



ชีววิทยา 1

(ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต อาณาจักรมอโนรา แบคทีเรีย พันธุศาสตร์ของแบคทีเรีย อาณาจักรโพรทิสตา อาณาจักรพืช
ยีสต์ อาณาจักรพืช สาหร่าย ไบรโอไฟต์ เทรคิโอไฟต์ ลำต้นและโครงสร้างของลำต้น ราก ใบ ดอก ษ่อดอก ผล เมล็ด)



โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน.

ฉบับปรับปรุงใหม่

ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต (Biodiversity)

เท่าที่ปรากฏมาทั้งในสมัยดึกดำบรรพ์มาจนถึงสมัยปัจจุบัน จะพบว่ามีสิ่งมีชีวิตในโลกนี้นับหลายล้านชนิด มีความหลากหลายทั้งลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและแตกต่างกัน วิธีการหาอาหาร วิธีการสืบพันธุ์ สภาพแวดล้อมที่เจริญเติบโตและวิวัฒนาการที่แตกต่างกัน ในสมัยโบราณมนุษย์เราต้องดิ้นรนต่อสู้กับสภาพแวดล้อมและภัยธรรมชาติเพื่อการดำรงชีวิตอยู่ ต้องมีการหาอาหาร ยารักษาโรค เครื่องนุ่งห่ม และที่อยู่อาศัย เมื่อพบและรู้ถึงคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตใดที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์หรือให้โทษก็จดจำและถ่ายทอดให้ลูกหลานไว้ แต่เนื่องจากมีสิ่งมีชีวิตอยู่มากทั้งเหมือนกันและแตกต่างกันดังกล่าวแล้ว จึงเป็นการเสียความสามารถที่จะจดจำได้ทุกชนิด จึงมีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตขึ้น

การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่มีประโยชน์ดังนี้

1. ทำให้สะดวกในการศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ
2. ทำให้รู้ถึงลักษณะโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่คล้ายคลึงกันหรือต่างกัน
3. ทำให้รู้ถึงความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันของสิ่งมีชีวิต

การศึกษาการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเรียกว่า
อนุกรมวิธาน (Taxonomy)

ประวัติการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต

ประมาณ 350 ปีก่อนคริสต์ศักราช Aristotle นักปรัชญาชาวกรีก รู้จักสิ่งมีชีวิตประมาณ 1,000 ชนิด ได้วางรากฐานในการจัดหมวดหมู่สิ่งมีชีวิตเป็นคนแรก โดยแบ่งพืชออกเป็นไม้ยืนต้น ไม้พุ่ม และไม้ล้มลุก ส่วนสัตว์ได้แบ่งเป็นกลุ่มสัตว์น้ำจัดรวมอยู่ในกลุ่มพวกปลา สัตว์บกแยกเป็นพวกมีเลือดสีแดงและพวกไม่มีเลือดสีแดง ด้วยเหตุนี้ จึงได้รับการขนานนามว่าเป็นบิดาแห่งชีววิทยา

ต่อมาประมาณ 370 - 285 ก่อนคริสต์ศักราช Theophrastus นักปรัชญาชาวกรีกลูกศิษย์ของ Aristotle ได้แบ่งพืชออกเป็นกลุ่ม ๆ เช่น พืชที่มีอายุปีเดียวเรียก แอนนวล (annual) พืชที่มีอายุ 2 ปี เรียก ไบเอนเนียล (biennials) พืชที่มีอายุมากกว่า



ภาพที่ 1.1 Aristotle (ถ่ายภาพ : ศ.กัณดา ศิริพันธุ์)

2 ปี เรียก พีเรเนียล (perenials) และเป็นผู้เขียนหนังสือ **Historia Plantarum**

ต่อมาในสมัยคริสต์ศตวรรษที่ 16 มีการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตและแก้ไขกันจนถึง ค.ศ. 1440 - 1516 **St. Augustine** ได้แบ่งสัตว์ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สัตว์ที่มีประโยชน์ สัตว์ที่ให้โทษและสัตว์ที่ไม่มีประโยชน์และไม่มีโทษ

ค.ศ. 1628 - 1705 **John Ray** นักพฤกษศาสตร์ชาวอังกฤษ ได้แยกพืชดอกออกเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ (dicotyledon) และพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (monocotyledon) และเป็นผู้ใช้คำ **สปีชีส์** เป็นคนแรก

ค.ศ. 1707 - 1778 **Carl Linnaeus** นักชีววิทยาชาวสวีเดน ได้จำแนกพืชดอกออกเป็นหมวดหมู่โดยถือเอาจำนวนเกสรเพศผู้เป็นเกณฑ์ พืชที่มีจำนวนเกสรเพศผู้เท่ากันจัดไว้เป็นพวกเดียวกัน จำนวนเกสรเพศผู้ต่างกันก็จัดไว้ต่างพวกกัน วิธีการนี้ปัจจุบันก็ยังใช้อยู่บ้างและได้เขียนหนังสือชื่อ **Species Plantarum** ใน ค.ศ. 1753 **Linnaeus** ได้จัดสัตว์ต่าง ๆ ออกเป็น 6 กลุ่มด้วยกัน ได้แก่ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง แมลง ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับสัตว์ใน ค.ศ. 1758 ชื่อ **Systema Naturae** นอกจากนั้น **Linnaeus** เป็น

บุคคลแรกที่ตั้งชื่อพืชและสัตว์ เมื่อ ค.ศ. 1758 เรียกชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name) ประกอบด้วยคำสองคำ คำแรกเป็นชื่อ จีนัส (generic name) ส่วนคำที่สองเป็นชื่อระบุนิคมของสิ่งมีชีวิต (specific epithet) การเรียกชื่อสิ่งมีชีวิตโดยใช้ 2 คำเช่นนี้ เรียกว่า **Binomial nomenclature** (Binomial system) ด้วยเหตุนี้ **Linnaeus** จึงได้รับการยกย่องว่า เป็นผู้วางรากฐานวิธีจัดจำพวกพืชและสัตว์



ภาพที่ 1.2 Linnaeus

Haeckel นักชีววิทยาชาวเยอรมันเป็นผู้ใช้คำว่า **ไฟลัม** (Phylum) และ **โปรติสตา** (Protista) **Copeland** เป็นผู้จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 4 อาณาจักร (Kingdom) **R.H. Whittaker** จำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร

หลักเกณฑ์ในการตั้งชื่อวิทยาศาสตร์

1. ชื่อวิทยาศาสตร์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดต้องแยกจากกันอย่างเด่นชัด
2. ชื่อวิทยาศาสตร์ในแต่ละกลุ่มจะมีชื่อที่ถูกต้องเพียงชื่อเดียว ส่วนชื่ออื่น ๆ จัดเป็นชื่อพ้อง
3. ชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเป็นภาษาลาติน ไม่ว่าจะเป็นภาษาใดก็ต้องแปลมาเป็นภาษาลาติน
4. ชื่อจีนัส (สกุล) อักษรตัวแรกของจีนัสให้ใช้อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ ส่วนชื่อ specific epithet ขึ้นต้นด้วยอักษรตัวเล็ก
5. การเขียนชื่อวิทยาศาสตร์ไม่ว่าจะเขียนหรือพิมพ์ต้องเป็นตัวเอน แต่ถ้าเขียนหรือพิมพ์ตัวตรงต้องขีดเส้นใต้ชื่อทั้งสอง เส้นที่ขีดใต้ชื่อทั้งสองนี้ต้องไม่ติดต่อกัน เช่น ต้นหางนกยูงไทย Poinciana pulcherima หรือ Poinciana pulcherima กล้วย Musa rubra ชมพูป่า Syzygium aksornae

6. ผู้ตั้งชื่อวิทยาศาสตร์ต้องเป็นผู้พบคนแรก และตีพิมพ์รายงานไว้ในหนังสือวิชาการที่เชื่อถือได้ ให้เขียนชื่อไว้หลังชื่อวิทยาศาสตร์โดยนำด้วยอักษรตัวใหญ่ ไม่ต้องเขียนตัวเอนหรือขีดเส้นใต้ เช่น *Poinciana pulcherima* Linn. เป็นต้น (Linn. เป็นชื่อย่อของ Linnaeus)

ระบบการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต

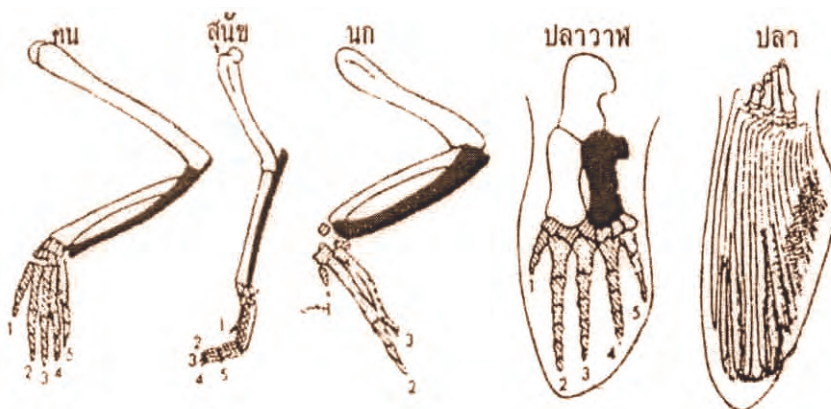
การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตมีหลายระบบ ดังนี้

1. **Artificial system** จัดจำแนกสิ่งมีชีวิตโดยพิจารณาลักษณะภายนอกทั่ว ๆ ไปเท่าที่สังเกตได้ พวกที่มีลักษณะคล้ายกันจัดไว้พวกเดียวกัน พวกที่มีลักษณะต่างก็แยกออกไป ระบบนี้นิยมใช้ในระยะ ค.ศ. 17 - 18
2. **Natural system** จำแนกโดยอาศัยลักษณะธรรมชาติ ลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน พฤติกรรม และนิเวศวิทยา ระบบนี้ใช้ระหว่างกลาง ค.ศ. ที่ 18 - 19
3. **Phylogenetic system** พิจารณาถึงความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต และการสืบบรรพบุรุษร่วมกัน และได้้นำความรู้แผนใหม่ทางชีววิทยาและวิทยาศาสตร์สาขาอื่น ๆ เข้ามาประกอบด้วย ระบบนี้ได้รับความนิยมนำมาใช้จนถึงปัจจุบัน
4. **Modern system** ระบบนี้เป็นการผสมระหว่าง Natural system กับ Phylogenetic system เข้าด้วยกันโดยรวมลักษณะภายนอก ลักษณะภายใน เอมบริโอ ลักษณะของละอองเรณู พันธุกรรม การสืบพันธุ์ ลักษณะทางชีวเคมี เช่น ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารอะไร มีอาหารเก็บไว้ที่ไหน มีรงควัตถุอะไร จำนวนโครโมโซม รวมทั้งสภาวะแวดล้อมของพืชและซากดึกดำบรรพ์ (fossil) มาเป็นเกณฑ์พิจารณา

หลักเกณฑ์การจำแนกสิ่งมีชีวิต

หลักเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต พิจารณาลักษณะสำคัญดังนี้

1. ลักษณะโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ โครงสร้างที่มีต้นกำเนิดเดียวกันแต่ทำหน้าที่ต่างกัน (Homologous structure) เช่น แขนคน ขาสุนัข ปีกนก ครีบบล่าวาฬ ครีบบล่าวาฬต่าง ๆ จะเห็นว่า ครีบบล่าวาฬคล้ายแขนคนมากกว่าครีบบล่าวาฬและโครงสร้างที่มีกำเนิดต่างกันแต่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันหรือคล้ายคลึงกัน (Analogous structure) เช่น ปีกนกกับปีกผีเสื้อ เป็นต้น



ภาพที่ 1.3 โครงกระดูก แขนของคน สุนัข นก ปลาวาฬและปลา จะเห็นว่า ครีบบล่าวาฬต่างจากครีบบล่าวาฬแต่คล้ายของคน

2. แบบแผนการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตตั้งแต่ระยะเริ่มแรกเอมบริโอมีการเจริญคล้ายกันเพียงใด เช่น การเจริญของเอมบริโอของสัตว์มีกระดูกสันหลังจะต้องมีช่องเหงือก (gill slits) ที่บริเวณคอหอย แต่เมื่อเจริญเป็นตัวเต็มวัยแล้วจะปิดไปยกเว้นปลา จึงแตกต่างกันในระยะโตเต็มที่
3. ความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ สิ่งมีชีวิตที่มาจากบรรพบุรุษเดียวกันย่อมมีความสัมพันธ์กันหรืออาจเปรียบเทียบจากซากดึกดำบรรพ์ (fossil)
4. การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การสืบพันธุ์ การดำรงชีพ และพฤติกรรมต่าง ๆ
5. ส่วนประกอบทางชีวเคมีของเซลล์หรือสารที่เซลล์สร้างขึ้น และกระบวนการทางสรีรวิทยาที่คล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกัน

อนุกรมวิธาน (Taxonomy)

การศึกษาเกี่ยวกับการจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตหรือ**อนุกรมวิธาน** ประกอบด้วย

1. **การวิเคราะห์ชนิด (Identification)** คือการวินิจฉัยตัวอย่างที่ได้มาโดยที่ยังไม่ทราบรายละเอียดนำไปเปรียบเทียบกับลักษณะกับสิ่งมีชีวิตที่รู้จักแล้ว วิเคราะห์รายละเอียดว่ามีความคล้ายคลึงกันหรือแตกต่างกันอย่างไร อาจอาศัยข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ เช่น คู่มือ (Manual) หนังสือเกี่ยวกับพืช (Flora) และหนังสือเกี่ยวกับสัตว์ (Fauna) เป็นต้น
2. **การจัดหมวดหมู่ (Classification)** จัดตัวอย่างสิ่งมีชีวิตนั้นให้เข้าหมวดหมู่ให้ถูกต้องและสอดคล้องตามลักษณะที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กันระหว่างหมู่ของสิ่งมีชีวิต และเป็นที่ยอมรับตามหลักอนุกรมวิธานปัจจุบัน
3. **การบัญญัติชื่อ (Nomenclature)** กำหนดตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตที่ได้วิเคราะห์แล้วตามกฎหมายเกณฑ์ ซึ่งกำหนดเป็นระเบียบสากลเรียก **ชื่อวิทยาศาสตร์ (Scientific name)** ซึ่งเป็นชื่อที่ใช้เหมือนกันทั่วโลกในทางวิชาการ นอกจากนี้ ควรมีชื่อท้องถิ่น (native name) และชื่อสามัญ (common name) ของสิ่งมีชีวิตนั้นด้วย

ลำดับหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต (Taxonomic category)

การจัดลำดับหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตเริ่มจัดเป็นกลุ่มใหญ่ก่อน แล้วจึงแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มย่อย ๆ อีกหลายระดับ กลุ่มใหญ่สุดของสิ่งมีชีวิตคือ **อาณาจักร (Kingdom)** กลุ่มย่อยรองลงมาสำหรับพืชเรียก **ดิวิชัน (Division)** สำหรับสัตว์เรียก **ไฟลัม (Phylum)** ในดิวิชันหรือไฟลัมหนึ่ง ๆ แยกออกเป็น**คลาสหลายคลาส (Class)** หรือ**ชั้น** ในแต่ละคลาสแยกออกเป็นหลาย**ออร์เดอร์ (Order)** หรือ**อันดับ** แต่ละออร์เดอร์แยกออกเป็นหลาย**แฟมิลี (Family)** หรือ**วงศ์** ในแต่ละแฟมิลียังแยกออกเป็นหลาย**จีนัส (Genus)** หรือ**สกุล** แต่ละจีนัสแบ่งย่อยออกเป็นหลาย**สปีชีส์ (species)** หรือ**ชนิด**

อาณาจักร (Kingdom)

ดิวิชัน (Division) หรือไฟลัม (Phylum)

คลาส หรือ ชั้น (Class)

ออร์เดอร์หรืออันดับ (Order)

แฟมิลีหรือวงศ์ (Family)

จีนัสหรือสกุล (Genus)

สปีชีส์หรือชนิด (species)

ในระหว่างกลุ่ม อาจมีกลุ่มย่อยอีก เช่น Sub Kingdom, Sub Division เป็นต้น พืชแต่ละสปีชีส์อาจมีลักษณะที่แตกต่างกันเล็กน้อย เรียกว่า พันธุ์ (varieties)

สิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในสปีชีส์ต้องมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทางบรรพบุรุษสามารถสืบพันธุ์กันได้ลูกที่ได้จะต้องไม่เป็นหมัน มีโครงสร้างและหน้าที่เหมือนกัน เช่น คนทุกชาติในโลกจัดอยู่ในสปีชีส์เดียวกันคือ *Homo sapiens* เพราะมีโครงสร้างของอวัยวะและหน้าที่เหมือนกัน ผสมพันธุ์กันได้ลูกที่ไม่เป็นหมัน เป็นต้น สิ่งมีชีวิตหลาย ๆ สปีชีส์ที่มีลักษณะสำคัญคล้ายคลึงกันจัดอยู่ใน **จิ้นส์หรือสกุลเดียวกัน** หลาย ๆ จิ้นส์ถ้ามีลักษณะคล้ายคลึงกันมากจัดอยู่ใน **แฟมิลีหรือวงศ์** หลาย ๆ แฟมิลีต่างก็มีลักษณะคล้ายกันจัดเป็น **ออร์เดอร์หรืออันดับ** หลาย ๆ ออร์เดอร์มีลักษณะคล้ายกันจัดเป็น **คลาสหรือชั้น** หลาย ๆ คลาสมีลักษณะคล้ายกันจัดเป็น **ดิวิชันหรือไฟลัม**

อาณาจักรของสิ่งมีชีวิต

ความคิดเกี่ยวกับการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตนั้นมีหลายแบบอย่าง เริ่มแรกมีการจัดแบ่งสิ่งมีชีวิตออกเป็นเพียง 2 อาณาจักรเท่านั้น คือ อาณาจักรพืชและอาณาจักรสัตว์ ต่อมาพบว่าสิ่งมีชีวิตบางชนิดไม่สามารถจัดไว้ในอาณาจักรใดอาณาจักรหนึ่งได้ Kimball จึงจัดเป็น 3 อาณาจักร คือ

1. อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างแบบง่าย ๆ เซลล์เป็นพวกโพรคาริโอติกเซลล์ (Prokaryotic cell) ทั้งนี้เซลล์จะไม่รวมกันเป็นเนื้อเยื่อ เช่น แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

2. อาณาจักรพืช (Kingdom Plant) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตที่มีเซลล์แบบยูคาริโอต (Eukaryotic cell) หลายเซลล์ เซลล์รวมกันเป็นเนื้อเยื่อทำหน้าที่เฉพาะอย่าง ได้แก่ มอส ลิเวอร์เวิร์ต ไลโคพอดียม เฟิร์น สนและพืชดอก

3. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ เซลล์รวมกันเป็นเนื้อเยื่อทำหน้าที่เฉพาะ ไม่มีคลอโรพิลล์สร้างอาหารเองไม่ได้ เคลื่อนที่ได้ เช่น แมลง แมงกะพรุน ฟองน้ำ รวมทั้งสัตว์มีกระดูกสันหลังด้วย

ค.ศ. 1962 ความรู้ทางชีววิทยาสูงขึ้น Weisz จึงจัดจำแนกเป็น 4 อาณาจักร ได้แก่

1. อาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera)
2. อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)
3. อาณาจักรเมทาไฟตา (Kingdom Metaphyta)
4. อาณาจักรเมทาซัว (Kingdom Metazoa)

Weisz ได้แยกเอาแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งมีนิวเคลียสแบบโพรคาริโอตออกจากโพรทิสตา โดยยกให้เป็นอีกอาณาจักรหนึ่งคือ อาณาจักรมอเนอรา

ในเวลาต่อมาได้มีการจำแนกพืชออกหลายระบบต่าง ๆ กัน เช่น ใน ค.ศ. 1839 - 1887 August Wilhelm Eichler ได้แบ่งพืชออกเป็น 2 พวก คือ พืชไร้ดอก และ พืชมีดอก ค.ศ. 1942 Oswald Tippo แบ่งพืชเป็น 2 อาณาจักรย่อย 12 ดิวิชัน ในปัจจุบันได้ใช้ความรู้ในเรื่องวิวัฒนาการและความสัมพันธ์ทางธรรมชาติรวมทั้งได้มีการค้นพบใหม่ ๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ดังนั้นใน ค.ศ. 1969 R.H. Whittaker จึงจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร โดยแยกเอรา (Fungi) ออกมาเป็นอีกอาณาจักรหนึ่ง ดังนี้

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

สรุปการจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักรของ Whittaker

อาณาจักร	สิ่งมีชีวิต
มอเนอรา (Monera)	โพรแคริโอติกเซลล์, เซลล์เดียว หรือกลุ่มเซลล์ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยวิธีการแบ่งเซลล์ (fission) หรือการแตกหน่อ (budding) ได้แก่ แบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน
โพรทิสตา (Protista)	เซลล์เดียว, หลายเซลล์ ยูแคริโอติกเซลล์ หลายชนิดเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลเจลลัม (flagellum) ได้แก่ Euglenophyta, Chrysophyta, Pyrrophyta, Protozoans, Slime molds
ฟังไจ (Fungi)	เซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ ยูแคริโอติกเซลล์ นิวเคลียส กลุ่มใยรา (mycelium) มีผนังกัน ไม่มีคลอโรพลาสต์ ไม่มีรงควัตถุสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์มีทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ ได้แก่ Chytrids, water molds, bread molds, sac fungi, club fungi
พืช (Plantae)	หลายเซลล์ ยูแคริโอตที่มีพลาสทิด (Plastids) ส่วนใหญ่ไม่เคลื่อนที่ได้ ได้แก่ สาหร่ายหลายเซลล์ ลิเวอร์เวิร์ต (Liverwort) ฮอว์นเวิร์ต (Hornwort) มอสส์ (Mosses) พืชมีท่อลำเลียง (vascular plants)
สัตว์ (Animalia)	หลายเซลล์ ยูแคริโอติกเซลล์ ไม่มีผนังเซลล์ (cell wall) ไม่มีพลาสทิด (plastids) และรงควัตถุสังเคราะห์ด้วยแสง การสืบพันธุ์ส่วนใหญ่เป็นแบบมีเพศ

อาณาจักรมอเนรา (Kingdom Monera)

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีโครงสร้างง่าย ๆ ไม่ซับซ้อน อาจมีเซลล์เดียวหรือประกอบด้วยหลายเซลล์ก็ได้ แต่ยังไม่รวมเป็นเนื้อเยื่อ เซลล์ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส สารที่ทำหน้าที่เป็นนิวเคลียส ได้แก่กรดนิวคลีอิกประกอบด้วย DNA และ RNA กระจายอยู่ภายในไซโทพลาซึม เรียกเซลล์ชนิดนี้ว่าโพรแคริโอติกเซลล์ (prokaryotic cell) ไม่มีออร์แกเนลล์ (organelle) ที่มีระบบเยื่อบาง ๆ หุ้ม ภายในเซลล์มีไรโบโซมขนาดเล็ก 70S ไม่มีระยะเอ็มบริโอ บางชนิดสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ แต่คลอโรฟิลล์ไม่ได้อยู่ภายในคลอโรพลาสต์ การแบ่งนิวเคลียสไม่ซับซ้อน สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้แบ่งได้ 2 ดิวิชัน ดังนี้

1. Division Schizophyta : แบคทีเรีย
2. Division Cyanophyta หรือ Cyanobacteria : สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

Division Schizophyta

แบคทีเรีย (Bacteria)

จัดอยู่ใน Division Schizophyta Class Schizomycetes เซลล์เป็นแบบโพรแคริโอติกเซลล์ที่อยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่เป็นกลุ่ม บางชนิดเรียงตัวเป็นสาย เซลล์มีขนาดเล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยทั่วไปยาว 2 – 10 ไมโครเมตร กว้าง 0.2 – 2.0 ไมโครเมตร ผนังเซลล์ประกอบด้วย peptidoglycan ดำรงชีวิตอยู่ด้วยการย่อยสลายอาหารที่อยู่ล้อมรอบ โดยเปลี่ยนสารอินทรีย์ให้เป็นสารอนินทรีย์ที่พืชนำไปใช้หมุนเวียนในระบบนิเวศน์ มีจำนวนมากกว่า 1,700 ชนิด มีทั้งคุณประโยชน์และโทษที่ทำให้คุณประโยชน์เช่นทำให้เกิดการสลายตัวของสารอินทรีย์ใช้ในการหมักดองต่างๆ พวกที่ให้โทษเช่น ทำให้เกิดโรคแก่คน พืช และสัตว์ (ดูรายละเอียดในบทที่ 3 แบคทีเรีย)

Division Cyanophyta

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae)

สิ่งมีชีวิตในดิวิชัน Cyanophyta ได้แก่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue-green algae) หรืออาจใช้ว่า Cyanophytes หรือ Cyanobacteria สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นสิ่งมีชีวิตพวกโพรแคริโอต (prokaryote) เช่นเดียวกับแบคทีเรีย มีขนาดเล็ก พบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด คู คลอง บึง ในน้ำทะเล บ่อน้ำร้อน บนดิน เปลือกไม้ ใบไม้ที่ขึ้นและทั่วไป สาหร่ายพวกนี้แตกต่างจากแบคทีเรียซึ่งอยู่ในอาณาจักรเดียวกันโดยมี คลอโรฟิลล์ เอ สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ จากการศึกษาค้นคว้าซากดึกดำบรรพ์ (fossil) และหลักฐานอื่นๆประกอบพบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอาจเป็นสิ่งมีชีวิตพวกแรกที่เกิดขึ้นในโลกและเป็นผู้ผลิตออกซิเจนให้แก่บรรยากาศ (Bold และ Wynne, 1978)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอาจเป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรือเป็นสายหรือเป็นกลุ่ม บางชนิดที่เป็นสายอาจแตกแขนงได้ รังควาญไม่ได้อยู่ในพลาสทิด (plastid) แต่กระจายอยู่ภายในไซโทพลาซึม ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส บางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้

โครงสร้างของเซลล์

1. ผนังเซลล์ (cell wall) ผนังเซลล์ประกอบด้วยสาร peptidoglycan คล้ายคลึงกับผนังเซลล์ของแบคทีเรียชนิดแกรมลบ ภายนอกมีสารเมือกหุ้มอยู่เรียก ซีท (sheath) มีความหนาบางต่างกัน ซีทอาจใสไม่มีสีหรืออาจมีสีต่างๆได้ จากการมีซีทนี้ทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สามารถดูดซึมน้ำและทนต่อสภาพแห้งแล้งได้

2. ไซโทพลาซึม (cytoplasm) ถัดจากผนังเซลล์เข้าไปภายในมีเยื่อบางๆ เรียก ' เยื่อหุ้มเซลล์ ' (plasma membrane) หุ้มไซโทพลาซึมไว้ ไซโทพลาซึมส่วนที่อยู่ใกล้ผนังเซลล์มีรงควัตถุ กระจายอยู่มากเรียก ไซโทพลาซึมส่วนนี้ว่า ' โครโมพลาซึม ' (chromoplasm) ไซโทพลาซึมส่วนภายใน เรียก ' เซนโทรพลาซึม ' (centroplasm) มีส่วนที่คล้ายนิวเคลียสประกอบด้วยกรดนิวคลีอิก ดีเอ็นเอ (DNA) กระจายอยู่โดยไม่มีผนังหุ้ม

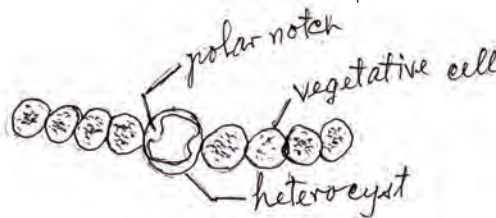
3. รงควัตถุ (pigment) ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ เอ เบตา-แคโรทีน แซนโทฟิลล์ ไฟโคบิลิน [ประกอบด้วยไฟโคไซยานิน (phycocyanin) และไฟโคอีริทริน (phycoerythrin)] รงควัตถุเหล่านี้ไม่ได้อยู่ในพลาสทิด แต่กระจายอยู่ภายในไซโทพลาซึม

4. อาหารสะสม (reserved food) เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งคือ cyanophycean starch (เมื่อทำปฏิกิริยากับไอโอดีนจะได้สีน้ำตาลปนแดงแทนที่จะได้สีน้ำเงิน) มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไป

5. ไม่มีแฟลเจลลัม (flagellum)

6. แก๊สแวกิวโอล (gas vacuole) มีลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆกระจายอยู่ทั่วไปในโครโมพลาซึม โดยทั่วไปมีรูปร่างไม่แน่นอน ทำให้สาหร่ายลอยขึ้นมาที่ผิวน้ำเมื่อได้รับแสง

7. เฮเทอโรซิสต์ (heterocyst) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่มีลักษณะเป็นสายบางชนิดมีเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ผนังหนา ภายในเซลล์มีลักษณะใส เป็นสีเหลืองจางๆ เกิดที่ปลายข้างใดข้างหนึ่ง หรือทั้งสองข้างของสาย หรือระหว่างเซลล์ภายในสาย เช่น Anabana , Nostoc , Rivularia , Calotrix เป็นต้น เข้าใจว่าเฮเทอโรซิสต์ ทำหน้าที่ช่วยตรึงไนโตรเจนจากอากาศ และสร้างสปอร์ อาจเป็น จุดอ่อนที่ทำให้เกิดการขาดท่อนของสายเซลล์ได้



8. อะคิเน็ต (akinete) เซลล์มีผนังหนา ภายในมีอาหารสะสมพวกแป้งและโปรตีน มักอยู่ติดกับเฮเทอโรซิสต์ ช่วยสร้างสปอร์

9. การสืบพันธุ์ (reproduction) พบแต่การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น ไม่พบการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศพวกเซลล์เดี่ยวหรือกลุ่มเซลล์อาจเกิดการแบ่งเซลล์ จาก 1 เป็น 2 และทวีคูณเรื่อยไป พวกที่เป็นสาย มีการขาดท่อน (fragmentation) ส่วนที่ขาดออก สามารถเจริญเป็นสายเซลล์ใหม่ได้ บางชนิดอาจสร้างอะคิเน็ตและสปอร์

ประโยชน์และโทษของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

1. เป็นผู้ผลิตอาหารโดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มออกซิเจนให้แก่ระบบนิเวศน์ โดยเฉพาะในแหล่งน้ำ

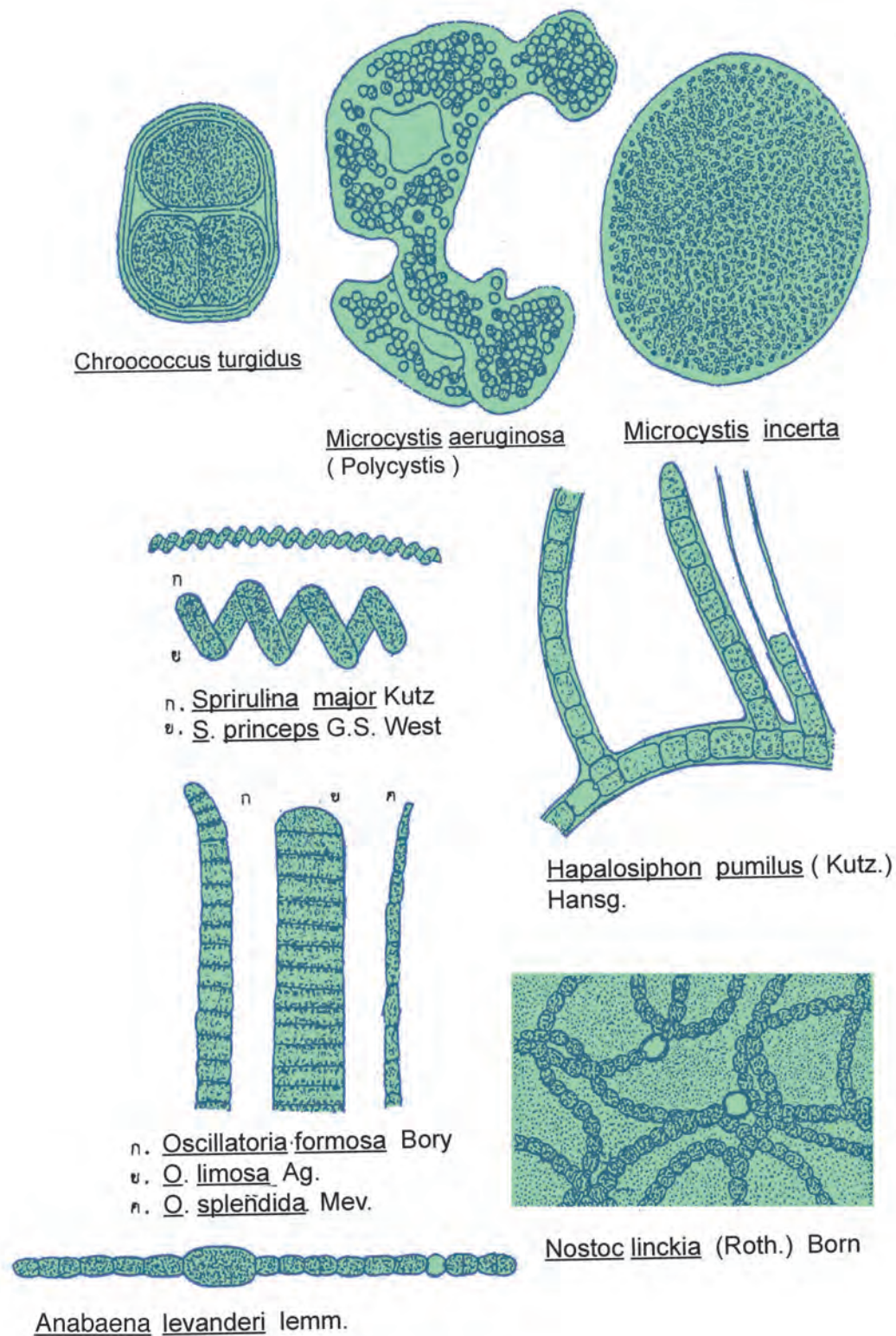
2. เป็นอาหารของปลาและสิ่งมีชีวิตอื่นๆในน้ำ ซึ่งสิ่งเหล่านั้นก็กลับกลายมาเป็นอาหารของคนต่อไป

3. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล Spirulina มีโปรตีนสูง 55-65 % ของน้ำหนักแห้ง นำมาเป็นอาหารเสริมของคนได้ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Nostoc commune ผลิตไวตามินบีเป็นอาหารปลาที่สำคัญ ประเทศฟิลิปปินส์ยังนิยมนำมาเป็นอาหารได้

4. บางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศ เป็นการเพิ่มไนโตรเจนให้ดิน

5. ทำให้เกิดมลภาวะในน้ำ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด เช่น Microcystis ถ้าเจริญมากเกินไปทำให้น้ำเสีย เกิดกลิ่นเหม็น ขาดออกซิเจน อุดรเหงือกปลา ปลาตายได้ และมีสารพิษต่อสัตว์เลี้ยงที่มากินน้ำนั้น

6. สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่อยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น ไลเคน พืชพวก bryophytes จินโนสเปิร์ม แหนแดง เป็นต้น



ภาพ 2.1 สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (จาก Smith, 1950)

แบคทีเรียและอาร์เคียแบคทีเรีย (Bacteria and Archaeabacteria)

โดยทั่วไป แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวขนาดเล็กมากมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีการเจริญเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเป็นสองโดยวิธีที่เรียกว่า binary fission แบคทีเรียจัดเป็นจุลินทรีย์ (microorganisms, microbes) ชนิดหนึ่งในอาณาจักร Monera หรือ Prokaryotae ลักษณะโครงสร้างของเซลล์จัดอยู่ในกลุ่ม prokaryotic cell และเมื่อเปรียบเทียบกับ eukaryotic cell จะเป็นโครงสร้างที่ไม่สลับซับซ้อน โครงสร้างของแบคทีเรียจัดเป็น typical prokaryotic cell

การจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิตบนพื้นฐานความแตกต่างของเซลล์จัดเป็น 3 domains (three domains system) โดยแบคทีเรียจัดอยู่ใน 2 domains คือ bacteria และ archaea (archaeabacteria) ซึ่งเป็น prokaryotic cells อีก 1 domain เป็นกลุ่มของ eukaryotic cells ทั้งหมด (ภาพที่ 3.1) โดยมีข้อแตกต่างกันดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบข้อแตกต่างของ 3 domains ที่อยู่ใน prokaryotic และ eukaryotic cells

Property	Prokaryotes		Eukaryotes
	Bacteria	Archaea	Eukarya
1. Organization of genetic material			
- การมีเยื่อหุ้มนิวเคลียส	ไม่มี	ไม่มี	มี
	(ไม่เรียก นิวเคลียส, เรียก nucleoid)		
- โปรตีน histones ที่ DNA	ไม่มี	บางชนิด	มี
- โครโมโซม	ส่วนใหญ่เป็น one circular ds DNA chromosome (ยกเว้นบางชนิด)		มีมากกว่าหนึ่งและเป็น linear chromosome
- พลาสมิด (plasmids)	มี, circular และ linear ds DNA (พบเป็นเรื่องปกติ)	มี, circular ds DNA (พบเป็นเรื่องปกติ)	พบในบางชนิด (น้อย)
- intron ในยีน	พบน้อยมาก	พบน้อยมาก	มี
- นิวคลีโอลัส (nucleolus)	ไม่มี	ไม่มี	มี
2. ไมโทคอนเดรีย (mitochondria)	ไม่มี	ไม่มี	มี
3. คลอโรพลาสต์ (chloroplasts)	ไม่มี	ไม่มี	มี

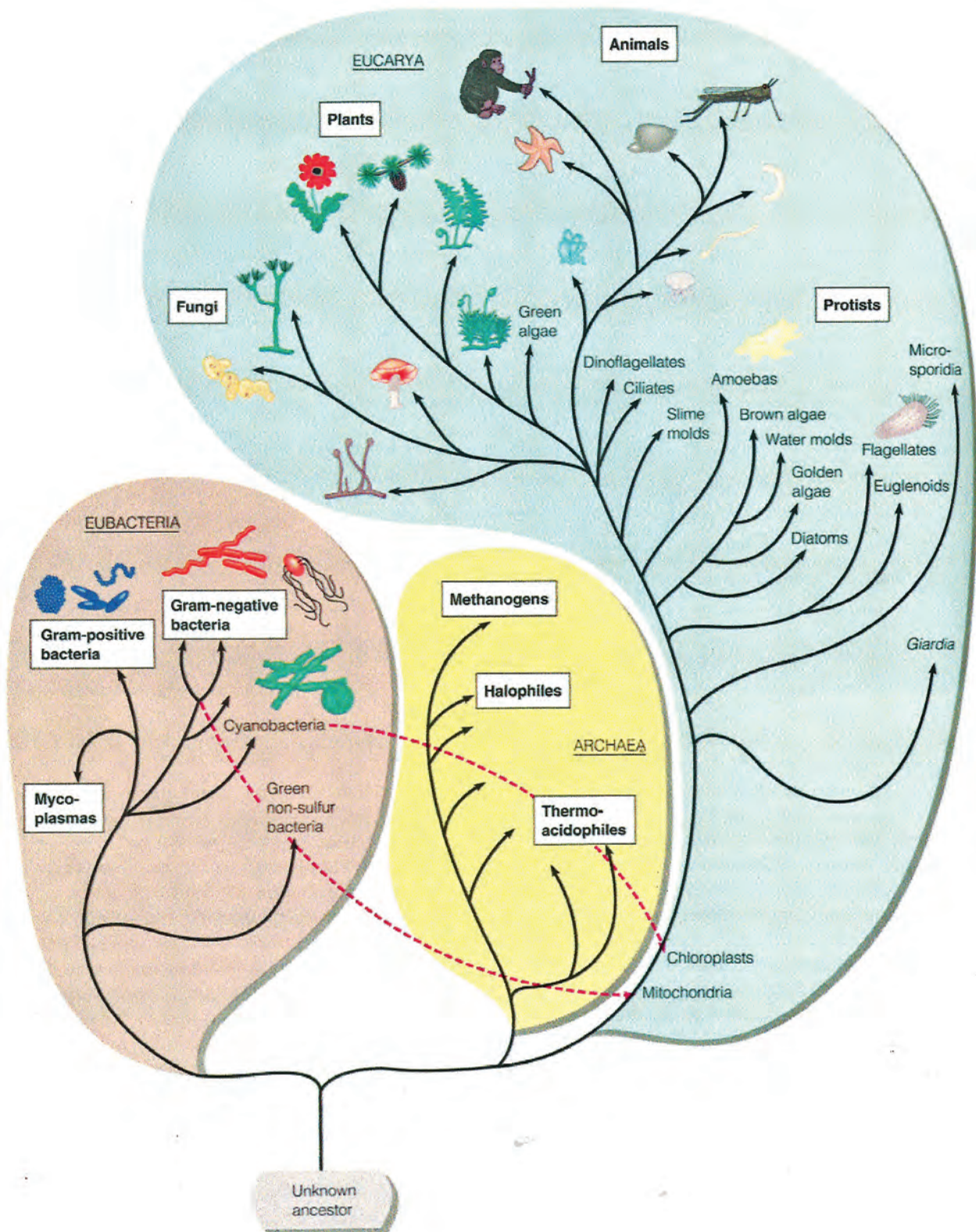
ตารางที่ 3.1 (ต่อ) เปรียบเทียบข้อแตกต่างของ 3 domains ที่อยู่ใน prokaryotic และ eukaryotic cells

Property	Prokaryotes		Eukaryotes
	Bacteria	Archaea	Eukarya
4. ไขมันที่เยื่อหุ้มเซลล์	Phospholipids และ hopanoids เชื่อมต่อกันด้วย ester linkage (บางชนิดมี sterols)	เป็นชนิด glycerol diethers และ diglycerol tetraethers (บางชนิดมี sterols)	Phospholipids และ sterols เชื่อมต่อกันด้วย ester linkage
5. แฟลกเจลลา (flagella)	ขนาดเล็กมากๆ (submicroscopic size) ประกอบด้วย protein fiber		ขนาดเล็ก (microscopic size) ส่วนใหญ่ประกอบด้วย 20 microtubules ในรูปแบบ 9+2
6. เอนโดพลาสมิก เรติคูลัม (endoplasmic reticulum)	ไม่มี	ไม่มี	มี
7. กอลจิ แอปพาราตัส (golgi apparatus)	ไม่มี	ไม่มี	มี
8. ผนังเซลล์มีชั้น peptidoglycan	มี	ไม่มี	ไม่มี
9. ขนาดของไรโบโซม (ribosome)	70S	70S	80S
10. ไลโซโซม (lysosome)	ไม่มี	ไม่มี	มี
11. ไซโทสคิลลิตัน (cytoskeleton)	มี, แต่เป็นโครงสร้างพื้นฐานแบบง่ายๆ (พบในบางชนิด)		มี
12. gas vacuoles	มี	มี	ไม่มี

รูปร่าง (shape) การเรียงตัว (cell arrangement) และขนาด (size) ของแบคทีเรีย

1. รูปร่างของแบคทีเรีย

รูปร่างพื้นฐานทั่วไปของแบคทีเรียมี 3 แบบ (ภาพที่ 3.2, ภาพที่ 3.3 และ ภาพที่ 3.4) ได้แก่ รูปร่างกลม (spherical หรือ coccus) รูปร่างท่อน (rod หรือ bacillus) รูปร่างเกลียว (spiral) มี 3 ลักษณะ คือ อาจเป็นท่อนโค้ง (curve หรือ vibrio) หรือครึ่งเกลียว ลักษณะเป็นเกลียวห่างๆ (spirillum) และลักษณะเป็นเกลียวถี่ๆ จำนวนมาก เรียกว่า spirochete



ภาพที่ 3.1 แสดงการจำแนกสิ่งมีชีวิตแบบ Three-domain system

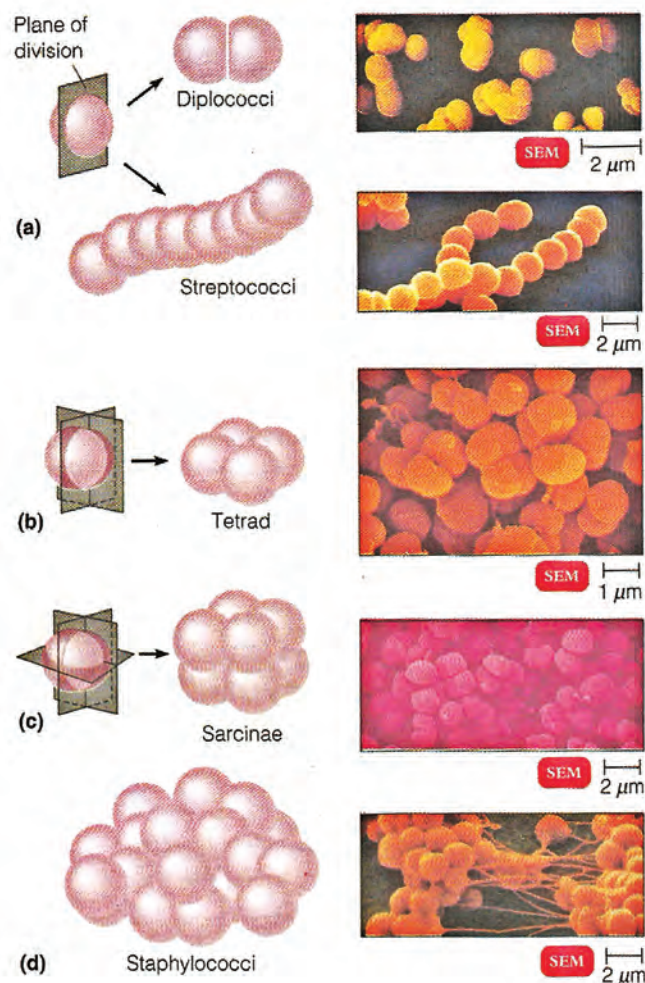
ที่มา : Tortora, G. J., B. R. Funke and C. L. Case. Microbiology, An Introduction 7th edition. 2001.

นอกจากรูปร่างพื้นฐานทั้ง 3 แบบ แบคทีเรียบางชนิด อาจมีรูปร่างไม่แน่นอน (pleomorphic bacteria) บางชนิดอาจเปลี่ยนรูปร่างตามสภาพแวดล้อม แบคทีเรียบางชนิดอาจมีรูปร่างเป็นเส้นสาย (filament) เรียกว่า filamentous bacteria (ภาพที่ 3.5) นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียอีกกลุ่มหนึ่งที่เรียกว่า budding bacteria ซึ่งสามารถเจริญเพิ่มจำนวนโดยวิธี budding (ภาพที่ 3.6) แบคทีเรียบางชนิดอาจมีการสร้างเส้นใย (hypha) และสปอร์คล้ายรา ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่ม แอคติโนมัยซีต (actinomycetes) ดังแสดงในภาพที่ 3.7

2. การเรียงตัวของเซลล์

การเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรียส่วนใหญ่จะพบในแบคทีเรียรูปร่างกลม และรูปท่อน (ภาพที่ 3.2 และ 3.3)

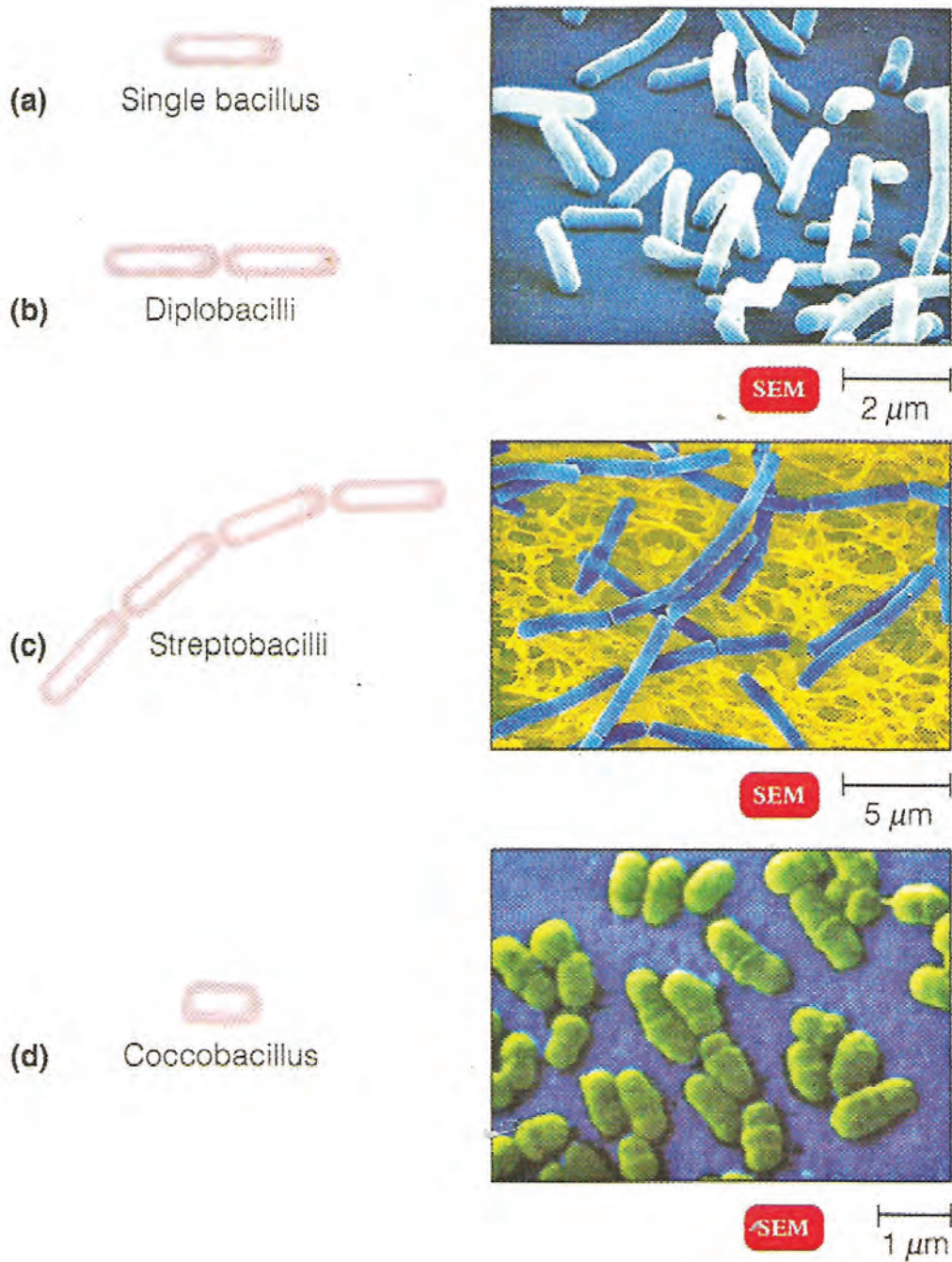
แบคทีเรียรูปร่างกลมที่อยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ เรียกว่า micrococci อยู่เป็นคู่เรียกว่า diplococci อยู่เป็นสายเรียกว่า streptococci ถ้าเรียงเซลล์เป็นกลุ่มเรียก staphylococci เรียง 4 เซลล์ เรียก tetrad เรียง 8 เซลล์ เรียก sarcinae สำหรับแบคทีเรียรูปร่างท่อน ถ้าอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ เรียก single bacillus การเรียงตัวเป็นคู่เรียกว่า diplobacilli และถ้าอยู่เป็นสายเรียกว่า streptobacilli



ภาพที่ 3.2 แบคทีเรียรูปร่างกลม (cocci) และการเรียงตัวของเซลล์

- อยู่เป็นคู่ (diplococci) หรือต่อ เป็นสาย (streptococci)
- เรียงสี่เรียกว่า tetrad
- เรียงแปดเรียกว่า sarcinae
- อยู่เป็นกลุ่มเรียกว่า staphylococci

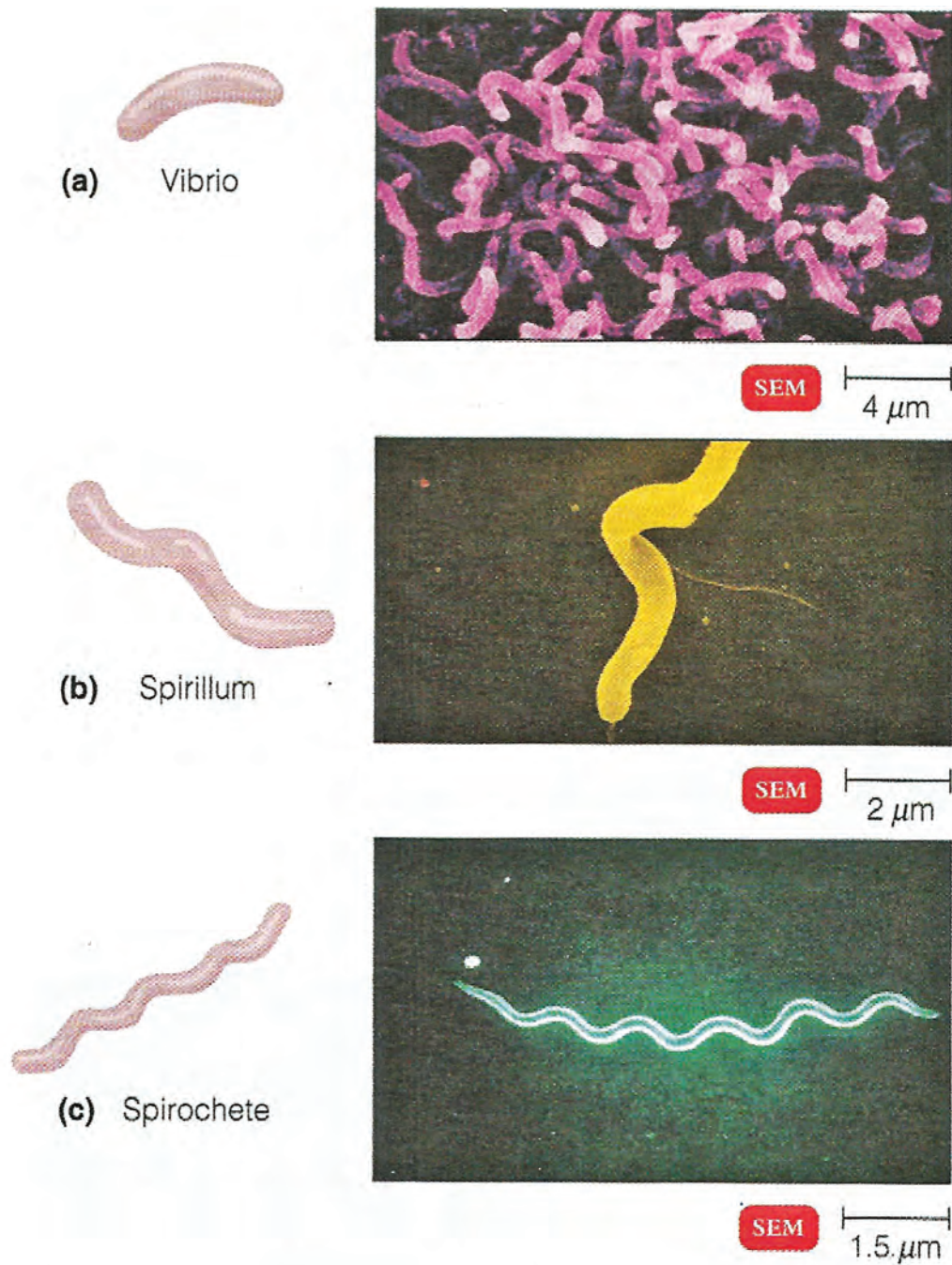
ที่มา : Tortora, G. J., B. R. Funke and C. L. Case. Microbiology, An Introduction. 7th edition. 2001.



ภาพที่ 3.3 แบคทีเรียรูปร่างท่อน (bacilli, rod) และการเรียงตัวของเซลล์

- เป็นท่อนอยู่เดี่ยวๆ (single bacillus)
- อยู่เป็นคู่เรียก diplobacilli
- ต่อเป็นสายยาวเรียก streptobacilli
- รูปร่างกึ่งกลมกึ่งท่อน เรียก coccobacillus

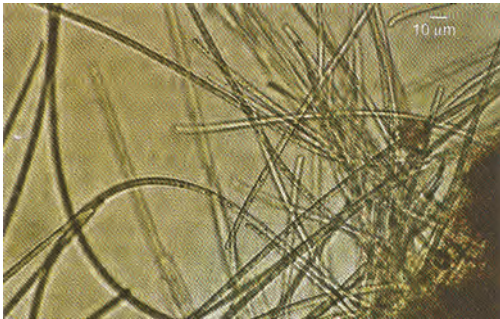
ที่มา : Tortora, G. J., B. R. Funke and C. L. Case. Microbiology, An Introduction. 7th edition. 2001.



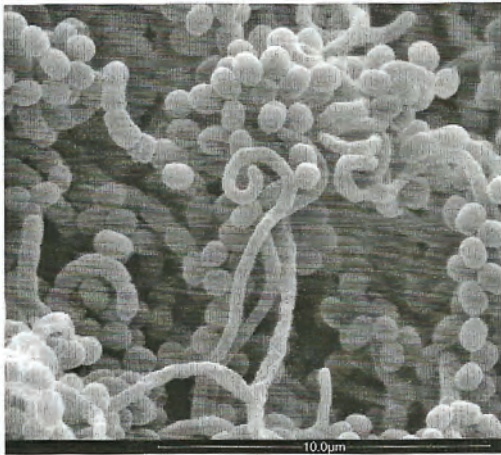
ภาพที่ 3.4 แบคทีเรียรูปร่างเกลียว (spiral) และ spirochete

- รูปร่างท่อนโค้งเรียก vibrio หรือ curved rod
- รูปร่างเป็นเกลียวหยาบเรียก spirillum
- รูปร่างเป็นเกลียวถี่และแคบ เรียก spirochete

ที่มา : Tortora, G. J., B. R. Funke and C. L. Case. Microbiology, An Introduction. 7th edition. 2001.

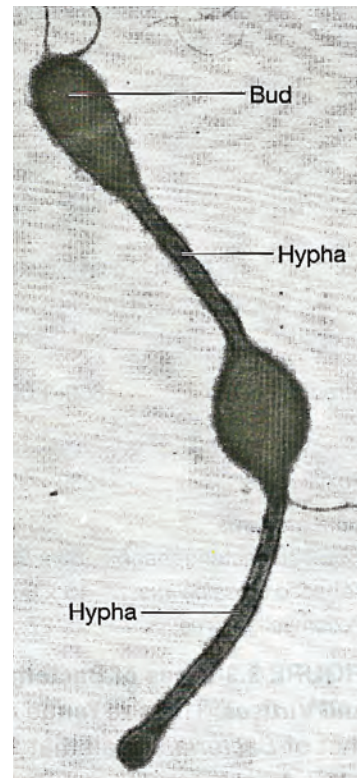


ภาพที่ 3.5 filamentous bacteria



ภาพที่ 3.7 แบคทีเรียที่สร้างทั้งเส้นใยและสปอร์คล้ายเชื้อรา

ที่มา : Prescott, L.M., J.P. Harley and D.A. Klein. Microbiology. 5th edition. 2002.

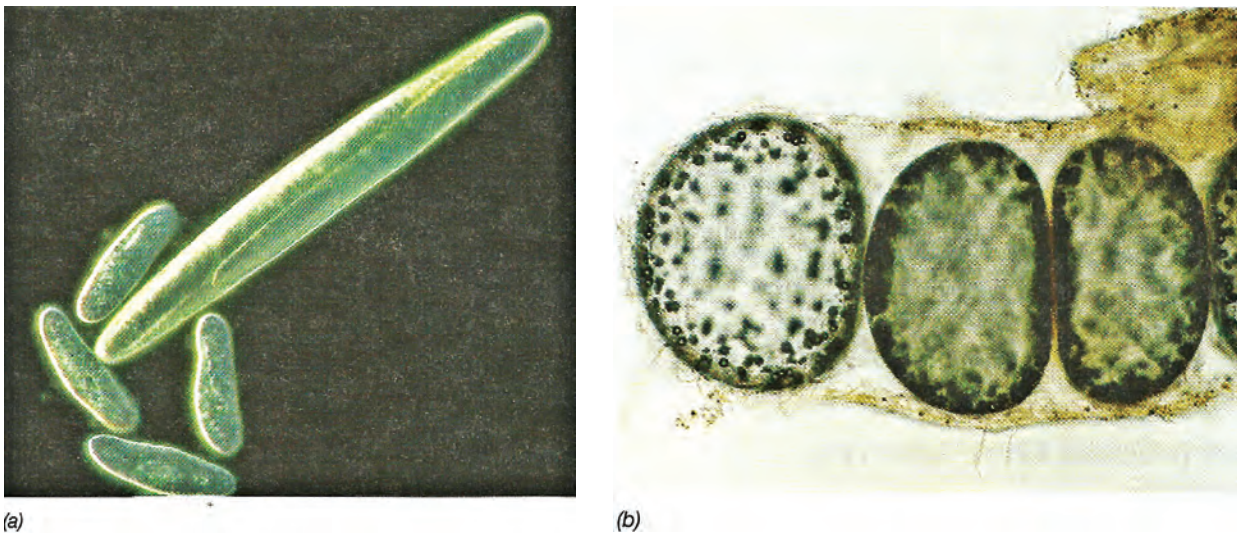


ภาพที่ 3.6 budding bacteria

3. ขนาดของแบคทีเรีย

ขนาดของแบคทีเรียมีความแตกต่างกันแล้วแต่ชนิดของแบคทีเรีย รูปร่างกลมโดยเฉลี่ยจะมีขนาดประมาณ 0.5-3 ไมโครเมตร (micrometer, μm) หรือไมครอน (micron, μ) แบคทีเรียรูปร่างท่อน มี 2 แบบ คือ ท่อนสั้น (short rod) และ ท่อนยาว (long rod) ขนาดของแบคทีเรียรูปร่างท่อนโดยเฉลี่ย ถ้าเป็นท่อนสั้นจะมีความกว้างประมาณ 1-1.5 μm และความยาวของเซลล์ประมาณ 2 μm ถ้าเป็นท่อนยาวขนาดเซลล์โดยเฉลี่ยอาจมีความกว้างตั้งแต่ 2 μm และความยาว 2-6 μm ขึ้นไป ทั้งนี้แล้วแต่ชนิดของแบคทีเรีย สำหรับแบคทีเรียรูปร่างเกลียวจะมีขนาดแตกต่างกันมากโดยเฉพาะ กลุ่ม spirochete บางชนิดอาจมีความกว้างระหว่าง 0.1-3 μm และความยาวตั้งแต่ 0.5-250 μm แต่บางชนิดอาจยาวถึง 500 μm

การศึกษาเรื่องขนาดของแบคทีเรียในเวลาต่อมาเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการค้นพบแบคทีเรียที่มีขนาดใหญ่มากได้แก่ แบคทีเรียที่มีชื่อว่า *Epulopiscium fishelsoni* ซึ่งพบในลำไส้ของปลาชนิดหนึ่ง แบคทีเรียชนิดนี้มีความกว้างของเซลล์ระหว่าง 75-80 μm และมีความยาวถึง 600 μm ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า eukaryotic cell บางชนิด (ภาพที่ 3.8a) อีกชนิดหนึ่ง คือ *Thiomargarita namibiensis* พบใน ตะกอนใต้ทะเลแถบประเทศนามิเบีย (Namibia) แบคทีเรียชนิดนี้รูปร่างกลม หรือ ค่อนข้างกลมมีขนาดตั้งแต่ 400-750 μm เป็นแบคทีเรียที่มีการสะสมเม็ดกำมะถันในเซลล์ จึงเรียกว่า "sulfur bacteria" (ภาพที่ 3.8b) นอกจากนี้ยังมีการค้นพบแบคทีเรียอีกบางชนิดที่มีขนาดเล็กมากๆ

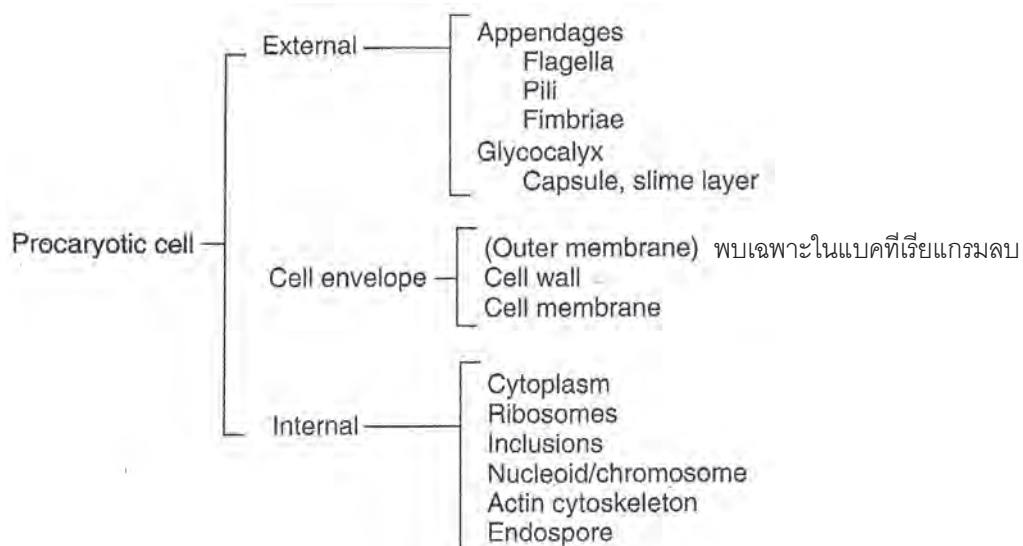


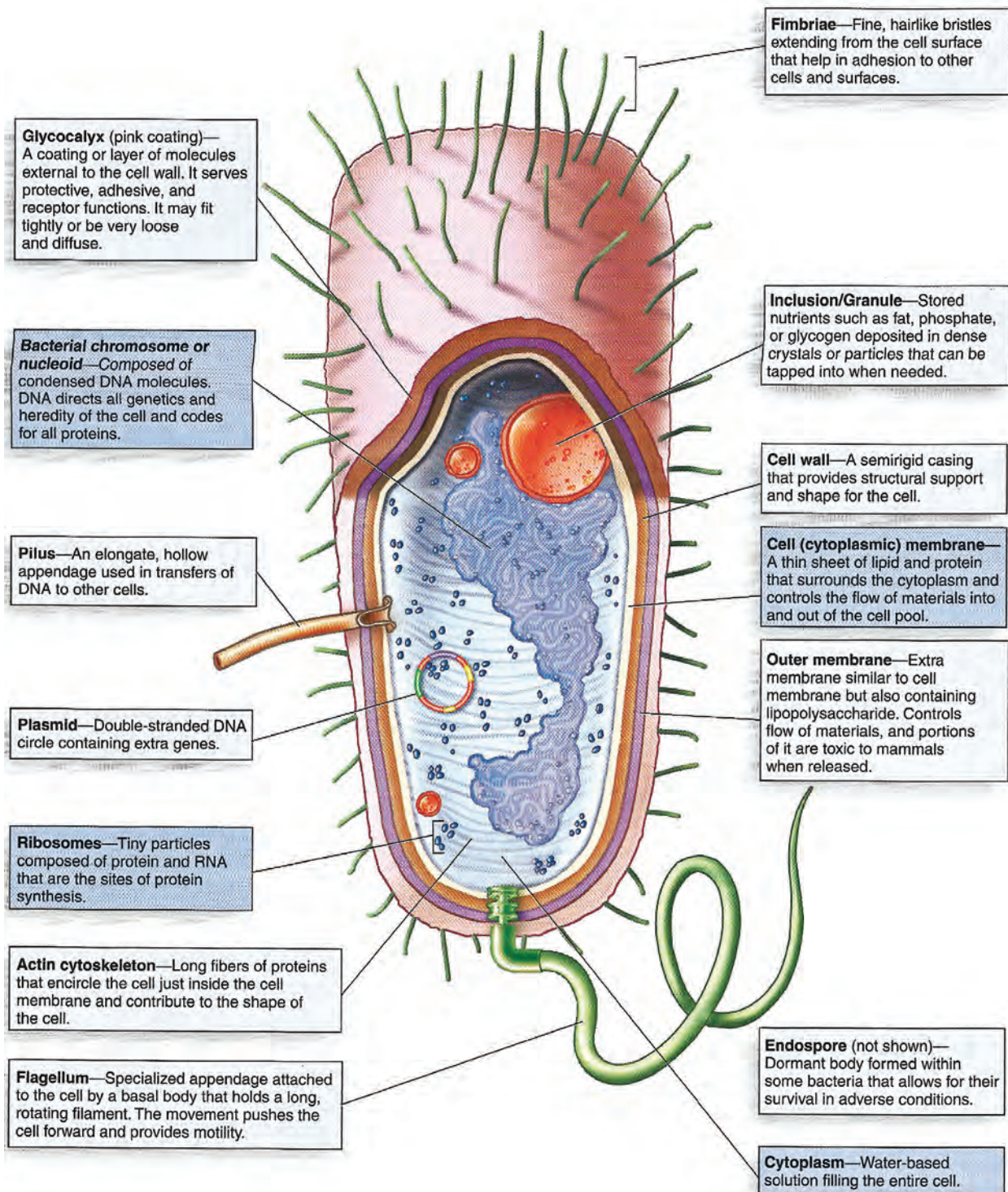
ภาพที่ 3.8 a. แบคทีเรียขนาดใหญ่ชื่อ *Epulopiscium fishelsoni* (1 เซลล์) ขนาดใหญ่กว่าพารามีเซียม (4 เซลล์)
 b. *Thiomargarita namibiensis* เป็น sulfur bacteria ขนาดใหญ่ มีเม็ดกำมะถันสะสมอยู่ในเซลล์
 ที่มา : Madigan, M. T., J. M. Martinko, P. V. Dunlap and D. P. Clark. Biology of microorganisms.
 12th edition. 2009.

ขนาดประมาณ 0.05 ถึง 0.2 μm ซึ่งแยกเชื้อในครั้งแรก ได้จากเลือดและน้ำเหลือง เนื่องจากมีขนาดเล็กมาก นักวิทยาศาสตร์จึงเรียกว่า “nanobacteria หรือ nanobes” แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ในอาหารเลี้ยงเชื้อ มีผนังเซลล์ มีโปรตีนและ กรดนิวคลีอิก แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับ nanobacteria ยังมีไม่มากนักจึงยังไม่มีข้อมูลสรุปที่แน่นอน

โครงสร้างของเซลล์แบคทีเรียและหน้าที่ (Structure and function of bacterial cell)

โครงสร้างของแบคทีเรียจัดเป็น typical prokaryotic cell ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังไดอะแกรมและในภาพที่ 3.9





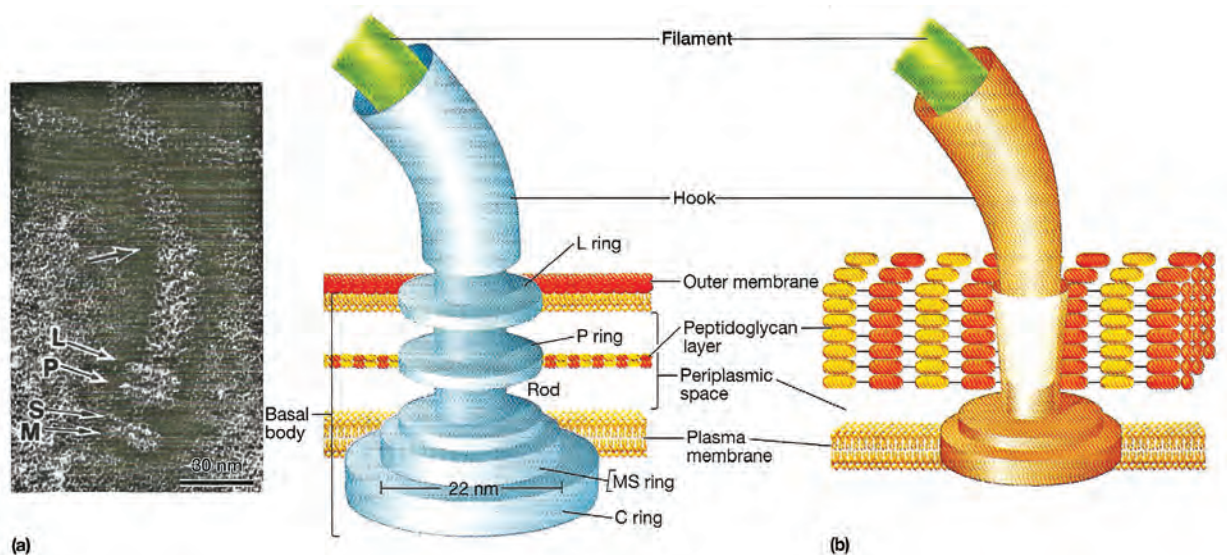
ภาพที่ 3.9 แสดงโครงสร้างของแบคทีเรีย เป็นโครงสร้างแบคทีเรียรูปท่อน ส่วนประกอบต่างๆ ในภาพไม่ได้พบในแบคทีเรียทุกชนิด เฉพาะใน box สีน้ำเงินเข้มจะพบในแบคทีเรียทุกชนิด

ที่มา : Cowan, M. K. Microbiology, A system Approach. 3rd edition. 2012.

External structure

1. ส่วนของ appendages เป็นส่วนที่ยื่นออกนอกเซลล์

1.1 flagella (แฟลกเจลลา หรือ แฉะ) มีลักษณะเป็นเส้นยาว ยื่นออกจากเยื่อหุ้มเซลล์ (cytoplasmic membrane, cell membrane, plasma membrane) และ ผนังเซลล์ (cell wall) ลักษณะของแฟลกเจลลาจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กประมาณ 20 นาโนเมตร (nm) แต่จะมีความยาวมากกว่าขนาดเซลล์หลายเท่าอาจยาวได้ถึง 20-70 ไมโครเมตร (μm) แล้วแต่ชนิดของแบคทีเรีย โดยทั่วไปจะมองไม่เห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบ bright field ธรรมดา แต่ถ้าย้อมสีให้เพิ่มความหนาของเส้นแฟลกเจลลา ก็จะมองเห็นได้ แต่ถ้าดูรายละเอียดของแฟลกเจลลาจะต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน



ภาพที่ 3.10 ultrastructure ของแฟลกเจลลาของแบคทีเรียแสดงส่วน basal body, hook และ filament

a. แบคทีเรียแกรมลบ b. แบคทีเรียแกรมบวก

ที่มา : Willey, J. M., L. M. Sherwood and C. J. Woolverton. Prescott's Microbiology. 8th edition, McGraw-Hill. 1069 p. 2011.

ส่วนประกอบของแฟลกเจลลา จะประกอบด้วย 3 ส่วน (ภาพที่ 3.10) ส่วนล่างสุดคือส่วนของ basal body ซึ่งจะยึดเกาะติดกับชั้นเยื่อหุ้มเซลล์และผนังเซลล์ ส่วนนี้จะประกอบด้วยวงแหวน (ring) หลายชั้น ถ้าเป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ย้อมติดสีแกรมลบ (Gram negative bacteria) จะประกอบด้วย L-ring, P-ring, MS และ C-ring (ภาพที่ 3.10a) ซึ่งจะยึดเกาะติดกับชั้น outer membrane, ผนังเซลล์ชั้น peptidoglycan และชั้นเยื่อหุ้มเซลล์ตามลำดับ ส่วนแบคทีเรียที่ย้อมติดสีแกรมบวก จะมี 2 ring ที่ยึดติดกับเยื่อหุ้มเซลล์เท่านั้น (ภาพที่ 3.10b) ต่อจากส่วนของ basal body คือ ส่วนของ hook มีลักษณะเป็นท่อนโค้งสั้นๆ ซึ่งจะเชื่อมต่อกับส่วนสุดท้าย คือ filament ซึ่งเป็นส่วนที่ยื่นออกนอกเซลล์ ส่วน filament จะประกอบด้วยโปรตีน subunit เล็กๆ เรียกว่า flagellin ที่จะถูกสร้างขึ้นต่อกันเป็นสายยาว (ภาพที่ 3.11)