดชูศาสตร์

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

อนิรุทธ พรหมเจริญ.

หนังสือเรียน รายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2--กรุงเทพฯ : แม็คเอ็ดดูเคชั่น,
2563.

200 หน้า.

1. ชีววิทยา--การศึกษาและการสอน (มัธยมศึกษา).

I. ชื่อเรื่อง.

570.76

ISBN 978-616-345-182-8

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 10,000 เล่ม

สงวนลิขสิทธิ์ : มกราคม 2563

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใด
ของหนังสือเล่มนี้ นอกจากนี้จะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

จัดทำโดย

MAC EDUCATION

ส่งขนาดไฟล์ส่งจ่าย ไปรษณีย์ลาดพร้าว

ในนาม บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด

9/99 อาคารแม็ค ซอยลาดพร้าว 38 ถนนลาดพร้าว

แขวงจันทน์เกษม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทร. 0-2512-0661, 0-2938-2022-7 แฟกซ์ 0-2938-2028

www.MACeducation.com

พิมพ์ที่ : บริษัท เพ็ชรพิมพ์ การพิมพ์ จำกัด

คำชี้แจง

ตามที่กระทรวงศึกษาธิการโดยสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐานได้ดำเนินการ
ทบทวนหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 โดยในระยะแรกให้ปรับปรุงมาตรฐาน
การเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสาระภูมิศาสตร์
ในกลุ่มสาระการเรียนรู้สังคมศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม สำหรับใช้ในปีการศึกษา 2561 ในชั้น
ประถมศึกษาปีที่ 1 และ 4 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 และ 4 ปีการศึกษา 2562 ให้ใช้ชั้นประถมศึกษา
ปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, 2, 4 และ 5 และตั้งแต่ปีการศึกษา 2563 เป็นต้นไปให้ใช้
ในทุกชั้นเรียน ซึ่งการปรับหลักสูตรครั้งนี้มีเป้าหมายสำคัญเพื่อให้โรงเรียนสามารถจัดการเรียนรู้อ
ที่จะช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบ
สามารถใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมในการบูรณาการกับความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
เพื่อแก้ปัญหาหรือพัฒนาด้านกระบวนการออกแบบเชิงวิศวกรรมที่นำไปสู่การคิดค้นสิ่งประดิษฐ์หรือ
สร้างสรรค์นวัตกรรม นอกจากนี้ยังให้เกิดการเรียนรู้เรื่องภูมิศาสตร์ (Geo-literacy) ทั้งด้านความสามาร
ทางภูมิศาสตร์ กระบวนการทางภูมิศาสตร์ และทักษะทางภูมิศาสตร์ เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจได้อย่าง
ถูกต้องและนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิต

ด้วยตระหนักถึงความสำคัญของการปรับเปลี่ยนหลักสูตรข้างต้น บริษัท แม็คเอ็ดดูเคชั่น จำกัด
จึงได้มอบหมายให้ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตร ด้านการพัฒนาสื่อการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล
ได้ปรับปรุงพัฒนาหนังสือเรียนให้สอดคล้องมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด ของหลักสูตรในกลุ่มสาระ
การเรียนรู้ที่มีการเปลี่ยนแปลง และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ที่กำหนดไว้ในแผนพัฒนา
เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560-2579 และยุทธศาสตร์ชาติ
20 ปี

โดยหนังสือเรียนแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะให้ผู้ใช้นหนังสือเรียนได้ทราบเป้าหมายการเรียนรู้
ในตอนต้นหน่วยการเรียนรู้ จากสาระการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปี และทุกหัวข้อหลักจะนำเสนอแนวคิด
สำคัญเพื่อให้ทราบถึงสิ่งที่เป็ความรู้ ความคิดที่เป็นแกนสำคัญที่ต้องเรียนรู้ให้ลึกซึ้ง และการเรียนรู้ที่ดี
ผู้เรียนควรได้ตรวจสอบความรู้ความเข้าใจเป็นระยะ ๆ ก่อนเรียนเรื่องใหม่ ดังนั้น ในหนังสือเรียนจะมีการ
สอดแทรกกิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับเรื่องที่ได้เรียนผ่านมา เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบ

ตนเอง หรือบางหัวข้ออาจเป็นการฝึกทักษะให้ชำนาญก่อน สิ่ง queเพิ่มเติมในหนังสือเรียนเล่มนี้ คือ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะการคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา นำไปสู่การสร้างผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรม ซึ่งผู้สอนสามารถนำไปประยุกต์หรือดัดแปลงให้ เหมาะสมกับบริบทของโรงเรียนและผู้เรียน การศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมโดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและ สารสนเทศ (ICT) เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้นในหนังสือเรียนเล่มนี้จึงได้มีการเสริมเนื้อหา เพิ่มเติมที่ได้ผ่านการคัดกรองมาแล้วว่าเหมาะสมกับการเรียนรู้ แทรกไว้ในเนื้อหาบางหน่วย โดยใช้สัญลักษณ์  ผู้เรียนสามารถใช้สโมรติโฟนสแกน QR Code หรือเปิดเว็บไซต์ MACeducation.com เพื่อเข้าเมนู การศึกษาชั้นพื้นฐาน >>> MAC iLink และเลือกเปิดดูส่วนเสริมของ บทเรียนในหนังสือเรียนแต่ละเล่มได้ ท้ายหน่วยการเรียนรู้ทุกหน่วยจะมีการสรุปบทเรียนสำหรับผู้เรียน ได้ใช้เป็นข้อมูลสำคัญในการตรวจสอบองค์ความรู้ที่ควรได้รับการพัฒนาหลังจากเสร็จสิ้นการเรียนรู้ หรือ เป็นสาระสำคัญที่ควรจดจำและทำความเข้าใจให้ถ่องแท้ ซึ่งนับว่าเป็นส่วนสำคัญอีกส่วนหนึ่งในการปรับปรุง หนังสือเรียนครั้งนี้ให้พัฒนาให้ชัดเจนยิ่งขึ้น

บริษัท แม็คเอดดูเคชัน จำกัด หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือเรียนเล่มนี้จะมีคุณค่า มีประโยชน์ และช่วยส่งเสริมการปฏิรูปการศึกษา เพื่อเป็นรากฐานสำคัญที่จะช่วยทำให้ประเทศไทยก้าวสู่ประเทศ ที่มีการพัฒนาอย่างยั่งยืนด้วยการมีพลเมืองที่มีคุณภาพ มีความคิดสร้างสรรค์ ตามเจตนารมณ์ของ การปรับปรุงหลักสูตรครั้งนี้ และนโยบายประเทศไทย 4.0

บริษัท แม็คเอดดูเคชัน จำกัด

คำนำ

หนังสือเรียนรายวิชาเพิ่มเติมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เล่ม 2 ได้พัฒนาและปรับทั้งเนื้อหา กิจกรรมการทดลอง ภาพประกอบ กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ กิจกรรม เพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้ให้ตรงตามผลการเรียนรู้กลุ่มสาระ การเรียนรู้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ชั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

ผู้เรียบเรียงได้ศึกษาผลการเรียนรู้ กระบวนการจัดการเรียนรู้ และแนวทางในการวัดและ ประเมินผล นำมาจัดทำโครงสร้างสำหรับหลักสูตรชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยเลือกเนื้อหา กระบวนการเรียน การสอน การทำกิจกรรม ทักษะการคิด การวัดผลและประเมินผล ผ่านการนำเสนอด้วยการเรียนรู้ แบบลงมือปฏิบัติ (Active Learning) ที่เหมาะสมกับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 เพื่อพัฒนา ผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ เข้าใจหลักการทางวิทยาศาสตร์ ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ วิธีการสำรวจ ตรวจสอบข้อมูล การคิดแก้ปัญหา ตลอดจนการเสริมสร้างจิตวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ยังมุ่งเน้นให้ผู้เรียน ได้ฝึกฝนและพัฒนาให้เกิดทักษะแห่งศตวรรษที่ 21 ที่สำคัญ ด้วยกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง การคิดสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์ การแก้ปัญหา การทำงานร่วมกัน นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์หรือนวัตกรรมที่ก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาและ นำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน ซึ่งเป็นคำตอบของการศึกษาวิชาวิทยาศาสตร์

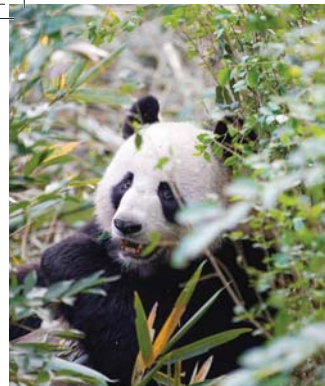
หนังสือเรียนเล่มนี้ประกอบด้วย 4 หน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยการเรียนรู้ได้สรุปสาระการเรียนรู้ ะบุผลการเรียนรู้ มีภาพและคำถามเข้าสู่บทเรียน แนวคิดสำคัญของแต่ละเรื่อง กิจกรรมตรวจสอบ การเรียนรู้ กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์ เนื้อหา และคำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้เพื่อเป็น การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการเรียนการสอนตามแนวปฏิรูป การศึกษา และมีคุณภาพตรงตามผลการเรียนรู้ หากมีข้อบกพร่องประการใด ผู้เรียบเรียงขอน้อมรับ คำแนะนำด้วยความขอบคุณยิ่ง

อนิรุท พรหมเจริญ

สารบัญ

หน่วยการเรียนรู้ที่ 1 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1
1. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ	5
2. กำเนิดสิ่งมีชีวิต	11
3. อาณาจักรสิ่งมีชีวิต	15
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	74
หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ระบบนิเวศ	75
1. การถ่ายทอดพลังงานและการหมุนเวียนสารในระบบนิเวศ	77
2. ไบโอม	109
3. การเปลี่ยนแปลงแทนที่ในระบบนิเวศ	121
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	129
หน่วยการเรียนรู้ที่ 3 ประชากร	132
1. ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร	134
2. ขนาดประชากร	141
3. ประชากรมนุษย์	146
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	155
หน่วยการเรียนรู้ที่ 4 มนุษย์กับความยั่งยืนของสิ่งแวดล้อม	156
1. ทรัพยากรธรรมชาติ	158
2. การใช้ประโยชน์ ปัญหา และการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ	160
คำถามท้ายหน่วยการเรียนรู้	191
บรรณานุกรม	192
อภิธานศัพท์	193



1



ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

สาระการเรียนรู้

1. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ
2. กำเนิดสิ่งมีชีวิต
3. อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ผลการเรียนรู้

1. อธิบายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มฟังไจ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบาย และยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
5. สร้างไดโนเสาร์จำลองในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่กำหนดออกเป็นหมวดหมู่



เราสามารถจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้
โดยใช้อะไรเป็นเกณฑ์ในการจำแนก



สิ่งมีชีวิตต้องการปัจจัยพื้นฐานในการดำรงชีวิตหลัก ๆ เช่น อาหารและที่อยู่อาศัยเมื่อสิ่งมีชีวิตชนิดมาอยู่รวมอาศัยกัน ณ บริเวณใดบริเวณหนึ่งและมีความสัมพันธ์กันในด้านต่าง ๆ เกิดขึ้นบริเวณนั้นก็จะมีความซับซ้อนมากขึ้นจนกลายเป็นระบบนิเวศเกิดขึ้นซึ่งอาจมีตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงระบบนิเวศที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่

ระบบนิเวศที่มีความแตกต่างกันไปจะปรากฏรูปแบบของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างกันออกไปด้วย เช่น ระบบนิเวศแนวปะการังเราจะพบเห็น กุ้ง หอย ปู ปลา ซึ่งยังสามารถจำแนกออกได้อีกหลายกลุ่มในขณะที่สิ่งมีชีวิตในป่าดิบชื้นก็จะมีหลากหลายทางชีวภาพที่แตกต่างกันออกไป

นักชีววิทยาได้จำแนกความหลากหลายทางชีวภาพ (biodiversity) ออกเป็น 3 ระดับ คือ

1. ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity) หมายถึง ความหลากหลายขององค์ประกอบทางพันธุกรรมในสิ่งมีชีวิต ทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่แสดงออกเกิดความเหมือนและความแตกต่างทั้งภายในสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ถ้าสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันมีความแปรผันทางพันธุกรรมแล้วทำให้มีองค์ประกอบทางพันธุกรรมแตกต่างกัน จะทำให้ระดับการแสดงออกของลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตแตกต่างกัน และอาจมีมากขึ้นจนกระทั่งกลายเป็นสิ่งมีชีวิตที่ต่างชนิดหรือต่างอาณาจักรกันได้

2. ความหลากหลายของสปีชีส์ (species diversity) หมายถึง ความหลากหลายของจำนวนชนิดและจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ การเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่จะต้องอาศัยองค์ประกอบทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตเพิ่มมากขึ้นทีละน้อย ๆ จนกระทั่งทำให้เกิดการแสดงออกทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตที่แตกต่างไปจากเดิม ซึ่งเป็นลักษณะที่ทำให้สิ่งมีชีวิตสามารถปรับตัวและดำรงชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมใหม่ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า การเกิดสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่เป็นกระบวนการที่ทำให้เกิดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตนั่นเอง

3. ความหลากหลายของระบบนิเวศ (ecological diversity) หมายถึง ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่ซึ่งประกอบไปด้วยปัจจัยทางชีวภาพและปัจจัยทางกายภาพที่เหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ความหลากหลายของระบบนิเวศเป็นปัจจัยหนึ่งในการการจำกัดความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต กล่าวคือ ถ้าระบบนิเวศมีความหลากหลายมากก็จะทำให้สิ่งมีชีวิตมีความหลากหลายมากขึ้นด้วย และจะนำไปสู่ความหลากหลายทางชีวภาพที่สมดุล



กิจกรรมการสำรวจ

กิจกรรมที่ 1.1 ความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น

จุดประสงค์

สำรวจ สังเกต และอธิบายเกี่ยวกับความหลากหลายทางชีวภาพในท้องถิ่น

อุปกรณ์

1. สมุด
2. ปากกาจดบันทึก
3. กล้องถ่ายรูปหรืออุปกรณ์ถ่ายภาพ

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแบ่งกลุ่มออกเป็น 2 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มรับผิดชอบในการสำรวจสิ่งมีชีวิตสองกลุ่มใหญ่คือ พืช และสัตว์
 2. บันทึกข้อมูลรายละเอียดของสัตว์หรือพืชที่นักเรียนพบเห็นจากการสำรวจในบริเวณหมู่บ้านหรือโรงเรียน โดยอาจบันทึกผลตามตารางตัวอย่างข้างล่าง ซึ่งหากมีรายละเอียดเพิ่มเติมนักเรียนสามารถบันทึกเพิ่มเข้าไปได้
- ตารางบันทึกผลการสำรวจ

ลำดับที่	วัน/เดือน/ปี	ชื่อสิ่งมีชีวิต	ลักษณะของสิ่งมีชีวิต	ลักษณะที่อยู่อาศัย
1	ให้นักเรียนบันทึกผลลงในสมุดประจำตัวนักเรียน			
2				
3				

3. นักเรียนอาจบันทึกภาพเพื่อตรวจสอบแบบละเอียดในภายหลังได้
4. ร่วมกันอภิปรายและแลกเปลี่ยนข้อมูลเกี่ยวกับความสอดคล้องของลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตต่อการดำรงชีพในแหล่งที่อยู่อาศัยนั้นๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีความเหมือนและต่างกันอย่างไร
2. ลักษณะที่ปรากฏทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตสอดคล้องต่อการดำรงชีพในระบบนิเวศนั้นๆ อย่างไร
3. ลักษณะของสิ่งมีชีวิตพบของแต่ละระบบนิเวศมีความเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

1. การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ



แนวคิดสำคัญ

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพต้องอาศัยความรู้หลายสาขาวิชาบูรณาการเข้าด้วยกันเพื่อให้สามารถทำความเข้าใจเชื่อมโยงกันระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยใช้หลักฐานของซากดึกดำบรรพ์ ข้อมูลการศึกษาชีววิทยาระดับโมเลกุล การเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาค ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ตลอดจนลักษณะทางนิเวศวิทยาและพฤติกรรม เพื่อใช้เป็นหลักฐานสำคัญในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต



ตลอดระยะเวลาของโลกที่ได้คาดคะเนอายุมากกว่า 3,000 ล้านปี ได้มีสิ่งมีชีวิตอุบัติขึ้นมาบนโลกใบนี้มากมายทั้งที่สูญพันธุ์ไปแล้วและยังดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ในโลกใบนี้ ด้วยจำนวนที่มหาศาลและสปีชีส์ที่มากกว่าสองล้านสปีชีส์ทำให้นักชีววิทยาพยายามที่จะศึกษาถึงความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตให้เป็นระบบมากยิ่งขึ้น

ในกระบวนการศึกษาความหลากหลายนักชีววิทยาได้มีวิธีการศึกษาจากกระบวนการง่าย ๆ จนไปถึงระดับที่ซับซ้อนมากขึ้นดังนี้



1. Artificial system เป็นการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาลักษณะภายนอกทั่วๆ ไปเท่าที่สังเกตได้ สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะคล้ายกันจัดไว้พวกเดียวกัน สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะต่างกันก็จะถูกแยกออกไป ระบบนี้นิยมใช้ในระยะ ค.ศ. ที่ 17 – 18

2. Natural system เป็นการจัดจำแนกโดยอาศัยลักษณะธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรม และนิเวศวิทยา ระบบนี้ใช้ระหว่างกลาง ค.ศ. ที่ 18 – 19

3. Phylogenetic system เป็นการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการสืบบรรพบุรุษร่วมกัน ซึ่งได้มีการนำความรู้ทางชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย ระบบนี้ได้รับความนิยมนำมาใช้จนถึงปัจจุบัน

4. Modern system ระบบนี้เป็นการผสมระหว่าง natural system กับ phylogenetic system เข้าด้วยกันโดยรวมลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอ ลักษณะทางชีวเคมี เช่น ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารอะไรบ้าง มีอาหารเก็บไว้ที่โครงสร้างใด มีรงควัตถุอะไร จำนวนโครโมโซม รวมทั้งสภาวะแวดล้อมของพืชและซากดึกดำบรรพ์ (fossil) มาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

1.1 การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ในแต่ละขั้นของนักเรียนหลักขั้นไม่พ้นการจำแนกจัดกลุ่มสิ่งต่าง ๆ ทั้งอุปกรณ์เครื่องใช้ต่าง ๆ หรือแม้กระทั่งอาหารต่างๆ ก็ถูกจัดจำแนกเพื่อให้เหมาะสมในการเลือกซื้อเลือกบริโภค ในการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตก็เช่นเดียวกัน นักชีววิทยาต่างก็ใช้ข้อมูลเบื้องต้น หลักการ ทฤษฎีต่างๆ และอาจใช้การวิเคราะห์ขั้นสูงเพื่อนำมาจัดจำแนกหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

นักเรียนคิดว่านักชีววิทยามีวิธีการใดในการจำแนกสิ่งมีชีวิต ในกิจกรรมต่อไปนี้นักเรียนจะได้ฝึกการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตอย่างง่าย



กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.2 การจัดหมวดหมู่ของใบไม้

จุดประสงค์

สังเกต อธิบาย และจำแนกหมวดหมู่ของใบไม้

อุปกรณ์

1. ใบไม้ชนิดต่าง ๆ
2. ไฟฉายหรือโคมไฟ
3. ไม้บรรทัด
4. แวนชยาย

วิธีปฏิบัติ

1. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มใช้ลักษณะเบื้องต้นที่สามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่าในการจำแนกใบไม้ออกเป็น 2 กลุ่ม เช่น สีของใบ ขอบของใบ การสะท้อนแสงของใบ และลักษณะเส้นใบ
2. บันทึกข้อมูลที่ได้ใช้เป็นเกณฑ์จำแนกในข้อที่ 1
3. ในกลุ่มที่จำแนกใบไม้ออกมาแล้วนั้น ให้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม บันทึกผลจากการแบ่ง จากนั้นให้แบ่งเป็น 2 กลุ่มอีกครั้ง ทำแบบนี้จนกระทั่งได้ใบไม้ในแต่ละกลุ่มเพียงใบเดียว

คำถามท้ายกิจกรรม

1. ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มของใบไม้มีความเหมาะสมอย่างไร มีใบไม้ชนิดใดบ้างที่มีลักษณะปรากฏในทั้ง 2 กลุ่ม
2. เมื่อแบ่งใบไม้ในกลุ่มย่อยอีกลงไป ใบไม้แต่ละชนิดมีความคล้ายคลึงกันอย่างไร
3. เหตุใดใบไม้ต่างชนิดกันถึงมีลักษณะคล้ายคลึงกันได้

การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่นั้นทำให้สะดวกต่อการศึกษาและความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด ซึ่งสาขาวิชาที่การศึกษาเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า **อนุกรมวิธาน (taxonomy)** มีขอบข่ายดังนี้

1. **classification** เป็นการศึกษาเพื่อจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ตามกฎเกณฑ์หรือระเบียบข้อบังคับที่เป็นสากล โดยรวบรวมสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกันหรือคล้ายกันจัดเป็นหมวดหมู่เดียวกันหรือใกล้เคียงกัน จากนั้นนำแต่ละหมวดหมู่มาเรียงลำดับอย่างมีระบบแบบแผน
2. **nomenclature** เป็นการศึกษาเพื่อกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตตามกฎหมายชาติของการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของพืช (International Codes of Botanical Nomenclature : ICBN) หรือกฎหมายชาติของการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ของสัตว์ (International Codes of Zoological Nomenclature : ICZN) ซึ่งกำหนดเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการตั้งชื่อของสิ่งมีชีวิต
3. **identification** เป็นการศึกษาเพื่อตรวจสอบเอกลักษณ์และชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยการตรวจสอบว่าสิ่งมีชีวิตที่ทำการศึกษานั้นมีรูปร่างลักษณะเหมือนหรือคล้ายกับสิ่งมีชีวิตที่ได้จัดจำแนกไว้หรือไม่ การศึกษาในขั้นตอนนี้จะทำให้ทราบชื่อวิทยาศาสตร์และหมวดหมู่ที่ถูกต้องของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น หรือทำให้ทราบว่าสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ที่ยังไม่เคยจัดเข้าหมวดหมู่หรือกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์มาก่อนก็ได้

ลำดับชั้นในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตหลายระดับ หมวดหมู่มหาใหญ่ที่สุดคือ **อาณาจักร (Kingdom)** ในอาณาจักรประกอบด้วยหลาย**ไฟลัม (Phylum)** ไฟลัมสามารถแบ่งออกเป็น**คลาส (Class)** ต่าง ๆ ในแต่ละคลาสประกอบด้วยหลาย**อันดับ (Order)** ในอันดับประกอบด้วยหลาย**วงศ์ (Family)** หลายวงศ์ยังแยกได้อีกหลาย**สกุล (Genus)** ซึ่งในสกุลยังประกอบด้วยหลาย**สปีชีส์ (Species)**

อาณาจักร (Kingdom)

ไฟลัม (Phylum)หรือดิวิชัน (division)

คลาส (Class)

อันดับ (Order)

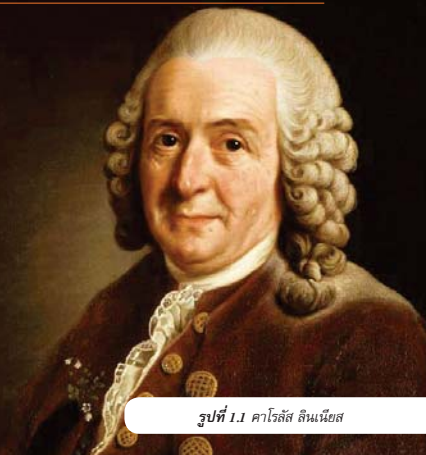
วงศ์ (Family)

สกุล (Genus)

สปีชีส์ (Species)

ชื่อของสิ่งมีชีวิต

การเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตจะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เรียกตามชื่อตามสถานที่หรือถิ่นกำเนิด ได้แก่ ช้างอินเดีย อีแร้งนาลาปากอส ผักตบชวา นอกจากนี้ในแต่ละประเทศก็ยังมีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปหรือในประเทศเดียวกันแต่ก็มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามท้องถิ่น เช่น แมลงปอ ภาคเหนือเรียก แมงก่าบี่ ภาคใต้เรียก แมงพี การเรียกชื่อที่แตกต่างกันอาจทำให้เกิดปัญหาในการสื่อสารเพื่อการอ้างอิงได้ จึงได้มีการกำหนดเกณฑ์การเรียกชื่อให้เป็นระบบเดียวกัน โดยสิ่งมีชีวิตจะมีชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) เป็นชื่อที่ถูกต้องเพียงชื่อเดียว (correct name) บุคคลที่ได้รับการยกย่องว่าเป็นบิดาแห่งอนุกรมวิธาน คือ **คาโรลัส ลินเนียส (Carolus Linnaeus)** ที่ได้กำหนดชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้หลักการของชื่อระบบทวินาม (binomial nomenclature)



รูปที่ 1.1 คาโรลัส ลินเนียส

การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในระบบทวินามนั้นชื่อแรกเป็น**ชื่อสกุล (generic name)** ส่วนชื่อที่สองเป็น**ชื่อระบุปีชีส์ (scientific epithet name)**

หลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์

1. ต้องเป็นภาษาละตินหรือภาษาอื่นที่แปลงมาเป็นภาษาละติน
2. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเขียนด้วยตัวเอียงหรือขีดเส้นใต้แยกระหว่างชื่อสกุลและชื่อระบุปีชีส์ เช่น *Homo sapiens* หรือ *Homo sapiens* ในการกล่าวถึงชื่อวิทยาศาสตร์ครั้งแรกอาจมีผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ (author name) กำกับไว้ด้วย เช่น *Musa sapientum* L. ถ้วยน้ำหว่า ตั้งชื่อโดย Linnaeus

3. คำศัพท์คำแรก (ชื่อสกุล) ต้องขึ้นต้นด้วยอักษรตัวใหญ่เสมอ นอกจากนั้นใช้อักษรตัวเล็กทั้งหมด เช่น *Canis lupus* หรือ *Anthus hodgsoni*
4. ในสปีชีส์ย่อย ชื่อจะประกอบด้วย 3 ส่วน และสามารถเขียนได้ 2 แบบ โดยพืชและสัตว์จะเขียนต่างกัน เช่น
 - 4.1 เสือโคร่งเบงกอล คือ *Panthera tigris tigris* และ เสือโคร่งไซบีเรีย คือ *Panthera tigris altaica*
 - 4.2 ต้นเอลเดอร์ดำยุโรป คือ *Sambucus nigra* subsp. *nigra* และเอลเดอร์ดำอเมริกา คือ *Sambucus nigra* subsp. *Canadensis*
5. การใช้ชื่อนามสกุลย่อ หรือชื่อนามสกุลเต็มของนักวิทยาศาสตร์ผู้จัดทำชื่อนั้นต่อท้าย โดยชื่อนามสกุลย่อใช้กับพืช ส่วนชื่อนามสกุลเต็มใช้กับสัตว์ ในบางกรณีถ้าชื่อย่อสปีชีส์เคยถูกกำหนดให้ชื่อสกุลที่ต่างออกไปจากชื่อในปัจจุบัน จะคร่อมชื่อสกุลนักวิทยาศาสตร์กับปีที่จัดทำไว้ เช่น *Amaranthus retroflexus* L. *Passer domesticus* (Linnaeus, 1758) ที่ใส่วงเล็บเพราะในอดีตชื่อหลังอยู่ในสกุล *Fringilla*
6. หากใช้กับชื่อสามัญ มักใส่ชื่อทวินามไว้ในวงเล็บต่อท้ายชื่อสามัญ เช่น นกกระจอกบ้าน (*Passer domesticus*)
7. การเขียนชื่อทวินามเป็นครั้งแรกในรายงานหรือสิ่งพิมพ์ ต้องเขียนเป็นชื่อเต็มก่อน หลังจากนั้นสามารถย่อชื่อสกุลให้สั้นลงเป็นอักษรตัวแรกของชื่อสกุลและตามด้วยจุด เช่น *Canis lupus* ย่อเป็น *C. lupus* ด้วยเหตุที่เราสามารถย่อชื่อในลักษณะนี้ได้ ทำให้ชื่อย่อเป็นที่รู้จักและกล่าวถึงมากกว่าชื่อเต็ม เช่น *T. rex* คือ *Tyrannosaurus rex* หรือ *E. coli* คือ *Escherichia coli*
8. บางกรณี เราเขียน sp. (สำหรับสัตว์) หรือ spec. (สำหรับพืช) ไว้ท้ายชื่อสกุล ในกรณีที่ไม่ต้องการเจาะจงชื่อสปีชีส์ และเขียน spp. ในกรณีที่ต้องการกล่าวถึงหลายสปีชีส์ ตัวอย่างเช่น *Canis* sp. หมายถึง สปีชีส์หนึ่งในสกุล *Canis*
9. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจมีชื่อวิทยาศาสตร์มากกว่าหนึ่งชื่อ ให้ใช้ชื่อย่อตั้งขึ้นก่อนเป็นชื่อหลัก ส่วนชื่ออื่นเป็นชื่อพ้อง
10. ชื่อวิทยาศาสตร์มักจะบอกลักษณะบางอย่างกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น

ตารางที่ 1.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกถึงสถานที่อยู่ ลักษณะ หรือชื่อของผู้ตั้งชื่อ

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
ไส้เดือนดิน	<i>Lumbricus terrestris</i>	terrestris หมายถึง อาศัยอยู่บนบก หรือในดิน
พยาธิใบไม้ในตับแกะ	<i>Fasciola hepatica</i>	hepatica หมายถึง ตับ
มะม่วง	<i>Mangifera indica</i>	indica หมายถึง ประเทศอินเดีย
จำปี	<i>Michelia alba</i>	alba หมายถึง สีขาว
ปลาปัก	<i>Pangasianodon gigas</i>	gigas หมายถึง ใหญ่ที่สุด
ปูเจ้าฟ้า	<i>Phricothalpusa sirindhorn</i>	sirindhorn มาจากพระนามของ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

ตารางที่ 1.1 ชื่อวิทยาศาสตร์ที่บ่งบอกถึงสถานที่อยู่ ลักษณะ หรือชื่อของผู้ตั้งชื่อ (ต่อ)

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
กุ้งก้ามกราม	<i>Alpheus sudara</i>	sadara มาจากชื่อสกุลของ ดร.สุรพล สุตารา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การระบุชนิด

นักชีววิทยามีวิธีการเพื่อศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตโดยเฉพาะการจัดจำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต สิ่งมีชีวิตใดที่ยังไม่ได้ถูกจัดหมวดหมู่ก็จะทำการศึกษาเพื่อจัดจำแนกโดยใช้เครื่องมือ เพื่อศึกษาจำแนกที่เรียกว่า **ไดโคโตมัสคีย์ (dichotomous key)**



กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.3 การใช้ไดโคโตมัสคีย์

จุดประสงค์

ศึกษาการจำแนกหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตโดยใช้ไดโคโตมัสคีย์

อุปกรณ์

- แผ่นภาพหรือตัวอย่างสัตว์
- ข้อมูลของสิ่งมีชีวิตหรือข้อมูลเชิงอนุกรมวิธานของสิ่งมีชีวิต

วิธีปฏิบัติ

- ให้นักเรียนรวบรวมภาพหรือตัวอย่างสภาพของสิ่งมีชีวิต เช่น ปลาชนิดต่าง ๆ กับ กิ้งก่า งู นก เป็ด ไก่ มาจำแนกโดยหลักการของไดโคโตมัสคีย์



ไดโคโดมส์คีย์ของสัตว์มีกระดูกสันหลัง

- | | |
|---|------------------------|
| 1 ก มีเกล็ด..... | ดูข้อ 2 |
| 1 ข ไม่มีเกล็ด..... | ดูข้อ 3 |
| 2 ก มีช่องเหงือก..... | ดูข้อ 4 |
| 2 ข ไม่มีช่องเหงือก..... | สัตว์เลื้อยคลาน |
| 3 ก มีขน..... | ดูข้อ 5 |
| 3 ข ไม่มีขน..... | สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก |
| 4 ก มีแผ่นปิดเหงือกและมีช่องเหงือก 1 ช่อง..... | ปลากระดูกแข็ง |
| 4 ข ไม่มีแผ่นปิดเหงือกและมีช่องเหงือก 5-7 ช่อง..... | ปลากระดูกอ่อน |
| 5 ก มีขนเป็นแผง..... | สัตว์ปีก |
| 5 ข มีขนเป็นเส้น..... | สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม |

3. บันทึกผลการจำแนกโดยไดโคโดมส์คีย์ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

- มีลักษณะใดบ้างที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ทั้งหมดออกเป็นกลุ่มๆ
- นักเรียนสามารถใช้ลักษณะจำแนกอื่นมาเป็นข้อ 1 ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ในการจำแนกจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตให้แม่นยำนั้น นักวิทยาศาสตร์อาจต้องใช้ข้อมูลในระดับที่ลึกกว่านี้โดยทั่วไปแล้วนิยมใช้ความสัมพันธ์ตามสายวิวัฒนาการ อย่างไรก็ตามหลักการใช้ไดโคโดมส์คีย์เป็นเพียงเครื่องมือเริ่มต้นที่ช่วยให้เราเข้าใจการทำงานของอนุกรมวิธานมากขึ้น ในกิจกรรมต่อไปนี้นักเรียนสามารถใช้ไดโคโดมส์คีย์เพื่อการศึกษาอนุกรมวิธานได้



กิจกรรมเพื่อการเรียนรู้

กิจกรรมที่ 1.4 การสร้างไดโคโดมส์คีย์

จุดประสงค์

ทดลอง สังเกต อธิบายเกี่ยวกับการสร้างไดโคโดมส์คีย์ของใบไม้

อุปกรณ์

- ใบไม้ชนิดต่างๆ (จากกิจกรรมที่ 1.2)
- ไฟฉายหรือโคมไฟ
- ไม้บรรทัด
- แว่นขยาย

วิธีปฏิบัติ

- ให้นักเรียนจัดทำผลการจำแนกใบไม้ด้วยหลักการของไดโคโดมส์คีย์ โดยจำแนกจากระดับใหญ่ไปจนถึงระดับเล็กสุด ระหว่างการจำแนกนั้นให้นักเรียนพิจารณาถึงความเหมาะสมของเกณฑ์ในการนำมาจำแนกใบไม้ด้วย แล้วนำมาเขียนเป็นไดโคโดมส์คีย์ดังตัวอย่างในกิจกรรมที่ 1.3

- นำข้อมูลที่ได้นำเสนอหน้าชั้นเรียนเพื่ออภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และเปรียบเทียบไดโคโดมส์คีย์กับกลุ่มอื่นๆ

คำถามท้ายกิจกรรม

- ลักษณะที่นำมาจำแนกใบไม้นั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ อย่างไร
- ลักษณะที่นำมาจำแนกใบไม้นั้นสามารถนำไปใช้จำแนกใบไม้ได้ทุกชนิดหรือไม่
- ลักษณะจำแนกใดบ้างที่อาจต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อการจำแนกให้เหมาะสมมากที่สุด



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.1

จดตอบคำถามต่อไปนี้

- งานทางด้านอนุกรมวิธานประกอบด้วยขอบข่ายงานด้านใดบ้าง
- เหตุใดนักวิทยาศาสตร์จึงใช้ภาษาละตินในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต
- หลักการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง
- ไดโคโดมส์คีย์คืออะไร ในทางอนุกรมวิธานเราใช้ไดโคโดมส์คีย์อย่างไร

2. การกำเนิดสิ่งมีชีวิต



แนวคิดสำคัญ

สิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการมีการดำรงชีพแบบ ไม่ใช่ออกซิเจน อาจมีความคล้ายคลึงกับแบคทีเรีย ในปัจจุบัน คือ กลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกโพรแคริโอต จากนั้น เริ่มมีวิวัฒนาการในการสร้างอาหารเองได้ ส่วนสิ่งมีชีวิตพวกยูแคริโอตเกิดจากโพรแคริโอตกลุ่มหนึ่งมีการคอดเว้าและพับซ้อนเข้าด้านในของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ไซโทพลาซึม และล้อมรอบการพันธุกรรม

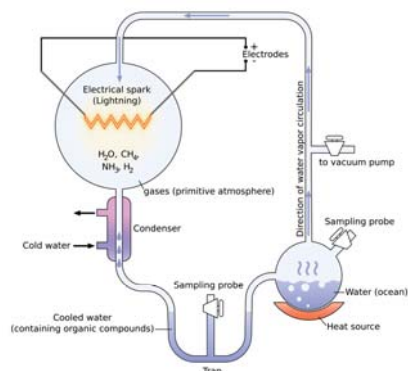
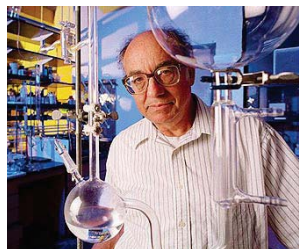
สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้อย่างไร



นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามตั้งสมมติฐานและทำการทดลองพิสูจน์หาจุดกำเนิดของชีวิตมาเป็นเวลาหลายศตวรรษ ใน พ.ศ. 2473 **อะเล็กซานเดอร์ อิวาโนวิช โอปาริน (Alexander Ivanovich Oparin)** และนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ **จอห์น เบอร์ดอน แซนเดอร์สัน ฮาลเดน (John Burdon Sanderson Haldane)** ได้ชี้ให้เห็นว่าสารประกอบอินทรีย์ที่จำเป็นต่อชีวิตจะไม่สามารถรวมตัวกันได้บนโลก ถ้าในชั้นบรรยากาศเต็มไปด้วยแก๊สออกซิเจนดังเช่นปัจจุบันเนื่องจากออกซิเจนจะเข้าไปแย่งจับกับไฮโดรเจนอะตอมจากสารประกอบอื่น ซึ่งจะรบกวนการทำปฏิกิริยาและปราศจากโมเลกุลสารอินทรีย์อย่างง่าย ๆ ให้กลายเป็นสารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลซับซ้อน โอปารินและฮาลเดนได้เสนอแนวคิดที่ว่าบรรยากาศของโลกในยุคแรก ๆ คล้ายกับสภาพบรรยากาศนอกโลก ซึ่งมีออกซิเจนน้อยแต่อุดมไปด้วยแก๊สไฮโดรเจนจำนวนมาก ดังนั้นไฮโดรเจนอะตอมจึงสามารถเข้าทำปฏิกิริยากับแก๊สต่าง ๆ เช่น มีเทน (CH_4) และแอมโมเนีย (NH_3) ซึ่งอาจทำให้แปรสภาพเป็นสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีความซับซ้อนได้ง่ายขึ้น

การทดลองจำลองเหตุการณ์การกำเนิดของสิ่งมีชีวิตที่ยอมรับกันมากที่สุด คือ การทดลองของ **สแตนลีย์ มิลเลอร์ (Stanley Miller)** ใน พ.ศ. 2493 ณ ห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยชิคาโก ซึ่งมิลเลอร์ได้พิสูจน์ว่า กรดอะมิโนซึ่งเป็นโมเลกุลพื้นฐานของชีวิตเกิดจากปฏิกิริยาเคมีในยุคแรกของการกำเนิดโลก โดยในการทดลองนี้มีความคิดมาจากของโฮปารินและฮาลเดน

ในการทดลองมิลเลอร์ได้จำลองสถานการณ์มหาสมุทรเมื่อ 4,000 ล้านปีที่แล้ว โดยการให้ความร้อน จนน้ำกลายเป็นไอ แล้วหมุนวนผ่านหลอดทดลองต่างๆ ส่วนหนึ่งของหลอดทดลองเปรียบได้กับชั้นบรรยากาศซึ่งประกอบด้วยแก๊สมีเทน แก๊สแอมโมเนีย แก๊สไฮโดรเจน และไอน้ำ จากนั้นจำลองฟ้าแลบฟ้าผ่าโดยการบังคับให้แก๊สต่างๆ ทำปฏิกิริยาผ่านประจุไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน จากนั้นนำไอน้ำและแก๊สที่ได้จากหลอดทดลองไปผ่านกระบวนการควบแน่น และผสมกับน้ำส่วนที่เปรียบเสมือนมหาสมุทร เขาพบว่า น้ำที่ได้ในหลอดทดลองมีกรดอะมิโนเจือปนอยู่เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 1.2 สแตนลีย์ มิลเลอร์ แสดงการทดลองพิสูจน์แนวความคิดของโอปารินและฮาลเดน

ในปี พ.ศ. 2504 **ฮวน โอโร (Juan Oro)** แห่งมหาวิทยาลัยฮุสตัน (University of Houston) ได้พิสูจน์ว่ากรดอะมิโนจะสามารถเกิดขึ้นได้เองในปฏิกิริยาที่ง่ายกว่าการทดลองของมิลเลอร์หรือไม่ โดยโอโรผสมไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) และแอมโมเนียลงในสารละลาย โอโรพบว่า มีกรดอะมิโนในสารละลาย ยิ่งไปกว่านั้นเขากล่าวพบ **อะดีนีน (adenine)** โมเลกุลที่มีความซับซ้อนอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งนักเรียนอาจทราบมาแล้วว่าเบสอะดีนีนเป็นสารประกอบของ ATP DNA และ RNA

สมมติฐานที่น่าเชื่อถืออีกบทหนึ่งซึ่งพยายามอธิบายจุดกำเนิดของชีวิต โดยอาศัยกลไกและกระบวนการจำลองตัวเองของอาร์เอ็นเอในธรรมชาติ สมมติฐานที่ว่า คือ **สมมติฐานโลกอาร์เอ็นเอ (RNA-world hypothesis)** โดยมีแนวคิดที่ว่านิวคลีโอไทด์โมเลกุลที่ประกอบกันขึ้นมาเป็นอาร์เอ็นเอ เกิดจากการรวมตัวของปฏิกิริยาเคมีระหว่างน้ำตาลไรโบสผสมกับกรดนิวคลีอิกและฟอสเฟต จากนั้นโมเลกุลไรโบนิวคลีโอไทด์ ที่เกิดจากการรวมตัวเหล่านี้ได้เชื่อมต่อกันจนกลายเป็นสายพอลิเมอร์จำนวนมาก ซึ่งหนึ่งในจำนวนนั้นสามารถจำลองตัวเองขึ้นมาใหม่ได้

จากข้อมูลต่าง ๆ นักวิทยาศาสตร์ได้พยายามอธิบายถึงจุดเริ่มต้นของการกำเนิดของสิ่งมีชีวิต โดยอาศัยแนวทฤษฎีของโอปารินและฮอลเดนเดนมรวมไปถึงการทดลองของมิลเลอร์ แล้วสามารถอธิบายได้ว่าแก๊สต่างๆ เกิดการสันดาปและรวมตัวกันจนเกิดเป็น RNA ซึ่งมีคุณสมบัติทั้งของสารพันธุกรรมและเอนไซม์ จากนั้น RNA วิวัฒนาการไปเป็น DNA ซึ่งมีความซับซ้อนมากขึ้นและสามารถกำหนดทางพันธุกรรมได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ DNA มีโครงสร้างที่แข็งแรง แต่อย่างไรก็ตามก็สามารถชักนำให้ DNA เกิดการกลายพันธุ์ซึ่งเป็นสาเหตุอย่างหนึ่งที่ทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรมได้ด้วย

การกำเนิดโพแคไรโอต

นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าสิ่งมีชีวิตยุคแรกน่าจะมีการดำรงชีพแบบไม่ใช้ออกซิเจน เนื่องจากในยุคนั้นมีออกซิเจนเบาบางมาก สิ่งมีชีวิตเริ่มแรกอาจมีความคล้ายคลึงกับแบคทีเรียในปัจจุบัน คือ กลุ่มพวกโพรแคริโอต การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกอาจใช้แก๊สมีเทนในการดำรงชีวิต และเริ่มมีวิวัฒนาการในการสร้างอาหารเองได้โดยเป็นกลุ่มโพรแคริโอตที่สามารถใช้น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารขึ้นมา กระบวนการดังกล่าว คือ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งสามารถให้แก๊สออกซิเจนเป็นผลิตภัณฑ์ด้วย ดังนั้นอาจนับได้ว่ากลุ่มโพรแคริโอตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้กลุ่มแรก ๆ อาจเป็นจุดกำเนิดของวิวัฒนาการของยูแคริโอตที่ใช้ออกซิเจนในปัจจุบัน

การกำเนิดยูแคริโอต

ลักษณะสำคัญที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างโพรแคริโอตและยูแคริโอต คือ การปรากฏของเยื่อหุ้มนิวเคลียส โดยในกลุ่มยูแคริโอตมีการสร้างเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบพันธุกรรมอย่างชัดเจน ในขณะที่โพรแคริโอตสารพันธุกรรมจะเกาะกลุ่มกันลอยอยู่ในไซโทพลาซึม เรียกว่า **นิวคลีอยด์ (nucleoid)** ยูแคริโอตเช่น พืช ใจ พรทิสต์ พืช และสัตว์ เมื่อศึกษาโครงสร้างภายในของเซลล์พบว่า มีโครงสร้างที่ซับซ้อนกว่าโพรแคริโอตมาก เช่น ปรากฏออร์แกเนลล์ที่สำคัญหลายอย่าง เช่น ไมโทคอนเดรีย กอลจิคอมเพล็กซ์ คลอโรพลาสต์ ร่างแหเอนโดพลาซึม

นอกจากนี้ แอนโกลแบคทีเรียบางชนิด เช่น ไมโคพลาสมาและคลอสทริเดียม ยังปรากฏสารพันธุกรรมอีกที่ก่อโรค แกนเหล็กสังกะสีล้วนสามารถแบ่งตัวได้ นอกจากนี้โครโมโซมภายในไมโคพลาสมาและคลอสทริเดียมยังมีความคล้ายคลึงกับโปรตีนเคอติคัล ทำให้เกิดแนวทฤษฎีของซิมไบโอซิส (symbiosis) หรือการอาศัยอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในเชิงวัฒนาการ



เหตุใดโมเลกุลจึงให้การสนับสนุนแนวคิดเกี่ยวกับการกำหนดของสิ่งมีชีวิตของไอปาริน ลักษณะสำคัญที่ทำให้โพเรคริโอโตมีความแตกต่างจากยูคริโอตคือสิ่งใด ให้อธิบายการซึมไปของไอออนของไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์สเซลล์สิ่งมีชีวิต

"

“

การจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตในระดับอาณาจักรและโดเมน มีการปรับปรุงและเปลี่ยนอยู่หลายครั้งด้วยกัน ดังที่แสดงในตารางที่ 1.2 แสดงถึงการจัดอนุกรมวิธานตามยุคสมัยต่างๆ

ตารางที่ 1.2 การจำแนกสิ่งมีชีวิตในระดับใหญ่สุดตามยศสมัยต่าง ๆ

เอกเคิล (พ.ศ. 2437) 3 อาณาจักร	รินเทเคอร์ (พ.ศ. 2502) 5 อาณาจักร	โวเซ (พ.ศ. 2520) 6 อาณาจักร	โวเซ (พ.ศ. 2533) 3 โดเมน
โปรทิสตา	มอเนอร่า	ยูแบคทีเรีย	แบคทีเรีย
		อาร์เคียแบคทีเรีย	อาร์เคีย
	โปรทิสตา	โปรทิสตา	ยูแคริโอต
พืช	ฟังไจ		
พืช	พืช		
สัตว์	สัตว์		

1. ชากดึกดำบรรพ์ (fossil)
2. สัณฐานวิทยา (morphology)
3. กายวิภาคเปรียบเทียบ (comparison of anatomy)
4. สรีรวิทยา (physiology)
5. สารชีวโมเลกุล (biomolecule)
6. สายวิวัฒนาการ (phylogeny)

3.1 อาณาจักรมอเนอร่า

อาณาจักรมอเนอร่า (Kingdom Monera) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์โพรแคริโอต นิวเคลียสไม่มีผนังห่อหุ้ม (prokaryotic nucleus) มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น พบได้ทั่วไปในอากาศ ในน้ำ ในดิน อาจเป็นเซลล์เดี่ยวหรือต่อกันเป็นสาย ภายในเซลล์ไม่แสดงขอบเขตของนิวเคลียสชัดเจน มีรูปร่างหลายแบบทั้งกลม(coccus) แท่ง(bacillus) และเกลียว(spirillum) นอกจากนี้ยังพบมอเนอรากลุ่มวิบริโอ (vibrio) ที่มีรูปร่างเป็นแท่งและพบแฟลเจลลัมหนึ่งเส้น ซึ่งก่อให้เกิดกลุ่มโรคสำคัญ เช่น โรคอุจจาระร่วง มอเนอรายังสามารถอาศัยอยู่บนหรือในพืชและสัตว์ได้อีกด้วย มอเนอรามีกระบวนการเมแทบอลิซึมภายในเซลล์ บางกลุ่มสามารถสร้างอาหารเองได้โดยใช้พลังงานจากแสง (photosynthesis) เช่น ไซยาโนแบคทีเรีย (cyanobacteria) หรือใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี (chemosynthesis) เช่น ซัลเฟอร์แบคทีเรีย (sulfur bacteria) บางกลุ่มสามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่หนาวจัด ร้อนจัด ทะเลมีความเค็มมาก หรือในสภาพที่มีความเป็นกรดสูง เช่น อาร์เคียแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามมอเนอร่าส่วนใหญ่สร้างอาหารเองไม่ได้

รูปร่างแบบกลม (coccus)



รูปร่างแบบแท่ง (bacillus)



รูปร่างแบบเกลียว (bacillus)



รูปร่างแบบวิบริโอ (vibrio)



รูปที่ 1.4 มอเนอรากลุ่มแบคทีเรียรูปร่างชนิดต่าง ๆ

ก. รูปร่างแบบกลมหรือคอคคัส (coccus) ข. รูปร่างแบบแท่ง (bacillus)

ค. รูปร่างแบบเกลียว (spirochete) ง. รูปร่างแบบวิบริโอ (vibrio)

ความหลากหลายของอาณาจักรมอเนอร่า

การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอร่าตามสายวิวัฒนาการ จากการศึกษาลำดับเบสของ DNA และ RNA รวมทั้งองค์ประกอบของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอร่า ทำให้นักชีววิทยาจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1. อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย (Subkingdom Archaeobacteria) เป็นแบคทีเรียที่ไม่ปรากฏผนังเซลล์ที่มีส่วนประกอบของเปปติโดไกลแคนส์ และมักพบอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างรุนแรง เช่น ร้อนจัด เค็มจัด กรดจัด อาร์เคียแบคทีเรียสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้

- **กลุ่มยูริอาร์เคียโอตา (Euryarchaeota)** เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อยู่ในสภาพเค็มจัด (halophile) และสามารถสร้างแก๊สมีเทน (methanogen) ได้

- **กลุ่มครินาร์เคียโอตา (Crenarchaeota)** เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีกรดจัด (acidophile) และสามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ (thermophile)

- **กลุ่มคออาร์เคียโอตา (Korarchaeota)** เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีข้อมูลศึกษาและค้นพบค่อนข้างน้อยมาก นักวิทยาศาสตร์แยกแบคทีเรียกลุ่มนี้ออกมา เพราะมีส่วนขององค์ประกอบของ RNA ที่แตกต่างจากสองกลุ่มแรก คออาร์เคียโอตาสามารถพบได้ตามแหล่งน้ำพุร้อน

2. อาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย (Subkingdom Eubacteria) แบคทีเรียกลุ่มนี้มีความหลากหลายทั้งชนิดจำนวน และการดำรงชีวิต สามารถพบได้ทั่วไป เช่น ในดิน น้ำเค็ม น้ำจืด น้ำกร่อย อากาศ และร่างกายของสิ่งมีชีวิต อาณาจักรย่อยแบคทีเรียสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มต่างๆ ดังนี้

- **กลุ่มโพรทีโอแบคทีเรีย (proteobacteria)** เป็นแบคทีเรียแกรมลบที่พบมากที่สุด มีเยื่อหุ้มชั้นนอกเป็นสารลิพอลิแซคคาไรด์ (lipopolysaccharide) หลายชนิดมีแฟลเจลลัม (flagella) ในการเคลื่อนที่ แต่บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ (non-motile) หรือบางชนิดเคลื่อนที่โดยการสไลด์ (gliding) โพรทีโอแบคทีเรียมีความหลากหลายในกระบวนการเมแทบอลิซึม บางชนิดอาศัยโดยใช้ออกซิเจน บางชนิดไม่ใช้ออกซิเจน บางชนิดต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อย บางชนิดสร้างอาหารได้เองโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น แบคทีเรียสีม่วง (purple bacteria) นอกจากนี้บางกลุ่มยังสามารถตรึงไนโตรเจนได้ เช่น *Rhizobium* sp. ไม่ปรากฏแก้ว

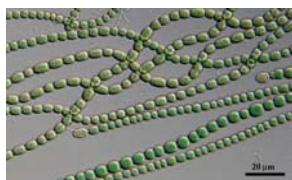
- **กลุ่มคลาไมเดีย (chlamydias)** เป็นยูแบคทีเรียแกรมลบ พบเป็นปรสิตในเซลล์สัตว์ และเป็นสาเหตุของโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ เช่น โรคโกโนเรียหรือหนองใน หรือเชื้อตาอักเสบ

- **กลุ่มสไปโรคีท (spirochetes)** เป็นแบคทีเรียแกรมลบ มีรูปร่างเป็นเกลียวและยืดหยุ่นได้ บางชนิดดำรงชีวิตแบบอิสระ บางชนิดเป็นสาเหตุของการเกิดโรค เช่น *Leptospira* sp. ทำให้เกิดโรคฉี่หนู (leptospirosis) *Treponema pallidum* ทำให้เกิดโรคซิฟิลิส

- **กลุ่มไมโคพลาสมา (mycoplasma)** เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่ไม่มีผนังเซลล์ มีเพียงเยื่อหุ้มเซลล์ที่ประกอบด้วยชั้นของไขมัน ส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น แต่มีบางพวกทำให้เกิดโรคปอดบวม

• **กลุ่มแบคทีเรียแกรมบวก (gram positive bacteria)** พบทั่วไปทั้งในดินและอากาศ บางชนิดสามารถสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี เช่น *Bacillus* sp. แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่อมนุษย์หลายด้าน เช่น การนำมาใช้ประโยชน์ทางด้านการแพทย์ *Streptomyces* sp. สามารถใช้ผลิตยาปฏิชีวนะ *Lactobacillus* sp. เป็นแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติกได้จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร การทำเนย นมเปรี้ยวหรือโยเกิร์ต ผักและผลไม้ดอง อย่างไรก็ตามแบคทีเรียแกรมบวกบางชนิดก็เป็นสาเหตุของการเกิดโรค เช่น การเกิดโรคแอนแทรกซ์ (anthrax) โดยเชื้อ *Bacillus anthracis* ในวัว

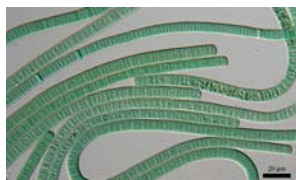
• **กลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)** เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ เพราะมีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์เอ แคโรทีนอยด์ และไฟโคบิลินอยู่ภายในเซลล์ นักวิทยาศาสตร์คาดว่าพวกนี้ให้ออกซิเจนในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้น ก่อให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่หายใจโดยใช้ออกซิเจนในปัจจุบัน แบคทีเรียกลุ่มนี้ได้แก่ แอโนบาปนา (anabaena) นอสตอค (nosta) และออสซิลลาทอเรีย (oscillatoria) สามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศให้เป็นสารประกอบไนเตรดได้



แอโนบาปนา (anabaena)



นอสตอค (nosta)



ออสซิลลาทอเรีย (oscillatoria)

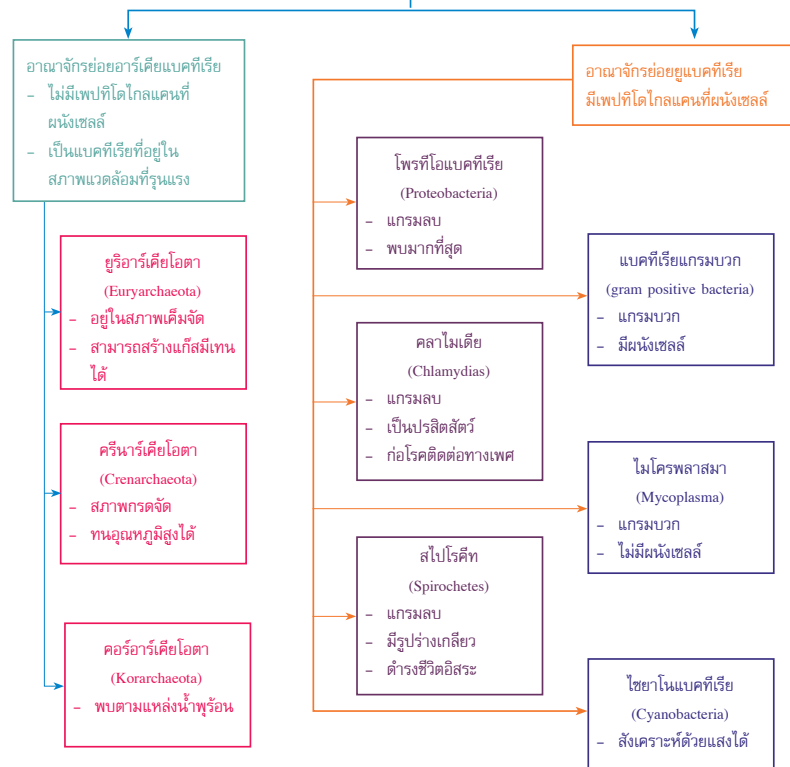
รูปที่ 1.5 กลุ่มไซยาโนแบคทีเรีย

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีผลสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศ กล่าวคือ กลุ่มแบคทีเรียทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยอินทรีย์สารก่อให้เกิดการหมุนเวียนสารอนินทรีย์และอินทรีย์สารต่างๆ สำหรับสีเขียวแกมน้ำเงินทำหน้าที่เป็นผู้ผลิตในระบบนิเวศและสิ่งมีชีวิต สองกลุ่มนี้ยังมีความสำคัญในแง่เทคโนโลยีชีวภาพซึ่งได้มีการศึกษาวิจัยเพิ่มมากขึ้น เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร อุตสาหกรรม การแพทย์ และการศึกษาพันธุศาสตร์ซึ่งช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตของประชากรให้ดียิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตามมอเนราหลายกลุ่มก็เป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคต่างๆ เช่น วัณโรค อหิวาตกโรค โรคฉี่หนู



ผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรีย ได้แก่ น้ำส้มสายชู ปลาหมึกโยเกิร์ต ปลาร้า

อาณาจักรมอเนรา (Kingdom Monera)



3.2 อาณาจักรโพรทิสตา

อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่เป็นยูแคริโอต ส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ แต่เซลล์ยังไม่มีการจัดตัวกันเป็นเนื้อเยื่อตั้งเช่นพืชและสัตว์ สิ่งมีชีวิตบางชนิดในกลุ่มนี้ ยังมีลักษณะของทั้งพืชและสัตว์ร่วมกัน กล่าวคือในเซลล์มีคลอโรพลาสต์เช่นเดียวกับพืช แต่มีโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ได้เช่นเดียวกับสัตว์ ดังนั้น นักชีววิทยาจึงจัดสิ่งมีชีวิตพวกนี้ไว้เป็นอาณาจักรที่แยกออกจากกลุ่มสัตว์และพืช สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตามีลักษณะสำคัญดังนี้

1. ร่างกายประกอบด้วยโครงสร้างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน ส่วนมากประกอบด้วยเซลล์เดียว บางชนิดมีหลายเซลล์รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า โคลนี (colony) หรือเป็นสายยาว (filament) แต่ยังไม่ทำหน้าที่ร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อหรืออวัยวะ แต่ละเซลล์สามารถทำหน้าที่ของความเป็นสิ่งมีชีวิตได้ครบถ้วนอย่างอิสระ
2. ไม่มีระยะตัวอ่อน (embryo) ซึ่งต่างจากพืชและสัตว์ที่มีระยะตัวอ่อนก่อนที่จะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย
3. การดำรงชีพทั้งชนิดที่เป็นผู้ผลิต (autotroph) เป็นผู้บริโภค (consumer) และผู้ย่อยสลายอินทรีย์สาร (decomposer)
4. โครงสร้างของเซลล์เป็นแบบยูแคริโอต (eucaryote) ซึ่งมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
5. การเคลื่อนที่ บางชนิดเคลื่อนที่ได้โดยใช้ซิเลีย (cilia) แฟลเจลลัม (flagellum) เท้าเทียมหรือยูโดโพเดียม (pseudopodium) บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้
6. การสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) และแบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) เช่น การคอนจูเกชัน (conjugation) ซึ่งเกิดจากเซลล์สืบพันธุ์ที่มีรูปร่างและขนาดเหมือนกันมารวมกัน ดังเช่นที่พบในพารามีเซียม ราวดา และชนิดปฏิสนธิ (fertilization) ซึ่งเกิดจากเซลล์สืบพันธุ์ที่มีรูปร่างและขนาดต่างกันมารวมกันซึ่งพบในสาหร่ายเป็นส่วนใหญ่

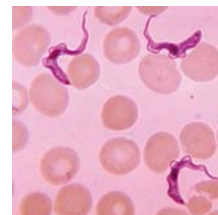
ความหลากหลายของอาณาจักรโพรทิสตา

อาณาจักรโพรทิสตาเป็นอาณาจักรที่มีความหลากหลายมากที่สุด สิ่งมีชีวิตมีลักษณะหลายรูปแบบ มีการดำรงชีวิตที่หลากหลาย และมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ค่อนข้างน้อย อีกทั้งมีการเปลี่ยนแปลงการจัดระดับหมวดหมู่อยู่บ่อยครั้ง ด้วยเหตุนี้จึงได้แยกเป็นกลุ่มไว้ตามลักษณะของสิ่งมีชีวิต ดังนี้

1. **ดีพลีโมนาดีดา (Diplomonadida) และพาราบาซาลา (Parabasalida)** เป็นโพรทิสต์มีแฟลเจลลา ส่วนใหญ่ดำรงชีพแบบปรสิต เช่น *Giardia lamblia* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคไโคอาร์ดิโอซิส (giardiasis) หรือโรคลำไส้อักเสบในมนุษย์ โรคช่องคลอดอักเสบจาก *Trichomonas vaginalis* แต่พาราบาซาลิต (parabasalida) บางพวกอาจดำรงชีพแบบพึ่งพาอาศัย (mutualism) กับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น *Trichonympha* sp. ช่วยย่อยเซลลูโลสในลำไส้ปลวก ดีพลีโมนาดีดและพาราบาซาลิตส่วนใหญ่มีนิวเคลียสสองอัน (nuclei) และไม่มีออร์แกเนลล์ขนาดใหญ่ เช่น กอลจิ คอมเพล็กซ์ ร่างแหเอนโดพลาสมิก และไมโทคอนเดรียที่ใช้ในการสังเคราะห์พลังงาน ATP แต่พบพบโครงสร้างไมโทโซม (mitosome) ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์สารประกอบกลุ่มเล็กและกำมะถัน

2. **ยูกลีโนซัว (Euglenozoa)** เป็นโพรทิสต์กลุ่มใหญ่ที่มีแฟลเจลลา โดยทั่วไปยูกลีโนซัวดำรงชีพแบบอิสระ แต่อาจจะมีบางกลุ่มที่ดำรงชีพแบบปรสิต ซึ่งสามารถแบ่งยูกลีโนซัวออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ ยูกลีนิด (euglenid) และไคเนโตพลาสต์ (kinetoplastid) ยูกลีโนซัวส่วนใหญ่มีขนาดตั้งแต่ 1.5–40 ไมครอน แต่บางชนิดสามารถยาวได้ถึง 500 ไมครอน เช่น

ยูกลีนา (*Euglena* sp.) เป็นกลุ่มยูกลีนิดที่มีคลอโรพลาสต์และแคโรทีนอยด์เพื่อการสังเคราะห์ด้วยแสงแต่ดำรงชีพเป็นผู้บริโภคเมื่อไม่มีแสง ยูกลีนามีอายสปอต (eye spot) ในการตอบสนองต่อแสง



รูปที่ 1.6 ทริพาโนโซม

ทริพาโนโซม (*Trypanosoma* sp.) เป็นกลุ่มไคเนโตพลาสต์ที่ดำรงชีพแบบปรสิตโดยก่อให้เกิดโรคเหงาหลับแอฟริกัน (African sleep sickness) ซึ่งมีแมลงเซตซี (tsetse) เป็นพาหะการติดเชื้อ

3. **แอลวีโอลาตา (Alveolata)** เป็นโพรทิสต์ที่มีโครงสร้างพิเศษที่ปรากฏอยู่ใต้เยื่อหุ้มเซลล์ที่เรียกว่า **ดูลูม (alveoli)** ซึ่งยังไม่สามารถระบุหน้าที่ได้อย่างชัดเจน

แอลวีโอลาตาแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มได้แก่ ซิลิเอต (ciliate) ไดโนแฟลเจลเลต (dinoflagellate) และ เอพิคอมเพลกซา (apicomplexa)

• **ไดโนแฟลเจลเลต (dinoflagellate)** เป็นสาหร่ายเซลล์เดียว ส่วนใหญ่อยู่เดี่ยวๆ จะอยู่รวมกลุ่มน้อยมาก มีทั้งในทะเลและน้ำจืด มีแฟลเจลลัม 2 เส้น ช่วยในการเคลื่อนที่ ส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาลหรือสีทอง ตัวเซลล์มีร่องรอบกึ่งกลางเซลล์ เรียกว่า **เกอเดิล (girdle)** ซึ่งมีแฟลเจลลัมพันรอบอยู่ในร่อง บางชนิดไม่มีผนังเซลล์เช่น *Gymnodinium* sp. *Noctiluca* sp. แต่ส่วนใหญ่เซลล์มีผนังหุ้ม ผนังหุ้มเซลล์แบ่งเป็นชั้นเล็ก ๆ ซึ่งจำนวนชั้นของผนังหุ้มเซลล์นี้จะไม่เท่ากันแตกต่างกันตามชนิด บนชั้นเล็ก ๆ ดังกล่าวนี้อาจมีลวดลายต่าง ๆ เช่น เป็นตาข่าย หมาขนขนาดเล็ก หรือเป็นแผ่นเยื่อบาง ๆ ลักษณะเช่นนี้มักพบในพวก *Ceratium* sp. *Peridinium* sp. *Dinophysis* sp. และ *Alexandrium* sp. ไดโนแฟลเจลเลตเป็นแพลงก์ตอนที่มีมากในเขตน้ำเค็ม เป็นกลุ่มแพลงก์ตอนที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ขึ้นสีสาหร่าย (red tide) ทำให้น้ำเปลี่ยนสีไปจากเดิมอย่างเห็นได้ชัด ทำให้คุณภาพน้ำเสีย เกิดแอมโมเนียสูง มีสารพิษเจือปนกัน โดยเฉพาะ *Gymnodinium* sp. และ *Gonyaulax* sp. เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในทะเล สารพิษที่สร้างจาก *Gonyaulax* sp. เป็นสารพิษที่มีผลต่อระบบประสาททำให้เป็นอัมพาต (paralytic shellfish poisoning : PSP)



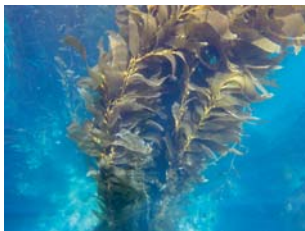
รูปที่ 1.7 ปรากฏการณ์ขึ้นสีสาหร่าย (red tide)

• **เอพิคอมเพลกซา (apicomplexa)** เป็นโพรทิสต์ที่พบได้มากกลุ่มหนึ่ง สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้พบพอร์แกเนลล์ที่เรียกว่า เอพิพลาสต์ (apicoplast) และโครงสร้างที่ใช้สำหรับการเจาะฝังตัว (hook) เข้าไปยังเซลล์โฮสต์ (host) เอพิคอมเพลกซาดำรงชีวิตเป็นปรสิตเซลล์เดียว สร้างสปอโรกายในเซลล์บางครั้งเรียกว่าสปอโรซัว (sporozoan) บางชนิดมีความสำคัญทางการแพทย์เพราะเป็นสาเหตุของโรคมาลาเรียหรือไข้จับสั่น เช่น *Plasmodium* sp. โดยมียุงก้นปล่อง (*Culex* sp.) เป็นพาหะ

• **ซิลิเอต (ciliates)** เป็นโพรทิสต์ที่พบความหลากหลายมากที่สุด ใน ส่วนใหญ่ดำรงชีพแบบอิสระ พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำและที่ชื้นแฉะ ลักษณะที่สำคัญ คือ พบโครงสร้างที่ใช้ในการเคลื่อนที่ เรียกว่า **ซีเลีย (cilia)** ที่มีลักษณะเป็นเส้นขนจำนวนมาก ลักษณะพิเศษอีกประการ คือ พบนิวเคลียส 2 อัน (nuclei) โดยนิวเคลียสที่ใหญ่กว่า เรียกว่า **แมโครนิวเคลียส (macronucleus)** ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเซลล์ และนิวเคลียสที่เล็กกว่า เรียกว่า **ไมโครนิวเคลียส (micronucleus)** ทำหน้าที่ควบคุมการสืบพันธุ์ ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตในกลุ่มนี้ได้แก่ พารามีเซียม (*Paramecium* sp.) วอร์ติเซลลา (*Vorticella* sp.)

4. **สตรามีโนพิลลา (Stramenopila)** เป็นโพรทิสต์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เนื่องจากมีรงควัตถุจึงเรียกโพรทิสต์กลุ่มนี้ว่า **สาหร่าย (algae)** สมาชิกของสตรามีโนพิลลามีความหลากหลายถึง 100,000 ชนิด และพบหลายขนาดตั้งแต่ขนาดใหญ่ เช่น สาหร่ายเคลป์ (kelp) จนถึงขนาดเล็กคล้ายเซลล์เดียว เช่น ไดอะตอม (diatom) อย่างไรก็ตามโพรทิสต์กลุ่มนี้มีลักษณะร่วมกัน คือ พบเซลล์สืบพันธุ์ที่มีหางเป็นแฟลเจลลา 2 แบบ คือ แบบมีขนและไม่มีขน สตรามีโนพิลลาแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) และไดอะตอม (diatom)

• **สาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae)** เป็นสาหร่ายที่มีรงควัตถุที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล คือ **ฟิวโคแซนทีน (fucoxanthin)** มากกว่าคลอโรฟิลล์เอและคลอโรฟิลล์ซี สาหร่ายสีน้ำตาลมีมากในทะเลตามแถบชายฝั่งที่มีอากาศเย็น มีเพียง 35 ชนิดที่พบในน้ำจืด สาหร่ายสีน้ำตาลมีชื่อเรียกทั่วไปว่า **สาหร่ายทะเล (seaweed)** เพราะเป็นพืชทะเล ผงเซลล์เป็นสารพอลิแซ็กคาไรด์และกรดแอลจินิก (alginic acid) ซึ่งสามารถสกัดสารแอลจินิก (algin) มาใช้ประโยชน์ได้ สาหร่ายสีน้ำตาลมีรูปร่างและขนาดแตกต่างกันไปตั้งแต่ขนาดเล็กต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จนถึงขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า บางชนิดมีรูปร่างเป็นสายยาวแตกกิ่งก้าน เช่น เอกโตคาร์ปัส (*Ectocarpus* sp.) บางชนิดมีรูปร่างเป็นแผ่นแบนหรือคล้ายใบไม้ใบกว้างลอยอยู่ในน้ำ เช่น ลามินาเรีย (*Laminaria* sp.) บางชนิดคล้ายต้นปาล์มขนาดเล็กเรียกว่า ซีปาล์ม (sea palm) บางชนิดคล้ายต้นไม้เล็ก ๆ เช่น สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp.) หรือรูปร่างคล้ายพัด เช่น สาหร่ายหูหนู (*Padina* sp.) สาหร่ายสีน้ำตาลมีหลายเซลล์ พวกที่มีขนาดใหญ่เรียกว่า **เคลป์ (Kelp)** หรือ *Macrocystis* sp. ซึ่งอาจมีความยาว 60–70 เมตร

สาหร่ายเคลป์ (*Macrocystis* sp.)สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* sp.)

รูปที่ 1.8 สาหร่ายสีน้ำตาล

• **ไดอะตอม (diatom)** เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง ผงเซลล์ของไดอะตอมประกอบด้วยเปลือก ๆ จากสารซิลิกา และประกอบกันคล้ายกล่อง บนฝ่ามือคล้าย ไดอะตอมมีขนาดและรูปร่างลักษณะแตกต่างกันมากมายหลายแบบ อาจอยู่เดี่ยวหรือเชื่อมต่อกันเป็นสายโซ่ พบเป็นจำนวนมากในทะเล ไดอะตอมไม่เคลื่อนที่จึงมีรางค์ยื่นออกมาพวยให้ตัวมันลอยอยู่ในทะเลได้

ไดอะตอมแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยพิจารณาจากรูปร่างและสวดลายบนฝ่า ได้แก่ เซนทริกไดอะตอม (centric diatom) มีสวดลายบนฝ่าเรียงกันเป็นแนวรัศมี โดยยึดจุดศูนย์กลางของฝ่าเป็นหลัก และเพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) มีรูปร่างและมีสวดลายเรียงกัน 2 ด้าน โดยยึดแกนยาวของฝ่าเป็นหลัก เมื่อมีสารอาหารและแสงปริมาณที่เหมาะสม ไดอะตอมจะสามารถสืบพันธุ์และเพิ่มจำนวนได้อย่างรวดเร็ว ประโยชน์ของไดอะตอมมีมากมาย เช่น ประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรม เนื่องจากผงเซลล์ของไดอะตอมประกอบด้วยซิลิกา เมื่อตายแล้วเกิดการทับถมกันเป็นจำนวนมากในทะเลเรียก **ดินไดอะตอม (diatomaceous earth)** สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องกรองน้ำต่าง ๆ ได้ดี นอกจากนี้ไดอะตอมมีประโยชน์โดยเป็นตัวบ่งชี้สภาพแวดล้อม เนื่องจากองค์ประกอบ ชนิด และปริมาณของไดอะตอมจะแตกต่างกันตามสภาพการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ตัวอย่างเช่น ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารต่ำจะพบไดอะตอมสกุล *Rhizosolenia* sp. และ *Fragilaria* sp. มาก



เซนทริกไดอะตอม (centric diatom)



เพนเนตไดอะตอม (pennate diatom)

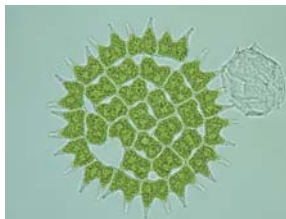
รูปที่ 1.9 ไดอะตอม

5. **ไรโดไฟตา (Rhodophyta)** เป็นโพรทิสต์ที่รงควัตถุภายในพลาสทิดมีสีแดง คือ คลอโรฟิลล์ดี และไฟโคอีริทริน (phycoerythrin) สาหร่ายในไฟลัมนี้ เรียกว่า **สาหร่ายสีแดง (red algae)** มีอยู่ประมาณ 3,900 สปีชีส์ บางครั้งสาหร่ายสีแดงอาจปรากฏเป็นสีน้ำตาลเพราะมีรงควัตถุพวกริโดไซยานิน (phycoyanin) รวมอยู่ในพลาสทิดด้วย อย่างไรก็ตามสาหร่ายสีแดงก็มีคลอโรฟิลล์ดีซึ่งเป็นรงควัตถุหลักในการสังเคราะห์ด้วยแสง และที่นำเสนอง่ายๆก็คือ สาหร่ายแดงมีรงควัตถุแบคทีเรียคลอโรฟิลล์ดีเหมือนกับที่พบในแบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสง สาหร่ายสีแดงมีลักษณะพิเศษคือ ไม่พบระยะของแฟลเจลลัม สาหร่ายสีแดงถูกนำไปใช้ประโยชน์หลายด้าน เช่น พอร์ไฟรา (*Porphyra* sp.) เมื่อตากแห้งแล้วใช้ใส่แกงจืดที่เรียกว่าวุ้น จัฉ่าย กราซิลารีย (*Gracilaria* sp.) นำมาสกัดสารคาร์ราจีแนน (carrageenan) ใช้ในการทำวุ้น (agar) ซึ่งมีความสำคัญในการทำอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ ทำเครื่องสำอาง ทำยาขัดรองเท้า ทำครีมโกนหนวด เคลือบเส้นใย แคปซูลยา ยา และใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

6. **คลอโรไฟตา (Chlorophyta)** เป็นโพรทิสต์ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า **สาหร่ายสีเขียว (green algae)** มีทั้งหมดประมาณ 17,500 สปีชีส์ พบอยู่ในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็ม บริเวณที่เปียกชื้น แม้ในลำคลอง ทะเลสาบ และในทะเล เมื่อสาหร่ายสีเขียวรวมตัวกันจะทำให้เกิดปรากฏการณ์บloom (water bloom) สาหร่ายสีเขียวพบได้ทั้งเซลล์เดี่ยว (microalgae) เช่น คลอเรลลา (*Chlorella* sp.) หรือรวมกลุ่มกันเป็นโคโลนี เช่น พิดิออสตรัม (*Pediastrum* sp.)

รวมไปถึงสาหร่ายสีเขียวที่มีขนาดใหญ่ (megalgae) ประกอบด้วยหลายเซลล์ เช่น อุลวา (*Ulva* sp.) หรือมีโครงสร้างที่วิวัฒนาการคล้ายกับกลุ่มพืชมาก เช่น สาหร่ายไฟ (*chara* sp.)

สาหร่ายสีเขียวประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญ คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ผ่องเซลล์ประกอบด้วยสารเซลลูโลส (cellulose) หรือมีสารเพกทิน (pectin) เคลือบ หรืออาจเป็นสารแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) อาหารสะสมในสาหร่ายสีเขียว คือ เม็ดแป้งที่เรียกว่า **ไพเรโนยด์ (pyrenoid)** สาหร่ายสีเขียวสามารถสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัย เช่น คอนจูเกชัน (conjugation) พบในสไปโรไจรา (*Spirogyra* sp.) และไม่อาศัยเพศ เช่น การหักสลาย (fragmentation)



พิดีเอสเตอร์ม (*Pediatrum* sp.)

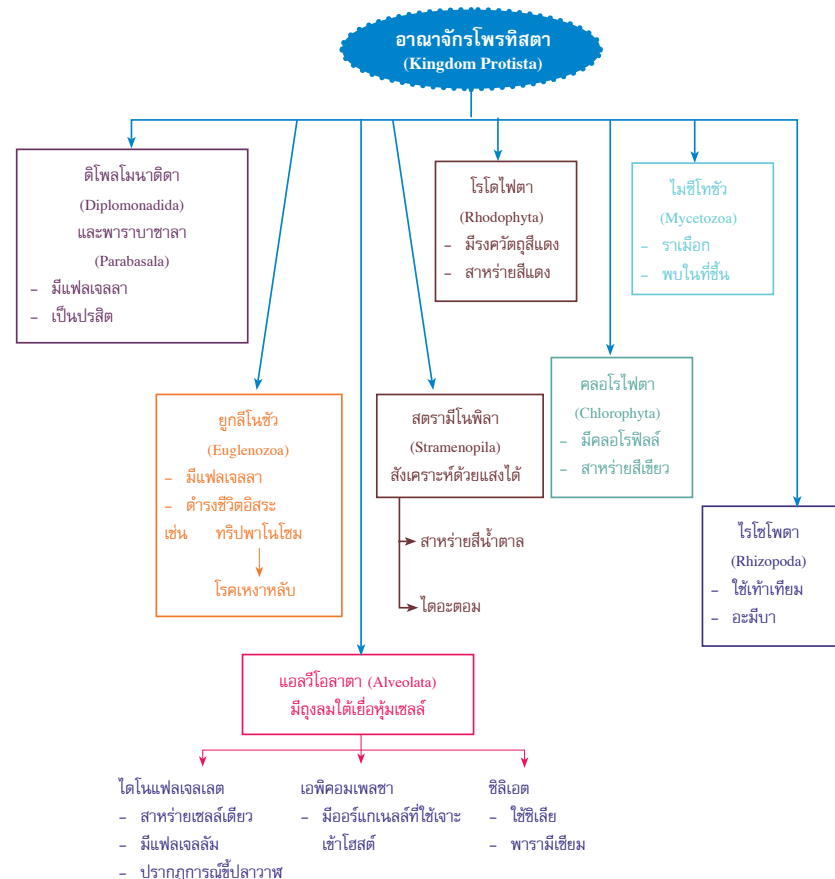


สาหร่ายไฟ (*chara* sp.)

รูปที่ 1.10 สาหร่ายสีเขียว

7. ไมซีโทซัว (Mycetozoa) เป็นโพรทิสต์ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า **ราเมือก** พบในบริเวณที่ชื้นแฉะ ตามขอนไม้หรือใบไม้เปื่อยเน่า มี 2 กลุ่ม คือ ราเมือกชนิดพลาสโมเดียม (plasmodial slime molds) เป็นเซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส และราเมือกชนิดเซลล์ลาร์ (cellular slime molds) มี 1 นิวเคลียส และอยู่ได้อิสระ ราเมือกมีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ เช่น สเตโมนิซิส (*Stemonitis* sp.) ไฟซาลัม (*Physarum* sp.)

8. โรโซโพดา (Rhizopoda) เป็นโพรทิสต์ที่มีข้อมูลศึกษาค่อนข้างน้อย สมาชิกในกลุ่มนี้ คืออะมีบา (*Amoeba*) เคลื่อนที่อาศัยเท้าเทียมหรือชูโดโปเดียม (pseudopodium) อะมีบาส่วนใหญ่ดำรงชีพเป็นอิสระตามแหล่งน้ำต่าง ๆ บางชนิดดำรงชีพเป็นปรสิต เช่น เชื้อโรคบิดมีตัว (*Entamoeba histolytica*)



3.อาณาจักรพืช

อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) เป็นสิ่งมีชีวิตที่มักกำเนิดขึ้นมาแล้วไม่ต่ำกว่า 400 ล้านปีในยุคซิลูเรียน โดยพบหลักฐานฟอสซิลของพืชยุคไซเนีย (*Cooksonia* sp.) อย่างไรก็ตามมีหลักฐานหลายอย่างที่ทำให้เชื่อว่าพืชมีวิวัฒนาการมาจากสาหร่ายสีเขียวกลุ่มคาโรไฟต์ (Charophytes) โดยมีการปรับตัวจากสภาพที่เคยอยู่ในน้ำขึ้นมาอยู่บนบก ด้วยการสร้างคุณสมบัติต่าง ๆ ที่เหมาะสมขึ้นมา เช่น มีการสร้างคิวทิน (cutin) ขึ้นมาปกคลุมผิวของลำต้นและใบ เรียกว่า **คิวทิเคิล (cuticle)** เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ และการเกิดสโมาตา (stomata) เพื่อทำหน้าที่คายน้ำและแลกเปลี่ยนแก๊ส

ลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช

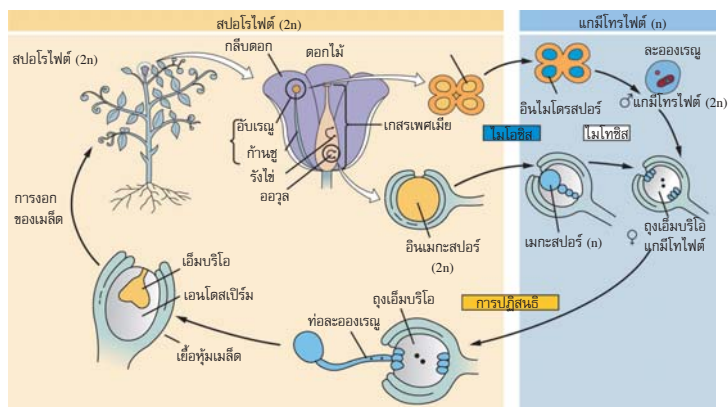
พืชมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ที่มารวมกันเป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เฉพาะอย่างเซลล์ของพืชมีผนังเซลล์ที่มีสารประกอบเซลลูโลส (cellulose) เป็นองค์ประกอบที่พบเป็นส่วนใหญ่ พืชทุกชนิดมีคุณสมบัติที่สามารถสร้างอาหารได้เองจากระบบการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยบทบาทของรงควัตถุคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ที่อยู่ในคลอโรพลาสต์ รงควัตถุหลักที่พบได้ในเซลล์พืชจะเหมือนกับพบในเซลล์ของสาหร่ายสีเขียว ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้พืชยังสะสมอาหารในรูปของแป้ง (starch)

วัฏจักรชีวิต (life cycle) ของพืชเป็นวัฏจักรชีวิตแบบสลับ (alternation of generation) คือ ประกอบด้วยช่วงชีวิตที่เป็นสปอโรไฟต์ (sporophyte generation) ทำหน้าที่สร้างสปอร์ (spore) สลับกับช่วงชีวิตที่เป็นแกมีโทไฟต์ (gametophyte generation) ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) ได้แก่ เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้หรือสเปิร์ม (sperm) และเซลล์สืบพันธุ์เพศเมียหรือไข่ (egg) ซึ่งจะมารวมกันเพื่อให้ได้เป็นเซลล์ใหม่ คือ ไซโกต (zygote) การรวมตัวกันของสเปิร์มและไข่ เรียกว่า **การปฏิสนธิ (fertilization)**

พืชส่วนใหญ่จะมีสปอโรไฟต์เด่น คือ มีขนาดที่มองเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่แกมีโทไฟต์มีขนาดเล็กแทบมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า อวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ของพืชประกอบด้วยหลายเซลล์ โดยมีเซลล์ที่เป็นหมัน (sterile cell) ห่อหุ้มอยู่รอบนอก การเจริญของพืชจากไซโกตไปเป็นสปอโรไฟต์จะต้องผ่านจะต้องผ่านระยะที่เป็นเอ็มบริโอ (embryo) ก่อน คุณสมบัติทั้ง 2 ประการ ดังกล่าวนี้จะไม่พบในพวกสาหร่าย (algae)

สปอโรไฟต์ของพืชประกอบขึ้นจากเซลล์ที่เป็นดิพลอยด์ ($2n$) ทำหน้าที่สร้างสปอร์จากการแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสของสปอร์มาเทอร์เซลล์ (spore mother cell) ที่อยู่ในอับสปอร์ (sporangium) สปอร์ซึ่งเป็นเซลล์ที่เป็นแฮพลอยด์ (n) จะแบ่งตัวเจริญต่อไปเป็นแกมีโทไฟต์ (n) ที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ คือ สเปิร์มและไข่

การปฏิสนธิ (fertilization) คือ การรวมตัวกันของสเปิร์ม (n) และไข่ (n) จะทำให้ได้เซลล์ใหม่ที่เป็นดิพลอยด์ ($2n$) คือ ไซโกตเกิดขึ้นมา ต่อจากนั้นไซโกตจะแบ่งเซลล์ได้เป็นเอ็มบริโอก่อนที่จะเจริญต่อไปเป็นสปอโรไฟต์ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าไซโกต คือ เซลล์เริ่มต้นของช่วงสปอโรไฟต์ และสปอร์ คือ เซลล์เริ่มต้นของช่วงแกมีโทไฟต์



รูปที่ 1.11 วัฏจักรชีวิตแบบสลับของพืช

ในพืชกลุ่มที่ไม่สร้างเมล็ดส่วนใหญ่จะมีการสร้างสปอร์เพียงชนิดเดียว (homospore) ซึ่งสปอร์ดังกล่าวจะแบ่งตัวและเจริญต่อไปเป็นแกมีโทไฟต์ที่ทำหน้าที่สร้างทั้งสเปิร์มและไข่บนต้นเดียวกัน แต่สำหรับพืชที่มีการสร้างเมล็ดทุกชนิดจะสร้างสปอร์เป็น 2 ชนิด (heterospore) ได้แก่ ไมโครสปอร์ (microspore) และเมกะสปอร์ (megaspore) ไมโครสปอร์จะแบ่งตัวเจริญต่อไปเป็นไมโครแกมีโทไฟต์ (microgametophyte) หรือแกมีโทไฟต์เพศผู้ (male gametophyte) ทำหน้าที่สร้างสเปิร์ม และเมกะสปอร์ จะแบ่งตัวเจริญต่อไปเป็นเมกะแกมีโทไฟต์ (megagametophyte) หรือแกมีโทไฟต์เพศเมีย (female gametophyte) ทำหน้าที่สร้างไข่ต่อไป

ความหลากหลายของอาณาจักรพืช

พืชมีความหลากหลายมาก เมื่อพืชขึ้นมาอยู่บนบกมีการปรับตัวหลายอย่างเพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ลักษณะการปรับตัว เช่น มีคิวทิเคิล (cuticle) เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ มีปากใบช่วยควบคุมสมดุลของปริมาณน้ำ ภายในมีโครงสร้างที่ช่วยในการดูดและลำเลียงน้ำ ปัจจุบันได้จัดจำแนกพืชที่พบแล้วกว่า 300,000 ชนิด ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงและพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในอาณาจักรพืช

ชื่อไฟลัม			ตัวอย่างสิ่งมีชีวิต	
ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง	1. ไฟลัมเอปาโทไฟตา		ลิเวอร์เวิร์ท	
	2. ไฟลัมแอนโทไซโรไฟตา		ฮอร์นเวิร์ท	
	3. ไฟลัมไบโรไฟตา		มอสส์	
มีเนื้อเยื่อลำเลียง	ไม่มีเมสிட	4. ไฟลัมไลโคไฟตา	ไลโคไฟเตียม	
		5. ไฟลัมเทอโรไฟตา	เฟินและกลุ่มใกล้เคียงเฟิน	
	มีเมสிட	ไม่มีรังไข่	6. ไฟลัมไซแคโดไฟตา	ปรง
			7. ไฟลัมโคนิเฟอโรไฟตา	สน
			8. ไฟลัมกิงโกไฟตา	แปะก๊วย
			9. ไฟลัมนิโทไฟตา	เหลียง เวสเวียเซีย
		มีรังไข่	10. ไฟลัมแอนโทไฟตา	ไม่ดอก

จากตารางที่ 1.3 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในอาณาจักรพืช มีลักษณะโครงสร้างแตกต่างกันดังนี้

พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง

พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงเป็นพืชกลุ่มนี้เป็นกลุ่มแรก ๆ ที่วิวัฒนาการขึ้นสู่บนบก จึงยังคงมีลักษณะที่ต้องการความชุ่มชื้นหรือน้ำเพื่อการอยู่รอด และอาศัยน้ำในการสืบพันธุ์ ดังนั้นจึงมักพบการเจริญตามพื้นที่ที่มีความชื้นมาก พืชในกลุ่มนี้มีขนาดเล็ก ไม่มีระบบท่อลำเลียง และไม่มีเนื้อเยื่อที่เป็นสารลิกนิน (lignified tissues) เซลล์มีสัดส่วนของคลอโร

ฟิลโลเอและคลอโรฟิลล์บีใกล้เคียงกับสาหร่ายสีเขียว รวมถึงต้นอ่อน (protonema) ในระยะแกมีโทไฟต์ที่คล้ายคลึงกับสาหร่ายสีเขียว พืชกลุ่มนี้ไม่มีรากและใบที่แท้จริง แต่มีไรซอยด์ (rhizoid) ช่วยในการยึดเกาะกับวัสดุที่เจริญอยู่ มีส่วนของฟีลลอยด์ (phylloid) ที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ และส่วนคอลลอยด์ (cauloid) ที่ดูดน้ำและแร่ธาตุ พืชกลุ่มนี้มีวงจรชีวิตแบบสลับ มีระยะแกมีโทไฟต์เด่นกว่าสปอร์โรไฟต์ โดยสปอร์โรไฟต์ที่มีขนาดเล็กมากนั้นจะเจริญพัฒนาอยู่บนแกมีโทไฟต์ตลอดชีวิต ปัจจุบันพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียงแบ่งออกเป็น 3 ไฟลัม ตามโครงสร้างและรูปร่าง ดังนี้

1. ไฟลัมเฮปาโตไฟตา (Phylum Hepatophyta) สมาชิกกลุ่มนี้เรียกรวมกันว่า **ลิเวอร์เวิร์ท (liverwort)** พบได้ทั่วไปตามที่ชื้นแฉะหรือมีความชื้นค่อนข้างสูง อาจขึ้นได้ดีในบริเวณที่เป็นกรด ลักษณะของลิเวอร์เวิร์ทมีตั้งแต่ขนาดเล็กในกลุ่มลิฟฟีลิเวอร์เวิร์ท (leafy liverwort) มีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 5 มิลลิเมตร มีวงจรชีวิตแบบสลับโดยมีระยะแกมีโทไฟต์เด่น ดังนั้นต้นที่พบทั่วไปจะเป็นต้นแกมีโทไฟต์ บางครั้งจะพบขั้นคิวทิเคิลและสปอร์ที่มีผนังหนาซึ่งเป็นลักษณะการปรับตัวของลิเวอร์เวิร์ทเพื่อที่จะอาศัยอยู่บนบกได้

ลิเวอร์เวิร์ทหลายชนิดสร้างอับสปอร์รูปร่างคล้ายร่ม บริเวณด้านล่างของอับสปอร์เพศเมีย (archegoniophores) จะมีอาร์คีโกเนียม (archegonium) ยื่นออกมา ส่วนแอนเทอริเดียม (antheridium) สร้างบริเวณด้านบนของอับสปอร์เพศผู้ (antheridiophores) ลิเวอร์เวิร์ทสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการสร้างเจมมาคัพ (gemma cup) ภายในมีเจมมา (gemma) หรือเจมมี (gemmae) มีรูปร่างคล้ายไข่ หรือรูปดาว หรือคล้ายเลนส์ดิ่งรูปที่ 1.14 ซึ่งจะหลุดจากเจมมาคัพเมื่อได้รับน้ำฝน เมื่อเจมมีหลุดไป สามารถเจริญเป็นต้นใหม่ได้หรืออาจเกิดจากการขาดของต้นเดิมเนื้อเยื่อ ที่หลุดจากต้นสามารถเจริญเป็นต้นใหม่ได้เช่นกัน

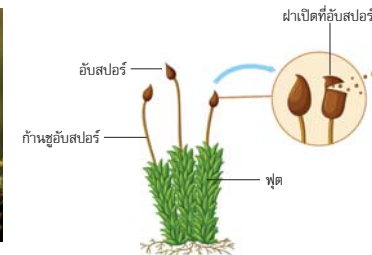
2. ไฟลัมแอนโทซีโรไฟตา (Phylum Anthocerotophyta) พืชในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกรวมกันว่า **ฮอร์นเวิร์ท (hornworts)** เป็นกลุ่มที่เล็กที่สุดพบน้อยที่สุดในพืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง พบประมาณ 6 สกุล 100 ชนิด ชนิดที่มักพบตัวอย่างในการศึกษา คือ *Anthoceros* sp. ฮอร์นเวิร์ทมีลักษณะทั่วไป คือ มีสปอร์โรไฟต์รูปร่างเรียวยาวคล้ายเขาสัตว์สีเขียว ดังรูปที่ 1.14 ยาวประมาณ 1-4 ซม. ภายในมีเนื้อเยื่อที่แบ่งตัวให้สปอร์ นอกจากนี้ยังพบเซลล์ที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสงที่มีคลอโรพลาสต์ 1 เม็ด และมีอาหารสะสมเป็นไพรินอยด์ (pyrenoid) เหมือนกับสาหร่ายสีเขียว สปอร์โรไฟต์ของฮอร์นเวิร์ทปรากฏเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) ซึ่งทำให้สปอร์โรไฟต์สามารถเจริญได้อย่างไม่จำกัด อาร์คีโกเนียมฝังตัวอยู่ในแกมีโทไฟต์ที่มีโครงสร้างที่คล้ายกับปากใบ (stomata-like structure) ซึ่งจะไม่พบในกลุ่มอื่น

ฮอร์นเวิร์ทมีแกมีโทไฟต์รูปร่างกลมหรือค่อนข้างรี แบน สีเขียว เป็นโครงสร้างที่ง่าย ๆ เมื่อเทียบกับแกมีโทไฟต์ในกลุ่มพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงด้วยกัน ฮอร์นเวิร์ทสร้างอวัยวะสืบพันธุ์บริเวณด้านบนของแทลลัส (thallus) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเกิดขึ้นโดยการขาดเป็นท่อน (fragmentation)

3. ไฟลัมบรโอไฟตา (Phylum Bryophyta) พืชในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกรวมกันว่า **มอสส์ (moss)** มีสมาชิกมากที่สุดในกลุ่มพืช ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง สามารถเจริญได้ทั่วไป เช่น ตามเปลือกไม้ พื้นดิน ก้อนหิน มอสส์มีวงจรชีวิตแบบสลับโดยมีระยะแกมีโทไฟต์เด่นกว่าสปอร์โรไฟต์ ดังนั้นต้นที่พบทั่วไปจึงเป็นต้นแกมีโทไฟต์ซึ่งมีสีเขียวอัดตัวกันแน่นคล้ายพรมไม่มีใบ ลำต้น และรากที่แท้จริง แต่มีส่วนที่คล้ายลำต้นและใบมาก มีไรซอยด์ทำหน้าที่ยึดกับพื้นดินหรือวัตถุที่เจริญ สปอร์โรไฟต์อาศัยอยู่บนแกมีโทไฟต์ตลอดชีวิต สปอร์โรไฟต์ที่อยู่บนแกมีโทไฟต์จะมีส่วนที่ยึดติดกับแกมีโทไฟต์เรียกว่า ฟุต (foot) และมีก้านชูอับสปอร์ (seta) ทำให้อับสปอร์ (capsule) เติบโต อับสปอร์จะมีฝาเปิด (operculum) อยู่ด้านบนและจะเปิดออกเมื่ออับสปอร์แก่ ถัดจากฝาเปิดจะเป็นเนื้อเยื่อที่มีการสร้างสปอร์ เซลล์ในชั้นนี้แบ่งตัวแบบไมโอซิสได้สปอร์ เมื่อสปอร์แก่และตกไปในที่ที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมก็จะงอกได้ต้นที่เป็นเส้นสายสีเขียวที่เรียกว่า **โปรโตเนมา (protonema)** ลักษณะคล้ายสาหร่ายสีเขียวมากดังรูปที่ 1.14



มอสส์



รูปที่ 1.12 พืชไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียง

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด (seedless vascular plant) และพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ด (seed plant)

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่ไม่มีเมล็ด (seedless vascular plant) เป็นพืชที่มีวิวัฒนาการมาตั้งแต่ยุคจูเรียน จากการศึกษาค้นคว้าจากดึกดำบรรพ์เชื่อกันว่า *Cooksonia* sp. เป็นพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงกลุ่มแรก ๆ ที่มีวิวัฒนาการมาเป็นพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงในปัจจุบัน ลักษณะสำคัญของพืชกลุ่มนี้ คือ มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง ภายในรากและลำต้นมีเนื้อเยื่อลำเลียง เป็นพืชไม่มีเมล็ด สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์อยู่ในอับสปอร์ซึ่งมีหลายรูปแบบ แกมีโทไฟต์และสปอร์โรไฟต์เจริญแยกกันหรืออาจอยู่รวมกันในช่วงสั้น ๆ โดยแกมีโทไฟต์จะมีขนาดเล็กและมีวงจรชีวิตสั้นกว่าสปอร์โรไฟต์ ในปัจจุบันมีการจำแนกพืชกลุ่มนี้เป็น 2 ไฟลัม ดังนี้

4. **ไฟลัมไลโคไฟตา (Phylum Lycophyta)** พืชในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า **ไลโคไฟตา (Lycopoda)** เป็นพืชที่มีใบ ราก ลำต้น ที่แท้จริง แต่ใบมีขนาดเล็ก ส่วนใหญ่เป็นพืชอายุหลายปี มีประมาณ 200 ชนิด ได้แก่ **ไลโคไฟเตียม (lycopodium)** ที่พบเห็นเป็นระยะสปอโรไฟต์ จัดเป็นพืชล้มลุก มีรากเป็นรากพิเศษ (adventitious root) อวัยวะสืบพันธุ์เรียกว่า **สโตรบิลัส (strobilus)** อยู่ปลายกิ่ง สร้างสปอร์แบบไมโอซิสได้ 4 สปอร์ ไลโคไฟเตียมที่สำคัญ ได้แก่ สามร้อยยอดหรือหญ้ารังนก (*Lycopodium cernuum*) สร้อยนางสิงห์ (*Lycopodium squarrosum*) สร้อยนางก็ (*Lycopodium phlegmaria*) ช้องนางคลีหรือสร้อยนารี (*Lycopodium carinatum*)

นอกจากนี้ยังมี **ซีแลกจิเนลลา (selaginella)** หรือภาษาถิ่นว่า ตีนตุ๊กแก พอค้าติเมย หย้าร้องไห้ เพื่อยนกลีลักษณะคล้ายๆ ไลโคไฟเตียม มีใบเรียง 4 แถว ปลายกิ่งมีสโตรบิลัสหรือกลุ่มอับสปอร์ที่มีอับสปอร์ 2 ชนิด คือ อับเมกะสปอร์แรงเจียม (megasporangium) มีขนาดใหญ่เจริญไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศเมีย และอับไมโครสปอร์แรงเจียม (microsporangium) ที่มีขนาดเล็กเจริญไปเป็นแกมีโทไฟต์เพศผู้



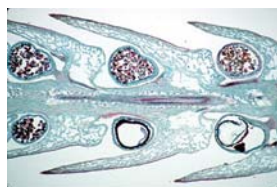
ช้องนางคลี



พอค้าติเมย



สโตรบิลัสของไลโคไฟเตียม



สโตรบิลัสของซีแลกจิเนลลา

รูปที่ 1.13 ตัวอย่างสมาชิกในไฟลัมไลโคไฟตา

5. **ไฟลัมเทอโรไฟตา (Phylum Pterophyta)** เป็นพืชที่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริงเป็นส่วนใหญ่ ดำรงชีวิตอยู่ทั้งบนบกและในน้ำ บางชนิดอาศัยเกาะอยู่บนต้นไม้ใหญ่ มีวงชีวิตแบบสลับ ระยะสปอโรไฟต์มีช่วงเวลายาวนานและเด่นชัดกว่าระยะแกมีโทไฟต์ ปัจจุบันพบพืชในไฟลัมนี้มากกว่า 12,000 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- เฟิน (fern) เป็นพืชสร้างสปอร์ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง ปัจจุบันพบว่ามียุคประมาณ 170 สกุล 12,000 สปีชีส์ประมาณ 2 ใน 3 พบในเขตร้อน ท่อลำเลียงของเฟินพบได้ทั้งในราก ลำต้น และใบ แต่ไม่มีแคมเบียม (cambium) จึงไม่มีการเพิ่มขนาดทางด้านข้าง จัดเป็นพืชที่ไม่มีเนื้อไม้

เฟินที่พบทั่วไปเป็นระยะสปอโรไฟต์ การดำรงชีวิตของเฟินในสภาพธรรมชาติแตกต่างกันมาก เช่น แหนแดง จอกหูหนู จะลอยน้ำ ผักแว่น ผักกูด จะขึ้นอยู่ในน้ำ ชายผ้าสีดาเกาะอยู่ตามต้นไม้เป็นเอพิไฟต์ (epiphyte) ใบของเฟินเรียกว่า **ฟรอนด์ (frond)** ซึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกันออกไป เช่น ใบของข้าหลวงหลังลายเป็นใบเดี่ยวขนาดใหญ่ เฟินก้านดำเป็นใบประกอบ ประทะเล็ขนาดใหญ แต่แหนแดงมีใบขนาดเล็กมาก ใบของเฟินทุกชนิดขณะที่ยังอ่อนอยู่จะมีก้านม้วนเข้าด้านในแบบลานนาฬิกา เรียกว่า **ลักษณะใบอ้อนปลายม้วน (circinate vernation)** ต้นอ่อนของเฟินจะเรียกว่า **โพรแทลลัส (prothallus)** เมื่อใบของเฟินเจริญขึ้นและมียาวมากขึ้น ส่วนที่ม้วนจะค่อยๆ คลายออก ทางด้านล่าง (ท้องใบ) ใบของเฟินจะมีอับสปอร์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เรียกว่า **ซอร์ส (sorus)**



ข้าหลวงหลังลาย



เฟินมหาศดำ (tree fern)



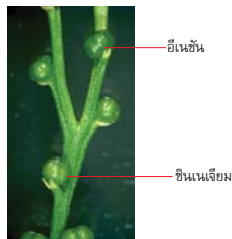
กลุ่มอับสปอร์หรือซอร์ส (sorus)



ลักษณะขมวดอ้อนปลายม้วน (circinate vernation)

รูปที่ 1.14 พืชกลุ่มเฟินชนิดต่างๆ

- หวายทะนอย (*Psilotum* sp.) เป็นพืชที่มีเนื้อเยื่อลำเลียงที่พบตั้งแต่ยุคซิลูเรียน ไม่ล้มลุกอายุหลายปี มีทั้งที่เป็นไม้เกาะอาศัยตามต้นไม้ใหญ่ หรือชอกหิน หรืออยู่ตามพื้นดิน ไม่มีระบบรากมีไรโซมดที่ทำหน้าที่แทนราก ลำต้นเหง้าส่วนที่ฝังตัวทำหน้าที่ยึดเกาะและดูดซับน้ำ ธาตุอาหารซึมผ่านไรโซมดที่ปกคลุมแน่น ลำต้นส่วนที่ขึ้นไปบนอากาศมีลักษณะเป็นลำต้นเนื้ออ่อนอวบหนา แตกกิ่งเป็นคู่ได้หลายชั้น (dichotomous branching) เหง้าที่ฝังตัวแตกแขนงเป็นคู่เช่นกัน ภายในลำต้นมีระบบท่อลำเลียงโฟลเอ็มและไซเล็ม สำหรับการสังเคราะห์ด้วยแสงนั้นเกิดขึ้นที่ข้างลำต้นซึ่งมีสีเขียว นอกจากนี้ยังลำต้นยังมีตังหรือเกล็ดแบน เรียกว่า **อินชัน (enation)** แต่ไม่มีระบบท่อลำเลียงที่เกล็ดเหล่านี้ อับสปอร์เกิดบนก้านและปลายกิ่ง สปอร์อยู่ในโครงสร้างพิเศษที่เรียกว่า ซินเนียม (synangium) มีลักษณะเป็นกระเปาะ 3 พูติดกัน สปอร์ไม่มีสีเขียว ในช่วงชีวิตที่เป็นแกมีโทไฟต์มี 2 เพศในต้นเดียวกัน แต่ไม่คลอโรพลาสต์สำหรับสังเคราะห์ด้วยแสง

รูปที่ 1.15 หวายทะนอย (*Psilotum* sp.)

อีเนชัน
ชินเนเจียม

• สนหางม้าและหญ้าม้าฉ่อง (*Equisetum* sp.) เป็นพืชที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับหวายทะนอย ลำต้นของพืชพวกนี้มีทั้งชนิดที่อยู่เหนือดินและอยู่ใต้ดิน ลำต้นบนดินมีลักษณะยาวสี่เหลี่ยม มีร่องรอยของข้อปล้องอย่างชัดเจนสามารถดึงให้หลุดออกจากกันได้ การแตกกิ่งที่เป็นแขนงบริเวณข้อปล้อง (whirl leaves arrangement) ทำให้มีลักษณะคล้ายแฉกหรือหางม้าจึงเรียกว่า **สนหางม้า** ที่หนึ่งเซลล์มีสารพวกซิลิกา (silica) เคลือบอยู่ทำให้หยาบและแข็ง ใ้ใช้ในการหาค่าความสะอาดอากาศขณะต่างๆ ได้ดี ที่ส่วนปลายของกิ่งบางกิ่งมีสโตรบิลหรือกลุ่มอับสปอร์สำหรับสร้างสปอร์ ส่วนลำต้นที่อยู่ใต้ดินอายุน้อยจะส่งเคราะหโดยแสงไม่ได้ ลำต้นเหนือดินจึงทำหน้าที่หลักในการสังเคราะห์ด้วยแสง



รูปที่ 1.16 สนหางม้า



รูปที่ 1.17 หญ้าม้าฉ่อง

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ด

พืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเมล็ด (seed plant) เกิดเมื่อประมาณ 360 ล้านปี ในช่วงปลายของยุคไดโนเสาร์ และพบแพร่กระจายมากในยุคครีตเชียส มีโครงสร้างสืบพันธุ์ที่แตกต่างจากพืชกลุ่มที่กล่าวมาแล้ว โดยเซลล์ไข่เจริญอยู่ในออวูล เชื่อกันว่าน่าจะมีความวิวัฒนาการมาจากอับสปอร์ที่มีเนื้อเยื่อพิเศษมาหุ้ม ซึ่งอาจมี 1 หรือ 2 ชั้น นอกจากนี้พืชมีเมล็ดยังมีการปรับตัวในการสืบพันธุ์ที่ไม่ต้องอาศัยน้ำ โดยการสร้างละอองเรณูที่มีสเปิร์มอยู่ภายใน เมื่อบีบอัดแล้วแตกออกจะออกรูจะกระจายไปตกที่ออวูล โดยอาศัยลมหรือสัตว์เป็นพาหะ เมื่อเกิดการปฏิสนธิแล้วออวูลจะเจริญไปเป็นเมล็ด พืชมีเมล็ดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

พืชไม่มีรังไข่หรือพืชเมล็ดเปลือย

พืชไม่มีรังไข่หรือพืชเมล็ดเปลือย (gymnosperm) เป็นพืชที่พบแพร่กระจายกว้างขวางในยูคาลิปตัสที่มีทั้งไม้เลื้อย ไม้พุ่ม และไม้ยืนต้น เป็นพืชที่มีเมล็ดแต่ไม่มีโครงสร้างที่ห่อหุ้มเมล็ด กล่าวคือ มีออวูลแต่ไม่มีรังไข่ห่อหุ้ม สร้างไม่โครสปอโรกายในอับไมโครสปอร์ซึ่งอยู่ในไมโครสปอโรฟิลล์ (microsporophyll) ที่เรียงซ้อนกันเป็นอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ เรียกว่า **ไมโครสโตรบิลัส (microstrobilus)** หรือโคนเพศผู้ (male cone หรือ staminate cone) และมีเมกะสปอโรกายในอับเมกะสปอร์ซึ่งอยู่ในเมกะสปอโรฟิลล์ (megasporephyll) ที่เรียงซ้อนกันเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ เรียกว่า **เมกะสโตรบิลัส (megastrobilus)** หรือโคนเพศเมีย (female cone หรือ ovulate cone) ปัจจุบันจำแนกออกเป็น 4 ไฟลัม ดังนี้

6. ไฟลัมไซเคโดไฟตา (Phylum Cycadophyta) เป็นพืชที่มีเมล็ดที่โบราณ (primitive) ในประเทศไทยพบเพียงจีนัสเดียว คือ จีนัสไซแคส (*Cycas* sp.) เรียกกันทั่วไปว่า **ไซแคด (Cycad)** หรือปรง ลำต้นส่วนใหญ่อยู่ใต้ดินมีลักษณะเป็นหัว มีส่วนที่อยู่เหนือดิน มีลักษณะเป็นลำต้นเดี่ยวๆ ใบมักเป็นใบประกอบ ออกเป็นกระจุกที่ยอดของลำต้น รากเป็นระบบรากแก้ว และมีรากแขนงขนาดเล็กแตกออกจากรากแก้ว นอกจากนี้รากยังสะสมอาหารด้วย อวัยวะสืบพันธุ์ของปรงเป็นโคน (cone) ต้นปรงเพศผู้จะสร้างโคนเพศผู้ (staminate cone) ส่วนต้นปรงเพศเมียจะสร้างโคนเพศเมีย (ovulate cone) การปฏิสนธิเป็นการผสมครั้งเดียว โอวูลเจริญเป็นเมล็ด ซึ่งเมล็ดไม่มีอะไรห่อหุ้ม (naked seed) และจะงอกได้ทันทีโดยไม่มีการพักตัว



ต้นปรง



โคนเพศผู้

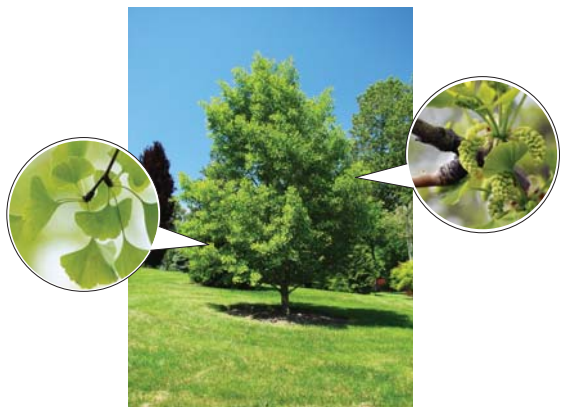


โคนเพศเมีย

รูปที่ 1.18 ปรงสร้างสืบพันธุ์ของปรง

7. ไฟลัมกิงโกไฟตา (Phylum Ginkgophyta) เป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่สูงประมาณ 30-40 เมตร แตกกิ่งก้านสาขามากมาย ลำต้นสีน้ำตาล เมื่ออายุมากขึ้นจะเกิดการเจริญขึ้นทั้งสอง ใบคล้ายพัดจีน เรียงตัวแบบสลับ (alternate) ใบมีลักษณะเฉพาะ คือ เป็นร่องลึกบริเวณกลางใบทำให้เห็นเป็น 2 พวยข้างชัดเจน จึงได้ชื่อว่า *Ginkgo biloba* หมายถึงสองพู

ต้นแบริกซ์ที่พบทั่วไปเป็นต้นสปรอโรไฟต์ที่แยกเพศ (dioecious) เหมือนกับพืชเมล็ดเปลือยชนิดอื่น ๆ ต้นเพศผู้สร้างอับไมโครสปอร์ (microsporangia) อยู่บนกิ่งสั้น ๆ เรียกโครงสร้างนี้ว่า โคนเพศผู้ (male cone) ต้นเพศเมียสร้างอับเมกะสปอร์ (megasporangia) ภายในมีออวูลซึ่งจะเจริญต่อไปเป็นเมล็ด การถ่ายละอองเรณูเกิดขึ้นเมื่อมีลมพัดละอองเรณูตกลงบนอับเมกะสปอร์ และไข่ได้รับการผสมเมื่อเจริญเต็มที่ ส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกสุดจะนุ่มและละลายไป และมักสิ้นเหินหินเนื่องจากมีจำพวกกรดบิวตาลิก (butalic acid) แบริกซ์มีประโยชน์เช่น เมล็ดนำมาสกัดหรือรับประทานป้องกันโรคความจำเสื่อม (alzheimer) นอกจากนี้ยังนำมารักษาโรคอื่น ๆ เช่น โรคหืด โรคภูมิแพ้ และบรรเทาอาการไอ ทำให้การไหลเวียนของเลือดดีขึ้น สารสกัดจากใบแบริกซ์ช่วยรักษาความสมบูรณ์ของ ผงงเส้นเลือดฝอย นำใบไว้ในผู้ป่วยที่เลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ



รูปที่ 1.19 ลักษณะของแบริกซ์

8. ไฟลัมโคนเฟอโรไฟตา (Phylum Coniferophyta) พืชในกลุ่มนี้มีชื่อเรียกทั่วไปว่า **โคนเฟออร์ (conifer)** ส่วนใหญ่เป็นไม้ยืนต้น โคนเฟออร์ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดและอายุยืนยาวที่สุด คือ *Sequoiadendron giganteum* มีความสูง 350 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลาง 30–35 ฟุต อายุมากกว่า 4,000 ปี พบอยู่ที่มรัฐแคลิฟอร์เนีย ประเทศสหรัฐอเมริกา พืชในไฟลัมโคนเฟอโรไฟตามีประมาณ 550 ชนิด ที่รู้จักกันดี คือ สนสองใบ (*Pinus merkusii*) และสนสามใบ (*Pinus kesiya*) สนทั้งสองชนิดนี้เรียกกันทั่วไปว่า **สนภูเขาหรือสนเกียะ**

ต้นสปรอโรไฟต์ของสนเป็นระยะที่เด่นและเจริญอยู่ในสิ่งแวดล้อม วัชระสืบพันธุ์ของสน เรียกว่า **โคน (cone)** ซึ่งมีอยู่ 2 ชนิด คือ โคนเพศผู้ (male cone) และโคนตัวเมีย (female cone) สนพวกนี้เป็นพืชเมล็ดเปลือย (naked seed) โคนเพศผู้ประกอบด้วยไมโครฟิลล์ (microsporophyll) มีลักษณะเป็นเกล็ด (scale) มาเรียงตัวกันรอบแกน และที่ได้ไมโครฟิลล์จะมีอับไมโครสปอร์ (microsporangium) 2 อัน ภายในมีเซลล์แม่ของไมโครสปอร์ (microspore mother cell) จำนวนมาก และเซลล์แม่ของไมโครสปอร์เหล่านี้จะแบ่งตัวแบบไมโอซิส ได้เซลล์ที่ต่อไปจะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นละอองเกสรเพศผู้ (pollen)



โคนเพศผู้

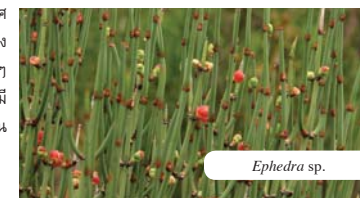


โคนเพศเมีย

รูปที่ 1.20 ต้นสนและโครงสร้างสืบพันธุ์ของปรง

9. ไฟลัมโทไฟตา (Phylum Gnetophyta) จัดเป็นพืชเมล็ดเปลือยที่มีวิวัฒนาการสูงสุด มีลักษณะบางอย่างใกล้เคียงกับพืชมีดอก ส่วนใหญ่พบในเขตแห้งแล้งหรือทะเลทราย เป็นพวกซีโรไฟต์หรือพืชในกลุ่มแห้งแล้ง บางชนิดพบในป่าเขตร้อน มีเพียง 3 สกุล ได้แก่สกุล *Gnetum* sp. *Welwitschia* sp. และ *Ephedra* sp. รวมประมาณ 30 ชนิด ในประเทศไทยพบสกุลเดียว คือ *Gnetum* sp. พบประมาณ 8 ชนิด

Ephedra sp. เป็นกลุ่มของพืชที่มีทั้งต้นแยกเพศ (dioecious) และผสมพันธุ์เพศ (monoecious) ลักษณะของลำต้นที่ดูเหมือนไม้มีใบ คล้ายกับลำต้นที่ต่อกันเป็นข้อ ๆ ของหญ้าถอดปล้อง แต่ความจริงแล้ว *Ephedra* sp. นั้นมีใบเป็นเกล็ดขนาดเล็กที่ไม่สังเคราะห์ด้วยแสง แต่ใช้ลำต้นทำหน้าที่แทน

*Ephedra* sp.*Gnetum* sp.

Gnetum sp. เป็นพันธุ์พืชในเขตร้อนชื้น ที่มีต้นแยกเพศ ลักษณะเป็นไม้เถาเลื้อยขนาดใหญ่ มีใบเจริญดี แผ่นแบน และเส้นใบเป็นร่างแหเหมือนกับใบของพืชใบเลี้ยงคู่

ข้อสโตรบิลัสเพศเมีย
(*Gnetum* sp.)



ข้อสโตรบิลัสเพศผู้
(*Gnetum* sp.)



รูปที่ 1.21 พืชกลุ่มโทไฟตา

พืชที่มีดอก

พืชที่มีดอก (angiosperm) เป็นพืชที่มีดอกและโครงสร้างท่อหุ้มเมล็ดมีเครื่องห่อหุ้ม ซึ่งถือว่ามีความวิวัฒนาการสูงที่สุด มีจำนวนมากที่สุดประมาณ 235,000 ชนิด มีเพียงไฟลัมเดียว คือ ไฟลัมแอนโทไฟตา (Phylum Anthophyta) ลักษณะสำคัญ คือ มีดอกเป็นอวัยวะสืบพันธุ์และมีเมล็ดที่ฝังในเนื้อห่อหุ้ม มีการปฏิสนธิซ้อน (double fertilization) สปอโรไฟต์มีขนาดใหญ่เด่นชัด ประกอบด้วยราก ลำต้น และใบที่แท้จริง ส่วนแกมีโทไฟต์มีขนาดเล็กเจริญอยู่บนสปอโรไฟต์

10. ไฟลัมแอนโทไฟตา (Phylum Anthophyta) จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูลของพืชไฟลัมโดยอาศัยข้อมูลทางพันธุศาสตร์ กายวิภาค และสัณฐานวิทยา สามารถแบ่งกลุ่มของไฟลัมแอนโทไฟตาได้ดังนี้

1. พืชกลุ่มแอมโบเรลลา
2. พืชกลุ่มพวงแก้วกุดัง
3. พืชกลุ่มบัว
4. พืชกลุ่มกล้วยไม้
5. พืชกลุ่มไม้ดอกทั่วไป เช่น กุหลาบ



แอมโบเรลลา



พวงแก้วกุดัง



บัว



กล้วยไม้



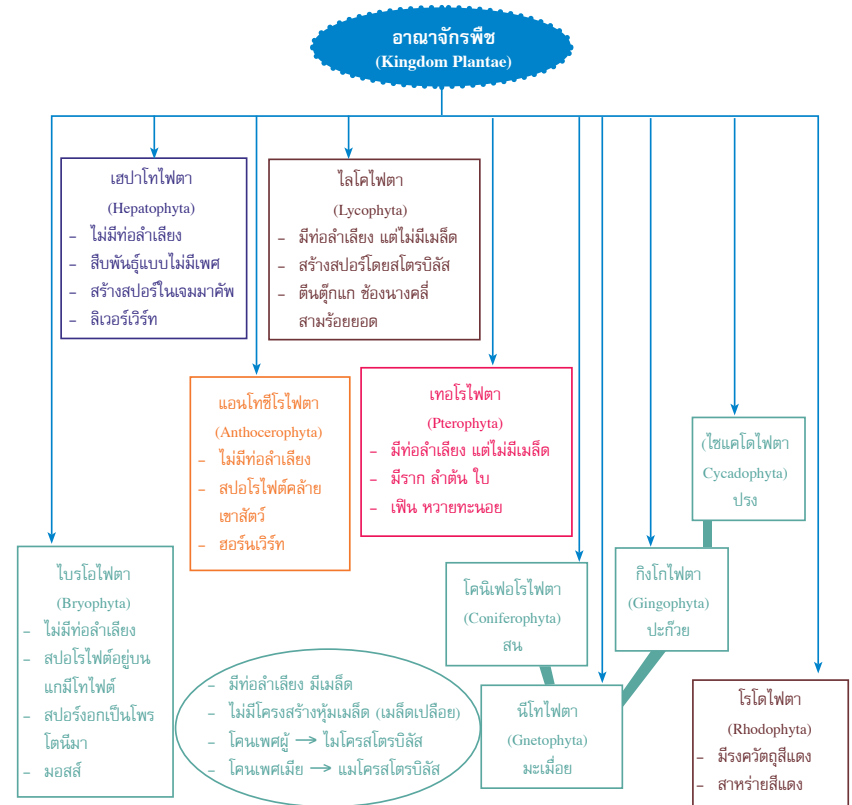
กุหลาบ(พืชดอกทั่วไป)

รูปที่ 1.22 พืชกลุ่มแอนโทไฟตา

จากการศึกษาด้านบรรพชีวินวิทยา มีการค้นพบหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ที่เชื่อว่าเป็นพืชดอกที่อยู่ในตอนต้นของยุคครีเทเชียสเมื่อประมาณ 130 ล้านปีที่ผ่านมา และเจริญเป็นพืชกลุ่มเด่นในช่วงปลายยุคครีเทเชียส และจากหลักฐานการวิเคราะห์ข้อมูลของ DNA ในพืชดอก พบว่า พืชในวงศ์แอมโบเรลลา (Family Amborellaceae) น่าจะเป็นพืชดอกในกลุ่มแรกๆ ที่เกิดขึ้น

จากแนวคิดในอดีตพืชดอกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ แต่ในปัจจุบันความรู้จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาค และสารชีวโมเลกุล ทำให้แนวคิดเกี่ยวกับสายวิวัฒนาการเป็นพืชดอกมีการเปลี่ยนแปลง โดยพืชที่เคยจัดอยู่ในกลุ่มของพืชใบเลี้ยงคู่ได้มีการแยกสายวิวัฒนาการเป็นพืชดอกกลุ่มอื่นๆ เช่น วงศ์บัว วงศ์จำปา เนื่องจากยังมีลักษณะของบรรพบุรุษอยู่ เชื่อกันว่าน่าจะมีความวิวัฒนาการเกิดขึ้นในช่วงแรกก่อนจะแยกสายวิวัฒนาการเป็นพืชใบเลี้ยงคู่และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

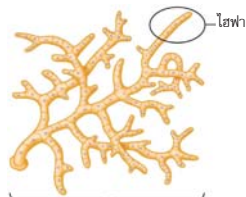
พืชดอกเป็นพืชที่มีความสำคัญต่อการคงอยู่ของมนุษย์ชาติในแง่ของการดำรงชีวิต หากพิจารณาถึงสิ่งไปจะพบว่า แหล่งอารยธรรมของโลกก็เป็นแหล่งที่มีพืชดอกหลายชนิดที่เอื้อให้เกิดความเจริญทางด้านวัฒนธรรมดังกล่าว เช่น ข้าวในอินเดียและเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ข้าวบาร์เลย์ ข้าวสาลีในเมโสโปเตเมีย ข้าวโพดในแถบอเมริกา



4. อาณาจักรฟังไจ

อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ เซลล์เป็นแบบยูแคริโอต ดำรงชีวิตเป็นผู้อยู่อาศัย เช่น ราขนมปัง เห็ดหอม ราดำ บางชนิดเป็นปรสิต เช่น เชื้อราบนหนังศีรษะ หรือเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคกลากเกลื้อน ฟังไจมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการใกล้ชิดกับสัตว์มากกว่าพืช

ฟังไจประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์เป็นสารพวกไคติน (chitin) ลักษณะเซลล์ต่อกันเป็นเส้นใยขนาดเล็ก เรียกว่า **ไฮฟา (hypha)** เส้นใยอาจมีผนังกัน (septate hyphae) หรือไม่มีผนังกัน (nonseptate hyphae) เมื่อกลุ่มของเส้นใยไฮฟารวมตัวกัน เรียกว่า **ไมซีเลียม (mycelium)**



รูปที่ 1.23 ไมซีเลียมและไฮฟาแบบมีผนังกันของเห็ด

มีการค้นพบหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ของฟังไจที่มีอายุมากที่สุดประมาณ 460 ล้านปี ซึ่งเป็นช่วงเวลาเดียวกับที่พืชเริ่มมีวิวัฒนาการมาดำรงชีวิตบนบก อีกทั้งซากดึกดำบรรพ์ของพืชมีเนื้อเยื่อลำเลียงในช่วงปลายยุคซิลูเรียนนั้นพบว่ามีไมคอร์ไรซา (mycorrhizae) ที่กลายเป็นซากดึกดำบรรพ์อยู่ด้วย ดังนั้นอาจเป็นไปได้ว่าพืชได้ถือกำเนิดมาบนพื้นดินในระยะเวลาใกล้เคียงกันกับฟังไจ

ความหลากหลายของอาณาจักรพืช

จากการวิเคราะห์ลำดับเบสของฟังไจทำให้นักชีววิทยาเชื่อว่า ฟังไจมีวิวัฒนาการที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสัตว์มากกว่าพืช ปัจจุบันพบฟังไจแพร่กระจายอยู่ทั่วไปประมาณ 100,000 ชนิด จำแนกออกเป็น 4 ไฟลัมดังนี้

1. ไฟลัมไคทริดิโอไมโคตา (Phylum Chytridiomycota) หรือไคทริด (chytrid) เป็นราที่มีการสร้างสปอร์ที่มีแฟลเจลลา มักอยู่ร่วมกับสาหร่าย ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ จัดเป็นราที่โบราณที่สุด พบตามพืชน้ำที่ตายแล้วหรือตามเศษหินเศษทรายใต้น้ำ เป็นปรสิตในพืชน้ำและสัตว์ เช่น *Batrachochytrium* sp. เป็นปรสิตในกบ



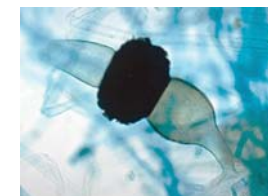
รูปที่ 1.24 *Batrachochytrium* sp.

2. ไฟลัมไซโกไมโคตา (Phylum Zygomycota)

หรือไซโกตฟังไจ เป็นพวกที่อาศัยอยู่บนดิน เช่น *Rhizopus stolonifer* ก่อให้เกิดโรคราสนิม *Rhizopus nigricans* ใช้ผลิตกรดฟูมาลิก มีการสร้างไซโกสปอร์ (zygospore) จากเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการปฏิสนธิ ตัวอย่างเช่น ราขนมปังเมื่อสายของราที่ต่างกันมาพบกัน จะเกิดการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการรวมของนิวเคลียสได้เป็นไซโกสปอร์ (2n) ส่วนที่เป็นไซโกสปอร์นี้จะเป็ระยะพักของรา มีผนังหนาเป็นสีดำ เมื่อสภาวะเหมาะสมไซโกสปอร์จะงอก และสร้างส่วนที่เรียกว่า **สปอแรนเกีย (sporangia)** หรืออับสปอร์ ซึ่งจะแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้สปอร์ (n) เมื่อสปอร์หนึ่งงอกจะได้เส้นใยที่มีนิวเคลียสเป็นแฮพลอยด์ (n) ต่อไป



Rhizopus nigricans



ไซโกสปอร์

รูปที่ 1.25 ฟังไจกลุ่มไซโกไมโคตา

3. ไฟลัมแอสโคไมโคตา (Phylum Ascomycota) หรือแซคฟังไจ (sac fungi) เป็นฟังไจที่พบมากที่สุด มีรูปร่างทั้งแบบเซลล์เดียวและหลายเซลล์ โดยส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่มีลักษณะเป็นรูปถ้วย (cup fungi) การสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะสร้างในถุงแอสคัส (ascus) ภายในมีแอสโคสปอร์ (ascospore) เช่น *Saccharomyces cerevisiae* (เรียกกันโดยทั่วไปว่า **ยีสต์ (yeast)**) เป็นราที่มีเซลล์เดียว สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ หรืออาจมีการสร้างแอสคัสเดี่ยวๆ ที่ไม่มีสิ่งห่อหุ้มก็ได้ (โมเรล (morels) และทรัฟเฟิล (truffles))



เห็ดถ้วย

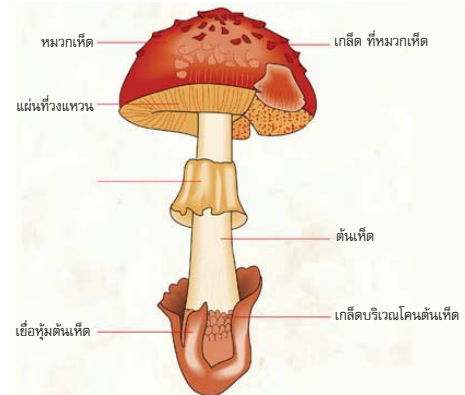


โมเรล

รูปที่ 1.26 แอสโคไมโคตา

4. ไฟลัมเบสิดิโอไมโคตา (Phylum Basidiomycota) หรือคลับฟังไจ สร้างเซลล์สืบพันธุ์บนอวัยวะที่คล้ายกระบอง (basidium) ภายในมีเบสิดิโอสปอร์ (basidiospore) ซึ่งจะงอกเป็นไมซีเลียม (mycelium) จากนั้นผนังของไมซีเลียมจะมารวมกันได้เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสสองอัน (n+n) เรียกว่า **ไดแคริโอต (dikaryote)** เส้นใยที่เป็นไดแคริโอตนี้จะรวมกันเป็นโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งเป็นส่วนที่กินได้เรียกว่า **ดอกเห็ดหรือเบสิดิออคาร์ป (basidiocarp)** จะอยู่

บนฟรุติติงบอดี (fruiting body) มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ นิวเคลียสทั้งสองอันรวมเข้าเป็น $2n$ จากนั้นจึงแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างสปอร์อีก ส่วนใหญ่เป็นเห็ดทั้งที่กินได้ เช่น เห็ดหอม เห็ดนางฟ้า และเห็ดพิษไม่สามารถกินได้



รูปที่ 1.27 เบสิดีโอไมโคตา

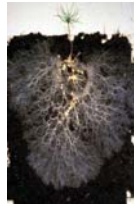


เห็ดพิษ Amanita

ไมคอร์ไรซา (mycorrhiza) จัดเป็นฟังไจกลุ่มเบสิดีโอไมโคตาด้วย ซึ่งอยู่ร่วมกันแบบภาวะพึ่งพากัน ระหว่างฟังไจและรากพืช โดยที่พืชได้รับน้ำและธาตุอาหาร เช่น ฟอสฟอรัสและไนโตรเจนจากฟังไจ ในขณะที่ฟังไจได้รับสารอาหารที่เป็นคาร์บอน เช่น น้ำตาล กรดอะมิโน และวิตามินจากพืชผ่านทางระบบราก เส้นใยหรือไฮฟาของฟังไจที่เจริญอยู่ภายนอกและภายในรากจะช่วยให้พืชดูดน้ำและการดูดซึมธาตุอาหารให้แก่พืช จึงทำให้พืชที่มีฟังไจไมคอร์ไรซา (mycorrhizal fungi) อาศัยอยู่มีราก มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าพืชที่ไม่มีฟังไจไมคอร์ไรซา นอกจากนี้ฟังไจไมคอร์ไรซายังช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของราที่เป็นสาเหตุของโรคพืช จากการศึกษพบว่า รากของพืชเกือบทุกชนิดมีฟังไจไมคอร์ไรซาอาศัยอยู่และมีส่วนช่วยให้พืชรอดชีวิตเมื่อเจริญบนดินที่มีสภาพไม่เหมาะสมได้ เช่น ดินที่มีความเป็นกรดสูง ดินเค็ม และดินที่ขาดธาตุอาหาร



ไมคอร์ไรซาที่รากไม้



ต้นสนขนาดเล็กที่อยู่ร่วมกับไมคอร์ไรซาที่ราก

รูปที่ 1.28 ไมคอร์ไรซา

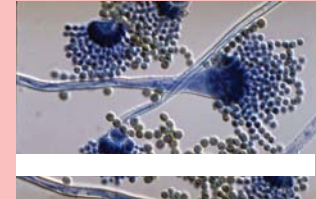
ประโยชน์จากฟังไจ



ขนมปังจากยีสต์

- เป็นผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์ ทำให้เกิดการหมุนเวียนของสารคาร์บอน ไนโตรเจน และสารอื่นๆ ในระบบนิเวศ
- ใช้เป็นอาหารได้แก่ เห็ดประเภทต่างๆ
- มีบทบาทในการผลิตอาหารหมักจากถั่วเหลือง เช่น เต้าหู้ยี้ ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว
- ยีสต์ใช้ในการทำขนมปัง การหมักเครื่องดื่มแอลกอฮอล์
- ราเขียว (*Penicillium notatum* หรือ *Penicillium chrysogenum*) ใช้ผลิตยาปฏิชีวนะเพนิซิลลิน

โทษจากฟังไจ



- ให้เกิดโรคผิวหนังเช่น กลาก เกื้อื้อน ราที่เท้า ในคน
- เป็นสาเหตุของโรคพืช เช่น ราน้ำค้าง ราแป้งขาว ราสนิม
- สร้างสารพิษเช่น *Aspergillus flavus* สามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง หากสะสมในร่างกายอาจทำให้เกิดมะเร็งตับได้ ราเหล่านี้พบในถั่ว ข้าวโพด และธัญพืชอื่นๆ
- หลายชนิดในสกุล *Amanita* เป็นเห็ดพิษ
- ราทำให้สิ่งก่อสร้างบ้านเรือน สิ่งของที่ทำจากไม้หรือวัสดุอื่นๆ เกิดความเสียหาย ราทำให้อาหาร เช่น ขนมปัง ผลไม้เน่าเสีย



5. อาณาจักรสัตว์

อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Anima) ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดร่างกายหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กมาก เช่น หมึกน้ำ (tardigrade) หนอนจักร (rotifer) จนถึงขนาดใหญ่มาก เช่น วาฬ

คุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์

เซลล์แบบยูแคริโอต (eukaryotic cell) คือ เซลล์ที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ในไซโทพลาซึมมีออร์แกเนลล์ต่าง ๆ กระจายอยู่ ร่างกายของสัตว์ประกอบด้วยเซลล์ชนิดที่ไม่มีผนังเซลล์ ทำให้เซลล์มีลักษณะอ่อนนุ่มซึ่งแตกต่างไปจากเซลล์พืช เซลล์เหล่านี้จะรวมกันเป็นเนื้อเยื่อเพื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ซึ่งพบว่าเซลล์ในเนื้อเยื่อมีขนาดและรูปร่างเหมือนกัน มีการประสานการทำงานระหว่างกัน สัตว์ชั้นสูงมีเนื้อเยื่อหลายชนิดสามารถจำแนกตามหน้าที่และตำแหน่งที่อยู่ของร่างกายเป็น 5 ประเภท คือ เนื้อเยื่อผิว (epithelial tissue) เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ (muscular tissue) เนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue) และเนื้อเยื่อประสาท (nervous tissue) สัตว์สร้างอาหารเองไม่ได้ เพราะไม่มีคลอโรพลาสต์ ดังนั้นการดำรงชีวิตจึงต้องกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหารซึ่งอาจเป็นพืชหรือสัตว์ด้วยกัน การดำรงชีวิตจึงเป็นแบบผู้ล่าเหยื่อหรือปรสิตเสมอ โดยทั่วไปสัตว์เคลื่อนที่ได้ด้วยตนเองตลอดชีวิต มีบางชนิดพบว่าเมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้วเกาะอยู่กับที่ และสัตว์สามารถตอบสนองต่อสิ่งเร้าได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากมีระบบประสาท มีอวัยวะรับรู้ความรู้สึก และตอบสนอง เช่น การกินอาหาร การขับถ่าย และการสืบพันธุ์

ความหลากหลายของอาณาจักรสัตว์

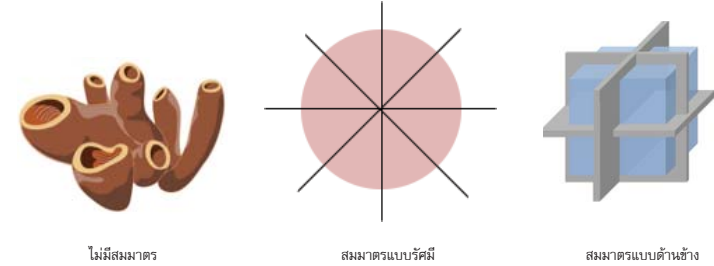
จากการศึกษาวิวัฒนาการในอาณาจักรสัตว์ สามารถจำแนกอาณาจักรสัตว์ด้วยหลักการดังนี้

1. เนื้อเยื่อ (tissue) แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- เนื้อเยื่อแท้จริง (true tissue)
- เนื้อเยื่อไม่แท้จริง (false tissue)

2. ลักษณะสมมาตร (symmetry) แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

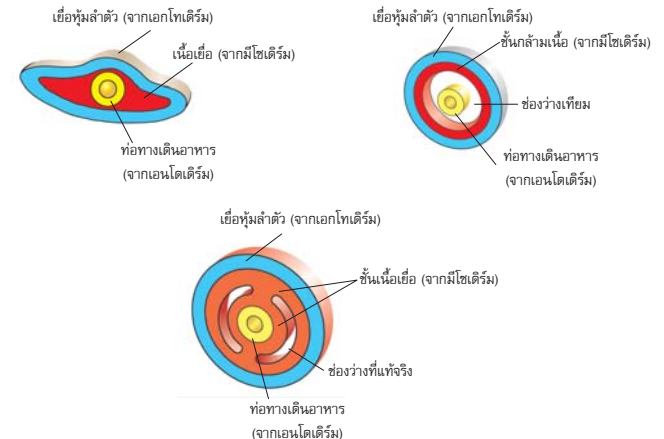
- **ไม่มีสมมาตร (asymmetry)** มีรูปร่างไม่แน่นอน ไม่สามารถแบ่งซีกซ้ายและซีกขวาได้เท่าๆ กัน
- **สมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry)** เมื่อแบ่งร่างกายในแนวนอนตามยาวผ่านจุดศูนย์กลางของระนาบตามยาวของร่างกายแล้วจะได้ 2 ด้านเหมือนกันทุกประการในทุกเส้นแบ่งที่ตัดผ่านจุดศูนย์กลางของระนาบตามยาวของร่างกาย
- **สมมาตรแบบด้านข้าง (bilateral symmetry)** เมื่อแบ่งร่างกายออกเป็น 2 ซีกตามแนวระนาบแนว ยาว จะได้ 2 ซีกที่เหมือนกันทุกประการ แต่แบ่งได้เพียงครึ่งเดียวเท่านั้น



รูปที่ 1.29 สมมาตรแบบต่างๆ ในอาณาจักรสัตว์

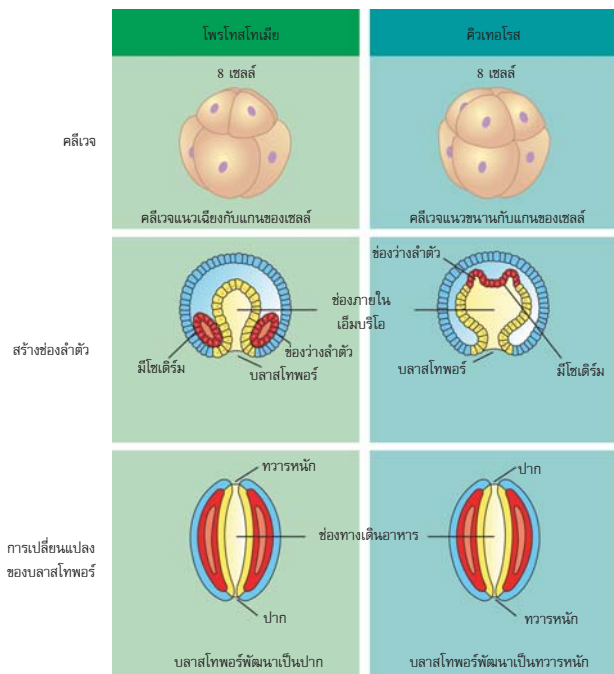
3. ลักษณะช่องว่างในลำตัวหรือช่องตัว (body cavity หรือ coelom) คือ ช่องว่างภายในลำตัวที่อยู่ระหว่างผนังลำตัวกับอวัยวะภายใน ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกสัตว์ได้ แบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ

- **ไม่มีช่องว่างในลำตัวหรือไม่มีช่องตัว (acoelomate)** เป็นพวกที่มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้นอยู่ติดกัน โดยไม่มีช่องว่างในแต่ละชั้น
- **มีช่องว่างเทียม (pseudocoelomate)** เป็นช่องตัวที่เจริญอยู่ระหว่างมีโซเดิร์ม (mesoderm) ของผนังลำตัว และเอนโดเดิร์ม (endoderm) ซึ่งเป็นทางเดินอาหาร ช่องตัวนี้ไม่มีเยื่อช่องท้อง (peritoneum) กันเป็นขอบเขต
- **มีช่องว่างที่แท้จริง (coelomate)** เป็นช่องตัวที่เจริญแทรกอยู่ระหว่างมีโซเดิร์ม 2 ชั้น คือ มีโซเดิร์มชั้นนอกเป็นส่วนหนึ่งของผนังลำตัว (body wall) กับมีโซเดิร์มชั้นในซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผนังลำไส้ (intestinal wall) และมีโซเดิร์มทั้ง 2 ส่วนจะบุด้วยเยื่อช่องท้อง



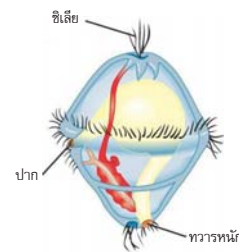
รูปที่ 1.30 ช่องว่างระหว่างผนังลำตัวกับอวัยวะภายใน

4. การเปลี่ยนแปลงของบลาสโทพอร์ (blastopore) ช่องบลาสโทพอร์เป็นโครงสร้างในตัวอ่อนของสัตว์ที่มีสมมาตรแบบด้านข้าง ซึ่งเมื่อตัวอ่อนเจริญต่อไปช่องดังกล่าวจะเปลี่ยนเป็นช่องปาก เรียกสัตว์กลุ่มนี้ว่า **โพรโทสโตเมีย** (protostomia) และเปลี่ยนไปเป็นทวารหนัก เรียกสัตว์กลุ่มนี้ว่า **ดิวเทอโรสโตเมีย** (deuterostomia)



รูปที่ 1.31 การเปลี่ยนแปลงของช่องบลาสโทพอร์ในกลุ่มโพรโทสโตเมียและดิวเทอโรสโตเมีย

5. การเจริญในระยะตัวอ่อน ในกลุ่มสัตว์โพรโทสโตเมียพบการเจริญของตัวอ่อน 2 รูปแบบ คือ ตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์ (trochophore larva) คือ ชั้นไฟลัมโลโฟโทรโคซัว (Subphylum Lophotrochozoa) และตัวอ่อนแบบลอกคราบในขณะเจริญเติบโต คือ ชั้นไฟลัมเอคโตโซซัว (Subphylum Ecdysozoa)



ตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์ คือ ตัวอ่อนของสิ่งมีชีวิตในทะเล จัดเป็นแพลงก์ตอนสัตว์ประเภทหนึ่ง

รูปที่ 1.32 การเจริญในระยะตัวอ่อน

นอกจากนี้การจำแนกในระดับไฟลัมอาจพิจารณาลักษณะต่อไปในการจำแนกได้เพิ่มอีกด้วย เช่น การมีปล้อง (segmentation) ระบบไหลเวียนเลือด (circulatory system) และระบบประสาท (nervous system)

อาณาจักรสัตว์ได้ถูกค้นพบและตั้งชื่อแล้วประมาณ 1.7 ล้านสปีชีส์ ถูกแบ่งเป็นไฟลัมกว่า 30 ไฟลัม โดยไฟลัมที่จะกล่าวในบทนี้เป็นไฟลัมที่มีชีวิตในจำนวนมากจำนวน 9 ไฟลัม ดังตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในอาณาจักรสัตว์

ชื่อไฟลัม					ตัวอย่างมีชีวิต
ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง	1. ไฟลัมพรีเฟอรา				ฟองน้ำ
	สมมาตรรัศมี	2. ไฟลัมไนดาเรีย			ไฮดรา ปะการัง ดอกไม้ทะเล แมงกะพรุน
มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง	สมมาตรด้านข้าง	กลุ่มโพรโทสโตเมียหรือบลาสโทพอร์จะเปลี่ยนช่องปาก	ตัวอ่อนโทรโตไฟต์	3. ไฟลัมแพลทีเฮลมีนทีส	พลาเนเรีย พยาธิใบไม้ พยาธิตัวตืด
				4. ไฟลัมมอลลัสคา	หอยกาบคู่ หอยกาบเดี่ยว หอยนางรม หอยเชลล์ ต่าง ๆ ลิมปะเล
				5. ไฟลัมแอนเนลิดา	ไส้เดือนดิน เพรียง ดอกไม้แม่เปรียง ปลิงดูดเลือด

ชื่อฟิล์ม					ตัวอย่างมีชีวิต
มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง	สมมาตรด้านข้าง	กลุ่มโพรโทสโเมียหรือบลาสโทพอร์จะเปลี่ยนช่องปาก	ตัวอ่อนลอกคราบ	6. ฟิล์มนี้ มาโตะดา	พยาธิปากขอ พยาธิตัวจิ๊ด พยาธิไส้เดือน พยาธิเส้นม้วน
				7. ฟิล์มอาร์โทรโพดา	แมงดาทะเล แมงมุม แมงป่อง เทียน กิ้งกือ ตะขาบ มด ปลวก ตั๊กแตน ตัวง มดปลวก กิ้งกือ ปู ไโรแดง
	สมมาตรด้านข้าง	กลุ่มตัวโพรโทสโเมียหรือบลาสโทพอร์จะเปลี่ยนเป็นทวารหนัก		8. ฟิล์มเอคไคโนเดอมาตา	ดาวทะเล ปลิงทะเล มงทะเล
				9. ฟิล์มคอร์ดาตา	เพรียงลอย ปลา สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

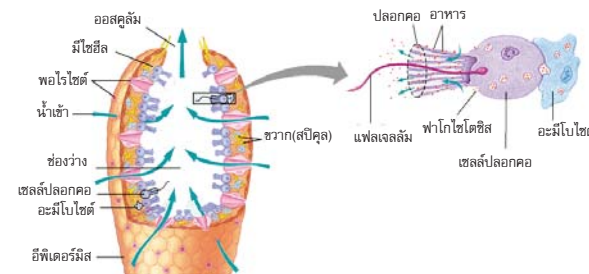
จากตารางที่ 1.4 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในอาณาจักรสัตว์ มีลักษณะโครงสร้างแตกต่างกันดังนี้

สัตว์ที่ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง

1. ฟิล์มพรีเฟอรา (Phylum Porifera) สัตว์ในฟิล์มนี้ ได้แก่ ฟองน้ำ (sponge) มีช่องว่างภายในลำตัว (spongocoel) น้ำจะผ่านเข้าทางรูพรุน (ostium) ซึ่งมีอยู่ทั่วตัวช่องว่างภายในลำตัวและผ่านออกจากตัวทางช่องน้ำไหลออก (osculum) โดยฟองน้ำส่วนใหญ่จะอาศัยอยู่ในน้ำเค็มพบประมาณ 10,000 สปีชีส์ บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำจืดพบประมาณ 50 สปีชีส์

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในฟิล์มพรีเฟอรา มีดังนี้

1. ฟองน้ำมีระบบโครงร่างค้ำจุนให้คงรูปอยู่ได้ บางชนิดแข็ง เรียกว่า ขวาก (spicule) ส่วนใหญ่เป็นหินปูนและซิลิกา เช่น ฟองน้ำหินปูน ฟองน้ำแก้ว บางชนิดเป็นเส้นใยโปรตีน เรียกว่า สปองจิน (spongin) เช่น ฟองน้ำตุ่ม
2. ตัวเต็มวัยจะเกาะอยู่กับที่ (sessile animal)



รูปที่ 1.33 โครงสร้างภายในของฟองน้ำ

3. เกือบทั้งหมดไม่มีสมมาตร (asymmetry)
4. ผนังตัวของฟองน้ำประกอบด้วยเซลล์ที่มาเรียงตัวเป็นชั้นของเซลล์ 2 ชั้น คือ ชั้นเซลล์ผิวหนังนอก (epidermis) ประกอบด้วยเซลล์เพียงชนิดเดียว คือ พินาโคไซด์ (pinacocyte) จึงเรียกเซลล์ผิวหนังว่า **พินาโคเดิร์ม (pinacoderm)** และเซลล์บุช่องกลางตัว คือ **โคเอโนไซด์ (choanocyte)** จึงเรียกว่า โคเอโนเดิร์ม (choanoderm) โคเอโนไซด์เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างคล้ายพอลลาค (collar cell) มีแฟลเจลลัม (flagellum) 1 เส้น ทำหน้าที่ให้น้ำไหลเวียนและย่อยอาหาร ระหว่างชั้นของเซลล์ 2 ชั้นนี้มีสารคล้ายวุ้น (gelatinous matrix) แทรกอยู่ ซึ่งจะมีเซลล์ที่เคลื่อนที่แบบอะมีบา (amoeboid cell) หรืออะมีโบไซต์ (amoebocyte) เรียกชั้นนี้ว่า **มีโซฮิล (mesohyl)**
5. ไม่มีระบบหมุนเวียน ระบบหายใจ ระบบขับถ่าย และระบบประสาท ซึ่งอาศัยการไหลเวียนน้ำเป็นหลักการสำคัญในการแลกเปลี่ยน ฟองน้ำกินอาหารโดยการกรองอาหารที่อยู่ในน้ำผ่านซารูพรุนรอบตัว หายใจโดยการดูดซึมออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำผ่านผนังลำตัว
6. มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างสเปิร์มและไข่ผสมกัน และจะได้ตัวอ่อนที่มีชีวิตง่าย ๆ ได้ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ (budding)

ฟองน้ำสามารถถูกจำแนกในระดับคลาส (class) โดยอาศัยชนิดของขวากหรือสปิคูล (spicule) ดังนี้

คลาสแคลเคเรีย (Class Calcarea)

เป็นฟองน้ำที่มีหินปูนเป็นโครงร่าง เช่น ฟองน้ำหินปูน



ฟองน้ำหินปูน

คลาสเฮกซะแอกทีเนลลิดา (Class Hexactinellida)

เป็นฟองน้ำที่มีซิลิกาเป็นโครงร่าง เช่น ฟองน้ำแก้ว



ฟองน้ำแก้ว

คลาสดีโมสปองเจีย (Class Demospongiae)

เป็นฟองน้ำที่มีซิลิกา หรือเส้นใยโปรตีน หรืออาจเป็นโครงร่างที่ทั้งสารซิลิกาและเส้นใยโปรตีนรวมกัน เช่น ฟองน้ำตุ่ม



ฟองน้ำตุ่ม

ประโยชน์ของพอรึเฟอร่า มีดังนี้

สัตว์จำพวกฟองน้ำจะเจริญและอาศัยอยู่ในบริเวณแนวหินปะการัง ดังนั้นฟองน้ำจึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดสมดุลทางธรรมชาติ ภายในตัวหรือโพรงของฟองน้ำจะที่อยู่อาศัยของสัตว์น้ำขนาดเล็ก พวกลูกกุ้ง ลูกปู ลูกปลา ทำให้มันรอดพ้นจากการถูกล่ากินและมีโอกาสที่จะเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ฟองน้ำยังสามารถเลี้ยงและผลิตเป็นอุตสาหกรรมและส่งออกที่มีราคาสูง ทำรายได้ให้แก่ประเทศผู้ผลิตได้มาก ๆ ดังนั้นการเลี้ยงฟองน้ำจึงเป็นอาชีพอย่างหนึ่งที่ทำรายได้ให้แก่ชาวประมง

โทษของพอรึเฟอร่า มีดังนี้

เนื่องจากฟองน้ำบางชนิดมีขนาดใหญ่ อาศัยอยู่ตามแนวปะการัง อาจมีพิษหรืออันตรายเนื่องจากสปีชีส์ที่รุกรานมาบริเวณนี้ หากส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายสัมผัสกับฟองน้ำ จะทำให้เกิดรอยผื่นแดงบวม และมีอาการคันได้ การป้องกันอันตรายจากฟองน้ำก็คือ การหลีกเลี่ยงจากการสัมผัสฟองน้ำขนาดใหญ่ตามแนวปะการัง เช่น ฟองน้ำครก

สัตว์ที่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง

สัตว์ที่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริงแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีสมมาตรแบบรัศมีและกลุ่มที่มีสมมาตรด้านข้าง

สัตว์ที่มีสมมาตรแบบรัศมี

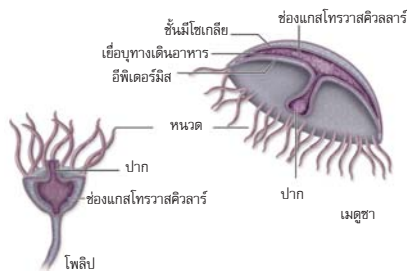
2. ไฟลัมไนดาเรีย (Phylum Cnidaria) ไนดาเรียส่วนใหญ่แพร่กระจายอยู่ในทะเลมาตั้งแต่อดีต มีบางชนิดที่พบในน้ำจืด มีทั้งที่ดำรงชีวิตแบบอิสระ และอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งเกิดจากการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ตัวเต็มวัยมีปากที่ล้อมรอบด้วยหนวด (tentacle) ท้องทางเดินอาหารมีช่องเปิดทางเดียว ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมไนดาเรีย มีดังนี้

1. สัตว์กลุ่มนี้มีรูปร่างเป็น 2 แบบ คือ รูปร่างแบบต้นไม้ เรียกว่า **โพลิบ (polyp)** เช่น ไฮดรา ปะการัง ดอกไม้ทะเล และรูปร่างคล้ายร่มหรือกระดิ่งว่า เรียกว่า **เมดูซา (medusa)** ได้แก่ แมงกะพรุน

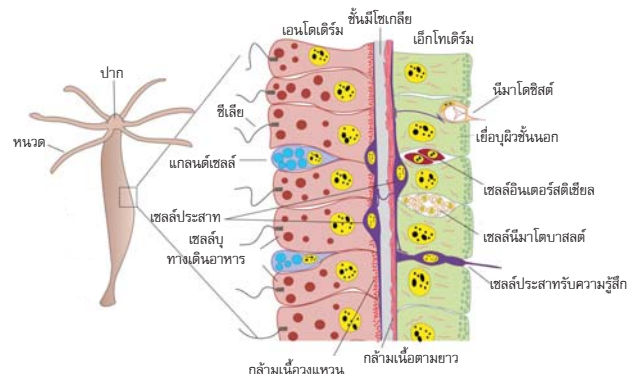
2. มีสมมาตรแบบรัศมี (radial symmetry)

3. มีเนื้อเยื่อ 2 ชั้น คือ เนื้อเยื่อชั้นนอกทำหน้าที่เป็นผิวลำตัวเรียกว่า **เอพิเดอร์มิส (epidermis)** และเนื้อเยื่อชั้นในทำหน้าที่เป็นเยื่อทางเดินอาหารเรียกว่า **แกสโตรเดอริส (gastrodermis)** ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นนอกและเนื้อเยื่อชั้นในมีสารซึ่งมีลักษณะคล้ายวุ้นแทรกอยู่

4. ทางเดินอาหารเป็นแบบไม่สมบูรณ์ มีปากแต่ไม่มีทวารหนัก ช่องทางเดินอาหารนี้อยู่กลางลำตัวทำหน้าที่เป็นทั้งทางเดินอาหารและระบบหมุนเวียน เรียกช่องว่างนี้ว่า **แกสโตรวาสคิวลาร์ (gastrovascular cavity)**



รูปที่ 1.34 ไนดาเรียรูปร่างแบบโพลิบและเมดูซา



รูปที่ 1.35 โครงสร้างภายในของไฮดรา

5. ไม่มีระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบขับถ่ายโดยเฉพาะ แต่โดยทั่วไปอาศัยการแพร่ของแก๊สและของเสียต่างๆ ระหว่างน้ำที่อยู่รอบๆ ตัวกับผิวลำตัวโดยตรง หรือมีเซลล์ชนิดพิเศษ เช่น เซลล์ที่ทำหน้าที่ในการย่อยอาหาร (nutritive cell) ช่วยทำหน้าที่ย่อยและดูดซึมสารอาหาร เพื่อส่งไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อไป

6. ระบบประสาทเป็นแบบข่ายใยประสาท (nerve net) แผ่กระจายทั่วตัว และหนาแน่นบริเวณหนวด ดังนั้นการนำกระแสประสาทจึงเป็นไปในลักษณะทุกทิศทุกทาง ทำให้กระแสประสาทเคลื่อนที่ไปได้ช้า และมีทิศทางไม่แน่นอน ซึ่งแตกต่างจากสัตว์ชั้นสูงอื่นๆ

7. การสืบพันธุ์ของสัตว์ในไฟลัมไนดาเรียมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ คือ จะมีเพศผู้และเพศเมียอยู่ในตัวเดียวกันเกิดการปฏิสนธิภายนอกวางไข่โดยการปฏิสนธิข้ามตัว และการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศจะสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อหรือการแบ่งตัว เช่น โอบิเลียมีการสืบพันธุ์แบบสลับ (alternative of generation) โดยมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศด้วยการแบ่งตัวหรือแตกหน่อ และการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศด้วยการสร้างเซลล์สืบพันธุ์มาผสมกัน

8. มีเข็มพิษ (nematocyst) ใช้ในการป้องกันและฆ่าเหยื่อ เข็มพิษจะอยู่กันหนาแน่นที่บริเวณหนวด (tentacle) ซึ่งอยู่รอบปากมากกว่าบริเวณอื่นๆ ทำให้การหาอาหารและการต่อสู้กับศัตรูมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

ปัจจุบันมีการค้นพบสัตว์ในไฟลัมนี้แล้วประมาณ 9,000 ชนิด แบ่งออกเป็น 4 คลาส คือ

คลาสไฮโดรซัว (Class Hydrozoa)

พบทั้งในแหล่งน้ำจืดและทะเล มีรูปร่างทั้งแบบโพลิบและเมดูซา มีทั้งดำรงชีวิตแบบเดี่ยวๆ และแบบโคลน เช่น ไฮดรา แมงกะพรุนน้ำจืด โอบิเลีย



ไฮดรา

คลาสไซโฟซัว (Class Scyphozoa)

อาศัยอยู่ในทะเลทั้งหมด มีรูปร่างแบบเมดูซา เช่น แมงกะพรุนจาน



แมงกะพรุนจาน

คลาสแอนธอซัว (Class Anthozoa)

อาศัยอยู่ในทะเลทั้งหมด มีรูปร่างแบบโพลิบเท่านั้น เช่น ปะการังเขากวาง กัลปังหา ปากกาทะเล ดอกไม้ทะเล



ดอกไม้ทะเล

คลาสคิวโบซัว (Class Cubozoa)

อาศัยอยู่ในทะเลมีรูปร่างคล้ายลูกบาศก์ (cuboidal shape) จึงเรียกว่า แมงกะพรุนกล่อง



แมงกะพรุนกล่อง

ประโยชน์ของไนดาเรีย มีดังนี้

1. แนวหินปะการังให้ความสวยงาม เป็นที่พักผ่อนหย่อนใจ เป็นกำแพงธรรมชาติ ช่วยลดความรุนแรงของภาคเคาะชายฝั่งจากคลื่นลมและกระแสน้ำ เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแพร่กระจายพันธุ์ของสัตว์ทะเล

2. ไฮดราใช้เป็นผู้ล่าควบคุมลูกน้ำ

3. แมงกะพรุนถ้วยใช้เป็นอาหาร

โทษของไนดาเรีย มีดังนี้

แมงกะพรุนไฟหลายชนิดมีพิษร้ายแรง ถ้าถูกเข้าจะทำให้ได้รับอันตราย เป็นผื่นคัน เป็นแผล ปวดแสบปวดร้อน เป็นไข้

สัตว์ที่มีสมมาตรแบบด้านข้าง

สัตว์กลุ่มที่มีสมมาตรแบบด้านข้าง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มโพรโทโซอียและกลุ่มสัตว์โพรโทโซอีย แต่ละกลุ่มมีลักษณะสำคัญดังนี้

กลุ่มโพรโทโซอีย

กลุ่มโพรโทโซอียแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่มีตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์และกลุ่มที่มีตัวอ่อนแบบลอกคราบ กลุ่มที่มีตัวอ่อนแบบโทรโคฟอร์ มี 3 ไฟลัม คือ

3. **ไฟลัมแพลทีเฮลมินทิส (Phylum Platyhelminthes)** เป็นไฟลัมแรกที่มีสมมาตรแบบด้านข้าง ลำตัวแบนจากบนลงล่าง (dorsoventrally flattened) ลักษณะคล้ายริบบิ้น จึงเรียกกันโดยทั่วไปว่า หนอนตัวแบน (flat worm) ตัวอ่อนนั้น ยกเว้นพวกที่เป็นปรสิตจะมีตัวที่เคลือบหนา พบประมาณ 25,000 ชนิด จัดอยู่ในสัตว์กลุ่มที่ไม่มีช่องว่างลำตัวที่แท้จริง (acoelomate) กลุ่มใหญ่ที่สุด สามารถพบได้ทั้งในทะเล น้ำจืด บนบก ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบปรสิต (parasitic) บางวงศ์ดำรงชีวิตอิสระ (free living) ส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก และสั้น ยกเว้นพยาธิตัวตืด ขนาดและความยาวแตกต่างกันไปตามแต่ชนิด พยาธิตัวตืดกว่า 20 เมตร

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมแพลทีเฮลมินทิส มีดังนี้

1. มีสมมาตรเป็นแบบครึ่งซีก (bilateral symmetry)
2. มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้นครบถ้วน (triploblastic) ไม่มีช่องว่างลำตัวที่แท้จริง (acoelomate) คือ ไม่มีช่องว่างระหว่างผนังลำตัวกับผนังทางเดินอาหาร ผนังชั้นนอกอ่อนนุ่ม บางชนิดมีซีเลีย เช่น พลาเนียเลียบางชนิดมีตัวที่เคลือบ (cuticle) ทุ้ม มีปุ่มดูด (sucker) และขอเกี่ยว (hooks) สำหรับยึดเกาะกับโฮสต์ (host) เช่น พยาธิใบไม้ (flukes) พยาธิตัวตืด (tapeworms)
3. ร่างกายแบนทางด้านหลังและด้านท้อง (dorsoventrally) ไม่มีช่องป่อง แต่บางชนิด เช่น พยาธิตัวตืด มีช่องป่องแต่เป็นช่องที่เกิดขึ้นเฉพาะที่หัวลำตัวเท่านั้น
4. มีทางเดินอาหารที่เป็นปลายตัน หรือเป็นแบบที่ไม่สมบูรณ์ มีปากแต่ไม่มีทวารหนัก และพบว่าทางเดินอาหารแตกแขนงออกเป็น 2-3 แฉก ส่วนในพยาธิตัวตืดไม่มีทางเดินอาหาร
5. ไม่มีอวัยวะที่ใช้ในการหายใจโดยเฉพาะ ในพวกปรสิตจะหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic respiration) เช่น พยาธิใบไม้ ซึ่งพบว่ากระบวนการนี้ให้แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์และอินทรีย์สารสะสมอยู่ในร่างกายในปริมาณสูง ความเข้มข้นของน้ำนอกร่างกายสูงกว่าภายในร่างกาย จึงมีผลทำให้น้ำเคลื่อนผ่านเข้าสู่ร่างกาย ส่วนพวกที่ดำรงชีวิตอย่างอิสระจะหายใจแบบใช้ออกซิเจน (aerobic respiration) โดยการใช้ผิวหนังในการแลกเปลี่ยนแก๊ส
6. ระบบขับถ่าย มีอวัยวะที่เรียกว่า โพรโทเนฟรีเดีย (protonephridia) มีลักษณะเป็นท่อที่ปลายด้านในเปิดและ มีท่อไปเปิดออกด้านนอก ซึ่งประกอบด้วยท่อตามยาวหลายท่อ (protonephridial canal) จากท่อเล็ก ๆ นี้จะมีท่อแยกไปเป็นท่อย่อย (capillary) ที่ปลายท่อย่อยมีเซลล์โพรโทเนฟรีเดียลักษณะเป็นรูปถ้วย (flame bulb) มีแฟลกเจลลัมเป็นกระจุกอยู่ด้านในของถ้วย ซึ่งจะโบกพัดไปมาคล้ายเปลวเทียน จึงเรียกว่า เซลล์แฟลกเจลลัม (flame cell) การโบกพัดของแฟลกเจลลัมทำให้เกิดแรงดึงน้ำผ่านเข้าสู่ของเสียที่โพรโทเนฟรีเดีย กำจัดออกในรูปของแอมโมเนียที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งจะไหลออกมาตามท่อและออกสู่ภายนอกทางช่องเปิดที่เรียกว่า เนฟริดีโอพอร์ (nephridiopore)
7. สัตว์ในไฟลัมนี้เริ่มมีการรวมตัวของอวัยวะแสดงลักษณะหัว (cephalization) คือ มีปมประสาทสมอง อวัยวะรับความรู้สึกและช่องปากมารวมกันอยู่ทางด้านหน้าของลำตัว
8. ระบบประสาทประกอบด้วยปมประสาทด้านหน้า (anterior ganglia) หรือปมประสาทรูปวงแหวน (nerve ring) ทำหน้าที่เป็นสมองเชื่อมระหว่างเส้นประสาทใหญ่ตามยาว (longitudinal nerve cord) ซึ่งทอดไปตามยาวของร่างกาย จำนวน 2 เส้น และมีเส้นประสาทตามขวาง (transverse nerve) เชื่อมระหว่างเส้นประสาทใหญ่ทั้งสองด้วย มีอวัยวะรับสัมผัสแบบต่างๆ บางชนิดมีตา (eye spot)

9. ระบบสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยมี 2 เพศอยู่ในตัวเดียวกันจัดเป็นกะเทย (hermaphrodite) มีการปฏิสนธิภายในตัวเอง (self fertilization) และปฏิสนธิแบบข้ามตัว (cross fertilization) และมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการออกใหม่ (regeneration)

10. พวกที่มีการดำรงชีวิตอย่างอิสระจะมีเนื้อกลื่นๆ หุ้มตัวเพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ ส่วนพวกที่ดำรงชีวิตแบบปรสิต (parasitic type) จะมีคิวติเคิล (cuticle) หุ้มตัวซึ่งสร้างจากเซลล์ที่ผิวของลำตัว ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายซึ่งเกิดจากน้ำย่อยของผู้ถูกอาศัย (host)

ปัจจุบันพบสัตว์จำพวกหนอนตัวแบนประมาณ 13,000 ชนิด แบ่งออกเป็น 3 คลาส คือ

คลาสทรีมาโตดา (Class Trematoda)

ดำรงชีวิตแบบปรสิต มีรูปร่างคล้ายใบไม้ เช่น พยาธิใบไม้ในตับคน พยาธิใบไม้ในตับแกะ พยาธิใบไม้หอยกาบ น้ำจืด เช่น พยาธิใบไม้



พยาธิใบไม้

คลาสเซสโตดา (Class Cestoda)

ดำรงชีวิตแบบปรสิต มีลำตัวแบนยาว ไม่มีระบบทางเดินอาหาร เช่น พยาธิตัวติด



พยาธิตัวติด

คลาสเทอบีเลลลารี (Class Turbellaria)

ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตแบบอิสระ พบทั้งในแหล่งน้ำจืด ทะเล และบนบก เช่น พลาณาเรีย



พลาณาเรีย

ประโยชน์ของแพลทีเฮลมินทิส มีดังนี้

หนอนตัวแบนบางชนิด เช่น พลาณาเรียสามารถพบได้บ่อยในผู้ที่รับประทานอาหารคั่วง พลาณาเรียไม่เป็นอันตรายกับปลาและกุ้ง แต่พลาณาเรียเป็นสัญญาณบ่งบอกถึงการมีของเสียในชั้นกรวดมากเกินไป มีเศษอาหารตกค้างมากเกินไปซึ่งไม่ติดกับสัตว์น้ำทั้งกุ้งและปลา

โทษของแพลทีเฮลมินทิส มีดังนี้

หนอนตัวแบนบางชนิดเป็นปรสิต เช่น พยาธิใบไม้ พบในบุคคลที่บริโภคสัตว์น้ำดิบ ๆ เช่น หอย ปลา เนื่องจากตัวอ่อนของพยาธิเหล่านี้จะอาศัยอยู่ในน้ำ และพยาธิตัวติด เช่น พยาธิติตหมู พยาธิติตวัว โดยในระยะตัวอ่อนจะฝังตัวในกล้ามเนื้อของสัตว์ที่ชาวบ้านเรียกว่า **เม็ดสาตุ**

4. **ไฟลัมมอลลัสคา (Phylum Mollusca)** เป็นสัตว์ที่มีลำตัวนุ่ม โดยมีแมนเทิล (mantle) ทำหน้าที่สร้างเปลือกแข็ง (shell) ที่มีสารแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) เพื่อหุ้มลำตัวอีกชั้นหนึ่ง หรือบางชนิดเปลือกก็ลดรูปไปเป็นโครงร่างที่อยู่ภายในร่างกาย สัตว์ในไฟลัมมอลลัสคา เรียกโดยทั่วไปว่า **มอลลัสก (mollusk)** ที่รู้จักกันดี ได้แก่ หอยกาบคู่ (clams) หอยกาบเดี่ยว (snail) หอยงาช้าง (tusk shell) หมึกต่าง ๆ เช่น หมึกกล้วย (squid) หมึกสายหรือหมึกยักษ์ (octopus) และสันทะเล (chiton) หรือหอยแปดเกล็ด ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม มีบางส่วนอยู่ในน้ำจืด และบนบก

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมมอลลัสคา มีดังนี้

- มีขนาดตั้งแต่เล็กมากจนถึงขนาดใหญ่ที่สุดในบรรดาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังด้วยกัน เช่น หมึกบางตัวยาวถึง 16 เมตร ความยาวรอบตัว 6 เมตร และหนักหลายพันกิโลกรัม ซึ่งหมึกขนาดทั่วไปยาวประมาณ 1-3 นิ้ว
- ร่างกายอ่อนนุ่ม ไม่มีปล้อง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้
 - ส่วนหัว (head) บางชนิดมีส่วนหัวชัดเจน แต่บางชนิดไม่เจริญ บนหัวอาจมีหนวด (tentacles) บางชนิดมีตาเจริญดีมากเทียบเท่ากับตาของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น หมึก แต่บางชนิดไม่มีตาเลย
 - ส่วนเท้า (foot) เป็นส่วนของกล้ามเนื้อที่อยู่ทางด้านท้อง (ventral) ใช้เคลื่อนที่หรือไต่ดิน
 - ก้อนอวัยวะภายใน (visceral mass) ซึ่งประกอบด้วยระบบย่อยต่าง ๆ
 - เยื่อแมนเทิล (mantle) เป็นเยื่อบาง ๆ ที่ปกคลุมตัวและติดต่อกับพื้นด้านในของก้าม (shell) เยื่อแมนเทิลทำหน้าที่สร้างเปลือกหุ้มตัวและรับความรู้สึก ส่วนช่องที่อยู่ระหว่างเยื่อแมนเทิลกับก้อนอวัยวะภายใน เรียกว่า **ช่องแมนเทิล (mantle cavity)** ภายในช่องแมนเทิลมีเหงือก (gill)
- มีช่องตัวที่แท้จริง (coelom) มีลักษณะลดลงมากเหลืออยู่ในลักษณะเป็นช่องรอบหัวใจ (pericardial cavity) ช่องไต และอวัยวะสืบพันธุ์
- ระบบทางเดินอาหารเป็นแบบสมบูรณ์ คือ มีปากและทวารหนัก ทางเดินอาหารมีลักษณะเป็นท่อขดเป็นเกลียวหรือรูปตัวยู ประกอบด้วย ปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ และทวารหนัก มีต่อมสร้างน้ำย่อยและดับ นอกจากนี้ยังมีอวัยวะใช้ในการบดอาหารในบริเวณคอหอยมีลักษณะคล้ายตะใบ เรียกว่า **แรดูลา (radula)** ซึ่งไม่มีในสัตว์กลุ่มอื่น ๆ
- หายใจโดยใช้เหงือก (gills) หรือปอด (lung) ผิวหนัง และเยื่อแมนเทิล
- ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบเปิด (open circulation system) ที่เจริญมีหัวใจ 3 ห้อง คือ ออริเคิล (auricle) 2 ห้อง เวนทริเคิล (ventricle) 1 ห้อง อยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจ (pericardium) มีเส้นเลือดนำเลือดไปตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย นอกจากนั้นเลือดยังซึมแพร่เข้าไปในแอ่งรับเลือด (blood sinus หรือ hemocoel) เซลล์เม็ดเลือดของมอลลัสกเป็นเซลล์ประเภทที่มีใบไม้ ลอยอยู่ในน้ำเลือด (plasma) รังควาญในการแลกเปลี่ยนแก๊ส คือ เฮโมไซยานิน (hemocyanin) ซึ่งเมื่อรวมตัวกับออกซิเจนจะเป็นสีฟ้าอ่อน มีบางชนิดเท่านั้นที่เป็นเฮโมโกลบิน (hemoglobin) เช่น หอยแครง
- ระบบขับถ่ายมีไตหรือเนฟริเดียม (nephridium) 1 หรือ 2 คู่ หรืออาจมีเพียงอันเดียว ได้มีลักษณะเป็นท่อยาวปลายข้างหนึ่งเปิดเข้าไปในช่องรอบหัวใจ ปลายอีกข้างหนึ่งเปิดออกสู่ภายนอกในบริเวณช่องแมนเทิล
- ระบบประสาทประกอบด้วยปมประสาท (ganglia) 3 คู่ และมีเส้นประสาทใหญ่ (nerve cord) 2 คู่ เส้นประสาทคู่ที่หนึ่งออกจากสมองหรือปมประสาทสมอง (cerebral ganglia) ไปยังปมประสาทที่เท้า (pedal ganglia) ส่วนเส้นประสาทคู่ที่ 2 ออกจากปมประสาทสมองไปยังปมประสาทอวัยวะภายใน (visceral ganglia) สำหรับปมประสาทสมองนั้นมีลักษณะเป็นวงแหวน (nerve ring) ล้อมรอบหลอดอาหารส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นสมอง
- มีเพศแยกกันเป็นเพศผู้และเพศเมีย (dioecious) แต่บางชนิดเป็นกะเทย (hermaphrodite) และสามารถเปลี่ยนเพศได้ (protandry) การปฏิสนธิเป็นทั้งแบบภายในตัวหรือภายนอกตัว พวกที่อยู่ในทะเลจะมีระยะตัวอ่อนที่เรียกว่า **โทรโคฟอร (trochophore larva)** ด้วย

ปัจจุบันพบสัตว์ในไฟลัมนี้มากกว่า 150,000 สปีชีส์ แบ่งออกเป็น 7 คลาส คือ

คลาสอะพลาโคโฟรา (Class Aplousophora)

ไม่มีเปลือก ไม่มีเท้า ไม่มีส่วนหัว มีร่องแขนงที่สลับด้านท้อง ผิวตัวมีหนามปกคลุม ลำตัวคล้ายหนอน เช่น *Solenogaster sp.*



โซเลนอสเตอร์

คลาสมอนอพลาโคโฟรา (Class Monoplousophora)

เปลือกเป็นชิ้นเดียวคล้ายหอยหมวกจีน ปลายยอดเป็นก้นหอยไม่อยู่ตรงกลาง แต่จะค่อนไปทางด้านหน้า ไม่มีส่วนหัว ไม่มีหนวด มีเหงือก โต อวัยวะสืบพันธุ์มีหลายคู่ เช่น *Neopilina sp.*



หอยฝาชีหรือหอยหมวกจีน

คลาสพอลิพลาโคโฟรา (Class Polyplousophora)

พบเปลือกมี 8 แผ่นเรียงเกยกันอยู่ด้านหลัง ได้แก่ เส้นทะเล



หอยแปดเกล็ดหรือลิ่มทะเล

คลาสแกสโตรพอดา (Class Gastropoda)

เปลือกมีชิ้นเดียวเหมือนมอนอพลาโคโฟรา แต่มีส่วนหัว มีหนวด มีตาบริเวณหัว เปลือกมักมีวนชัดเจน เช่น หอยฝาเดี่ยวชนิดต่างๆ และหอย



หอยทะเล

คลาสไบวาเลีย (Class Bivalvia)

เปลือกมี 2 แผ่นเชื่อมติดกันด้วยบานพับ (hinge ligament) ทางด้านหลัง เช่น หอยลาย หอยตลับ หอยของพลู เพรียงทะเล



หอยลาย

คลาสสเคโฟพอดา (Class Scaphopoda)

เปลือกเป็นท่อยาวเหมือนงาช้าง เปลือกมีช่องเปิดที่ฐาน และที่ปลายยอด เช่น หอยงาช้าง



หอยงาช้างที่พบตามธรรมชาติ

คลาสเซฟาโลพอดา (Class Cephalopoda)

เท้าตัดแปลงไปเป็นหนวด (arm หรือ tentacle) และท่อนำหนวดมีแว่นอุดที่ปลายหนวด มีสารกริโรเซ็งแรง มีตาขนาดใหญ่ เช่น ปลาหมึก หอยวงช้าง



หอยวงช้าง

ประโยชน์ของสัตว์ในไฟลัมมอลลัสกา มีดังนี้

1. หอยและหอยใช้บริโภคเป็นอาหาร
2. หอยนางรมสามารถนำไปสกัดน้ำมันซึ่งมีราคาสูงและรสชาติดี
3. หอยมุกให้มุกซึ่งมีความสวยงามใช้ในการทำเครื่องประดับ
4. เปลือกหอยมีแคลเซียมสูง เมื่อนำมาบดให้ละเอียดและผสมอาหารให้พวกเปิดอกกัน ช่วยให้เปลือกไขวส
5. หอยสังข์และหอยอื่นๆเป็นวัสดุทางกฎหมายซึ่งทำลายและกินปะการัง

โทษของสัตว์ในไฟลัมมอลลัสกา มีดังนี้

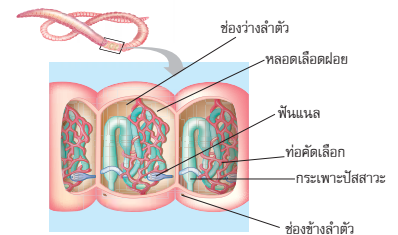
1. หอยเตาปูนเป็นพิษ
2. หอยมือเสือหนีบน้ำกัดน้ำให้ตายได้
3. หอยทากทำลายพืช
4. หอยน้ำจืดเป็นพาหะนำพยาธิใบไม้

5. **ไฟลัมแอนเนลิดา (Phylum Annelida)** สัตว์ในไฟลัมนี้มีร่างกายที่ประกอบด้วยปล้อง (segment หรือ somite) จึงเรียกว่า **หนอนปล้อง (segmented worm)** แต่ละปล้องคล้ายวงแหวนเรียงต่อกันจนตลอดลำตัว และแสดงการเป็นปล้องทั้งภายในและภายนอก ลักษณะกล้ามเนื้อ ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนเลือด อวัยวะขับถ่ายตลอดจนอวัยวะสืบพันธุ์ ต่างก็จัดเป็นชุดซ้ำๆ กันตลอดลำตัว และมีเยื่อ (septum) กันระหว่างปล้อง ทำให้ช่องว่างถูกแบ่งออกเป็น ส่วนๆ ด้วย มีขนาดลำตัวยาวน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร จนถึง 3 เมตร พบอยู่ในน้ำเค็ม น้ำจืด และที่ขึ้นและ

ลักษณะที่สำคัญในไฟลัมแอนเนลิดา มีดังนี้

1. ร่างกายแบ่งเป็นปล้องอย่างแท้จริง มีสมมาตรแบบด้านข้าง (bilateral symmetry)
2. เนื้อเยื่อแบ่งออกเป็น 3 ชั้น ผิวร่างกายประกอบด้วยเอพิเดอร์มิส ซึ่งมีชั้นคิวทิเคิลบางๆ ปกคลุมอยู่ ถัดเข้าไปเป็นชั้นกล้ามเนื้อวง (circular muscle) และกล้ามเนื้อชั้นในเป็นชั้นกล้ามเนื้อตามยาว (longitudinal muscle)
3. มีช่องตัวที่แท้จริง ช่องตัวถูกแบ่งออกเป็นห้องๆ โดยมีเยื่อ (septum) กันช่องตัวไว้ ภายในช่องตัวมีของเหลว (coelomic fluid) บรรจุอยู่ทำให้ร่างกายไม่แฟบ
4. ทางเดินอาหารสมบูรณ์เป็นท่อยาวตลอดร่างกาย
5. หายใจผ่านทางผิวหนังหรือเหงือก
6. ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นแบบปิด (closed circulatory system) น้ำเลือดมีสีแดง เพราะมีฮีโมโกลบินละลายอยู่

7. ระบบขับถ่ายจะมีอวัยวะขับถ่ายที่เรียกว่า **เนฟริเดียม (nephridium)** อยู่ทุกปล้องๆ ละ 1 คู่ เนฟริเดียมจะช่วยขับของเสียออกจากช่องตัวและกระแสเลือดออกจากร่างกายทางรูขับถ่ายหรือเนฟริไดโอพอร์ (nephridiopores) ส่วนพื้นในและจะดูดของเหลวภายในช่องลำตัว จากนั้นจะลำเลียงไปตามท่อคัดเลือกลักษณะที่ 1.40 ขณะหมุนเวียนนั้นจะมีระบบไหลเวียนนำสารที่มีประโยชน์กลับสู่ร่างกายเหลือเพียงของเสียซึ่งจะถูกนำไปทิ้งยังลำตัวทางช่องเนฟริไดโอพอร์



รูปที่ 1.36 โครงสร้างเนฟริเดียมของไส้เดือนดิน

8. ระบบประสาทประกอบด้วยปมประสาทสมอง (cerebral ganglia) ติดต่อกับเส้นประสาทใหญ่ด้านท้อง (ventral nerve cord) ซึ่งทอดตามยาวของร่างกาย เส้นประสาทใหญ่ทางด้านหลังจะมีปมประสาทประจำปล้อง (segment ganglia) ปล้องละ 1 ปม

9. มียางคเป็นแท่งเล็กๆ เรียกว่า **เดือย (setae)** เป็นสารไคติน (chitin) เช่น ไส้เดือนดินมีเดือยช่วยในการเคลื่อนที่และการขุดรู ส่วนไส้เดือนทะเลมีเดือยและแผ่นขา (parapodia) ยื่นออกมาทางด้านข้างของลำตัวใช้ในการเคลื่อนที่ แต่ปลิงไม่มียางค

10. หนอนปล้องบางชนิดเป็นกะเทย (hermaphrodite) แต่มีการปฏิสนธิข้ามตัว เช่น ไส้เดือนดิน ปลิงน้ำจืด พวกนี้มีการเจริญเติบโตโดยไม่ต้องผ่านระยะตัวอ่อน หนอนปล้องบางชนิดมีเพศแยกกัน (dioecious) และการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยต้องผ่านระยะตัวอ่อน ที่เรียกว่า **โทรโคฟอร์ (trochophore)** เช่น แม่เพรียง เพรียงดอกไม้ ด้วยเหตุที่หนอนปล้องมีระยะตัวอ่อนโทรโคฟอร์ เช่นเดียวกับพวกมอลลัสก์ที่อยู่ในทะเล ทำให้นักชีววิทยาเชื่อว่าสัตว์ทั้ง 2 กลุ่มจะต้องมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด

ปัจจุบันพบสัตว์ในไฟลัมนี้มากกว่า 15,000 สปีชีส์ แบ่งตามลักษณะการมีร่างกายออกเป็น 3 คลาส ดังนี้

คลาสพอลิเคตา (Class Polychaetae)

ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในทะเล มีเดือยพัฒนาดีช่วยในการเคลื่อนที่ในน้ำ เช่น แม่เพรียง



แม่เพรียง

คลาสโอลิโกเคตา (Class Oligochaetae)

อาศัยอยู่ทั้งบนบกและในแหล่งน้ำจืด มีเพศผู้และเพศเมียอยู่ในตัวเดียวกัน แต่มีการผสมพันธุ์ข้ามตัว มีเดือยปรากฏเล็กน้อย เช่น ไส้เดือนดิน หนอนแดง



ไส้เดือนดิน

คลาสไฮรูดีเนีย (Class Hirudinea)

อาศัยอยู่ทั้งบนบกและแหล่งน้ำจืด ไม่พบเดือย ส่วนใหญ่ดำรงชีพเป็นปรสิตภายนอก เช่น ปลิงดูดเลือด หากดูดเลือด หลายชนิดสามารถสร้างสารฮิรูดีน (hirudin) ทำให้เลือดแข็งตัวช้าได้



หากดูดเลือด

ประโยชน์ของแอนเนลิดา มีดังนี้

1. ไส้เดือนที่อาศัยอยู่ในดินจะช่วยทำให้ดินร่วนซุยขึ้น ทำให้อากาศถ่ายเทได้ดี
2. ไส้เดือนกินซากอินทรีย์ในดินจะช่วยให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินได้เร็ว
3. มูลของไส้เดือนมีแร่ธาตุอาหารให้พืชมาก จึงเป็นปุ๋ยให้พืชได้ดีด้วย

โทษของแอนเนลิดา มีดังนี้

1. ปลิงน้ำจืด และหากดูดเลือดดำรงชีวิตเป็นปรสิตภายนอกโดยดูดเลือดสัตว์อื่น
2. บุงทะเลอาจทำให้เกิดอาการเป็นผื่นแดงคันและเจ็บปวด

กลุ่มที่มีตัวอ่อนแบบลอกคราบ มี 2 ไฟลัม คือ

6. **ไฟลัมนีมาโทดา (Phylum Nematoda)** เรียกกันทั่วไปว่า **หนอนตัวกลม (round worm)** หรือนีมาโทด (nematode)

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมนีมาโทดา มีดังนี้

1. ลำตัวกลม ยาว แหวมหัวแหลมท้าย ไม่มีข้อปล้อง ผิวลำตัวเรียบ มีสารคิวทีนเคลือบหุ้มตัว
2. มีสมมาตรแบบผ่าซีก (bilateral symmetry)
3. มีช่องว่างในลำตัวแบบเทียม (pseudocoelomate animal) โดยมีช่องว่างอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อชั้นกลางและเนื้อเยื่อชั้นใน
4. ทางเดินอาหารสมบูรณ์ประกอบด้วยปากและทวารหนัก
5. ไม่มีอวัยวะหายใจโดยเฉพาะ พวกที่ดำรงชีพแบบปรสิตหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน แต่พวกที่อยู่อย่างอิสระใช้ผิวหนังเป็นส่วนแลกเปลี่ยนแก๊สกับสิ่งแวดล้อม
6. ไม่มีระบบหมุนเวียนเลือด แต่ใช้ช่องเหลวในช่องว่างเทียมช่วยในการลำเลียงสาร
7. ระบบขับถ่ายประกอบด้วยเส้นข้างลำตัว (lateral line) ซึ่งภายในบรรจุท่อขับถ่าย (excretory canal) ไว้
8. ระบบประสาท ประกอบด้วยปมประสาทรูปร่างแหวน (nerve ring) อยู่รอบคอหอย และมีแขนงประสาทแยกออกทางด้านท้องและทางด้านหลัง
9. มีระบบกล้ามเนื้อยาวตลอดลำตัว (longitudinal muscle)
10. เป็นสัตว์แยกเพศ เพศเมียมักมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้เนื่องจากเพศเมียต้องทำหน้าที่ในการออกไข่

ประโยชน์ของไฟลัมนีมาโทดา มีดังนี้

หนอนตัวกลมบางชนิด เช่น ไส้เดือนฝอยซึ่งเป็นตัวเบียนหรือพยาธิที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงมากกว่า 200 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นแมลงศัตรูพืชซึ่งสามารถนำมาใช้ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้อย่างกว้างขวาง โดยไม่มีอันตรายต่อพืช สัตว์ และมนุษย์ รวมทั้งไม่มีพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม

โทษของไฟลัมนีมาโทดา มีดังนี้

หนอนตัวกลมบางชนิดเป็นปรสิตในร่างกายคนและสัตว์ เช่น พยาธิไส้เดือน พยาธิปากขอ พยาธิตัวจิ๊ด พยาธิเส้นด้าย

7. **ไฟลัมอาร์โทรพอด (Phylum Arthropoda)** สัตว์ที่จัดอยู่ในไฟลัมนี้เรียกว่า **สัตว์ขาข้อ หรืออาร์โทรพอด** ซึ่งหมายถึง มีร่างกายค่อนเป็นข้อๆ สัตว์กลุ่มนี้มีจำนวนมากที่สุด มีประมาณมากกว่า 1,200,000 ชนิด มากกว่า 80% ของสัตว์ทั้งหมดในอาณาจักรสัตว์ และจากการศึกษาซากโบราณพบว่า อาร์โทรพอดมีความสัมพันธ์กับสัตว์พวกแอนเนลิดา โดยอาจจะเจริญมาจากพวกแอนเนลิตาหรืออาจมาจากบรรพบุรุษเดียวกัน

ลักษณะสำคัญของสัตว์ในไฟลัมอาร์โทรพอดา มีดังนี้

1. ลำตัวมีลักษณะเป็นปล้องและแบ่งออกเป็นส่วนๆ โดยทั่วไปแล้วมี 3 ส่วน คือ ส่วนหัว (head) ส่วนอก (thorax) และส่วนท้อง (abdomen) เช่น แมลง แต่บางชนิดส่วนหัวและส่วนอกจะรวมกันเป็นส่วนเดียวแยกออกจากกันไม่ได้ เรียกว่า **เซฟาโลทอเรกซ์ (cephalothorax)** เช่น กุ้ง ปู นอกจากนี้ ในพวกกิ้งกือและตะขาบ ส่วนของอกและท้องจะมีลักษณะเหมือนกัน
2. มีสมมาตรแบบด้านข้าง (bilateral symmetry)
3. มีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น และช่องลำตัวแบบแท้จริง
4. มีโครงร่างภายนอก (exoskeleton) เป็นสารจำพวกไคติน (chitin) แข็งหุ้มรอบตัว ดังนั้นในขณะที่มีการเจริญเติบโต สัตว์ในไฟลัมนี้หลายชนิดจึงต้องมีการลอกคราบ (molting) เพื่อเอาเปลือกเก่าซึ่งมีขนาดเล็กลงแล้วสร้างเปลือกใหม่ที่มีขนาดใหญ่กว่าขึ้นมาแทน
5. ทางเดินอาหารเป็นแบบสมบูรณ์ มีปากและทวารหนัก โดยส่วนปากมีอวัยวะที่ช่วยในการกินอาหาร และมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อให้เหมาะสมกับสภาพของอาหาร เช่น มีปากแบบกัดกิน ตูดกิน เจาะดูด
6. ระบบหายใจประกอบด้วยอวัยวะหายใจหลายชนิด ในพวกที่อยู่ในน้ำเช่น กุ้ง ปู หายใจด้วยเหงือก (gill) พวกแมลงหายใจด้วยระบบท่อลม (tracheal system) ที่แทรกอยู่ทั่วตัว แมงมุมหายใจโดยใช้ปอดฝาง (book lung) ที่บริเวณส่วนท้อง ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นบางๆ ซ้อนกันอยู่หลายชั้น
7. ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบเปิด (open circulatory system) โดยเลือดเมื่อออกจากหัวใจเทียม (pseudo-heart) แล้วจะไหลไปตามเส้นเลือด ต่อจากนั้นจะไหลเข้าสู่ช่องว่างในลำตัว (hemocoel) แล้วไหลกลับเข้าสู่หัวใจอีก จะเห็นได้ว่าเลือดไม่ได้อยู่ภายในหัวใจและเส้นเลือดตลอดเวลา แต่มีบางระยะที่เลือดไหลออกมาสู่ภายนอกเส้นเลือดจึงเรียกว่า **ระบบเปิด** นอกจากนี้สัตว์ในกลุ่มนี้อาจมีเส้นเลือดเป็นสีฟ้าอ่อน หรือไม่มีสี เนื่องจากสารเฮโมไซยานิน (hemocyanin) เป็นองค์ประกอบ หรือมีสีแดงเนื่องจากมีเฮโมโกลบิน (hemoglobin) เป็นองค์ประกอบ
8. มีระบบขับถ่ายเป็นลักษณะเฉพาะของกลุ่ม เช่น แมลงมีมัลทิกีเลียนทิวบูล (malpighian tubule) ซึ่งเป็นท่ออยู่ที่ทางเดินอาหารเป็นอวัยวะขับถ่าย กุ้งมีต่อมเขียว (green gland) ซึ่งอยู่ที่โคนหนวดเป็นอวัยวะขับถ่าย
9. ระบบประสาท มีปมประสาทที่หัว 1 คู่ และมีเส้นประสาททางด้านท้อง (ventral nerve cord) ทอดไปตามความยาวของลำตัว 1 คู่ และอวัยวะสัมผัสเจริญดี เช่น ตาเดี่ยว ตาประกอบ หนวด ขนสัมผัส
10. มีรยางค์ยื่นออกจากลำตัวเป็นคู่ๆ เช่น ขาเดิน ขาว่ายน้ำ อวัยวะส่วนปาก หนวด ปีก และรยางค์เหล่านี้มักมีลักษณะต่อกันเป็นข้อๆ ด้วย
11. ระบบสืบพันธุ์เป็นสัตว์แยกเพศ มักมีการปฏิสนธิภายในตัวและออกลูกเป็นไข่ที่มีไข่แดงมาก ในขณะที่มีการเจริญเติบโตมักมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปด้วย (metamorphosis)

ไฟลัมอาร์โทรพอดาสามารถแบ่งออกเป็น 6 คลาส ดังนี้

คลาสเมโรสโตมาตา (Class Merostomata)

อาศัยอยู่ในทะเล เช่น แมงดาจาน แมงดาถ้วย ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวเชื่อมรวมกับส่วนอก (cephalothorax) และส่วนท้อง (abdomen) ไม่มีหนวด มีขาเดิน 5 คู่ ไม่มีขากรรไกร มีกระดองคลุมลำตัว



แมงดาทะเล

คลาสอะแรคนิดา (Class Arachnida)

เป็นพวกแมง ส่วนใหญ่อาศัยอยู่บนบก เช่น แมงป่อง แมงมุม เหย็บ ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวเชื่อมรวมกับส่วนอกและส่วนท้อง ไม่มีหนวด มีขา 4 คู่ ไม่มีขากรรไกร รยางค์บางส่วนทำหน้าที่เป็นเขี้ยวหรือเขี้ยว



ทอยลาย

คลาสดิพโลพอดา (Class Diplopoda)

เรียกว่าไทรพอดกลุ่มนี้ว่า มิลลิพิด (millipede) เช่น กิ้งกือ กระสุนพระอินทร์มีลำตัว หัว ส่วนอก ส่วนท้อง มีลักษณะเป็นปล้องติดกัน มีหนวด 1 คู่ มีขาปล้องละ 2 คู่ มีขนสั้น คาร์กชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายซากพืชและซากสัตว์



กระสุนพระอินทร์

คลาสซิลิพอดา (Class Chilopoda)

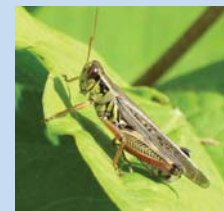
เรียกว่าไทรพอดกลุ่มนี้ว่า เซนทิพิด (centipede) เช่น ตะขาบ ตะเข็บ โดยส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องมีลักษณะเป็นปล้องติดกัน มีขาปล้องละ 1 คู่ มีหนวด 1 คู่ รยางค์บางส่วนเป็นเขี้ยวพิษ คาร์กชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายซากพืชและสัตว์ บางชนิดเป็นผู้ล่า



ตะขาบบ้าน (Scutigera coleoptrata)

คลาสอินเซกตา (Class Insecta)

เป็นสัตว์จำพวกแมลง พบจำนวนสปีชีส์มากที่สุด ลำตัวแบ่งเป็น 3 ส่วนได้ชัดเจน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง มีหนวด 1 คู่ มีขา 3 คู่ อยู่ในส่วนอก บางชนิดมีปีก 2 คู่ อยู่ด้านหลังส่วนอก



ตั๊กแตน

คลาสครัสเตเชีย (Class Crustacea)

เป็นสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำโดยส่วนใหญ่ เช่น กุ้ง ปู กิ้งกือทะเล ลำตัวแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนหัวเชื่อมรวมกับส่วนอกและส่วนท้อง มีหนวด 2 คู่ มีรยางค์รอบปากจำนวนมาก มีขาสำหรับเดิน 5 คู่ มีรยางค์ที่ส่วนท้องสำหรับว่ายน้ำ บางชนิดรยางค์มีลักษณะแบนใช้ในการบังคับทิศทาง 1 คู่



กั้งกระดาน

ประโยชน์ของไฟลัมอาร์โทรพอดา มีดังนี้

อาร์โทรพอดบางชนิดเป็นอาหารแก่มนุษย์และสัตว์ เช่น กุ้ง ปู กุ้ง แมงดาทะเล สร้างอาชีพและรายได้แก่ชาวประมง มีผลช่วยเกิดการผสมพันธุ์กันของพืช ช่วยรักษาความสมดุลในธรรมชาติ

โทษของไฟลัมอาร์โทรพอดา มีดังนี้

อาร์โทรพอดบางชนิดมีพิษที่อันตรายถึงชีวิต เช่น แมลงบางชนิด แมงมุม ตะขาบ แมงป่อง บางชนิดเป็นปรสิตในสัตว์ เช่น เห็บ

กลุ่มตัวเทอโรสโทเมีย มี 2 ไฟลัม คือ

8. **ไฟลัมเอไคโนเดมาตา (Phylum Echinodermata)** สัตว์ไฟลัมนี้อาศัยอยู่ในทะเลทั้งหมด พบประมาณ 7,000 สปีชีส์ ดำรงชีพอย่างอิสระ ไม่เป็นปรสิต ตัวอ่อนมีสมมาตรด้านข้าง แต่ตัวเต็มวัยมีสมมาตรตามแนวรัศมี ปากอยู่ตรงกลาง มีรยางค์ยื่นออกไปอาจมี 5 แฉก (pentamerous) หรือมากกว่า บางชนิดมีหนามแข็งและยาว สามารถขยับได้

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมเอไคโนเดมาตา มีดังนี้

1. รูปร่างในวงจรชีวิตของสัตว์กลุ่มนี้มีรูปร่าง 2 แบบ คือ มีสมมาตรด้านข้างซึ่งพบในระยะที่เป็นตัวอ่อน เมื่อตัวอ่อนเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยแล้ว รูปร่างจึงค่อยเปลี่ยนไปเป็นแบบสมมาตรรัศมี ไม่มีส่วนหัวและไม่มีปล้อง
2. ลำตัวแบ่งออกเป็น 5 ส่วนในแนวรัศมีเท่า ๆ กัน มีลักษณะเป็น 5 แฉก (pentamerous) แต่ละแฉกเรียกว่า **แขนหรืออัมบูลาตา (arm หรือ ambulacra)** ด้านล่างท่อขา (tube feet) ซึ่งช่วยในการเคลื่อนที่หรือจับอาหาร
3. ร่างกายประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ชั้นนอกเป็นเอพิเดอร์มิสชั้นเดียวบาง ๆ ปกคลุมโครงร่างภายใน (endoskeleton) ซึ่งเป็นแผ่นหินปูนที่เจริญมาจากชั้นเมโซเดิร์ม (mesoderm) เช่นเดียวกับระบบโครงกระดูกของสัตว์มีกระดูกสันหลัง แผ่นหินปูนบางแผ่นมีหนาม (calcareous spine) ติดอยู่ด้วย
4. ช่องตัวกว้างและมีเยื่อช่องตัว (peritoneum) บูอยู่ภายใน ภายในช่องตัวมีของเหลวและมีเซลล์อะมีบไซต์ (amoebocyte) ลอยเคลื่อนที่อยู่
5. ทางเดินอาหารเป็นแบบสมมาตร ยกเว้นสมาชิกในคลาสโอฟิอูรอยเดีย ทางเดินอาหารจะไม่มีการทวนกลับ เช่น ดาวทะเล
6. การหายใจ อวัยวะที่ใช้ในการหายใจ คือ เหงือกที่ผิวหนัง (skin gill หรือ dermal branchia) นอกจากนั้นยังหายใจด้วยท่อขา บางพวกหายใจด้วยอวัยวะหายใจที่เรียกว่า **เรสไพราทอรีทรี (respiratory tree)** ซึ่งมีลักษณะเป็นท่อแตกแขนงติดต่อกับทวารหนัก หายใจโดยนำน้ำเข้าและออกจากท่อนี้ผ่านทางทวารหนัก เช่น การหายใจของปลิงทะเล
7. ระบบหมุนเวียนเลือด มีลักษณะลดลงไปอย่างมาก บางชนิดไม่มีเลย ส่วนการขับถ่ายไม่มีอวัยวะขับถ่ายที่ทำหน้าที่โดยตรง
8. ระบบประสาทไม่มีส่วนสมองที่แท้จริง แต่มีระบบประสาทวงแหวน (nerve ring) ล้อมรอบหลอดอาหารไว้ และมีเส้นประสาทรัศมี (radial nerve) แยกออกจากประสาทวงแหวนไปเลี้ยงที่แขน อวัยวะรับรู้ความรู้สึกเจริญน้อยมาก
9. มีเพศแยกกัน (dioecious) มีอวัยวะสืบพันธุ์และท่อสืบพันธุ์แบบง่าย ๆ อยู่บริเวณโคนแขนแต่ละแขน มีการผสมนอกตัวซึ่งเกิดการปฏิสนธิในน้ำทะเล
10. **มีระบบท่อน้ำ (water vascular system)** ภายในร่างกายซึ่งเจริญมาจากช่องตัวในระยะตัวอ่อน ภายในท่อบรรจุด้วยน้ำเค็มจากภายนอก ลักษณะภายนอกของระบบนี้ที่พบบ่อยคือ ท่อขา (tube feet) เมื่อทำงานร่วมกันทำให้สามารถเคลื่อนไหวจับอาหาร หายใจและรับรู้ความรู้สึกได้ ระบบนี้ถือว่าเป็นระบบไฮดรอลิก (hydraulic system) ซึ่งไม่มีในสัตว์ไฟลัมอื่น

ไฟลัมเอไคโนเดมาตาสามารถแบ่งออกเป็น 6 คลาส คือ

คลาสแอสเทอรอยเดีย (Class Asteroidea)

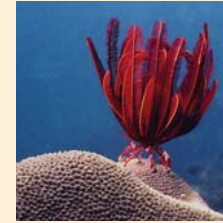
มีรูปร่างลักษณะเป็นดาว ลำตัวไม่มีหนาม เกาะอยู่กับที่เป็นส่วนใหญ่ ท่อขาไม่มีปุ่มตุ่มได้แก่ ดาวทะเล



ดาวทะเล

คลาสครินอยเดีย (Class Crinoidea)

มีรูปร่างคล้ายถ้วย ลำตัวไม่มีหนาม เกาะอยู่กับที่เป็นส่วนใหญ่ ท่อขาไม่มีปุ่มตุ่มได้แก่ พลับพลึงทะเลและดาวขนนก



ดาวขนนก

คลาสเอไคโนไคเดีย (Class Echinoidea)

มีรูปร่างหลายแบบ เช่น เป็นก้อนกลม ทรงกระบอก บางชนิดมีหนามสั้น บางชนิดมีหนามยาว เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ เม่นทะเลและเหรียญทะเล



เม่นทะเล

คลาสโฮโลทูรอยเดีย (Class Holothuroidea)

มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ไม่มีแขน ไม่มีหนาม เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ ปลิงทะเล



ดาวทะเล

คลาสโอฟิอูรอยเดีย (Class Ophiuroidea)

มีรูปร่างลักษณะเป็นดาว ลำตัวมีหนาม เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ ดาวประระ



ดาวขนนก

คลาสคอนเซนทรีไซคลอยเดีย (Class Concentricycloidea)



ดาวขนนก

ประโยชน์ของไฟลัมเอไคโนเดมาตา มีดังนี้

สัตว์ในไฟลัมนี้ให้ประโยชน์ในแง่ของการเป็นอาหาร เช่น ปลิงทะเล เมื่อนำมาต้มแล้วตากแห้งทำเป็นอาหารประเภทแกงจืด ซึ่งมีรสชาติดีและราคาสูง

โทษของไฟลัมเอไคโนเดมาตา มีดังนี้

ดาวทะเลชอบกินหอย 2 กาบ เช่น หอยนางรม ดังนั้นชาวประมงที่เลี้ยงหอยนางรมจึงต้องระมัดระวังดาวทะเลเป็นอย่างมาก ถ้าหากดาวทะเลลูลงเข้าไปในแปลงเลี้ยงหอยนางรมก็จะเกิดความเสียหาย

9. ไฟลัมคอร์ดาตา (Phylum Chordata) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง สิ่งมีชีวิตในไฟลัมคอร์ดาตาทั้งหมดเป็นสัตว์หลายเซลล์ที่ไม่สามารถสร้างอาหารได้เอง และต้องการใช้ออกซิเจนในการสร้างพลังงาน พวกคอร์เดตโดยทั่วไปจะมีบางลักษณะคล้ายคลึงกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่บางลักษณะก็แตกต่างกันอย่างมากมาย เช่น มีสมมาตรแบบด้านข้าง (bilateral symmetrical) ร่างกายมีลักษณะเป็นปล้อง และมีเนื้อเยื่อ 3 ชั้น มีช่องว่างที่แท้จริง เช่นเดียวกับพวกเอคโตเนเดิร์ม มีระบบอวัยวะที่แบ่งหน้าที่กันเป็นอย่างดี ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นระบบปิด (closed circulatory system) โดยมีหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงร่างกาย และมีเพศแยกกัน

ลักษณะที่สำคัญของสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา มีดังนี้

1. การมีโนโทคอร์ด (notochord) พวกคอร์เดตทุกชนิดจะต้องมีโนโทคอร์ดอย่างน้อยช่วงหนึ่งของชีวิต พวกคอร์เดตชั้นต้น เช่น แอมฟิออกซัสจะมีโนโทคอร์ดตลอดชีวิต พวกคอร์เดตชั้นสูง เช่น สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังจะมีโนโทคอร์ดในระยะตัวอ่อนเท่านั้น พอเจริญเติบโตจะเกิดกระดูกสันหลังขึ้นมาแทนที่โนโทคอร์ด ลักษณะของโนโทคอร์ดจัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เจริญมาจากเนื้อเยื่อชั้นมีโซเดิร์ม ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่ค่อนข้างอ่อนคล้ายวุ้น แต่มีเปลือกหุ้ม (sheath) หุ้มอีกชั้นทำให้มีลักษณะเป็นแท่งแข็งแรง แต่ยืดหยุ่นได้ดี และไม่แบ่งเป็นปล้อง แท่งโนโทคอร์ดเป็นโครงสร้างค้ำจุนที่อยู่ทางด้านหลังใต้ระบบประสาทส่วนกลางแต่อยู่เหนือทางเดินอาหาร

2. การมีช่องเหงือก (gill slits) คอร์เดตทุกชนิดโดยเฉพาะพวกที่อยู่ในน้ำจะมีช่องเหงือกตลอดชีวิต ส่วนพวกที่อาศัยอยู่บนบกจะพบช่องเหงือกในระยะตัวอ่อนเท่านั้น เมื่อเจริญเติบโตช่องเหงือกจะปิดขึ้นอาจพบร่องรอยเพียงเล็กน้อย (ในคนเกิดการเปลี่ยนแปลงไปเป็นท่อขุสเดียนเชื่อมระหว่างท่อน้ำกับท่อน้ำลาย) การเกิดช่องเหงือกจะเกิดขึ้นในบริเวณคอของของตัวอ่อน โดยบริเวณคอของจะโป่งออกไปนอกผิวหนังทางด้านข้าง และมีรอยแตกเป็นช่องเหงือกซึ่งเป็นอวัยวะหายใจ พวกแอมฟิออกซัส ปลาปากกลม ปลาดาว ปลากระเบน ปลากระดูกแข็งจะดูดน้ำเข้าทางปากและผ่านออกทางช่องเหงือก ทำให้เกิดการหายใจขึ้น พวกสัตว์มีกระดูกสันหลังที่อยู่บนบกและหายใจด้วยปอดจะมีช่องเหงือกในระยะตัวอ่อนและทำหน้าที่หายใจในระยะเวลานั้น

3. การมีระบบประสาทด้านหลัง (dorsal hollow nerve cord) คอร์เดตทุกชนิดจะต้องมีโครงสร้างนี้ตลอดชีวิต มีลักษณะเป็นท่อยาวตลอดลำตัวทางด้านหลัง เส้นประสาททางด้านหัวอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสมอง ส่วนทางด้านท้ายเจริญเป็นไขสันหลัง (spinal cord) การเกิดระบบประสาทนี้เกิดขึ้นในระยะตัวอ่อน โดยการม้วนตัวเข้าหากันของเนื้อเยื่อชั้นเอกโทเดิร์มทางด้านหลังกลายเป็นท่อฝังอยู่ใต้ผิวหนัง

สิ่งมีชีวิตในไฟลัมคอร์ดาตาแยกออกเป็น 2 ขั้วไฟลัม (subphylum) ดังนี้

1. กลุ่มที่ยังไม่มีกระดูกสันหลัง มี 2 ขั้วไฟลัม คือ

1.1 ขั้วไฟลัมยูโรคอร์ดตา (Subphylum Urochordata) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่เป็นสัตว์น้ำเค็ม เช่น เพรียงลอย เพรียงสาย เพรียงหัวหอม มักแตกหน่อแล้วอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม บางชนิดอยู่โดดเดี่ยว มีการสร้างสารคลุมตัว เป็นสารประกอบพวกเซลลูโลส ช่องตัวไม่ชัดเจน เนื่องจากมีอวัยวะภายในบรรจุอยู่เต็ม มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบวงจรปิด ไม่แยกเพศ ตัวอ่อนมีหางยาวใช้ว่ายน้ำ มีโนโทคอร์ดบริเวณหาง เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยหางจะค่อยๆ สลายไปจนไม่มีหาง เหลือโนโทคอร์ดบริเวณลำตัวบางส่วน

1.2 ขั้วไฟลัมเซฟาโลคอร์ดตา (Subphylum Cephalochordata) เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีรูปร่างหัวท้ายแหลม ผังตัวตามพื้นทรายในทะเล มีโนโทคอร์ดและไขสันหลังตลอดชีวิต ไม่มีสมอง ลำตัวเป็นปล้องชัดเจน กินอาหารโดยการดูดจากน้ำ น้ำออกตามรูด้านหลังเรียกว่า **เอทริโอพอร์ (atriopore)** มีอวัยวะสำคัญเรียกว่า **เอนโดสไตล์ (endostyle)** ซึ่งสะสมไอโอดีนได้ มีหน้าที่สร้างเมือกเพื่อจับอาหารที่มากับน้ำ คาดว่าอวัยวะชนิดนี้วิวัฒนาการไปเป็นต่อมไทรอยด์ในสัตว์ชั้นสูง ตัวอย่างเช่น แอมฟิออกซัส (*Amphioxus* sp.)

2. กลุ่มที่มีกระดูกสันหลัง มี 1 ขั้วไฟลัม คือ ขั้วไฟลัมเวทีบราตา (Subphylum Vertebrata) เป็นสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังปรากฏอยู่เป็นแนวยาวไปตามด้านหลังของสัตว์ กระดูกสันหลังจะต่อกันเป็นข้อๆ ยึดหยุ่นและเคลื่อนไหวได้ มีหน้าที่ช่วยพยุงร่างกายให้เป็นรูปร่างทรงตรงอยู่ได้และยังช่วยป้องกันเส้นประสาทอีกด้วย

จากหลักฐานทางธรณีวิทยาพบว่า สัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรก คือ **ออสทราโคเดิร์ม (ostracoderm)** ซึ่งเป็นปลาไม่มีขากรรไกร (jawless fish) ปัจจุบันสัตว์ในกลุ่มนี้ที่พบ คือ ปลาปากกลม สัตว์มีกระดูกสันหลังอื่นๆ ที่พบในลำดับต่อมา คือ ปลามีขากรรไกร เรียกว่า **พลาโคเดิร์ม (placoderm)** ซึ่งวิวัฒนาการต่อมาเป็นปลากระดูกแข็งและปลากลุ่มอื่นในปัจจุบัน ต่อมาจึงเกิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก สัตว์เลื้อยคลาน นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ตามลำดับ



ออสทราโคเดิร์ม ปลาไม่มีขากรรไกรยุคแรก

พลาโคเดิร์ม ปลาไม่มีขากรรไกรยุคแรก

รูปที่ 1.37 สัตว์มีกระดูกสันหลังกลุ่มปลาในสมัยแรกเริ่ม

เมื่อรวบรวมข้อมูลทางธรณีวิทยาและความรู้ทางด้านบรรพชีวินวิทยา เช่น ซากฟอสซิล ทำให้นักวิทยาศาสตร์ลำดับอายุและสายวิวัฒนาการของสัตว์มีกระดูกสันหลังได้ดังรูปที่ 1.43 โดยพบว่า ออสทราโคเดิร์มเป็นต้นกำเนิดของกลุ่มปลาและวิวัฒนาการเป็นปลาไม่มีขากรรไกร ปลากระดูกแข็ง นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์บรรพชีวินวิทยายังเชื่อว่า ปลากลุ่มหนึ่งได้ปรับเปลี่ยนโครงสร้างของครีบให้มีความแข็งแรงมากขึ้นโดยพัฒนาก่อนหน้าอวัยวะล้อมรอบครีบและพัฒนาระบบแทรกภายใน เช่น ปลาโลบฟิน (lobed-fin fish) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าบางกลุ่มยังมีชีวิตอยู่ เช่น ปลาซีแลนแคนส์

สัตว์มีกระดูกสันหลัง แบ่งออกเป็น 7 คลาส คือ

คลาสไซโคลสโมาตา (Class Cyclostomata)

ปลาไม่มีกระดูกสันหลังจำนวนมากดำรงชีพแบบปรสิตและผู้กินซาก เช่น แลมเพรย์ (lamprey) และแฮกฟิช (hagfish) โครงสร้างเป็นปลารกระดูกอ่อน ไม่มีครีบคู่ พบในทอคอนต์ มีช่องเหงือก 7 ช่อง อยู่ที่ย่างลำตัว



แฮกฟิช

คลาสออสทีอิกโทอิส (Class Osteichthyes)

ปลารกระดูกแข็ง เช่น ปลากัด ปลาช่อน รวมทั้งปลาหมึก ปลาตีน และแมงน้ำ มีลักษณะสำคัญ เช่น มีครีบ 2 คู่ คือ ครีบอกและครีบก้น ที่ช่องเหงือก มีแผ่นปิดเหงือกปิดเหงือกอยู่เสมอจึงมองไม่เห็นช่องเหงือก มีกระดูกเพลาช่วยในการลอยตัว บางชนิดมีเหงือกอุ่นน้ำได้จึงดำรงชีวิตอยู่บนบกได้ในช่วงเวลาสั้นๆ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ส่วนใหญ่มีการปฏิสนธิภายนอกจึงออกลูกเป็นไข่ มีหัวใจ 2 ห้อง เป็นสัตว์เลือดเย็น หายใจทางเหงือก



ปลากัด

คลาสคอนดริคโทอิส (Class Chondrichthyes)

ปลารกระดูกอ่อน เช่น ปลาลาม ปลากระเบน ลักษณะทั่วไปมีเกล็ดแบบพาคอยต์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายจานยื่นออกมาปกคลุมลำตัว ไม่มีกระดูกเพลา ช่องเหงือกเปิดตลอดเวลาเห็นได้ชัดเจน ไขกระดูกเนื้อลำตัวและครีบช่วยในการเคลื่อนไหว หายใจทางเหงือก เป็นสัตว์เลือดเย็น มีหัวใจ 2 ห้อง สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ มีการปฏิสนธิภายในจึงออกลูกเป็นตัว กระดูกอ่อน มีทั้งครีบเดี่ยวและครีบคู่ (ครีบอกและครีบก้น)



ฉลาม

คลาสแอมฟิเบีย (Class Amphibia)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เช่น กบ งูดิน ซาลาแมนเดอร์ มีลักษณะสำคัญ เช่น เป็นสัตว์เลือดอุ่นมีผิวหนังเปียกชื้นอยู่เสมอ ไม่มีเกล็ด ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ หายใจทางเหงือกและผิวหนังที่เปียกชื้น ตัวเต็มวัยอยู่บนบกจะหายใจโดยใช้ปอดและผิวหนัง ปฏิสนธิออกร่างกายออกลูกเป็นไข่ โดยจะผสมพันธุ์และวางไข่ในน้ำซึ่งไข่จะมีวันหุ้ม มีหัวใจ 3 ห้อง มีขา 4 ขา เส้นประสาทสมอง 10 คู่ มีกล่องเสียง



ซาลาแมนเดอร์

คลาสเรพทิลเลีย (Class Reptilia)

สัตว์เลื้อยคลาน เช่น งู เต่า กิ้งก่า จะมีลักษณะสำคัญ คือ เป็นสัตว์เลือดเย็น มีหัวใจ 3 ห้องไม่สมบูรณ์ (ยกเว้นจะเข้มีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์) ปฏิสนธิภายในร่างกาย ออกลูกเป็นไข่ วางไข่บนบก ซึ่งไข่จะมีขนาดใหญ่และมีเปลือกแข็งหรือเหนียวหุ้มไว้ มีหนังแห้งลำตัวมีเกล็ดปกคลุม เป็นสัตว์พวกแรกที่มียุงน้ำคร่ำ หายใจทางปอด มีขาเดิน 2 คู่ พบว่ามีเส้นประสาทสมอง 12 คู่



งูเห่า

คลาสเอวีส์ (Class Aves)

สัตว์ปีก เช่น นก เป็ด ไก่ ห่าน มีลักษณะสำคัญ คือ เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังพวกแรกที่เป็นสัตว์เลือดอุ่น มีลักษณะเป็นแผนภูมิกระดูกร่างกาย มีการปฏิสนธิภายใน ออกลูกเป็นไข่ที่มีเปลือกหุ้ม ไข่แดงมีปริมาณมาก สัตว์ปีกมีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์ มีปากเป็นงอยไม่มีฟัน นกจะมีถุงลมติดต่อกับปอดเพื่อช่วยในการหายใจ และระบายความร้อน พบขา 1 คู่ ปีก 1 คู่ (เปลี่ยนแปลงมาจากขาหน้า) กระดูกกลางและมีเส้นประสาทสมอง 12 คู่



ซาลาแมนเดอร์

คลาสแมมมาเลีย (Class Mammalia)

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น คน ลิง สุนัข วัว มีลักษณะสำคัญ เช่น เป็นสัตว์เลือดอุ่น ตัวเมียมีต่อมน้ำนมเพื่อให้นมสำหรับเลี้ยงลูกอ่อน มีขนเป็นเส้นๆ (hair) เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียส มีต่อมเหงื่อ มีกล่องเสียงและเส้นเสียง พบหัวใจ 4 ห้อง หายใจด้วยปอด มีกะบังลม (diaphragm) มีสมองขนาดใหญ่มีเส้นประสาทสมอง 12 คู่ แมมมาเลีย แบ่งเป็น 3 พวก

- พวกที่ออกลูกเป็นไข่ (monotremes) เช่น ตุ่นปากเป็ด และตัวกิ้งก่าลายเม่น ออกลูกเป็นไข่ ไม่มีมดลูก ไม่มีการ
- พวกมีถุงหน้าท้อง (marsupials) เช่น จิงโจ้ หมูป่าละลา โอพอสซัม ออกลูกเป็นตัวขนาดเล็ก ลูกอ่อนอาศัยอยู่ในถุงหน้าท้องจนโต มีมดลูกแต่ไม่มีการ
- พวกที่ฝังรก (eutherians) เช่น สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่ออกลูกเป็นตัว มีขนาดร่างกายใหญ่ มีมดลูก มีรก ซึ่งเป็นกลุ่มเส้นเลือดที่ติดต่อกับรก โดยลูกจะได้รับอาหาร แก๊ส และขับถ่ายของเสียผ่านทางรก (placenta)



ตุ่นปากเป็ด



จิงโจ้



ลิงชิมแปนซี

ตารางที่ 1.5 เปรียบเทียบลักษณะของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์

อาณาจักรสัตว์ ลักษณะ	พอรียเฟอรา (Porifera)	ไนดาเรีย (Cnidaria)	แพลทีเฮลมินธิส (Cnidaria)	มอลลัสคา (mollusca)	แอนเนลิดา (Annelida)	นีมาโทดา (Nematoda)	อาร์โทรพอดา (Arthropoda)	เอคไคโนเดอมาตา (Echinodermata)	อาร์โทรพอดา (Chordata)
สมมาตรร่างกาย	ไม่มี	รัศมี	ด้านข้าง	ด้านข้าง	ด้านข้าง	ด้านข้าง	ด้านข้าง	ด้านข้าง (ด้อยอน) รัศมี (ตัวเดี่ยว)	ด้านข้าง
ช่องลำตัว	-	-	ไม่มี (acoelom)	แท้จริง (coelom)	แท้จริง (coelom)	เทียม (pseudocoelom)	แท้จริง (coelom)	แท้จริง (coelom)	แท้จริง (coelom)
ช่วยเนื้อเยื่อ	2 ชั้น	2 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น	3 ชั้น
ทางเดินอาหาร	ไม่สมบูรณ์	ไม่สมบูรณ์	ไม่สมบูรณ์	สมบูรณ์	สมบูรณ์	สมบูรณ์	สมบูรณ์	สมบูรณ์ ยกเว้นคลาส Ophiuroidea	สมบูรณ์
ระบบหายใจ	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ปอด เหงือก ผิวหนัง เยื่อ แมนทิล	เหงือก ผิวหนัง	ไม่มี	เหงือก (กุ้ง, ปู) ทอลม (แมลง) ปอดแผ่น (แมงมุม)	เหงือกผิวหนัง (skin skill)	ปอด เหงือก ผิวหนัง
ระบบหมุนเวียน เลือด	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี	ระบบเปิดมี หัวใจ 3 ห้อง	ระบบเปิด เลือดสีแดง	ไม่มี	ระบบเปิด	บางชนิดไม่มี	ระบบเปิด
ระบบขับถ่าย	ไม่มี	ไม่มี	โพรงท่อน้ำหรือไต	ไตหรือเนเฟรีย เดียว	เนเฟรเดีย	ท่อขับถ่ายใน เส้นลำตัว	ระบบขับถ่าย เฉพาะกลุ่ม (ท่อน้ำลำตัวเกี่ยว ในแมลงต้ม เดียวในกุ้ง)	ไม่มี	ไต

อาณาจักรสัตว์ ลักษณะ	พอรียเฟอรา (Porifera)	ไนดาเรีย (Cnidaria)	แพลทีเฮลมินธิส (Cnidaria)	มอลลัสคา (mollusca)	แอนเนลิดา (Annelida)	นีมาโทดา (Nematoda)	อาร์โทรพอดา (Arthropoda)	เอคไคโนเดอมาตา (Echinodermata)	อาร์โทรพอดา (Chordata)
ระบบประสาท	ไม่มี	ร่างแห	ปมประสาทด้าน หน้า	ปมประสาท 3 คู่ เส้น ประสาทใหญ่ 2 คู่	ปมประสาท สมองและ เส้นประสาท ด้านหลัง	ปมประสาทรูป วงแหวนและป มประสาท	ปมประสาท ที่หัวและเส้น ประสาทด้าน ท้อง	ไม่มี	ไต
ระบบสืบพันธุ์	มี	ปฏิสนธิข้าม ตัว	2 เพศในตัว เดี่ยวปฏิสนธิ ในตัวเองและ ปฏิสนธิข้ามตัว	แยกเพศบาง ชนิดเป็นกระ เทย	บางชนิด เป็นกระเทย แต่ปฏิสนธิ ข้ามตัว	แยกเพศ	แยกเพศ ปฏิสนธิภายใน ออกสู่เป็น ไข่และมีการ เปลี่ยนแปลง รูปร่าง	แยกเพศ ปฏิสนธิ นอกตัว	แยกเพศ ปฏิสนธิทั้งใน และนอกตัว



กิจกรรมตรวจสอบการเรียนรู้ที่ 1.3

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. ลักษณะสำคัญของมอเนราได้แก่ลักษณะใดบ้าง
2. เราสามารถจำแนกแบคทีเรียตามลักษณะรูปร่างได้กี่แบบ อะไรบ้าง
3. อาณาจักรสิ่งมีชีวิตใดที่มีความหลากหลายมากที่สุด โดยพิจารณาได้จากสิ่งใด
4. การจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรฟังไจในระดับไฟลัมใช้ลักษณะใดในการจำแนก และจำแนกได้กี่ไฟลัม อะไรบ้าง
5. เหตุใดเราจึงจำแนกสาหร่ายขนาดใหญ่ (mega algae) ออกจากสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืช
6. ลักษณะสำคัญของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชได้แก่ลักษณะใดบ้าง
7. เราสามารถใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาใดบ้างเพื่อใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสัตว์
8. สิ่งมีชีวิตในไฟลัมใดของอาณาจักรสัตว์ที่พัฒนาลักษณะเนื้อเยื่อสามชั้นเป็นพวกแรก
9. ตัวเทอโรสโทเมีย คืออะไร สามารถนำมาใช้จำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรได้อย่างไร
10. คลาสเมมมาเลียสามารถแบ่งย่อยออกเป็นสามกลุ่มได้แก่อะไรบ้าง และแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกันอย่างไร



กิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์

“สัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิต”

จุดประสงค์

ออกแบบของใช้ภายในบ้านโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิต

คำชี้แจง

1. นักเรียนจัดกลุ่ม ๆ ละ 4-5 คน พร้อมตั้งชื่อกลุ่ม
2. ทำความเข้าใจเกี่ยวกับการทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมความคิดสร้างสรรค์จากสถานการณ์ที่กำหนดให้
3. นักเรียนต้องระดมสมองในการสืบค้นความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และความรู้ในกลุ่มสาระการเรียนรู้อื่น ๆ โดยนำมาบูรณาการสร้างผลงาน อภิปรายเพื่อแสดงความคิดเห็นโดยใช้เหตุผลในการโต้แย้งจากประจักษ์พยานที่พบตลอดการทำกิจกรรม เพื่อให้ได้ผลงานที่มีคุณภาพ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ โดยคำนึงถึงประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำกิจกรรม
4. เตรียมพร้อมที่จะนำเสนอผลงานเพื่อการแลกเปลี่ยนเรียนรู้

สถานการณ์

สิ่งมีชีวิตแต่ละอาณาจักรจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่แตกต่างกัน ให้นักเรียนแบ่งกลุ่ม 4-5 คน จากนั้นใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรสิ่งมีชีวิตใดอาณาจักรหนึ่งเป็นต้นแบบในการออกแบบเป็นของใช้ภายในบ้าน โดยระบุรายละเอียดของชิ้นงานลงในกระดาษหรือโปสเตอร์ออกแบบ แล้วนำเสนอและอภิปรายร่วมกันหน้าชั้นเรียน

สรุปเรื่อง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

Knowledge

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพ

กระบวนการศึกษาความหลากหลายนี้ที่ชีววิทยาได้มีวิธีการศึกษาดังนี้

1. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบผิวเผิน (Artificial system)** เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณา ลักษณะภายนอกทั่วๆ ไปเท่าที่สังเกตได้
2. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางธรรมชาติ (Natural system)** เป็นการจำแนกโดยอาศัย ลักษณะธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรม และนิเวศวิทยา
3. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางพันธุกรรม (Phylogenetic system)** เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการมีบรรพบุรุษร่วมกัน ซึ่งได้มีการนำความรู้ทางชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ เข้ามาประกอบด้วย
4. **ระบบจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบสมัยใหม่ (Modern system)** ระบบนี้เป็นการผสมระหว่าง natural system กับ phylogenetic system เข้าด้วยกันโดยรวมลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอ็มบริโอ ลักษณะทางชีวเคมีมาเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา

กำเนิดสิ่งมีชีวิต

• การกำเนิดโพแคริโอต

สิ่งมีชีวิตเริ่มแรกอาจมีความคล้ายคลึงกับแบคทีเรียในปัจจุบัน คือ กลุ่มพวกโพแคริโอต อาจมีการดำรงชีวิตโดยใช้แก๊สมีเทน และเริ่มมีวิวัฒนาการในการสร้างอาหารเองได้ กลุ่มโพแคริโอตที่สามารถใช้น้ำและแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ในการสร้างอาหารขึ้นมา ซึ่งสามารถให้แก๊สออกซิเจนเป็นผลิตภัณฑ์ด้วย

• การกำเนิดยูแคริโอต

ยูแคริโอตเกิดจากโพแคริโอตกลุ่มหนึ่งมีการคอตเว้าและพับซ้อนเข้าด้านในของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าสู่ไซโตพลาสซึม และล้อมรอบสารพันธุกรรมทำให้เกิดเยื่อหุ้มนิวเคลียส นอกจากนี้ในออกแกนเซลล์บางชนิด เช่น ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ ยังปรากฏสารพันธุกรรมอีกทั้งออร์แกเนลล์ดังกล่าวยังสามารถแบ่งตัวได้ นอกจากนี้โครงสร้างภายในของไมโทคอนเดรียยังมีความคล้ายคลึงกับโพแคริโอตอีกด้วย ทำให้เกิดแนวทฤษฎีของซิมไบโอซิสหรือการอาศัยอยู่ร่วมกันของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกี่ยวข้องสัมพันธ์กันในวิวัฒนาการ

อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

• อาณาจักรมอเนรา

ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์โพแคริโอต นิวเคลียสไม่มีผนังห่อหุ้ม มอด้วยตาเปล่าไม่เห็น พบได้ทั่วไปในอากาศ ในน้ำ ในดิน อาจเป็นเซลล์เดียวหรือต่อกันเป็นสาย มีรูปร่างหลายแบบทั้งกลม แท่ง กลีวย และแท่งที่แฟลเจลลัมหนึ่งเส้นหรือชีววิทยาจำแนกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่ไม่ปรากฏเซลล์ที่มีส่วนประกอบของเพปติโดไกลแคน และมีพทอยู่สภาพแวดล้อมที่ค่อนข้างรุนแรง เช่น ร้อนจัด เค็มจัด กรดจัด
2. อาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย แบคทีเรียกลุ่มนี้มีเพปติโดไกลแคนที่ผนังเซลล์ มีความหลากหลายทั้งชนิด จำนวน และการดำรงชีวิต สามารถพบได้ทั่วไป เช่น ในดิน น้ำเค็ม น้ำจืด น้ำกร่อย อากาศ และร่างกายของสิ่งมีชีวิต

• อาณาจักรโพรทิสตา

ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่เป็นยูแคริโอต ส่วนใหญ่เป็นพวกที่มีเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ แต่เซลล์ยังไม่มีการจัดตัวกันเป็นเนื้อเยื่อเช่นพืชและสัตว์ ไม่มีระยะตัวอ่อน อาณาจักรโพรทิสตาเป็นอาณาจักรที่มีความหลากหลายมากที่สุด สามารถจัดแยกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ไดโพลโมนาดีดาและพาราบาซาลาเป็นโพรทิสต์มีแฟลเจลลา ส่วนใหญ่ดำรงชีพแบบปรสิตร นิวเคลียสสองอัน และไม่มียอร์แกนเนลล์ขนาดใหญ่ เช่น *Trichonympha* sp. ช่วยย่อยเซลลูโลสในลำไส้ปลวก
2. ยูกลีโนซัวเป็นโพรทิสต์กลุ่มใหญ่ที่มีแฟลเจลลา โดยทั่วไปยูกลีโนซัวดำรงชีพแบบอิสระแต่อาจจะมีบางกลุ่มที่ดำรงชีพแบบปรสิตร แบ่งย่อยเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ ยูกลีโนซัวและไคโนโดพลาสติด
3. แอลริโอซาดาเป็นโพรทิสต์ที่มีโครงสร้างพิเศษที่ปรากฏอยู่ใต้เยื่อหุ้มเซลล์ที่เรียกว่าตุ่มกลม
4. สตรามีโพลีลาเป็นโพรทิสต์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เนื่องจากมีรงควัตถุ จึงเรียกโพรทิสต์กลุ่มนี้ว่า สาหร่าย
5. สตรามีโพลีลาเป็นโพรทิสต์ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เนื่องจากมีรงควัตถุ จึงเรียกโพรทิสต์กลุ่มนี้ว่า สาหร่าย มีเซลล์สืบพันธุ์ที่มีหางเป็นแฟลเจลลา 2 แบบ คือ แบบมีขนและไม่มีขน
5. โรโดไฟตาเป็นโพรทิสต์ที่รงควัตถุภายในพลาสติดมีสีแดง คือ คลอโรฟิลล์สีแดงและไฟโคอีริทริน สาหร่ายในไฟลัมนี้ เรียกว่า สาหร่ายสีแดง บางครั้งสาหร่ายสีแดงอาจปรากฏเป็นสีน้ำตาลเพราะมีรงควัตถุพวกไฟโคไซยานิน มีลักษณะพิเศษ คือ ไม่พบระยะของแฟลเจลลัม
6. คลอโรไฟตาเป็นโพรทิสต์ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า สาหร่ายสีเขียว พบอยู่ในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็ม เมื่อสาหร่ายสีเขียวรวมตัวกันจะทำให้เกิดปรากฏการณ์วอร์มบลูม สาหร่ายสีเขียวประกอบด้วยรงควัตถุที่สำคัญ คือ คลอโรฟิลล์ ผสมเซลล์ประกอบด้วยสารเซลลูโลสหรือมีสารเพกทินเคลือบ หรืออาจเป็นสารเคลือบคาร์บอนเนต
7. ไมซีโทซัวเป็นโพรทิสต์ที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า ราเมือก พบในบริเวณที่ชื้นแฉะ ตามขอนไม้หรือใบไม้เปื่อยเน่า มี 2 กลุ่ม คือ ราเมือกชนิดพลาสโมเดียม (เป็นเซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส)และราเมือกชนิดเซลล์หลาย (เป็นเซลล์ที่มี 1 นิวเคลียส และอยู่ได้อิสระ) ราเมือกมีบทบาทเป็นผู้ย่อยสลายที่สำคัญในระบบนิเวศ
8. โรโซไฟตาเป็นโพรทิสต์ที่มีข้อมูลศึกษาค่อนข้างน้อย สมาชิกในกลุ่มนี้ คือ อะมีบา เคลื่อนที่อาศัยเท้าเทียมหรือไซโปเดียม ส่วนใหญ่ดำรงชีพเป็นอิสระตามแหล่งน้ำต่าง ๆ บางชนิดดำรงชีพเป็นปรสิตร

• อาณาจักรพืช

พืชมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ที่มารวมกลุ่มกันเป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เฉพาะอย่าง เซลล์ของพืชส่วนใหญ่มีผนังเซลล์ที่มีประกอบเซลลูโลส พืชทุกชนิดสามารถสร้างอาหารได้เองจากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง วัฏจักรชีวิตของพืชเป็นแบบสลับประกอบด้วยช่วงชีวิตที่เป็นสปอร์ไรต์ทำหน้าที่สร้างสปอร์ สลับกับช่วงชีวิตที่เป็นแกมีโทไฟต์ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ พืชส่วนใหญ่จะมีสปอร์ไรต์เด่นมีขนาดที่มองเห็นได้ชัดเจน ในขณะที่แกมีโทไฟต์มีขนาดเล็กแทบมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า สามารถจัดแยกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ไฟลัมเอปาทาไฟตา (ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง ตัวอย่างพืชเช่น ลิเวอร์เวิร์ท)
2. ไฟลัมแอนโทไซโฟตา (ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง ตัวอย่างพืชเช่น ฮอว์นเวิร์ท)
3. ไฟลัมไบโรไฟตา ตา (ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง ตัวอย่างพืชเช่น มอสส์)
4. ไฟลัมไลโคไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง แต่ไม่มีเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น สาบเสือหรือดอกหรือหญ้าร้าง)
5. ไฟลัมเทอโรไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง แต่ไม่มีเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น เฟิน หวายหน่อหนอย สุนัขหางม้า และหญ้าถอดปล้อง)

6. ไฟล์มโซโคโดไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง มีเมล็ดแต่ไม่มีโครงสร้างท่อหุ้มเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น ปรง)
7. ไฟล์มกิงโกไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง มีเมล็ดแต่ไม่มีโครงสร้างท่อหุ้มเมล็ด ใบมีลักษณะเฉพาะเป็นร่องลึกบริเวณกลางใบทำให้เห็นเป็น 2 พูอย่างชัดเจน ตัวอย่างพืชเช่น แป๊ะก๊วย)
8. ไฟล์มโนเฟอโรไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง มีเมล็ดแต่ไม่มีโครงสร้างท่อหุ้มเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น สน)
9. ไฟล์มโนโทไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง มีเมล็ดแต่ไม่มีโครงสร้างท่อหุ้มเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น ผักเหลียง)
10. ไฟล์มแอนโทไฟตา (มีเนื้อเยื่อลำเลียง มีดอก มีเมล็ดและมีรังไข่ท่อหุ้มเมล็ด ตัวอย่างพืชเช่น ผักเหลียง)

• อาณาจักรฟังไจ

ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่มีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ เซลล์ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ เซลล์เป็นแบบยูแคริโอต ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลาย บางชนิดเป็นปรสิต ฟังไจประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังเซลล์เป็นสารพวกไคติน ลักษณะเซลล์ต่อกันเป็นเส้นใยขนาดเล็ก เรียกว่า ไฮฟา เส้นใยอาจมีผนังกันหรือไม่มีผนังกัน เมื่อกลุ่มของเส้นใยไฮฟารวมตัวกัน เรียกว่า ไมซีเลียม สามารถจัดแยกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ไฟล์มโคทริดีโอไมโคตา เป็นราที่มีการสร้างสปอร์ที่มีแฟลเจลลา มักอยู่ร่วมกับกับสาหร่าย ส่วนใหญ่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น *Batrachochytrium* sp. เป็นปรสิตในกบ
2. ไฟล์มไฮโกไมโคตาอาศัยอยู่บนดิน มีการสร้างไฮโกสปอร์จากเซลล์ใหม่ที่เกิดจากการปฏิสนธิ ไฮโกสปอร์ในระยะพักของรา มีผนังหนาเป็นลึดา เมื่อสภาวะเหมาะสมไฮโกสปอร์จะงอก และสร้างอับสปอร์ ซึ่งจะแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้สปอร์ (n) เมื่อสปอร์นี้งอกจะได้เส้นใยที่มีนิวเคลียสเป็นแฮพลอยด์ (n) ต่อไป
3. ไฟล์มแอสโคไมโคตาเป็นฟังไจที่พบมากที่สุด มีรูปร่างทั้งแบบเซลล์เดียวและหลายเซลล์ โดยส่วนใหญ่เป็นเห็ดที่มีลักษณะเป็นรูปถ้วย การสร้างเซลล์สืบพันธุ์จะสร้างในถุงแอสคภายในแฟลสโคสปอร์ เช่น *Saccharomyces cerevisiae* เรียกกันโดยทั่วไปว่า ยีสต์ เป็นราที่มีเซลล์เดียว สืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ หรืออาจมีการสร้างแอสคัสเดี่ยวๆ ที่ไม่มีสิ่งห่อหุ้มก็ได้
4. ไฟล์มเบสิดีโอไมโคตา สร้างเซลล์สืบพันธุ์บนอวัยวะที่คล้ายกระบองภายในมีเบสิดีโอสปอร์ ซึ่งจะงอกเป็นไมซีเลียม จากนั้นผนังของไมซีเลียมจะมารวมกันได้เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียสสอง เส้นใยเหล่านี้จะรวมกันเป็นโครงสร้างเซลล์สืบพันธุ์ ซึ่งเป็นส่วนที่กินได้เรียกว่า ดอกเห็ด อยู่บนพืดตึงบอดี้ มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ นิวเคลียสทั้งสองอันรวมเข้าเป็น 2n จากนั้นจึงแบ่งเซลล์แบบไมโอซิสเพื่อสร้างสปอร์อีก

• อาณาจักรสัตว์

ประกอบด้วยเซลล์แบบยูแคริโอตที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ในไซโทพลาซึมมีออร์แกเนลล์ต่างๆ กระจายอยู่ร่างกายของสัตว์ ประกอบด้วยเซลล์ชนิดที่ไม่มีผนังเซลล์ ทำให้เซลล์มีลักษณะอ่อนนุ่ม จากการศึกษาวิวัฒนาการในอาณาจักรสัตว์ สามารถจำแนกอาณาจักรสัตว์ออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

1. ไฟล์มพรีเฟอรา ไม่มีเนื้อเยื่อที่แท้จริง มีระบบโครงร่างค้ำจุนให้คงรูป บางชนิดเป็นหินปูนและซิลิกา เช่น ฟองน้ำหินปูน ฟองน้ำแก้ว บางชนิดเป็นเส้นใยโปรตีน เรียกว่า สปองจิน เช่น ฟองน้ำตุ๋นตัว
2. ไฟล์มไคดาเรีย (มีรูปร่างเป็น 2 แบบ คือ รูปร่างแบนตันไม้ เรียกว่า โพลีป เช่น ไฮดราและดอกไม้ทะเล และรูปร่างคล้ายร่มหรือกระดิ่งคว่ำ เรียกว่า เมดูซา ได้แก่ แมงกะพรุน)
3. ไฟล์มแพลทีเฮลมีนทิส (ลำตัวแบนจากบนลงล่างลักษณะคล้ายริบบิ้น จึงเรียกกันโดยทั่วไปว่า หนอนตัวแบน มีลำตัวอ่อนนุ่ม ยกเว้นพวกที่เป็นปรสิตจะมีตัวที่เคียวหนา เช่น พยาธิใบไม้และปลาน้ำเค็ม)
4. ไฟล์มมอลัสคา (มีลำตัวนิ่ม ไม่มีปล้อง โดยมีแมนเทิลทำหน้าที่สร้างเปลือกแข็งที่มีสารแคลเซียมคาร์บอเนต เพื่อหุ้มลำตัวอีกชั้นหนึ่ง หรือบางชนิดเปลือกก็ดรูปไปเป็นโครงร่างที่อยู่ภายในร่างกาย เช่น หอยกาบคู่ หอยกาบเดี่ยว หมึกต่างๆ และสิ้นทะเล)

5. ไฟล์มแอนเนลิดา (ร่างกายมีลักษณะปล้อง จึงเรียกว่า หนอนปล้อง แต่ละปล้องคล้ายวงแหวนเรียงต่อกันจนตลอดลำตัว ลักษณะกล้ามเนื้อ อวัยวะขับถ่าย อวัยวะสืบพันธุ์ และระบบต่างๆ ในร่างกายจะจัดเป็นชุดซ้ำๆ กันตลอดลำตัว เช่น ไส้เดือนดิน ปลิงดูดเลือด แมงเพรียง)
6. ไฟล์มนีมาโทดา (ลำตัวกลม ยาว แลมห้วนแหลมท้าย ไม่มีข้อปล้อง มีลำตัวเรียบ มีสารคิวติเคิลหนาหุ้มตัว เรียกกันทั่วไปว่า หนอนตัวกลม เช่น พยาธิไส้เดือน พยาธิเส้นม)
7. ไฟล์มอาร์โทรพอด (มีร่างกายค่อนกันเป็นข้อๆ สัตว์ในไฟล์มนี้เรียกว่า สัตว์ขาข้อ ลำตัวเป็นปล้องและแบ่งออกเป็นสามส่วน โดยทั่วไปมี 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง เช่น แมงป่อง ตะขาบ)
8. ไฟล์มเอคโนเดอมาตา (ไม่มีส่วนหัวและไม่มีปล้อง ปากอยู่ตรงกลาง มีร่างกายยื่นออกไปอาจมี 5 แฉกหรือมากกว่า บางชนิดมีหนามแข็งและยาว สามารถขยับได้ เช่น ดาวทะเล เม่นทะเล ปลิงทะเล)
9. ไฟล์มคอร์ดาตา (มีโนโทคอร์ดยาน้อยช่วงหนึ่งของชีวิต สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังจะมีโนโทคอร์ดในระยะตัวอ่อนเท่านั้น พอเจริญเติบโตจะเกิดกระดูกสันหลังขึ้นมาแทนที่ พวกที่อยู่ในน้ำจะมีช่องเหงือกตลอดชีวิต ส่วนที่อาศัยอยู่บนบกจะพบช่องเหงือกในระยะตัวอ่อนเท่านั้น มีสิ่งมีชีวิตในไฟล์มนี้ทุกชนิดจะมีระบบประสาทด้านหลังตลอดชีวิต มีลักษณะเป็นท่อยาวตลอดลำตัวทางด้านหลัง เส้นประสาททางด้านหัวอาจเปลี่ยนแปลงไปเป็นสมอง ส่วนทางด้านท้ายเจริญเป็นไขสันหลัง)

สัตว์มีกระดูกสันหลัง แบ่งออกเป็น 7 คลาส คือ คลาสไซโคลสโมาตาตา (ปลาไม่มีขากรรไกร) คลาสคอนดริคไทอิส (ปลารกระดูกอ่อน) คลาสอสทีคไทอิส (ปลารกระดูกแข็ง) คลาสแอมฟิเบีย (สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก) คลาสเรพไทเลีย (สัตว์เลื้อยคลาน) คลาสอวิส (สัตว์ปีก) คลาสแมมมาเลีย (สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม)

Process

1. อภิปรายความสำคัญของความหลากหลายทางชีวภาพ และความเชื่อมโยงระหว่างความหลากหลายทางพันธุกรรม ความหลากหลายทางสปีชีส์ และความหลากหลายของระบบนิเวศ
2. อธิบายการเกิดเซลล์เริ่มแรกของสิ่งมีชีวิตและวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต
3. อธิบายลักษณะสำคัญ และยกตัวอย่างสิ่งมีชีวิตกลุ่มแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ สิ่งมีชีวิตกลุ่มพืช สิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์ และสิ่งมีชีวิตกลุ่มสัตว์
4. อธิบายและยกตัวอย่างการจำแนกสิ่งมีชีวิตจากหมวดหมู่ใหญ่จนถึงหมวดหมู่ย่อย และวิธีการเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ในลำดับชั้นสปีชีส์
5. สร้างโคโคโมลคือยในการระบุสิ่งมีชีวิตหรือตัวอย่างที่ทำหาคือเป็นหมวดหมู่

Attribute

1. มีวินัย
2. ไม่เรียนรู้อย่าง
3. มุ่งมั่นในการทำงาน



แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

- ให้สร้างโคโคโมสคีย์ที่ใช้จำแนกแบคทีเรีย อะมีบา เห็ด พืช และสิ่งใด
- ให้นักเรียนอธิบายการกำเนิดของสิ่งมีชีวิตตามแนวคิดของนักวิทยาศาสตร์ต่อไปนี้
 - โอปาริน และฮาลเดน
 - สแตนลีย์ มิลเลอร์
 - ชวอน โอโร
- จากสิ่งมีชีวิตที่กำหนดให้สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะดังนี้

แบคทีเรีย โปรทิสตา ฟังไจ พืช สัตว์

 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส
 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีเนื้อเยื่อ
 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีระยะตัวอ่อน
- จากสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรพืชที่กำหนดให้สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะดังนี้
 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีท่อลำเลียง
 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีเมลลิต
 - สิ่งมีชีวิตใดบ้างที่มีรังไข่
- ให้นักเรียนพิจารณาว่าคำตอบใดมีความหมายอย่างไร และมีความเกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิตใดในอาณาจักรใดมากที่สุด

5.1 prokaryote	5.2 red tide
5.3 double fertilization	5.4 fruiting body
5.5 strobilus	5.6 sorus
5.7 megaspore mother	5.8 cell
5.9 hypha	5.10 zygospor
5.11 gastrovascular cavity	
- ให้นักเรียนระบุว่าควรจัดสิ่งมีชีวิตต่อไปนี้อยู่ในคลาสใดของอาณาจักรสัตว์
 - ออกลูกเป็นไข่ที่มีเปลือกหุ้ม ไข่แดงมีปริมาณมาก สัตว์ปีกมีหัวใจ 4 ห้องสมบูรณ์ มีปากเป็นจอยไม่มีฟัน มีถุงลมติดต่อกับปอดเพื่อช่วยในการหายใจ
 - ปลาไม่มีขากรรไกร ส่วนมากดำรงชีพแบบปรสิตและถูกกินซากไม่มีครีบคู่ พบในโศคอร์ดี มีช่องเหงือก 7 ช่อง อยู่ี่ข้างลำตัว
 - ผิวหนังเปียกชื้นอยู่เสมอ ไม่มีเกล็ด ตัวอ่อนอยู่ในน้ำ หายใจทางเหงือกและผิวหนังที่เปียกชื้น ตัวเต็มวัยอยู่บนบกจะหายใจโดยใช้ปอดและผิวหนัง
 - ตัวเมียมืดมน้ำนมเพื่อผลิตน้ำนมสำหรับเลี้ยงลูกอ่อน มีขนเป็นเส้นๆ (hair) เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียส มีต่อมเหงื่อ มีกลองเสียงและเส้นเสียง พบหัวใจ 4 ห้อง หายใจด้วยปอด มีกะบังลม