บทที่ 8
อาณาจักรโมเนรา (Kingdom Monera)

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอนีราเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือกลุ่มของเซลล์ แต่เซลล์นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไม่มีไมโทรครอนเดรีย (Mitochondria) ไม่มีเม็ดรงควัตถุ (Plastid) ไม่มีกอลไจบอดี (Golgi-body) ไม่มีร่างแหเอนโดพลาซึม (Endoplamic reticulum) มีแต่ไรโบโซม (Ribosome) กระจายอยู่ภายในเซลล์ โครโมโซม (Chromosome) ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารดีเอ็นเอ (DNA) อย่างเดียว ไม่มีโปรตีนหุ้มสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้ มักดำรงชีพแบบอิสระ (Free living) สามารถสร้างอาหารได้เองด้วยวิธีสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) และสังเคราะห์เคมี (Chemosynthesis) สามารถปล่อยเอนไซม์ออกมานอกตัวเพื่อย่อยสลายอาหารให้โมเลกุลเล็กลง แล้วดูดซึมผ่านผนังเซลล์เข้าไปภายในเซลล์ เรียกว่า การย่อยสลายภายนอกเซลล์ (External digestive cell) สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้บางพวกอาศัยผู้อื่นอยู่แบบพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน (Symbiosis) บางพวกอาศัยผู้อื่นและดูดซึมอาหารจากผู้อาศัย (Parasite) หรือบางพวกกินอาหารจากสิ่งเน่าเปื่อย (Saprophyte)

การจัดจำแนกพืชในอาณาจักรมอนีรา แบ่งออกเป็น 2 ดิวิชั่น ได้แก่

1. Division Schizomycophyta (Bacteria)
2. Division Cyanophyta (Blue-green algae)

1. ดิวิชั่น ชิโซมายโคไฟตา
(Division Schizomycophyta หรือ Division Schizophyta)

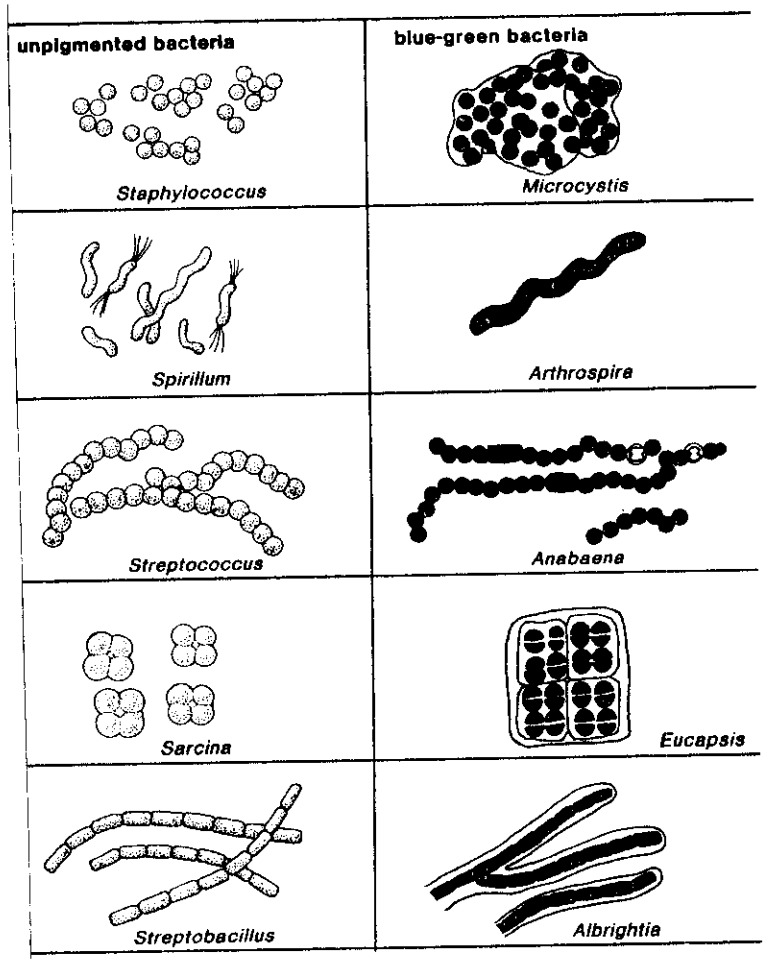
สิ่งมีชีวิตในดิวิชั่นนี้มีนิวเคลียสรูปร่างไม่แน่นอนมี แต่โครมาติน (Chromatin) และสารพวกดีเอ็นเอ (DNA) กระจายอยู่ทั่วเซลล์ และพบมากในบริเวณกลางเซลล์ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส สิ่งมี-ชีวิตในดิวิชั่นนี้ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria)

แบคทีเรีย จัดเป็นพืชชั้นต่ำเซลล์เดียว ผนังเซลล์แข็ง ไม่มีนิวเคลียสที่เห็นได้ชัดเหมือนพืชชนิดอื่น ไม่มีการสร้างสารคลอโรฟิลล์ สืบพันธุ์แบบแบ่งตัวเป็นสอง (Binary fission) จึงมักเรียกพืชพวกนี้ว่า Fission Plant นักวิทยาศาสตร์ชาวฮอลันดาที่พบแบคทีเรียเป็นคนแรก ชื่อ Antony van

Leewenhoek ปี ค.ศ.1676 เขาได้แช่เม็ดพริกไทยไว้ในน้ำเป็นเวลาหลายวัน แล้วนำน้ำนี้ไปส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 400 เท่า พบว่าภายในน้ำมีบางสิ่งบางอย่างขนาดเล็กมากเคลื่อนไหวได้ จึงตั้งชื่อไว้ว่า "animalcules" ต่อมา ค.ศ.1838 นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันคนหนึ่ง ชื่อ เอห์เรนเบอร์ก (Ehrenberg) พบสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันกับที่เลเวนฮุค และตั้งชื่อสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ว่า แบคทีเรียม (Bacterium) แบคทีเรียมีขนาดเล็กมากไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็น การวัดขนาดของแบคทีเรียใช้หน่วยเรียกว่า micron ใช้สัญลักษณ์ "μ" (1 micron = 1^{-6} หรือ 1/1000 มิลลิเมตร หรือ 1 มิลลิเมตร = 1,000 ไมครอน) แบคทีเรียส่วนมากจะมีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ 0.5–2 ไมครอน และน้ำหนักเบา จึงทำให้แพร่ไปในที่ต่าง ๆ ได้ง่าย พบทั่วไปทั้งในดิน ในน้ำและในอากาศ มีการขุดพบซากดึกดำบรรพ์ของแบคทีเรียทางตอนใต้ของรัฐออนตาริโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา คาดว่าแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกแรกที่กำเนิดขึ้นในโลก เมื่อประมาณ 3,000 ล้านปีมาแล้ว

โครงสร้างของเซลล์แบคทีเรีย (Structure of bacteria)

ปัจจุบันการศึกษาส่วนประกอบโครงสร้างของแบคทีเรีย ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) และวิธีการย้อมสีของนิวเคลียส พบว่า เซลล์ของแบคทีเรียประกอบด้วย



ภาพที่ 5. ลักษณะรูปร่างที่คล้ายคลึงกันโดยเปรียบเทียบระหว่างเซลล์ของแบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อาณาจักรโมเนรา (Kingdom Monera) (ที่มา; Stern, 1987; 280)

1. แคปซูล (Capsule) ปลอกหุ้มแบคทีเรีย ประกอบด้วย ชั้นของสารเมือกห่อหุ้มผนังเซลล์ ลักษณะเมือกหนาเหนียวคล้ายเยลลี ประกอบด้วยสารพวกพอลิเพปไทด์ (polypeptide) และ พอลิแซ็คคาไรด์ (polysaccaride) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย แคปซูลเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์ส่วนที่ช่วยให้แบคทีเรียทนทานต่อความแห้งแล้งและสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเซลล์แบคทีเรีย แบคทีเรียพวกที่มีแคปซูลนี้ มักทำให้เกิดโรคต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

2. ผนังเซลล์ (Cell wall) เป็นชั้นที่อยู่ใต้เมือกหรือแคปซูล มีโครงสร้างแข็งและหนาประมาณ 10-25 มิลลิไมครอน ช่วยให้เซลล์คงรูปร่างและป้องกันการสูญเสียของโพรโทพลาซึมภายในเซลล์ซึ่งเกิดจากแรงดันออสโมซีส โครงสร้างประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโน ที่มีลักษณะคล้ายร่างแหเรียกว่า peptidoglycan ประกอบด้วย N-acetylmuramic acid ต่อกับ N-acetylglusamine ด้วย α-1,4 linkage เป็นสายยาวของ complex polymeric substances เช่น โปรตีน (proteins) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrates) และไขมัน (lipids)

3. เยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) เป็นเยื่อหุ้มบาง ๆ อยู่ถัดจากผนังเซลล์เข้าไป ทำหน้าที่รักษารูปร่างของไซโทพลาซึม (cytoplasm) บางส่วนของเยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) ยื่นเข้าไปในเซลล์ เรียกว่า Mesosome ส่วนนี้ทำหน้าที่เทียบเท่ากับเป็นบ่อเกิดของพลังงาน (Mitochondria) และเพิ่มพื้นที่สำหรับเก็บเอนไซม์ให้มากขึ้น และเป็นที่เกิดของเยื่อกั้น (septum) เพื่อเป็นเยื่อกั้นตรงกลางเซลล์ขณะแบ่งเซลล์ สมบัติอีกประการหนึ่งก็คือเป็น Permeable membrane ที่ยอมให้สารละลายซึมผ่านได้ เยื่อกั้น (Membrane) บางชนิดยอมให้สารอินทรีย์ผ่าน บางชนิดยอมให้สารอินทรีย์ผ่าน ทั้งนี้เกี่ยวกับความสามารถยอมให้สารผ่าน (Permeability) ของแบคทีเรียนั้น ๆ

4. โครมาทิน (Chromatin) ภายในเซลล์แบคทีเรียไม่มีนิวเคลียส ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสมีแต่โครมาทินจับกันเป็นเส้นใยสานกันคล้ายตาข่าย โครมาทินทั้งหมดเทียบได้กับหนึ่งโครโมโซม พบอยู่ตรงกลางเซลล์แทนนิวเคลียส มีสารดีเอ็นเอ (DNA) เป็นองค์ประกอบสำคัญ

5. ไซโทพลาซึม (Cytoplasm) ลักษณะเป็นของเหลว มีอนุภาคเล็กๆ แขวนลอยอยู่เรียกว่าไรโบโซม (Ribosome) ซึ่งเป็นแหล่งสังเคราะห์โปรตีน นอกจากนี้พบ inclusion และ granules อยู่เป็นจำนวนมาก มักพบในแบคทีเรียอายุมาก granules เป็นอนุภาคไม่มีชีวิตประกอบด้วย Polyhydroxybutyric acid bodies, Glycogen, Lipids, Sulphur และ Polyphosphate อนุภาคบางชนิดทำหน้าที่เก็บอาหารในระยะอาหารอุดมสมบูรณ์และลดน้อยลงเมื่อขาดอาหาร

6. แฟลเจลลา (Flagella) เป็นโครงสร้างที่ยื่นออกมาจากไซโตพลาสซึม (cytoplasm) โดยมีฐานของแฟลเจลลาจะเป็น granule เรียกว่า Elastic fibrous protein หรือ Flagellin แบคทีเรียบางชนิดไม่มีแฟลเจลลา แฟลเจลลาของแบคทีเรียมีลักษณะเป็นเส้นยาวเรียว บางชนิดมีเส้นเดียว บางชนิดก็มีทั้งตัวแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น

6.1 แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา เส้นเดียว เรียกว่า *Monotrichous* species

6.2 แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา สองเส้นอยู่ตรงข้ามกัน เรียกว่า *Amphitrichous* species

6.3 แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา หลายเส้นไม่ว่าจะมีเพียงด้านเดียวหรือสองด้านหน้าและหลังเซลล์ เรียกว่า *Lophotrichous* species

6.4 แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา รอบตัว เรียกว่า *Peritrichous* species

7. เอนโดสปอร์ (Endospore) สปอร์ของแบคทีเรีย เป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างเป็นท่อนถูกสร้างขึ้นภายในเซลล์ เพื่อให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม แบคทีเรียหนึ่งเซลล์จะสร้าง เอนโดสปอร์หนึ่งสปอร์ การสร้างสปอร์จึงไม่ถือว่าเป็นการสืบพันธุ์ เช่น สกุล *Bacillus* จะสะสมอาหารไว้ในเอนโดสปอร์ (endospore) เมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม แต่พอสิ่งแวดล้อมเหมาะสมผนังเซลของเอนโดสปอร์จะถูกเอ็นไซม์ย่อยสลายปล่อยให้แบคทีเรียภายในเจริญเติบโตต่อไป สปอร์ของแบคทีเรียมีรูปร่างกลมหรือรี สปอร์บางชนิดจะตายที่อุณหภูมิ 80-90 ^{0}ซ ภายในเวลา 2-3 นาที แต่บางชนิดทนทานในอุณหภูมิ 100 ^{0}ซ ได้เป็นเวลานาน บางชนิดทนทานต่อสารเคมี บางชนิดทนทานต่อรังสี

8. ซีสต์ (Cyst) แบคทีเรียทั้งเซลล์จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นรูปร่างกลมมีผนังมาหุ้มหนาพบได้ในแบคทีเรียบางชนิด เช่น สกุล *Azetobacter* ซีสต์ และสปอร์มีความทนทานต่อสภาพแวด-ล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี

รูปร่างของแบคทีเรีย โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียมีรูปร่างหลายแบบได้แก่

1. รูปร่างกลม (Coccus)
2. รูปร่างเป็นท่อนตรง (Bacillus)
3. รูปร่างเป็นเกลียว (Spirillum) หรือบางพวกเป็นเกลียวสว่าน (Spirocheat)
4. รูปร่างเป็นท่อนโค้งเล็กน้อย (Vibrio)
5. รูปร่างเป็นสาย (Filamentous)
6. รูปร่างเป็นท่อยาวไม่มีผนังกั้น (Coenocytic filamentous)

การจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรีย

แบคทีเรียบางชนิดเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน ถ้าเซลล์แบ่งตัวตามขวางจะได้เซลล์ใหม่เพิ่มขึ้น เซลล์เหล่านั้นอาจจะไม่หลุดออกจากกัน แต่ยังคงอยู่ติดกันหรือรวมเป็นกลุ่ม (colony) ในรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะการจัดเรียงดังนี้

1. Diplococci เซลล์พวก *Coccus* แบ่งตัวระนาบเดียวได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์อยู่ติดกันเป็นคู่

2. Tetracocci เซลล์พวก *Coccus* ที่มีการแบ่งเซลล์ 2 ระนาบตั้งฉากกัน เซลล์ใหม่จึงติดเป็นกลุ่ม 4 เซลล์

3. Streptococci และ Streptobacilli เซลล์พวก *Coccus* และ *Bacillus* มีการแบ่งเซลล์ระนาบเดียว ทำให้เซลล์เรียงติดต่อกันคล้ายลูกโซ่

4. Sarcina หรือ Cuboidal arrangement เซลล์พวก *Coccus* มีการแบ่งเซลล์ 3 ระนาบเรียงเป็นกลุ่ม ๆ ละ 8 เซลล์ เป็นรูปลูกบาศก์

5. Strphylococci เซลล์พวก *Coccus* ที่มีการแบ่งเซลล์ 3 ระนาบต่างกันทำให้เกิดเป็นกลุ่มเซลล์ใหญ่

การดำรงชีพของแบคทีเรีย

เนื่องจากแบคทีเรียมีความเป็นอยู่แตกต่างกัน สิ่งสำคัญในการดำรงชีวิตของแบคทีเรีย ได้แก่ น้ำ อาหาร อุณหภูมิที่เหมาะสม และปริมาณความเข้มของแสงแดด แบคทีเรียบางชนิดสามารถสังเคราะห์อาหารได้ มี 2 กลุ่มได้แก่ Chemosynthetic bacteria และ Photosynthetic bacteria เรียกแบคทีเรียพวกนี้ว่า Autotrophic bacteria แบคทีเรียบางชนิดต้องการสารอินทรีย์ที่ซับซ้อน เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน สามารถเจริญเติบโตได้ในที่มืดและที่มีก๊าซออกซิเจน แบคทีเรียพวกนี้เรียกว่า Heterotrophic bacteria แบคทีเรียที่สามารถอาศัยพลังงานจากการย่อยสลายอาหารโดยอาศัยขบวนการออกซิเดชั่น (Oxidation) เรียกว่า Aerobic bacteria (Aerobe) แต่ถ้าแบคทีเรียไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน สำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของการหายใจ เรียกว่า Anearobic bacteria (Anaerobe)

การสืบพันธุ์ของแบคทีเรีย

แบคทีเรียมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมื่ออาหารบริบูรณ์ อุณหภูมิพอเหมาะ แบคทีเรียจะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้รวดเร็วมาก

1. **การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction)** แบคทีเรียมีการแบ่งเซลล์แบบทวิภาค (Simple binary fission) ก่อนดำเนินการแบ่งเซลล์ แบคทีเรียจะมีการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็น 2 เท่า โดยดีเอ็นเอ (DNA) ที่ประกอบเป็นโครโมโซมจะคลายตัวจุดใดจุดหนึ่ง แล้วสร้างดีเอ็นเอ (DNA) ขึ้นใหม่จากตำแหน่งคลายตัวออกจากกัน เรื่อยไปรอบวงแหวนในทิศทางเดียวกัน จนกระทั่งเวียนมาบรรจบที่ตำแหน่งสร้างดีเอ็นเอ เมื่อการสร้างดีเอ็นเอสิ้นสุดลง จะได้

โครโมโซมที่มีวงแหวน 2 อันติดต่อกัน จึงแบ่งไซโทพลาซึมเพื่อแยกให้โครโมโซมทั้งสองออกจากกันหลังจากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) ก็จะสร้างเยื่อกั้นมากั้นให้เป็น 2 เซลล์

2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของแบคทีเรียเป็นการถ่ายทอดยีน (gene) จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งด้วยวิธีการต่าง ๆ 3 วิธี คือ

2.1 ทรานฟอร์เมชั่น (Transformation) ค.ศ.1928 กริฟฟิธ (R. Griffith) พบว่าแบคทีเรียมีการถ่ายทอดยีนจากเซลล์หนึ่งไปให้อีกเซลล์หนึ่งโดยตรง แบคทีเรียผู้รับ (Recipient cell) จะรับดีเอ็นเอจากแบคทีเรียอื่นเข้าไป ซึ่งจะทำให้สารดีเอ็นเอของผู้ให้ (Dornor DNA) เข้าไปรวมกับสารดีเอ็นเอของผู้รับ (Recipient DNA) ในโครโมโซม (Chromosome) จนกระทั่งทำให้ลักษณะทางพันธุกรรมเปลี่ยนแปลงไป โดยเหตุที่ผู้ให้สาร (DNA Donor) อาจจะได้จากแบคทีเรียที่ตาย หรือขณะที่มีการแบ่งเซลล์จะปล่อยส่วนของ DNA ออกมาแล้วแบคทีเรียอีกชนิดรับเข้าไป

2.2 ทรานดักชั่น (Transduction) ค.ศ.1952 ซินเดอร์ (N.D. Zinder) และเลเดอร์เบอร์ก (J. Lederberg) พบว่าแบคทีเรียถ่ายทอดสารพันธุกรรมจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยมีไวรัสเป็นสื่อนำ เมื่อโครโมโซมของไวรัสเข้าไปอยู่ในเซลล์ของแบคทีเรียแล้ว โครโมโซมของไวรัสจะเข้าไปเชื่อมต่อกับโครโมโซมของแบคทีเรีย แล้วแบคทีเรียอาจจะเพิ่มจำนวนโครโมโซมและแบ่งเซลล์หลายครั้ง ทำให้โครโมโซมของไวรัสมีการเพิ่มจำนวนตามไปด้วย ไวรัสก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นมาเอง โดยการจำลองโครโมโซมอย่างมากมาย ทำให้เซลล์ของแบคทีเรียแตก ขณะที่มีการจำลองโครโมโซมนั้น ไวรัสจะนำเอาโครโมโซมบางส่วนของแบคทีเรียติดไปด้วย เมื่อไวรัสสร้างโปรตีนห่อหุ้มเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำลายเซลล์แบคทีเรียออกสู่ภายนอก ต่อมาไวรัสนี้จะเข้าไปอยู่ในเซลล์ของแบคทีเรียอื่น และไปถ่ายทอดโครโมโซมให้แบคทีเรียใหม่

2.3 คอนจูเกชั่น (Conjugation) เมื่อแบคทีเรียถ่ายทอดสารพันธุกรรมที่เกิดจากเซลล์แบคทีเรียสองเซลล์มาแนบชิดกัน (synapsis) เชื่อมต่อกัน แล้วถ่ายทอดสารพันธุกรรมจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง เซลล์ที่ได้รับสารพันธุกรรมเป็นเซลล์เพศเมีย เซลล์ที่ให้สารพันธุกรรมเป็นเซลล์เพศผู้

ประเภทของแบคทีเรีย จัดจำแนกโดยอาศัยลักษณะการดำรงชีพของแบคทีเรีย

1. การกินอาหาร (Nutrition) อาจจำแนกได้ตามคุณสมบัติการสังเคราะห์อาหารของแบคทีเรียได้ 2 ประเภท

1.1 Autotrophic bacteria เป็นแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์อาหารได้เอง จำแนกได้

2 แบบคือ

1.1.1 Chemosynthetic bacteria ตัวอย่างเช่น สกุล *Thiobacilli* ได้พลังงานจากการออกซิไดซ์สารไทโอซัลเฟต (Oxidized thiosulphate) และ *Thiobacilli thiooxdation* สามารถออกซิไดซ์ธาตุกำมะถันให้เป็นกรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid)

1.1.2 Photosynthetic bacteria ตัวอย่างเช่น สกุล *Nitrosomonas* สามารถรับคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนจากพลังงานแสง และออกซิไดซ์ (Oxidized) แอมโมเนีย (Ammonia) ให้เป็นไนไตต์ (Nitrite) ได้

1.2 Heterotrophic bacteria แบคทีเรียกลุ่มนี้บางชนิดหาอาหารจากสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้ว ได้แก่ แบคทีเรียที่ดำรงชีวิต แบบแซโพรไฟต์ (Saprophyte) บางชนิดอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นพร้อมทั้งทำอันตรายแหล่งอาศัย (Host) นั้นด้วย อาจอาศัยอยู่ภายในร่างกายหรือภายนอกร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ได้ เรียกว่า ตัวเบียน (Parasite)

2. การหายใจ (Respiration) จำแนกประเภทของแบคทีเรีย โดยยึดหลักการใช้ออกซิเจนในการหายใจของแบคทีเรีย จัดได้ 3 ชนิด

2.1 Aerobic bacteria หรือ Anerobe เป็นพวกแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ

2.2 Anerobic bacteria หรือ Anerobic แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ เช่น *Clostridiun tetanii* ถ้าได้รับออกซิเจนมาก ๆ จะตาย

2.3 Facultative anaerobic bacteria หรือ Obligate anaerobe แบคทีเรียพวกนี้ต้องการออกซิเจนบ้างเหมือนกัน แต่ปริมาณไม่มากนัก

การจำแนกหมวดหมู่ของแบคทีเรีย ในดิวชั่น ชิโซไฟตา

(Classification of bacteria in the division Schizophyta)

การจำแนกแบคทีเรียใน Division Schizophyta แบ่งออกได้ 2 อันดับ ดังนี้

1. **Order Eubacteriales (True bacteria)** เป็นอันดับใหญ่ที่สุดโดยรวมเอาแบคทีเรียหลายชนิดที่มีชีวิตเป็นทั้ง Saprophyte และ Parasite ของคน พืชและสัตว์และที่อยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่ง เช่น สกุล *Clostridium*

2. Order Actinomycetales (Actinomycetes) เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตพวกเดียว

กับแบคทีเรียที่มีลักษณะคล้ายรา โดยสร้างเส้นใยซึ่งเกิดจากเซลล์มาต่อกันเป็นสาย สร้างสปอร์ ที่เรียกว่าโคนิเดีย (Conidia) แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะของเซลล์พวกนี้ยังคล้ายแบคทีเรียมากกว่าราส่วนมากพบอยู่ในดินหรือโคลน เช่น สกุล *Streptomyces* ซึ่งนำมาผลิตยาปฏิชีวนะ เช่น *Streptomyces erythoaeus* ใช้ผลิตยาปฏิชีวนะชื่อ Eriomycin เป็นต้น

บทบาทของแบคทีเรีย

1. บทบาททางเศรษฐกิจนำแบคทีเรียพวกที่สามารถทำให้เกิดการหมัก (Fermentation) มาผลิตนมเปรี้ยว (Yoghurt) บางชนิดช่วยทำแอลกอฮอล์ (Alcohol) ให้เป็นกรดน้ำส้มสายชู (Acetic acid) ทำผักดอง เนยแข็ง บางชนิดช่วยทำให้อาหารมีรสชาติดีขึ้น เช่น แหนม เต้าเจี้ยว ผงชูรส เป็นต้น

2. บทบาททางเกษตรกรรม แบคทีเรียช่วยให้ดินมีความอุดมสมบูรณ์ ได้แก่ แบคทีเรียพวกที่อาศัยอยู่อย่างอิสระสามารถเปลี่ยนก๊าซไนโตรเจน ให้เป็นสารประกอบไนโตรเจน (Nitrogen compound) ได้ แบคทีเรียบางชนิดอาศัยอยู่ในปมรากพืชตระกูลถั่ว เช่น *Rhizobium leguminosarum* สามารถตรึงก๊าซไนโตรเจน (Fix nitrogen) จากบรรยากาศมาสร้างเป็นสารประกอบไนโตรเจน ซึ่งต้นถั่วตรึงนำไปใช้เป็นประโยชน์ได้ เมื่อต้นถั่วตายทับถม
อยู่ในดินก็จะทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน มากกว่าเดิม

3. บทบาททางการแพทย์ แบคทีเรียพวก *Actinomycetes* สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ เช่น *Strepomyces venezuelae* ใช้ผลิต Chloramphenical

4. บทบาททางระบบนิเวศ แบคทีเรียช่วยให้เกิดการเน่าเปื่อย และช่วยทำลายซากของสิ่งมีชีวิตที่ตายแล้วให้เน่าเปื่อยผุพังไป แบคทีเรียพวก Nitrifying bacteria ที่อยู่ตามผิวดินสามารถช่วยทำให้สารต่าง ๆ ที่ไม่ละลายน้ำกลายเป็นสารที่ละลายน้ำได้และพืชก็สามารถดูดซึมเอาไปใช้ได้ ช่วยให้เกิดวัฏจักรของแร่ธาตุต่าง ๆ

5. วิวัฒนาการของแบคทีเรีย เป็นพื้นฐานของสิ่งมีชีวิตที่เป็นเซลล์โพรแคริโอต (Prokaryotic cell) พัฒนาไปเป็นยูแคริโอต (Eukaryotic cell)

6. โทษของแบคทีเรียทำให้อาหารบูดเน่าและพวกปาราสิต (Parasite) ที่เกิดโรคต่าง ๆ

2. ดิวิชั่น ไซยาโนไฟตา

(Division Cyanophyta)

ชื่อดิวิชั่นนี้ มีหลายชื่อได้แก่ Division Myxophyta หรือ Division Cyanochloronta สมาชิกพืชในดิวิชั่นนี้เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) วิทตัน (Whitton, 1982) เรียกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินว่า Cyanobacteria พืชพวกนี้เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวชนิดโพรแคริโอต ลักษณะคล้ายกับแบคทีเรีย แต่ภายในเซลล์มีคลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll a) ใช้ในการสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเองได้ จากการศึกษาซากสัตว์ดึกดำบรรพ์ (fossil) และหลักฐานอื่นๆ พอคาดคะเนได้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเกิดขึ้นในระยะเริ่มแรกบนโลก และเป็นตัวการผลิตก๊าซออกซิเจนให้แก่บรรยากาศของโลก

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พบประมาณ 2,500 กว่าชนิด อาศัยอยู่บนผิวดิน ในพื้นดินบนก้อนหินชื้น ๆ บนลำต้นของต้นไม้ใหญ่ และใบไม้ บ่อน้ำจืด คู คลอง หนองบึง ในน้ำทะเล บ่อน้ำร้อน และหิมะ บางพวกมีชีวิตอยู่กับพวกเห็ด รา (fungi) เช่น สกุล *Chlorococcus* หรือ สกุล *Nostoc* ในไลเคน (Lichen) หรืออาศัยอยู่ร่วมกับพืชชั้นสูง เช่น สกุล *Nostoc* และสกุล *Anabaena* ที่โคนรากของแหนแดง (*Azolla* sp.) และปรง (Cycad) บางพวกอาศัยอยู่ในร่างกายของสัตว์ เช่น *Dactylococcopus* ในหอยแม่น

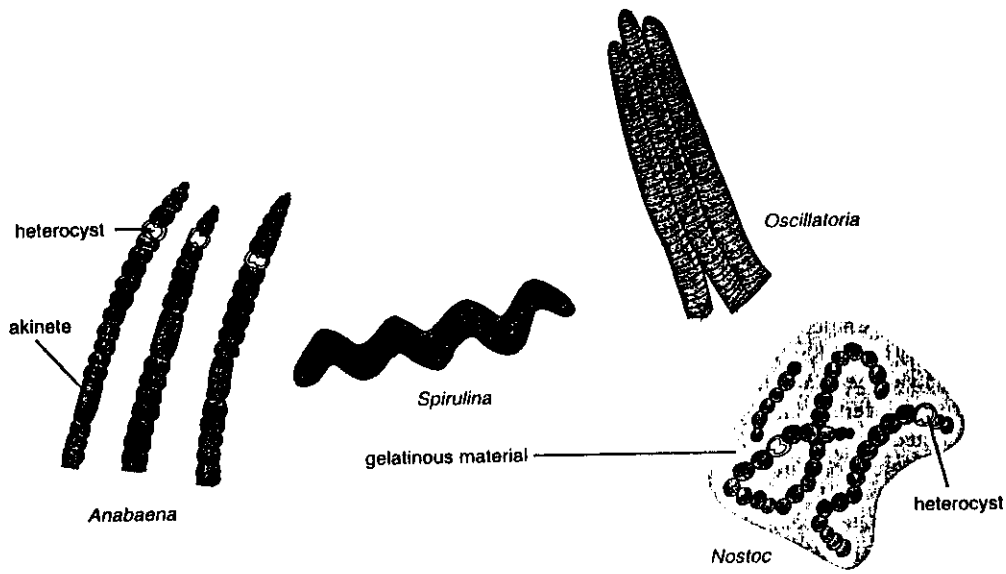
ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

1. โครงสร้างของเซลล์ เป็นโพรแคริโอติกเซลล์ (Pokaryotic cell) ประกอบด้วยผนังเซลล์ และโพรโทพลาซึม

1.1ผนังเซลล์ ประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น ชั้นนอกสุด (outer layer) ประกอบด้วยสารเมือก ซึ่งเป็นพวกเพกทิน (pectic compound) และสารกึ่งเซลลูโลส (hemicellulose) สร้างเป็นปลอกเมือกใส (gelatinous sheath) หุ้มเซลล์ไว้ ซึ่งคล้ายคลึงกับผนังเซลล์ของแบคทีเรียชนิดแกรมลบ (Gram negative) ผนังเซลล์ชั้นใน (Inner layer) ประกอบด้วยสารเซลลูโลส (cellulose)

1.2โพรโทพลาซึม ชั้นนอกติดผนังเซลล์ มีรงควัตถุ (pigment) หลายชนิด คือ Chlorophyll a, Carotenoids และ Phycobillins กระจายอยู่ทั่วไป เรียกบริเวณรอบนอกว่า Chromoplasm ซึ่งภายในมีถุงอากาศ (gas vacuole) ช่วยจับก๊าซไนโตรเจนจำพวกเอมีน (amine) ทำให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินลอยตัวขึ้นผิวน้ำ รับแสงแดดเพื่อการสังเคราะห์แสง และยังพบอาหารสะสมพวกแป้งชนิดหนึ่ง ได้แก่ Cyanophycean strach grain สารนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับสารทดสอบ

ไอโอดีน จะให้สีน้ำตาลแดง ส่วนบริเวณตอนกลางเซลล์ (central body) เป็นบริเวณที่ไม่มีสี เรียกว่า Centroplasm เข้าใจว่าทำหน้าที่คล้ายนิวเคลียส (nucleus) มีกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) คล้ายนิวเคลียสของพืช แต่ไม่มีนิวคลีโอลัส (nucleolus) และเยื่อผนังนิวเคลียส (nuclear membrane) องค์ประกอบของนิวเคลียส (nuclear materials) มีลักษณะเป็นท่อน หรือเป็นเส้นสานกันคล้ายตาข่ายหลวม ๆ ซึ่งเทียบได้กับ 1 โครโมโซม (chromosome) ลักษณะภายในเซลล์คล้ายคลึงกับแบคทีเรีย



ภาพที่ 6. ลักษณะรูปร่างของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดต่าง ๆ อาณาจักรโมเนรา (Kingdom Monera) (ที่มา; Stern, 1987; 281)

2. รูปร่างของเซลล์

2.1 Unicellular form รูปร่างเซลล์เดียว อาจกลม หรือเป็นสาย บิดเป็นเกลียว ไม่มีแผ่น (sheath) หุ้ม เช่น สกุล *Nostoc* sp. สกุล *Anabaena* sp. สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.)

2.2 Colonial form เซลล์เดียวแต่อยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม (colony) ตั้งแต่ 2, 4 หรือ 8 เซลล์เช่น สกุล *Gleocapsa* ซึ่งแต่ละเซลล์มีเยื่อหุ้ม และรวมกันเป็น colony พร้อมเนื้อหุ้มอีกหลายชั้น colony รูปร่างไม่แน่นอน เช่น สกุล *Microcystis*

2.3 Filamentous form เกิดจากเซลล์หลายๆ เซลล์ แบ่งตัว และยังคาเชื่อมต่อกัน

จนเป็นสายยาว เช่น พวกเซลล์เป็นสายยาวไม่แตกแขนงของสกุล *Oscillatoria*, สกุล *Anabeana* หรือ สกุล *Nostoc* เป็นต้น และเซลล์เจริญยาวเป็นสายที่แตกกิ่งได้ เช่น สกุล *Tolypothrix*

3. การสืบพันธุ์ (Reproduction)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) เท่านั้น

ไม่พบการสืบพันธุ์แบบมีเพศ (Sexual reproduction) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลายวิธี ตามลักษณะรูปร่าง

3.1 การแบ่งเซลล์ (Cell division) พวกมีรูปร่างเซลล์เดียว มักสืบพันธุ์โดยแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์ จากสองเซลล์เป็นสี่เซลล์ตามลำดับ

3.2 การแบ่งเซลล์แบบหักท่อน (fragmentation) เมื่อพวกที่มีรูปร่างเป็นสาย เจริญต่อเป็นสายยาวต่อไปโดยไม่จำกัดความยาวและการแบ่งตัวยาวเกินไปอาจเกิดการหักเป็นท่อน ๆ เช่น เซลล์หนึ่งในเส้นสายของสกุล *Oscilllatoria* เกิดตายลงทำให้ภายในเซลล์นั้นว่างเปล่า มีแต่ผนังเซลล์อย่างเดียว เรียกว่า Dead cell จึงเป็นจุดอ่อนทำให้สายเซลล์นั้นขาดได้ง่ายเมื่อมีการกระทบทำให้สายเซลล์ขาดออกจากกัน แต่ละสายที่ขาดออกเป็นเซลล์ของสายใหม่ เรียกว่า Hormogonium แต่ในสกุล *Nostoc* หรือ สกุล *Anabaena* สามารถสร้างเซลล์พิเศษจากเซลล์ปกติ (vegetative cell) ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ไม่มีสีหรือสีเหลืองอ่อน ๆ ลักษณะคล้ายสปอร์ เรียก Heterocyst เปรียบเสมือนเป็น Reproductive structure

3.3 พวกที่มีรูปร่างเป็นสาย จะมีการสร้างสปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่ เรียกสปอร์นี้ว่า Akinete สปอร์ชนิดนี้จะมีผนังหนา ขนาดใหญ่กว่าเซลล์ธรรมดามีอาหารสะสมไว้มาก บางชนิดสร้าง endospore เกิดขึ้นภายในเซลล์โดยแบ่งโพรโทพลาซึมออกเป็น 2 ส่วนหรือหลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนจะหลุดออกจากผนังเซลล์เดิมไปงอกเป็นต้นใหม่ต่อไป บางชนิดสร้าง Exospore เกิดขึ้นจากการแบ่งส่วนปลายของเซลล์ออก อาจมีเพียงหนึ่งหรือหลายๆ สปอร์เรียงต่อกันที่ปลายเซลล์ด้านหนึ่งลงมาทางฐานเซลล์ แล้วปล่อยออกมางอกเป็นต้นใหม่ต่อไป เช่น สกุล *Chamaesiphon*

4. คุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ

4.1 การเคลื่อนไหว (Movement) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเคลื่อนที่ได้ลักษณะการเคลื่อนที่มีหลายแบบ เช่น สกุล *Spirulina* เคลื่อนที่แบบถอยหน้าถอยหลัง (Backward and forward gliding) สกุล *Oscillatoria* เคลื่อนที่เฉพาะตรงปลายส่ายไปทางซ้ายทีและทางขวาที (Swinging movement) สกุล *Spirulina* เคลื่อนที่แบบเป็นคลื่น (Waving movement) บางชนิด เช่น

สมาชิกในวงศ์ Oscillatoriaceae เคลื่อนตัวหมุนเป็นเกลียวแบบควงสว่าน (Spiral movement) คล้าย กับแบคทีเรียใน อันดับ Mysobacteriales

4.2 การเปลี่ยนสี (Chromatic adaptation) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความ สามารถ เปลี่ยนสีได้ ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นแสงและความเข้มของแสงจาก Gaidnkov pheomenan ทดลองกับ สกุล *Oscillatoria* พบว่าถ้านำสาหร่ายมาเลี้ยงในที่มีแสงสีต่างกัน จะทำให้สีของสาหร่ายแตกต่างกัน ได้ กล่าวคือแสงสีต่างกันทำให้ปริมาณรงควัตถุที่เซลล์สร้างขึ้นมา มีมากน้อยต่างกัน เช่น เมื่อเลี้ยง สาหร่ายสกุล *Chlorella* ไว้ในแสงสีเขียว สาหร่ายจะมีสีเขียวอมแดง เพราะแสงสีเขียวจะไปกระตุ้น ให้เกิดรงควัตถุสีแดงของ Phycoerythrin ถ้าความเข้มข้นแสงมีมาก สาหร่ายที่เลี้ยงไว้จะมีสีน้ำเงิน ถ้าความเข้มข้นแสงน้อย สาหร่ายที่เลี้ยงไว้จะมีสีแดง

4.3 การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทุกชนิดสามารถ ตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้โดยตรงมาเปลี่ยนสภาพเป็นสารประกอบไนโตรเจน เป็นการเพิ่ม ไนโตรเจนในดิน เช่น สกุล *Gloeocapsa* และสกุล *Micrococcus* สามารถตรึงไนโตรเจนทั้งในสภาวะ ที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน

4.4 การเกิดวอเตอร์บลูม (Water bloom) ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเกิดขึ้นภายใน บ่อน้ำจำนวนมาก (Bloom) จะทำให้น้ำสกปรก เปลี่ยนสี และเกิดกลิ่นคล้ายกลิ่นดาวปลา ไม่ เหมาะสมในการนำมาใช้บริโภคและเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย และต่อปลา โดย สาหร่ายเซลล์เดียวจะไปอุดช่องเหงือกของปลา เช่น สารเมือกพวกเจลาติน (gelatin) ที่เหนียวของ สกุล *Anabaena* ทำให้ปลาหายใจไม่ได้ บางชนิดที่พบบ่อยในบ่อน้ำเสีย เช่น *Microcytis aeruginosa* และ *Anabaena flasaguae* เป็นต้นเหตุแสดงอาการพิษต่อระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์