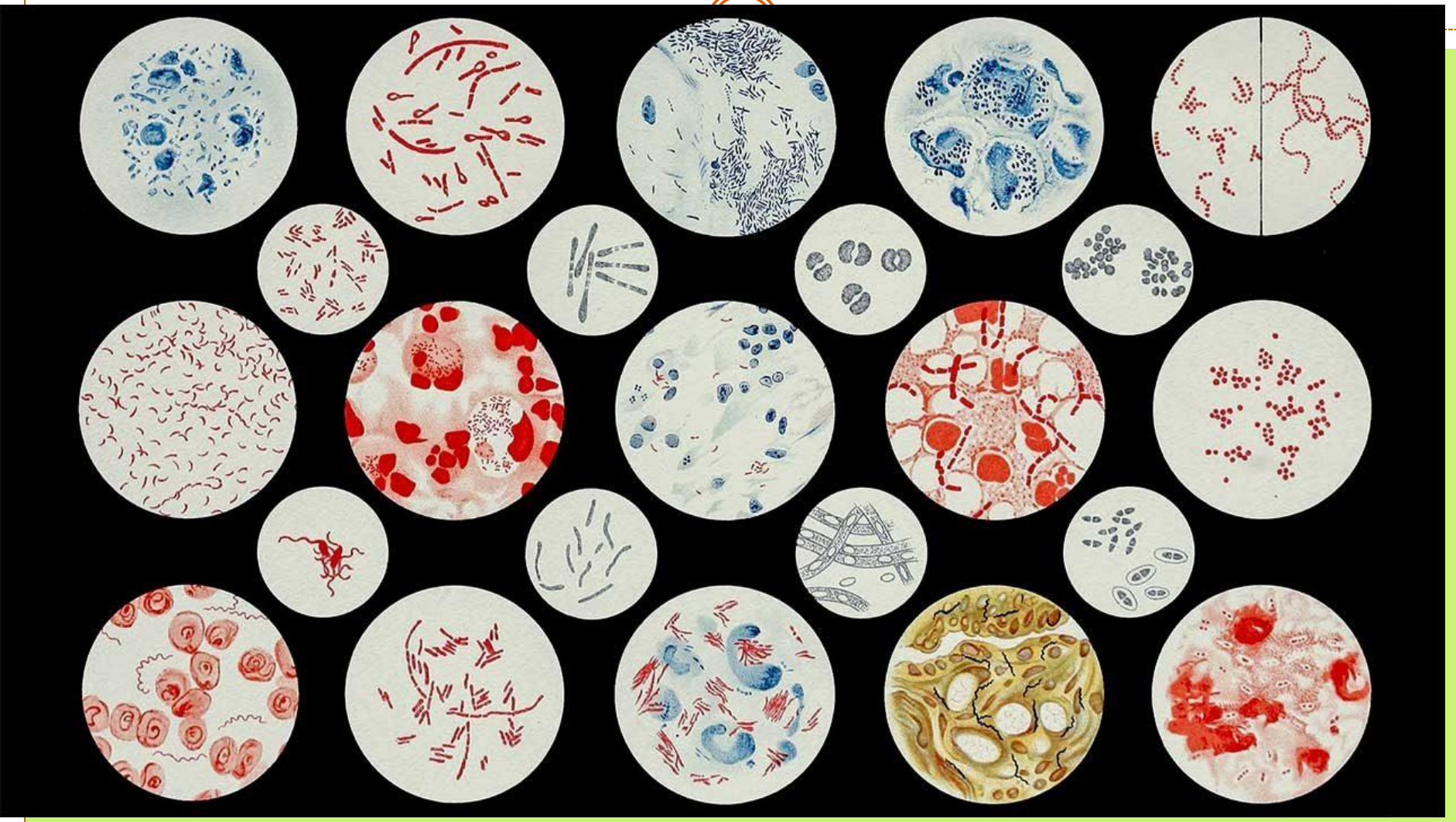
บทที่ 4
แบคทีเรีย
(Bacteria)

- แบคทีเรียสามารถพบได้โดยทั่วไปในสิ่งแวดล้อมทั้งบนบก น้ำ และอากาศ มีทั้งชนิดที่ก่อให้เกิดประโยชน์ และก่อให้เกิดโทษ แบคทีเรียแต่ละชนิดมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสรีระวิทยาที่แตกต่างกัน การสืบพันธุ์มีทั้งแบบอาศัยเพศ **(Sexual Reproduction)** และไม่อาศัยเพศ **(Asexual Reproduction)** การเจริญของแบคทีเรียมีการเจริญแบ่งเป็นช่วง ๆ ตามกราฟการเจริญ **(Growth Curve)** และมีวิธีการวัดการเจริญที่แตกต่างกัน
- ลักษณะที่สำคัญของแบคทีเรียที่ควรคำนึงถึง คือ ขนาด รูปร่าง โครงสร้างการเรียงตัวของเซลล์ ลักษณะเหล่านี้รวมเรียกว่าสัณฐานวิทยาของเซลล์ สามารถวัดขนาดของแบคทีเรียได้ และแบคทีเรียยังมีรูปร่างแตกต่างกันอีกด้วย บางชนิดเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นคู่ กลุ่ม และเป็นสาย ซึ่งช่วยในการจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียได้ด้วย

bacteria



- รูปร่างและการจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรีย
- รูปร่างของแบคทีเรียโดยทั่วไปมี 3 แบบ คือ ทรงกลม (Sphere) เรียกว่า ค็อกคัส (Coccus) หรือค็อกไค (Cocci) ทรงกระบอกหรือภาพท่อน (Rod) เรียกว่า บาซิสลัส (Bacillus) หรือ บาซิลไล (Bacili) และรูปเกลียว (Spiral) เรียกว่า สไปริลลัม (Spirillum) หรือสไปริลไล (Spirilli)

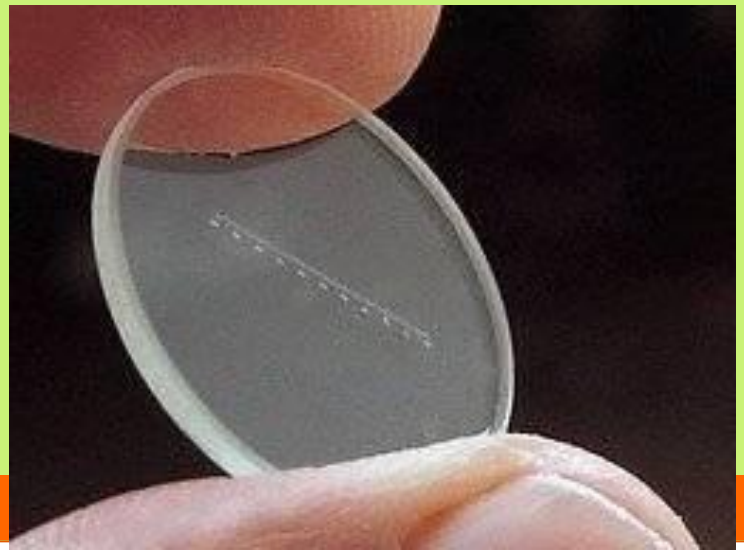
- เซลล์เหล่านี้มีลักษณะการเรียงตัวที่แตกต่างกันคือ ถ้าค็อกคัส 2 เซลล์มาเรียงติดกันเรียกว่า ดิไพลค็อกไค (Diprococci) หลายเซลล์ที่เรียงกันเป็นสายยาวเรียกว่า สเตรบโตค็อกไค (Streptococci) สี่เซลล์เรียงต่อกันเรียกว่า เทเทรด (Tetrad) แปดเซลล์เรียงเป็นลูกบาศก์เรียกว่า ซาสินา (Sarcina) และหากหลายเซลล์เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่นเรียกว่า สแตฟฟิโลค็อกไค (Staphylococci) เป็นต้น

รูปร่างและการเรียงตัวแบบต่าง ๆ ของแบคทีเรีย

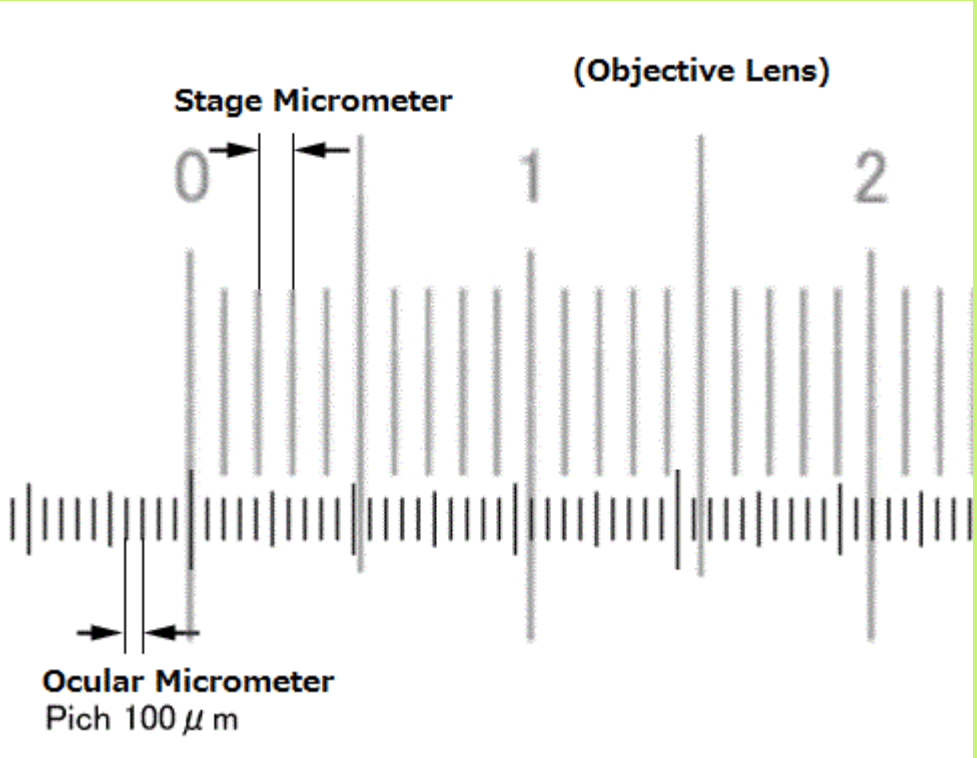
Common Prokaryotic Cell Arrangements		
Name	**Description**	**Illustration**
Coccus (pl. cocci)	Single coccus	
Diplococcus (pl. diplococci)	Pair of two cocci	
Tetrad (pl. tetrads)	Grouping of four cells arranged in a square	
Streptococcus (pl. streptococci)	Chain of cocci	
Staphylococcus (pl. staphylococci)	Cluster of cocci	
Bacillus (pl. bacilli)	Single rod	
Streptobacillus (pl. streptobacilli)	Chain of rods	

ขนาดและการวัดขนาดของแบคทีเรีย

- แบคทีเรียมีขนาดเล็กมาก โดยทั่วไปมีขนาดความกว้างประมาณ 0.5-1 ไมโครเมตร ยาวประมาณ 2-5 ไมโครเมตร เช่น ***Streptococcus*** มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75-1.25 ไมโครเมตร และเนื่องจากขนาดที่เล็กมากของแบคทีเรีย การวัดขนาดแบคทีเรียจึงต้องอาศัยเครื่องมือเรียกว่า ออกคิวลาร์ไมโครมิเตอร์ **(Ocular Micrometer)** ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นกระจกกลม ใช้ใส่ในกระบอกออกคูลาร์เลนส์หรือเลนส์ใกล้ตา **(Ocular Lens)** ไมโครมิเตอร์นี้มีขีดแบ่งเป็นช่อง ๆ ละเท่า ๆ กัน ช่องเหล่านี้จะทราบค่าได้ ต้องนำไปเทียบกับขีดแบ่งบนสเตจไมโครมิเตอร์ **(Stage Micrometer)**



- ซึ่งมีความยาวทั้งสเกลคือ 1 มิลลิเมตร แบ่งออกเป็น 100 ช่อง ดังนั้นแต่ละช่องจะมีระยะห่างกัน 0.01 มิลลิเมตร วิธีเทียบทำได้โดยให้สเกลของไมโครมิเตอร์ทั้งสองมาขนานกันและเลื่อนมาซ้อนกันพอดี โดยให้จุดเริ่มต้นของสเกลทั้งสองตรงกัน หลังจากนั้น นับจำนวนช่องที่ออกคูลาร์ไมโครมิเตอร์ ตรงหรือทับพอดีกับสเตจไมโครมิตอร์และนับจำนวนช่องด้วยแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ตัวอย่างเช่น

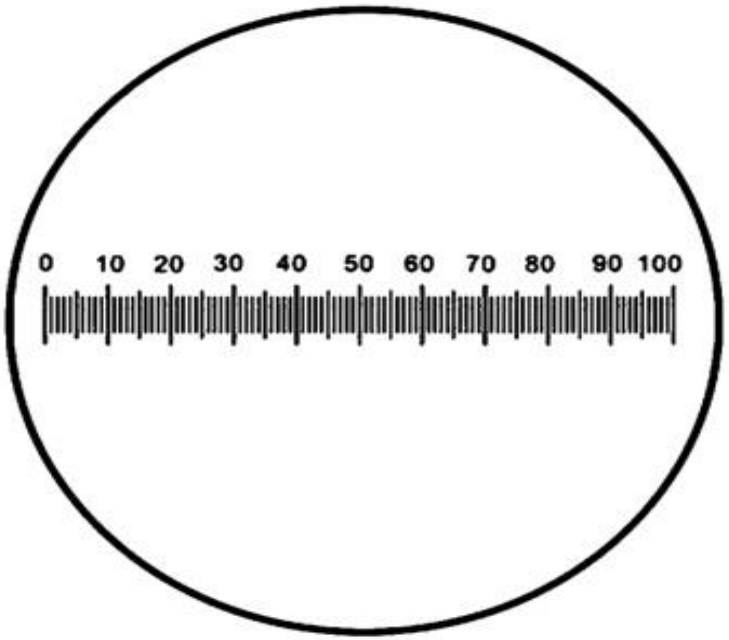


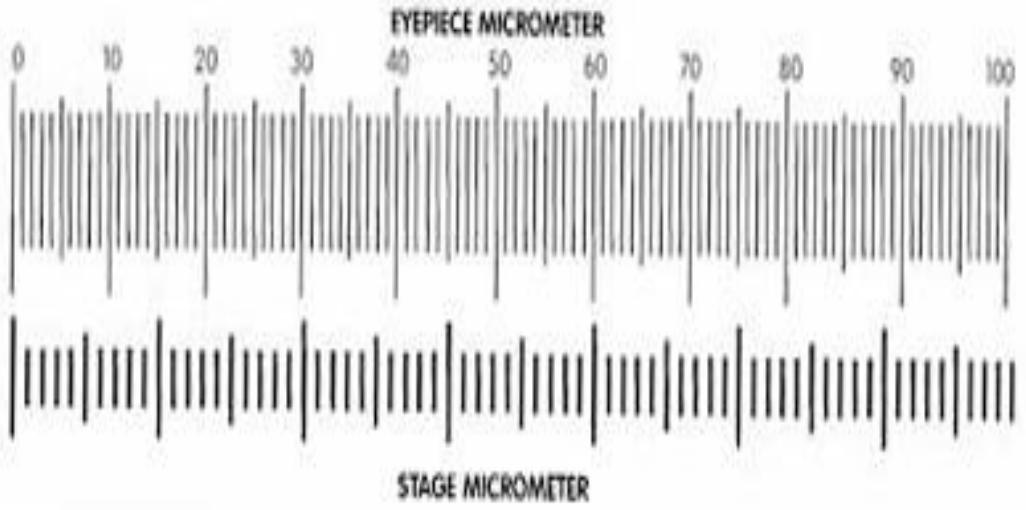
วิธีการวัดขนาดสิ่งมีชีวิต

- ออกคิวลาร์ไมโครมิเตอร์ **a** ช่องตรงและทับพอดีกับสเตจไมโครมิเตอร์ **b** ช่อง
- ออกคิวลาร์ไมโครมิเตอร์ **1** ช่องตรงและทับพอดีกับสเตจไมโครมิเตอร์ **b/a** ช่อง = **b/a×0.01** มิลลิเมตร

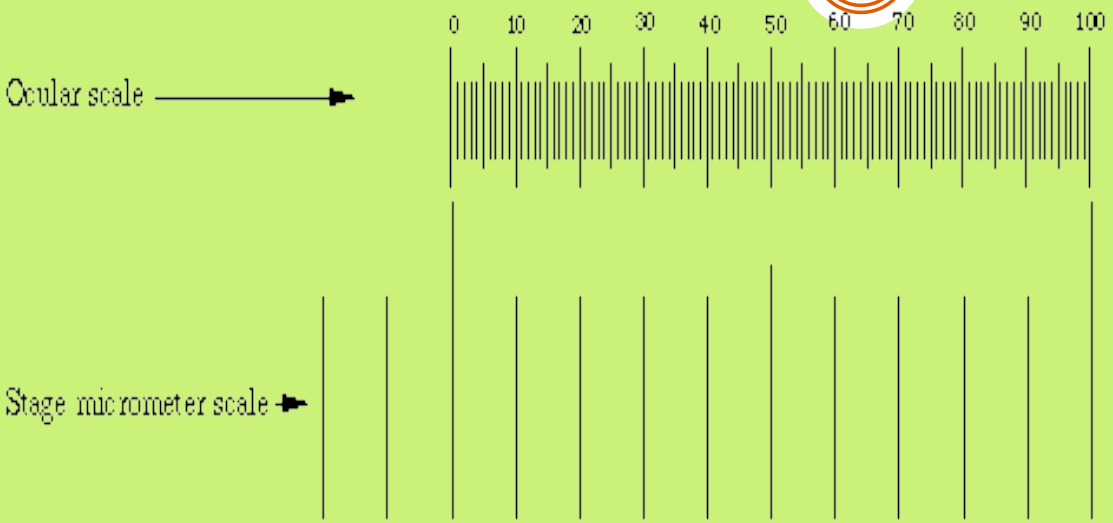
- หลังจากนั้นถอดสเตจไมโครมิเตอร์ออก นำสไลด์ของตัวอย่างมาวัดแทน สำหรับค่าที่คำนวณได้นั้น ใช้ได้เฉพาะกำลังขยายหนึ่งเท่านั้น ถ้าเปลี่ยนกำลังขยายจะต้องนำออกคูลาร์เลนส์และสเตจไมโครมิเตอร์มาเทียบค่าใหม่และต้องวัดขนาดของสไลด์ตัวอย่างใหม่ด้วย และใช้ได้กับกล้องนั้น ๆ ด้วย เพราะกล้องแต่ละกล้องมีความคลาดเคลื่อนของกำลังขยายเลนส์ใกล้วัตถุ

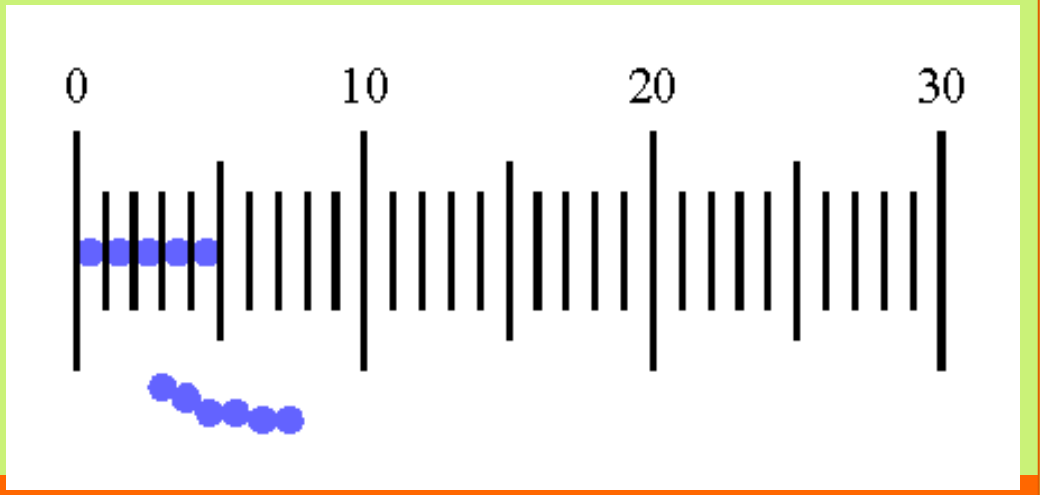
ลักษณะของสเตจไมโครมิเตอร์และออกคูลาร์ไมโครมิเตอร์และวิธีการวัดขนาด





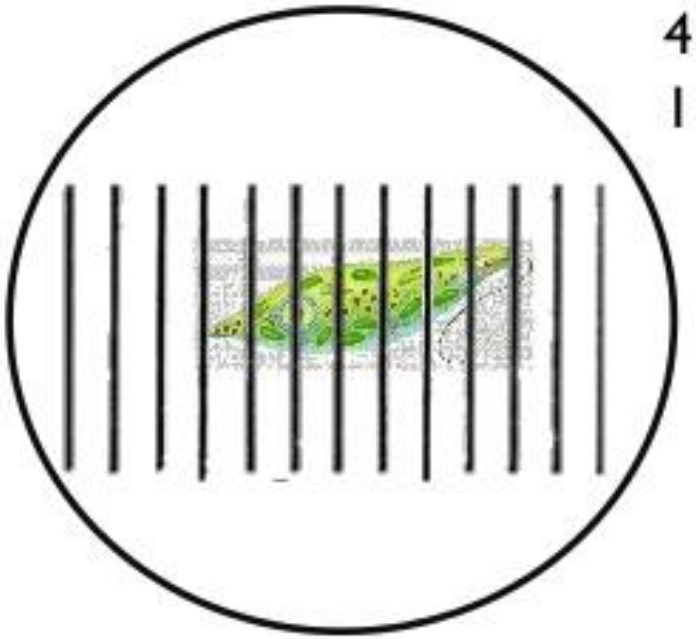
ลักษณะของสเตจไมโครมิเตอร์และออกคูลาร์ไมโครมิเตอร์และวิธีการวัดขนาด





การเทียบ **scale micrometer** ก่อนนำไปใช้

- เลนส์ใกล้วัตถุกำลังขยาย 10 เท่า โดย **4 ocular = 1 stage**
  สิ่งมีชีวิตที่เห็นจะมีขนาดเท่าใด



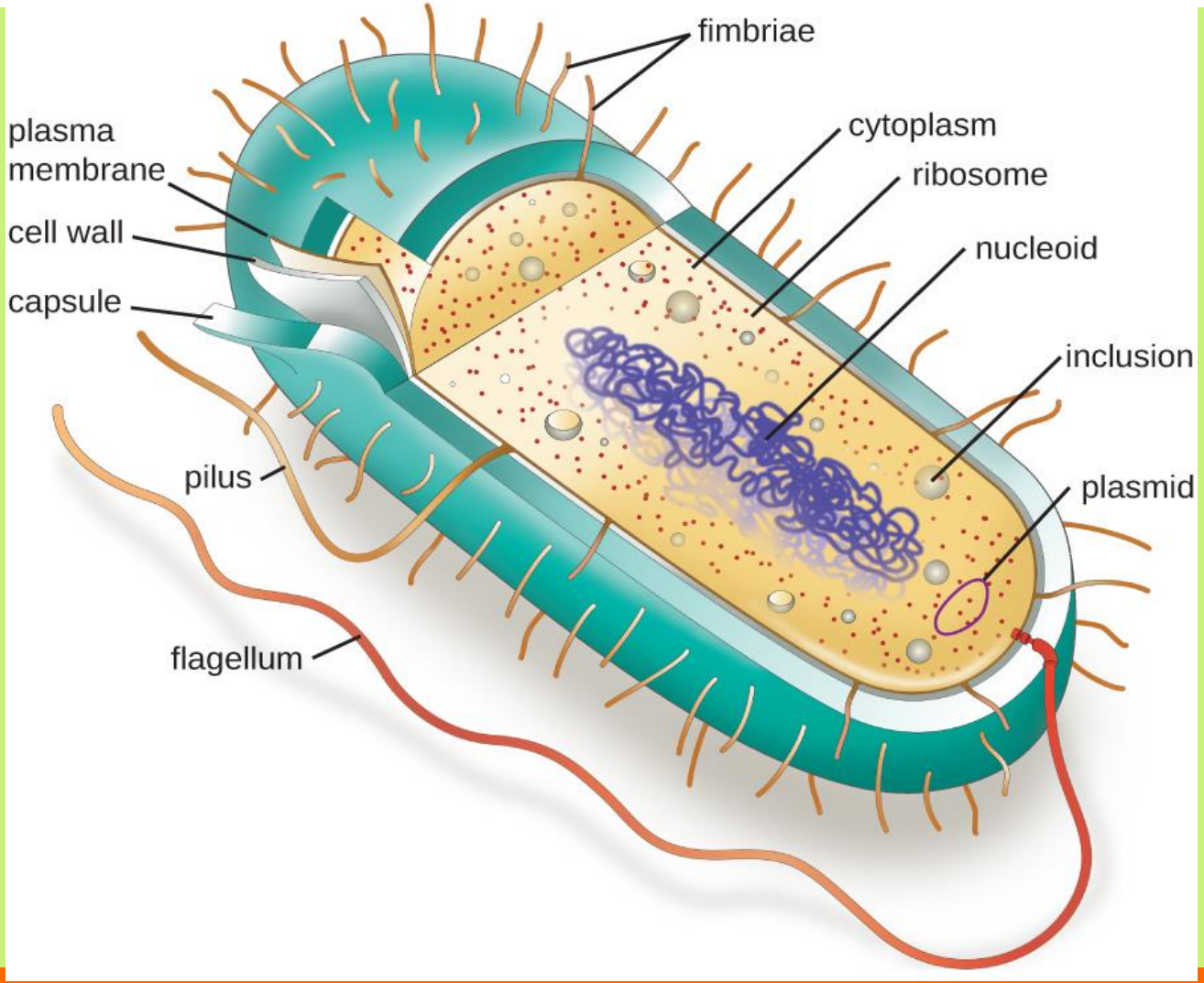
4 ช่อง ocular = 1 ช่อง stage
1 ช่อง ocular = 1/4 ช่อง stage
= 0.01/4
= 0.0025 mm
=2.5 µm

2.5 x ?

โครงสร้างของแบคทีเรีย

- แบคทีเรียเป็นกลุ่มโพรคาริโอต จึงไม่มีโครงสร้างที่สำคัญหลาย ๆ ชนิด เช่น เยื่อหุ้มนิวเคลียส ไมโตคอนเดรีย โกลจิบอดี เป็นต้น แบคทีเรียมีโครงสร้าง โดยโครงสร้างของแบคทีเรียมีอยู่ทั้งภายนอกและภายในผนังเซลล์ โครงสร้างบางอย่างจะพบได้ในแบคทีเรียบางชนิดเท่านั้น โครงสร้างที่สำคัญของแบคทีเรียมีดังต่อไปนี้

โครงสร้างโดยทั่วไปของของแบคทีเรีย

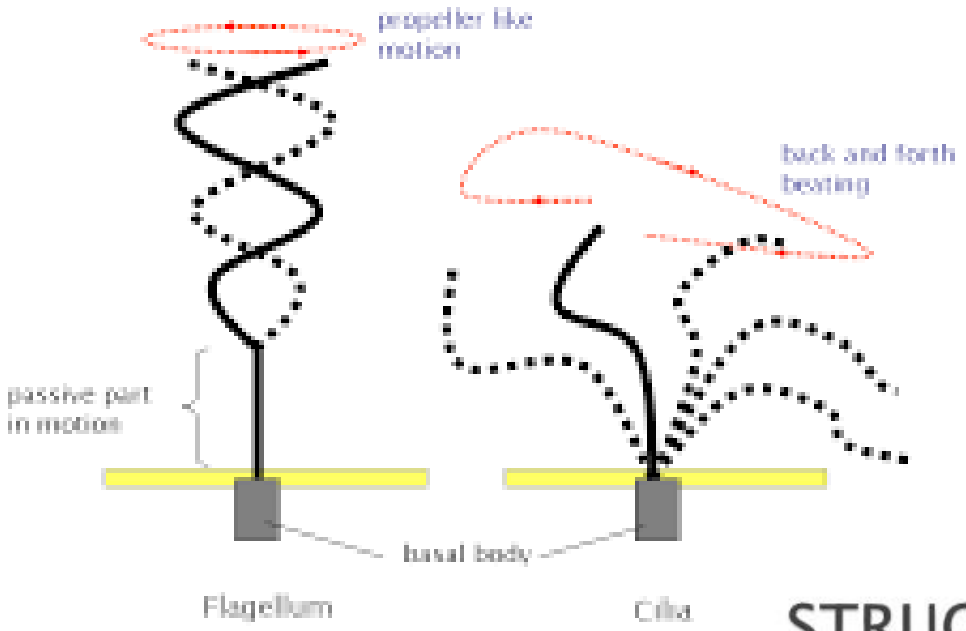


แฟลกเจลลา (Flagella)

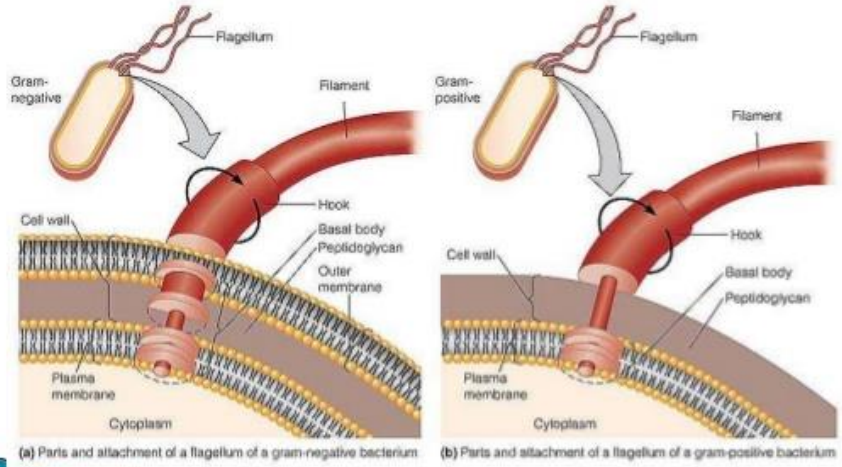
- ใช้ในการเคลื่อนที่ของแบคทีเรีย มีลักษณะคล้ายขนยื่นออกมานอกผนังเซลล์ โดยมีจุดตั้งต้นมาจากเบซัลบอดี (**Basal Body**) ที่อยู่ใต้เยื่อหุ้มเซลล์ในไซโตพลาสซึม แฟลกเจลลามีโครสร้าง 3 ส่วนคือ ส่วนที่ยึดกับฐาน (**Basal Structure**) ส่วนที่เป็นตะขอ (**Hook**) และส่วนที่เป็นเส้นยาวออกจากผนังเซลล์ (**Filament**) และเนื่องจากแฟลกเจลลามีขนาดเล็กมาก เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.01-0.02 ไมโครเมตร สีที่ใช้ย้อมต้องใช้ย้อมพิเศษด้วยเบสิคฟุคซิน

- (**Basic Fuchsin**) และใช้มอร์แดนท์คือกรดแทนนิก (**Tannic Acid**) ที่จะช่วยให้สีที่ติดที่แฟลกเจลลา หนามากยิ่งขึ้นและสามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ได้

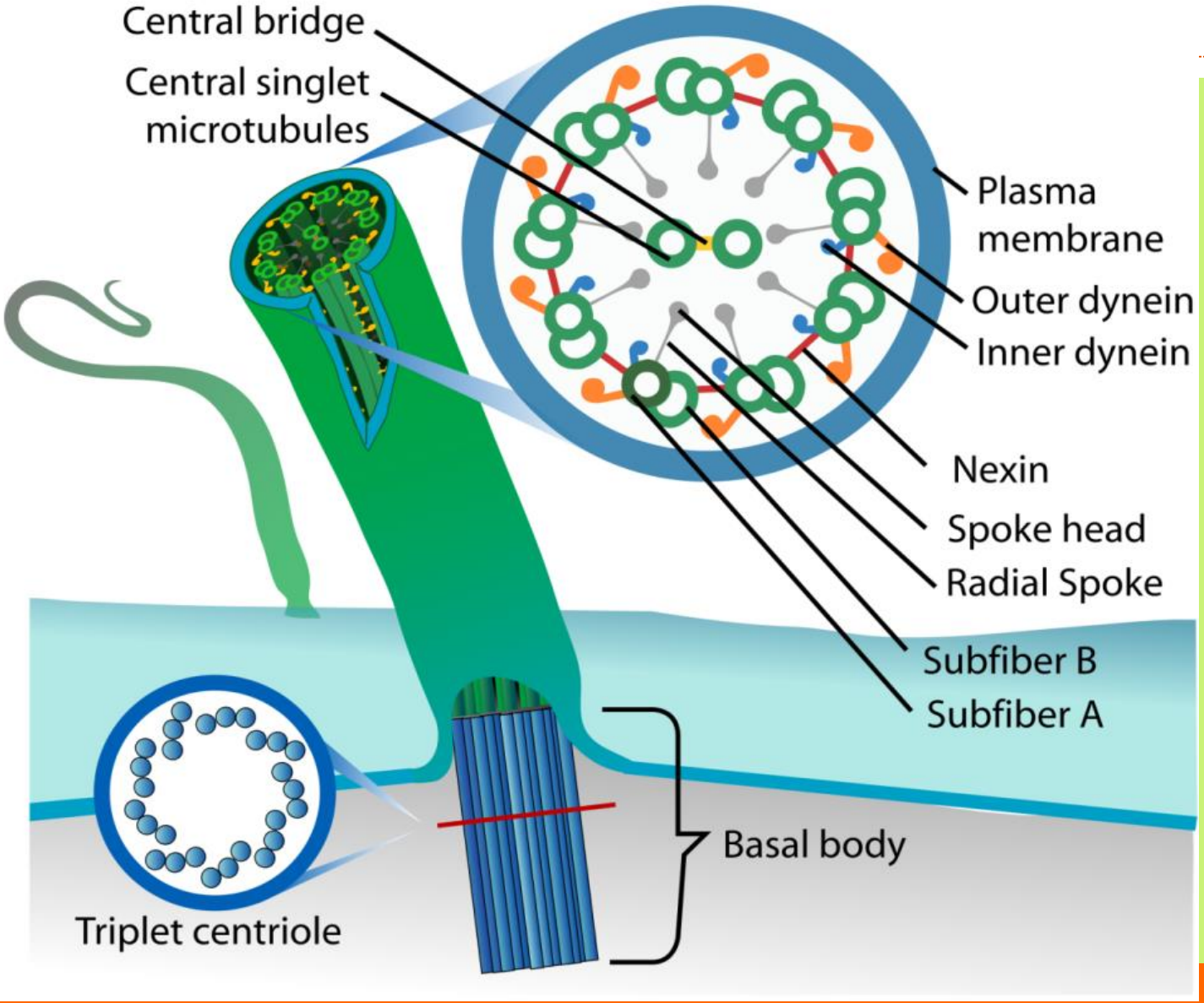
- จากการวิเคราะห์ทางเคมี แฟลกเจลลาประกอบด้วยโปรตีนแฟลกเจลลิน (**Flagellin**) ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 20,000-40,000 ดาลตัน และไม่พบแฟลกเจลลาในแบคทีเรียทุกชนิด แต่จะมีเฉพาะพวกที่เคลื่อนที่ได้ แบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม (**Coccus**) จะแทบไม่พบแฟลกเจลลาเลย ส่วนกลไกการเคลื่อนที่ของแบคทีเรียโดยใช้แฟลกเจลลา ยังไม่ทราบแน่ชัด แต่มีเอกสารหลายฉบับอธิบายว่า เกิดจากโปรตีนซึ่งมีโมเลกุลใหญ่ หดตัวและคลายตัวสลับกัน ทำให้เกิดการเคลื่อนที่เป็นลูกคลื่นซึ่งจะดึงหรือผลักแบคทีเรียเข้าหรือออกได้



STRUCTURE of flagella:



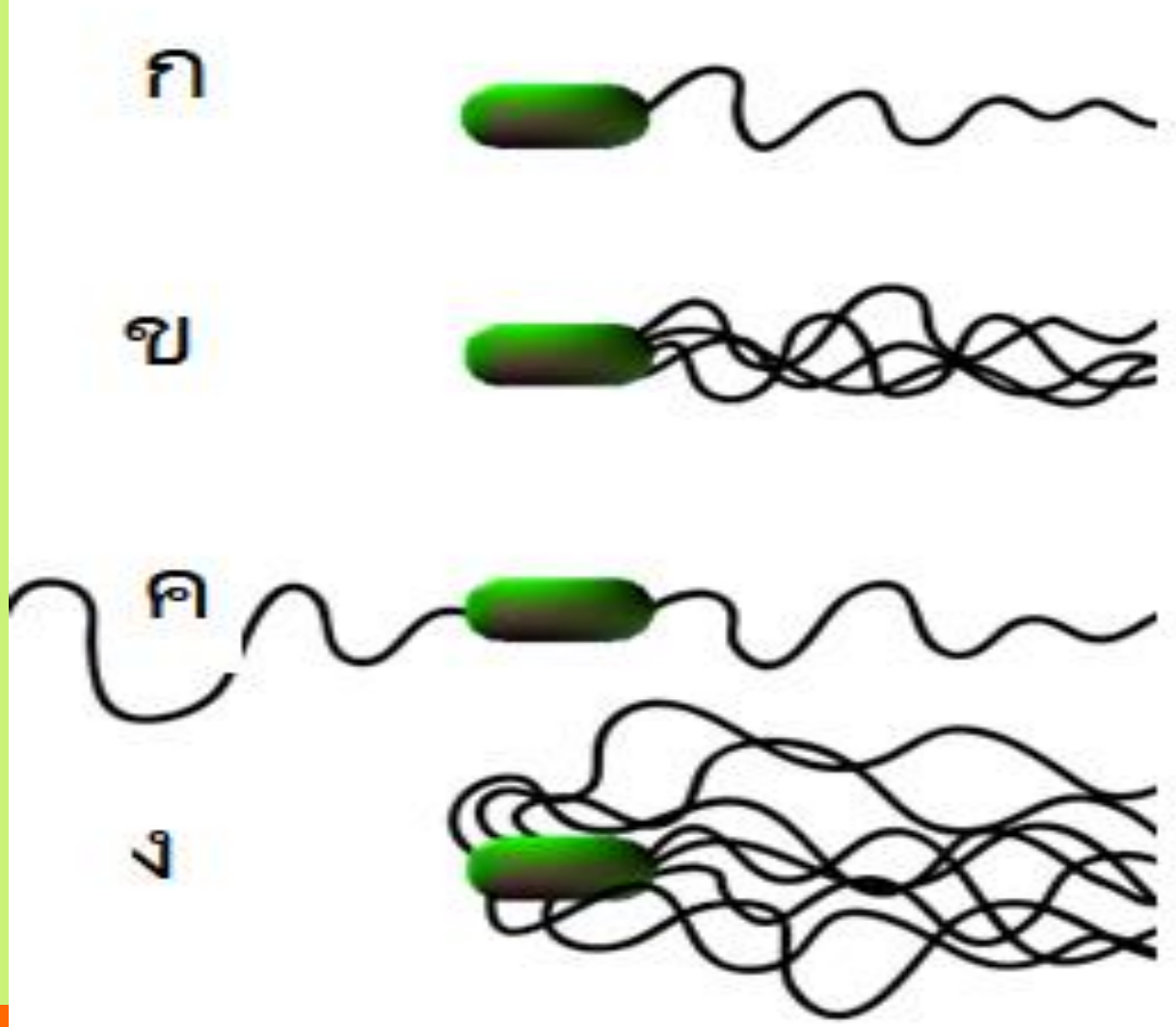
แสดงลักษณะแฟลกเจลลาของแบคทีเรีย



การเรียงตัวของแฟลกเจลลา มีดังต่อไปนี้ คือ

- 1.1 โมโนทริคัส แฟลกเจลลา (**Monotrichous Flagella**) มีแฟลกเจลลาเส้นเดียวที่ขั้ว
- 1.2 โลโฟทริคัส แฟลกเจลลา (**Lophotrichous Flagella**) มีแฟลกเจลลาที่ขั้วเซลล์เพียงข้างเดียวและหลายเส้น
- 1.3 แอมฟิทริคัส แฟลกเจลลา (**Amphitrichous Flagella**) มีแฟลกเจลลาที่ขั้วเซลล์ทั้งสองข้าง และมีหลายเส้น
- 1.4 เพอริทริคัส แฟลกเจลลา (**Peritrichous Flagella**) มีแฟลกเจลลายื่นออกมารอบ ๆ ตัวเซลล์

ภาพแสดงการเรียงตัวแบบต่าง ๆ ของแฟลกเจลลา (ก) โมโนทริคัสแฟลกเจลลา(ข) โลโฟทริคัสแฟลกเจลลา (ค) แอมฟิทริคัสแฟลกเจลลา (ง) เพอริทริคัสแฟลกเจลลา



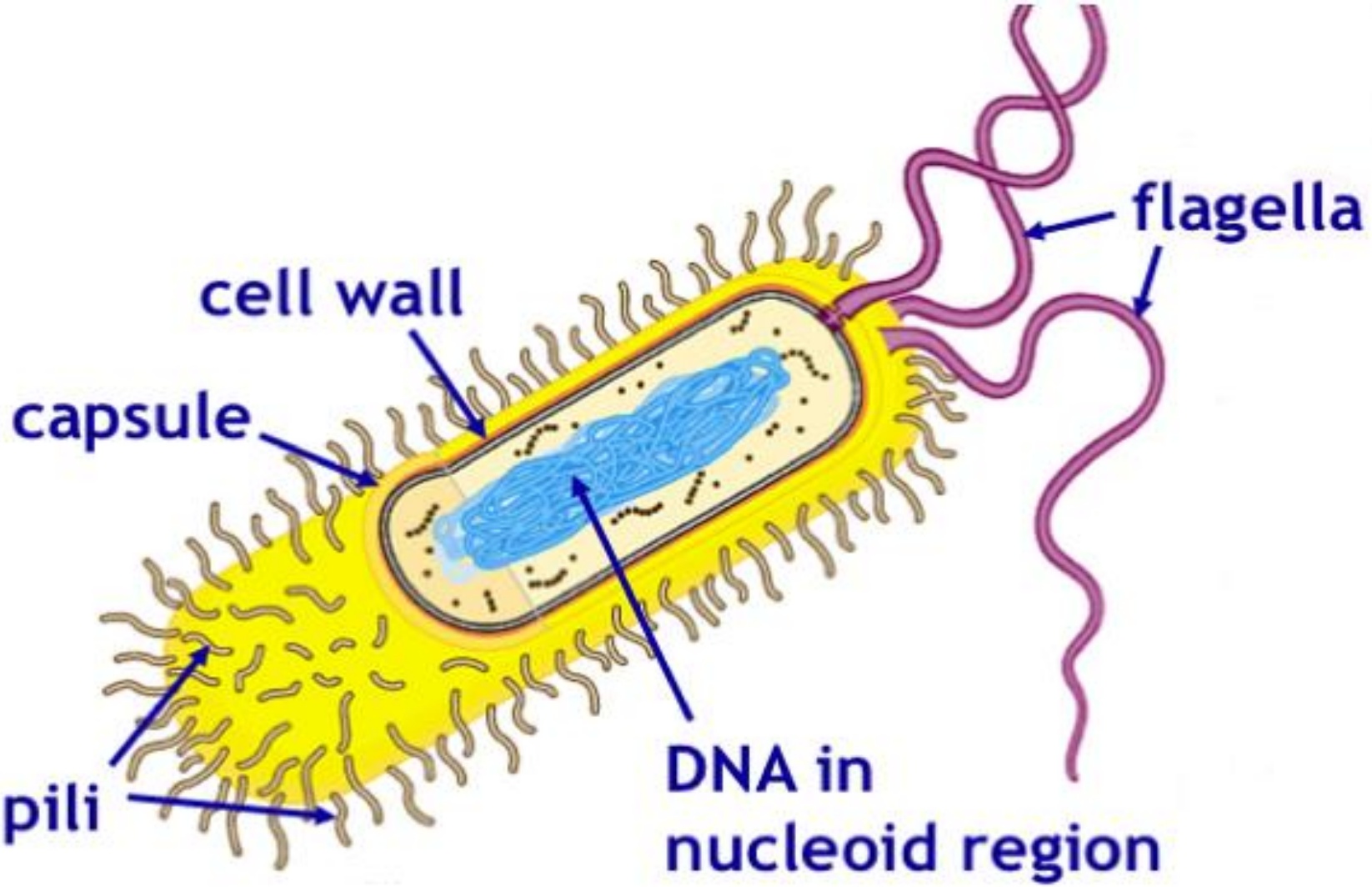
ฟิมเบรียหรือพิไล (Fimbriae หรือ Pili)

- ฟิมเบรียมีลักษณะเป็นขนคล้ายแฟลกเจลลา แต่มีขนาดเล็กกว่ากัน จำนวนมากกว่า และไม่มีลักษณะเป็นคลื่นแบบแฟลกเจลลา ไม่มีหน้าที่ในการเคลื่อนที่ เนื่องจากพบในแบคทีเรียที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้ เนื่องจากฟิมเบรียมีขนาดเล็กมาก จึงต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนในการมองเห็น หน้าที่ของฟิมเบรียคือ ช่วยให้แบคทีเรียไปเกาะติดกับพื้นผิววัสดุ หรือพื้นผิวเนื้อเยื่อที่แบคทีเรียจะเข้าสู่ร่างกาย เช่นเยื่อบุทางเดินหายใจ ลำไส้ เป็นต้น

พิไล

- จะมีโครงสร้างคล้ายฟิมเบรีย แต่ขนาดยาวกว่าและจำนวนน้อยกว่า มีหน้าที่เป็นตัวรับจำเพาะของไวรัสบางชนิด **(Specific Receptor)** มีส่วนร่วมในกระบวนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของแบคทีเรีย นอกจากนี้ยังมีสมบัติเป็นแอนติเจนอีกด้วย **(Somatic Antigen)**

ตำแหน่งที่อยู่และลักษณะของพิไลในแบคทีเรีย



แคปซูล (Capsule)

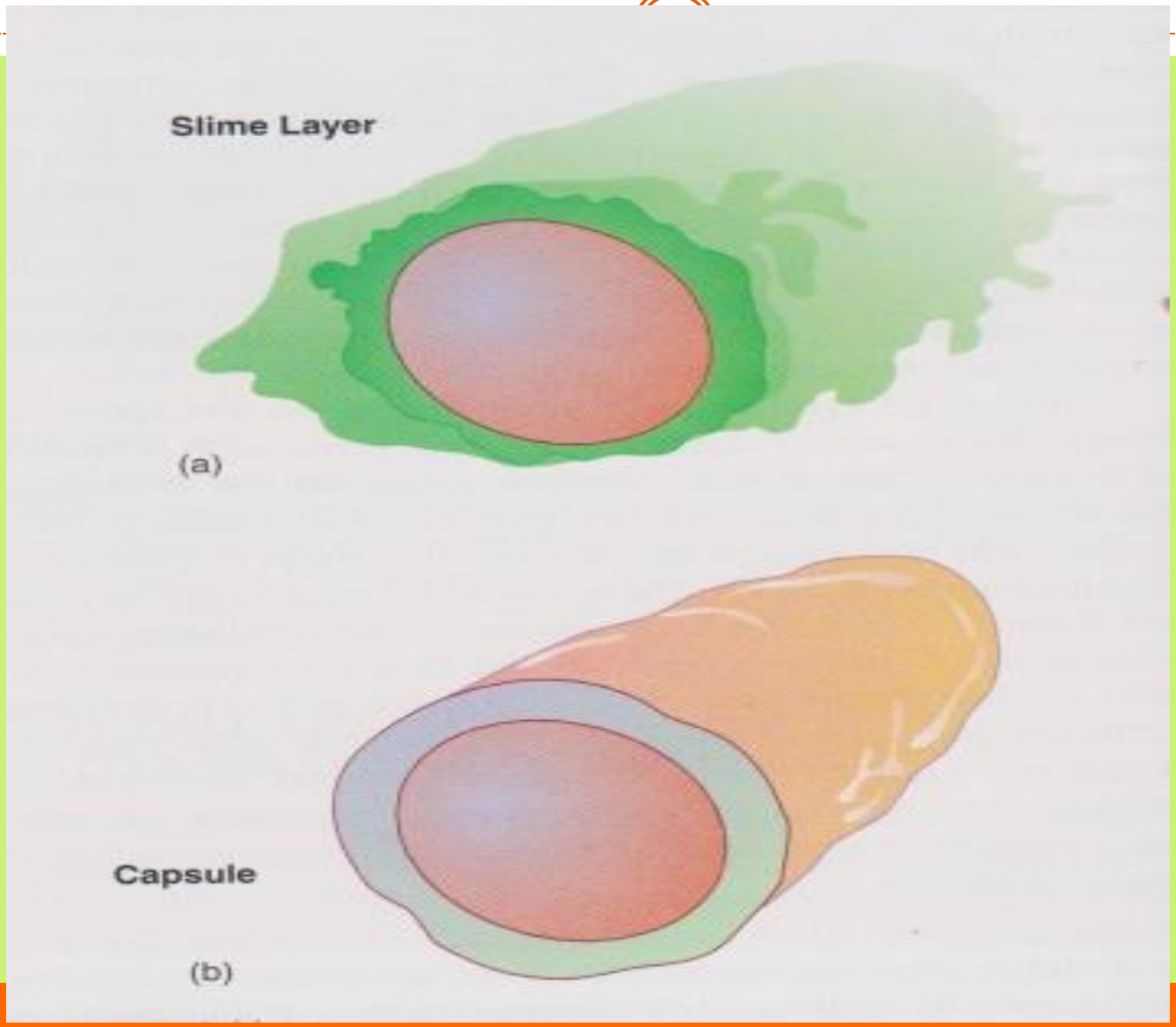
- เป็นสารเหนียวคล้ายเจลซึ่งจะเคลือบหรือปกคลุมเซลล์ไว้และมักทำให้โคโลนีมีลักษณะเป็นเมือกเยิ้ม หรือเมื่อใช้เข็มเขี่ยจะยืดยาวเป็นสาย แคปซูลไม่พบในแบคทีเรียทุกชนิด โดยที่ขนาดของแคปซูลจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมการเลี้ยงเชื้อ รวมทั้งอาหารที่ใช้เลี้ยงเชื้อแบคทีเรียนั้น ๆ สามารถมองเห็นแคปซูลได้ด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบธรรมดา โดยใช้วิธีการย้อมแบบเนกาทีฟ องค์ประกอบทางเคมีของแคปซูลประกอบด้วยสารประกอบพอลิแซคคาไรด์ เช่น
- เดกซ์แทรน (Dextran) เดกซ์ทริน (Dextrin) เซลลูโลส เป็นต้น
-
- มีสารที่คล้ายแคปซูลอีกชนิดหนึ่งคือ เมือก (Slime) โดยเมือกมีองค์ประกอบและโครงสร้างที่ซับซ้อนน้อยกว่าแคปซูล องค์ประกอบเป็นกลุ่มพอลิแซกคาไรด์และ

พอลิเพปไทด์ แต่เมือกสามารถละลายในอาหารได้ดีกว่าแคปซูล

ความสำคัญของแคปซูล

- ทำให้แบคทีเรียทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เช่นสารเคมี ความแห้งแล้ง อุณหภูมิเป็นต้น
  - มีความสามารถทำให้เกิดโรคได้รุนแรง โดยพบว่าถ้าแบคทีเรียสูญเสียความสามารถในการสร้างแคปซูล จะทำให้ความสามารถในการทำให้เกิดโรคลดลงหรือหมดไปได้
  - เป็นที่สะสมอาหารหรือของเสียจากเซลล์
  - ทำให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจในอุตสาหกรรมนมและอาหาร ทำให้อาหารนมและน้ำหวานเกิดเป็นยางเหนียว

โครงสร้างของ (ก) เมือก (slime layer) และ (ข) แคปซูล (capsule)



4. ผนังเซลล์ (Cell Wall)

- เป็นโครงสร้างที่ทำให้แบคทีเรียคงรูปร่างอยู่ได้ ผนังเซลล์มีความหนา 10-25 นาโนเมตร มีอยู่ 10-40% ของน้ำหนักแห้ง
- หน้าที่ของผนังเซลล์ของแบคทีเรีย
  - ป้องกันเซลล์แตก อันเนื่องมากจากความแตกต่างของความดันออสโมซีสระหว่างภายในและภายนอก
  - เป็นที่ให้แฟลกเจลลายึดเกาะ
  - ทำให้แบคทีเรียคงรูปร่างอยู่ได้
  - เป็นตำแหน่งที่แบคเทอร์ริโอเฟจ (Bacteriophage) ส่วนใหญ่มาเกาะอยู่
  - มีสมบัติเป็นโซมาติกแอนติเจน (Somatic Antigen)
  - ทำให้เกิดการแบ่งเซลล์และมีการเจริญเติบโตต่อไปได้ ถ้าไม่มีผนังเซลล์จะไม่เกิดการแบ่งเซลล์

องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์ โดยทั่วไปประกอบด้วย

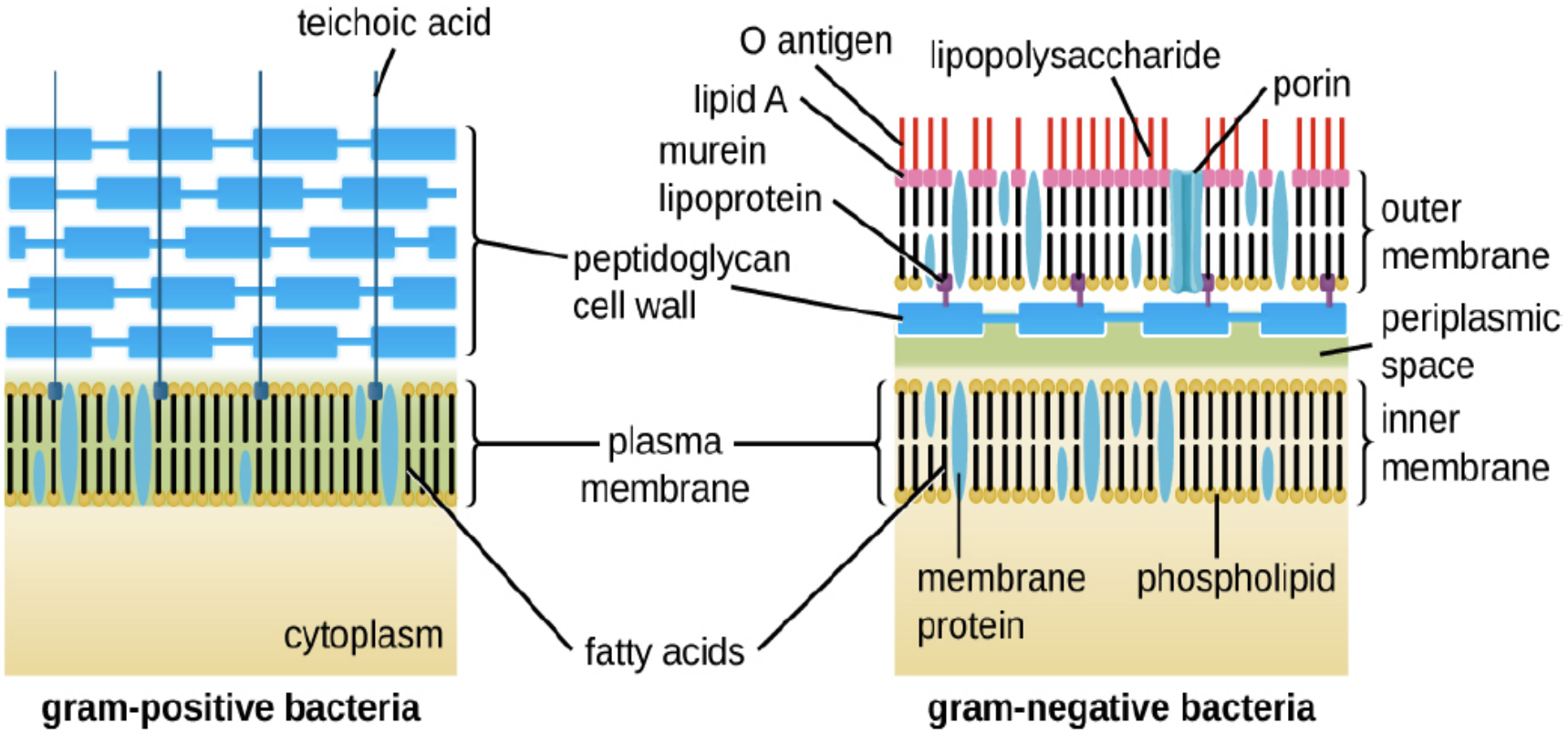
- น้ำตาล 2 ชนิดคือ เอ็น-อะซิติลกลูโคซามีน (N- Acetyl Glucosamine, NAG) และกรดเอ็น-อะซิติลมิวรามิก (N-Acetylmuramic Acid, NAM) โดยน้ำตาลชนิดหลังจะพบแต่ในไซยาโนแบคทีเรียและริกเก็ตเซียเท่านั้น และน้ำตาลเอ็น-อะซิติลกลูโคซามีนและกรดเอ็น-อะซิติลมิวรามิกมีการเชื่อมต่อกันเพื่อเป็นชั้นมิวโคเพปไทด์หรือเพปติโดไกลแคน
- กรดอะมิโนหลายชนิด เช่น อลานีน (Alanine) ไกลซีน (Glycine) กรดกลูตามิก (Glutamic Acid) และไลซีน (Lysine) ซึ่งปริมาณและชนิดของกรดอะมิโนที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์นี้ยังแตกต่างไปตามชนิดของแบคทีเรียด้วย
- แบคทีเรียบางชนิดมีกรดไดอะมิโนพิมิลิก (Diaminopimelic Acid, DAP) ซึ่งจะพบในแบคทีเรียที่ผนังเซลล์ขาดกรดอะมิโนไลซีน โดยจะพบแทนที่ไลซีนในแบคทีเรียบางชนิด (แกรมลบ)

องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์แกรมบวก

ผนังเซลล์มีองค์ประกอบเป็น

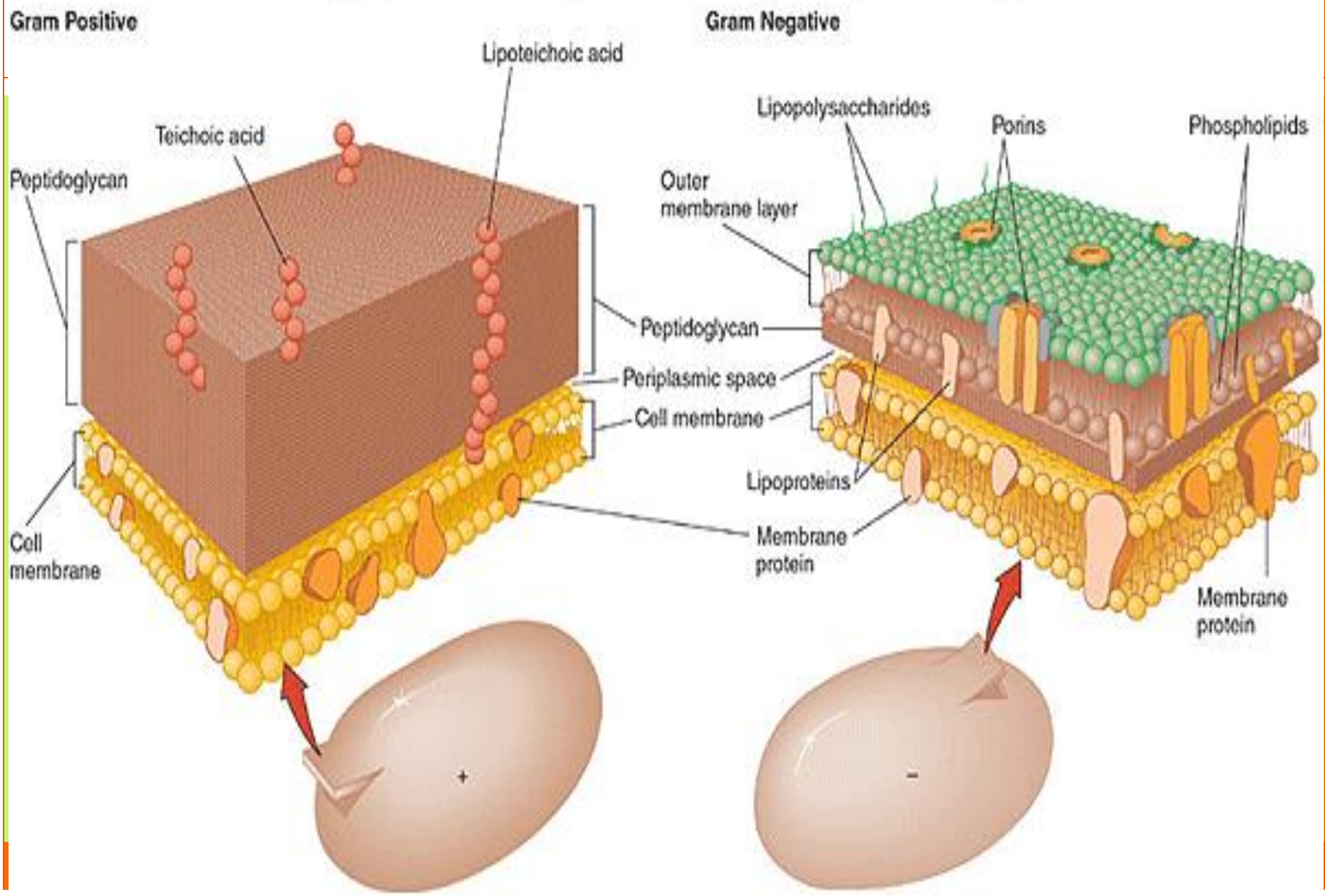
- เพปติโดไกลแคน **(Peptidoglycan)** ถึงร้อยละ 90 และยังพบกรดไทโคอิกด้วย นอกจากนี้ยังพบกรดอะมิโนน้อยชนิดกว่าแกรมลบ ในด้านความหนาของผนังเซลล์ แบคทีเรียแกรมบวกหนามากกว่า คือมีความหนาประมาณ 25-30 มิลลิไมโครเมตร แต่ของแกรมลบหนาประมาณ 15-20 นาโนเมตร
- ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของแบคทีเรียแกรมลบ มีความซับซ้อนมากกว่าของแบคทีเรียแกรมบวก เนื่องจากผนังเซลล์ของแกรมลบประกอบด้วยแพปติโดไกลแคนเพียงประมาณร้อยละ 5-20 นอกจากนี้ยังประกอบด้วยลิโพโปรตีน ลิโพพอลิแซคคาไรด์ และยังมีกรดไดอะมิโนพิมิลิกแทนที่กรดอะมิโรไลซีน แต่มีจำนวนเพปไทด์บริดจ์น้อยกว่าของแบคทีเรียแกรมบวก

ผนังเซลล์โดยทั่วไปของแบคทีเรียแกรมบวกและแบคทีเรียแกรมลบ



- ข้อแตกต่างที่สำคัญของแบคทีเรียแกรมลบ คือมีเมมเบรนชั้นนอก **(Outer Membrane)** ที่ล้อมรอบเพปติโดไกลแคนไว้ ซึ่งเมมเบรนนี้มีไขมันมากถึง 11-22 %ของน้ำหนักแห้งของผนังเซลล์ เมมเบรนชั้นนอกนี้ทำหน้าที่เป็นเครื่องกั้นเอนไซม์ที่จำเป็นต่อการเจริญของผนังเซลล์ไม่ให้ออกจากช่องว่างเพอริพลาสมิก **(Periplasmic Space)** และยังกั้นสารเคมีและเอนไซม์จากภายนอกไม่ให้เข้าไปทำลายเซลล์ ดังนั้นผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมบวกจึงถูกทำลายด้วยเอนไซม์ไลโซไซม์ **(Lysozyme)** ได้ง่ายกว่าแบคทีเรียแกรมลบ

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



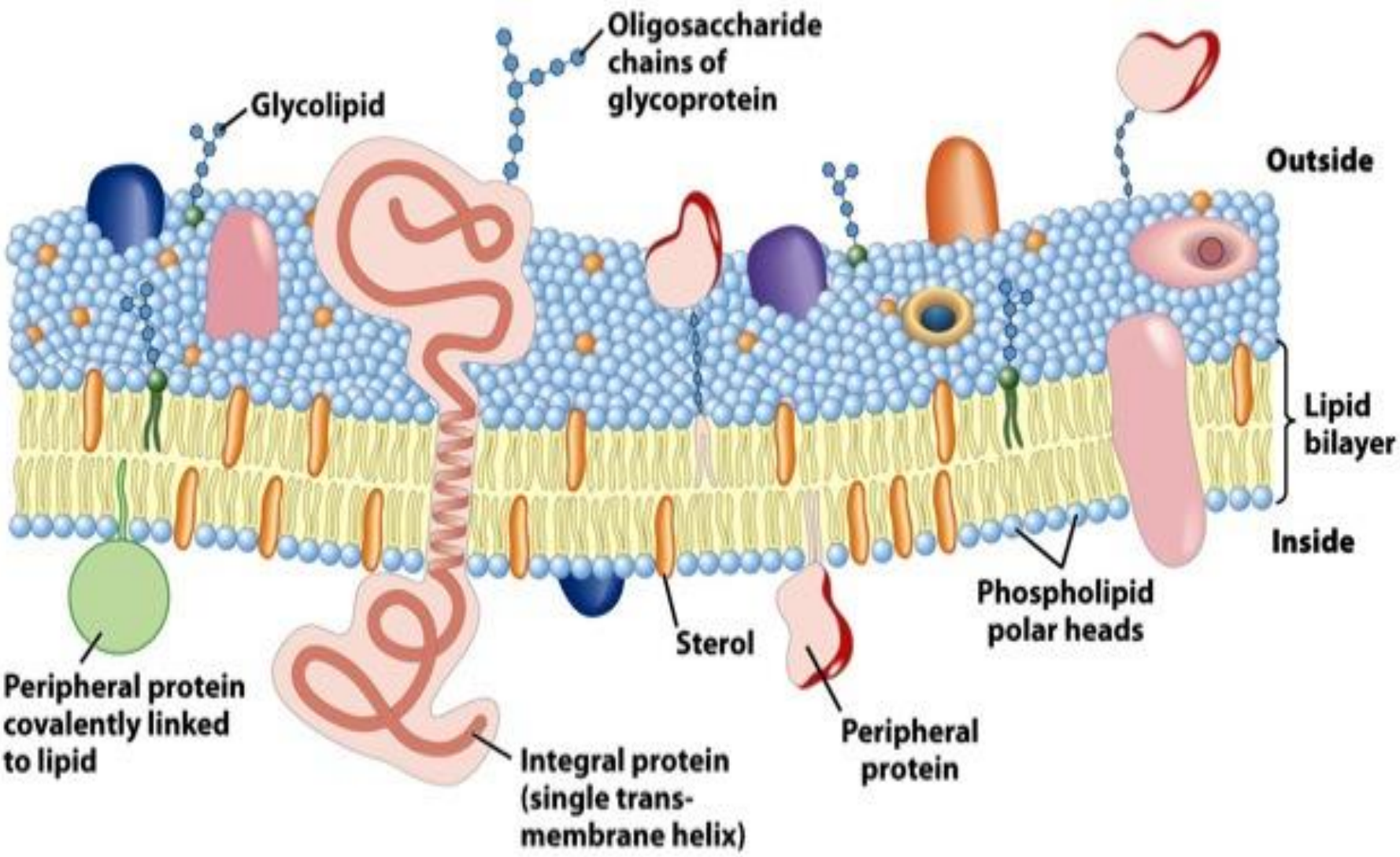
เยื่อหุ้มเซลล์ (Cytoplasmic Membrane)

- อยู่ใต้ผนังเซลล์ ทำหน้าที่เป็นเครื่องกั้นออสโมซีส ควบคุมการเข้าออกของสาร เยื่อหุ้มเซลล์มีความหนาประมาณ 7.5 นาโนเมตร (ภาพที่ 4.9) และมีปริมาณอยู่ร้อยละ 10-20 ของน้ำหนักแห้ง เยื่อหุ้มเซลล์มีลักษณะเป็นยูนิตเมมเบรน **(Unit Membrane)** มีส่วนประกอบเป็นฟอสโฟลิพิดร้อยละ 20-30 โปรตีนร้อยละ 60-70 ฟอสโฟลิพิดเป็นเยื่อ 2 ชั้น โดยหันส่วนที่ไม่ละลายน้ำเข้าหากันและหันส่วนที่ละลายน้ำออกด้านนอก และมีโปรตีนฝังอยู่ในชั้นฟอสโฟลิพิด เรียกว่า อินทิกรัลโปรตีน **(Integral Protein)**
- ส่วนโปรตีนอื่น ๆ ที่ยึดอยู่อย่างหลวม ๆ อยู่ด้านนอกฟอสโพลิพิดเรียก เพอริเฟอรัลโปรตีน **(Peripheral Protein)** ส่วนของลิพิดและโปรตีนมีการเลื่อนไหลไปมาได้ **(Fluidity)** โครงแบบเช่นนี้เรียกว่า ฟลูอิดโมเซอิกโมเดล **(Fluid Mosaic Model)** โดยการเลื่อนไหลไปมาขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและขึ้นกับสัดส่วนของกรดไขมันอิ่มตัวและไม่อิ่มตัวในฟอสโฟลิพิด

หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์

- เกี่ยวข้องกับกระบวนการออกซิเดทีฟฟอสโฟรีเลชัน **(Oxidative Phosphorylation)** ในการสร้างพลังงานของเซลล์
- เกี่ยวข้องกับกระบวนการแอคตีฟทรานสปอร์ต **(Active Transport)** ของสารเมแทบอไลท์
- สังเคราะห์ฟอสโฟลิพิด
- ช่วยให้ **DNA** ติดกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้กระจายไปยังเซลล์ลูกขณะที่มีการแบ่งเซลล์

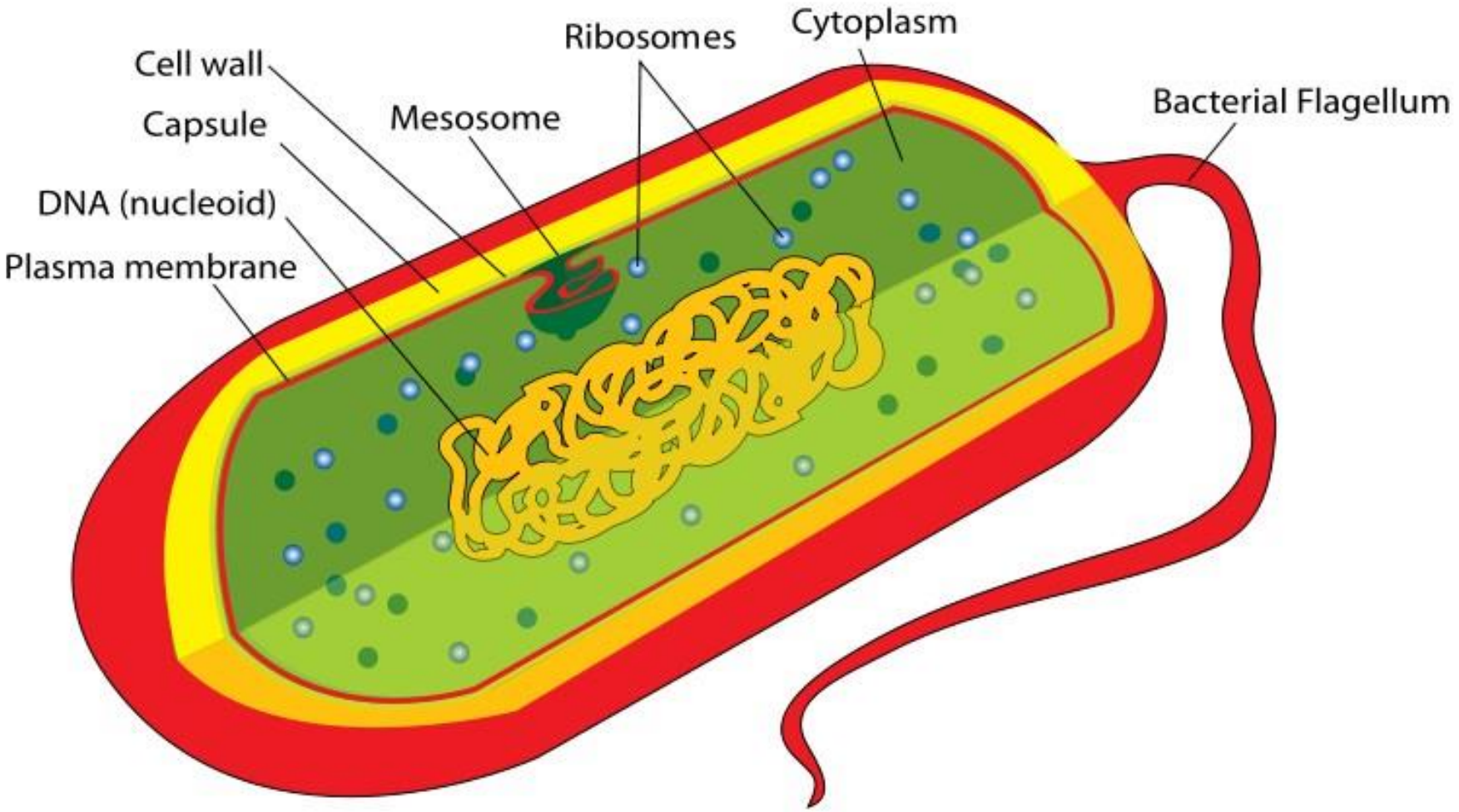
เยื่อหุ้มเซลล์ของแบคทีเรีย



มีโซโซม (Mesosome)

- เป็นเยื่อบุ๋มเข้าไปในไซโตพลาสซึมของแบคทีเรีย มีลักษณะคล้ายถุง องค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างจากเยื่อหุ้มเซลล์คือ เยื่อหุ้มเซลล์มีโปรตีนร้อยละ 56 ลิพิดร้อยละ 25 RNA ร้อยละ 14 ส่วนมีโซโซมมีโปรตีนร้อยละ 41 ลิพิดร้อยละ 34 และ RNA ร้อยละ 8
- หน้าที่ของมีโซโซม
  - เกี่ยวข้องกับการสร้างผนังเซลล์กั้นระหว่างเซลล์ เวลาแบ่งเซลล์
  - เกี่ยวกับการจำลอง DNA และดึงให้แยกออกจากกัน
  - เพิ่มพื้นที่ผิวเมมเบรน ทำให้ปริมาณเอนไซม์เพิ่มตามไปด้วย
  - เกี่ยวกับการสร้างสปอร์
  - เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชัน

mesosome


Cell wall
Capsule
DNA (nucleoid)
Plasma membrane
Mesosome
Ribosomes
Cytoplasm
Bacterial Flagellum

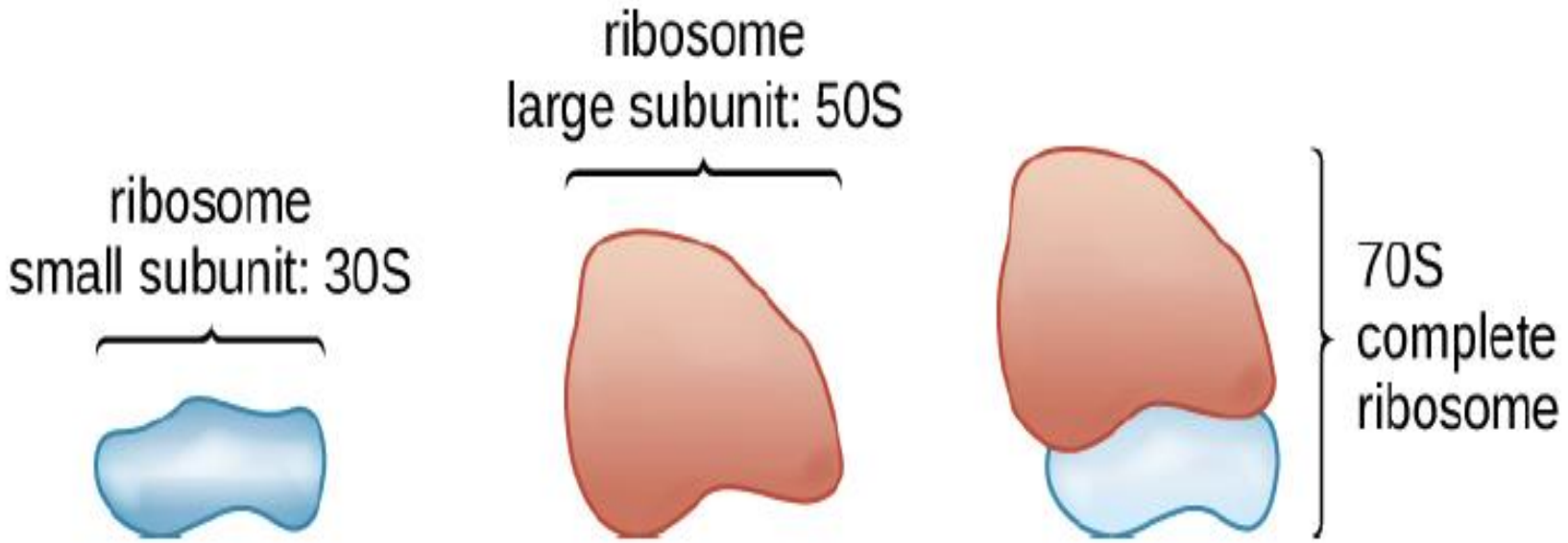
ไรโบโซม (Ribosome)

- เป็นเม็ดกระจายอยู่ทั่วไปภายในไซโตพลาสซึม มีขนาดเล็ก เส้นผ่าศูนย์กลางขนาด 20 นาโนเมตร ทำหน้าที่ในการสร้างพลังงาน ทำหน้าที่สร้างโปรตีนเพื่อขนส่งออกนอกเซลล์ องค์ประกอบของไรโบโซมเป็นโปรตีนร้อยละ 40 RNA ร้อยละ 60 จับกัน ไรโบโซมของแบคทีเรียมีขนาดเล็กกว่าของยูคาริโอต

- ไรโบโซมของแบคทีเรียมีขนาด 70S แต่ของยูคาริโอตมีขนาด 80S โดยไรโบโซมขนาด 70S ประกอบด้วยหน่วยย่อยคือ 50S และ 30S

หน้าที่ของไรโบโซม

เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนชนิดต่าง ๆ โดยมีไรโบโซมยึดกันด้วย mRNA กลายเป็นสายยาวของพอลิโซมหรือพอลิไรโบโซม (Polysome หรือ Polyribosome) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่เกิดการสังเคราะห์โปรตีน

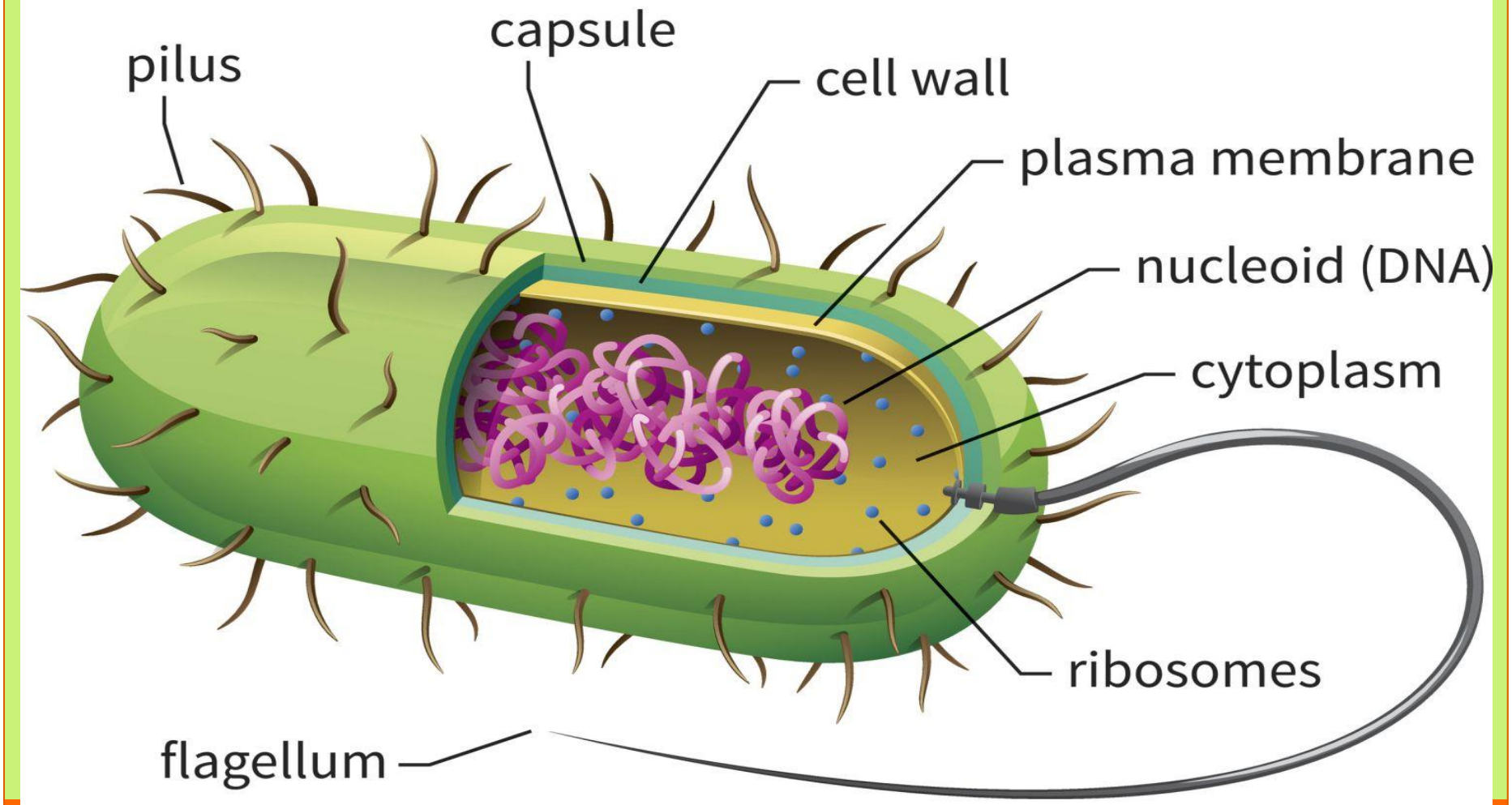


โมเดลไรโบโซมของโปรคาริโอตซึ่งประกอบด้วยหน่วยใหญ่คือ 50S และหน่วยย่อยคือ 30S

8. บริเวณโครมาติน (Chromatin Area)

- เป็นบริเวณที่มีสารพันธุกรรมอยู่โดยไม่มีเยื่อหุ้มไว้เหมือนของยูคาริโอต บริเวณนี้อาจเรียกว่านิวคลีออยด์ (Nucleoid) หรือโครมาทินบอดี (Chromatin Body) หรือนิวเคลียร์อีควิวาเลนท์ (Nuclear Equivalent) ซึ่งประกอบด้วย DNA เส้นเดียวที่ขดกันเป็นวงกลม และภายใน DNA พันกันเป็นเกลียวคู่ (Double Helix)
- ยกตัวอย่างแบคทีเรียชื่อ *Escherichia Coli* มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 2.5×10^9 ดาลตัน หรือประมาณร้อยละ 3 ของน้ำหนักแห้งของเซลล์ และหากยืด DNA ออกเป็นเส้นตรงจะมีความยาวประมาณ 1,000 ไมโครเมตรหรือยาวเป็น 550 เท่าของความยาวเซลล์ *Escherichia Coli* ดังนั้น DNA ต้องขดกันอย่างแน่นมากเพื่อให้บรรจุภายในเซลล์ได้
-

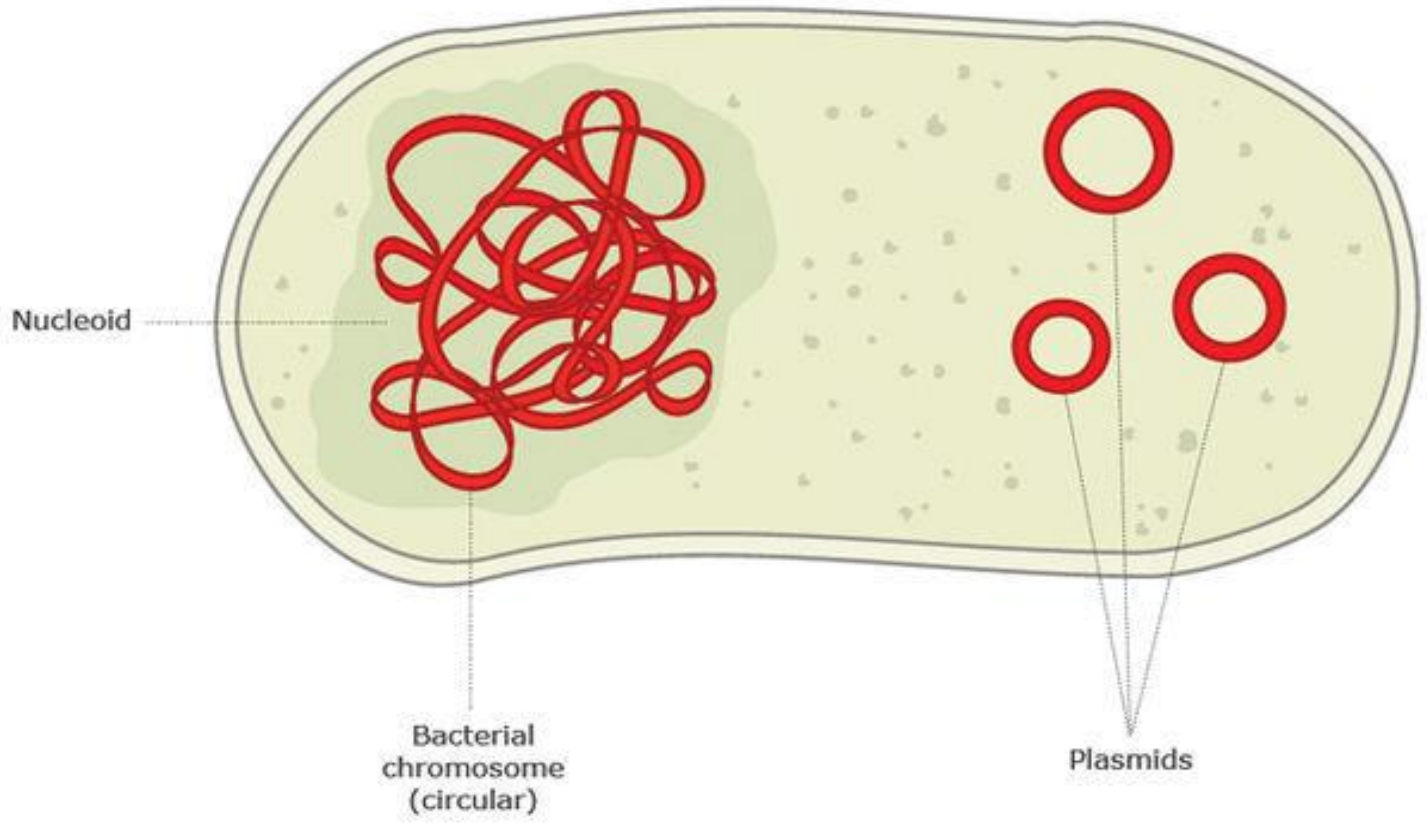
Nucleoid in bacteria



- ถึงแม้ยีนของแบคทีเรียส่วนใหญ่จะอยู่ในโครโมโซม แต่อาจพบอยู่นอกโครโมโซมได้คือ พลาสมิด (Plasmid) ซึ่งเป็น DNA วงกลมพันเป็นเกลียวคู่อยู่นอกโครโมโซมปกติของเซลล์หรือเรียกว่า DNA นอกโครโมโซม (Extrachromosomal DNA) ซึ่ง

พลาสมิดนี้สามารถจำลองตนเองได้อย่างอิสระ และนำลักษณะทางพันธุกรรมในการทำหน้าที่ต่าง ๆ เช่น การดื้อยา หรือ การสร้างสารพิษต่อแบคทีเรียอื่น ๆ ของพลาสมิดนี้เข้าไปติดกับโครโมโซมของแบคทีเรียอีกตัวหนึ่งได้โดยใช้เทคนิคพันธุวิศวกรรม (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ, 2553 : 65-66)

Nucleoid and plasmid

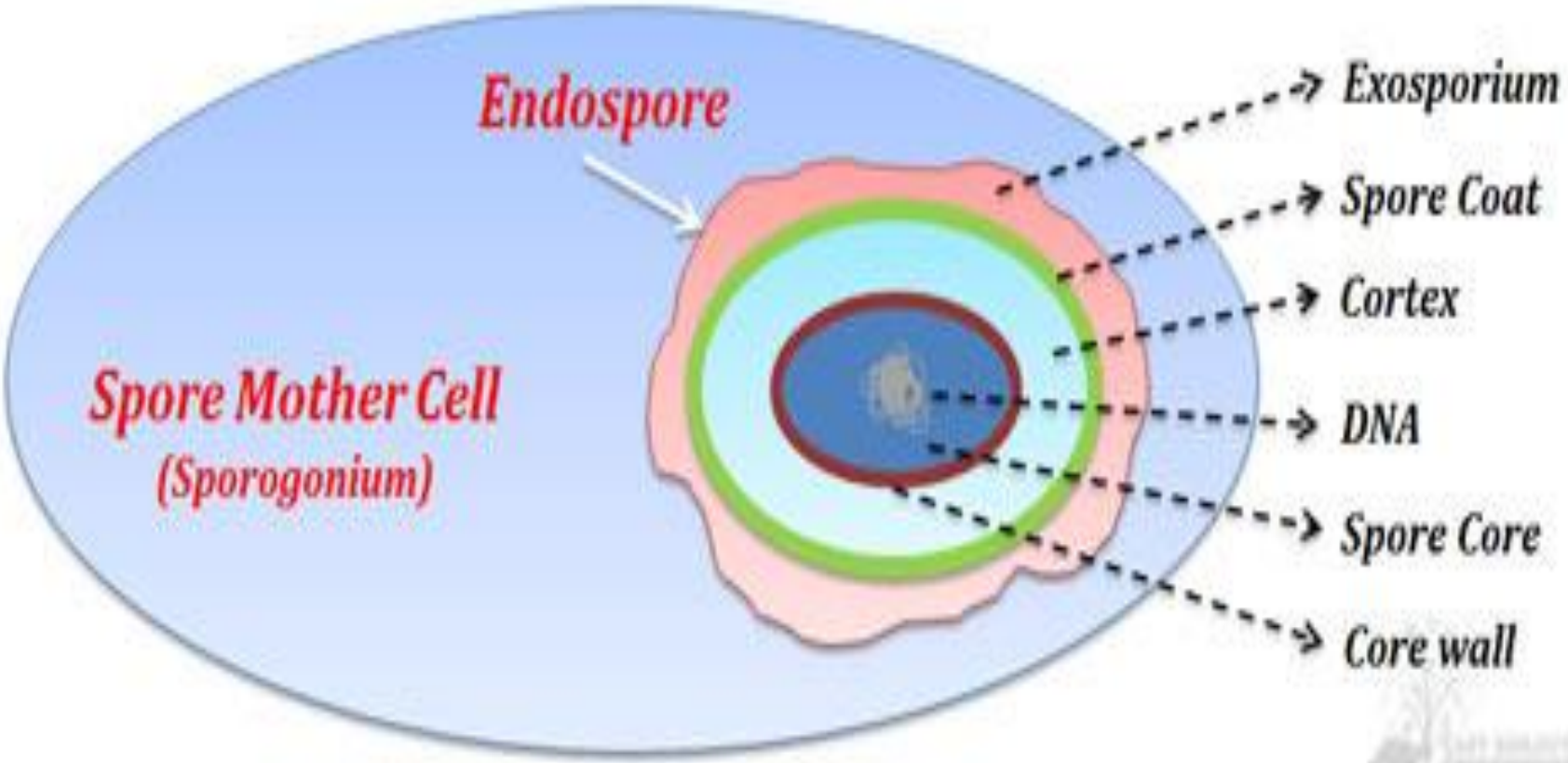


© Copyright. 2014. University of Waikato. All rights reserved.
www.biotechlearn.org.nz

9. เอนโดสปอร์ (endospore)

- เป็นโครงสร้างที่พบในแบคทีเรียบางชนิด เช่น ***Bacillus*** , ***clostridium*** เป็นโครงสร้างที่ทำให้แบคทีเรียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ เอนโดสปอร์เกิดขึ้นภายในเซลล์ และสร้างได้เพียง สปอร์ต่อ **1** เซลล์

- ดังนั้นการสร้างสปอร์จึงไม่ได้เป็นการสืบพันธุ์ แบคทีเรียชนิดต่าง ๆ จะมีเอนโดสปอร์ที่แตกต่างกัน เอนโดสปอร์มีสมบัติที่ทนต่อความแห้ง สีย้อม สารเคมีที่ใช้ฆ่าเชื้อ รังสีและความร้อนได้ เช่น สปอร์ของ ***Clostridium botulinum*** สามารถทนต่อการต้มได้นานหลายชั่วโมง ซึ่งแบคทีเรียแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการทนทานต่อความร้อนได้แตกต่างกัน แต่โดยส่วนใหญ่แล้ว สามารถทนได้ 80 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 10 นาที



Bacterial Endospore- Diagrammatic

www.easybiologyclass.com

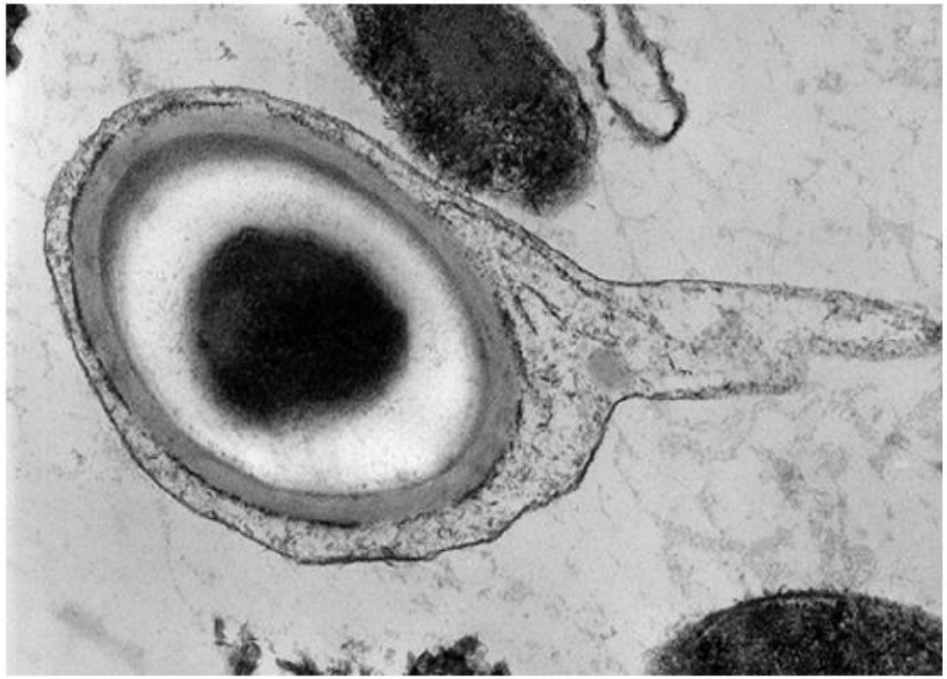
โครงสร้างของเอนโดสปอร์ ประกอบด้วย

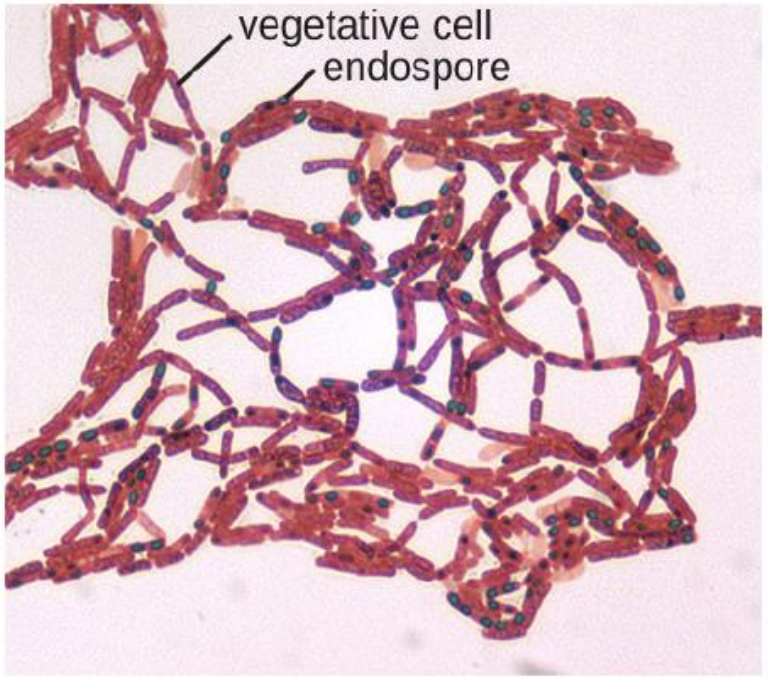
- สปอร์บอดี **(Spore Body)** หรือแกน **(Core)** ประกอบด้วยไซโทพลาสซึมรวมทั้งพบโครโมโซม ไรโบโซม และเอนไซม์ต่าง ๆ ล้อมรอบด้วยยูนิตเมมเบรน
- ผนังสปอร์ **(Spore Wall)** เป็นส่วนที่เจริญไปเป็นผนังเซลล์ใหม่ของแบคทีเรีย
- สปอร์คอร์เทกซ์ **(Spore Cortex)** เป็นชั้นที่มีปริมาตรมากที่สุด (มีปริมาตรประมาณครึ่งหนึ่งของสปอร์ทั้งหมด) และมีความหนามากที่สุด โดยชั้นนี้ทนทานต่อความร้อนได้ดีที่สุดเนื่องจากประกอบด้วยเกลือแคลเซียมของกรดไดพิโคลินิก **(Dipicolinic Acid)** นอกจากนี้ประกอบด้วยมิวโคเพปไทด์ และชั้นนี้สามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์ไลโซไซม์ได้

- สปอร์โคท **(Spore Coat)** เป็นชั้นที่มีความทนทานมีความหนาและเหนียว อาจมีชั้นเดียวหรือหลายชั้นแต่เห็นชัดเจน **2** ชั้นคือ ชั้นใน **(Inner Coat)** บางกว่าและอยู่ล้อมรอบคอร์เทกซ์ และชั้นนอก **(Outer Coat)** หนาแน่นมากที่สุด ชั้นนี้จะปกป้องการถูกย่อยด้วยไลติกเอนไซม์ เพราะประกอบด้วยสารคล้ายโปรตีนเคราตินและมีปริมาณซีสทีนมากจึงเกิดพันธะไดซัลไฟด์เชื่อมระหว่างพอลิเพปไทด์ ทำให้สปอร์ทนทานต่อการซึมผ่านของสารต่าง ๆ ได้ดี

- เอกโซสปอร์เรียม **(Exosporium)** เป็นชั้นบาง ๆ อยู่กันหลวม ๆ ประกอบด้วยลิโพโปรตีน เป็นส่วนใหญ่ ชั้นนี้จะไม่ยอมให้สารต่าง ๆ ผ่านเข้าออก ชั้นนี้เป็นชั้นนอกสุด

ลักษณะและโครงสร้างของเอนโดสปอร์ของเชื้อแบคทีเรีย *Carboxydothermus hydrogenoformans*





การสร้างสปอร์ (Spore Formation, Sporulation)

- เมื่อเริ่มสร้างสปอร์จะมีการสร้างผนังกั้นเซลล์ (Cross Wall)
- ใกล้ ๆ ปลายเซลล์ ไซโทพลาสซึมและ DNA จะแยกจากส่วนของเซลล์ที่เหลือ ส่วนของเซลล์ที่เหลือที่มีขนาดใหญ่กว่า จะมาล้อมส่วนที่เล็กกว่า กลายเป็นฟอร์สปอร์ (Fore Spore) หลังจากนั้นจะมีการสร้างส่วนประกอบของสปอร์ ได้แก่ ชั้นคอร์เทกซ์ ที่ถูกสร้างขึ้นระหว่างเยื่อหุ้มสปอร์ชั้นในและชั้นนอก และสร้างสปอร์โคทเกิดรอบนอกและเกิดชั้นเอกโซสปอร์เรียมหุ้มชั้นสปอร์โคท) หลังจากเอนโดสปอร์ถูกสร้างเรียบร้อยแล้ว เซลล์เดิมจะสลายไป สปอร์ที่เหลือจะเป็นเอกโซสปอร์ (Exospore) หรือสปอร์อิสระ (Free Spore)

ขั้นตอนการเกิดเอนโดสปอร์ของแบคทีเรีย

1. DNA replicates.
2. Membranes form around the DNA.
3. Forespore forms additional membranes.
4. Protective cortex forms around the spore.
5. Protein coat forms around the cortex.
6. Spore is released.

สรุปท้ายบท

- แบคทีเรียเป็นจุลินทรีย์กลุ่มใหญ่ที่สามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม รูปร่างของแบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่มี 3 แบบ คือ รูปกลม รูปท่อนและรูปเกลียว การวัดขนาดแบคทีเรียจะใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า **State Micrometer** และ **Ocular Micrometer** หน่วยของแบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นหน่วย ไมโครเมตร ลักษณะเซลล์ของแบคทีเรียเป็นโปรคาริโอตไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และสรีระวิทยาของแบคทีเรียแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน โดยจะมีโครงสร้างพื้นฐานคือ ผนังเซลล์ ทำหน้าที่ป้องกันเซลล์แตก อันเนื่องมากจากความแตกต่างของความดันออสโมซีสระหว่างภายในและภายนอก และช่วยให้เซลล์คงรูปร่างอยู่ได้ เยื่อหุ้มเซลล์ทำหน้าที่เป็นเครื่องกั้นออสโมซีส ควบคุมการเข้าออกของสารเข้าสู่เซลล์ บริเวณโครมาตินช่วยในการแบ่งเซลล์ ไรโบโซม ช่วยในการสังเคราะห์โปรตีน แฟลกเจลลาและพิลไลทำหน้าที่ในการเคลื่อนที่และยึดเกาะแบคทีเรีย แคปซูลสร้างเพื่อป้องกันอันตรายจากแบคทีเรียเมื่ออยู่ในสภาวะกรด ด่าง หรือมีสารเคมี ส่วนเอนโดสปอร์เป็นโครงสร้างที่ทำให้แบคทีเรียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้

แบบฝึกหัดท้ายบท

- 1. แบคทีเรียส่วนใหญ่มีรูปร่างกี่แบบ อย่างไรบ้าง
- 2. ไรโบโซมของแบคทีเรียแตกต่างจากไรโบโซมของสัตว์อย่างไร
- 3.โครงสร้างของเอนโดสปอร์มีอะไรบ้าง แต่ละส่วนทำหน้าที่อย่างไร
- 4. ข้อแตกต่างของผนังเซลล์ระหว่างแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบคืออะไร
- 5. แอมฟิทริคัส แฟลกเจลลา **(Amphitrichous Flagella)** ของแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไร
- **6.** ชนิดของไรโบโซมของแบคทีเรียกับไรโบโซมของยูคาริโอตมีความแตกต่างกันอย่างไร
- 7. หน้าที่ของเยื่อหุ้มเซลล์ **(Plasma Membrane)** ของเซลล์แบคทีเรียคืออะไร
- 8. องค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์แบคทีเรีย ประกอบด้วยองค์ประกอบใด
- 9. หน้าที่ของฟิมเบรียหรือพิไลในเซลล์แบคทีเรียคืออะไร
- 10.โครงสร้างของเอนโดสปอร์แบคทีเรีย ชั้นใดที่ทนทานต่อความร้อนได้ดีที่สุด
-
-

The end