

บทที่ 6 อาณาจักรโมเนรา (Kingdom Monera)

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโมเนราเป็นสิ่งมีชีวิตที่ประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียวหรือกลุ่มของเซลล์ แต่เซลล์นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ไม่มีไมโทคอนเดรีย (Mitochondria) ไม่มีเม็ดรงควัตถุ (Plastid) ไม่มีกอลจิบอดี (Golgi-body) ไม่มีร่างแหเอนโดพลาซิม (Endoplasmic 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)

การจัดจำแนกพืชในอาณาจักรโมเนรา แบ่งออกเป็น 2 ดิวิชัน ได้แก่

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

1. ดิวิชัน ชิโซมายโคไฟตา

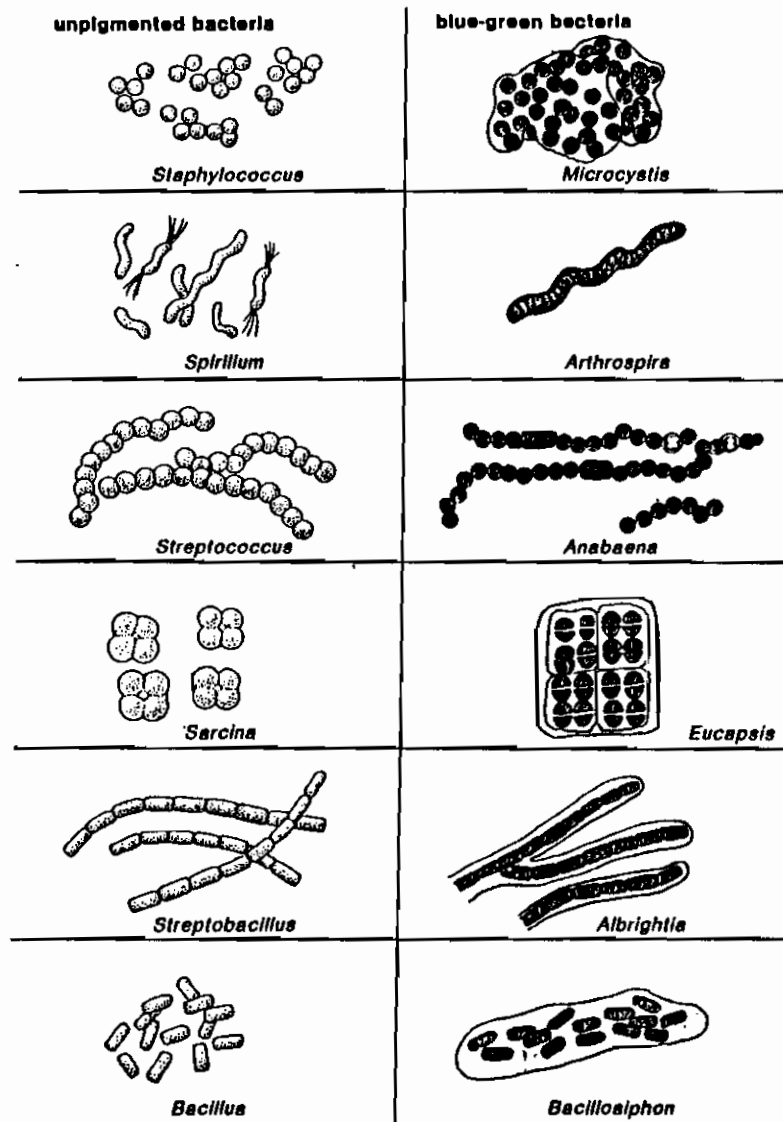
(Division Schizomycophyta หรือ Division Schizophyta)

สิ่งมีชีวิตในดิวิชันนี้มีนิวเคลียสรูปร่างไม่แน่นอนไม่มี แต่โครมาติน (Chromatin) และสารพวกดีเอ็นเอ (DNA) กระจายอยู่ทั่วเซลล์ และพบมากในบริเวณกลางเซลล์ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส สิ่งมีชีวิตในดิวิชันนี้ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria)

แบคทีเรีย จัดเป็นพืชชั้นต่ำเซลล์เดียว ผنังเซลล์แข็ง ไม่มีนิวเคลียสที่เห็นได้ชัดเหมือนพืชชนิดอื่น ไม่มีการสร้างสารคลอโรฟิลล์ สืบพันธุ์แบบแบ่งตัวเป็นสอง (Binary fission) จึงมักเรียกพืชพวกนี้ว่า Fission Plant นักวิทยาศาสตร์ชาวฮอลันดาที่พบแบคทีเรียเป็นคนแรก ชื่อ Antony van Leeuwenhoek 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 มีการพบซากดึกดำบรรพ์ของแบคทีเรียทางตอนใต้ของรัฐออนตาริโอ ประเทศสหรัฐอเมริกา คาดว่าแบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตพวกแรกที่กำเนิดขึ้นในโลก เมื่อประมาณ 3,000 ล้านปีมาแล้ว

โครงสร้างของเซลล์แบคทีเรีย (Structure of bacteria)

ปัจจุบันการศึกษาส่วนประกอบโครงสร้างของแบคทีเรีย ต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด หรือกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron microscope) และวิธีการย้อมสีของนิวเคลียส พบว่า เซลล์ของแบคทีเรียประกอบด้วย



ภาพที่ 2. ลักษณะรูปร่างที่คล้ายคลึงกัน โดยเปรียบเทียบระหว่างเซลล์ของแบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน อาณาจักร โมเนรา (Kingdom Monera) (ที่มา; Stern, 1987; 280)

1. แคปซูล (Capsule) ปลอกหุ้มแบคทีเรีย ประกอบด้วย ชั้นของสารเมือกห่อหุ้มผนังเซลล์ ลักษณะเมือกหนาเหนียวคล้ายเยลลี่ ประกอบด้วยสารพอลิเพปไทด์ (polypeptide) และพอลิแซ็กคาไรด์ (polysaccharide) อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่าง ขึ้นอยู่กับชนิดของแบคทีเรีย แคปซูลเป็นส่วนหนึ่งของเซลล์ส่วนที่ช่วยให้แบคทีเรียทนทานต่อความแห้งแล้งและสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อเซลล์แบคทีเรีย แบคทีเรียพวกที่มีแคปซูลนี้ มักทำให้เกิดโรคต่อสิ่งมีชีวิตอื่น

2. ผนังเซลล์ (Cell wall) เป็นชั้นที่อยู่ใต้เมือกหรือแคปซูล มีโครงสร้างแข็งและหนา ประมาณ 10-25 มิลลิไมครอน ช่วยให้เซลล์คงรูปร่างและป้องกันการสูญเสียน้ำของโพรโทพลาซึมภายในเซลล์ซึ่งเกิดจากแรงดันออสโมซิส โครงสร้างประกอบด้วยสารคาร์โบไฮเดรต และกรดอะมิโน ที่มีลักษณะคล้ายร่างแหเรียกว่า peptidoglycan ประกอบด้วย N-acetylmuramic acid คู่กับ N-acetylglucosamine 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) เพื่อเป็นเยื่อกั้นคั่นกลางเซลล์ขณะแบ่งเซลล์ สมบัติอีกประการหนึ่งก็คือเป็น Permeable membrane ที่ยอมให้สารละลายซึมผ่านได้ เยื่อกั้น (Membrane) บางชนิดยอมให้สารอินทรีย์ผ่าน บางชนิดยอมให้สารอินทรีย์ผ่าน ทั้งนี้เกี่ยวกับความสามารถยอมให้สารผ่าน (Permeability) ของแบคทีเรานั้น ๆ

4. โครมาติน (Chromatin) ภายในเซลล์แบคทีเรียไม่มีนิวเคลียส ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสมี แต่โครมาตินจับกันเป็นเส้นใยสานกันคล้ายตาข่าย โครมาตินทั้งหมดเทียบได้กับหนึ่งโครโมโซม พบอยู่ตรงกลางเซลล์แทนนิวเคลียส มีสารดีเอ็นเอ (DNA) เป็นองค์ประกอบสำคัญ

5. ไซโทพลาซึม (Cytoplasm) ลักษณะเป็นของเหลว มีอนุภาคเล็กๆ แขนงลอยอยู่เรียกว่า ไรโบโซม (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

1. แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลาเส้นเดียว เรียกว่า *Monotrichous species*
2. แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา สองเส้นอยู่ตรงข้ามกัน เรียกว่า *Amphitrichous species*
3. แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา หลายเส้น ไม่ว่าจะมียอดด้านเดียวหรือสองด้าน หน้าและหลังเซลล์ เรียกว่า *Lophotrichous species*
2. แบคทีเรียที่มีแฟลเจลลา รอบตัว เรียกว่า *Peritrichous species*

7. เอนโดสปอร์ (Endospore) สปอร์ของแบคทีเรีย เป็นโครงสร้างที่มีรูปร่างเป็นท่อน ถูกสร้างขึ้นภายในเซลล์ เพื่อให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม แบคทีเรียหนึ่งเซลล์จะสร้าง เอนโดสปอร์หนึ่งสปอร์ การสร้างสปอร์จึงไม่ถือว่าเป็นการสืบพันธุ์ เช่น สกุล *Bacillus* จะสะสมอาหารไว้ในเอนโดสปอร์ (endospore) เมื่อสิ่งแวดล้อมไม่เหมาะสม แต่พอสิ่งแวดล้อมเหมาะสมผนังเซลล์ของเอนโดสปอร์จะถูกเอ็นไซม์ย่อยสลายปล่อยให้แบคทีเรียภายในเจริญเติบโตต่อไป สปอร์ของแบคทีเรียมีรูปร่างกลมหรือรี สปอร์บางชนิดจะตายที่อุณหภูมิ 80-90 °ซ ภายในเวลา 2-3 นาที แต่บางชนิดทนทานในอุณหภูมิ 100 °ซ ได้เป็นเวลานาน บางชนิดทนทานต่อสารเคมี บางชนิดทนทานต่อรังสี

8. ซิสต์ (Cyst) แบคทีเรียทั้งเซลล์จะเปลี่ยนแปลงรูปร่างเป็นรูปร่างกลมมีผนังมาหุ้มหนาพบได้ในแบคทีเรียบางชนิด เช่น สกุล *Azetobacter* ซิสต์ และสปอร์มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดี

รูปร่างของแบคทีเรีย โดยทั่วไปแล้วแบคทีเรียมีรูปร่างหลายแบบได้แก่

1. รูปร่างกลม (Coccus)

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

การจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรีย

แบคทีเรียบางชนิดเมื่อเกิดการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวน ถ้าเซลล์แบ่งตัวตามขวางจะได้เซลล์ใหม่เพิ่มขึ้น เซลล์เหล่านั้นอาจจะไม่หลุดออกจากกัน แต่ยังคงอยู่ติดกันหรือรวมเป็นกลุ่ม (colony) ในรูปแบบต่าง ๆ มีลักษณะการจัดเรียงดังนี้

1. Diplococci เซลล์พวก *Coccus* แบ่งตัวระนาบเดียวได้เซลล์ใหม่ 2 เซลล์อยู่ติดกัน เป็นคู่
2. Tetrads 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. Staphylococci 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

ซ็อน เพื่อเป็นแหล่งคาร์บอน สามารถเจริญเติบโตได้ในที่มีคและมีก๊าซออกซิเจน แบคทีเรียพวกนี้เรียกว่า Heterotrophic bacteria แบคทีเรียที่สามารถอาศัยพลังงานจากการย่อยสลายอาหารโดยอาศัยขบวนการออกซิเดชัน (Oxidation) เรียกว่า Aerobic bacteria (Aerobe) แต่ถ้าแบคทีเรียไม่ต้องการก๊าซออกซิเจน สำหรับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของการหายใจ เรียกว่า Anearobic bacteria (Anaerobe)

การสืบพันธุ์ของแบคทีเรีย

แบคทีเรียมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เมื่ออาหารบริบูรณ์ อุณหภูมิพอเหมาะ แบคทีเรียจะขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้รวดเร็วมาก

1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual reproduction) แบคทีเรียมีการแบ่งเซลล์แบบทวิภาค (Simple binary fission) ก่อนดำเนินการแบ่งเซลล์ แบคทีเรียจะมีการเพิ่มจำนวนโครโมโซมเป็น 2 เท่า โดยดีเอ็นเอ (DNA) ที่ประกอบเป็นโครโมโซมจะคลายตัวจุดใดจุดหนึ่งแล้วสร้างดีเอ็นเอ (DNA) ขึ้นใหม่จากตำแหน่งคลายตัวออกจากกัน เรื่อยไปรอบวงแหวนในทิศทางเดียวกัน จนกระทั่งเวียนมาบรรจบที่ตำแหน่งสร้างดีเอ็นเอ เมื่อการสร้างดีเอ็นเอสิ้นสุดลง จะได้โครโมโซมที่มีวงแหวน 2 อันติดต่อกัน จึงแบ่งไซโทพลาซึมเพื่อแยกให้โครโมโซมทั้งสองออกจากกันหลังจากนั้นเยื่อหุ้มเซลล์ (Plasma membrane) ก็จะสร้างเยื่อกันมากขึ้นให้เป็น 2 เซลล์

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

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

2.2 ทรานส์ดักชัน (Transduction) ค.ศ.1952 ซินเดอร์ (N.D. Zinder) และเลเดอร์เบิร์ก

(J. Lederberg) พบว่าแบคทีเรียถ่ายทอดสารพันธุกรรมจากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง โดยมีไวรัสเป็นสื่อ นำ เมื่อโครโมโซมของไวรัสเข้าไปอยู่ในเซลล์ของแบคทีเรียแล้ว โครโมโซมของไวรัสจะเข้าไปเชื่อมต่อกับโครโมโซมของแบคทีเรีย แล้วแบคทีเรียอาจจะเพิ่มจำนวนโครโมโซมและแบ่งเซลล์หลายครั้ง ทำให้โครโมโซมของไวรัสมีการเพิ่มจำนวนตามไปด้วย ไวรัสก็จะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นมาเอง โดยการจำลองโครโมโซมอย่างมากมาย ทำให้เซลล์ของแบคทีเรียแตก ขณะที่มีการจำลองโครโมโซมนั้น ไวรัสจะนำเอาโครโมโซมบางส่วนของแบคทีเรียติดไปด้วย เมื่อไวรัสสร้างโปรตีนห่อหุ้มเรียบร้อยแล้ว ก็จะทำลายเซลล์แบคทีเรียออกสู่ภายนอก ต่อมาไวรัสนี้จะเข้าไปอยู่ในเซลล์ของแบคทีเรียอื่น และไปถ่ายทอดโครโมโซมให้แบคทีเรียใหม่

2.3 คอนจูเกชัน (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 thiooxidation* สามารถออกซิไดซ์ธาตุกำมะถันให้เป็นกรดซัลฟิวริก (Sulphuric acid)

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

1.2 **Heterotrophic bacteria** แบคทีเรียกลุ่มนี้บางชนิดหาอาหารจากสิ่งมีชีวิตที่ตาย

แล้ว ได้แก่ แบคทีเรียที่ดำรงชีวิต แบบแซพโรไฟต์ (Saprophyte) บางชนิดอาศัยอยู่ในสิ่งมีชีวิต ชนิดอื่นพร้อมทั้งทำอันตรายแหล่งอาศัย (Host) นั้นด้วย อาจอาศัยอยู่ในร่างกายหรือภายนอก ร่างกายของสิ่งมีชีวิตนั้น ๆ ได้ เรียกว่า ตัวเบียน (Parasite)

2. การหายใจ (Respiration) จำแนกประเภทของแบคทีเรีย โดยยึดหลักการใช้ออกซิเจนในการหายใจของแบคทีเรีย จัดได้ 3 ชนิด

2.1 Aerobic bacteria หรือ Anerobe เป็นพวกแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ

2.2 Anaerobic bacteria หรือ Anaerobic แบคทีเรียที่ไม่ใช้ออกซิเจนในการหายใจ เช่น *Clostridium tetanii* ถ้าได้รับออกซิเจนมาก ๆ จะตาย

2.3 Facultative anaerobic bacteria หรือ Obligate anaerobe แบคทีเรียพวกนี้ ต้องการออกซิเจนบ้างเหมือนกัน แต่ปริมาณไม่มากนัก

การจำแนกหมวดหมู่ของแบคทีเรีย ในดิวิชัน 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) เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตพวกเดียวกับแบคทีเรียที่มีลักษณะคล้ายรา โดยสร้างเส้นใยซึ่งเกิดจากเซลล์มาต่อกันเป็นสาย สร้างสปอร์ ที่เรียกว่าโคนิเดีย (Conidia) แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะของเซลล์พวกนี้ยังคล้ายแบคทีเรียมากกว่ารา ส่วนมากพบอยู่ในดินหรือโคลน เช่น สกุล *Streptomyces* ซึ่งนำมาผลิตยาปฏิชีวนะ เช่น *Streptomyces erythraeus* ใช้ผลิตยาปฏิชีวนะชื่อ Eriomycin เป็นต้น

บทบาทของแบคทีเรีย

1. บทบาททางเศรษฐกิจ นำแบคทีเรียพวกที่สามารถทำให้เกิดการหมัก (Fermentation)

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

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

3. บทบาททางการแพทย์ แบคทีเรียพวก *Actinomycetes* สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ เช่น *Streptomyces venezuelae* ใช้ผลิต Chloramphenicol

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

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

6. โทษของแบคทีเรียทำให้อาหารบูดเน่าและพวกปรสิต (Parasite) ที่เกิดโรคต่าง ๆ

2. ดิวิชัน ไชยาโนไฟตา (Division Cyanophyta)

ชื่อดิวิชันนี้มีหลายชื่อ ได้แก่ Division Myxophyta หรือ Division Cyanochloronta สมาชิกพืชในดิวิชันนี้เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) วิทตัน (Whitton, 1982) เรียกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินว่า Cyanobacteria พืชพวกนี้เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวชนิดโพรแคริโอต ลักษณะคล้ายกับแบคทีเรีย แต่ภายในเซลล์มีคลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll a) ใช้ในการ

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 เมื่อต้นถั่วตายทับถมอยู่ในดินก็จะทำให้ดินอุดมสมบูรณ์ประกอบด้วย ธาตุไนโตรเจน มากกว่าเดิม

3. บทบาททางการแพทย์ แบคทีเรียพวก *Actinomycetes* สามารถผลิตสารปฏิชีวนะ เช่น *Streptomycetes venezuelae* ใช้ผลิต Chloramphenicol

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

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

6. โทษของแบคทีเรียทำให้อาหารบูดเน่าและพวกปรสิต (Parasite) ที่เกิดโรคต่าง ๆ

2. คิวริชัน ไชยาโนไฟตา

(Division Cyanophyta)

ชื่อคิวริชันนี้มีหลายชื่อ ได้แก่ Division Myxophyta หรือ Division Cyanochloronta สมาชิกพืชในคิวริชันนี้เป็นพวกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) วิทตัน (Whitton, 1982) เรียกสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินว่า Cyanobacteria พืชพวกนี้เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวชนิดโพรแคริโอต ลักษณะคล้ายกับแบคทีเรีย แต่ภายในเซลล์มีคลอโรฟิลล์เอ (Chlorophyll a) ใช้ในการ

สังเคราะห์แสง สร้างอาหารเองได้ จากการศึกษาซากสัตว์ดึกดำบรรพ์ (fossil) และหลักฐานอื่นๆ พอลาคคะเนได้ว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นสิ่งมีชีวิตอีกชนิดหนึ่งเกิดขึ้นในระยะเริ่มแรกของโลก และเป็นตัวการผลิตก๊าซออกซิเจนให้แก่บรรยากาศของโลก

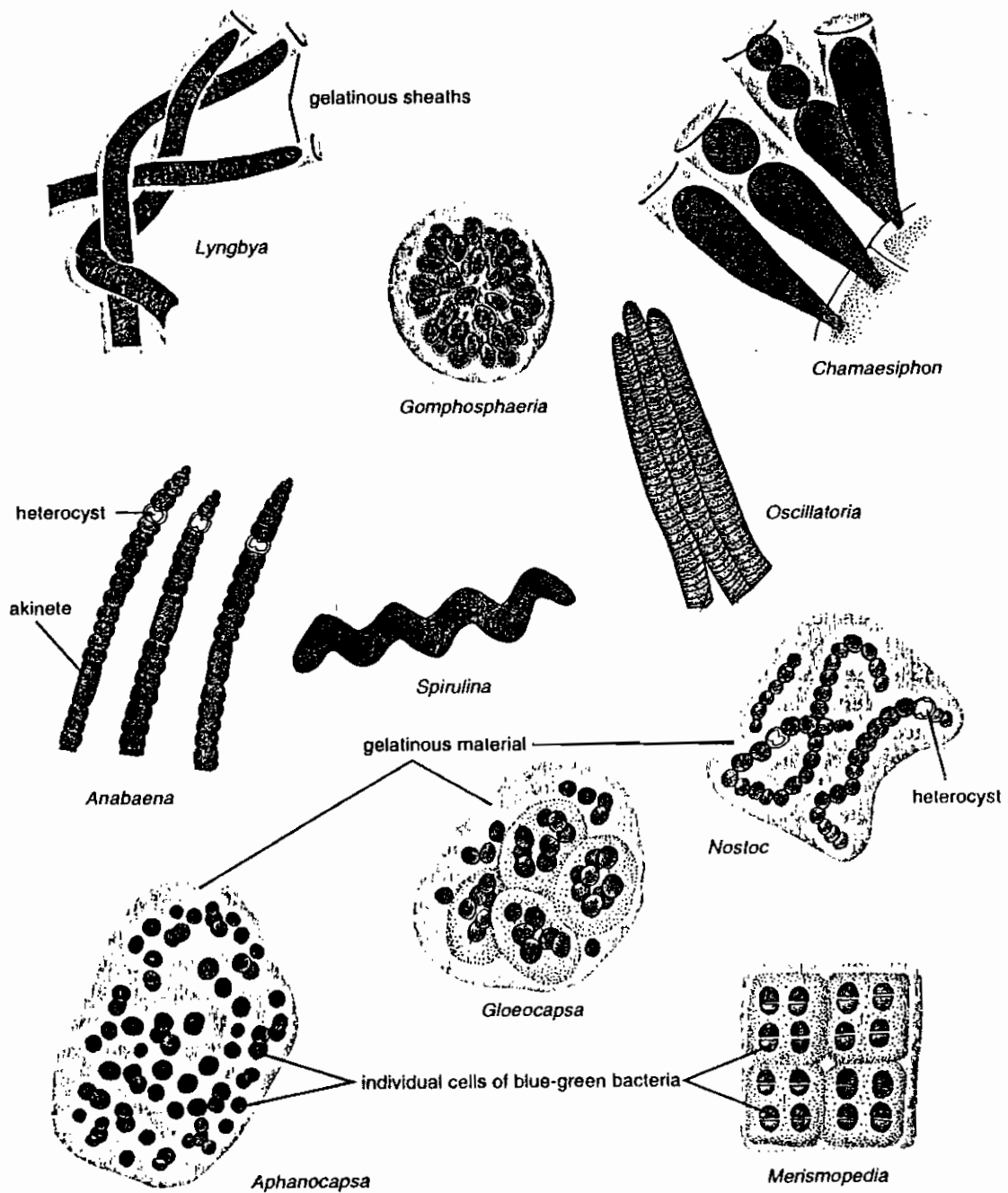
สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พบประมาณ 2,500 กว่าชนิด อาศัยอยู่บนผิวดิน ในพื้นดินบนก้อนหินชื้น ๆ บนลำต้นของต้นไม้ใหญ่ และใบไม้ บ่อน้ำจืด คู คลอง หนองบึง ในน้ำทะเล บ่อน้ำร้อน และหิมะ บางพวกมีชีวิตอยู่กับพวกเห็ด รา (fungi) เช่น สกุล *Chlorococcus* หรือ สกุล *Nostoc* ในไลเคน (Lichen) หรืออาศัยอยู่ร่วมกับพืชชั้นสูง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

ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

1. โครงสร้างของเซลล์ เป็นโปรคาริโอติกเซลล์ (Prokaryotic cell) ประกอบด้วยผนังเซลล์ และโปรโทพลาซึม

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

1.2 โปรโทพลาซึม ชั้นนอกติดผนังเซลล์ มีรงควัตถุ (pigment) หลายชนิด คือ Chlorophyll a, Carotenoids และ Phycobillins กระจายอยู่ทั่วไป เรียกบริเวณรอบนอกว่า Chromoplasm ซึ่งภายในมีถุงอากาศ (gas vacuole) ช่วยจับก๊าซไนโตรเจนจำพวกเอมีน (amine) ทำ



ภาพที่ 3. ลักษณะรูปร่างของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชนิดต่าง ๆ
อาณาจักร โมเนรา (Kingdom Monera) (ทีมา; Stern, 1987; 281)

ให้สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินลอยตัวขึ้นผิวน้ำ รับแสงแดดเพื่อการสังเคราะห์แสง และยังพบอาหารสะสมพวกแป้งชนิดหนึ่ง ได้แก่ Cyanophycean starch grain สารนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับสารทดสอบไอโอดีน จะให้สีน้ำตาลแดง ส่วนบริเวณคอนกลางเซลล์ (central body) เป็นบริเวณที่ไม่มีสี เรียกว่า Centrioplasm เข้าใจว่าทำหน้าที่คล้ายนิวเคลียส (nucleus) มีกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) คล้ายนิวเคลียสของพืช แต่ไม่มีนิวคลีโอลัส (nucleolus) และเยื่อผนังนิวเคลียส (nuclear membrane) องค์ประกอบของนิวเคลียส (nuclear materials) มีลักษณะเป็นท่อน หรือเป็นเส้นสานกันคล้ายตาข่ายหลวม ๆ ซึ่งเทียบได้กับ 1 โครโมโซม (chromosome) ลักษณะภายในเซลล์คล้ายคลึงกับแบคทีเรีย

2. รูปร่างของเซลล์

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

2.2 Colonial form เซลล์เดี่ยวแต่อยู่ร่วมกันเป็นกลุ่ม (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 และยังคงเชื่อมต่อกันจนเป็นสายยาว เช่น พวกเซลล์เป็นสายยาวไม่แตกแขนงของสกุล *Oscillatoria*, สกุล *Anabaena* หรือสกุล *Nostoc* เป็นต้น และเซลล์เจริญยาวเป็นสายที่แตกกิ่งได้ เช่น สกุล *Tolypothrix*

3. การสืบพันธุ์ (Reproduction)

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) เท่านั้น ไม่พบการสืบพันธุ์แบบมีเพศ (Sexual reproduction) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีหลายวิธีตามลักษณะรูปร่าง

3.1 การแบ่งเซลล์ (Cell division) พวกมีรูปร่างเซลล์เดี่ยว มักสืบพันธุ์โดยแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์จากหนึ่งเซลล์เป็นสองเซลล์ จากสองเซลล์เป็นสี่เซลล์ตามลำดับ

3.2 การแบ่งเซลล์แบบหักท่อน (fragmentation) เมื่อพวกที่มีรูปร่างเป็นสาย เจริญต่อ

เป็นสายยาวต่อไปโดยไม่จำกัดความยาวและการแบ่งตัวยาวเกินไปอาจเกิดการหักเป็นท่อน ๆ เช่น เซลล์หนึ่งในเส้นสายของสกุล *Oscillatoria* 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 ขนาดใหญ่กว่าเซลล์ธรรมดาที่มีอาหารสะสมไว้มาก บางชนิดสร้าง endospore เกิดขึ้นภายในเซลล์โดยแบ่งโพรโทพลาซึมออกเป็น 2 ส่วนหรือหลาย ๆ ส่วน แต่ละส่วนจะหลุดออกจากผนังเซลล์เดิมไปงอกเป็นต้นใหม่ต่อไป บางชนิดสร้าง Exospore เกิดขึ้นจากการแบ่งส่วนปลายของเซลล์ออก อาจมีเพียงหนึ่งหรือหลาย ๆ สปอร์เรียงต่อกันที่ปลายเซลล์ด้านหนึ่งลงมาทางฐานเซลล์ แล้วปล่อยออกมางอกเป็นต้นใหม่ต่อไป เช่น สกุล *Chamaesiphon*

4. คุณสมบัติพิเศษอื่น ๆ

4.1 การเคลื่อนไหว (Movement) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดเคลื่อนที่ได้ ลักษณะการเคลื่อนที่มีหลายแบบ เช่น สกุล *Spirulina* เคลื่อนที่แบบถอยหน้าถอยหลัง (Backward and forward gliding) สกุล *Oscillatoria* เคลื่อนที่เฉพาะตรงปลายสายไปทางซ้ายทีและทางขวาที (Swinging movement) สกุล *Spirulina* เคลื่อนที่แบบเป็นคลื่น (Waving movement) บางชนิด เช่น สมาชิกในวงศ์ Oscillatoriaceae เคลื่อนตัวหมุนเป็นเกลียวแบบควงส่วน (Spiral movement) คล้ายกับแบคทีเรียใน อันดับ Mycobacteriales

4.2 การเปลี่ยนสี (Chromatic adaptation) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีความสามารถเปลี่ยนสีได้ ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นแสงและความเข้มของแสงจาก Gaidnkov pheomenan ทดลองกับสกุล *Oscillatoria* พบว่าถ้านำสาหร่ายมาเลี้ยงในที่ที่มีแสงสีต่างกัน จะทำให้สีของสาหร่ายแตกต่างกันได้ กล่าวคือแสงสีต่างกันทำให้ปริมาณรงควัตถุที่เซลล์สร้างขึ้นมามีมากน้อยต่างกัน เช่น เมื่อเลี้ยงสาหร่ายสกุล *Chlorella* ไว้ในแสงสีเขียว สาหร่ายจะมีสีเขียวอมแดง เพราะ

แสงสีเขียวจะไปกระตุ้นให้เกิดรงควัตถุสีแดงของ Phycoerythrin ถ้าความเข้มข้นแสงมีมาก สาหร่ายที่เลี้ยงไว้จะมีสีน้ำเงิน ถ้าความเข้มข้นแสงน้อย สาหร่ายที่เลี้ยงไว้จะมีสีแดง

4.3 การตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixation) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทุกชนิด สามารถตรึงไนโตรเจนจากบรรยากาศได้โดยตรงมาเปลี่ยนสภาพเป็นสารประกอบไนโตรเจน เป็นการเพิ่มไนโตรเจนในดิน เช่น สกุล *Gloeocapsa* และสกุล *Micrococcus* สามารถตรึงไนโตรเจน ทั้งในสถานะที่มีออกซิเจนและไร้ออกซิเจน

4.4 การเกิดวอเตอร์บloom (Water bloom) ถ้ามีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเกิดขึ้น ภายในบ่อน้ำจำนวนมาก (Bloom) จะทำให้น้ำสกปรก เปลี่ยนสี และเกิดกลิ่นคาว กลิ่นคาวปลา ไม่เหมาะสมในการนำมาใช้บริโภคและเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยง เช่น วัว ควาย และต่อปลา โดยสาหร่ายเซลล์เดียวจะไปอุดช่องเหงือกของปลา เช่น สารเมือกพวกเจลาติน (gelatin) ที่เหนียว ของสกุล *Anabaena* ทำให้ปลาหายใจไม่ได้ บางชนิดที่พบบ่อยในบ่อน้ำเสีย เช่น *Microcystis aeruginosa* และ *Anabaena flosaquae* เป็นต้นเหตุแสดงอาการพิษต่อระบบทางเดินอาหารของคน และสัตว์

“ ต้นไม้ที่ได้รับการดูแลให้น้ำให้นุ้ยไปบำรุงลำต้นจนสมบูรณ์เมื่อถึงเวลาแล้ว ย่อมออกดอกออกผลให้แก่เจ้าของฉันใดคนที่ได้รับการเลี้ยงดูจนเติบโตใหญ่ เมื่อมีโอกาสย่อมตอบแทนคุณพ่อแม่และผู้มีอุปการคุณฉันนั้น ”

(การบำรุงบิดามารดา)