



## บทที่ 2

# แบคทีเรียที่มีความสำคัญทางอาหาร

(BACTERIA IMPORTANT IN FOOD MICROBIOLOGY)

# แบคทีเรีย

- แบคทีเรียถือเป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญทางจุลชีววิทยามากที่สุดกลุ่มหนึ่ง เพราะเป็นจุลินทรีย์กลุ่มใหญ่ แบคทีเรียมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งที่เป็นโทษและมีประโยชน์ แบคทีเรียหลายชนิดเป็นเชื้อก่อโรค สามารถก่อให้เกิดการติดเชื้อรุนแรงในมนุษย์และสัตว์ ในขณะที่แบคทีเรียหลายชนิดมีสมบัติที่เป็นประโยชน์ สามารถนำมาประยุกต์ในกิจกรรมต่าง ๆ ได้หลากหลาย ดังนั้นการศึกษาเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับธรรมชาติของแบคทีเรียจึงมีความสำคัญ เพราะจะได้นำความรู้ที่ได้มาควบคุมแบคทีเรียที่เป็นโทษไม่ให้เพิ่มจำนวน ในขณะที่เดียวกันสามารถนำแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพ



## Uses of bacteria

### Food production

- Yoghurt – bacteria converts lactose sugar in milk to lactic acid producing a semi-solid with a different taste



# รูปร่างและการจัดเรียงตัวของเซลล์แบคทีเรีย

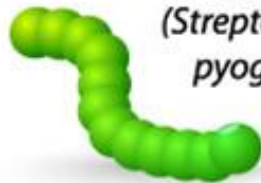
- รูปร่างของแบคทีเรียโดยทั่วไปมี 3 แบบ คือ ทรงกลม (Sphere) เรียกว่า ค็อกคัส (Coccus) หรือค็อกไค (Cocci) ทรงกระบอกหรือภาพท่อน (Rod) เรียกว่า บาซิลลัส (Bacillus) หรือ บาซิลไล (Bacilli) และภาพเกลียว (Spiral) เรียกว่า สไปริลลัม (Spirillum) หรือสไปริลไล (Spirilli) เซลล์เหล่านี้มีลักษณะการเรียงตัวที่แตกต่างกันคือ ถ้าค็อกคัส 2 เซลล์มาเรียงติดกันเรียกว่า ดิโพลค็อกไค (Diprococci)
- หลายเซลล์ที่เรียงกันเป็นสายยาวเรียกว่า สเตรปโตค็อกไค (Streptococci)
- สี่เซลล์เรียงต่อกันเรียกว่า เททเรด (Tetrad)
- แปดเซลล์เรียงเป็นลูกบาศก์เรียกว่าซาลินา (Sarcina)
- และหากหลายเซลล์เรียงตัวเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่นเรียกว่า สแตฟฟีโลค็อกไค (Staphylococci) เป็นต้น

# BACTERIA SHAPES

## SPHERES (COCCI)



**Diplococci**  
(*Streptococcus pneumoniae*)



**Streptococci**  
(*Streptococcus pyogenes*)

**Tetrad**

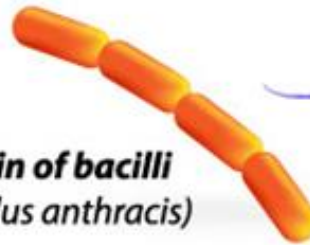


**Staphylococci**  
(*Staphylococcus aureus*)



**Sarcina**  
(*Sarcina ventriculi*)

## RODS (BACILLI)



**Chain of bacilli**  
(*Bacillus anthracis*)



**Flagellate rods**  
(*Salmonella typhi*)



**Spore-former**  
(*Clostridium botulinum*)

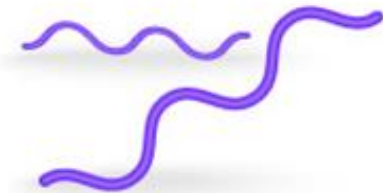
## SPIRALS



**Vibrios**  
(*Vibrio cholerae*)



**Spirilla**  
(*Helicobacter pylori*)



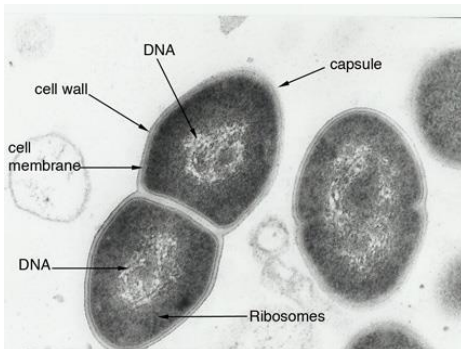
**Spirochaetes**  
(*Treponema pallidum*)

คุณสมบัติที่สำคัญของแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องกับอาหารมี 3 ประการคือ

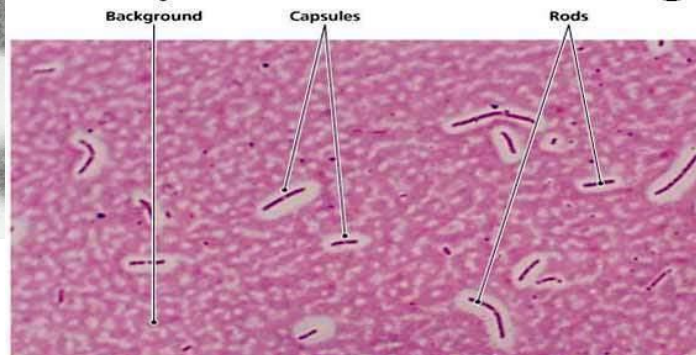
- ลักษณะรูปร่าง (Morphological characteristics)
- ลักษณะการเจริญเติบโต (Cultural characteristics)
- ลักษณะทางสรีระวิทยา (Physiological characteristics)

# ลักษณะรูปร่างที่สำคัญของแบคทีเรีย

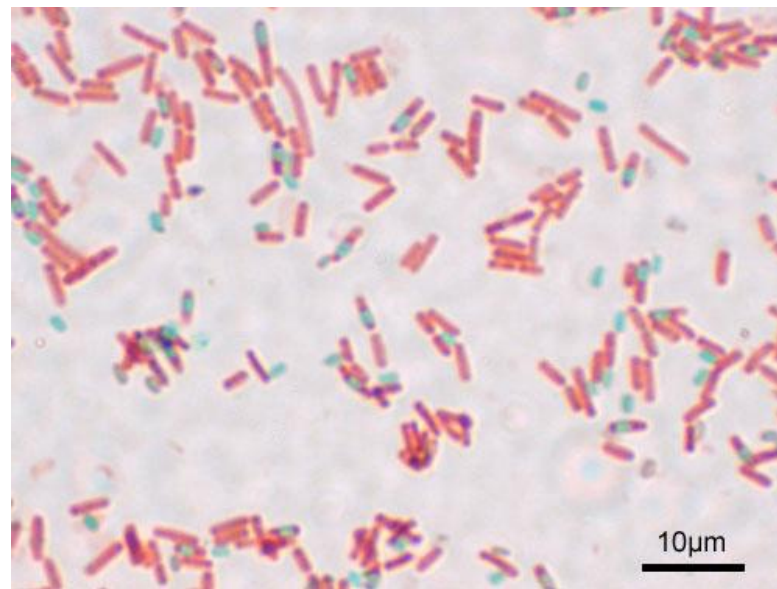
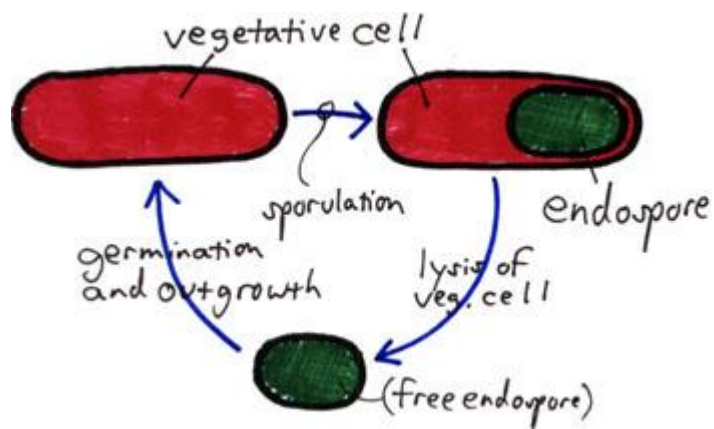
- ลักษณะรูปร่างที่สำคัญคือ การสร้างแคปซูล การสร้างสปอร์ และการรวมตัวของเซลล์ การสร้างแคปซูลหรือสารเมือกของแบคทีเรียทำให้อาหารมีลักษณะเป็นเมือกกึ่งเหลวหรือเป็นยางเหนียว โดยการสร้างแคปซูล (Capsule) พบในแบคทีเรียบางชนิด การสร้างแคปซูลทำให้เซลล์มีความต้านทานต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ความแห้งแล้ง สารเคมี อุณหภูมิ ความร้อน เป็นต้น แคปซูลจะเป็นสารประกอบพวกโพลีแซคคาไรด์ เช่น เด็กซ์ทริน (Dextrin) เด็กซ์แทรน (Dextran) เซลลูโลส (Cellulose) หรือลีแวน (Levan) แบคทีเรียที่สร้างแคปซูลจะมีลักษณะโคโลนีเป็นเมือกเยิ้ม (Mucoid) เมื่อแตะด้วยห้วงเขี่ยเชื้อจะมีลักษณะยืดเป็นสาย



## Capsule Staining



- การสร้างสปอร์ ถือเป็นโครงสร้างของแบคทีเรียที่ทำให้แบคทีเรียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ แต่ไม่ใช่โครงสร้างสำหรับการสืบพันธุ์ พบในแบคทีเรียบางชนิด คือ ***Bacillus***, ***Clostridium***, ***Sporosarcin***, ***Thermoactinomyces*** และ ***Desulfotomaculum*** รูปร่างและตำแหน่งของสปอร์ภายในเซลล์จะแตกต่างกันไปตามสปีชีส์ของแบคทีเรีย บางชนิดจะสร้างสปอร์จะอยู่ตรงกลางเซลล์ บางชนิดสร้างสปอร์ที่ปลายด้านใดด้านหนึ่งของเซลล์ ดังนั้นการสร้างสปอร์ของแบคทีเรียถือเป็นคุณสมบัติพิเศษในการจัดจำแนกแบคทีเรีย

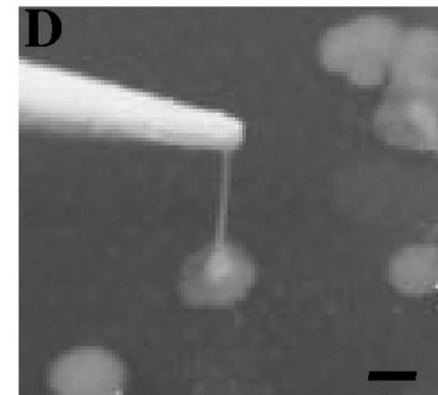
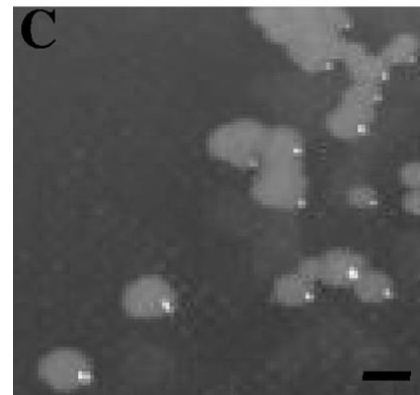
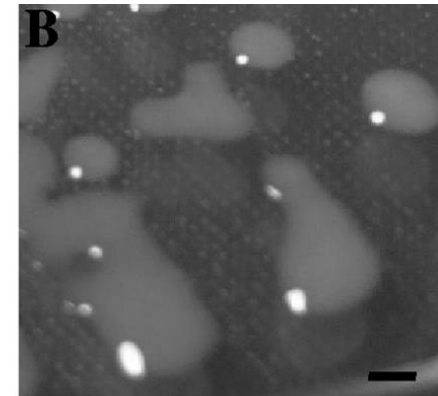
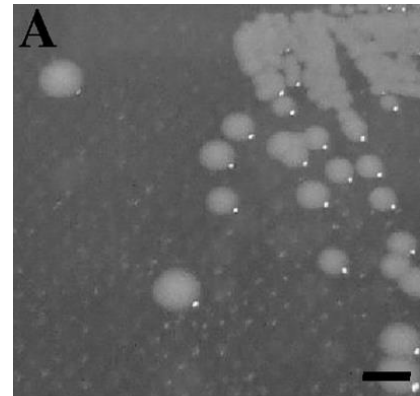


ส่วนลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียจะมีความแตกต่างกันหลายแบบ แบคทีเรียชนิด

เดียวกันจะมีลักษณะโคโลนีเหมือนกัน จึงถือได้ว่าลักษณะโคโลนีเป็นส่วนหนึ่งในการจัด  
จำแนกแบคทีเรีย ลักษณะโคโลนีชนิดต่างๆ แสดงได้ในในส่วนของความหนืดของโคโลนี  
นั้น สามารถทดสอบได้โดยการใช้เข็มเขี่ยแตะที่โคโลนีของแบคทีเรียแล้วยกขึ้น

แบคทีเรียบางชนิดหนืดคล้ายเนยเหลว บางชนิดเป็นสายหรือเป็นยาง (**Rubbery**)

บางชนิดมีความแข็งมาก เพราะ ซึ่งการรวมตัวกันของโคโลนีจะเกิดขึ้นในบางสภาวะ ซึ่ง  
ทำให้ทำลายได้ยากกว่าโคโคนีที่แยกออกมาเดี่ยวๆ





# ลักษณะการเจริญที่สำคัญของแบคทีเรียในอาหาร

- การเจริญแบบต่างๆของแบคทีเรีย ทำให้อาหารไม่น่าบริโภค เกิดการเน่าเสียเกิดสีในอาหาร โดยแบคทีเรียจะสร้างสารสีออกมาทำให้สีของอาหารเปลี่ยนไป นอกจากนี้ยังอาจสร้างเมือกเหนียวทำให้อาหารมีลักษณะเหนียวหนืด อาหารเหลวมีลักษณะขุ่นหรือมีตะกอนได้

## • ลักษณะทางสรีระวิทยาที่สำคัญของแบคทีเรียทางอาหาร

- การเจริญเติบโตและการเกิดกิจกรรมของแบคทีเรียในอาหาร ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของสารเคมีในอาหาร ได้แก่ การย่อยสลายแป้งให้เป็นน้ำตาล การย่อยสลายโปรตีนเป็นพอลิเปปไทด์ กรดอะมิโน การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน-รีดักชันของอาหารเพื่อให้ได้สารอินทรีย์ ทำให้อาหารมีรสเปรี้ยวขึ้นหรือเกิดฟองก๊าซขึ้น

# สกุลต่าง ๆ ของแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางอาหาร

- วงศ์ **Pseudomonadaceae**

- สกุล **Pseudomonas Pseudomonas** บางสปีชีส์ทำให้อาหารเสีย แบคทีเรียพวกนี้ติดสีแกรมลบ เคลื่อนที่ได้ มีรูปร่างเป็นท่อน ไม่สร้างสปอร์

- ลักษณะบางประการของ **Pseudomonas spp.** ที่สำคัญทางอาหารคือ

- 1. มีความสามารถใช้สารประกอบคาร์บอนที่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรตได้หลายชนิดให้ได้พลังงาน แต่สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตหลายชนิดเป็นแหล่งพลังงาน
- 2. ให้ผลผลิตหลายชนิดที่ทำให้รสชาติของอาหารเปลี่ยนไป
- 3. มีความสามารถในการใช้อาหารที่ประกอบด้วยไนโตรเจนชนิดไม่ซับซ้อนได้
- 4. ความสังเคราะห์สารช่วยในการเจริญและวิตามินได้เอง
- 5. บางสปีชีส์มีความสามารถในการย่อยโปรตีนและไขมัน
- 6. เนื่องจากเป็นพวกแอโรบจึงสามารถเจริญอย่างรวดเร็วและผลิตสารออกซิไดซ์และสารเมือกบนผิวหน้าของอาหาร
- 7. เจริญได้ดีในอุณหภูมิต่ำ เช่น ในตู้เย็น
- 8. สร้างสี **Pseudomonads** ต้องการความชื้นค่อนข้างสูง (0.97 – 0.98) ถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน เจริญได้ไม่ดีในที่ที่มีออกซิเจนน้อย เจริญได้อย่างช้า ๆ หรือไม่เจริญเลยที่อุณหภูมิสูงกว่า 43 องศาเซลเซียส

# GENERAL CHARACTERISTICS

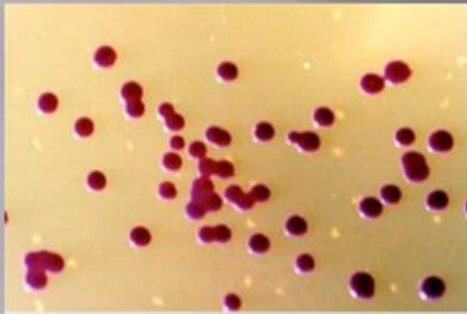
- Widely distributed in soil and water
- Gram negative rods
- Aerobic
- Motile
- Produce water-soluble pigments
- Opportunistic pathogens



# วงศ์ Halobacteriaceae

- สกุล *Halobacterium* เช่น *H. salinarum* เป็นพวกออปลิเกตฮาโลไฟล์ (obligatehalophiles) หรือเจริญได้ในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงและมักจะมีสี เป็นสาเหตุให้อาหารที่มีเกลือเข้มข้นสูง ๆ เช่น ปลาเค็มเสียได้

## *Halobacterium salinarum*



- ❑ Lives in extremely salty places.
- ❑ Picture on the right shows a salty pond in the Arabian desert that has turned red due to the presence of *Halobacterium salinarum*

# วงศ์ **Vibrionaceae**

- สกุล **Vibrio** แบคทีเรียในสกุลนี้แพร่กระจายได้ทั่วทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม ในดิน และทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ บางสปีชีส์เป็นสาเหตุของโรค



# วงศ์ **Enterobacteriaceae**

- สกุล ***Escherichia*** พบในอุจจาระของคนและสัตว์ ติดสีแกรมลบ รูปท่อน แยกได้จากลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น และแพร่กระจายทั่วไปในธรรมชาติ เป็นตัวหนึ่งที่อยู่ในกลุ่มโคลิฟอร์ม ในสกุลยังแบ่งออกได้เป็นหลายไบโอไทป์ (biotype) และซีโรไทป์ (serotype) บางชนิดเป็นสาเหตุให้เกิดโรคในคน

สกุล ***Serratia*** มีหลายสปีชีส์ที่ให้สีชมพูหรือแดง และเป็นสาเหตุทำให้เกิดสีในอาหาร ทำให้อาหารไม่น่ารับประทาน ***S. marcescens*** เป็นพวกที่พบมากที่สุด

สกุล ***Erwinia*** หลายสปีชีส์ในสกุลนี้เป็นสาเหตุของโรคพืช ทำให้พืชเกิดจุดเนื่อตาย เหี่ยว เน่าและ เป็นปม เกิดความเสียหายแก่ผัก และผลไม้ ***E. carotovora*** เป็นพวกที่มักทำให้ผักในตลาดเกิดเน่าและ

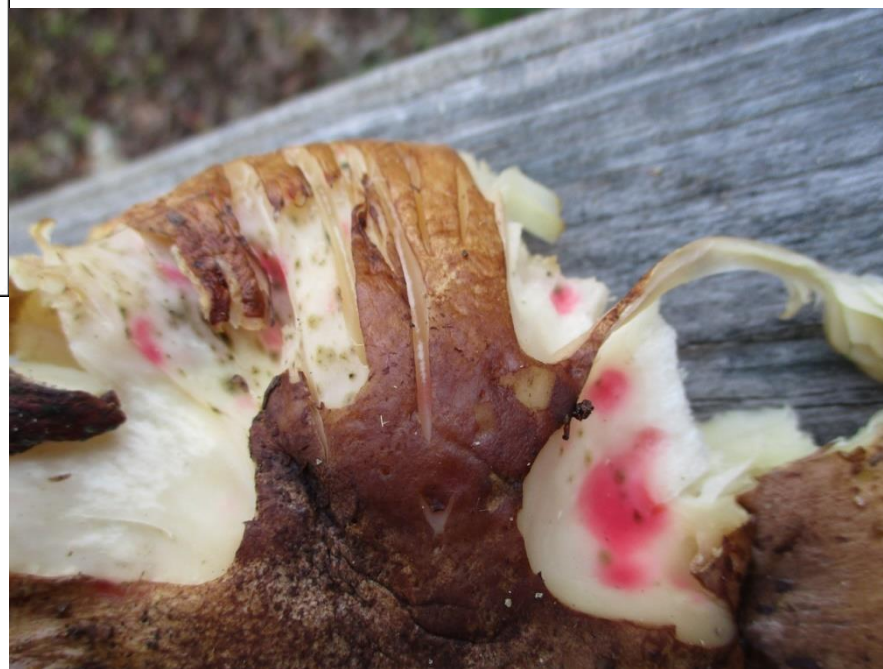
สกุล ***Yersinia*** พบได้ในดิน ***Y. pestis*** เป็นสาเหตุของกาฬโรคในคน หมู และสัตว์ประเภทแทะต่าง ๆ เดิมเคยจัดไว้ใน ***Pasteurella*** แต่มาจัดใหม่ไว้ในวงศ์ **Enterobacteriaceae** เนื่องจากมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับ ***Salmonella*** มาก



© AAC - Saint-Jean-sur-Richelieu

***S. marcescens***

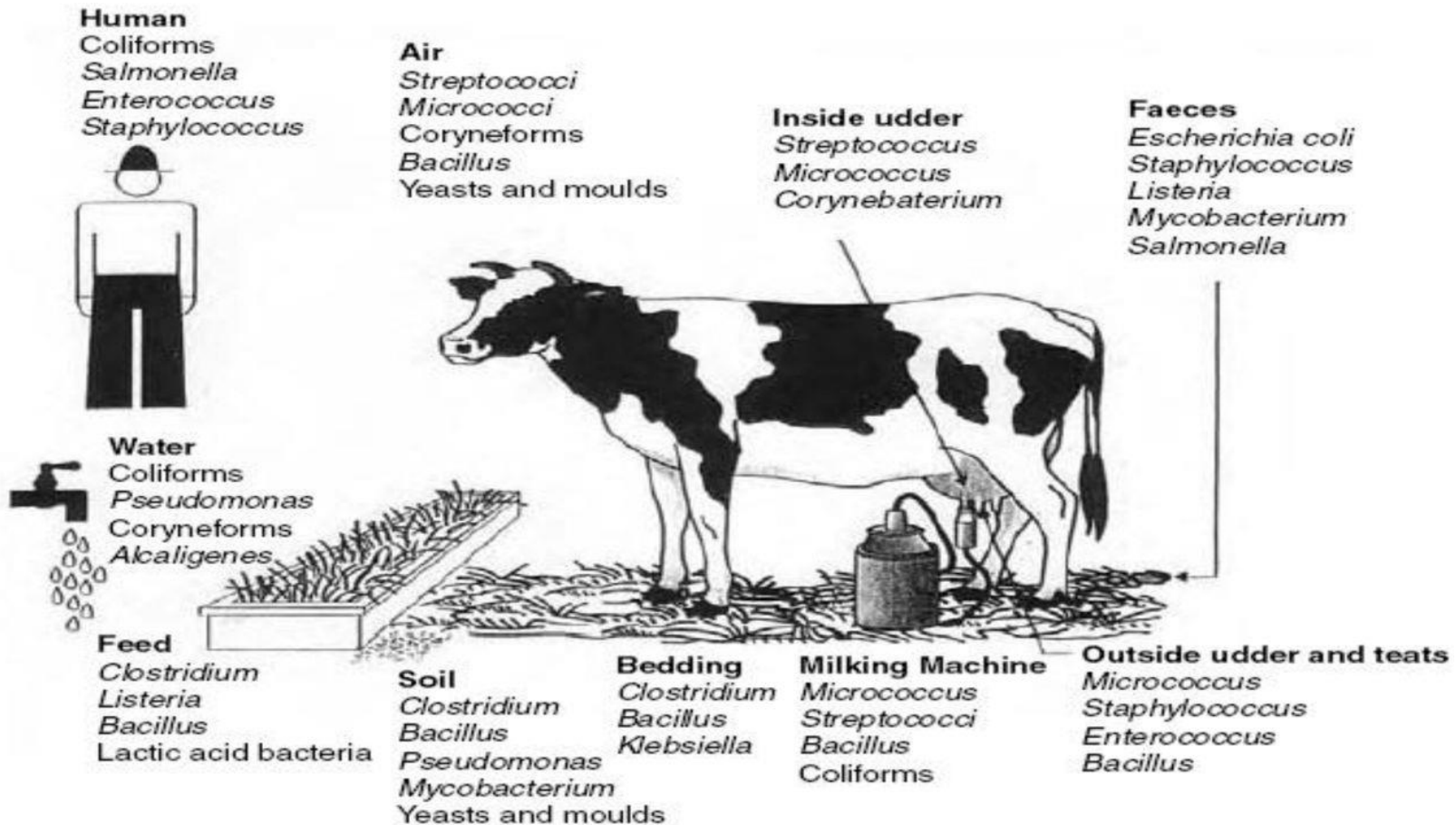
ทำให้เห็ดเป็นสีแดง



***E. Carotovora*** ทำให้กะหล่ำปลี  
เน่าเสีย

- วงศ์ **Micrococcaceae**

- สกุล **Micrococcus** เป็นพวกที่มีรูปกลม จับกลุ่มกันไม่เป็นระเบียบ อาจเป็นกลุ่มหรือ 4 เซล เป็นต้น สปีชีส์ที่พบในอาหารจะเป็นพวกติดสีแกรมบวก เป็นแอโรบ ให้เอนไซม์คะตาเลส (**catalase**) มีอุณหภูมิที่เหมาะสมที่ 25 – 30<sup>0</sup>ซ เจริญได้ดีในอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการทั่วไป ๆ ไปได้





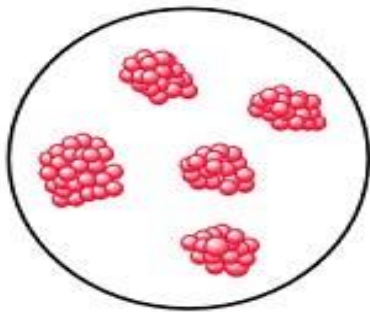
## ลักษณะสำคัญที่เกี่ยวข้องกับอาหาร ได้แก่

- 1. บางสปีชีส์สามารถใช้เกล็ดแอมโมเนียมหรือสารประกอบไนโตรเจนที่ไม่ซับซ้อนเป็นแหล่งไนโตรเจนในการเจริญได้ ส่วนใหญ่จะสามารถสลายน้ำตาลแล้วให้กรดออกมาพอประมาณ บางชนิดเป็นพวกผลิตกรดและย่อยสลายโปรตีนได้ เช่น ***M. fueudenreichii***
- 2. บางชนิดเป็นพวกทนต่อความเข้มข้นของเกลือสูง ๆ ได้ และยังเจริญได้ในที่ที่มีความชื้นต่ำ จึงพบว่าเจริญในเนื้อเค็ม และในถั่วมักเค็มได้
- 3. มีหลายชนิดเป็นพวกทนต่ออุณหภูมิสูงได้ (**thermoduric**) เมื่อมีชีวิตรอดหลังผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ (**pasteurization**) แล้ว จะเป็นตัวทำให้นมที่ออกสู่ตลาดเสียได้
- 4. บางชนิดสร้างสีเมื่อเจริญบนอาหาร เช่น ***M. luteus*** ให้สีเหลือง ***M. roseus*** ให้สีชมพู ทำให้อาหารไม่น่ารับประทาน

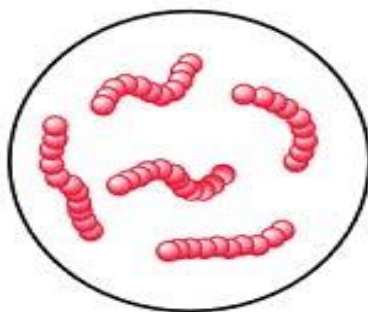


# สกุล *Staphylococcus*

- เป็นพวกที่ย้อมติดสีแกรมบวก เจริญเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือเป็นคู่ หรือเกาะกัน 4 เซลล์ หรือเกาะกลุ่มกันคล้ายพวงองุ่น สปีชีส์ที่สำคัญที่สุดคือ ***S. aureus*** ซึ่งมักจะสร้างสีเหลืองจนถึงส้มในขณะเจริญ แต่บางครั้งก็เป็นสีขาว สปีชีส์ที่สร้างเอนไซม์โคแอกูเลส (**coagulase**) และทำให้เม็ดเลือดแดงแตกแบบเบตา ซึ่งเป็นสาเหตุของโรค และบางชนิดยังสร้างเอนเทอโรทอกซิน (**enterotoxin**) ซึ่งทำให้อาหารเป็นพิษอีกด้วย



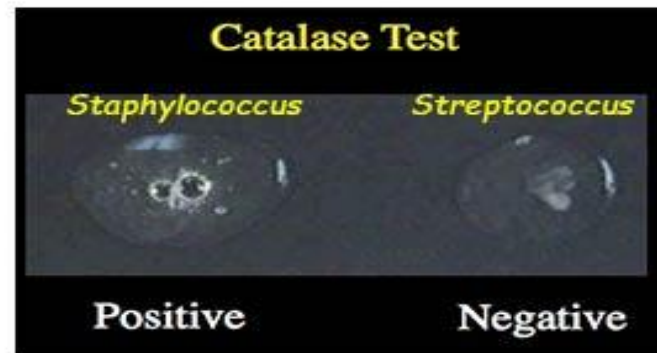
*Staphylococcus*



*Streptococcus*



## *Staphylococcus* Vs *Streptococcus*



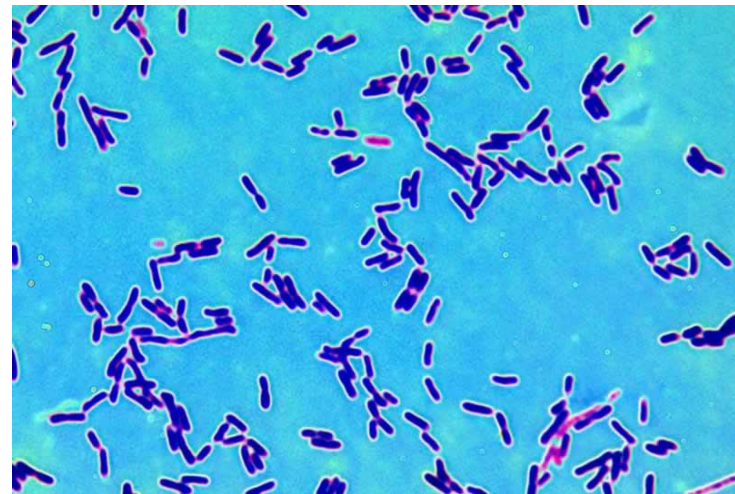
# วงศ์ **Lactobacillaceae**

- สกุล *Lactobacillus* พวกนี้มีรูปร่างเป็นท่อนค่อนข้างยาวมักเรียงต่อกันเป็นลูกโซ่ เป็นพวกต้องการออกซิเจนเพียงเล็กน้อยในการเจริญ (microaerophilic) แต่มีบางชนิดเป็นพวกแอนแอโรบ ไม่สร้างเอนไซม์อะตาเลส ย้อมติดสีแกรมบวก สลายน้ำตาลแล้วให้กรดแล็กติกเป็นส่วนใหญ่ ถ้าเป็นพวกโฮโมเฟอร์เมนเททีฟ (homofementative) จะสลายน้ำตาลแล้วให้กรดแล็กติกเกือบทั้งหมด มีกรดอะซิติก คาร์บอนไดออกไซด์และอื่น ๆ บ้างเล็กน้อย

# แสดงผลการทดสอบทางชีวเคมีของเชื้อ *Lactobacillus spp.*

Basic Characteristics	Properties ( <i>Lactobacillus spp.</i> )	Basic Characteristics	Properties ( <i>Lactobacillus spp.</i> )
<b>Capsule</b>	Negative (-ve)	MR (Methyl Red)	Negative (-ve)
<b>Catalase</b>	Negative (-ve)	Nitrate Reduction	Negative (-ve)
<b>Citrate</b>	Negative (-ve)	Oxidase	Negative (-ve)
<b>Flagella</b>	If present, peritrichous	Pigment	Rare; if present, yellow or orange to rust or brick red.
<b>Gas</b>	Negative (-ve)	Shape	long and slender, sometimes bent rods to short, often coryneform coccobacilli
<b>Gelatin Hydrolysis</b>	Negative (-ve)	Spore	Negative (-ve)
<b>Gram Staining</b>	Gram positive	Urease	Negative (-ve)
<b>H<sub>2</sub>S</b>	Negative (-ve)	VP (Voges Proskauer)	Negative (-ve)
<b>Indole</b>	Negative (-ve)	Motility	Mostly Negative (-ve)

เชื้อ *Lactobacillus spp.* ที่ได้จาก  
การย้อมสีแกรม



# วงศ์ Streptococcaceae

- streptococci ทั่วไปที่มีความสำคัญทางอาหาร ถูกแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มด้วยกันคือ
- 1. กลุ่มไพโอเจนิค (pyogenic group) จะรวมสปีชีส์ทั้งหมดของ streptococci ที่เป็นเชื้อโรค เช่น *S. apalactiae* เป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม และ *S. pyogenes* เป็นสาเหตุของโรคคออักเสบ ไข้ดำแดง ฝี เป็นต้น ซึ่งเคยพบในน้ำนมดิบ (raw milk) แต่พวกนี้เจริญไม่ได้ในอุณหภูมิ 10 หรือ 45<sup>0</sup>ซ



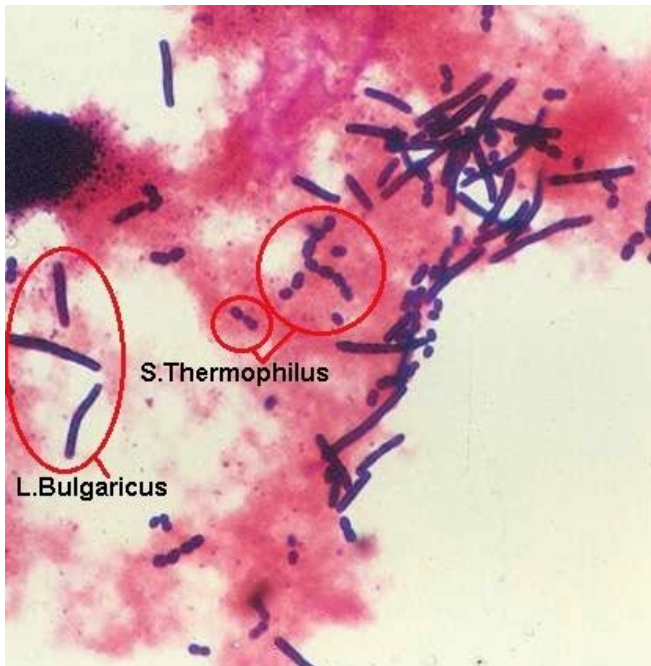
เต้านมอักเสบในวัวนมจากเชื้อ  
*S. apalactiae*



คออักเสบจากเชื้อ  
*S. pyogenes*

# วงศ์ Streptococcaceae

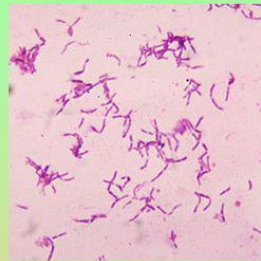
- 2. กลุ่มวิริแดนส์ (viridans group) ได้แก่ *S. thermophilus* ซึ่งมีความสำคัญในการผลิตเนยแข็งและโยเกิร์ต (yogurt) และ *S. bovis* ซึ่งได้จากปุ๋ยและในน้ำลายมีความทนทานต่อความร้อนเช่นเดียวกับ *S. thermophilus* จึงพบได้ในนมที่ผ่านการพาสเจอร์ไรส์แล้ว สปีชีส์เหล่านี้เจริญได้ที่อุณหภูมิ 45<sup>0</sup>ซ แต่ไม่เจริญที่ 10<sup>0</sup>ซ



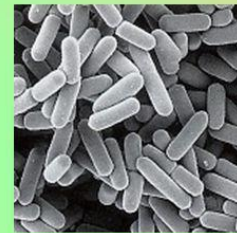
# วงศ์ Streptococcaceae

- 3. กลุ่มแล็กติก (lactic group) เป็นกลุ่มที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมนม ***S. lactis*** และ ***S. cremoris*** จะเจริญได้ที่อุณหภูมิ  $10^{\circ}\text{C}$  แต่ไม่เจริญที่  $45^{\circ}\text{C}$  แบคทีเรียเหล่านี้ถูกนำไปใช้เป็นตัวเริ่มต้นในกระบวนการผลิตเนยแข็งและผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ร่วมกับ ***Leuconostoc spp.*** ***S. lactis*** มักเป็นสาเหตุของการเปรี้ยวของน้ำนมดิบอยู่เสมอ แบคทีเรียเหล่านี้สามารถทนความเข้มข้นของเกลือได้ไม่เกินร้อยละ 2 – 4 ฉะนั้นการเกิดกรดแล็กติกในผักดองจึงไม่มีความสัมพันธ์กัน ที่มาของแบคทีเรียเหล่านี้คือพืชสีเขียว อาหารสัตว์ ฟาง และเครื่องใช้

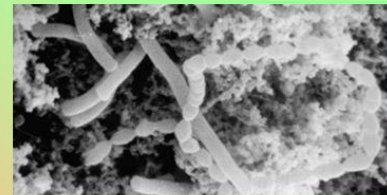
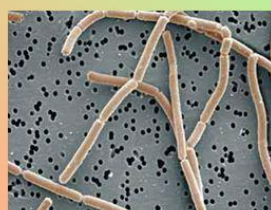
## FERMENTACIÓN LÁCTICA



*Lactobacillus casei, L. bulgaricus, L. lactis*



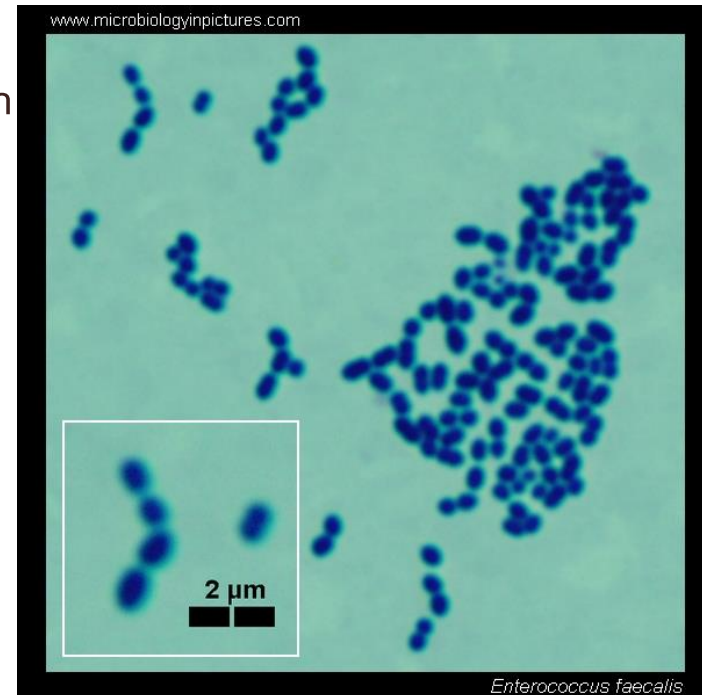
*Streptococcus thermophilus*



## PROBIÓTICOS

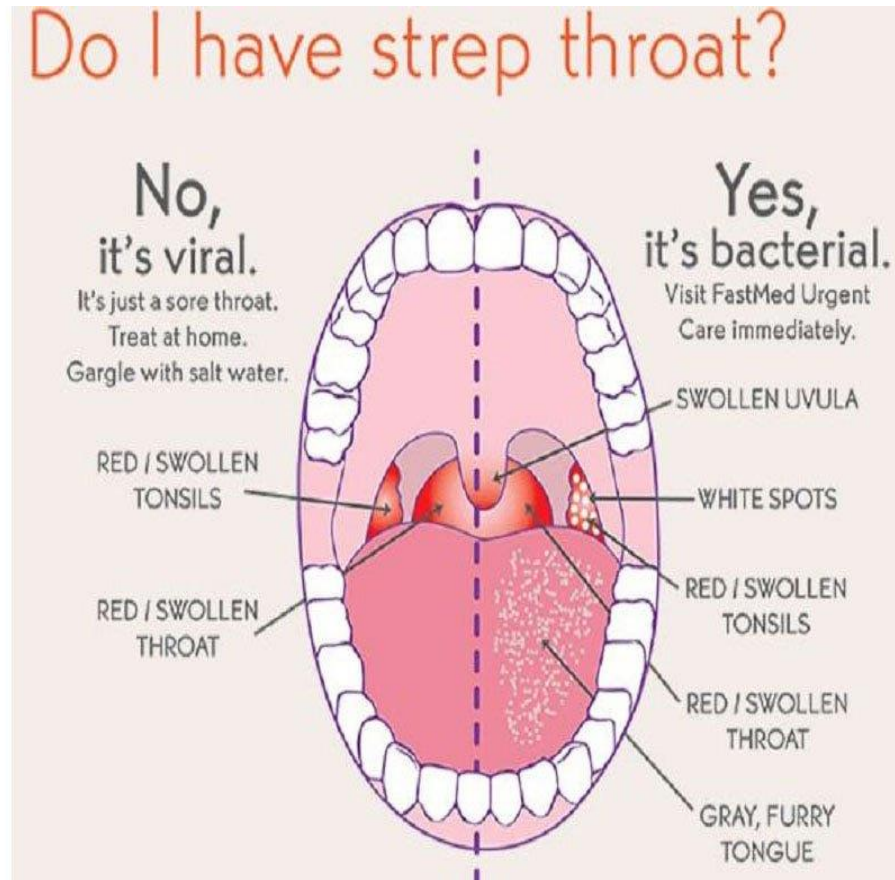
# วงศ์ Streptococcaceae

- 4. กลุ่มเอนเทอโรคอคคัส (**enterococcus group**) ประกอบด้วย ***S. faecalis*** และ ***S. faecium*** ทั้ง 2 สปีชีส์คล้ายกันมากแตกต่างกันทางด้านสรีรวิทยาเท่านั้น ***S. faecalis*** มักจะทนต่อความร้อนได้มากกว่าและแยกได้จากคน ส่วน ***S. faecium*** แยกได้จากพืช ***S. faecalis* subsp. *liquefaciens*** เป็นพวกที่ผลิตกรดและย่อยโปรตีนได้ ***S. faecalis* subsp. *zymogens*** เป็นพวกที่สลายเซลล์เม็ดเลือดแดงแบบเบตา ***S. faecalis*** และ ***S. faecium*** มักอยู่ในอาหารดิบเสมอ แบคทีเรียในกลุ่มนี้สามารถเจริญได้ที่ 10 และ 45<sup>0</sup>ซ พวกเอนเทอโรคอคคัสมีลักษณะบางประการที่ไม่เหมือนกับ **streptococci** อื่น ๆ คือ
- 1. เป็นพวกที่ทนความร้อนได้ดี
- 2. สามารถทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้ถึงร้อยละ 6.5 หรือมากกว่า
- 3. เจริญในอาหารที่มีค่าพีเอชเป็น 9.6
- 4. อุณหภูมิที่สามารถเจริญได้มีช่วงกว้างมาก คือ ตั้งแต่ 5 – 50<sup>0</sup>ซ
- ดังนั้นจึงอาจพบ ***S. faecalis*** ได้ในเบคอน

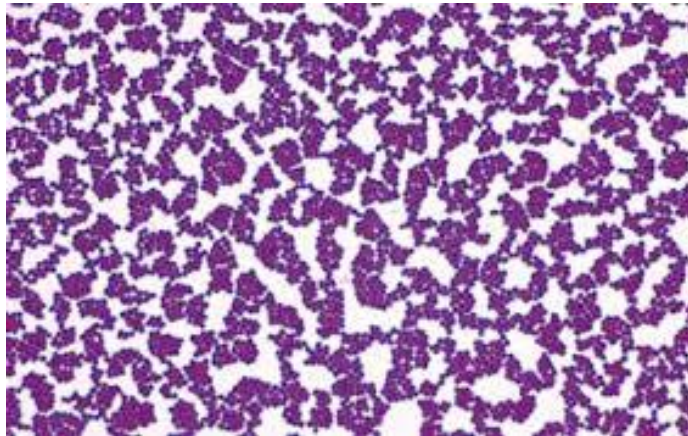




# ความแตกต่างของอาการเจ็บคอที่เกิดจากเชื้อ *Streptococcus* และอาการเจ็บคอที่เกิดจากเชื้อไวรัส



สกุล *Pediococcus* มีเพียงสปีชีส์เดียวเท่านั้นที่พบในอาหาร คือ *P. cerevisiae* มีรูปร่างกลมอาจอยู่เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือคู่ หรือเป็นสายสั้น ๆ หรือเป็นกลุ่ม 4 เซลล์ ย้อมติด สีแกรมบวก เป็นพวกต้องการออกซิเจนน้อย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นกรดแล็กติกเจริญได้ดีค่อนข้างดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงถึงร้อยละ 5.5 และจะเจริญได้ดีที่สุดที่ 25 ถึง 32<sup>0</sup>ซ ลักษณะที่ทำให้มีความสำคัญในอาหาร ได้แก่ ความทนเกลือ ผลิตภัณฑ์ และช่วงกว้างของอุณหภูมิที่เจริญได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเจริญในอุณหภูมิต่ำ เคยมีการแยกเชื้อ *pediccoccci* ได้จากผักดองเค็ม และเคยพบว่าทำให้เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ เสียได้โดยการสร้างไดอะเซทิล (**diacetyl**) ซึ่งเป็นสารที่ไม่ต้องการนอกจากนี้ยังเคยพบ *P. cerevisiae* ในเชื้อเริ่มต้นในการหมักไส้กรอก



*P. cerevisiae*

Biotechnology Conventional



Biotechnology Conventional

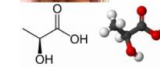


### What is FERMENTATION SAUSAGE ?

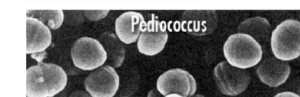
Fermented sausage is a sausage product derived from the work of lactic acid-forming bacteria, both naturally present in meat, or bacteria starter is added.

Fermented sausages can be divided into 2 types :

- Dry sausage (*Pediococcus acidilactici*)
- Semi dry sausage (*Lactobacillus* or *Pediococcus*)



Biotechnology Conventional

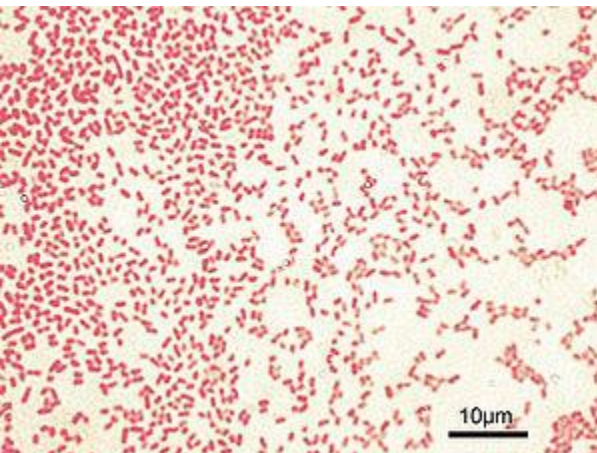


### What is *P. acidilactici* ?

*Pediococcus acidilactici* is a species of gram positive cocci

สกุล **Leuconostoc** แบคทีเรียสกุลนี้พบที่ผิวของพืช ได้แก่ **L. dextranicum** และ **L. cremoris** ที่มีความสามารถในการสลายกรดซิทริกของน้ำนมและผลิตสารปรุงแต่งรสไดอะอะเซทิลขึ้น และไปกระตุ้น **streptococci** ให้กรดแล็กติก แบคทีเรียทั้ง 2 ชนิดนี้รวมกันเป็นเชื้อเริ่มต้นแล็กติก (**lactic starter**) ในการผลิตเนยและเนยแข็ง

- ลักษณะบางประการของ **Leuconostoc sp.** ที่ทำให้มีความสำคัญในอาหาร ได้แก่
- 1. การผลิตไดอะอะเซทิล และสารชนิดอื่นที่ให้กลิ่นรสแก่อาหาร
- 2. ทนต่อความเข้มข้นของเกลือได้ เช่น ในกะหล่ำปลีดอง และอาหารหมักดองต่าง ๆ จะมี **L. mesenteroides** เป็นตัวทำกิจกรรมเป็นตัวแรกในการผลิตกรดแล็กติก
- 3. มีความสามารถกระตุ้นกระบวนการหมักดองในผักได้เร็วกว่าจุลินทรีย์ที่ผลิตกรดแล็กติกตัวอื่น ๆ และให้กรดปริมาณเพียงพอในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ไม่ได้ผลิตกรดแล็กติก
- 4. ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูงร้อยละ 55 – 60 สำหรับ
- **L. mesenteroides** ทำให้สามารถเจริญในน้ำเชื่อม เค้ก ไอศกรีมได้
- 



*L. mesenteroides*




# กลุ่มแบคทีเรียที่ยังไม่อาจจำแนกให้แน่นอนลงไปได้

- วงศ์ **Bacillaceae** วงศ์นี้จะประกอบด้วยแบคทีเรีย 5 ชนิดด้วยกันที่สามารถสร้างสปอร์ได้ ได้แก่ **Bacillus**, **Clostridium**, **Sporolactobacillus**, **Sporosarcina**, และ **Desulfotomaculum**
  - สกุล **Bacillus** เอนโดสปอร์ของแบคทีเรียในสกุลนี้ซึ่งเป็นผู้ก่อโรคนั้นถึงฟาคัลเททีฟ มักจะไม่ทำให้เซลล์แม่ (เซลล์ที่กำลังกำเนิด) บวม มีทั้งสปิซิสที่เป็น พวกมิโซฟายล์ และเทอร์โมฟายล์ โดยทั่วไปแล้วสปอร์ของ **B. subtilis** ซึ่งเป็นพวกมิโซฟายล์ทนความร้อนได้ไม่เท่าสปอร์ของพวกเทอร์โมฟายล์ และสปอร์ของพวกออกพลิเตเทอร์โมฟายล์ เช่น **B. stearothermophilus** ก็จะทนความร้อนได้ดีกว่าสปอร์ของพวกฟาคัลเททีฟเทอร์โมฟายล์ เช่น **B. coagulans**
- Bacillus** ทำให้ผักกระป๋องเสียโดยการผลิตกรดแล็กติกจากน้ำตาล และบางสปิซิสใช้ในการผลิตกรดแล็กติกในโรงงาน เช่น **B. coagulans** แหล่งที่มาของ **Bacillus** คือ ดิน

## Bacillus cereus


**Description** Gram-positive, rod-shaped, facultative anaerobic bacterium and belongs to *Bacillus* genus



**Disease** Causes emetic and diarrhoeal.


**Emetic:** consumed from cooked rice or other starchy foods left at room temperature for a prolonged time

**Diarrhoeal:** consumed from meat and ready prepared meals that were improperly stored, causes diarrhoea and stomach cramps



**Infective Dose**  $10^5-10^8$  organisms

**Foods Affected** rice and other starches, prepared foods, milk, meat, vegetables



**Incidence** 64,000 per year in the US

สกุล **Clostridium** เอนโดสปอร์ของแบคทีเรียในสกุลนี้ซึ่งเป็นพวกแอนแอโรบิกจนถึงไมโครแอโรฟิลิกแบคทีเรีย การที่เกิด (**curd**) ในน้ำนมเกิดแต่การจำกัดกระจายอย่างรุนแรง หรือที่เรียกว่า “สทรมีเฟอร์เมนเทชัน (**stormy fermentation**)” ก็มี **C. perfringens** เป็นสาเหตุ **C. butyricum** เป็นสาเหตุทำให้เกิดก๊าซในเนยแข็งที่เก็บไว้นาน ๆ แหล่งของเชื้อ **Clostridium** ก็คือดิน ปุ๋ย อาหารสัตว์

## Types of Food Poisoning

- **CLOSTRIDIUM PERFRINGENS**

- Known as the buffet germ
- Spreads rapidly in large portions of food cooling slowly... MOLD!

### *Symptoms*

- set in 8-24hrs after eating
- Diarrhea and gas pains ending in less than a day
- Badly affects the elderly & people with ulcers

### *Prevention*

- Keep hot food hot (over 140°F/60°C)
- Keep cold food cold (under 40°F/4°C)
- Divide buffet foods in smaller portions for serving



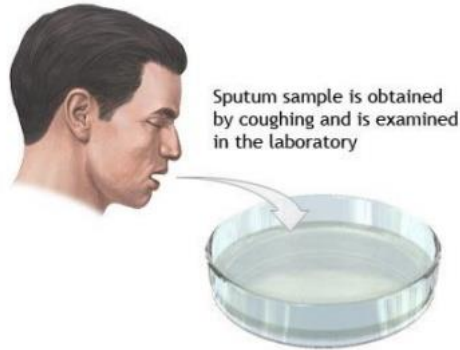
# วงศ์ Mycobacteriaceae

- สกุล *Mycobacterium* แบคทีเรียมีรูปร่างเป็นท่อน เป็นสาเหตุของวัณโรค คือ *M. tuberculosis* แพร่กระจายในอาหารโดยเฉพาะในน้ำนมดิบที่ได้จากโคนมที่เป็นโรคนี้อ การย้อมสีต้องใช้วิธี **Ziehl-Neelsen staining**

## *Mycobacterium tuberculosis*

### Samples:

- According to site of infection (**sputum**, **urine**, **body fluids**, **blood**, **gastric lavage**, **tissue biopsy**).

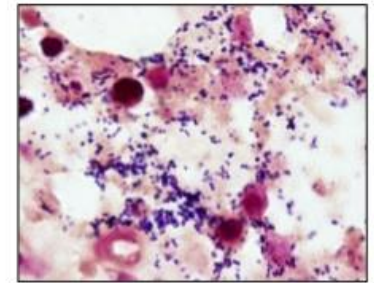


5

## *M. tuberculosis* (microscopy)

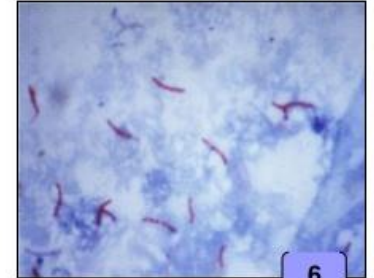
### 1. Gram staining:

- *M. tuberculosis* is not considered gram-positive or gram-negative bacteria.
- However, the bacterium may weakly stain gram-positive when gram-stained.



### 2. Ziehl-Neelsen staining:

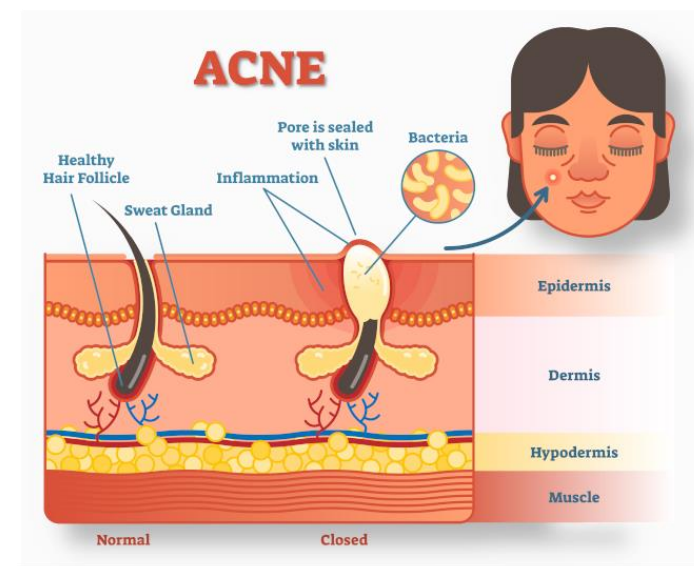
- *M. tuberculosis* appearing as bright **red bacilli** (rods) in a sputum smear stained with the Ziehl-Neelsen stain



6

# วงศ์ *Propionibacteriaceae*

- สกุล *Propionibacterium* สมาชิกในสกุลนี้อาจพบได้ในอาหาร แบคทีเรียนี้มีขนาดเล็ก รูปท่อน บางครั้งอยู่ติดกันเป็นลูกโซ่ เคลื่อนที่ไม่ได้ แกรมบวก ไม่สร้างสปอร์ ให้เอนไซม์ คีตาเลส เป็นพวกแอนแอโรบ แต่ก็ทนต่อการมีออกซิเจนได้บ้าง สามารถย่อยสลายกรดแล็กติก คาร์โบไฮเดรต และโพลีแอลกอฮอล์ไปเป็นกรดโปรปิโอนิก กรดอะซิติก และคาร์บอนไดออกไซด์ ในเนยแข็งสวิสส์ใช้ *Propionibacterium freudenreichii* เป็นตัวย่อยแล็กเตตแล้วให้ก๊าซที่ช่วยให้เกิดช่องว่างในเนยแข็ง และยังช่วยให้มีกลิ่นรสดีขึ้น พวก *Propionibacterium* ที่สร้างสีจะทำให้ลักษณะของเนยแข็งไม่น่าดู

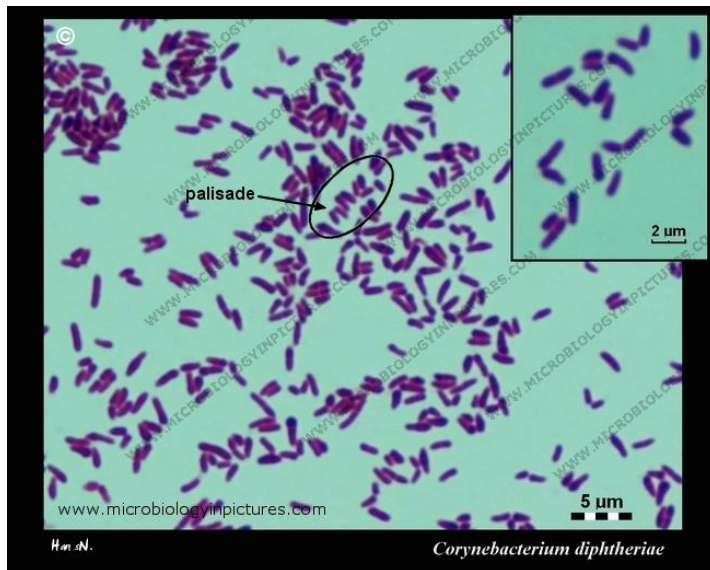


*Propionibacterium acnes* ทำให้เกิดสิวอุดตัน

- กลุ่มสกุล อินเซอร์ที เซดิส (**gerera incertae sedis**)
- ตามหนังสือการจัดจำแนกของเบอร์เกีย (Bergey's Manual 8<sup>th</sup> ed.)  
สกุลต่าง ๆ ต่อไปนี้ยังจัดจำแนกเข้าพวกให้แน่นอนไม่ได้ จึงเรียกว่าอินเซอร์ตี เซดิส
- สกุล *Brevibacterium*
- สกุล *Microbacterium*
- กลุ่ม **Coryneform**
- ในหนังสือการจัดจำแนกของเบอร์เกีย (8<sup>th</sup> ed.) พบว่าไม่สมควรที่จะจัดกลุ่มนี้เข้าไว้  
เป็นวงศ์ จึงจัดเป็นกลุ่มแทนซึ่งประกอบด้วย *Corynebacterium*,  
*Arthrobacter*, *Cellulomonas* และ *Kurthia*



- สกุล **Corynebacterium** ได้แก่ **C. diphtheria** ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคคอตีบ อาจแพร่กระจายได้ทางอาหาร **C. bovis** ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคเต้านมอักเสบในโคนม พบได้ในน้ำนมที่รีดไม่ถูกสุขลักษณะ



## Corynebacterium

### • Classification

- *Corynebacterium diphtheria* and diphtheroids (look like *C. diphtheria*) are Gram-positive, club shaped rods.
  - Some are saprophytic
  - Some produce disease in animals.
  - *C. diphtheria* is the most important pathogen in the group.

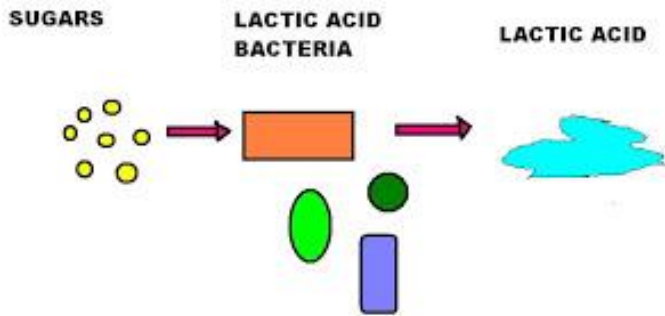


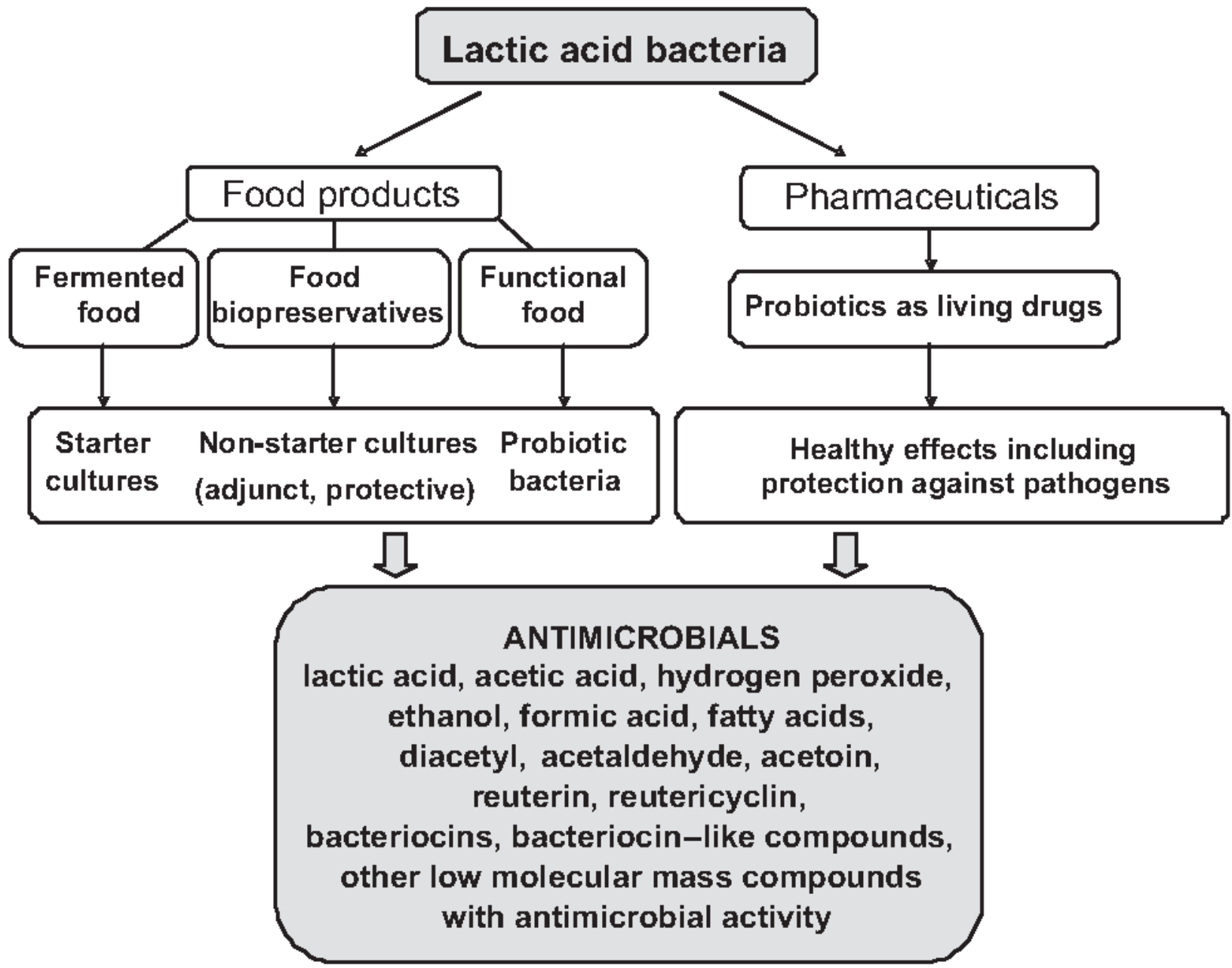
# กลุ่มต่าง ๆ ของแบคทีเรียที่มีความสำคัญทางอาหาร

- กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดแล็กติก (**Lactic acid bacteria**) ลักษณะที่สำคัญที่สุดของพวกแล็กติกแอซิดแบคทีเรีย คือความสามารถในการสลายน้ำตาลไปเป็นกรดแล็กติก ซึ่งทำให้เกิดรสชาติที่ต้องการในอาหารแปรรูปบางชนิด เช่น ผักดองต่าง ๆ หรือเนยแข็ง แต่อาจทำให้เกิดรสชาติที่ไม่ดี หรือทำให้ไวน์เปรี้ยวเนื่องจากแบคทีเรียสามารถผลิตกรดได้อย่างรวดเร็วและมีปริมาณมากพอสมควร ทำให้สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ได้ สกุลที่สำคัญ ได้แก่ *สมาชิกในวงศ์*

*Lactobacillaceae* และ *Streptococcaceae* โดยเฉพาะสกุล

*Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* และ *Pediococcus*





Industrial potential of antimicrobials from lactic acid bacteria

# กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก (**Acetic acid bacteria**)

พวกอะซิติกแอซิดแบคทีเรีย ได้แก่ สกุล **Acetobacter** และ **Gluconobacter** ทั้ง 2 สกุลจะออกซิไดซ์เอธิลแอลกอฮอล์ไปเป็นกรดอะซิติก แต่ **Gluconobacter** จะสามารถออกซิไดซ์กรดอะซิติกต่อไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์

- ลักษณะที่สำคัญของแบคทีเรียพวกนี้คือ

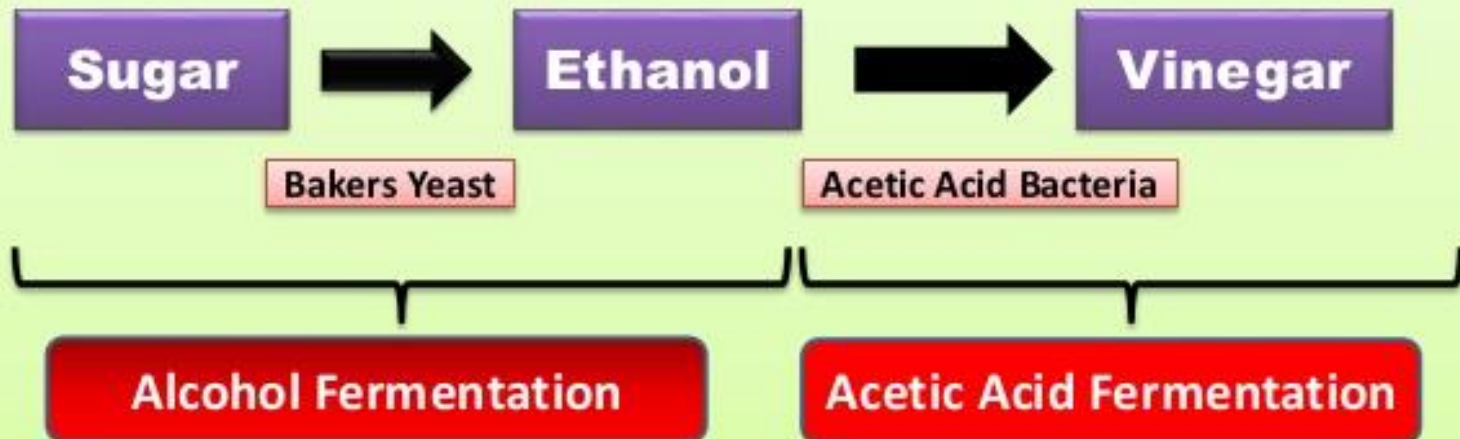
- 1. ความสามารถในการออกซิไดซ์เอทานอลไปเป็นกรดอะซิติก ซึ่งมีประโยชน์ในการผลิตน้ำส้มสายชูในโรงงาน แต่เป็นผลเสียในการผลิตเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์

- 2. เมื่อก่อกำเนิดขึ้นจากอะซิติกแอซิดแบคทีเรียบางสปีชีส์ เช่น **Acetobacter aceti subsp. suboxydans** จะทำให้เครื่องมือในการผลิตน้ำส้มสายชูเกิดการอุดตันได้



# Introduction

- ❑ Vinegar is a liquid consisting mainly of acetic acid ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) and water.
- ❑ Vinegar is now mainly used as a cooking ingredient.
- ❑ Vinegar production is a two stage process,



เทอร์โมฟิลิกแบคทีเรีย (Thermophilic bacteria) หรือเทอร์โมฟายล์

(Thermophiles) แบคทีเรียเหล่านี้จะมีอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญไม่ต่ำกว่า 45<sup>0</sup>ซ ปกติมักจะอยู่ที่ 55<sup>0</sup>ซ มีความสำคัญในอาหารที่เก็บไว้ในอุณหภูมิสูง ได้แก่

**Bacillus spp.** เป็นสาเหตุของการเสียของอาหารกระป๋องแฟลตซาวร์ และ

**Clostridium thermosaccharolyticum** ทำให้อาหารกระป๋องเสียชนิดมี

ก๊าซ ส่วน **Lactobacillus thermophilus** เป็นพวกออกฟลิเกตเทอร์โมฟิลิก

แล็กติกแอซิดแบคทีเรีย

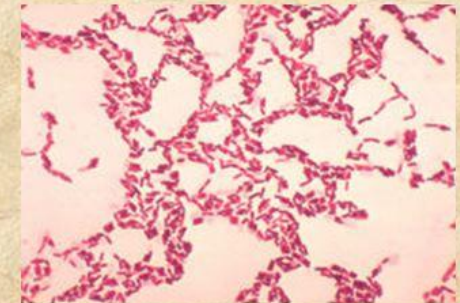
## Biological spoilage of canned foods

Spoilage caused by **Thermophilic spore-forming bacteria**

Usually results to underprocessing of canned foods because of their heat resistant spores.

### Flat-Sour Spoilage

- caused by the **development of lactic acid** by **flat-sour bacteria**
- remains a **normal can appearance**
- occurrence in **low-acid foods** are caused by some **Bacillus species**
- occurrence in **acid foods** are caused by **Bacillus coagulans**
- from **plant equipments (blanchers), starch, sugar, and soil**



*Bacillus coagulans*

กลุ่มไซโครฟิลิกแบคทีเรีย (**Psychrophilic bacteria**) หรือไซโครฟายล์ (**Psychrouhiles**) แบคทีเรียเหล่านี้สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำเหนือจุดเยือกแข็งเล็กน้อยทำให้มีความสำคัญในอาหารที่เก็บไว้ในตู้เย็น มักจะพบเสมอว่าไซโครฟิลิกแบคทีเรียอยู่ในสกุล **Pseudomonas, Flavobacterium** และ **Alcaligenes** แม้ว่าในสกุล **Lactobacillus, Enterobacter, Arthrobacter** และอื่น ๆ จะมีไซโครฟายล์รวมอยู่ด้วย



โครงการสารานุกรมอาหารเพื่อเสริมสมรรถนะการเรียนรู้



### *Pseudomonas spp.*



- ย้อมติดสีแกรมลบ (gram negative bacteria)
- รูปร่างเป็นท่อน (rod shape)
- ไม่สร้างสปอร์ (non-spore forming bacteria)
- เจริญได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนเท่านั้น (aerobic bacteria)
- เจริญได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ (psychrophilic bacteria)
- ย่อยโปรตีนได้ (Proteolytic bacteria)
- สร้างรงควัตถุ (pigment) ที่มีสี เรืองแสงได้

Image from www.nasa.gov

เป็นสาเหตุการเสื่อมเสียของ ผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์ สัตว์น้ำ นม ไข่ ผัก ผลไม้



โรคจุดน้ำตาล (brown spot)

โรคเน่าและ (soft rot)

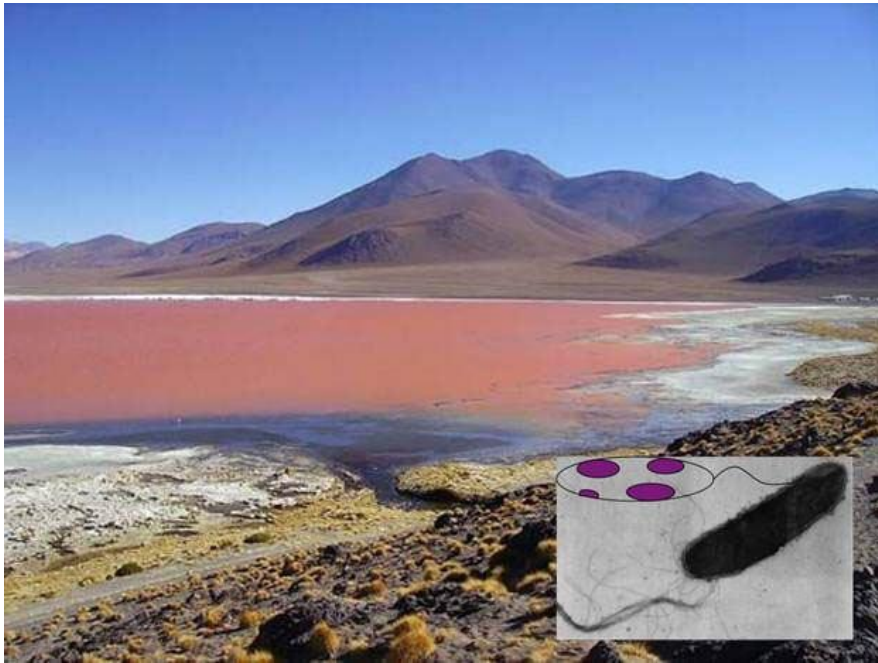
เป็นเมือก เปื่อยเน่าสี เรืองแสง

### (i). Psychrophilic

- These grow best at about 20°C but also down to -10°C in unfrozen media.
- Psychrophilic bacteria can cause food spoilage at low temperatures.
- Several of the microorganisms found in the soil and water belong to this group.
- Bacteria of the genera
  - *Achromobacter, Flavobacterium, Pseudomonas, and Micrococcus* are psychrophiles
  - moulds of the genera *Penicillium, Cladosporium* and *Mucor* are psychrophiles.

กลุ่มฮาโลฟิลิกแบคทีเรีย (**Halophilic bacteria**) หรือฮาโลฟายล์

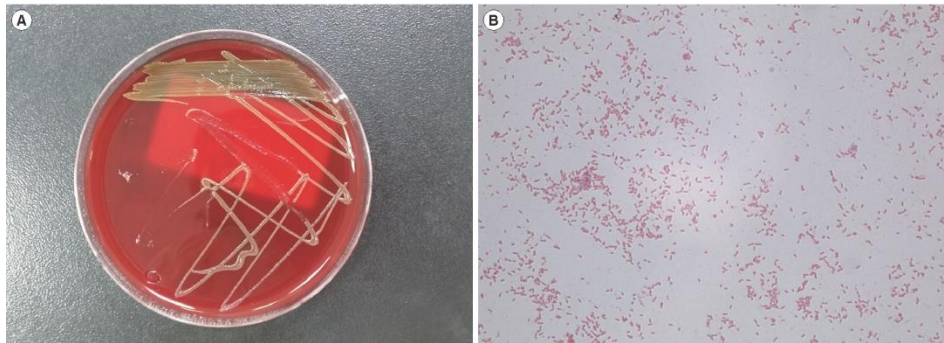
(**Halophiles**) แบคทีเรียเหล่านี้จะต้องการเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการเจริญ พวก  
ต้องการเกลือปานกลาง (**moderately halophilic**) แบคทีเรียจะต้องการความ  
เข้มข้นของเกลือที่เหมาะสมในการเจริญร้อยละ 5 – 20 พวกต้องการเกลือสูง  
(**extremely halophilic**) ต้องการเกลือเข้มข้นร้อยละ 20 – 30 ส่วนพวกที่เจริญได้  
ดีในอาหารที่มีความเข้มข้นของเกลือร้อยละ 2 – 5 เรียกว่า พวกต้องการเกลือต่ำ  
(**slightly halophilic**) แบคทีเรียที่สามารถเจริญในอาหารที่มีเกลือ หรือไม่มีก็ได้  
จัดเป็นแบคทีเรียทนเกลือหรือพวกฮาโลดิวริก (**haloduric bacteria**) ซึ่งแบคทีเรีย  
ทั้งหมดที่กล่าวนี้จะมีความสำคัญในอาหารที่มีเกลือสูงและมักจะพบแบคทีเรียเหล่านี้ในสกุล  
**Halobacterium, Sarcina** และอื่นๆ



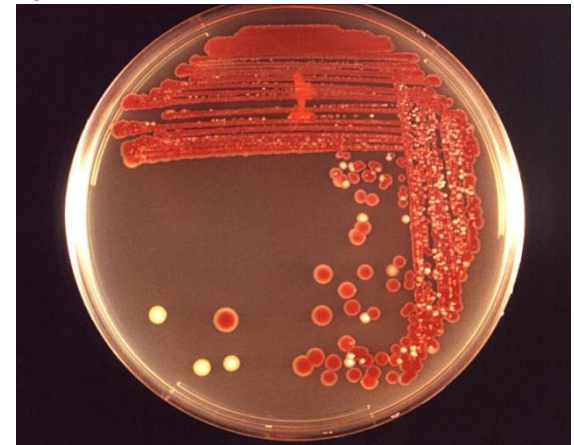


กลุ่มออสโมฟิลิก (**Osmophilic bacteria**) หรือแซคคาโรฟิลิกแบคทีเรีย (**Saccharophilic bacteria**) ออสโมฟิลิกแบคทีเรียหมายถึงแบคทีเรียที่เจริญได้ในที่มีความเข้มข้นของน้ำตาลสูง แต่ส่วนใหญ่แบคทีเรียที่เรียกว่า ออสโมฟายล์นั้นน่าจะเป็นพวกที่ทนต่อความเข้มข้นของน้ำตาลได้สูง (**sugar tolerant**) มากกว่า เช่น ***Leuconostoc spp.***

- กลุ่มแบคทีเรียที่มีสี (**Pigmented Bacteria**) กลุ่มแบคทีเรียในกลุ่มนี้เมื่อเจริญในอาหารจะให้สีหลายสีแล้วแต่ชนิดของแบคทีเรีย ซึ่งเป็นเหตุให้ไม่น่ารับประทาน แบคทีเรียในบางสกุลจะพบว่าทุก สปีชีส์จะสร้างสีขึ้น เช่น ในสกุล ***Flavobacterium*** (สีเหลืองจนถึงสีส้ม) และ ***Serratia*** (สีแดง) หลายสปีชีส์ในสกุล ***Micrococcus*** ก็ให้สี

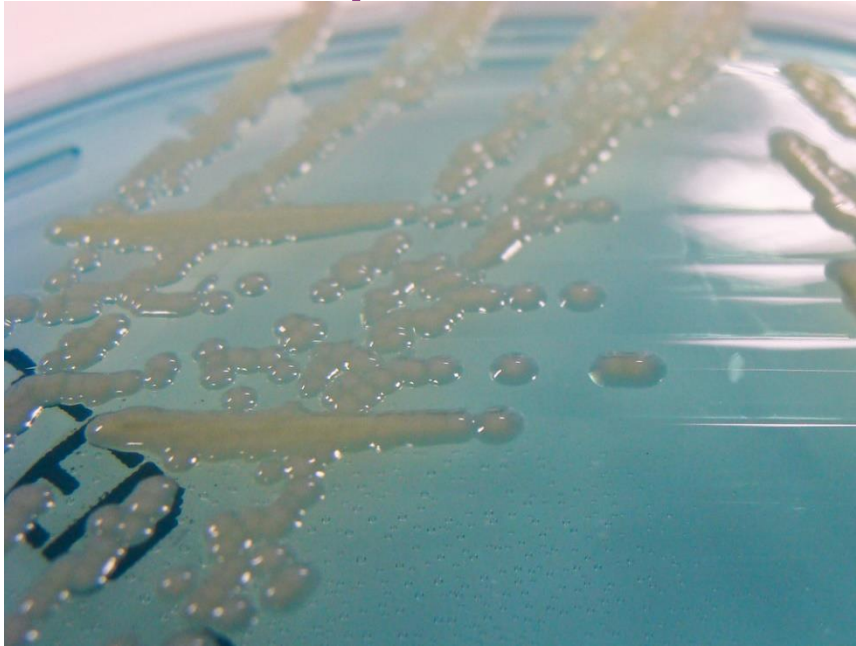


***Flavobacterium***



***Serratia marcescens***

กลุ่มของแบคทีเรียที่ผลิตเมือกหรือทำให้อาหารมีลักษณะเป็นยางเหนียว (**Slime or rope forming bacteria**) ตัวอย่างของแบคทีเรียในกลุ่มนี้ ได้แก่ ***Alcaligenes viscolactis*** และ ***Enterobacter aerogenes*** ซึ่งทำให้เกิดลักษณะขุ่นเป็นยางเหนียว เป็นเส้นสายในน้ำนม (**ropiness**) และ ***Leuconostoc spp.*** จะผลิตเมือกเมื่ออยู่ในสารละลายซูโครส และพบว่า ***Streptococcus*** และ ***Lactobacillus*** บางสายพันธุ์ทำให้น้ำนมเป็นเมือกหรือเป็นยางเหนียว



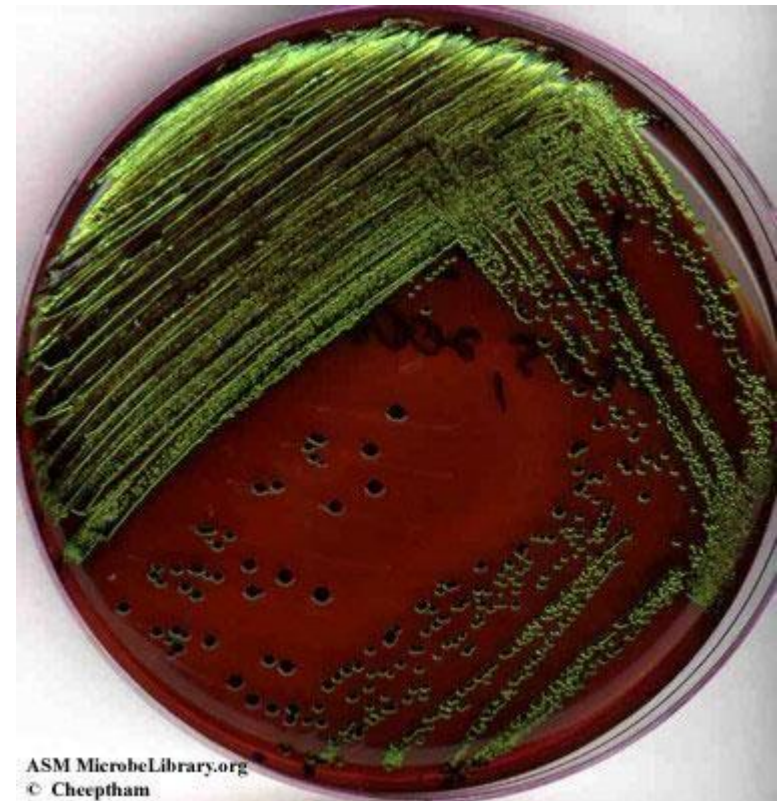
*Enterobacter aerogenes*

กลุ่มแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซ (Gas forming bacteria) แบคทีเรียหลายชนิดจะให้ก๊าซออกมาจำนวนน้อยและช้าจนไม่สามารถตรวจหาได้ เช่น ในพวกเสตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ แล็กติก สกุลต่าง ๆ ของแบคทีเรียที่ผลิตก๊าซได้แก่ ***Leuconostoc***, ***Lactobacillus*** (เสตเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ), ***Propionibacterium***, ***Escherichia***, ***Enterobacter***, ***Proteus***, ***Bacillus*** และ ***Clostridium*** แบคทีเรียใน 3 สกุลแรกจะให้ก๊าซเฉพาะคาร์บอนไดออกไซด์ และที่เหลือจะให้คาร์บอนไดออกไซด์กับไฮโดรเจน



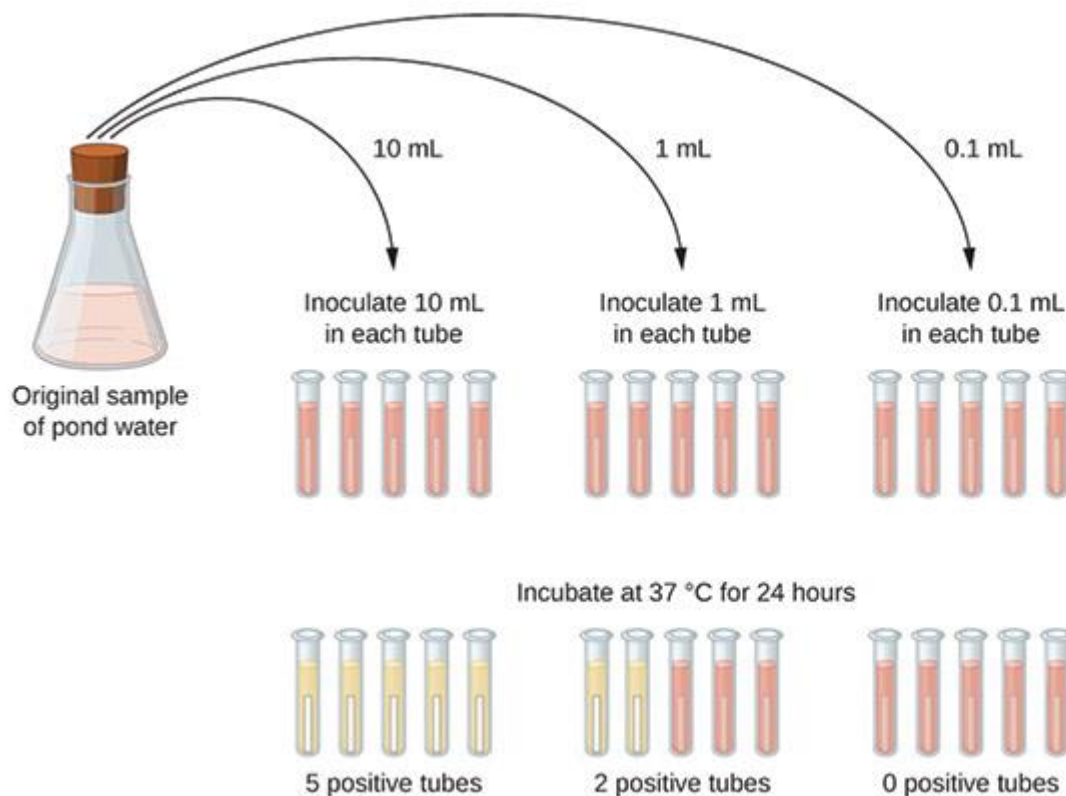
*Leuconostoc* (ซ้าย)

กลุ่มโคลิฟอร์ม (**Coliform bacteria**) แบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นพวกที่มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ซึ่งได้อธิบายไว้ในวิธีมาตรฐานในการตรวจสอบน้ำ และน้ำนมว่าเป็นแบคทีเรียพวกที่เป็นทั้งแอโรบิก ฟาคัลเททีฟ และแอนแอโรบิกแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ ซึ่งจะสลายน้ำตาลแล็กโทสแล้วให้ก๊าซ สปีชีส์หลักของกลุ่มโคลิฟอร์ม ได้แก่ ***Escherichia coli*** และ ***Enterobacter aerogenes*** เนื่องจาก ***E. coli*** มีถิ่นอาศัยอยู่ที่ลำไส้ และ ***E. aerogenes*** พบเสมอในพืช



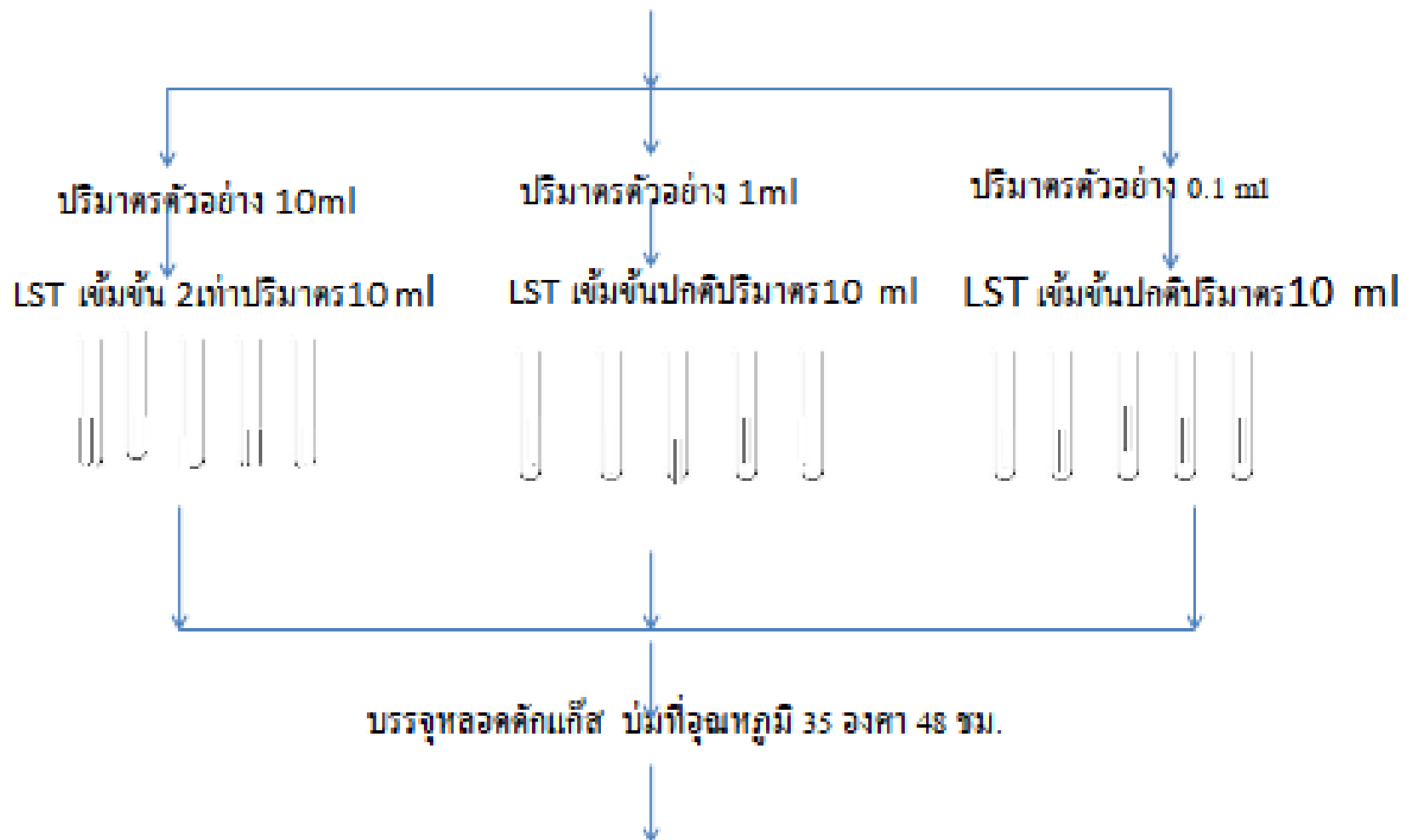
***Escherichia coli***

- วิธีการในการนับจำนวนโคลิฟอร์ม เช่น การนับจำนวนโคลิฟอร์มในอุจจาระ และการนับจำนวน *E. coli* ในอาหารเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป และใช้เป็นตัวชี้บอกถึงความสะอาดของอาหารนั้น ๆ ด้วย พวกโคลิฟอร์มแบคทีเรียมักจะทำให้อาหารไม่น่ารับประทาน เช่น การปรากฏในอาหารบางชนิด น้ำ และในหอมนางรม เป็นการแสดงว่ามีการปนเปื้อนกับน้ำเสียมาแล้วจึงมีเชื้อโรคในลำไส้ปรากฏและเจริญอยู่ในอาหาร จึงเป็นผลให้อาหารเสีย



# การตรวจวิเคราะห์เชื้อกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

ตัวอย่างระดับความเจือจาง  $10^{-1}$



หลอดที่มีแก๊สเกิดขึ้นในหลอดดักแก๊ส (ต่อ)

หา **Coliform**

เลี้ยงใน **BGLB** ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส

บ่มที่อุณหภูมิ **35** องศา **48** ชม

รายงานผล

หา Fecal coliform และ *E. Coli*

เลี้ยงใน EC ที่บรรจุหลอดดักแก๊ส

บ่มที่อุณหภูมิ **44.5** องศา **48** ชม.

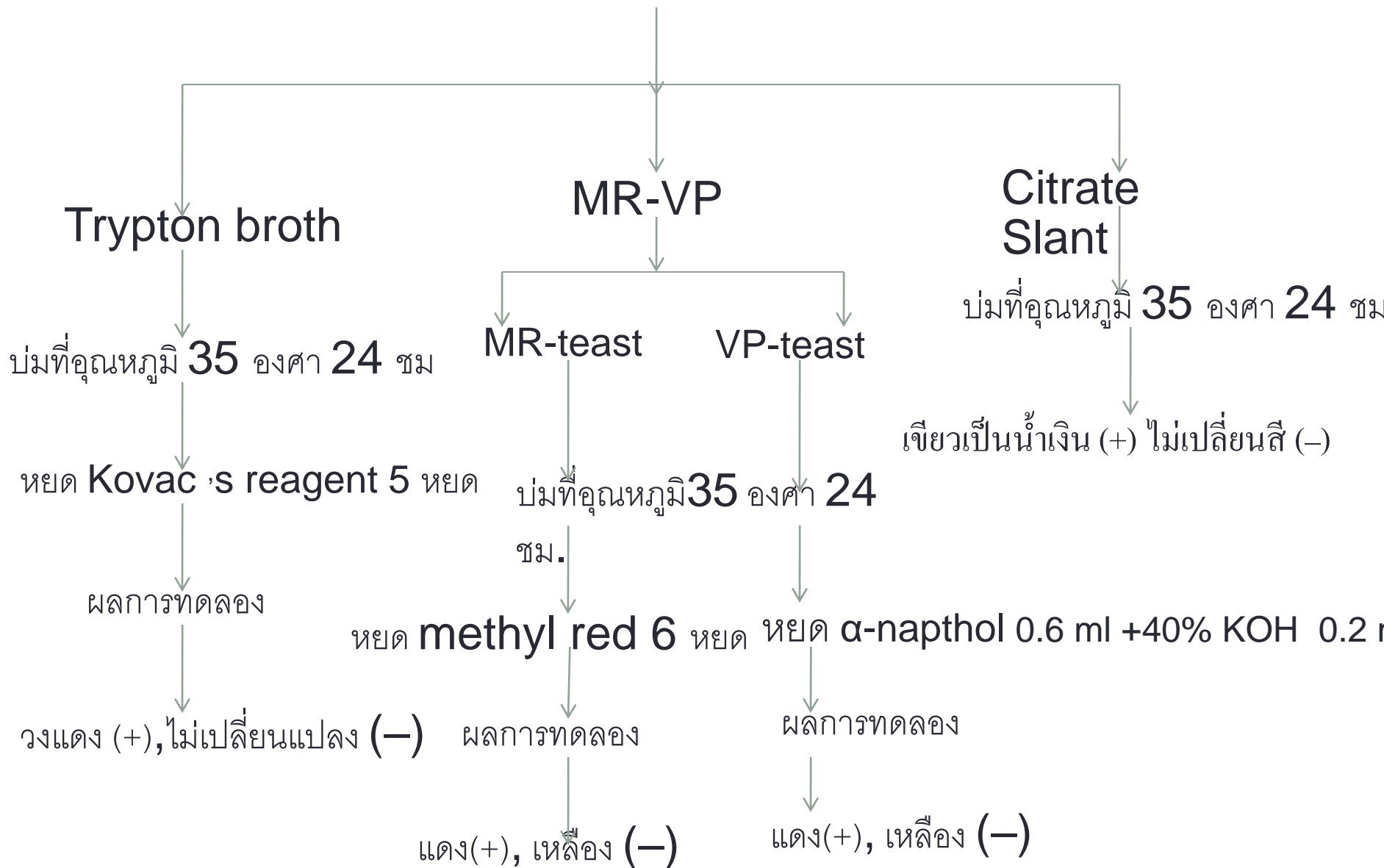
**Streak** ลงใน **EMB** บ่มที่อุณหภูมิ **35** องศา  
เป็น

เวลา **24-48** ชั่วโมง

เลือกโคโลนีมีสีน้ำตาลคล้ายโลหะ

นำไปทดสอบทางชีวเคมี

การทดสอบ **Imvic** (ต่อ)





รายงานผลว่าเป็นแบคทีเรีย ***E.coli*** ผลการทดสอบของ **Imvic**  
ต้องเป็น **++ --** หรือ **-+- -**

1. การทดสอบปฏิกิริยาการเกิดอินโดล (**Indole test**) จะต้อง  
เป็น **+** หรือ **-**

2. การทดสอบ **MR-test**( **Methyl red reaction  
com pound**) จะต้องเป็น **+**

3. การทดสอบ **VP-test** (**voges-proskauer  
reaaction compound**) จะต้องเป็น **-**

4. การใช้ซิเตรท (**Citrate test**) จะต้องเป็น **-**

**Molds**  
In high acid foods



**MICROBIAL  
SPOILAGE**

**Bacteria**  
In low acid foods



**Yeast**

In high sugar & high acid foods

**Fungi**

PowerToon

**THE END**