

คู่มือเรียนรายวิชา กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
เพิ่มเติม ตามหลักสูตรแกนกลาง พ.ศ. 2551
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)



BIOLOGY

ชีววิทยา

ม.6 เล่ม 6

พศ.ประสงค์ หล้าสะอาด

กค.บ. ชีววิทยา (เทียบเคียงระดับ 1)
วท.ม. (สัตววิทยา จุฬาลงกรณ์)
Cert. in Teaching & Learning in Hi-Ed.
and Research Supervision (University of Sydney, Australia)
อาจารย์สอนวิชาชีววิทยา CHEM. HOUSE

พศ.ดร.จิตเกษม หล้าสะอาด

วท.ม. (ชีววิทยา, จุฬาลงกรณ์), วท.ด. (กีฏวิทยา, ม.เกษตรศาสตร์)



สรุปเนื้อหาสำคัญ

- ความหลากหลายทางชีวภาพ
- ระบบนิเวศและประชากร
- มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม

แบบทดสอบท้ายบท

ข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยครบทุกระบบ

พร้อมเฉลยครบถ้วน



คู่มือรายวิชา เพิ่มเติม
กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

เพิ่มเติม ชีววิทยา ม.6 เล่ม 6

- ความหลากหลายทางชีวภาพ
- ระบบนิเวศและประชากร
- มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม

เหมาะสำหรับ

- ☑ เน้นสำหรับนักเรียนที่เรียนวิทยาศาสตร์
- ☑ ใช้สอบเข้ามหาวิทยาลัยระบบ TCAS ทั้ง O-NET, PAT 2 และ 9 วิชาสามัญ
- ☑ ใช้สอบตรงเพื่อเข้ามหาวิทยาลัยประเภทโควตา
- ☑ ใช้อ่านประกอบการเรียนในชั้นและสอบประจำภาคเรียน
- ☑ สามารถใช้ศึกษาด้วยตนเอง

พศ.ประสงค์ หล้าสะอาด

กศ.บ. ชีววิทยา (เกียรตินิยมอันดับ 1), วท.ม. (สัตววิทยา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย)
Cert. in Teaching & Learning in HI-Ed. and Research Supervision
(University of Sydney, Australia)

พศ.ดร.จิตเกษม หล้าสะอาด

วท.ม. (ชีววิทยา, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย), วท.ด. (ภูมิศาสตร์, ม.เกษตรศาสตร์)

● สนวนลิขสิทธ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558

เพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)

ชีววิทยา

ม.6 เล่ม 6

ผู้เรียบเรียง : ศศ.ประสงค์ ใสลำสะหวาด
ศศ.ดร.จิตเกษม ใสลำสะหวาด

กองบรรณาธิการ : อรศรี ไรจน์พจนรัตน์, ณัฐฐ์ธนิ นูกเสือถิรา, อมรศักดิ์ บุญเรือง, พิรุณนิชา ไบสุวรรณ
สถาพร พุศิริถิรพร, มนชญา กมลวานนท์, ยุภาภรณ์ แต่งมณี

จัดพิมพ์ : บริษัท สำนักพิมพ์ พ.ศ. พัฒนา จำกัด

12 หม่อมแฝ้ว แยก 3 ถ.พระราม 6 (ช. 41) แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
โทร 02-279-6222 โทรสาร 02-279-6203-4

พิมพ์ที่ : บริษัท ธนธการพิมพ์ จำกัด

43/100 หมู่ที่ 5 ซ.เทอดพระเกียรติ 1 ถ.เทอดพระเกียรติ ตำบลวัดชลอ อำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี 11130

ผู้พิมพ์ - ผู้โฆษณา

นางนงลักษณ์ ธนกุลโรจน์



หนังสือเล่มนี้พิมพ์ด้วย กระดาษรีไซเคิล เอ
กระดาษจากไม้ปลูก ไม่รบกวนไม้ธรรมชาติ



คำนำ

คู่มือเรียนรายวิชา **เพิ่มเติม วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.6 เล่ม 6** นี้ ได้เรียบเรียงขึ้นตามโครงสร้างใหม่ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตรงตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้ วิทยาศาสตร์เพิ่มเติมใหม่ล่าสุดตามผลการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของสสวท. ทุบทได้เพิ่มเติมเนื้อหาที่เห็นว่านักเรียนระดับนี้ควรจะได้รู้ได้เข้าใจเอาไว้ด้วย เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีความรอบรู้อย่างกว้างขวาง เพื่อเป็นประโยชน์ในการสอบประจำภาค และสอบเข้าศึกษาต่อในระดับสูงต่อไป

เนื้อหาของหนังสือเล่มนี้สรุปไว้เป็นบทๆ ตามลำดับ พร้อมด้วยภาพประกอบจำนวนมาก เพื่อให้ช่วยแก้การเข้าใจ ทำแบบทุกบทมีตัวอย่างข้อสอบ วัดความรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นจำนวนมาก เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาในทุกแง่มุมให้นักเรียนได้ลองฝึกทำ นอกจากนี้ผู้เรียบเรียงยังได้เฉลยข้อสอบอย่างละเอียด โดยให้เหตุผลประกอบด้วยทุกข้อ เพื่อความสะดวกของนักเรียนที่ใช้หนังสือเล่มนี้ ผู้เรียบเรียงขอแนะนำ วิธีการใช้หนังสือเล่มนี้ อย่างถูกต้องคือ อ่านและทำความเข้าใจเนื้อหาก่อน ต่อจากนั้นจึงลองทำตัวอย่างข้อสอบหากสงสัยหรือไม่เข้าใจ หรือทำไม่ได้จึงค่อยเปิดแบบเฉลยดู และควรดูที่เหตุผลที่ให้ไว้ด้วยว่าทำไมจึงเลือกข้อนั้น หากท่านปฏิบัติได้ดังนี้ ผู้เรียบเรียงเชื่อว่าหนังสือเล่มนี้ จะเป็นหนังสือ คู่มือเรียน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.6 เล่ม 6 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)** ของท่านอย่างแท้จริง

ในการจัดทำหนังสือเล่มนี้อาจมีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดเกิดขึ้นได้ ผู้เรียบเรียงยินดีรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ทุกท่าน เพื่อจะได้แก้ไขปรับปรุงสำหรับการพิมพ์ครั้งต่อไป

ผู้เรียบเรียงหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือ คู่มือเรียน **กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ชีววิทยา ม.6 เล่ม 6 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)** นี้ คงอำนวยประโยชน์ให้แก่ นักเรียนมากพอสมควร

ด้วยความปรารถนาดีอย่างจริงใจ



(ผศ.ประสงค์ หล้าสะอาด)

ในนามผู้เรียบเรียง

สารบัญ

บทที่ 23 ความหลากหลายทางชีวภาพ

23.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ	1
23.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	1
• การจำแนกสิ่งมีชีวิต	1
• วิธีการจำแนกสิ่งมีชีวิต	3
• ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต	3
• ลำดับขั้นในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต	6
• การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต	7
23.3 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต	9
• กำเนิดเซลล์เริ่มแรก	9
• วิวัฒนาการของพืช	14
• วิวัฒนาการของสัตว์	15
23.4 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต	20
• อาณาจักรมอเนอรา	23
• ไฟลัมซีไอไมโคไฟตา	23
• ไฟลัมไซยาโนไฟตา	27
• อาณาจักรโพรทิสตา	31
• ไฟลัมโพรโทซัว	31
• ไฟลัมคลอโรไฟตา	38
• ไฟลัมคริซีโฟตา	39
• ไฟลัมยูกลีโนไฟตา	39
• ไฟลัมพีโอไฟตา	40
• ไฟลัมโรโดไฟตา	42
• ไฟลัมไพรโรไฟตา	42
• ไฟลัมมิโกซีไมโคไฟตา	42

สารบัญ

• อาณาจักรพืช	46
• ดิวิชันไบรโอไฟตา	47
• ดิวิชันไซโลไฟตา	52
• ดิวิชันไลโคไฟตา	53
• ดิวิชันสปีโนไฟตา	55
• ดิวิชันเทอโรไฟตา	56
• ดิวิชันโคนิเฟอโรไฟตา	57
• ดิวิชันไซแคโดไฟตา	60
• ดิวิชันกิงโกไฟตา	60
• ดิวิชันนีโทไฟตา	60
• ดิวิชันแอนโทไฟตา	61
• อาณาจักรฟังไจ	65
• ไฟลัมไซโกไมโคตา	65
• ไฟลัมแอสโคไมโคตา	66
• ไฟลัมเบสิดิโอไมโคตา	67
• ไฟลัมดิวเทอโรไมโคตา	67
• ไลเคนส์	68
• ไวรัส	68
• อาณาจักรสัตว์	72
• ไฟลัมพอริเฟอรา	77
• ไฟลัมซีเลนเทอราตาหรือไฟลัมไนดาเรีย	80
• ไฟลัมแพลทีเฮลมินเทส	84
• ไฟลัมเนมาโทดา	88
• ไฟลัมมอลลัสกา	92
• ไฟลัมแอนเนลิดา	96
• ไฟลัมอาร์โทรพอดา	98
• ไฟลัมเอไคโนเดอร์มาตา	105
• ไฟลัมคอร์ดาตา	108

สารบัญ

23.5 ความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย	118
23.6 การสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ	119
๑ แบบทดสอบวัดความรู้ บทที่ 23	120
☒ เฉลยแบบทดสอบวัดความรู้	132
● ตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย บทที่ 23	140
☒ เฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย	165

บทที่ 24 ระบบนิเวศและประชากร

24.1 ระบบนิเวศ	180
24.2 ไบโอม	186
ไบโอมบนบก	186
ไบโอมในน้ำ	189
24.3 ความหลากหลายของระบบนิเวศ	189
ระบบนิเวศของแหล่งน้ำจืด	190
ระบบนิเวศในทะเล	193
สิ่งมีชีวิตในทะเล	194
ระบบนิเวศบนพื้นดิน	199
ระบบนิเวศของป่าไม้	201
24.4 ความสัมพันธ์ระหว่างสภาวะแวดล้อมทางกายภาพกับสิ่งมีชีวิต	203
อิทธิพลและปัจจัยทางกายภาพต่อสิ่งมีชีวิต	208
24.5 ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกัน	210
การเก็บพลังงานในแต่ละระดับของการกินอาหาร	210
ความสัมพันธ์เชิงอาหารของสิ่งมีชีวิต	211
ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	215
อัตราการผลิตอาหารในระบบนิเวศ	221
พีระมิดนิเวศ	221

สารบัญ

24.6 การหมุนเวียนสารที่สำคัญในระบบนิเวศ	224
วัฏจักรของสารที่สำคัญในระบบนิเวศ	224
วัฏจักรของน้ำ	225
วัฏจักรคาร์บอน	227
วัฏจักรไนโตรเจน	228
วัฏจักรฟอสฟอรัส	230
วัฏจักรกำมะถัน	231
วัฏจักรแคลเซียม	232
24.7 การเปลี่ยนแปลงแทนที่ของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ	233
การเปลี่ยนแปลงแบบแทนที่ที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ	233
การเปลี่ยนแปลงแบบแทนที่ในบ่อน้ำ	235
24.8 ประชากร	235
• ความหนาแน่นและการแพร่กระจายของประชากร	236
• ขนาดของประชากร	239
• อิทธิพลของสิ่งแวดล้อมต่อประชากร	241
• รูปแบบการเพิ่มของประชากร	243
• การรอดชีวิตของประชากร	244
• ประชากรมนุษย์	245
• โครงสร้างของประชากร	246
• พีระมิดอายุ	247

บทที่ 25 มนุษย์กับความยั่งยืนของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

มนุษย์กับสภาวะแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	249
สาเหตุที่ทำให้สิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม	250
25.1 ประเภทของทรัพยากรธรรมชาติ	251
25.2 การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติปัญหาและการจัดการ	252
ทรัพยากรแหล่งน้ำ	252

สารบัญ

น้ำเสียทางกายภาพ	254
น้ำเสียทางเคมี	254
น้ำเสียทางชีววิทยา	261
การกำจัดมลภาวะทางน้ำหรือการบำบัดน้ำเสีย	262
ทรัพยากรอากาศ	265
การป้องกันควบคุมและแก้ไขมลพิษทางอากาศ	269
มลภาวะทางเสียง	271
มลภาวะทางทัศนียภาพ	272
ทรัพยากรดิน	272
ทรัพยากรป่าไม้	275
ทรัพยากรสัตว์ป่า	278
ทรัพยากรแร่ธาตุ	279
ทรัพยากรประมง	280
25.3 หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน	280
หลักการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	280
ชนิดพันธุ์ต่างถิ่นที่ส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	281
25.4 ปัญหาอุทกภัยของโลกและการเปลี่ยนแปลง	282
๑ แบบทดสอบวัดความรู้รอบที่ 24 - 25	285
☒ เฉลยแบบทดสอบวัดความรู้รอบที่ 24 - 25	302
๑ ตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัยปีที่ 24 - 25	310
☒ เฉลยตัวอย่างข้อสอบเข้ามหาวิทยาลัย	334

บทที่

23

ความหลากหลายทางชีวภาพ



23.1 ความหลากหลายทางชีวภาพ

สิ่งมีชีวิตในโลกมีอยู่จำนวนมากมาย แต่ละชนิดก็จะมีลักษณะที่แตกต่างกันมากบ้างน้อยบ้าง มีทั้งที่อาศัยอยู่ในดิน บนดิน ในน้ำจืด น้ำเค็ม และในอากาศ ในปัจจุบันรู้จักสิ่งมีชีวิตประมาณ 2 ล้านชนิด แล้ว นอกจากนี้ยังมีการค้นพบสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ ๆ อยู่เสมอ การศึกษาสิ่งมีชีวิตโดยการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ คือ **วิชาอนุกรมวิธาน (taxonomy)** วิชานี้มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ (classification) โดยมีการจัดแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็นลำดับชั้นตามลักษณะที่เหมือนหรือแตกต่างกันไปออกเป็นกลุ่ม ๆ ลดหลั่นกันลงไป
2. การตั้งชื่อสิ่งมีชีวิต (nomenclature) เป็นการให้ชื่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ตามที่ได้จำแนกเอาไว้แล้วซึ่งต้องมีหลักและวิธีการซึ่งเป็นสากล

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า **ความหลากหลายของสปีชีส์ (species diversity)** และสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันยังแตกต่างกันตามสายพันธุ์ ซึ่งเป็นความแตกต่างกันทางพันธุกรรม เรียกว่า **ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity)** ซึ่งจะสอดคล้องเหมาะสมกับสภาพของแหล่งที่อยู่แต่ละท้องถิ่นบริเวณต่าง ๆ ของโลกเป็นความหลากหลายของระบบนิเวศ (ecological diversity) ความหลากหลายทั้งสามประการคือ ความหลากหลายของสปีชีส์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม และความหลากหลายของระบบนิเวศ จึงเป็นองค์ประกอบของความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity)

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อน ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์และมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก นักวิชาการเชื่อว่าบริเวณป่าเขตร้อนของโลกซึ่งเป็นแหล่งที่อุดมสมบูรณ์อย่างมาก มีความหลากหลายทางชีวภาพมากทั้งพรรณพืช สัตว์ และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก คาดว่ามีสิ่งมีชีวิต ไม่น้อยกว่า 3 ล้านชนิด และเรายังมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ และการนำมาใช้ประโยชน์ได้น้อยมาก

23.2 การศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

23.2.1 การจำแนกสิ่งมีชีวิต

ประวัติการจำแนกสิ่งมีชีวิต

การจัดจำพวกของสิ่งมีชีวิตมีมานานแล้ว แต่ในสมัยแรก ๆ นั้นมักจะยึดถือหลักเกณฑ์ง่าย ๆ และเป็นประโยชน์เป็นหลักสำคัญ เช่น จัดสิ่งมีชีวิตออกเป็นพวกให้ประโยชน์และให้โทษ การจัดโดยวิธีนี้อาศัยหลักเกณฑ์ง่าย ๆ ไม่มีความยุ่งยากซับซ้อนอะไร และการจัดสิ่งมีชีวิตด้วยวิธีนี้ก็ใช้ได้เป็นอย่างดี เพราะทำให้มนุษย์สมัยก่อนอยู่อย่างสุขสมบูรณ์และปลอดภัยแล้ว บุคคลสำคัญที่มีผลงานเกี่ยวกับการแบ่งหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต คือ

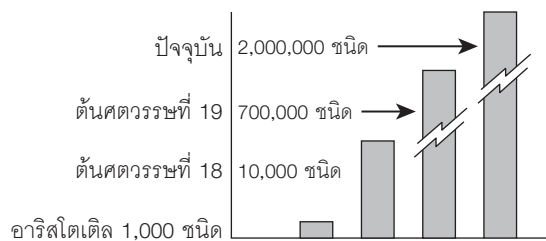
อาริสโตเติล (Aristotle) เมื่อ 2,000 กว่าปีมาแล้ว ได้แบ่งสัตว์ออกเป็น 2 พวก คือ

1. สัตว์มีกระดูกสันหลังและมีเลือดสีแดง (Enaima-Vertebrates) และแบ่งออกเป็น 2 พวกคือ
 - 1.1 พวกออกลูกเป็นไข่ (oviparous) ได้แก่ นก สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์เลื้อยคลาน งู และปลา
 - 1.2 พวกออกลูกเป็นตัว (viviparous) ได้แก่ คน วาฬ และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป
2. สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและไม่มีเลือดสีแดง (Anaima-Invertebrates) แบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม คือ
 - 2.1 พวกหมึก (cephalopods)
 - 2.2 พวกกุ้ง กั้ง ปู (crustaceans)
 - 2.3 พวกแมลง (insects) และแมงมุม (spiders)
 - 2.4 พวกหอย (mollusks) และดาวทะเล (echinoderms)
 - 2.5 พวกฟองน้ำ (sponge) แมงกะพรุน ปะการัง, ดอกไม้ทะเล (coelenterate)

นอกจากนี้ อาริสโตเติลยังได้แบ่งพืชออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะและขนาดคือ

1. พืชไม้เนื้ออ่อน และไม้ล้มลุก (herbs)
2. ไม้พุ่ม (shrubs) มีเนื้อแข็งไม่เป็นลำต้นตรงขึ้นไป และมีการแตกกิ่งก้านสาขามาก
3. ไม้ใหญ่ (trees) มีเนื้อแข็งมีขนาดใหญ่ และมีลักษณะของลำต้นตรงขึ้นไป แล้วจึงแตกกิ่งก้านสาขา

ที่ตอนบน



รูปที่ 23 - 1 กราฟแท่งแสดงจำนวนของสิ่งมีชีวิตในระยะเวลาต่างๆ

จอห์น เรย์ (John Ray : ปี ค.ศ.1627-1705 หรือ พ.ศ.2160-2248) นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษเป็น ผู้ศึกษาเรื่องราวเกี่ยวกับพืช และได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับพืช ชื่อ **ฮิสทอรีแพลนทาร์ม** (historia plantarum) จอห์น เรย์ เป็นคนแรกที่แบ่งพืชออกเป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) และพืชใบเลี้ยงคู่ (dicotyledon) นอกจากนี้ยังเป็นคนแรกที่นำคำว่า **สปีชีส์** (species) มาใช้ทางชีววิทยา ในปัจจุบันถือว่าสปีชีส์ เป็นหน่วย พื้นฐานในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต

คาโรลัส ลินเนียส (Corolus Linnaeus : ปี ค.ศ.1707-1778 หรือ พ.ศ.2250-2321) นักชีววิทยาชาว สวีเดน เป็นผู้วางรากฐานในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตและได้รับการยกย่องว่าเป็น **บิดาแห่งการจำแนก ชั้นสิ่งมีชีวิตยุคใหม่** หรือ **บิดาแห่งวิชาอนุกรมวิธาน** (Father of Modern Classification) ลินเนียสเป็น คนแรกที่ใช้ชื่อภาษาละติน 2 ชื่อ มาใช้ในการเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตซึ่งเรียกว่า ไบโนเมียล โนเมนเคลเจอร์ (binomial nomenclature) โดยชื่อแรกเป็นชื่อสกุล หรือจิ้นัส (generic name) และชื่อหลังเป็นชื่อตัวหรือสปีชีส์ (specific name) และวิธีการนี้ก็ยังใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบัน นอกจากนี้ลินเนียสยังได้ศึกษาพืชและเกสรตัวผู้ และใช้เกสร ตัวผู้ในการแบ่งชนิดของพืชดอกซึ่งในปัจจุบันหลักเกณฑ์ต่างๆ ของลินเนียสก็ยังคงใช้กันอยู่ลินเนียสได้เขียน หนังสือเกี่ยวกับพืช ชื่อ **สปีชีส์แพลนทาร์ม** (species plantarum) เมื่อปี ค.ศ.1753 (พ.ศ.2296) และเขียน หนังสือเกี่ยวกับสัตว์ชื่อ **ซิสทีมาเนทูเร** (systema naturae) เมื่อปี ค.ศ.1758 (พ.ศ.2301) โดยได้แบ่งสัตว์ ออกเป็น 6 คลาส คือ

1. **คลาส แมมมาเลีย** (Class Mammalia) ได้แก่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมทุกชนิด
2. **คลาส เอวิส** (Class Aves) ได้แก่ นกชนิดต่างๆ
3. **คลาส แอมเฟีย** (Class Amphibia) ได้แก่ สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกและสัตว์เลื้อยคลาน
4. **คลาส พิชเชส** (Class Pisces) ได้แก่ ปลาชนิดต่างๆ
5. **คลาส อินเซคตา** (Class Insecta) ได้แก่ แมลง
6. **คลาส เวอร์มีส** (Class Vermes) ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทุกชนิด

วิธีการจำแนกสิ่งมีชีวิต มี 3 วิธีตามความเจริญก้าวหน้าทางชีววิทยา คือ

1. **การจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบผิวเผิน** (artificial classification) เป็นการจำแนกโดยอาศัยลักษณะภายนอกหรือลักษณะต่างๆ ที่สังเกตได้ไม่คำนึงถึงลักษณะทางพันธุกรรมและลักษณะทางวิวัฒนาการ เช่น การจำแนกพืช และสัตว์ของอาริสโตเติล ซึ่งในปัจจุบันเลิกใช้กันแล้ว
2. **การจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางธรรมชาติ** (natural classification) โดยอาศัยลักษณะทางธรรมชาติ เช่น ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ สรีรวิทยา การสืบพันธุ์ การเจริญเติบโตของตัวอ่อน กระบวนการทางชีวเคมี ลักษณะทางพันธุกรรมและวิวัฒนาการ เป็นต้น
3. **การจำแนกสิ่งมีชีวิตตามลักษณะทางพันธุกรรม** (phylogenetic classification) เป็นการจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยอาศัยลักษณะทางพันธุกรรม การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม โครงสร้างของยีน และการแสดงการออกของยีนในระดับต่างๆ

ลักษณะที่ใช้ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต

1. ลักษณะภายนอก และโครงสร้างภายในของร่างกาย เป็นลักษณะที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มใหญ่ๆ เท่านั้น ในการแบ่งกลุ่มที่ย่อยๆ ลงไปจะใช้ลักษณะอื่นๆ ประกอบ เช่น มีสัตว์ดังนี้ สิงโต ไก่ นก แมว เสือ เป็ด ปลาตะเพียน เม่นทะเล ปลาช่อน ดาวทะเล กุ้ง หอยทาก หอยสังข์ หอยกาบ ปู แมงมุม การแบ่งอาจทำได้ดังนี้

1.1. พวกมีกระดูกสันหลัง ได้แก่ สิงโต เสือ แมว ไก่ เป็ด นก ปลาช่อน ปลาตะเพียน แต่ถ้าแยกย่อยลงไปอีกจะได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สิงโต เสือ แมว เพราะเป็นสัตว์ที่มีขนเป็นเส้น และมีเขี้ยวเล็กแหลมคม

กลุ่มที่ 2 ไก่ นก เป็ด เพราะเป็นสัตว์ที่มีขนเป็นแผงและมีจะงอยปาก

กลุ่มที่ 3 ปลาช่อน ปลาตะเพียน เพราะเป็นสัตว์ที่มีเกล็ดและหายใจด้วยเหงือก และอาศัยอยู่ในน้ำ

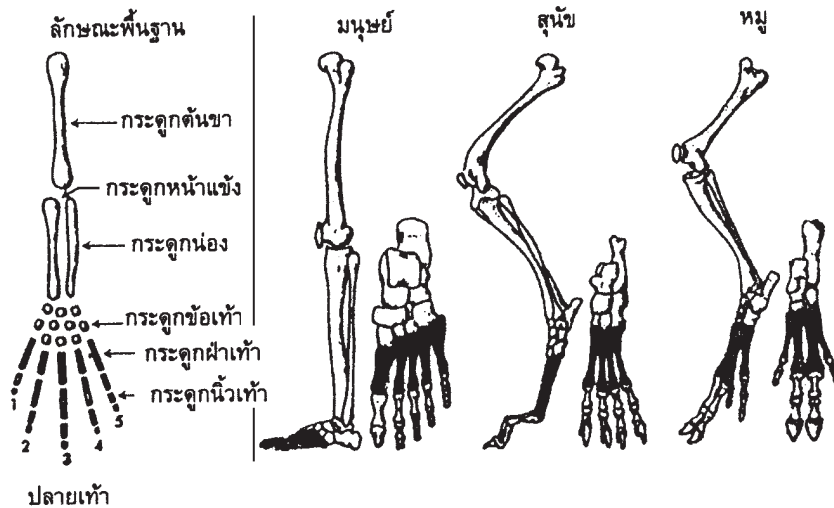
1.2 พวกไม่มีกระดูกสันหลัง ได้แก่ หอยทาก หอยสังข์ หอยกาบ แมงมุม กุ้ง ปู เม่นทะเล ดาวทะเล แต่ถ้าแยกย่อยลงไปอีกจะได้ดังนี้

กลุ่มที่ 1 หอยทาก หอยสังข์ หอยกาบ เพราะเป็นสัตว์ที่ลำตัวนิ่ม และมีเปลือก

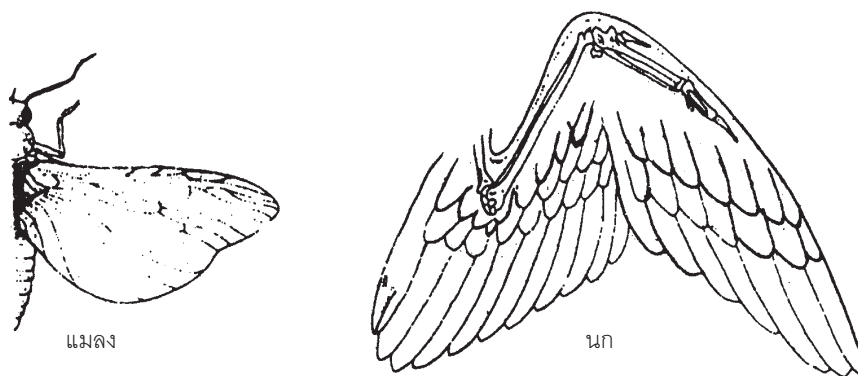
กลุ่มที่ 2 แมงมุม กุ้ง ปู เพราะเป็นสัตว์ที่ลำตัวแบ่งเป็นปล้องและร่างกายก็มีลักษณะเป็นข้อปล้อง

กลุ่มที่ 3 เม่นทะเล ดาวทะเล เพราะเป็นสัตว์ที่มีผิวหนังตัวขรุขระ

โครงสร้างบางอย่างเมื่อดูจากภายนอกแล้วอาจจะเหมือนกัน แต่เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างภายในจะพบว่า มีลักษณะที่แตกต่างกัน และมีจุดกำเนิดที่แตกต่างกัน อวัยวะที่มีหน้าที่อย่างเดียวกัน แต่มีต้นกำเนิดต่างกัน เรียกว่า **แอนะล็อกส ออร์แกน** (analogous organ) เช่น ปีกนกกับปีกผีเสื้อ ซึ่งทำหน้าที่ในการบินเช่นเดียวกัน แต่ ฐานการกำเนิดของปีกนกและปีกผีเสื้อจะแตกต่างกันมาก ส่วนอวัยวะที่ฐานการกำเนิดเหมือนกันแต่อาจทำหน้าที่เหมือนหรือแตกต่างกันก็ตามเรียกว่า **โฮมอโลกัส ออร์แกน** (homologous organ) เช่น แขนของคนทำหน้าที่ในการหยิบจับสิ่งต่าง ๆ จะมีจุดกำเนิด เช่นเดียวกับปีกนก ปีกค้างคาวซึ่งทำหน้าที่ในการบิน และขาหน้าของม้า วัว ควาย จะทำหน้าที่ในการเดินเป็นต้น



รูปที่ 23 - 2 โฮมอโลกัส ออร์แกน (homologous organ) ของขาหลัง มนุษย์ สุนัข หมู



รูปที่ 23 - 3 แอนะล็อกส ออร์แกน (analogous organ) ของปีกแมลง และปีกนก

2. แบบแผนของการเจริญเติบโต และโครงสร้างที่เกิดขึ้นในระยะที่เป็นตัวอ่อน โดยใช้หลักที่ว่า สิ่งมีชีวิตใดที่มีลักษณะของตัวอ่อนคล้ายคลึงหรือมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดมาก ย่อมมีความสัมพันธ์ทางเชื้อสายและวิวัฒนาการมากด้วย

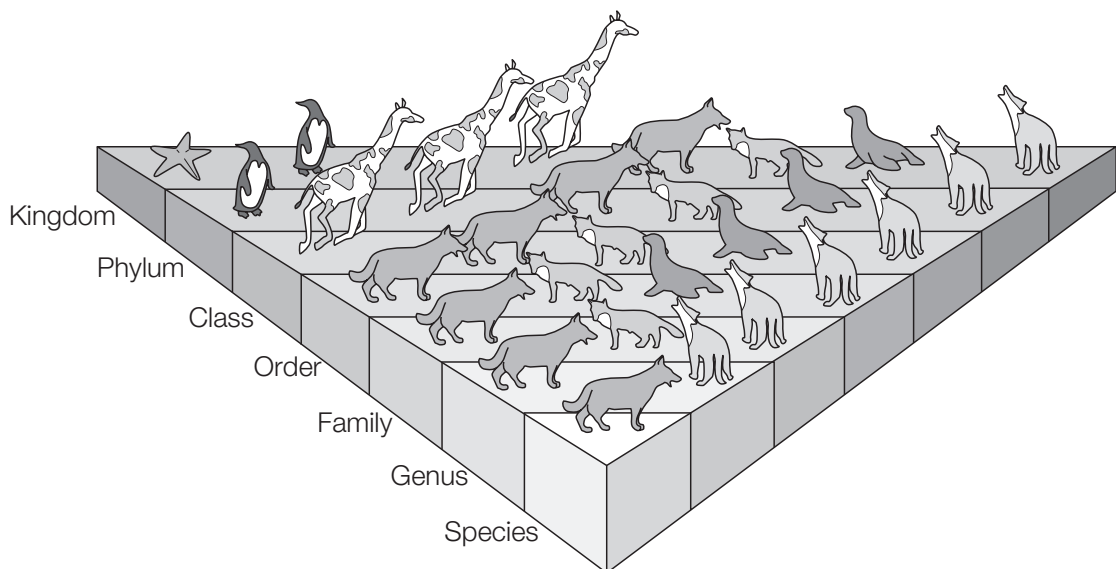
ลักษณะอย่างหนึ่งของสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา คือ การมีช่องเหงือก (gill slit) ซึ่งเราจะพบเฉพาะในระยะที่เป็นตัวอ่อนทุกชนิด แต่เมื่อเจริญเติบโตขึ้นเป็นตัวเต็มวัย จะเหลือเฉพาะพวกปลาเท่านั้นที่ยังคงมีช่องเหงือกอยู่ นอกนั้นช่องเหงือกจะปิดไปหมด ซึ่งถ้าเราไม่ศึกษาจนถึงระยะตัวอ่อน เราจะไม่ทราบเลยว่าการมีช่องเหงือกเป็นลักษณะหนึ่งของไฟลัมคอร์ดาตา

3. ซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งอาศัยหลักที่ว่าสิ่งมีชีวิตมีวิวัฒนาการ ดังนั้นสิ่งมีชีวิตใดที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันย่อมมีซากดึกดำบรรพ์ที่พบในชั้นหินต่าง ๆ คล้ายคลึงกัน และอาจทำให้ทราบถึงบรรพบุรุษของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ด้วย เช่น การค้นพบซากดึกดำบรรพ์ของนกโบราณชนิดหนึ่งเรียก อาร์คีออปเทริกซ์ (Archaeopteryx) ทำให้ทราบว่านกมีวิวัฒนาการมาจากพวกสัตว์เลื้อยคลาน เนื่องจากพบว่าซากของอาร์คีออปเทริกซ์มีขากรรไกรยาว มีฟัน และมีปีกที่มีเล็บ ซึ่งลักษณะเหล่านี้คล้ายกับสัตว์เลื้อยคลานและในนกไม่มี

4. โครงสร้างของเซลล์และออร์แกเนล เป็นการศึกษาในระดับเซลล์และส่วนประกอบของเซลล์ เช่น การแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็นพวกที่ไม่เป็นเซลล์ เช่น ไวรัส และพวกที่เป็นเซลล์ เช่น เซลล์ของสิ่งมีชีวิตทั่วไป นอกจากนี้พวกที่เป็นเซลล์ยังแบ่งออกเป็นพวกที่เป็นเซลล์และไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เช่น แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินกับพวกที่เป็นเซลล์และมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส เช่น เซลล์ สาหร่าย เห็ดรา พืชและสัตว์ทั่วไป

5. สรีรวิทยาและการสังเคราะห์สารเคมี ระบบทางสรีรวิทยาของสิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันจะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าพวกที่มีความสัมพันธ์กันน้อย เช่น ฮอริโมนที่สร้างจากคนและลิง จะมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าฮอริโมนที่สร้างจากคนและแกะทั้งนี้ก็เพราะคนมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับลิงมากกว่าแกะ

6. ลักษณะทางพันธุกรรม สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะทางพันธุกรรมที่ใกล้ชิดกันย่อมมีลักษณะพื้นฐานต่าง ๆ ใกล้เคียงกันด้วย เช่น ลักษณะและจำนวนของโครโมโซม ลักษณะของการสืบพันธุ์และการถ่ายทอดทางพันธุกรรมจากบรรพบุรุษสู่ลูกหลาน เป็นต้น



รูปที่ 23 - 4 ความเหมือน : แตกต่างของสัตว์ในอาณาจักร คลาส ออร์เดอร์ แฟมิลี จินัส และสปีชีส์ของสัตว์ต่าง ๆ

ลำดับชั้นในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต

ลำดับชั้นของหมวดหมู่สิ่งมีชีวิต (Taxonomic Category) มีลำดับการจัดตั้งแต่ระดับใหญ่ที่สุดจนถึงระดับที่เล็กที่สุด ดังนี้

อาณาจักร (Kingdom)

ไฟลัม (Phylum) ในพืชมักใช้ดิวิชัน (Division)

คลาส (Class)

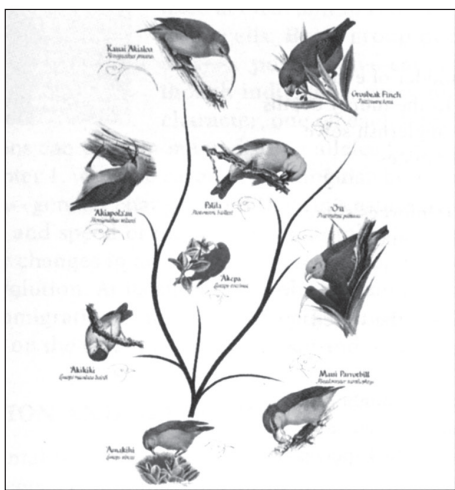
ออร์เดอร์ (Order)

แฟมิลี (Family)

จีนัส (Genus)

สปีชีส์ (Species)

อาณาจักรเป็นระดับหรือหมู่ที่ใหญ่ที่สุดของสิ่งมีชีวิต ในอาณาจักรหนึ่ง ๆ จะแบ่งออกเป็นหลายไฟลัม และไฟลัมหนึ่ง ๆ ก็แบ่งออกเป็นหลายคลาส แต่ละคลาสมีหลายออร์เดอร์ ออร์เดอร์หนึ่งก็แบ่งออกเป็นแฟมิลีต่าง ๆ หลายแฟมิลี ในแต่ละแฟมิลีมีหลายจีนัส และจีนัสหนึ่งก็ยังแบ่งออกเป็นหลายสปีชีส์ด้วยกัน ดังนั้นจะเห็นได้ว่า อาณาจักรเป็นหน่วยของการแบ่งที่ใหญ่ที่สุด และสปีชีส์เป็นหน่วยของการแบ่งที่เล็กที่สุด จากลักษณะการแบ่งหมวดหมู่เป็นระดับชั้นนี้พอจะสรุปได้ว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระดับการแบ่งที่เล็กที่สุด คือ สปีชีส์จะมีความคล้ายคลึงกันในด้านต่าง ๆ มากที่สุดและความคล้ายคลึงอันนี้ จะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อระดับของการแบ่งนั้นใหญ่ขึ้น สิ่งมีชีวิตที่อยู่สปีชีส์เดียวกันจะเหมือนกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในจีนัสเดียวกันแต่ต่างสปีชีส์กัน เช่นเดียวกัน สิ่งมีชีวิตในคลาสเดียวกันย่อมมีความคล้ายคลึงกันมากกว่าสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในไฟลัมเดียวกัน แต่ต่างคลาสกัน เช่น หอยโข่งจะเหมือนกับหอยสังข์มากกว่าหอยกาบ เพราะหอยโข่งและหอยสังข์เป็น หอยกาบเดี่ยวและอยู่ในคลาสเดียวกันส่วนหอยกาบเป็นหอยกาบคู่และอยู่ต่างคลาสกัน



รูปที่ 23 - 5 ความหลากหลายและการแปรผัน

A นกฟินช์, B แมลงปีกแข็ง (ด้วง) ชนิดต่าง ๆ

ระดับ	สุนัขบ้าน	สุนัขป่า	ปลาช่อน	ปูม้า	ดาวกระจาย	ข้าวเจ้า	ฟักทอง	พารามีเซียม
Kingdom	Animalia	Animalia	Animalia	Animalia	Plantae	Plantae	Plantae	Protista
Phylum	Chordata	Chordata	Chordata	Arthropoda	Anthophyta	Anthophyta	Anthophyta	Protozoa
Class	Mammalia	Mammalia	Osteichthyes	Crustacea	Angiospermae	Angiospermae	Angiospermae	Ciliata
Order	Carnivora	Carnivora	Labyrinthice	Decapoda	Companulales	Graminales	Cucubitaes	Holotricha
Family	Canidae	Canidae	Channidae	Portunidae	Compositae	Graminae	Cucubitaes	Parameciidae
Genus	Canis	Canis	Channa	Portunus	Cosmos	Oryza	Cucubita	Paramecium
Species	Canis familiaris	Canis lupus	Channa striata	Portunus pelagicus	Cosmos sulfurea	Oryza sativa	Cucubita pepo	Paramecium caudatum

ตารางที่ 23 - 1 ตัวอย่างการจัดหมวดหมู่ของสุนัขบ้าน สุนัขป่า ปลาช่อน ปูม้า ดาวกระจาย ข้าวเจ้า ฟักทองและพารามีเซียม

ในแต่ละระดับขั้นของการแบ่งนี้อาจจะมีระดับการแบ่งที่แทรกอยู่ในแต่ละระดับขั้น โดยใช้คำว่า **ชั้น** (Sub) แทรกอยู่ทางด้านล่าง เช่น ชั้นคลาส (Subclass) ซึ่งเล็กกว่าคลาส แต่ใหญ่กว่าออร์เดอร์ หรือคำว่า **ซูเปอร์** (Super) แทรกอยู่ทางด้านบน เช่น ซูเปอร์ออร์เดอร์ (Superorder) จะใหญ่กว่าออร์เดอร์แต่เล็กกว่าคลาสและชั้นคลาส

ตัวอย่าง การจำแนกชั้นของคน

Kingdom	Animalia
Phylum	Chordata
Subphylum	Vertebrata
Class	Mammalia
Subclass	Theria
Order	Primate
Superfamily	Homonidea
Family	Hominidae
Genus	Homo
Species	sapiens

23.2.2 การตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิต

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่รู้จักกันแล้วจะมีผู้ตั้งชื่อให้เพื่อให้ในการอ้างอิง ชื่อของสิ่งมีชีวิตมี 2 ชนิดคือ

ก. **ชื่อสามัญ** (common name) คือ ชื่อที่เรียกกันทั่วๆ ไปในการให้ชื่ออาจให้ชื่อตามลักษณะรูปร่างของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆ เช่น ต้นแปรงขวด ปากกาทะเล ว่านหางจระเข้ มั่นมือเสือ แผลงปีกแข็งหรืออาจเรียกชื่อตามถิ่นกำเนิด เช่น ผักตบชวา ยางอินเดีย กกอียิปต์ มันฝรั่ง นอกจากนี้ยังอาจเรียกตามสถานที่อยู่ เช่น ดาวทะเล ดอกไม้ทะเล ทากบก หรือประโยชน์ที่ได้รับ เช่น หอยมุก วัวเนื้อ วัวนม เป็นต้น สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจมีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น สะตือทะเล และดอกไม้ทะเล หอยเม่น กับเม่นทะเล นอกจากนี้ในแต่ละถิ่นอาจเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันแตกต่างกันก็ได้ ซึ่งเรียกว่าชื่อท้องถิ่น (local name) เช่น จิ้งจกน้ำทางแม่ฮ่องสอนเรียกว่า **“หมาน้ำ”** แผลงปอทางภาคใต้เรียกว่า **“แมงฟ้า”** ปราชินบุรี เรียกว่า **“แมงฟ้า”** และภาคเหนือเรียกว่า **“แมงกะปี่”** ดังนั้นเมื่อกล่าวถึงแมงฟ้า อาจทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ คนในภาคอื่นๆ ที่ไม่ใช่จังหวัดปราชินบุรี จะไม่ทราบว่า แมงฟ้า คือ แผลงปอ เป็นต้น

ข. ชื่อวิทยาศาสตร์ (scientific name) เป็นชื่อที่กำหนดขึ้นตามหลักสากลและเป็นที่ยอมรับกันในหมู่นักวิทยาศาสตร์ทั่วไป ลินเนียสเป็นผู้เริ่มการใช้ชื่อวิทยาศาสตร์เป็นคนแรก โดยกำหนดให้สิ่งมีชีวิตประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อ ชื่อแรกเป็นชื่อ จีนัส และชื่อที่ 2 เป็นชื่อสปีชีส์ของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น การเรียกชื่อซึ่งประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อเรียกว่า การตั้งชื่อแบบทวินาม (binomial nomenclature) ซึ่งจัดว่าเป็นชื่อวิทยาศาสตร์

ความจำเป็นในการที่ต้องใช้ชื่อวิทยาศาสตร์ก็เพื่อต้องการให้เป็นชื่อสากลและเป็นที่ยอมรับกันอย่างถูกต้องเหมือนกันทั่วโลก และจะได้ติดต่อแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เพิ่มมากขึ้น

หลักเกณฑ์ในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ มีดังนี้

1. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเป็นภาษาละตินหรือรากศัพท์ที่มาจากภาษาละตินเสมอ เพราะภาษาละตินเป็นภาษาที่ตายแล้ว (เลิกใช้แล้ว) ความหมายจึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก
2. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องประกอบด้วยชื่อ 2 ชื่อ ชื่อแรกเป็นชื่อจีนัส (Generic name) และชื่อที่ 2 เป็นชื่อสปีชีส์หรือชื่อเฉพาะของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น ๆ (specific epithet)
3. การเขียนชื่อจีนัสอักษรตัวแรกของชื่อต้องเป็นตัวใหญ่เสมออักษรตัวแรกของชื่อสปีชีส์เป็นตัวเล็กธรรมดา
4. การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ต้องให้มีลักษณะแตกต่างจากอักษรอื่น เช่น เขียนเป็นตัวเอน ตัวหนาหรือขีดเส้นใต้ชื่อทั้งสอง โดยที่เส้นที่ขีดใต้ชื่อทั้งสองไม่ติดต่อกัน
5. ถ้าทราบชื่อผู้ตั้งชื่อจะลงชื่อย่อของผู้ตั้งชื่อตามหลังชื่อวิทยาศาสตร์ เช่น ต้นหางนกยูงไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Caesalpinia pulcherrima* (Linn.) คำ Linn. เป็นชื่อย่อของ Linnaeus
6. สิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งอาจมีชื่อวิทยาศาสตร์มากกว่าหนึ่งชื่อให้ใช้ชื่อตั้งขึ้นก่อนเป็นชื่อที่ถูกต้อง ส่วนชื่ออื่น ๆ ให้เป็นชื่อพ้อง (synonym)

๘. ชื่อวิทยาศาสตร์มักจะบอกลักษณะบางอย่างกับสิ่งมีชีวิตชนิดนั้น เช่น

บอกสถานที่พบหรือที่อยู่อาศัย ได้แก่

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
ไส้เดือนดิน	<i>Lumbricus terrestris</i>	คำ terrestris หมายถึง อาศัยอยู่บนบกหรือในดิน
พยาธิใบไม้ในตับแกะ	<i>Fasciola hepatica</i>	คำ hepatica หมายถึง ตับ
ปลาชิลาคานธี	<i>Latimeria chalumnae</i>	คำ Latimeria มาจากคำว่า Latimer ซึ่งเป็นเจ้าหน้าที่พิทักษ์สัตว์ที่สนใจและพบปลาชนิดนี้ และคำ chalumnae มาจากคำว่า chalumna ซึ่งเป็นชื่อของแม่น้ำที่พบปลาชนิดนี้บริเวณปากแม่น้ำ
ซากไดโนเสาร์	<i>Phuwiangosaurus sirindhornae</i>	คำ phuwiangosaurus หมายถึง ไดโนเสาร์ที่พบใน อ.ภูเวียง จ.ขอนแก่น
ไม้รวก	<i>Thyrsostachys siamensis</i>	คำ siamensis มาจากคำว่า siam ซึ่งหมายถึง ประเทศไทย
มะม่วง	<i>Mangifera indica</i>	คำ indica หมายถึง ประเทศอินเดีย

บอกลักษณะ เช่น สี รูปร่าง ขนาด ได้แก่

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
จำปี	<i>Michelia alba</i>	คำ alba หมายถึง สีขาว
กล้วยไม้ชนิดหนึ่ง	<i>Musa rubra</i>	คำ rubra หมายถึง สีแดง
มะยม	<i>Phyllanthus acidus</i>	คำ acidus หมายถึง มีรสเปรี้ยว
ปลาบึก	<i>Pangasianodon gigas</i>	คำ gigas หมายถึง ใหญ่ที่สุด
เชื้อโรคแอนแทรกซ์	<i>Bacillus anthraxis</i>	คำ bacillus หมายถึง รูปท่อน และคำ anthraxis หมายถึง โรค แอนแทรกซ์

บอกชื่อผู้ตั้งชื่อหรือเพื่อเป็นเกียรติแก่ผู้ใดผู้หนึ่ง ได้แก่

ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์	ความหมาย
ปลาบู่หิดล	<i>Mahidoli mystasina</i>	คำ Mahidolia เป็นชื่อของสมเด็จพระมหิตลาธิเบศรคุดยเดช วิกกรมพระบรมราชชนก
ปูเจ้าฟ้า	<i>Phricothalphusa sirindhorn</i>	คำ sirindhorn เป็นพระนามของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
กิ้งเจ้าฟ้า	<i>Acanthosquilla sirindhorn (Naiyanetr, 1995)</i>	คำ sirindhorn เป็นพระนามของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี คำ Naiyanetr คือชื่อย่อของ ศ.ไพบุลย์ นัยเนตร ศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นผู้ตั้งชื่อ เมื่อปี ค.ศ.1995
กุ้งดีดขัน	<i>Alpheus sudara</i>	คำ sudara มาจากชื่อสกุลของ ดร.สุรพล สูดารา ผู้ช่วย ศาสตราจารย์ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

23.3 ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต

23.3.1 กำเนิดเซลล์เริ่มแรก

เป็นที่สงสัยของคนทั่วไปว่าสิ่งมีชีวิตมีกำเนิดจากอะไร สิ่งมีชีวิตพวกใดที่เริ่มเกิดขึ้นในโลกและมีรูปร่างหน้าตาอย่างไร จะเหมือนกับสิ่งมีชีวิตที่เรารู้จักในปัจจุบันหรือไม่ หรือมีการเปลี่ยนแปลงจากบรรพบุรุษแบบต่อเนื่องอย่างยาวนาน สมัยก่อนนักปราชญ์เชื่อว่ามีอำนาจเหนือธรรมชาติเป็นผู้สร้างสิ่งมีชีวิต เช่น เชื่อว่าพระเจ้าเป็นผู้บันดาลสิ่งมีชีวิตขึ้น แต่ไม่มีผู้ใดให้คำตอบว่าใครเป็นผู้สร้างพระเจ้าขึ้นมา ดังนั้นมนุษย์ทุกยุคทุกสมัยโดยเฉพาะนักวิทยาศาสตร์ได้สันนิษฐานไว้อย่างกว้างขวาง โดยให้แนวคิดไว้มากมาย ซึ่งไม่อาจกำหนดได้ว่าแนวคิดใดเป็นคำตอบที่ถูกต้อง แนวคิดที่มักกล่าวถึงเสมอเกี่ยวกับการกำเนิดสิ่งมีชีวิต ได้แก่ แนวคิดของโอปารินและการทดลองของมิลเลอร์

ปี พ.ศ.2479 โอปาริน (I.A. Oparin) นักชีวเคมีชาวรัสเซีย ได้เสนอว่าสิ่งมีชีวิตแรกเริ่มเกิดในทะเล ในสภาพบรรยากาศของโลกที่ไม่มีออกซิเจนอิสระ แต่ประกอบไปด้วยแก๊สหลายชนิด เช่น มีเทน แอมโมเนีย ไนโตรเจน และไอน้ำ สารเหล่านี้จะรวมตัวกันโดยอาศัยพลังงานจากดวงอาทิตย์ซึ่ง ได้แก่ รังสีคอสมิก รังสีอัลตราไวโอเลต ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ทำให้สารเคมีเหล่านั้นรวมตัวกันเป็นสารอินทรีย์อยู่ในทะเล และต่อมาจะมีการรวมตัวเป็นโมเลกุลที่ใหญ่ขึ้นและเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม เช่น มีเยื่อหุ้มแยกเป็นหน่วยหนึ่งจากสิ่งแวดล้อม มีความสามารถในการดึงดูดหรือขับสารบางอย่างออกมา สารที่มีลักษณะดังกล่าวนี้ถือว่าเป็นสิ่งมีชีวิตเริ่มแรกที่สุดต่อจากนั้นก็จะเริ่มแสดงลักษณะของสิ่งมีชีวิตเพิ่มขึ้นอีก เช่น มีเมแทบอลิซึมการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวนได้

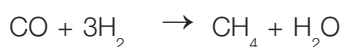
ปี พ.ศ.2496 สแตนเลย์ มิลเลอร์ (Stanley Miller) ได้ทำการทดลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดของโอปาริน โดยสร้างเครื่องมือภายในบรรจุแก๊สต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเป็สภาพบรรยากาศของโลกดึกดำบรรพ์ เช่น มีเทน แอมโมเนีย ไฮโดรเจน และไอน้ำ เครื่องมอดังกล่าวมีส่วนประกอบที่ให้แก่สภาวะในผ่านน้ำเดือดควบแน่น เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเครื่องมือนี้ทิ้งไว้ประมาณ 1 สัปดาห์ นำสารที่เกิดขึ้นภายในมาวิเคราะห์พบว่ามึสารอินทรีย์พวกกรดอะมิโนเกิดขึ้นหลายตัว เช่น โกลซีน (glycine) อะลานีน (alanine) กรดซัคซินิก กรดแลกติก ต่อมา นักวิทยาศาสตร์คนอื่น ๆ ทำการทดลองทำนองเดียวกันโดยใช้พลังงานจากแหล่งอื่นที่แตกต่างออกไป ก็ได้ผลเช่นเดียวกัน และได้สารประกอบตัวอื่นเพิ่มขึ้นคือ เพียวรีน (purine) ไพริมิดีน (pyrimidine) น้ำตาล และวิตามินบางชนิด ปัจจุบันทฤษฎีกำเนิดสิ่งมีชีวิตของโอปารินเป็นที่ยอมรับมากที่สุด

จากการทดลองนี้ แสดงให้เห็นว่าระยะแรกที่โลกเกิดขึ้น สารประกอบอินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ และมีการรวมตัวกันเป็นโมเลกุลที่ซับซ้อน และโมเลกุลใหญ่ที่เกิดขึ้นคงใช้ระยะเวลายาวนานเพราะในสมัยแรก ๆ ขาดออกซิเจนและขาดจุลินทรีย์ที่ใช้โมเลกุลเหล่านั้น ถ้ามีออกซิเจนแล้วจะสามารถทำให้โมเลกุลใหญ่แตกตัวโดยกระบวนการออกซิเดชันได้ ผิดกับในปัจจุบันที่ในอากาศมีออกซิเจนอิสระมาก และมีจุลินทรีย์ต่าง ๆ เช่น แบคทีเรียซึ่งจะทำการแยกสลายโมเลกุลของอินทรีย์สารให้เล็กลงและอยู่ได้ไม่นาน

นักธรณีวิทยาประมาณว่าโลกมีอายุประมาณ 5,000 – 6,000 ล้านปี ในระยะแรกบนผิวโลกยังไม่มีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นคาดว่าต้องใช้เวลาประมาณครึ่งหนึ่งของอายุโลกคือประมาณ 2,500 ล้านปี จึงเริ่มมีสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้น ดวงอาทิตย์ประกอบด้วยแก๊สไฮโดรเจนเป็นส่วนใหญ่คือร้อยละ 85 เป็นแก๊สฮีเลียมร้อยละ 15 อาจมีธาตุอื่นๆ ปนอยู่ด้วย เมื่อเทียบกับโลกในระยะแรกที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน ร้อยละ 90 กับธาตุฮีเลียมอีกร้อยละ 10 กับส่วนประกอบของธาตุต่างๆ อีกประมาณ 100 ชนิด ซึ่งมีจำนวนน้อย ต่อมา มีการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนประกอบของธาตุและแก๊สดังกล่าว เนื่องจากความร้อนและแรงกดดัน เช่น บริเวณใกล้ๆ ศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ในช่วงระยะเวลา 5,000 ล้านปี กับ 6,000 ล้านปี ทำให้มีการรวมตัวของแก๊สไฮโดรเจน และเกิดเป็นฮีเลียมมากขึ้น พร้อมกับมีพลังงานรังสี (radiant energy) ออกมา



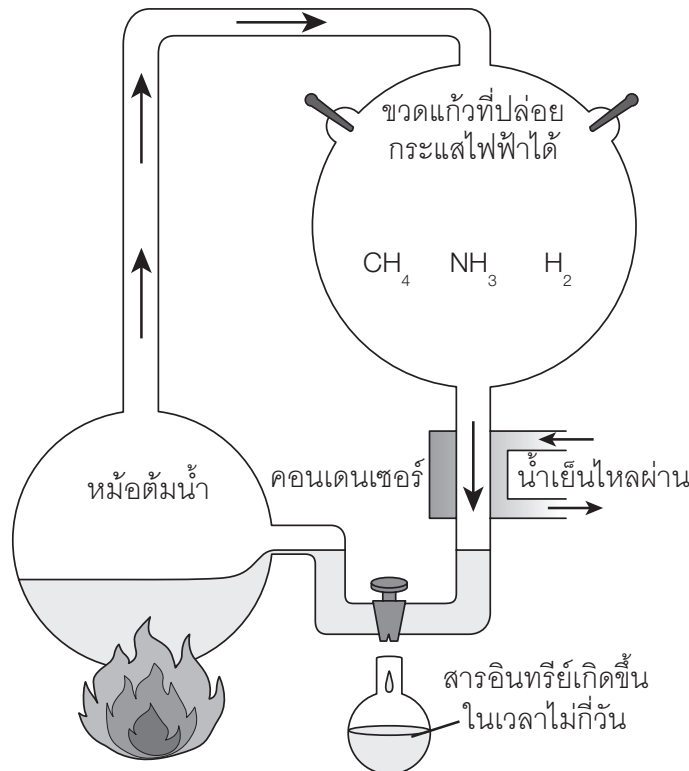
พลังงานจากดวงอาทิตย์นี้ เมื่อแผ่มาถึงพื้นโลกก็จะทำให้บรรยากาศของโลกในขณะนั้นมีการรวมตัวระหว่างคาร์บอนมอนอกไซด์กับแก๊สไฮโดรเจน เกิดเป็นแก๊สมีเทน และน้ำขึ้น



และธาตุไนโตรเจนก็จะรวมกันกับไฮโดรเจนได้แอมโมเนีย



ดังนั้น จากการรวมตัวกันข้างต้นบนผิวโลกในสมัยนั้นคงจะมีไอน้ำ มีเทน และแอมโมเนีย เข้าทำปฏิกิริยากันเกิดเป็นโปรตีน ไขมัน น้ำตาล และกรดนิวคลีอิกขึ้นได้

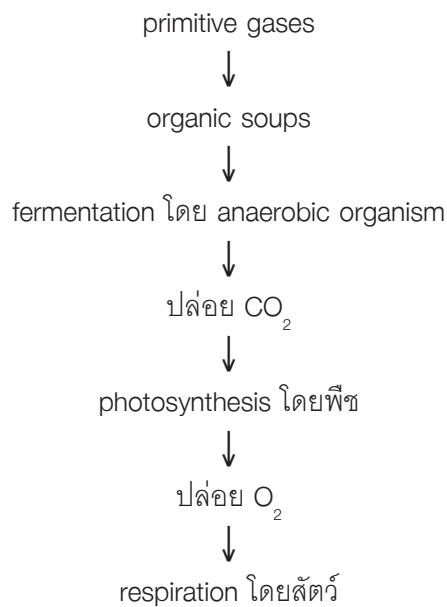


รูปที่ 23 - 6 แผนภาพแสดงการทดลองของมิลเลอร์

การที่ไอน้ำ มีเทน และแอมโมเนียเข้าทำปฏิกิริยากันนั้น ผลที่ได้ยังไม่ใช่อะไรมีชีวิต แต่เป็นโมเลกุลพื้นฐาน ซึ่งสิ่งมีชีวิตสามารถสร้างได้ เช่น กรดอะมิโนและน้ำตาลเชิงเดี่ยว เป็นต้น โมเลกุลเหล่านี้คาดว่าจะเกิดขึ้นบนโลกตั้งแต่ 4,000 ล้านปีมาแล้ว และเมื่อเกิดฝนตกบนโลก โมเลกุลพื้นฐานดังกล่าวถูกชะล้างลงในแหล่งน้ำ โมเลกุลที่มีน้ำหนักเบาถูกพัดพาไปทั่วแหล่งน้ำ ส่วนโมเลกุลที่มีน้ำหนักมากจมลงสู่ท้องน้ำ ความร้อนภายในโลกก็ส่งผลทำให้เหล็กกับนิกเกิลเข้ามารวมสะสมอยู่ที่บริเวณแกนภายในโลก และเมื่อภูเขาไฟพ่นหินละลายออกมาทำให้แก๊สบนผิวโลกในช่วงนี้มีแอมโมเนีย มีเทน น้ำ และกำมะถัน ช่วงนี้นักธรณีวิทยาเข้าใจว่าคงเริ่มมีทะเลเกิดขึ้นบนโลกเป็นครั้งแรก เมื่อ 4,000 ล้าน ถึง 3,500 ล้านปีมาแล้ว ภูเขาไฟพ่นหินละลายออกมาอย่างต่อเนื่อง มีฝนตกติดต่อกันเป็นช่วงเวลายาวนาน มีพายุ ฟ้าแลบ ฟ้าผ่าเกิดขึ้นมาก และต่อเนื่องกัน จนทะเลมีอาณาเขตใหญ่ขึ้น และมีเกล็ดต่างๆ สะสมในทะเล แหล่งพลังงานในช่วงนี้ได้จากแสงอัลตราไวโอเล็ตของดวงอาทิตย์ทำให้ของเหลวที่เรียกว่า “organic soups” ที่เกิดขึ้นในระยะแรกมีการเปลี่ยนแปลงโดยบางชนิดถูกทำลายลง บางชนิดก็ถูกสร้างให้โมเลกุลใหญ่ขึ้น

ช่วง 2,000 ล้านปีมาแล้ว ภูเขาไฟค่อยสงบลงมาก ฝนที่เคยตกติดต่อกันเป็นช่วงเวลายาวเริ่มตกทั้งช่วง พายุ ร่อง ฟ้าผ่าเกิดน้อยลง ทะเลกว้างขึ้น ในบรรยากาศส่วนใหญ่มีไนโตรเจนมาก ออกซิเจนในบรรยากาศมีน้อย ช่วงนี้เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องสิ่งมีชีวิต คือ เริ่มมีสิ่งมีชีวิตที่ไม่ใช้ออกซิเจน (anaerobic) ทำให้มีการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้นเป็นผลให้สิ่งมีชีวิตจำพวกพืชเริ่มเกิดและใช้แก๊สดังกล่าวสร้างอาหาร ทำให้มีแก๊สออกซิเจนมากขึ้นเป็นผลให้สัตว์เกิดขึ้น โดยใช้แก๊สออกซิเจนในกระบวนการหายใจ

กระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ดังนี้



ประมาณ 600 ล้านปีมาแล้ว มีการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญเกิดขึ้น คือ ในบรรยากาศมีแก๊สออกซิเจนสูงถึงร้อยละ 3 ของปริมาณแก๊สทั้งหมด ซึ่งแก๊สออกซิเจนในปริมาณสูงขนาดนี้สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับแสงอัลตราไวโอเล็ตจากดวงอาทิตย์ ทำให้เกิดเป็นโอโซน (O₃)



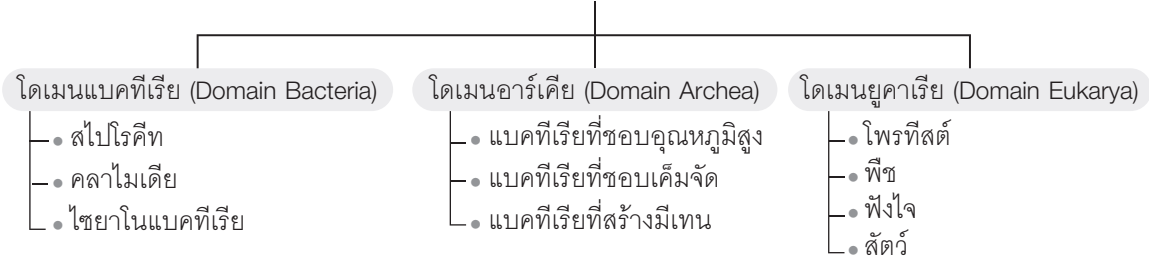
และโอโซนนี้จะทำหน้าที่เสมือนม่านกันแสงอัลตราไวโอเล็ตโดยการดูดแสงไว้ในปัจจุบันเราทราบว่าบรรยากาศตอนบนของโลกมีชั้นโอโซนอยู่ ทำให้ป้องกันอันตรายจากแสงอัลตราไวโอเล็ตได้ นักธรณีวิทยาและนักเคมีสันนิษฐานว่าคงจะมีโอโซนเกิดขึ้นเมื่อ 600 ล้านปีมาแล้ว ในช่วงเวลานี้ นักชีววิทยาเชื่อว่าเริ่มมีสัตว์เกิดมากขึ้น เพราะในชั้นหินที่อายุ 600 ล้านปี จะพบซากสัตว์มากขึ้นและพบซากสัตว์มีขนาดใหญ่ แสดงว่าสัตว์ใช้ออกซิเจนสำหรับกระบวนการเมแทบอลิซึมได้ และระดับแสงอัลตราไวโอเล็ตที่ตกบนผิวโลกน้อยลงพร้อมกันนั้นก็ยังพบว่าปริมาณแก๊สออกซิเจนเพิ่มสูงขึ้นจากเดิมมาก ในปัจจุบันบรรยากาศบนพื้นโลกมีไนโตรเจนร้อยละ 78 และมีออกซิเจนร้อยละ 21

จากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ (fossil) พบซากสัตว์ที่มีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างซับซ้อนมากขึ้นมีพืชขนาดใหญ่ช่วยคลุมพื้นโลกให้ร่มเงา เป็นที่พักอาศัยและให้อาหารแก่สัตว์บกอย่างที่กำลังดำเนินอยู่ในโลกยุคปัจจุบัน

ข้อควรทราบเพิ่มเติม

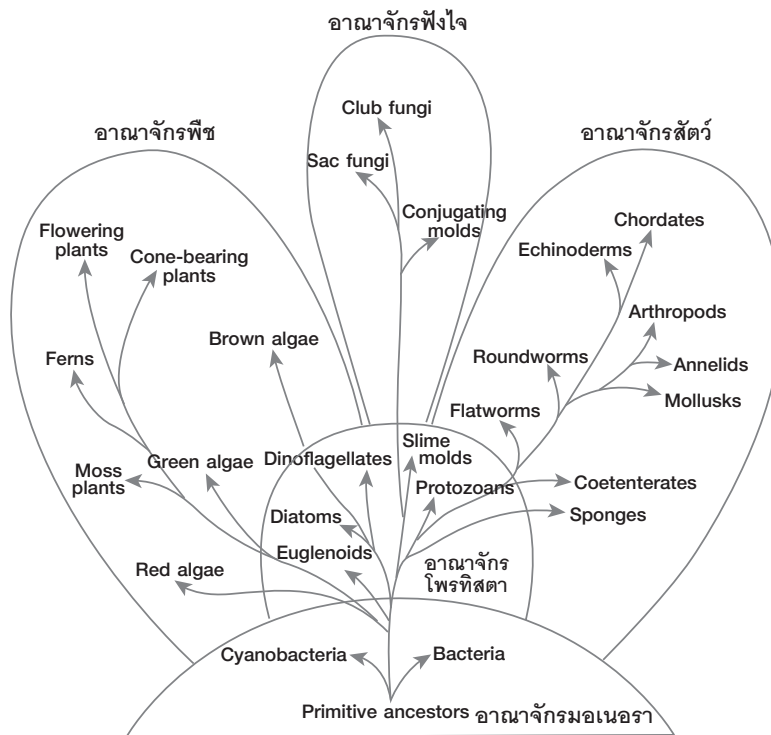
การแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 3 โดเมน

บรรพบุรุษร่วมของสิ่งมีชีวิต



ซิดนีย์ ฟอกซ์ (Sidney Fox) นักชีวเคมีชาวอเมริกัน ได้แสดงให้เห็นว่า เซลล์เริ่มแรกเกิดจากการดะมิโนได้รับความร้อนและรวมกลุ่มกันมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีสมบัติหลายประการคล้ายกับเซลล์ของสิ่งมีชีวิต เช่น เติบโตได้ เพิ่มจำนวนโดยการแตกหน่อได้และมีกระบวนการเมแทบอลิซึมเกิดขึ้น

นักวิทยาศาสตร์สันนิษฐานว่าเซลล์เริ่มแรกคือ เซลล์พวกโพรคาริโอต เช่น เซลล์แบคทีเรีย และน่าจะดำรงชีวิตแบบไม่ใช้ออกซิเจน ส่วนเซลล์พวกยูคาริโอต เกิดจากการยีนของเยื่อหุ้มเซลล์เข้าไปห่อหุ้มสารพันธุกรรมไว้และพัฒนาเป็นนิวเคลียสแล้วเยื่อบางส่วนพัฒนาเป็นเอนโดพลาสมิกเรติคูลัมล้อมรอบนิวเคลียสอยู่ ส่วนไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์เชื่อว่าเป็นเซลล์โพรคาริโอตขนาดเล็กที่เข้าไปอยู่ในเซลล์โพรคาริโอตขนาดใหญ่จนกลายเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์ไป



การจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร

รูปที่ 23 - 7 แผนภาพแสดงกลุ่มสิ่งมีชีวิต 5 อาณาจักร

23.3.2 วิวัฒนาการของพืช

วิวัฒนาการของพืชเริ่มเมื่อประมาณ 500 ล้านปีมาแล้ว โดยเริ่มวิวัฒนาการจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียว ซึ่งเป็นที่ยอมรับว่าเป็นบรรพบุรุษของพืชชั้นสูงในปัจจุบัน เมื่อประมาณ 430 ล้านปีมาแล้ว ในมหายุคพาเลโอโซอิกพืชมีวิวัฒนาการจากการอยู่ในน้ำทะเลและมหาสมุทรขึ้นมาบนบก พืชได้เปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะภายนอกและลักษณะภายในเพื่อให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมบนบก ได้แก่ มีระบบรากมีระบบท่อลำเลียงน้ำและอาหาร ผนังเซลล์มีสารคิวทินเคลือบป้องกันการระเหยของน้ำ พืชมีท่อลำเลียงพวกแรกเริ่มมีลักษณะคล้ายพืชในดิวิชันไซโลไฟตา คือ มีลำต้นเหนือดินและลำต้นใต้ดินชนิดโรโซม ไม่มีราก แต่มีโรซอยด์ทำหน้าที่แทนราก ไม่มีใบ การแตกกิ่งของลำต้นเป็นแบบ 2 แฉก เมื่อเจริญเต็มที่สร้างอับสปอร์ที่ปลายกิ่ง

ระหว่างยุคดิโวเนียนของมหายุคพาเลโอโซอิกพืชได้วิวัฒนาการจากพืชมีท่อลำเลียงแรกเริ่ม และมีสปอร์ที่มีลักษณะเหมือนกันและขนาดเท่ากัน (homosporous) เป็นพืชมีท่อลำเลียงที่มีสปอร์ 2 ชนิด (heterosporous) คือ **เมกาสปอร์** (megaspore) ซึ่งเจริญเป็นต้นสร้างอวัยวะเพศเมีย (female gametophyte) และ **ไมโครสปอร์** (microspore) ซึ่งเจริญเป็นต้นสร้างอวัยวะเพศผู้ (male gametophyte) การมีสปอร์สองชนิดนี้นำไปสู่การสืบพันธุ์โดยใช้เมล็ดของพืชดอกในปัจจุบัน พืชมีการเจริญสูงสุดในยุคดิโวเนียน (360 ล้านปีมาแล้ว) ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของพืชมีท่อลำเลียงชั้นต่ำในปัจจุบัน (บรรพบุรุษของไซโลดัม ไลโคไฟเดียม อิกวิเซตัม และเฟิน) ซึ่งชอบอากาศชุ่มชื้น และอยู่กันหนาแน่นเป็นป่า (carboniferous forest) ต่อมาพืชเหล่านี้ตายทับถมเป็นเวลาหลายร้อยล้านปีได้กลายเป็นถ่านหินในปัจจุบัน



รูปที่ 23 - 8 แผนภาพแสดงวิวัฒนาการพืช

โลกช่วง 200 ล้านปีต่อมา มีบรรยากาศที่แห้งแล้ง พืชมีท่อลำเลียงชั้นต่ำสูญพันธุ์จำนวนมาก และมีวิวัฒนาการของพืชชนิดใหม่เกิดในยุคเพอร์เมียน คือ พืชพวกจิมโนสเปิร์มหรือพืชมีเมล็ดที่ไม่มีเครื่องห่อหุ้ม ซึ่งชอบอากาศเย็นและแห้งแล้ง พืชพวกนี้เกิดตอนปลายมหายุคพาเลโอโซอิก และมีความเจริญสูงสุดเกือบตลอดมหายุคมีโซโซอิก ต่อมาหลังมหายุคมีโซโซอิก คือ ยุคครีทาเซียส มีการเปลี่ยนแปลงของผิวโลก พืช มีดอกเริ่มกำเนิดขึ้นมา พืชมีดอกสามารถเจริญในสิ่งแวดล้อมเกือบทุกชนิด มีการแพร่พันธุ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขยายพันธุ์ได้รวดเร็วและสามารถแทนที่พืชมีเมล็ดที่ไม่มีเครื่องห่อหุ้มซึ่งเจริญช้าได้ ปัจจุบันพืชมีดอกมีประมาณ 275,000 สปีชีส์มีจำนวนมากที่สุดไดโนเสาร์

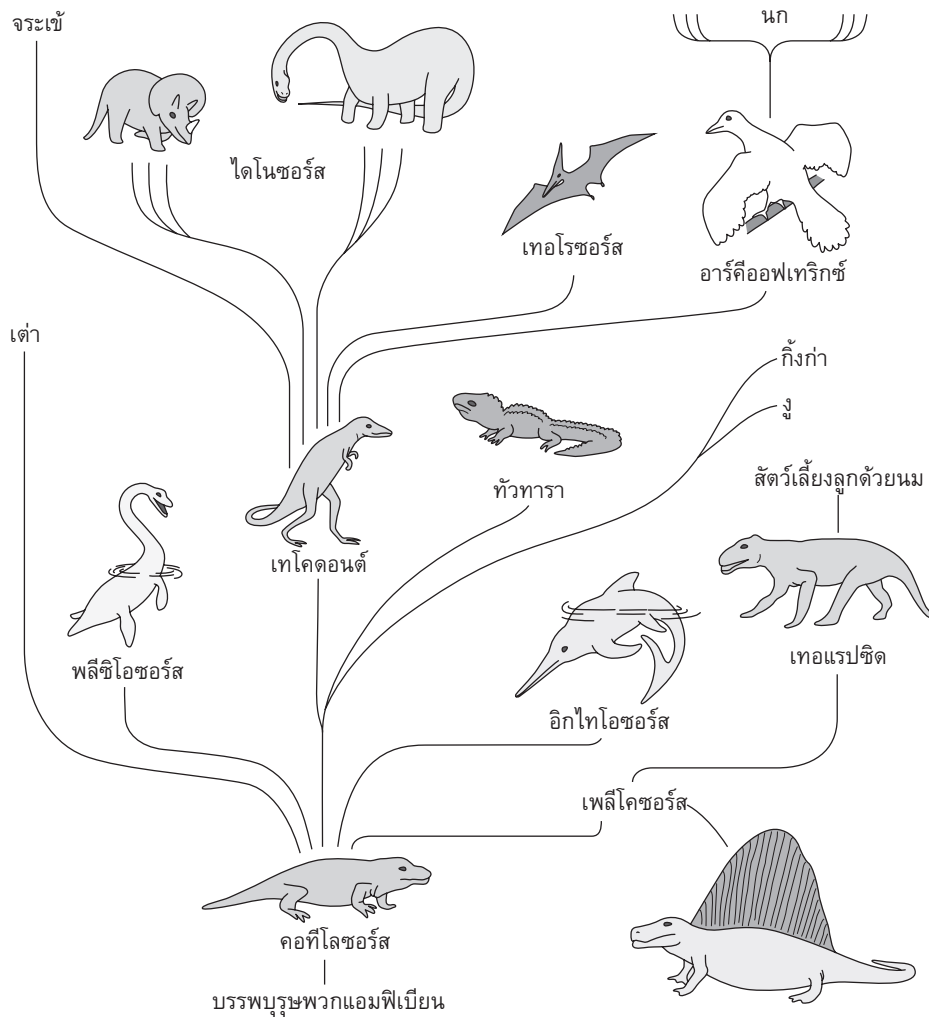
23.3.3 วิวัฒนาการของสัตว์

จากการศึกษาหลักฐานซากสิ่งมีชีวิตของสัตว์ทางกายภาพเปรียบเทียบ และการเจริญของเอ็มบริโอสรุปว่า สัตว์หลายเซลล์พวกแรกที่เกิดขึ้นเมื่อ 700 ล้านปีมาแล้ว ในยุคก่อนแคมเบรียน คือ พวกเมทาซัวที่อยู่ใต้ทะเลลึก ต่อมายุคแคมเบรียนมีวิวัฒนาการเป็นสัตว์ 2 จำพวก ซึ่งแบ่งตามชนิดของซีลอม (coelom) คือ เมทาเมอรัส (metamerous) ซึ่งซีลอมแบ่งเป็นช่องเล็ก ๆ จำนวนมากคล้ายไส้เดือนดิน และสามารถฝังตัวในพื้นใต้ทะเลและมหาสมุทรได้ดี และพวกโอลิโกเมอรัส (oligomerous) ซึ่งมีซีลอมแบ่งเป็น 2 – 3 ช่อง ส่วนหัวมีหนวดใช้จับอาหารกิน ส่วนท้ายมีกล้ามเนื้อใช้ขุดรูอยู่ใต้พื้นมหาสมุทร ต่อมาอีก 150 ล้านปี สัตว์มีโครงสร้างแข็งได้เกิดขึ้น พวกที่มาจากบรรพบุรุษพวกโอลิโกเมอรัส มีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ป้องกันส่วนร่างกายที่ใช้หาอาหาร ส่วนพวกที่มาจากบรรพบุรุษพวกเมทาเมอรัสมีโครงสร้างเป็นเปลือกแข็งหุ้มอยู่ภายนอกและมียางค์ ได้แก่ พวกอาร์โทรพอด



รูปที่ 23 - 9 แผนภาพแสดงวิวัฒนาการสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

เมื่อบรรยากาศของโลกเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา เช่นมีแก๊สออกซิเจนมากขึ้น วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตได้ดำเนินไปอย่างรวดเร็วทำให้เกิดสิ่งมีชีวิตต่างๆ เช่น สัตว์มีกระดูกสันหลังเริ่มแรก ได้แก่ ปลาที่ไม่มีขากรรไกร ซึ่งเกิดในยุคออร์โดวิเซียนและอยู่จนถึงตอนกลางมหายุคพาเลโอโซอิก จึงสูญพันธุ์เกือบหมด ส่วนปลาที่มีขากรรไกรเกิดในยุคดีโวเนียนและเป็นบรรพบุรุษของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบก สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกในระยะแรกมีขนาดใหญ่อาศัยในสิ่งแวดล้อมต่างๆ กัน แต่บรรพบุรุษของสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกในปัจจุบันมีขนาดเล็กกว่า อาศัยริมน้ำทำให้ไม่มีการแข่งขันเรื่องอาหารกับพวกที่มีกระดูกสันหลังที่เกิดในระยะต่อมา



รูปที่ 23 - 10 แผนภาพแสดงวิวัฒนาการของสัตว์เลื้อยคลาน

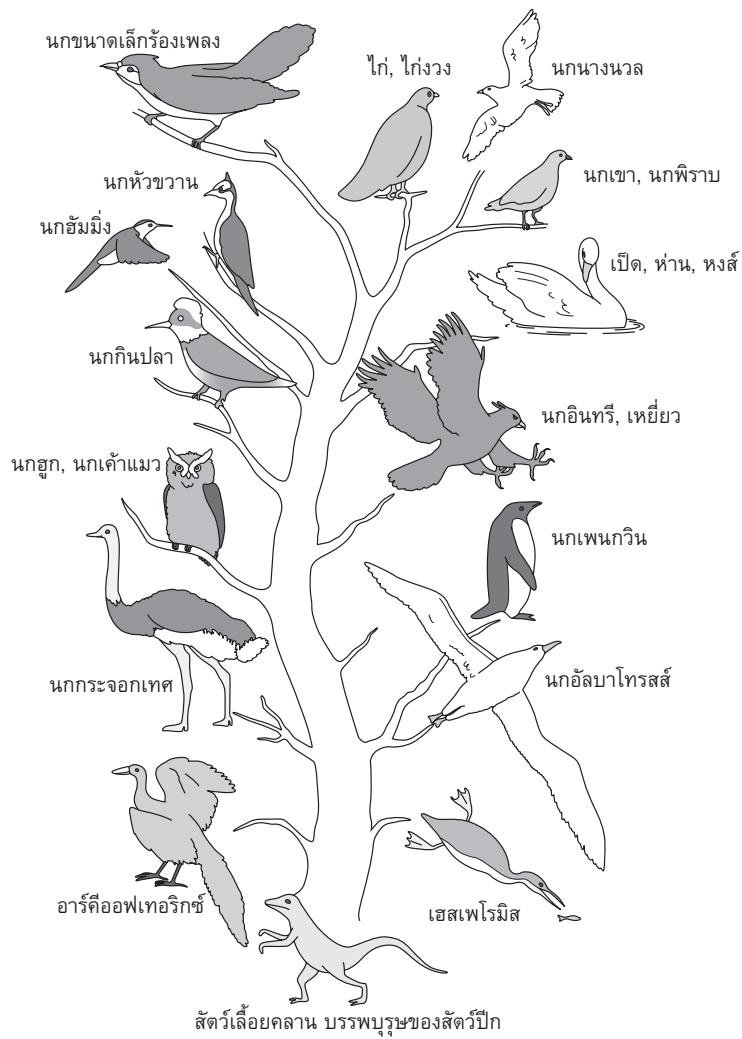
สัตว์เลื้อยคลานวิวัฒนาการจากสัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกแรกเริ่ม แต่อาศัยบนบกเพราะมีไข่ที่สามารถเจริญได้บนบก สัตว์เลื้อยคลานสามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็วจึงแทนที่สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกที่มีขนาดใหญ่ได้ และได้หมดไปในยุคไทรแอสสิกของมหายุคมีโซโซอิก สัตว์เลื้อยคลานมีวิวัฒนาการเจริญสูงสุดในยุคจูแรสสิก ได้แก่ ไดโนเสาร์ มีความเจริญนาน 150 ล้านปี และได้สูญพันธุ์ในยุคครีตาเซียสเมื่อประมาณ 65 ล้านปีมาแล้ว โดยไม่ทราบสาเหตุการสูญพันธุ์ที่แน่ชัด



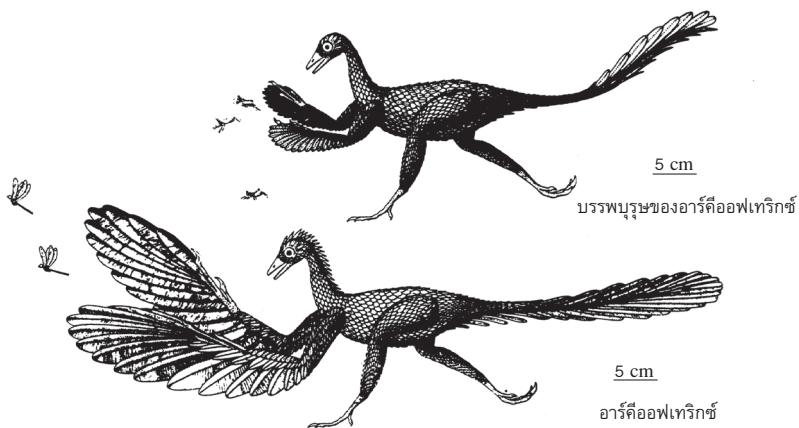
สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลื้อยคลานพวกหนึ่งเกิดขึ้นพร้อมๆ กับพวกไดโนเสาร์ สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมแรกเริ่มเป็นพวกสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมออกไข่ ต่อมาวิวัฒนาการเป็นสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมออกลูกเป็นตัว ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมมีรกในปัจจุบัน

มหายุค (Era)	ยุค (Period)	จำนวนล้านปีมาแล้ว	กลุ่มสิ่งมีชีวิต
ก่อนแคมเบรียน (precambrian)		700	แบคทีเรียเริ่มแรก
		600	เมทาซัวเริ่มแรก ซากโครงร่างสัตว์เริ่มแรก
พาเลโอโซอิก (paleozoic)	แคมเบรียน (cambrian)	600	สาหร่ายเริ่มแรก สัตว์มีโนโตคอร์ด
		550	ปลาเริ่มแรก
	ออร์โดวิเชียน (ordovician)	500	ปลาไม่มีขากรรไกร
	ไซลูเรียน (silurian)	425	พืชมีท่อลำเลียงเริ่มแรก
	ดีโวเนียน (devonian)	405	ปลามีขากรรไกร สัตว์ครึ่งน้ำครึ่งบกเริ่มแรก
	คาร์บอนิเฟอรัส (carboniferous)	300	พืชมีท่อลำเลียงชั้นต่ำ สัตว์เลื้อยคลานเริ่มแรก
	เพอร์เมียน (permian)	280	พืชพวกจิมโนสเปิร์มเริ่มแรก แมลงเริ่มแรก สัตว์เลื้อยคลานแพร่กระจาย
มีโซโซอิก (mesozoic)	ไทรแอสสิก (triassic)	230	ไดโนเสาร์เริ่มแรก สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมเริ่มแรก
	จูแรสสิก (jurassic)	180	ไดโนเสาร์เจริญมาก
	ครีตาเชียส (cretaceous)	135	นกที่มีฟัน (นกเริ่มแรก) ปรงสนและพืชดอกมีอยู่ทั่วไป ไดโนเสาร์เริ่มสูญพันธุ์ นกมีฟันเริ่มสูญพันธุ์ เกิดนกปัจจุบัน สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนมปัจจุบัน
ซีโนโซอิก (cenozoic)	เทอร์เชียรี (tertiary)	63	การแพร่กระจายของสัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนม เริ่มมีฟันฉี่ลิงที่คล้ายมนุษย์
		12	พืชดอกเจริญขึ้นมากมีพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเกิดขึ้น บรรพบุรุษมนุษย์เกิดขึ้น
	ควาเทอร์นารี (quaternary)	1 ปัจจุบัน	สัตว์เลื้อยลูกด้วยน้ำนม พืชดอกเจริญมาก ไม้เนื้อแข็งลดปริมาณลง แต่มีพืชล้มลุกมาก สมัยของมนุษย์ชาติ

ตารางที่ 23 - 2 ตารางแสดงยุคต่างๆ ของโลกแสดงระยะเวลาและสิ่งมีชีวิตในแต่ละยุค

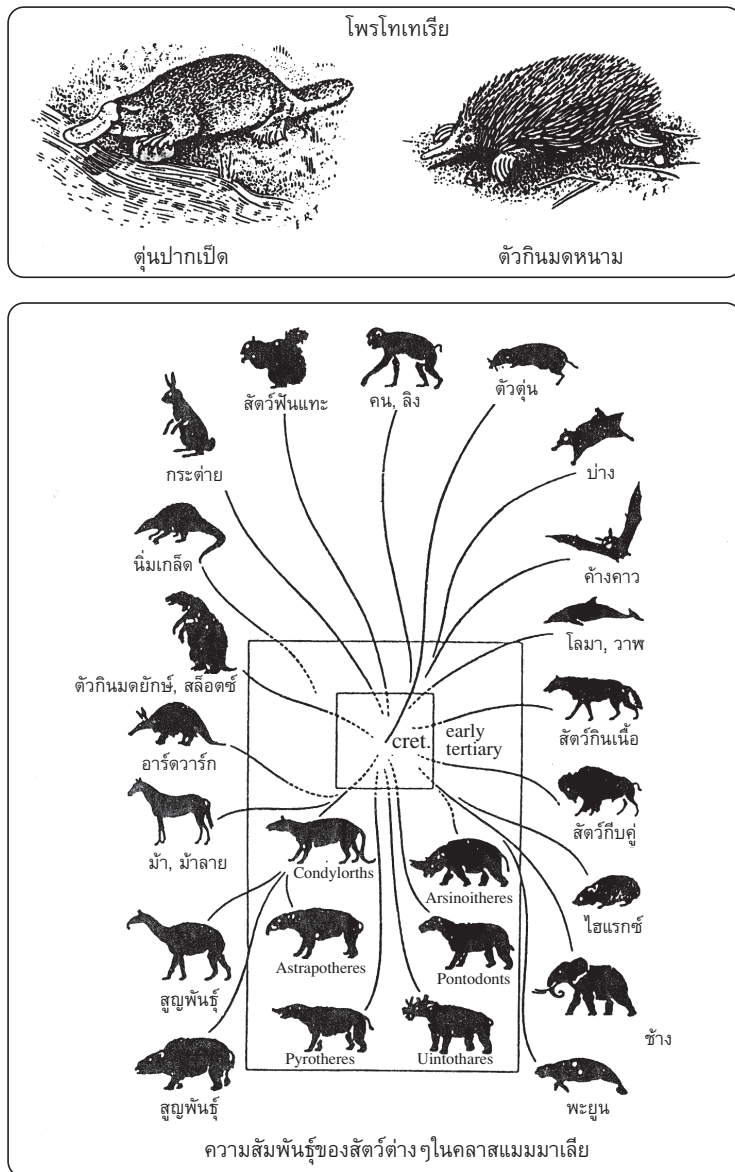


รูปที่ 23 - 11 แสดงวิวัฒนาการของนกชนิดต่างๆ ที่มีบรรพบุรุษเป็นสัตว์เลื้อยคลาน



รูปที่ 23 - 12 แสดงวิวัฒนาการของสัตว์เลื้อยคลานคล้ายนกโบราณอาร์คีโอพเทริกซ์

นักวิชาการได้จัดมนุษย์ไว้ในออร์เดอร์ไพรเมต ซึ่งมีวิวัฒนาการแยกออกจากออร์เดอร์อินเซ็คติวอรา (insectivora) ไพรเมตเป็นสัตว์ที่มี 5 นิ้วมีเล็บแบนซึ่งแตกต่างจากเล็บของสัตว์อื่น นิ้วหัวแม่มือและหัวแม่เท้าฝังงอเข้าอุ้งมือและอุ้งเท้าได้ เหมาะแก่การจับวัตถุหรือห้อยโหน สัตว์เลี้ยงลูกนอกจากเป็นบรรพบุรุษของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมแล้ว ยังเป็นบรรพบุรุษของสัตว์พวกนกด้วย จากการศึกษาทางกายวิภาคเปรียบเทียบและหลักฐานซากสิ่งมีชีวิตสามารถพิสูจน์ได้ว่า นักโบราณชื่อ อาร์คีออปเทริกซ์ (Archaeopteryx) ซึ่งเป็นบรรพบุรุษของนกมีวิวัฒนาการมาจากสัตว์เลี้ยงลูกในอดีต



รูปที่ 23 - 14 แสดงวิวัฒนาการของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมจากยุคต่างๆ ในอดีต จนถึงยุคปัจจุบันซึ่งยังคงเหลืออยู่ (บน) ต้นปากเปิดและตัวกินนม (ล่าง) สัตว์ออร์เดอร์ต่างๆ ในคลาสแมมมาเลีย

23.4 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ก่อนที่จะมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้น สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่ศึกษาได้ก็คือ สิ่งมีชีวิตที่เห็นได้ด้วยตาเปล่าเท่านั้น จึงได้แบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 2 อาณาจักร คือ

1. **อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae)** ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีคลอโรพิลล์สร้างอาหารได้เองหรือไม่มีคลอโรพิลล์ก็ได้ แต่จะไม่มีลักษณะที่เป็นสัตว์ คือ แบคทีเรีย สาหร่าย รา มอส เฟิน สน พืชดอก

2. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่ไม่มีคลอโรพิลล์สร้างอาหารเองไม่ได้ต้องอาศัยอาหารจากพืชและสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยตัวเอง คือ สัตว์เซลล์เดียว ฟองน้ำ ซีเลนเทอเรต ตลอดไปจนถึงพวกสัตว์ชั้นสูงต่าง ๆ

ต่อมาเมื่อมีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้นทำให้พบสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมากมายบางชนิดมีลักษณะเป็นพืช บางชนิดมีลักษณะเป็นสัตว์ บางชนิดมีลักษณะเป็นทั้งพืชและสัตว์ ทำให้ยุ่งยากต่อการจำแนกมาก เช่น ยูกลีนา (Euglena) คลามัยโดโมแนส (Chlamydomonas) วอลวอกซ์ (Volvox)

ลักษณะที่เป็นสัตว์ คือ มีแฟลเจลลัมช่วยในการเคลื่อนที่มีอวัยวะรับแสง (eye spot) และมีอวัยวะขับถ่าย (contractile vacuole)

ลักษณะที่เป็นพืช คือมีคลอโรพิลล์และสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงและสร้างอาหารได้เอง มีอาหารสะสมพวกแป้ง (starch) และไพรีนอยด์ (pyrenoid)

ดังนั้นสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ นักสัตววิทยา (zoologist) ก็จัดไว้ในพวกแฟลเจลเลต (flagellate) ซึ่งเป็นสัตว์กลุ่มหนึ่งในไฟลัมโพรโทซัว และพวกนักพฤกษศาสตร์ (botanist) ก็จัดไว้ในพวกสาหร่าย โดยจัดยูกลีนาไว้ในดิวิชัน ยูกลีนาไฟตา ส่วนคลามัยโดโมแนสและวอลวอกซ์จัดไว้ในดิวิชันคลอโรไฟตา เป็นต้น

เฮคเคิล (Haeckel : ค.ศ. 1834-1919, พ.ศ. 2377-2462) เป็นผู้แก้ปัญหาดังกล่าวโดยจัดจุลินทรีย์ต่าง ๆ ไว้ในอาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) โดยแยกออกมาจากอาณาจักรพืชและอาณาจักรสัตว์ทำให้แบ่งสิ่งมีชีวิตออกได้เป็น 3 อาณาจักรคือ

1. อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างเป็นแบบง่าย ๆ เช่น เป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ในกรณีของสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เซลล์จะไม่มีการรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ เซลล์แต่ละเซลล์จะมีลักษณะของสิ่งมีชีวิตอย่างครบถ้วน (fertile cell) ได้แก่ พวกสาหร่าย แบคทีเรีย เห็ดรา ราเมือก โพรโทซัว

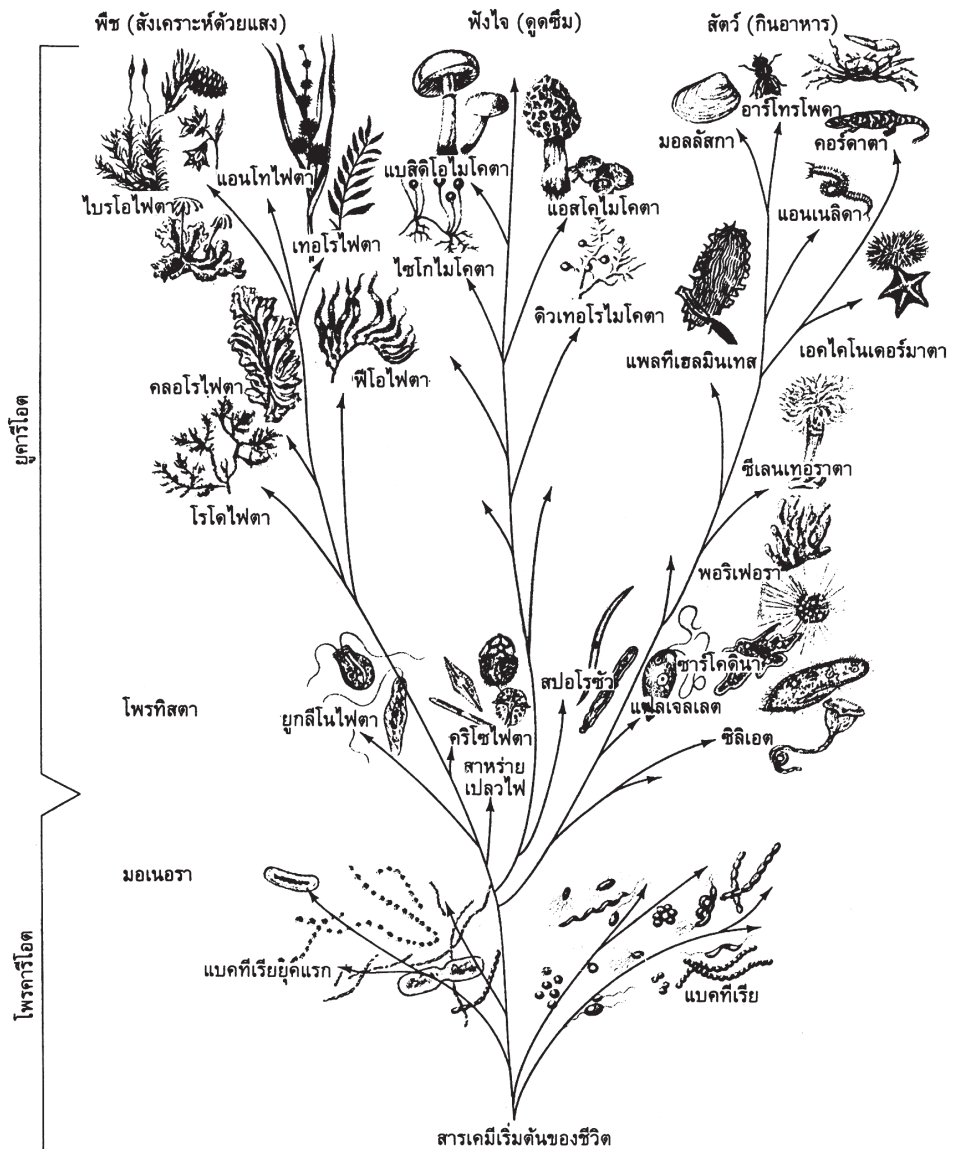
2. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae หรือ Kingdom Metaphyta) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีหลายเซลล์ เซลล์บางเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างและรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ มีคลอโรพิลล์สร้างอาหารเองได้ และมักเคลื่อนที่ไม่ได้เอง เช่น มอส ลิเวอร์เวิร์ต เฟิน ตลอดไปจนถึงพืชมีดอกทั้งหลาย

3. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia หรือ Kingdom Metazoa) ได้แก่ พวกสิ่งมีชีวิตที่มีหลายเซลล์ และเซลล์มีการรวมกันเป็นเนื้อเยื่อ ไม่มีคลอโรพิลล์และมักเคลื่อนที่ได้เอง เช่น ฟองน้ำ ซีเลนเทอเรตไปจนถึงสัตว์มีกระดูกสันหลัง

โคปแลนด์ (Copeland) ได้แบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 4 อาณาจักร โดยแยกแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินออกจากอาณาจักรโพรทิสตา มาตั้งเป็นอาณาจักรใหม่คือ **อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera)** เนื่องจากแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีเซลล์เป็นแบบโพรคาริโอต (procaryote) ซึ่งหมายถึงเซลล์ที่ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ดังนั้น 4 อาณาจักรของโคปแลนด์ก็คือ

1. อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์เป็นแบบโพรคาริโอต คือ แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

2. อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) มีเซลล์เป็นแบบยูคาริโอต ได้แก่ สาหร่ายอื่นๆ (ยกเว้นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) เห็ดรา ราเมือก โพรโทซัว



รูปที่ 23 - 15 อาณาจักรของสิ่งมีชีวิตตามแบบของวิทเทเคอร์ (5 อาณาจักร)

3. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) ได้แก่ พวกพืชทั้งหลาย ตั้งแต่มอส จนถึงพืชมีดอก

4. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) ได้แก่ พวกสัตว์หลายเซลล์ทั้งหลายตั้งแต่ฟองน้ำจนถึงสัตว์มีกระดูกสันหลัง

วิทเทเคอร์ (Whittaker : ค.ศ. 1969 หรือ พ.ศ.2512) ได้แยกเห็ดราออกจากอาณาจักรโพรทิสตาแล้วตั้งเป็นอาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi) ดังนั้นวิทเทเคอร์จึงแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร คือ

1. อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera)
2. อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)
3. อาณาจักรฟังไจ (Kingdom Fungi)
4. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae)
5. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia)

จากการแบ่งที่ผ่านมามีพบว่าไวรัส (virus) และไวรอยด์ (viroid) ไม่ได้จัดไว้ในอาณาจักรใดเลยทั้ง ๆ ที่ไวรัสและไวรอยด์ก็มีคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตครบคือ สามารถสืบพันธุ์และทวีจำนวนได้ ดังนั้น นักวิทยาศาสตร์บางคนจึงจัดไวรัสและไวรอยด์ไว้ในอีกอาณาจักรหนึ่งคือ อาณาจักรไวรัส (Kingdom Vira) ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายนี้จะยึดตามวิธีการแบ่งของวิทเทเคอร์ คือ แบ่งออกเป็น 5 อาณาจักร

ข้อควรทราบเพิ่มเติม

นักวิทยาศาสตร์ได้นำข้อมูลการวิเคราะห์ลำดับเบสบน DNA ทำให้แบ่งสิ่งมีชีวิตออกได้เป็น 3 โดเมน (Domain) ตามสายวิวัฒนาการคือ

1. โดเมนแบคทีเรีย คือ แบคทีเรียทั่วไปและไซยาโนแบคทีเรีย
2. โดเมนอาร์เคีย คือ แบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทนและชอบเค็มจัดและพวกที่ชอบอุณหภูมิสูงและเป็นกรดจัด
3. โดเมนยูคารีเรีย ได้แก่ พวกโพรทิสต์ พืช และสัตว์

23.4.1 อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera)

สิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในอาณาจักรมอเนอรา คือ สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์แบบโพรคาริโอต (prokaryotic cell) คือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสหุ้มสารพันธุกรรม ไม่มีออร์แกเนลล์ที่มีเมมเบรนหุ้ม ไม่มีโปรตีนฮิสโตน (histone) ที่ DNA (สารพันธุกรรม) และผนังเซลล์เป็นสารพวกเพปทิโดไกลแคน (peptidoglycan) ซึ่งเป็นสารพวกคาร์โบไฮเดรตและกรดอะมิโนโดยไม่เป็นเซลล์ลอยอย่างในสาหร่ายและพืช อาณาจักรมอเนอราแบ่งออกเป็น 2 ไฟลัม คือ

1. ไฟลัมชิโซไมโคไฟตา (Phylum Schizomycophyta)

ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า แบคทีเรีย (bacteria) มีลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. ขนาดแบคทีเรีย มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 – 5 ไมโครเมตร หรือ 0.001 - 0.005 มิลลิเมตร

2. รูปร่างของแบคทีเรีย มี 3 ลักษณะ คือ

2.1 พวกรูปร่างกลม เรียกว่า คอคคัส (coccus) ซึ่งอาจเป็นทรงกลมรูปไข่ หรือยาวรี หรืออาจพบลักษณะกลมแบน เมื่อเซลล์แบ่งตัว เซลล์ที่ได้ใหม่ยังคงติดอยู่กับเซลล์เก่าไม่แยกออกจึงทำให้เกิดการเรียงตัวเป็นหลายแบบ คือ

- เป็นคู่ เรียกว่า ไดโพลคอคไค (diplococci)
- เป็นสาย เรียกว่า สเตรปโตคอคไค (streptococci)
- เป็นรูปสี่เหลี่ยมติดกันสี่เซลล์ เรียกว่า เททราด (tetrad)
- เป็นรูปลูกบาศก์แปดเซลล์ เรียกว่า ซาร์ซินา (sarcina)
- เป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น (grape – like clusters) เรียกว่า สแตฟิโลคอคไค (staphylococci)

2.2 พวกรูปร่างแท่งเรียวยาว เรียกว่า บาซิลลัส (bacillus) บางชนิดอาจมีรูปร่างเป็นแท่งสั้นปลายมนเรียกว่า พวงคอคโคบาซิลลัส (coccobacillus) เช่น เชื้อโรคแอนแทรกซ์ (*Bacillus anthracis*)

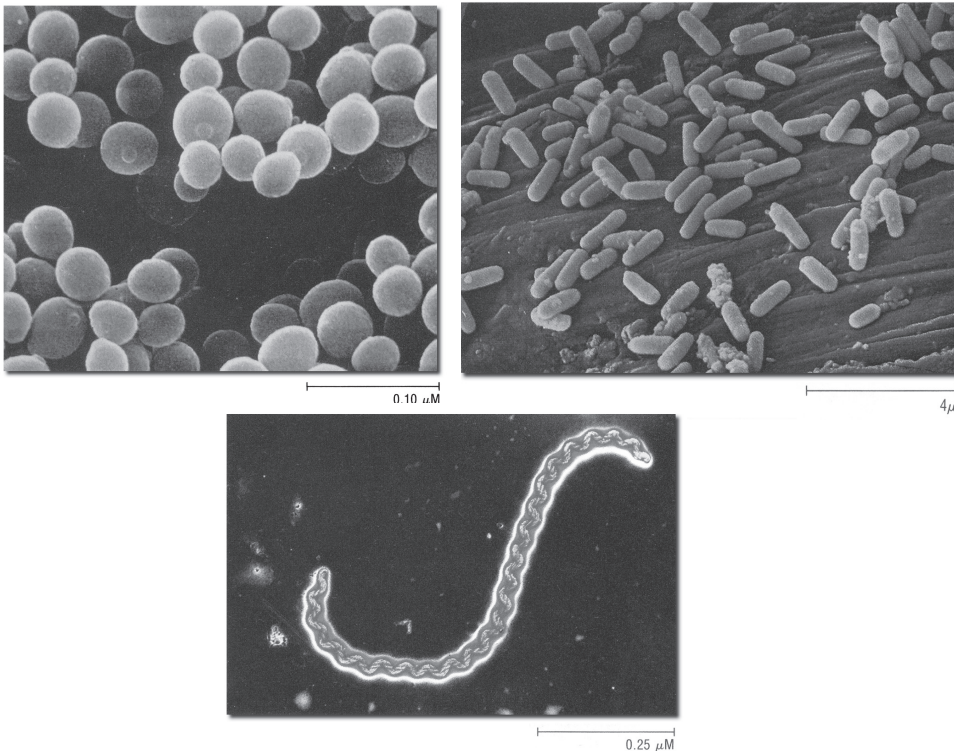
2.3 รูปร่างเกลียว เรียกว่า สไปริลลัม (spirillum) เช่น เชื้อโรคซิฟิลิส (*Treponema palidum*)

3. **ผนังเซลล์ (cell wall)** ของแบคทีเรียเป็นสารที่เรียกว่า **เพปติโดไกลแคน (peptidoglycan)** ซึ่งมีลักษณะเหมือนตาข่าย โดยการเกาะกันของพอลิแซ็กคาไรด์ที่เรียกว่า **เอ็นแอซิดิลกลูโคซามีน (N-acetylglucosamine)** และ **เอ็นแอซิดิลมูรามิกแอซิด (N-acetylmuramic acid)** ซึ่งเป็นส่วนของคาร์โบไฮเดรตกับกรดอะมิโนจึงเรียกว่า **เพปติโดไกลแคน (peptidoglycan)** นอกจากนี้ยังมีไขมันเป็นองค์ประกอบที่ผนังเซลล์แบคทีเรียด้วย จึงทำให้แบคทีเรียคงรูปร่างอยู่ได้และทนต่อแรงดันออสโมติก เมื่ออยู่ในสารละลายที่เข้มข้นน้อยกว่าเซลล์

4. **เยื่อเซลล์ (cell membrane)** เป็นสารพวก ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) และโปรตีนทำหน้าที่ในการคัดเลือกสารเข้าออกเซลล์เช่นเดียวกับเซลล์ทั่วไปแบคทีเรียที่หายใจแบบใช้แก๊สออกซิเจนมีมีโซโซม (mesosome) ซึ่งเป็นส่วนของเซลล์เมมเบรนที่ยื่นเข้าเข้าไปภายในเซลล์ เพิ่มพื้นที่ผิวอาจเป็นรูปร่างเป็นกระเปาะเป็นท่อหรือม้วนงอเป็นแบบกันหอย มีหน้าที่ในการสร้างพลังงานให้แก่แบคทีเรียโดยการหายใจแบบใช้แก๊สออกซิเจน

5. **ไรโบโซม (ribosome)** แบคทีเรียมีไรโบโซมซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างโปรตีนเป็นชนิด 70S ไรโบโซม ซึ่งมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ ประมาณ 40% และ RNA ประมาณ 60%

6. **แฟลเจลลา (flagella)** เป็นส่วนที่ยื่นออกจากเซลล์มีลักษณะคล้ายขนสั้นบ้างยาวบ้าง ทำหน้าที่โบกพัดให้เกิดการเคลื่อนที่แฟลเจลลา อาจมี 1 เส้น 2 เส้น หรือหลายๆ เส้นก็ได้ โดยทั่วไป ทิศทางการเคลื่อนที่ของแบคทีเรียจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียว



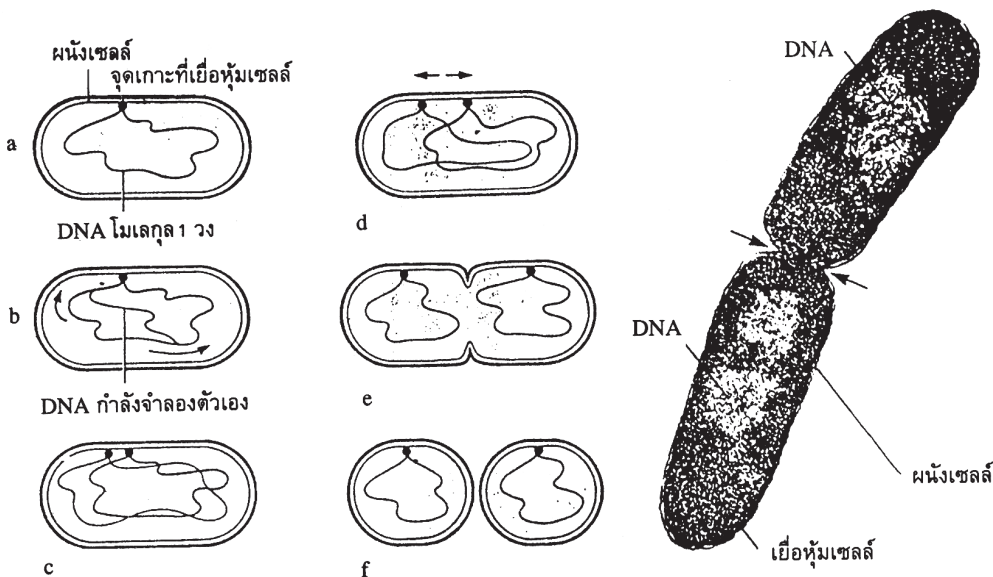
รูปที่ 23 - 16 รูปร่างของแบคทีเรีย

7. **พิลิ** (pili) มีลักษณะคล้ายแฟลเจลลา แต่สั้นและบางกว่า พิลิประกอบด้วยโปรตีน พิลิน (pilin) เรียงตัวต่อกันเป็นท่อน ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสารพันธุกรรม ขณะมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศ

8. **สารพันธุกรรม** (genetic material) แบคทีเรียมีสารพันธุกรรมเป็น DNA สายคู่ที่ไม่มีโปรตีน ฮิสโตนเกาะและมีลักษณะเป็นรูปวงแหวน (circular DNA) เป็น DNA เปลือย (naked DNA)

9. **แคปซูล** (capsule) เป็นส่วนที่อยู่นอกเซลล์ เป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ และพอลิเพปไทด์ แคปซูลทำให้เกิดโรคได้หลายชนิด เช่น โรคปอดบวม โรคแอนแทรกซ์ นอกจากนี้ยังช่วยให้แบคทีเรียทนต่อสภาพแวดล้อม และการทำลายของเซลล์เม็ดเลือดขาวได้ดีขึ้น

10. **สปอร์** (spore) ของแบคทีเรีย เรียกว่า เอ็นโดสปอร์ (endospore) จะสร้างเมื่อสภาวะแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ขาดแคลนอาหาร สปอร์ของแบคทีเรียจะทนทานต่อสภาพต่างๆ ได้ดี เช่น ทนความร้อน ทนสารเคมี ทนความแห้งแล้ง แบคทีเรียจะสร้างสปอร์ได้เพียง 1 สปอร์ ต่อหนึ่งเซลล์ จึงไม่ถือว่าเป็นการสืบพันธุ์ของแบคทีเรีย แต่ถือว่าเป็นการดำรงชีวิมากกว่า แบคทีเรียที่สร้างสปอร์มี 2 จินัส คือ จินัส บาซิลลัส (Bacillus) และจินัสคลอสทริเดียม (Clostridium)



รูปที่ 23 - 17 การสืบพันธุ์โดยการแบ่งตัวแบบ binary fission ของแบคทีเรีย

การศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรีย

1. ศตวรรษที่ 17 ฟรานเชสโก เรดิ (Francesco Redi) เป็นแพทย์ชาวอิตาลีได้อธิบายว่าหนอนมีได้เกิดขึ้นเอง แต่เกิดจากไข่แมลงวัน

2. ศตวรรษที่ 18 ลาซารุ สปาลลาซานิ (Lazaro Spallazani) เป็นนักชีววิทยาอิตาลีได้อธิบายโดยการผสมน้ำข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์และไข่แบ่งออกเป็น 23 ส่วนใส่คนโทแก้วอุดจุกแน่นด้วยสำลี แล้วนำไปแช่ในน้ำร้อนราว 1 ชม. และปล่อยให้เย็นลง ปล่อยให้ทั้งไว้ให้เย็นโดยไม่ปิดปากขวด ก็ไม่มีจุลินทรีย์เกิดขึ้น

3. หลุย ปาสเตอร์ (Louis Pasteur) นักชีววิทยาชาวฝรั่งเศสได้ทดลองนำน้ำที่มีอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ใส่ลงในคนโทปากแคบคล้ายหลอดยาวตัดให้เป็นรูปตัว S แล้ว เอาคนโทตั้งไฟจนเดือดแล้วปล่อยให้เย็นลงเมื่อเวลาผ่านไปหลายเดือนเอาน้ำในคนโทแก้วมาตรวจก็ไม่พบจุลินทรีย์เนื่องจากจุลินทรีย์ในอากาศจะติดอยู่บริเวณปากคนโทที่เป็นรูปตัว S นั้น ไม่ตกลงสู่อาหารด้านล่าง ต่อมาปาสเตอร์ได้พบว่า เหล้าไวน์ที่เปรี้ยว นั้นเกิดจากแบคทีเรียบางชนิดที่สร้างกรดน้ำส้มได้ ปาสเตอร์คิดต่อไปและตั้งสมมติฐานว่า คนและสัตว์ที่เป็นโรคน่าจะเกิดจากเชื้อแบคทีเรียด้วย ต่อมาสมมติฐานนี้ได้รับการสนับสนุนและกลายเป็น “ทฤษฎีเชื้อโรค” (germ theory of disease)

4. โรแบร์ต โคค (Robert Koch) นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ศึกษาโรคแอนแทรกซ์ (anthrax) ในโคและกระบือซึ่งมีผลทำให้คนที่กินสัตว์นี้ตายและเมื่อนำเลือดสัตว์ที่เป็นโรคมานิดเข้าในหมู กระต่าย หนู สัตว์เหล่านี้จะตายด้วยโรคแอนแทรกซ์ภายใน 20 – 30 ชม.

5. ทอมัส เบอเรล (Thomus Burrel) พบว่าโรคใบไหม้ของสาลี่ ก็เกิดจากเชื้อแบคทีเรียและต่อมายังพบอีกว่าโรคหลายชนิด เช่น ปอดบวม วัณโรค โรคเรื้อน บาดทะยัก อหิวาตกโรค คอตีบ ไอกรณ ไทฟอยด์ บิด ก็เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย

ประโยชน์ของแบคทีเรีย ได้แก่

1. ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้เน่าเปื่อยผุพังเป็นอาหารของพืช
2. เป็นตัวการสำคัญในการก่อให้เกิดวัฏจักรของสาร
3. สกัดสารพวกยาปฏิชีวนะ เช่น สเตربتโตไมซิน (streptomycin) ซึ่งสกัดจาก *Streptomyces griseus*
4. ใช้ในอุตสาหกรรม ได้แก่ อุตสาหกรรมหมัก เช่น การหมักนมเปรี้ยว น้ำส้มสายชู
5. ไรโซเบียม (*Rhizobium* sp.) เป็นแบคทีเรียในปมรากถั่วช่วยเพิ่มธาตุไนโตรเจนให้แก่พืช
6. แบคทีเรียหลายชนิดใช้ในการศึกษาทางพันธุกรรม เพราะแบคทีเรียเลี้ยงง่ายและมีอายุและวงจรชีวิตสั้น สืบพันธุ์ได้รวดเร็ว จึงเหมาะสมในการนำมาใช้
7. ใช้ผลิตสารต่าง ๆ เช่น อินซูลิน วัคซีนและผลิตภัณฑ์แบคทีเรียที่มีโปรตีนสูง

โทษของแบคทีเรีย

1. ผลิตสารพิษที่เป็นอันตราย เช่น

1. สแตฟิโลคอคคัส (*staphylococcus*) สารพิษเป็นแบบเอกโซทอกซิน (exotoxin) โดยผลิตออกมาอยู่ในอาหารทำให้เกิดท้องเสีย คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ ปวดท้อง เป็นอย่างมาก แบคทีเรียพวกนี้พบทั่วไปตามผิวหนัง ลำคอ จมูก ทำให้เกิดสิวและเป็นหนอง ชอบอากาศที่อบอุ่นและสภาพความชื้นสูง ทอกซินของแบคทีเรียนี้ทนต่อสภาพความร้อนได้ดี ดังนั้น การรับประทานอาหารที่ทำไว้นาน ๆ จึงเสี่ยงต่อแบคทีเรียชนิดนี้มาก

2. คลอสทริเดียม บอ툴ินัม (*Clostridium botulinum*) เป็นแบคทีเรียที่ไม่ต้องการอากาศ ทำให้สารพวกเซลล์ูโลสเปื่อยตัวแบคทีเรียไม่มีพิษแต่ทอกซินของมันมีพิษร้ายมาก มันสร้างสปอร์ที่ทนความร้อนได้ดี ดังนั้นจึงมักพบมันเจริญอยู่ในอาหารกระป๋องที่ผ่านความร้อนไม่เพียงพอหรือน้อยเกินไป พิษของมันทำให้หายใจไม่สะดวกและเป็นอัมพาตตามแขนขา และจะตายภายใน 24 ชม.