แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

1. หัวข้อเนื้อหาประจำบท

1) ความหมายและขอบข่ายของแบคทีเรียวิทยา
2) ประวัติเกี่ยวกับของแบคทีเรียวิทยา
3) ความสำคัญของแบคทีเรีย
4) ชีววิทยาและความหลากหลายของแบคทีเรีย

2. วัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม

1) ผู้เรียนสามารถบอกความหมายของแบคทีเรียวิทยาได้
2) ผู้เรียนสามารถบอกความสำคัญของแบคทีเรียได้
3) ผู้เรียนสามารถบอกขอบข่ายของแบคทีเรียวิทยาได้
4) ผู้เรียนทราบถึงความหลากหลายและรูปร่างพื้นฐานของแบคทีเรียได้

3. วิธีการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนประจำบท

1) บรรยาย/อภิปราย
2) การบรรยายประกอบโดยใช้โปรแกรม Power Point
3) การค้นคว้าหาความรู้จากอินเทอร์เน็ตด้วยตนเอง
4) ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองศูนย์วิทยบริการและแหล่งความรู้ต่าง ๆ
5) คำถามทบทวน

4. สื่อการเรียนการสอน

1) เอกสารประกอบการสอน
2) ชุดการสอน PowerPoint และวีดีโอ
3) แหล่งเว็บไซด์ที่เกี่ยวข้องจากอินเทอร์เน็ต
4) แหล่งความรู้จากวารสารต่าง ๆ

5. การวัดผลและการประเมินผล

1) สังเกตจากการตอบคำถาม
2) สังเกตจากพฤติกรรมความสนใจ
4) กิจกรรมกลุ่ม
5) แบบทดสอบ

บทที่ 1
บทนำ

แบคทีเรียวิทยา คือ การศึกษา การทำความเข้าใจในทุก ๆ ด้านของแบคทีเรีย ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการมาน้อยที่สุด แต่สามารถเกิดการกลายพันธุ์ได้ง่ายมากที่สุด จึงส่งผลทำให้จำนวนชนิดของแบคทีเรียมีเป็นจำนวนมากขึ้น ด้วยว่าแบคทีเรียมีโครงสร้างของเซลล์แบบไม่ซับซ้อน จึงจัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่เป็นโพรคาริโอตซึ่งมีการเกิดมายุคแรกๆของสิ่งมีชีวิต โดยจากการศึกษาซากดึกดำบรรพ์ พบว่าสิ่งมีชีวิตจำพวกไซยาโนแบคทีเรียจะมีปริมาณมากมายเจริญขึ้นคลุมพื้นที่ชื้นแฉะต่าง ๆ บนผิวโลก เมื่อประมาณ 3 พันล้านปีก่อน ก่อนที่สิ่งมีชีวิตอื่น ๆ จะเกิดขึ้นมา พวกโปรคาริโอตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้จะมีปริมาณมากมายครอบคลุมผิวโลก

อย่างไรก็ตาม สิ่งมีชีวิตพวกโปรคาริโอตก็ยังคงอยู่มากมาย คำว่า แบคทีเรีย มักถูกใช้ในความหมายเดียวกันกับโพรคาริโอตจากการศึกษาในระดับโมเลกุล ทำให้สามารถจัดกลุ่มของแบคทีเรีย ออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ แบคทีเรีย และอาเคีย (archaea)

ความหมายและขอบข่ายของแบคทีเรียวิทยา

แบคทีเรียวิทยา คือ ศาสตร์ว่าด้วยเรื่องที่เกี่ยวข้องแบคทีเรียทั้งหมด ไม่ว่าจะเป็นสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา ชีวเคมี อนุกรมวิธาน การเพาะเลี้ยง ตลอดจนถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ แบคทีเรียที่สำคัญทางด้านการเกษตร อาหาร อุตสาหกรรม การแพทย์และเทคโนโลยีชีวภาพ

แบคทีเรีย คือจุลชีพชนิดเซลล์เดียว (unicellular) พบได้ทุกหนทุกแห่งในโลก ในสภาพสิ่งแวดล้อมทั่วไป ทั้งในดิน น้ำ อากาศ พืช สัตว์ และมนุษย์ ได้พบเห็นครั้งแรกในปี พ.ศ 2219 โดย Antony Van Leeuwenhoek นักวิทยาศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ ต่อมาพบว่าแบคทีเรียมีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.3-2 ไมโครเมตร (1ไมโครเมตร=0.001มิลลิเมตร) ทำให้มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000 เท่า จึงจะเห็นได้ชัด ดังนั้นกล้องจุลทรรศน์จึงเปรียบเสมือนดวงตาของผู้ที่ทำการศึกษาวิจัย ค้นคว้าทางด้านแบคทีเรีย หรือที่เรียกกันนักแบคทีเรียวิทยา (Bacteriologist) แบคทีเรีย จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเป็นเซลล์โพรคาริโอตเนื่องจากมีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อนเมื่อเปรียบเทียบกับเซลล์ยูคาริโอต ดังในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต

ลักษณะสำคัญ	เซลล์โพรคาริโอต	เซลล์ยูคาริโอติก
1. กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ	แบคทีเรีย ไซยาโนแบคทีเรีย และ อาร์คี	สาหร่าย, ราและโปรโตซัว
2. ขนาดของสิ่งมีชีวิต	1-2 x 1-4 ไมโครเมตรหรือต่ำกว่า	มีความกว้างมากกว่า 5 ไมโครเมตร
3. โครงสร้างของนิวเคลียส		
-เยื่อหุ้มนิวเคลียส	ไม่มี	มี
-ลักษณะโครโมโซม	วงกลม	เป็นเส้น
-จำนวนโครโมโซม	1	1 หรือมากกว่า1
-โปรตีนที่โครโมโซม	โปรตีนที่คล้ายฮีสโทน	มีฮีสโทน
-นิวคลีโอลัส	ไม่มี	มี
4.โครงสร้างของไซโทพลาสซึม		
-ก๊าซแวคิวโอล	มี	ไม่มี
-มีโซโซม	มี	ไม่มี
-ไรโบโซม	70s กระจายในไซโทพลาสซึม	80s ในไซโทพลาสซึม 70sในไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์
-ไมโทคอนเดรีย	ไม่มี	มี
-คลอโรพลาสต์	ไม่มี	มีในเซลล์พืช
-โกลจิบอดี	ไม่มี	มี
-ร่างแหเอนโดพลาซึม	ไม่มี	มี
5.โครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์		
-ประกอบด้วยสเตอรอล	โดยมากไม่มี	มี
-มีส่วนเกี่ยวข้องกับกระบวนการหายใจและการสังเคราะห์แสง	มี	ไม่มี
6. โครงสร้างของผนังเซลล์	เพปติโดไกลแคน	พืชและสาหร่ายเป็นเซลลูโลส ราเป็นไคทิน

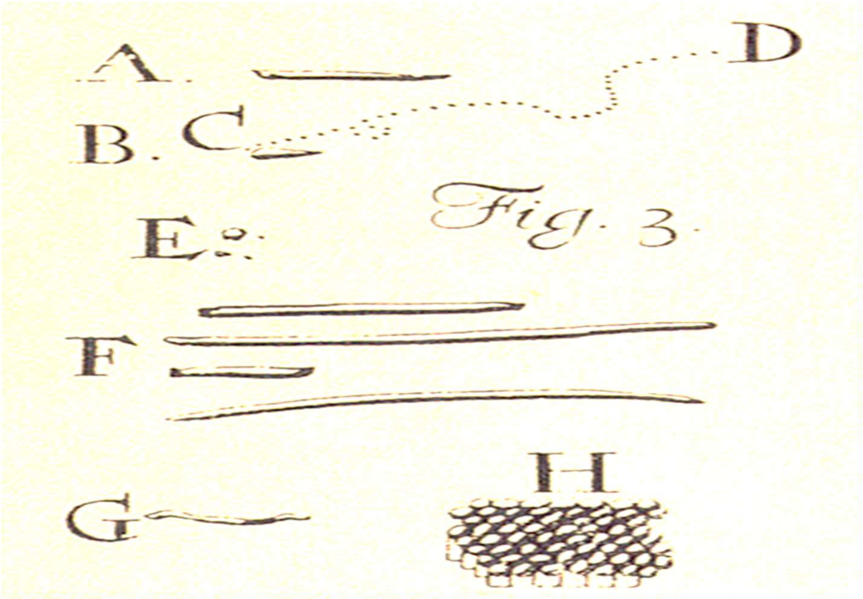
ตารางที่ 1.1 ความแตกต่างระหว่างเซลล์โพรคาริโอต และเซลล์ยูคาริโอต (ต่อ)

ลักษณะสำคัญ	เซลล์โพรคาริโอต	เซลล์ยูคาริโอติก
7. โครงสร้างในการเคลื่อนที่ -เท้าเทียม	ไฟบริลอย่างง่าย ประกอบด้วยแฟลกเจลลิน ไม่มี	ประกอบด้วยไมโครทิวบูล แบบ9+2 มีในบางพวก
8. กลไกกระบวนการ เมทาบอลิซึม	มีแตกต่างกันหลายแบบโดย เฉพาะที่ได้พลังงานแบบไม่ใช้ ออกซิเจน	ใช้กระบวนการ ไกลโคลิซิสในการสร้าง พลังงานแบบไม่ใช้ ออกซิเจน
9. อัตราส่วนของเบสในDNA (% G+C)	28-73	ประมาณ 40

(ที่มา : นงลักษณ์ และปรีชา 2557)

ประวัติการศึกษาเกี่ยวกับแบคทีเรีย

เมื่อก่อนนี้คนเชื่อว่า การเจ็บป่วยเป็นโรคเกิดจากเชื้อโรค ซึ่งสามารถแพร่กระจายไปได้ แต่ไม่มีใครรู้จักรูปร่างจนกระทั่ง ปี 1676 Leeuwenhoek เป็นคนแรกที่รู้จักแบคทีเรีย และเป็นคนแรกที่ผลิตกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์เดียว กล้องของเขามีกำลังขยาย 200-300 เท่า นับเป็นครั้งแรกที่มีการตรวจพบแบคทีเรีย สิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่เขาเห็นว่า “Animalcule” ต่อมาเขาใช้ส่องดูแบคทีเรียซึ่งมาจากน้ำฝนพบว่า แบคทีเรียมีรูปร่าง 3 แบบ คือ กลม, แท่ง, และเกลียว (ภาพ1.1) ก่อนหน้านี้ประมาณศตวรรษที่ 16 คนมีความเชื่อกันว่า สิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นมาจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต แต่มีบางคนเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตต้องเกิดมาจากสิ่งมีชีวิตเท่านั้น ความคิดแตกแยกเป็น 2 แนวคือ 1) สปอนเทเนียสเจเนอเรชัน(Spontaneous generation) คือสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นได้เองจากสิ่งไม่มีชีวิต 2) ไบโอจีเนซิส (Biogenesis) คือสิ่งมีชีวิตเกิดจากสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่แล้ว (Black, 2013)



ภาพที่ 1.1 ภาพแบคทีเรียที่ Leeuwenhoek วาด

(ที่มา : Madinigan M.J. *et.al* ,1997)

Louis Pasteur (ปี ค.ศ. 1822-1895) เป็นผู้หักล้างความเชื่อถือที่ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจากสิ่งไม่มีชีวิต โดยทำการทดสอบ โดยใช้ขวดเป็นรูปคอห่านบรรจุอาหารที่ปราศจากเชื้อ ปรากฏว่าอาหารนั้นไม่เสีย แสดงว่าบริเวณปลายโค้งงอของขวดรูปคอห่านจะดักจุลินทรีย์ไว้ไม่ให้เข้าไปทำให้อาหารที่บรรจุอยู่เสีย Louis Pastuer ได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งวิชาแบคทีเรีย เขาเป็นคนแรกที่ค้นพบการ Fermentation พบว่า การหมักเกิดจากจุลินทรีย์ นอกจากนั้นการบูดเน่าของอาหารก็เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ด้วย

Robert Koch (ปี ค.ศ.1843-1910) ได้ค้นพบโรค anthrax ในวัวควายว่าเกิดจากแบคทีเรียรูปร่างเป็นแท่งในเลือดเขาได้รวบรวมการทดลองของเขาเรียกว่า Koch's Postulate มีความสำคัญดังนี้

1. สามารถพบเชื้อได้ในผู้ป่วยที่เป็นโรค แต่ไม่อาจพบได้ในคนปกติ
2. สามารถแยกเชื้อได้จากผู้ป่วยที่เป็นโรค และแยกออกมาเป็นเชื้อบริสุทธิ์ได้
3. เชื้อนี้ฉีดเข้าไปในสัตว์ทดลอง ทำให้สัตว์ทดลองเป็นโรคชนิดเดียวกับข้อ 1
4. สามารถแยกเชื้อจากสัตว์ทดลองที่เป็นโรคได้ และเป็นชนิดเดียวกับข้อ 2

Koch ทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทางด้านแบคทีเรีย เป็นผู้พบวิธีการ Smear เชื้อบนสไลด์และย้อมสีด้วยดูรูปร่าง และเขายังพบวิธีการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียบนอาหารแข็ง และเขาได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งวิชาแบคทีเรียทางการแพทย์

ความสำคัญของแบคทีเรีย

แบคทีเรียมีอยู่ทั่วไปและพบได้ในทุกสภาพแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตเจริญอยู่ได้และไม่ได้ เราพบแบคทีเรียทั่วไปทั้งในดิน น้ำ อากาศ พืช สัตว์ และแม้แต่ในจุลินทรีย์บางชนิด มีทั้งที่เป็นโทษและประโยชน์

1. แบคทีเรียที่มีบทบาทในดิน

ดินเป็นแหล่งใหญ่ของจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ทำให้เกิดโรค (nonpathogen) จุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน ได้แก่ พวกแบคทีเรียที่ใช้สารอนินทรีย์เคมีสร้างพลังงานได้ (autotrophic bacteria), Actinomyces เป็นต้น เชื้อก่อโรค (pathogen) ที่อาจพบในดิน ได้แก่ *Clostridium tetani* ซึ่งทำให้เกิดโรคบาดทะยัก *Clostridium perfringens* ซึ่งทำให้เกิดโรค gas gangrene, *Clostridium botulinum* ซึ่งทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ *Bacillus anthracis* ซึ่งทำให้เกิดโรคแอนแทร็กซ์ และ *Bacillus cereus* ซึ่งทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และโรคติดเชื้อของระบบอวัยวะอื่น ๆ

2. แบคทีเรียที่มีบทบาทในน้ำ

แบคทีเรียพบได้ทั้งในน้ำจืด และน้ำทะเล ปกติมักไม่มีเชื้อก่อโรค (Pathogen) ยกเว้นเมื่อน้ำมีอุจจาระหรือปัสสาวะของคนหรือสัตว์ปนอยู่ด้วย เชื้อก่อโรคที่มักพบปนอยู่ในน้ำ คือ *Escherichia coli* *Enterobacter* sp. *Salmonella* sp. *Shigella* sp. และ *Vibrio cholerae* เป็นต้น

3. แบคทีเรียในอากาศ

แบคทีเรียในอากาศมักพบเชื้อแบคทีเรียในรูปของละอองอยู่เสมอ แต่เชื้อมักไม่ค่อยแบ่งตัวในสภาพของอากาศ อากาศในที่โล่งๆ จึงไม่ค่อยมีเชื้อโรคอากาศในห้องอับอาจมีแบคทีเรียแพร่กระจายออกไปจากร่างกายของมนุษย์จากทางเดินหายใจส่วนบน ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งทำให้เกิดโรควัณโรค เป็นต้น (เปรมจิตร, 2556)

4. แบคทีเรียในร่างกายมนุษย์

ร่างกายมนุษย์มีแบคทีเรียหลายชนิดอาศัยอยู่บน หรือในร่างของมนุษย์ตามปกติ เรียกแบคทีเรียพวกนี้ว่า "normal flora" หรือเชื้อประจำถิ่น ส่วนแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค เรียกว่า เชื้อก่อโรค ทารกที่อยู่ในครรภ์มารดาจะไม่มีเชื้อประจำถิ่นในระหว่างคลอด ต่อมาหลังคลอดเด็กจะได้รับจุลินทรีย์หลายชนิดจากมารดา อาหาร อากาศ และจากสิ่งที่เด็กสัมผัส เนื่องจากสภาพที่เหมาะสมสำหรับการเจริญของแบคทีเรียจะแตกต่างกันตลอดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จึงทำให้จำนวนและชนิดของ normal flora ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่างกัน

4.1 แบคทีเรียในระบบทางช่องปาก

แบคทีเรียในช่องปากมีความสำคัญกับ ลำคอ oropharynx และ nasopharynx ในภาวะปกติไม่มีส่วนใดในร่างกายที่มีจุลชีพอาศัยอยู่มากชนิด เนื่องจาก mucous secretion เซลล์ที่หลุดออกมา, เศษอาหารที่ติดค้างอยู่ รวมทั้งกายวิภาคของส่วนนี้เป็นอาหารและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สำคัญคือ *Streptococcus viridans*, *Streptococcus fecalis, Neiseria*, *Diphtheroids*, *Mycoplasma*, *Bacteroides*, *Fusobacterium* และอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับสุขภาพของแต่ละคน แต่ *S. aureus* พบน้อยมาก บางครั้งพบ enteric bacilli และรา Candida ซึ่งปนเข้าไปกับอาหาร พวก aerobe bacteria พบในช่องปากเด็กแรกเกิดภายใน 2-3 ชม. เท่านั้น และในระยะ 2-3 วันต่อมาจะมีเพิ่มขึ้น บางชนิดมีมากตอนเริ่มมีฟันคือ anaerobic gram negative rod และ Spirochetes น้ำลายเมื่อออกจากต่อมน้ำลายจะปราศจากเชื้อ แต่จะกลายเป็นที่อยู่ของจุลชีพ ส่วนฟันผุกับแบคทีเรีย เกิดจากแบคทีเรียสลายน้ำตาลเกิดกรด เช่น *Streptococcus mutans*, *S. sanguis* และ *Lactobacillus* ใช้น้ำตาลได้หลายชนิด เมื่อฟันผุแล้วมีแบคทีเรียอื่นร่วม โรคที่เกิดจากเชื้อในช่องปาก ปกติเชื้อที่อยู่ในปาก ถ้าร่างกายอ่อนแอจะทำให้เกิดโรคได้ ก่อโรคเฉพาะที่ เช่น gingivitis , pyorrhea root abscess เกิดจาก *S. aureus* และ anaerobe ตัวอื่น ๆ โรคซาง (thrush) เกิดจากเชื้อ *Candida*, Actinomycosis เกิดจาก *Actinomycetes* และการกระจายของเชื้อไปอวัยวะอื่น การถอนฟัน มักพบ *Streptococcus* ทำให้เป็นโรคหัวใจหรือ bacterial endocarditis (รวี, 2552)

4.2 แบคทีเรียในกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก

กระเพาะอาหารเป็นด่านในการกำจัด หรือป้องกันการเพิ่มจำนวนของจุลชีพหลายชนิดที่เกิดในช่องปาก และที่ปนกับอาหารเข้ามา (คือ pH 3) ในเวลา 60 นาที มีเชื้อหลายชนิดสามารถทนกรดได้ เช่น *Streptococcus* เป็นต้น แต่เหลือจำนวนน้อยผ่านไปสู่ลำไส้เล็ก ถ้าภาวะหรือโรคที่ทำให้ความเป็นกรดในกระเพาะอาหารน้อยลง (pH สูงขึ้น) ปริมาณ และชนิดของแบคทีเรียจะผ่านไปสู่ลำไส้เล็กมากขึ้น ดูโอดินัมมีจุลชีพไม่เกิน 10^3 /มล. เหมือนกับจุลชีพในช่องปาก จำนวนของ coliform bacilli มีน้อย และบางครั้งไม่พบแบคทีเรียเหมือนในกระเพาะอาหาร, bile Salts (unconiugated) สามารถหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เจจูนัม และไอเลียมมีแบคทีเรียต่างไป ในเจจูนัมมี 10^4 ในไอเลียมตอนต้น 10^5 และในไอเลียมตอนปลาย 10^6 พบเชื้อใน intestinal contents และ epithelial surface ของเซลล์บุผนังลำไส้จำนวนมากได้แก่ *Lactobacilli*, *Streptococci* ปริมาณของเชื้อตามส่วนต่าง ๆ ถูกควบคุมโดยกรดในกระเพาะอาหารน้ำดีอาหาร และ peristalsis การเพิ่มจำนวนของแบคทีเรียในลำไส้เล็ก แบคทีเรียหลายชนิดเกี่ยวข้องกับน้ำดี เช่น *Enterococci*, *Bacteroides* เป็นต้น สามารถ deconjugate bile salts ทำให้ความเข้มข้นของ

conjugate bile salt น้อยลง ทำให้การดูดซึม fatty acid, monoglycerides เสียไป ในผู้ป่วยด้วยโรคตับแข็ง พบแบคทีเรียที่สามารถสลายยูเรียอยู่ในลำไส้ส่วนต้น

4.3 ลำไส้ใหญ่และอุจจาระ

แรกเกิดปราศจากเชื้อหลังคลอดได้ 12 ชม. จะพบเชื้อหลายชนิดเหมือนพบในอุจจาระในคนปกติ เด็กที่เลี้ยงโดยนมแม่พบ *Bifidobacterium* ถึง 99% ของจุลชีพทั้งหมด 11-12% นอกนี้มี coliform bacilli เป็นต้น เด็กที่เลี้ยงด้วยนมขวดพบ anaerobic bacteria พวก *Bacteroides* ในอุจจาระคนปกติพบแบคทีเรียในกลุ่มจุลินทรีย์ประจำถิ่นของร่างกาย เป็น obligate anaerobe, *Bifidobacterium*, *Bacteroides* และชนิดอาหารทำให้มีการเปลี่ยนแปลงชนิดของ แบคทีเรีย เช่น พวกคาร์โบไฮเดรตทำให้ *Bifidobacterium* เพิ่ม , หากไขมันทำให้ *Bacteroides* เพิ่ม พวกโปรตีนสูงไม่มีผลเปลี่ยนแปลงความสำคัญของแบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ ภาวะปกติแบคทีเรียในลำไส้ให้ประโยชน์ต่อคน คือ *E. coli* และ *Klebsiella* sp. สังเคราะห์ biotin, riboflavin, panthotherate, pyridoxin และวิตามิน K ต่อมนุษย์

4.4 แบคทีเรียในระบบทางเดินหายใจ

ช่องจมูก พบ *S. aureus* และ *S. epidermidis* มีมากถึง 20-50 % และพบมากในคนที่ทำงานในโรงพยาบาล ลำคอ พบ *S. viridan* และ *Neiserria* อาจพบ *Diplococcus pneumoniae* และลาริงส์ -หลอดลม -ปอด ปกติไม่พบแบคทีเรียตั้งแต่ลาริงส์ลงไป ในอากาศหายใจที่มี infected small particles จำนวนน้อยผ่านเข้าไปถึงหลอดลมใหญ่ได้ แต่จะถูกกำจัดให้หมดไปด้วย ciliated cells และ lysozyme

4.5 ระบบทางเดินปัสสาวะและสืบพันธุ์

เด็กแรกเกิด 12 - 24 ชม. จะพบแบคทีเรียรอบตัวเป็นพวก *Staphylococcus*, *Enterococcus*, *Diphtheroid* เมื่อถึงวัยสาวในเซลล์บุช่องคลอดมีไกลโคเจน (glycogen) มีผู้พบจุลชีพโดยเฉลี่ย 5×10^7 cfu/ml .วัยหมดประจำเดือน glycogen ลด *Lactobacillus* ลดลง นอกจากนั้นคงเดิมอาจพบเชื้อ *Candida* ด้วย Urethra และบริเวณใกล้เคียง anterior urethra ของชาย ตัวอย่างเช่น *Staphylococcus*, Diphtheroid, *Streptococcus*, Gram negative bacilli และ *Mycobacterium* ในเพศหญิงแบคทีเรียตามบริเวณ perineum periurethral และ vulva มีส่วนสำคัญกับการเกิดโรคระบบทางเดิน กับ Lactobacillus พบได้ทุกหนทุกแห่ง เช่น น้ำปัสสาวะ ในการตรวจปัสสาวะทาง suprapubic ในคนปกติไม่พบแบคทีเรีย แต่การตรวจโดยเก็บจากการถ่ายปัสสาวะจะพบได้ เนื่องจากแบคทีเรียจากท่อปัสสาวะส่วนปลายปนออกมา

4.6 แบคทีเรียบริเวณผิวหนัง

เชื้ออาจอยู่ตามผิวหนัง หรือ Sebaceous glands ตามส่วนต่าง ๆจะต่างกันไปบ้างทั้งจำนวนและชนิดของแบคทีเรีย ได้แก่ *S. epidermidis*, Corynebacterium, anaerobic, Gram negative bacilli เป็นต้น

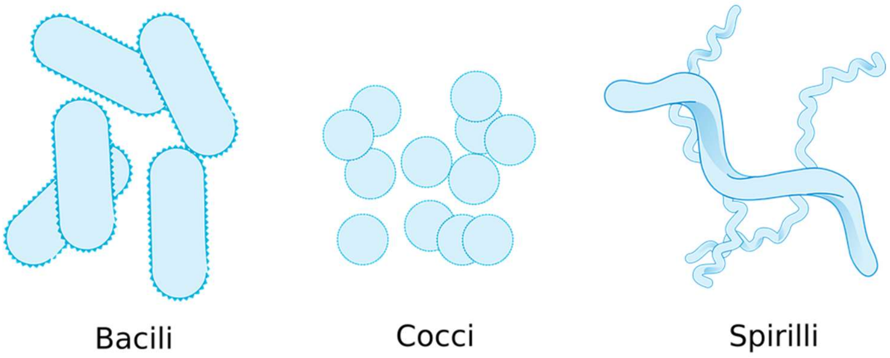
ชีววิทยาและความหลากหลายของแบคทีเรีย

1. ชีววิทยาของแบคทีเรีย

สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรมอเนอรา (Kingdom Monera) หรือเรียกสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้ว่าแบคทีเรีย ที่รู้จักและสามารถจำแนกสปีชีส์ได้มีประมาณ 5,000 สปีชีส์ แต่นักวิทยาศาสตร์ได้ประมาณว่าน่าจะมีจำนวนมากถึง 4 ล้านสปีชีส์ แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่หนาวจัด ร้อนจัด ทะเลที่มีความเค็มมากๆหรือในสภาพที่มีความเป็นกรดสูงนักเรียนคิดว่าแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไรจึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศที่มีความหลากหลายดังกล่าว

1.1 ลักษณะรูปร่าง

แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็กประมาณ 1-5 ไมโครเมตร มีผนังเซลล์เป็นสารประกอบเพปทิโดไกสแคนภายในเซลล์ไม่มีเยื่อหุ้มสารพันธุกรรม และไม่มีโครงสร้างอื่นอีกหลายชนิด เช่น กอลจิบอดี ไมโทคอนเดรีย เป็นต้น แบคทีเรียที่พบส่วนใหญ่มี เซลล์เดียวหรืออาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่มหรือเป็นสายมีทั้งรูปทรงท่อน (bacillus) รูปทรงกลม (coccus) รูปทรงเกลียว (spirillum) และอื่นๆ ดังภาพที่ 1.2



ภาพที่ 1.2 แบคทีเรียรูปทรงต่างๆ

รูปร่างกับการจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรีย

โดยทั่วไปมี 3 แบบด้วยกัน คือ ทรงกลม ทรงแท่งหรือรูปท่อน รูปเกลียว (Spiral) ดังนี้

1. ทรงกลม (Sphere)

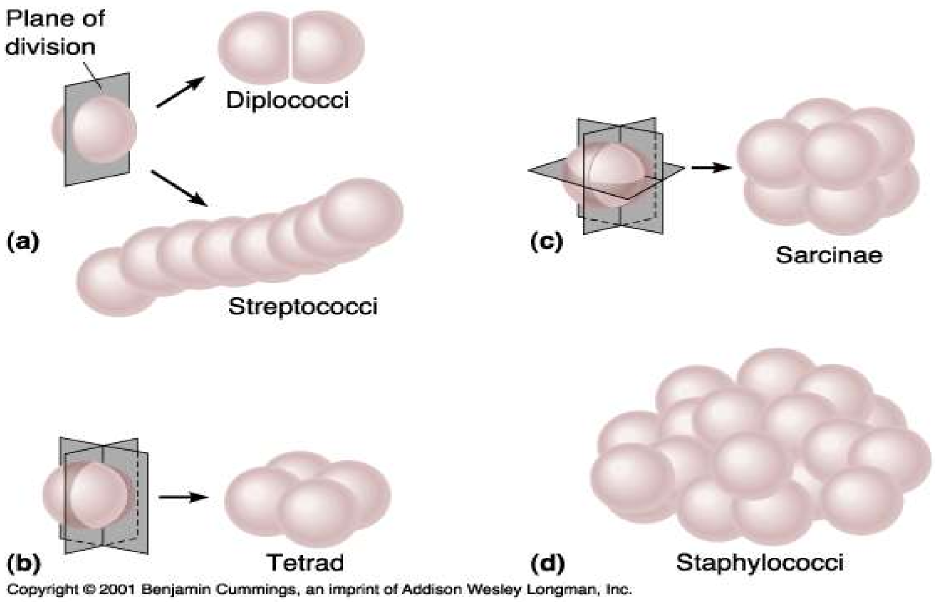
ทรงกลม (Sphere) เรียกว่า คอกคัส (Coccus) หรือ คอกไค (Cocci) เซลล์เหล่านี้มีการเรียงตัวที่แตกต่างกันคือ ถ้า 2 เซลล์ มาเรียงติดกัน เรียกว่า ดิโพลค้อกไค (Diplococci) หลายเซลล์เรียงกันเป็นสายยาว เรียกว่า สเตรปโตค้อกไค (Streptococci) สี่เซลล์เรียงกัน เรียกว่า เทแทรด (Tetrad) ถ้าแปดเซลล์เรียงกันเป็นลูกบาศก์ เรียกว่า ซาสินา (Sarcina) และ หลายเซลล์เรียงกันเป็นพวงองุ่น เรียกว่า สแตฟฟีโลค้อกไค (Staphylococci) เป็นต้น แบคทีเรียบางชนิดรูปร่างจะเป็นบาซิลไลสั้น ๆ ดูคล้ายกึ่งค้อกไคกึ่งบาซิลไล จึงเรียกว่า ค้อกโคบาซิลไล (coccobacilli) (ภาพที่ 1.3)

2. ทรงแท่งหรือรูปท่อน (Rod)

รูปท่อน (rod) เรียกว่า บาซิลลัส (Bacillus) หรือ บาซิลไล (Bacilli) แบคทีเรียที่มีรูปร่างเป็นแท่ง (bacilli, rod) ไม่ค่อยมีแบบแผนการเรียงตัวของเซลล์ที่เด่นชัดเท่าพวกแบคทีเรียที่มีรูปร่างกลม แต่อาจมีการเรียงตัวของเซลล์เนื่องมาจากระยะการเจริญเติบโต หรือขึ้นอยู่กับสภาพการเลี้ยงในอาหารนั้นๆ โดยทั่วไปเซลล์ bacillus มักอยู่เดี่ยวๆ ยกเว้นเซลล์บางชนิด เช่นเชื้อ *Corynebacterium diphtheriae* ที่ทำให้เกิดโรคคอตีบมักมีเซลล์เรียงติดกันเป็นชั้นหรือเป็นแถว (Palisade arrangement) ในขณะที่เซลล์ของ *Mycobacterium tuberculosis* ที่ทำให้เกิดโรควัณโรคมักจะเรียงกัน 3 เซลล์ เป็นกิ่งก้าน เป็นต้น แบคทีเรียรูปท่อนนี้อาจมีรูปร่างแปลกแตกต่างกันออกไป เช่น ถ้ามีการแตกกิ่งก้านสาขา เรียกว่า Branching rod ถ้ามีลักษณะคล้ายบานออกที่หัวท้าย เรียกว่า Club-shaped rod หรือถ้ามีการสร้างสปอร์อยู่ภายในเซลล์ก็เรียก Spore forming rod เป็นต้น

3. รูปเกลียว (Spiral)

รูปเกลียว (Spiral) เรียกว่า สไปริลลัม (Spirillum) หรือ สไปริลไล (Spirilli) เซลล์สไปริลลัม มักอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันทั้งทางด้านความยาว จำนวนเกลียว ความแข็งแรงของผนังเซลล์ บางชนิดเซลล์สั้นและโค้งเล็กน้อย เช่น เชื้อสกุล *Vibrio* บางชนิดเซลล์ยาวและบิดเป็นเกลียว หลายเกลียว เช่น *Treponema* ซึ่งจัดเป็น สไปโรขีต (Spirochete) (ภาพที่ 1.2)



ภาพที่ 1.3 การเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรียแบบต่าง ๆ

(a) เซลล์รูปร่างกลมเรียงตัวแบบคู่ (Diplococci) หรือต่อกันเป็นสายโซ่ (Sreptococci)

(b) เซลล์รูปร่างกลมเรียงตัวติดกันสี่เซลล์

(c) เซลล์รูปร่างกลมเรียงตัวสี่เซลล์ซ้อนกันสองชั้นเหมือนสี่เหลี่ยมลูกบาศก์

(d) เซลล์รูปร่างกลมเรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น

(ที่มา: Tortora, 2001)

การดำรงชีวิตของแบคทีเรีย

แบคทีเรียมีกระบวนการเมทาบอลิซึมในการดำรงชีวิตที่หลากหลาย หลายชนิดสามารถดำรงชีวิตโดยการสร้างอาหารเองได้โดยได้พลังงานจากแสง เช่น ไซยาโนแบคทีเรียหรือใช้พลังงานจากปฏิกิริยาเคมี เช่น ซัลเฟอร์แบคทีเรีย แต่แบคทีเรียส่วนใหญ่สร้างอาหารเองไม่ได้ รวมทั้งสามารถอยู่ได้เกือบทุกแห่งหนบนโลกแม้ในสภาวะแวดล้อมที่สิ่งมีชีวิตอื่นไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้

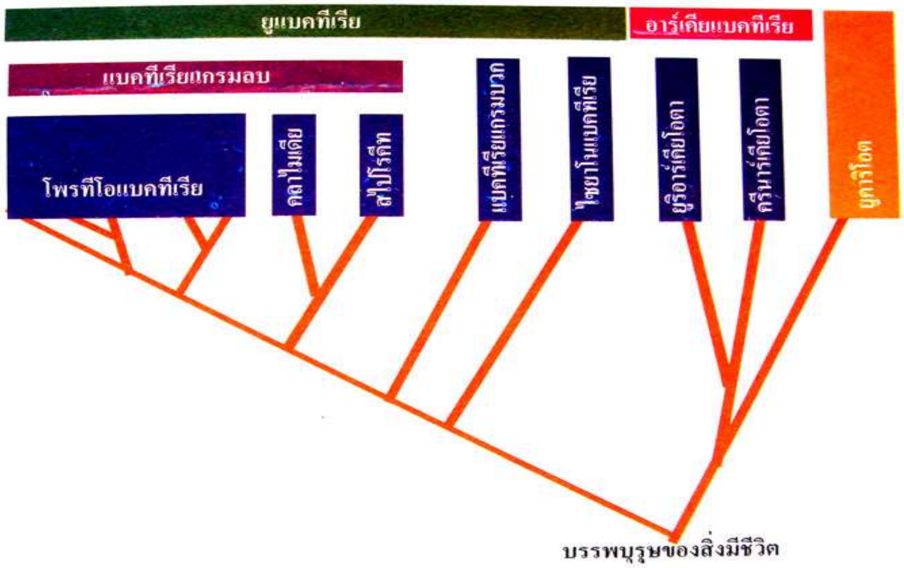
แบคทีเรียสามารถดำรงชีวิตตามแหล่งอาหารและพลังงาน แบ่งได้เป็น

1. ออโตโทรป (autothroph) แหล่งคาร์บอนสำหรับสร้างสารอินทรีย์มาจาก CO_2 ได้แก่แบคทีเรียที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้
2. เฮเทอโรโทรป (heterothroph) แหล่งคาร์บอนมาจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ ได้แก่แบคทีเรียที่ดูดซับสารอาหารเป็นแหล่งพลังงานทั่วไป
3. โฟโตโทรป (photothroph) ได้พลังงานเริ่มต้นจากแสง

4. เคโมโทรป (chemothroph) ได้พลังงานเริ่มต้นจากสารเคมี

ความหลากหลายของแบคทีเรีย

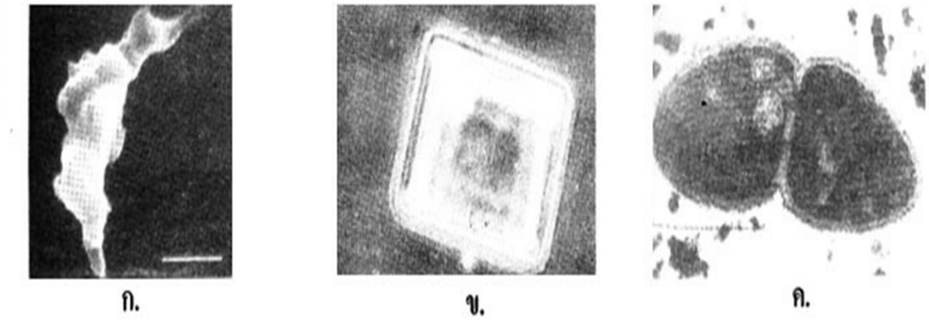
จากการศึกษาสายวิวัฒนาการของแบคทีเรีย โดยการศึกษาเปรียบเทียบลำดับเบสของ DNA RNA รวมทั้งองค์ประกอบของผนังเซลล์และเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้จำแนกแบคทีเรียออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย และอาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย เนื่องจากการจัดหมวดหมู่ของแบคทีเรียในระดับไฟลัมต้องศึกษาความรู้ด้านอื่นๆ อีกมาก ดังนั้นจึงได้จำแนกแบคทีเรียออกเป็นกลุ่มตามสายวิวัฒนาการดังนี้



ภาพที่ 1.4 สายวิวัฒนาการของแบคทีเรีย
(ที่มา : ดัดแปลงจาก Prescott et. al, 2005)

1. อาณาจักรย่อยอาร์เคียแบคทีเรีย (Subkingdom Archaebacteria)

อาร์เคียแบคทีเรีย เป็นแบคทีเรียที่ผนังเซลล์ไม่มีเพปทิโดไกลแคนสามารถดำรงชีวิตในสภาพแวด ล้อม ที่สิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่นอาจไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ เช่น ในแหล่งน้ำพุร้อนทะเลที่มีน้ำเค็มจัด ในบริเวณที่มีความเป็นกรดสูงและบริเวณทะเลลึก เป็นต้น อาร์เคียแบคทีเรียแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มยูริอาเคียโอตา (Euryarchaeota) ซึ่งสร้างมีเทนและชอบความเค็มจัดและกลุ่มครีนาร์เคียโอตา (Crenarchaeota) ซึ่งชอบอุณหภูมิสูงและกรดจัด (ภาพที่ 1.5)



ภาพที่ 1.5 อาร์คีแบคทีเรีย ก.อาร์คีแบคทีเรียที่อาศัยในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง กรดจัด
ข.อาร์คีแบคทีเรียที่อาศัยในทะเลที่มีความเค็มมาก
ค. อาร์คีแบคทีเรียที่สร้างแก๊สมีเทน (CH_4)
(ที่มา: นงลักษณ์ และปรีชา, 2557)

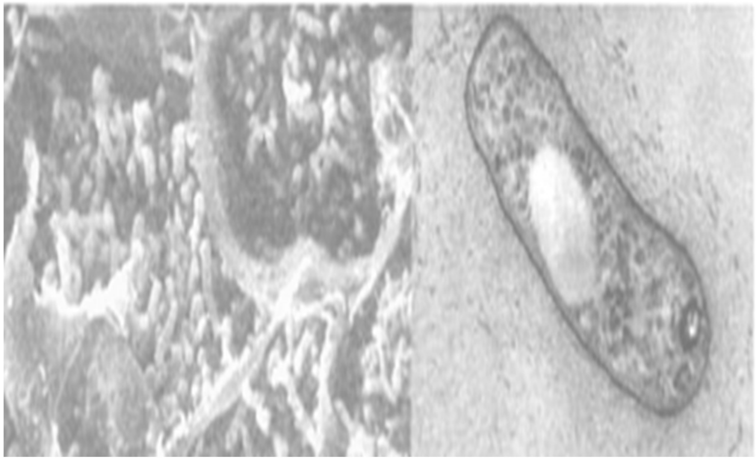
2. อาณาจักรย่อยยูแบคทีเรีย (Subkingdom Eubacteria)

ยูแบคทีเรียที่สามารถพบได้ทั้งในดิน น้ำ อากาศ อาหาร นมและในร่างกายของสิ่งมีชีวิตอื่น สามารถพบได้ทั้งในน้ำเค็ม น้ำจืด น้ำกร่อย ในธารน้ำแข็ง หรือแม้กระทั่งแหล่งน้ำพุร้อน เป็นต้น นอกจากนี้ยูแบคทีเรียมีกระบวนการเมทาบอลิซึมซึมในการดำรงชีวิตที่หลากหลาย จึงอาจกล่าวได้ว่าเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ ยูแบคทีเรียแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

2.1 กลุ่มโพรทีโอแบคทีเรีย (Proteobacteria)

กลุ่มโพรทีโอแบคทีเรีย เป็นยูแบคทีเรียแกรมลบที่พบมากที่สุด และมีกระบวนการเมทาบอลิซึมที่หลากหลายบางกลุ่มสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้คล้ายพืช บางกลุ่มสามารถดำรงชีวิตโดยใช้ไฮโดรเจนซัลไฟต์ (H_2S) และ ให้ซัลเฟอร์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เช่น เพอเพิลซัลเฟอร์แบคทีเรีย (purple sulfur bacteria) บางกลุ่มมีบทบาทช่วยตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศมาสร้างเป็นสารประกอบไนโตรเจนในดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของพืช เช่น *Rhizobium* sp. ในปมรากของพืชตระกูลถั่ว เป็นต้น

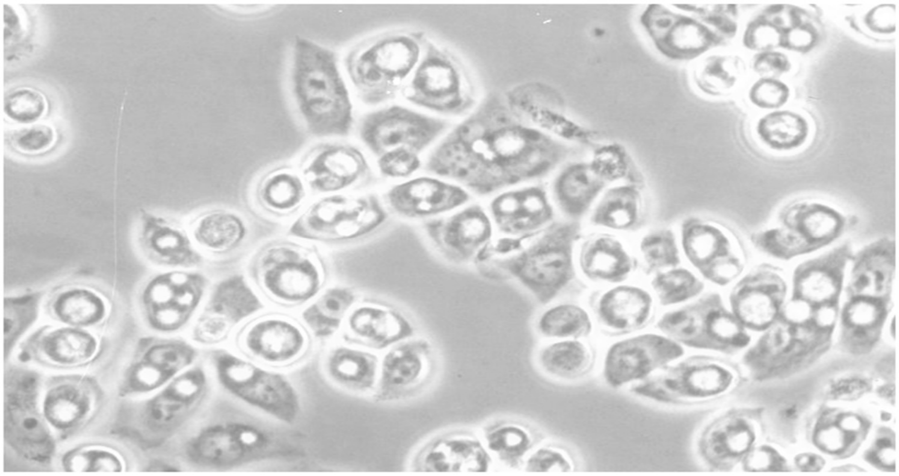
ยูแบคทีเรียสามารถแยกชนิดได้โดยการย้อมสี (Gram Stain) ผนังเซลล์ ถ้าติดสีม่วงของคริสทัล ไวโอเลตเป็นแบคทีเรียแกรมบวก (Gram Positive Bactria) และติดสีแดงของซาฟรานีนเป็นแบคทีเรียแกรมลบ (Gram- Negative Bacteria)



ภาพที่ 1.6 *Rhizobium* sp. ในปมรากถั่ว
(ที่มา: หนึ่ง, 2556)

2.2 กลุ่มคลาไมเดีย (Chlamydias)

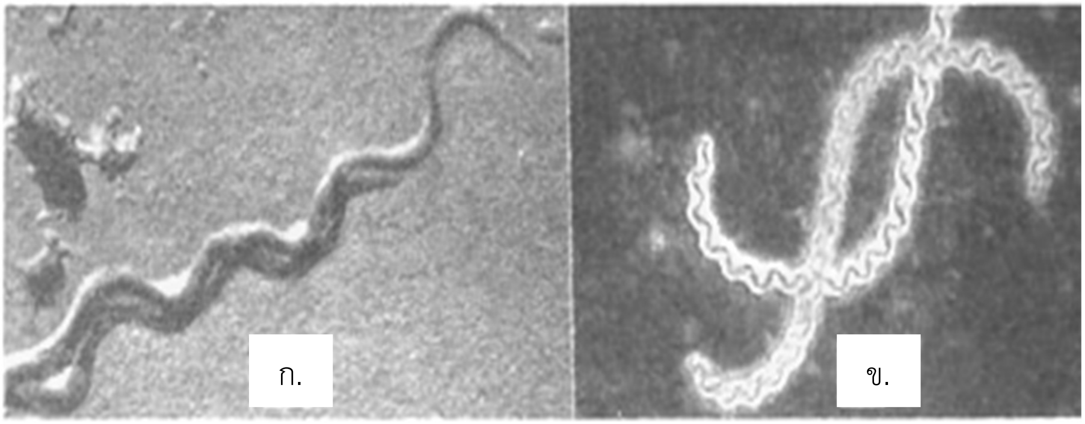
คลาไมเดีย เป็นยูแบคทีเรียแกรมลบที่เป็นปรสิตในเซลล์ และทำให้เกิดโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ เช่น โรคโกโนเรียหรือหนองใน เป็นต้น



ภาพที่ 1.7 เชื้อแบคทีเรีย *Chlamydia trachomatis*
(ที่มา: นงลักษณ์ และปรีชา, 2557)

2.3 กลุ่มสไปโรคีท (Spirochetes)

สไปโรคีท เป็นยูแบคทีเรียแกรมลบที่มีรูปทรงเกลียว มีความยาวประมาณ 0.25 มิลลิเมตร ยูแบคทีเรียในกลุ่มนี้มีทั้งดำรงชีวิตแบบอิสระและบางสปีชีส์เป็นสาเหตุของโรคซิฟิลิส โรคฉี่หนู เป็นต้น



ภาพที่ 1.8 แบคทีเรียสไปโรคีท

ก. สไปโรคีทที่ทำให้เกิดโรคซิฟิลิส ข. สไปโรคีทที่ทำให้เกิดโรคฉี่หนู

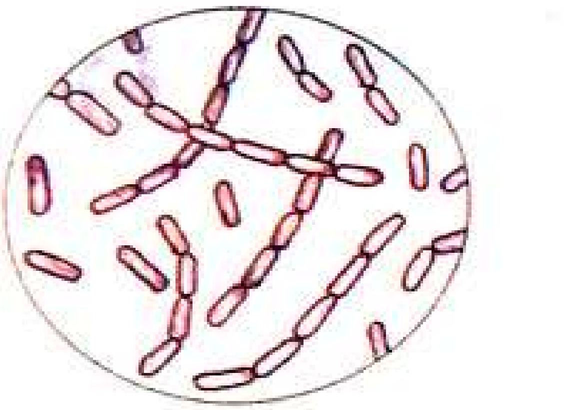
(ที่มา: นงลักษณ์ และปรีชา, 2557)

2.4 แบคทีเรียแกรมบวก (Gram-Positive Bacteria)

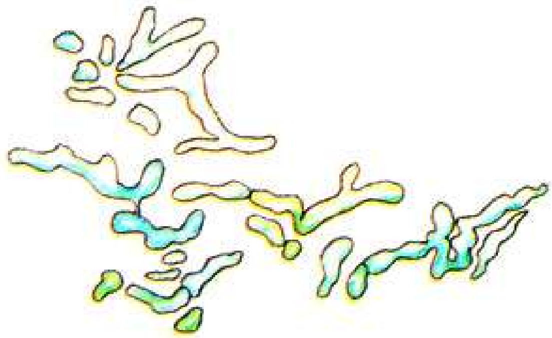
แบคทีเรียแกรมบวก เป็นยูแบคทีเรียที่พบแพร่กระจายทั่วไปในดิน อากาศ บางสปีชีส์สามารถผลิตกรดแลกติกได้ เช่น *Lactobacillus* sp. จึงนำมาใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิด เช่น การทำเนย ผักดอง และโยเกิร์ต เป็นต้น บางสปีชีส์ เช่น *Streptomyces* sp. ใช้ทำยาปฏิชีวนะ เช่น ยาสเตรปโตมัยซิน ยาเตตราไซคลิน เป็นต้น

ยูแบคทีเรียกลุ่มนี้บางสปีชีส์ เช่น *Bacillus* sp. สามารถสร้างเอนโดสปอร์ (endospore) ทำให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีและบางชนิดเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคแอนแทรกซ์

ยูแบคทีเรียแกรมบวกอีกกลุ่มหนึ่ง เป็นกลุ่มที่ไม่มีผนังเซลล์มีเพียงเยื่อหุ้มเซลล์ที่ประกอบด้วยชั้นของไขมันได้แก่ ไมโคพลาสมา (mycoplasma) เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กสุดประมาณ 0.2-0.3 ไมโครเมตร สามารถเจริญและสืบพันธุ์ได้นอกเซลล์โฮสต์ ส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตอื่น แต่มีบางสปีชีส์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคปอดบวมในคนและวัว



ภาพที่ 1.9 แบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างของ *Lactobacillus* sp.
(ที่มา: นงลักษณ์ และปรีชา, 2557)



ภาพที่ 1.10 แบคทีเรีย ไมโคพลาสมา (mycoplasma)
(ที่มา: นงลักษณ์ และปรีชา, 2557)

2.5 ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)

ไซยาโนแบคทีเรียเป็นยูแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ มีสารสีเช่น คลอโรฟิลล์ เอ แคโรทีนนอยด์และไฟโคบิลินอยู่ภายในถุงแบนๆ ที่เยื่อหุ้มเซลล์ พบแพร่กระจายในสภาพแวดล้อมที่หลากหลายทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำเค็ม บางสปีชีส์พบในบ่อน้ำพุร้อน และภายใต้น้ำแข็งของมหาสมุทร เป็นต้น จากหลักฐานซากดึกดำบรรพ์ทำให้นักวิทยาศาสตร์คาดคะเนได้ว่าไซยาโนแบคทีเรียทำให้ออกซิเจนในบรรยากาศเพิ่มมากขึ้นในโลกยุคนั้น และก่อให้เกิดวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิตที่หายใจโดยใช้ออกซิเจนในปัจจุบัน ไซยาโนแบคทีเรียเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศ

และบางชนิดสามารถตรึงแก๊สไนโตรเจนในอากาศให้เป็นสารประกอบไนเตรต เช่น แอนาบีนา นอสตอก และออสซิลลาทอเรีย

บทสรุป

แบคทีเรียวิทยา คือ ศาสตร์ที่เกี่ยวกับแบคทีเรียในทุกแง่มุม ไม่ว่าจะเป็นสัณฐานวิทยา สรีรวิทยา ชีวเคมี อนุกรมวิธาน การเพาะเลี้ยง ตลอดจนถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ได้แก่ แบคทีเรียที่ สำคัญทางด้านการเกษตร อาหาร อุตสาหกรรม การแพทย์และเทคโนโลยีชีวภาพ

แบคทีเรีย คือจุลชีพชนิดเซลล์เดียว (unicellular) พบได้ทุกหนทุกแห่งในโลก ในสภาพ สิ่งแวดล้อมทั่วไป พบครั้งแรกโดย Antony Van Leeuwenhoek นักวิทยาศาสตร์ชาวเนเธอร์แลนด์ เมื่อปีพ.ศ. 2219 แบคทีเรียมีขนาดเล็ก เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.3-2 ไมโครเมตร ทำให้มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย 1000 เท่าจึงจะเห็นได้ชัด ผู้ที่ทำการศึกษาวิจัยค้นคว้าทางด้านแบคทีเรีย หรือที่เรียกกันนักแบคทีเรียวิทยา (Bacteriologist) แบคทีเรียมีรูปร่างพื้นฐาน 3 แบบ คือ กลม, แท่ง, และเกลียว หลักจากนั้น Louis Pasteur (ปี ค.ศ. 1822-1895) เป็นผู้หักล้างความเชื่อถือ ที่ว่าสิ่งมีชีวิตเกิดขึ้นจากสิ่งไม่มีชีวิต ต่อมา Robert Koch (ปี ค.ศ.1843-1910) ได้ค้นพบโรค anthrax ในวัวควายว่าเกิดจากแบคทีเรีย เขาได้รวบรวมการทดลองของเขาเรียกว่า Koch's Postulate ซึ่ง Koch ทำให้เกิดความเจริญก้าวหน้าทาง ด้านแบคทีเรีย เป็นผู้พบวิธีการ Smear เชื้อบน สไลด์และย้อมสีด้วยดูรูปร่าง และเขายังพบวิธีการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียบนอาหารแข็ง และเขาได้ชื่อว่าเป็น บิดาแห่งวิชาแบคทีเรียทางการแพทย์

ดินเป็นแหล่งใหญ่ของจุลินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ทำให้เกิดโรค (nonpathogen) จุลินทรีย์ที่อยู่ในดิน ได้แก่ พวกแบคทีเรียที่ใช้สารอนินทรีย์เคมีสร้างพลังงานได้ (autotrophic bacteria), Actinomyces เป็นต้น เชื้อก่อโรค (pathogen) ที่อาจพบในดิน ได้แก่ *Clostridium tetani*

แบคทีเรียพบได้ทั้งในน้ำจืด และน้ำทะเล ปกติมักไม่มีเชื้อก่อโรค (Pathogen) ยกเว้นเมื่อน้ำมีอุจจาระหรือปัสสาวะของคนหรือสัตว์ปนอยู่ด้วย Pathogen ที่มักพบปนอยู่ในน้ำ แบคทีเรียในอากาศมักพบเชื้อแบคทีเรียในรูปของละอองอยู่เสมอ แต่เชื้อมักไม่ค่อยแบ่งตัว ในสภาพของอากาศ อากาศในที่โล่งๆ จึงไม่ค่อยมีเชื้อโรคอากาศในห้องอับอาจมีแบคทีเรียแพร่กระจายออกไปจากร่างกายของมนุษย์จากทางเดินหายใจส่วนบน ตัวอย่างเชื้อ เช่น *Mycobacterium tuberculosis* ซึ่งทำให้เกิดโรควัณโรค เป็นต้น ร่างกายมนุษย์มีแบคทีเรียหลายชนิดอาศัยอยู่บน หรือในร่างของมนุษย์ตามปกติ เรียก แบคทีเรียพวกนี้ว่า "Normal flora" ส่วนแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคเรียก Pathogen ทารกที่อยู่ในครรภ์ มารดาจะไม่มี normal flora ในระหว่างคลอด และหลังคลอดเด็กจะได้รับจุลินทรีย์หลายชนิดจาก มารดา อาหาร อากาศ และจากสิ่งที่เด็กสัมผัส เนื่องจากสภาพที่เหมาะสม

สำหรับการเจริญของแบคทีเรีย จะแตกต่างกัน ตลอดส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จึงทำให้จำนวนและชนิดของ normal flora ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่างกัน แบคทีเรียในช่องปากมีความสำคัญกับลำคอ Oropharynx และ nasopharynx ใน ภาวะปกติไม่มีส่วนใดในร่างกายที่มีจุลชีพอาศัยอยู่มากชนิด เนื่องจาก mucous secretion เซลล์ที่หลุด ออกมา, เศษอาหารที่ติดค้างอยู่ รวมทั้งกายวิภาคของส่วนนี้เป็นอาหารและสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแก่การ เจริญเติบโตของแบคทีเรียที่สำคัญคือ *Streptococcus viridans*, *Streptococcus fecalis*, *Neiseria, Diphtheroids*, *Mycoplasma*, *Bacteroides*, *Fusobacterium* และอื่น ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับสุขภาพ แบคทีเรียเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่หนาวจัด ร้อนจัด ทะเลที่มี ความเค็มมากๆหรือในสภาพที่มีความเป็นกรดสูง นักเรียนคิดว่าแบคทีเรียมีลักษณะอย่างไรจึงสามารถ ดำรงชีวิตอยู่ได้ในระบบนิเวศที่มีความหลากหลายดังกล่าวมานั่นเอง

คำถามทบทวน

1. แบคทีเรียวิทยาหมายถึงอะไร
2. แบคทีเรียวิทยามีความสำคัญอย่างไร
3. โปรคาริโอตและยูคาริโอตมีความแตกต่างกันอย่างไร
4. แบคทีเรียมีรูปร่างใดเพิ่มเติม นอกเหนือจาก coccus bacillus และ spiral
5. นักวิทยาศาสตร์ท่านใดที่ได้เห็นแบคทีเรียเป็นคนแรกๆ
6. Subkingdom ใดมีแบคทีเรียทนกรดและทนอุณหภูมิร้อน
7. Subking eubacteria มีแบคทีเรียกี่กลุ่ม อะไรบ้าง และมีโทษและโยชน์อย่างไรบ้าง
8. จงอธิบายทฤษฎีของ Koch มาพอสังเขป
9. เพราะเหตุทารกที่อยู่ในครรภ์มารดาจึงไม่มีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย
10. จงยกตัวอย่างแบคทีเรียที่พบในแหล่งธรรมชาติ มาอย่างน้อย 2 แหล่ง

เอกสารอ้างอิง

เปรมจิตร บุญสาย. (2556**). จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม.** ปทุมธานี : ศูนย์เรียนรู้การผลิตและการจัดการธุรกิจสิ่งพิมพ์ดิจิตอล มหาวิยาลัยราชภัฏวไลอลงกรณ์.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และปรีชา สุวรรณพินิจ.(2557). **จุลชีววิทยาทั่วไป** พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ระวี เถียรไพศาล. (2552). **แบคทีเรียและโรคติดเชื้อที่พบบ่อยในช่องปาก** พิมพ์ครั้งที่ 1. สงขลา : ไอคิว มีเดีย

หนึ่ง เตียอำรุง. (2554). **แบคทีเรียตรึงไนโตรเจน.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Black, J. G. (2013). **Microbiology** . (8th ed.). Singapore : John Wiley & Sons.

Prescott, Lansing M. Harley, John P., and Klein Donald A., (2005**). Microbiology**(6th ed.). McGraw-Hill .Higher Education

Tortora, Gerard J. (2001). **Microbiology** (7th ed.). San Francisco : Benjamin Cummings