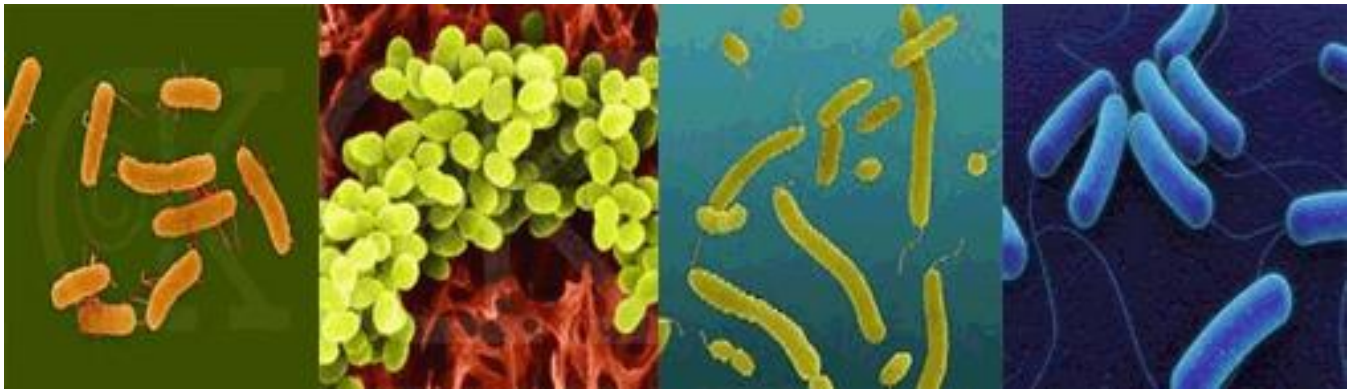
FOOD MICROBIOLOGY (4142601)

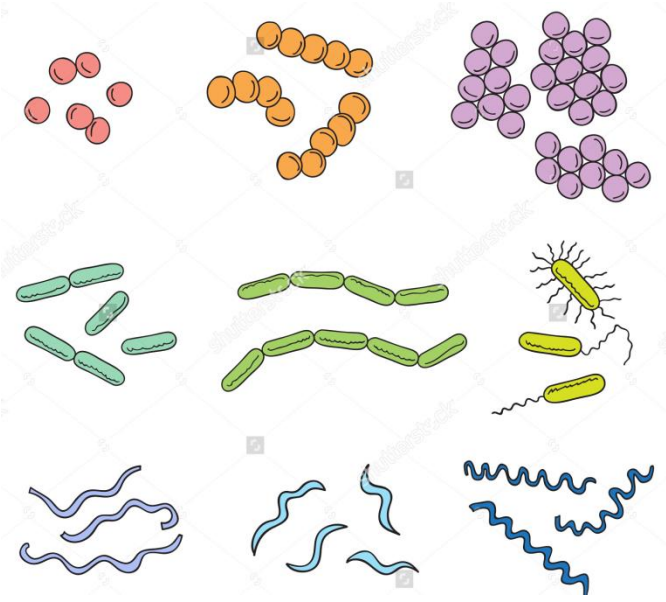
จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร



อาจารย์ ดร.จตุพัฒน์ สมัปปิโต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร

- เนื่องจากอาหารที่มนุษย์รับประทานมาจากพืชและสัตว์ โดยธรรมชาติในพืชและสัตว์จะมีจุลินทรีย์ที่เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอาศัยอยู่
- และบทบาทที่สำคัญของจุลินทรีย์ที่แสดงความมีชีวิตคือ การ.....
- ดังนั้น บางครั้ง จุลินทรีย์จะใช้สารต่างๆจากพืชและสัตว์ในการดำรงเผ่าพันธุ์ และเป็นสาเหตุในการก่อให้เกิดการติดเชื้อในพืชและสัตว์ อันเป็นการทำลายแหล่งอาหารของมนุษย์
  - autotroph
  - heterotroph

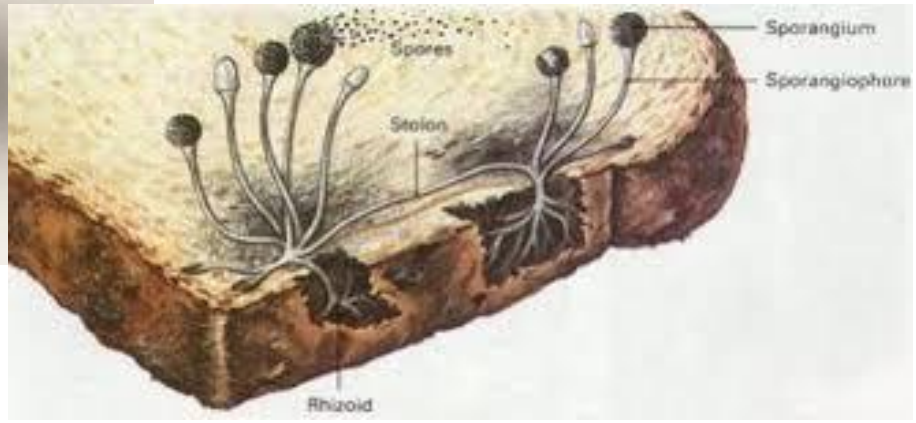


จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร

- จุลินทรีย์เป็นสาเหตุให้แหล่งอาหารของมนุษย์เน่าเสีย โดยจะดำเนินปฏิกิริยาเคมีอย่างซับซ้อนเพื่อนำเอาสารอาหารพวกสารอินทรีย์ต่างๆในธรรมชาติและสารอินทรีย์บางอย่างที่มนุษย์ปรุงขึ้นมา ใช้ในการ.....อันเป็นบทบาทที่สำคัญของจุลินทรีย์ที่เป็นสิ่งมีชีวิต

จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร

- การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในอาหารมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงรูปลักษณ์ของอาหารเป็นส่วนใหญ่



จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหาร

- มีจุลินทรีย์บางชนิดเมื่อปนเปื้อนในอาหารแล้วไม่ทำให้อาหารมีการเปลี่ยนแปลงใดๆ
- จุลินทรีย์ที่มีบทบาทในอาหารนั้นมีทั้งชนิดที่ประโยชน์และที่ก่อโทษต่อมนุษย์
  - การทำให้เกิดอาหารหมักชนิดต่างๆ
  - การเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ
  - การทำให้อาหารเน่าเสีย
  - การทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ
- จุลินทรีย์ที่มีบทบาทดังกล่าวนี้ได้แก่
  - 1. ....., 2. ....., 3. .....

    (.....) (.....) (.....)

ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร

- จุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับอาหารเมื่อมีการปนเปื้อน (contamination) ในอาหาร โดยพบว่าจุลินทรีย์บางชนิดเมื่อปนเปื้อนในอาหารจะสามารถเติบโต (grow) ได้ในอาหาร
- ในขณะที่บางชนิดไม่สามารถเติบโตในอาหารแต่ยังไม่ตาย เช่น เชื้อโรคบางชนิด ส่วนเชื้อที่เติบโตได้ จะต้องการปัจจัยต่างๆ ที่ทำให้เชื้อสามารถเพิ่มจำนวนได้ในอาหาร

ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร

- ผลของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหารมีดังนี้
  - 1. เมื่อปนเปื้อนแล้วจุลินทรีย์สามารถเติบโตได้ในอาหารนั้นและเพิ่มจำนวน พร้อมทั้งมีการผลิตสารต่างๆออกมา ซึ่งอาจเป็น***สารก่อโทษ***กับอาหารโดยอาจทำให้อาหารเน่าเสีย หรืออาจทำให้ผู้บริโภคอาหารเป็นโรค หรือในบางครั้งหากการผลิตสารบางอย่างออกมาเป็น***สารที่เป็นประโยชน์*** ก็อาจทำให้มนุษย์ได้ผลิตภัณฑ์อาหารชนิดใหม่เกิดขึ้น เช่น
    - เชื้อ *Acetobacter aceti* .....
    - เชื้อ *Acetobacter xylinum* .....
    - นมเปรี้ยว .....

ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร STOP

ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์ในอาหาร

- ผลของการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในอาหารมีดังนี้
  - 2. เมื่อจุลินทรีย์ปนเปื้อนแล้วไม่สามารถเติบโตในอาหาร แต่เชื้อไม่ตาย โดยเชื้อจะอาศัยอาหารเป็นพาหะในการแพร่เชื้อก่อโรคต่อไป
  - 3. เมื่อเชื้อปนเปื้อนในอาหารแล้วไม่สามารถใช้อาหารหรือไม่สามารถใช้อาหารหรือไม่ชอบปัจจัยแวดล้อมในการเติบโต ในที่สุดเชื้อจะค่อยๆ ลดจำนวนลง

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 1. ดินและน้ำ (soil and water)
- 2. พืชและผลผลิตของพืช (plant and plant product)
- 3. ภาชนะใส่อาหาร (food utensil)
- 4. ทางเดินอาหาร (gastrointestinal tract)
- 5. คนดูแลอาหาร (food handlers)
- 6. อาหารสัตว์ (animal feeds)
- 7. หนังสัตว์ (animal hides)
- 8. อากาศและฝุ่นละออง (air and dust)

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 1. ดินและน้ำ (soil and water)
  - โดยปกติมีแบคทีเรียและฟังไจเป็นจำนวนมากสมารถอาศัยอยู่ได้ทั้งในดินและในน้ำ
  - กล่าวคือ จุลินทรีย์ในดินจะกระจายสู่บรรยากาศ โดยอาศัยแรงลม และเมื่อฝนตก จุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะเข้าไปอาศัยอยู่ในน้ำ
  - สำหรับจุลินทรีย์ในน้ำอาจจะมาจากจุลินทรีย์ที่เจริญอยู่บนพื้นดิน เมื่อฝนตกก็จะอาศัยอยู่ในน้ำต่อไป
  - อย่างไรก็ตามมีจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในน้ำบางชนิดไม่สามารถเจริญอยู่ในดินได้ โดยเฉพาะพวกที่อาศัยอยู่ในน้ำทะเล เช่น พวก *Alteromonas* spp.

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 2. พืชและผลผลิตของพืช (plant and plant product)
  - มีจุลินทรีย์จำนวนน้อยที่สามารถเจริญในพืชได้
  - โดยจุลินทรย์จะเกาะกับพื้นผิวของต้นพืช ทำให้ไม่สามารถถูกชะออกไปได้โดยฝน และจุลินทรีย์เหล่านี้จะเจริญเติบโตโดยอาศัยสารอาหารบนต้นพืชนั้นๆ
    - แลคติกแอซิดแบคทีเรีย (lactic acid bacteria) และยีสต์
    - นอกจากนี้จะเป็นพวกที่ก่อโรคในพืช และพวกราที่ก่อให้เกิดโรค

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 3. ภาชนะใส่อาหาร (food utensil)
  - พืชผักหลังเก็บเกี่ยว เมื่อนำมาใส่ลงในภาชนะจะทำให้ภาชนะนั้นมีจุลินทรีย์จากพืชผักติดอยู่บนพื้นผิวของภาชนะ
  - เช่นเดียวกันกับเขียงหั่นเนื้อ และที่บดเนื้อ ในตลาด ก็จะมีจุลินทรีย์ปนเปื้อนอันเป็นที่มาของจุลินทรีย์ที่มาจากเนื้อ
- 4. ทางเดินอาหาร (gastrointestinal tract)
  - เมื่อเราใช้น้ำไม่สะอาดหรือน้ำเสียในการชะล้างพวกอาหารสดต่างๆ น้ำเสียเหล่านี้จะเป็นแหล่งที่มาของจุลินทรีย์ที่ปนมากับอาหาร
  - เมื่อเข้าสู่ร่างกายก็จะเจริญเติบโตในทางเดินอาหาร

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 5. คนดูแลอาหาร (food handlers)
  - จุลินทรีย์อาจมาจากมือหรือเครื่องแต่งกายของคนดูแลอาหาร
  - ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้อาจมาจากดิน น้ำ ฝุ่น และจากสิ่งแวดล้อมอื่นๆ
  - และที่สำคัญแหล่งของจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนกับอาหารที่มนุษย์รับประทานอาจจะมาจากโพรงจมูก ปาก ผิวหนังของคนดูแลอาหารที่มีสุขอนามัยไม่ดี

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

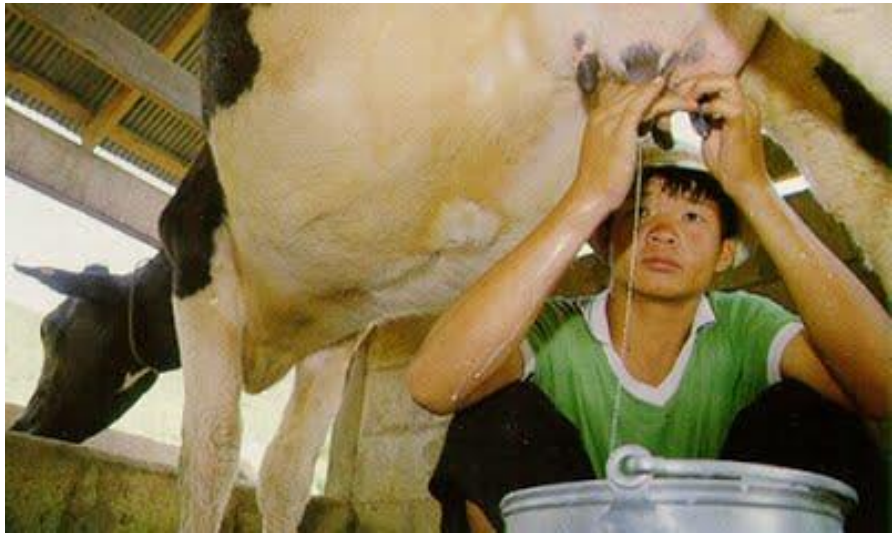
- 5. คนดูแลอาหาร (food handlers)

แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 6. อาหารสัตว์ (animal feeds)
  - อาหารสัตว์เป็นแหล่งของแบคทีเรียพวก Salmonellae ที่ส่งไปให้กับสัตว์ปีกและสัตว์ที่เลี้ยงในไร่
  - ในกรณีของอาหารสัตว์ที่เก็บไว้ในฉางจะเป็นแหล่งของ *Listeria monocytogenes* ที่ส่งผ่านไปยังนมและอาหารประเภทเนื้อ
  - จุลินทรีย์ในอาหารสัตว์ชนิดแห้งจะแพร่กระจายไปยังสิ่งแวดล้อมของสัตว์เลี้ยงและจะเกาะติดอยู่กับหนังสัตว์และขนสัตว์

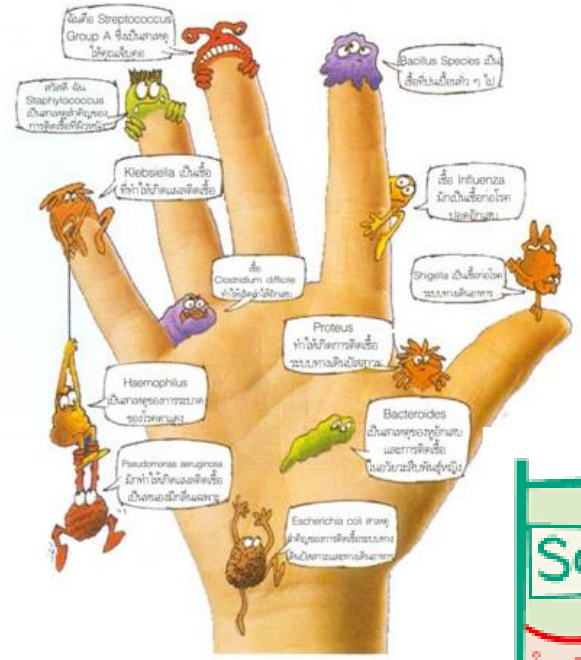
แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 7. หนังสัตว์ (animal hides)
  - ในน้ำนมวัวดิบ ถ้ากระบวนการรีดนมวัวไม่ถูกต้องและไม่สะอาดพอ เราจะพบจุลินทรีย์ในน้ำนมที่อาจมาจากเต้านมวัวหรือจากสิ่งแวดล้อม ขนสัตว์จากตัวสัตว์
  - จุลินทรีย์ที่อยู่บริเวณเต้านมหรือหนังสัตว์อาจได้รับการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ถัง บรรจุนม และมือของคนรีด



แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 7. หนังสัตว์ (animal hides)



http://teen.mthai.com/variety/94700.html

http://talk.mthai.com/topic/419803

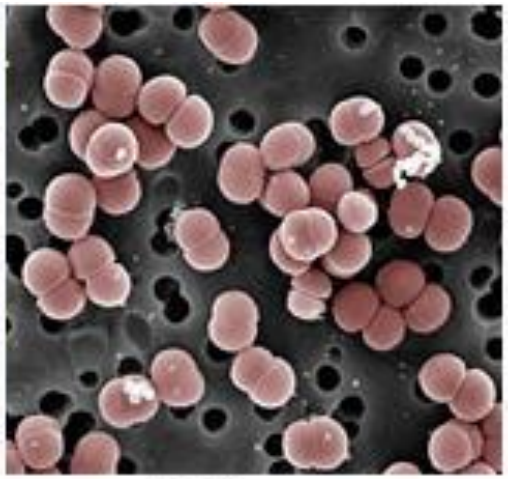
แหล่งปฐมภูมิของจุลินทรีย์ที่พบในอาหาร (primary sources of microorganisms found in foods)

- 8. อากาศและฝุ่นละออง (air and dust)
  - จุลินทรีย์ทั่วไปบางครั้งอาจพบได้ในอากาศและฝุ่นละอองในกระบวนการผลิตอาหาร
  - พวกที่มีชีวิตอยู่ได้นั้นส่วนใหญ่เป็นแบคทีเรียแกรมบวก
  - ส่วนพวกฟันไจนั้น ราสามารถกระจายอยู่ในอากาศและฝุ่นละอองเช่นเดียวกับพวกยีสต์

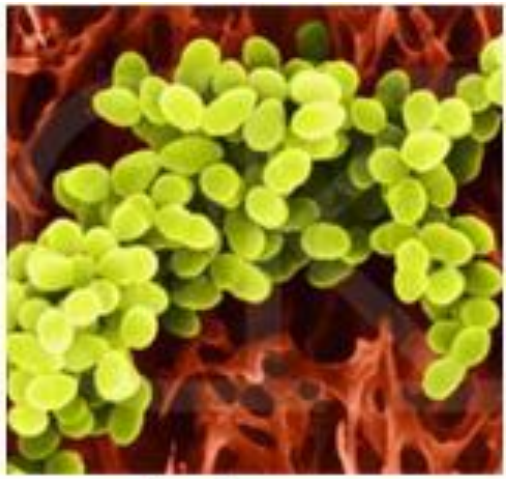
กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร STOP

- เมื่อจัดแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหารออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะอย่างใดอย่างหนึ่งของแบคทีเรียที่มีต่ออาหาร ดังนั้นแบคทีเรียชนิดใดชนิดหนึ่งจึงถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มต่างๆได้มากกว่าหนึ่งกลุ่ม
- กลุ่มแบคทีเรียที่มความสำคัญในอาหารโดยพิจารณาจากความสามารถย่อยประเภทของอาหาร ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้น และความชอบต่อสภาพแวดล้อมในการเติบโต

Lactobacillus

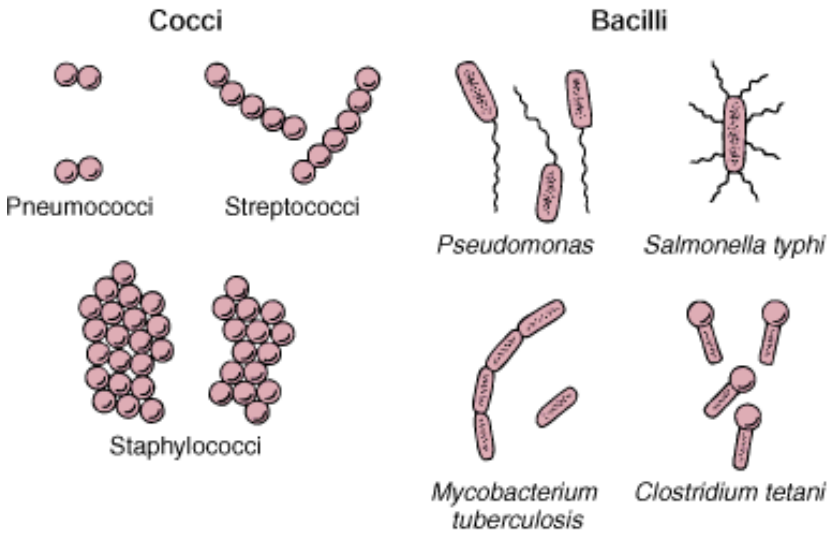


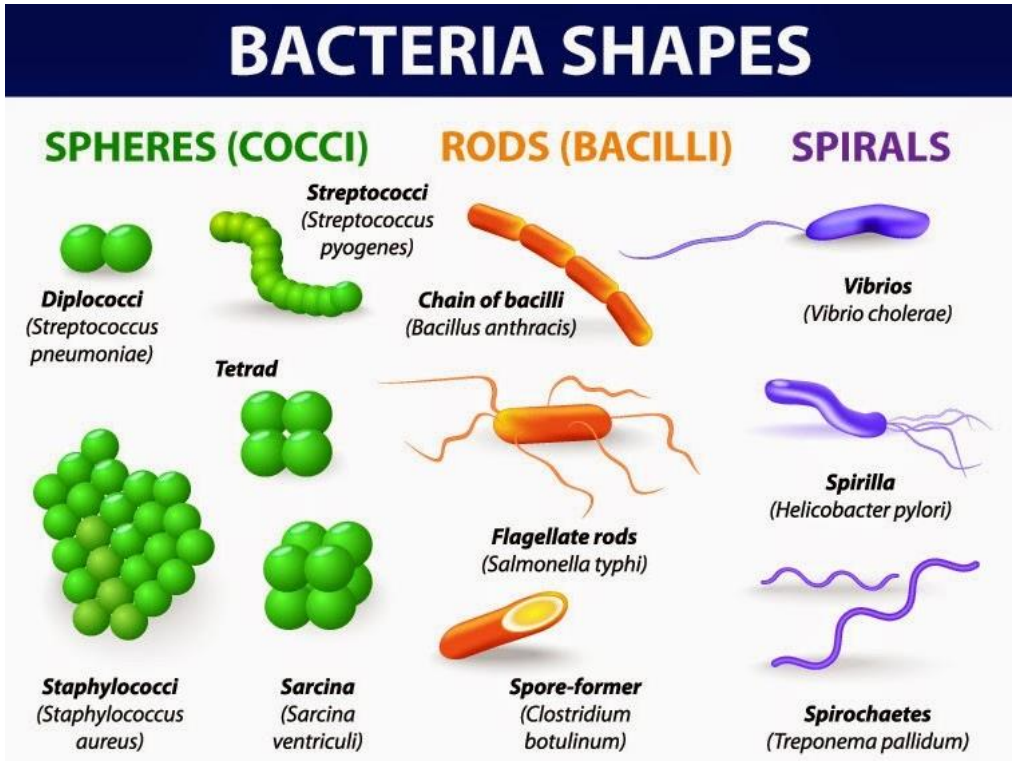
Pediococcus



Lactococcus

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร





กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 1. กลุ่มที่ย่อยสลายน้ำตาลได้ (saccharolytic bacteria)
  - เชื้อกลุ่มนี้จะสร้างเอนไซม์อะไมเลส (amylase) ออกมาย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตจำพวกแป้ง และน้ำตาลที่มีโมเลกุลใหญ่ เช่น น้ำตาลแลคโตสที่อยู่นอกเซลล์ให้เป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็กลง >>> น้ำตาลแลคโตส =.....+.....
  - ส่วนแบคทีเรียที่ไม่มีเอนไซม์นี้ จะไม่ทำให้อาหารจำพวกนี้เสียหายเนื่องจากไม่มีเอนไซม์ย่อยสลาย
  - *Bacillus subtilis, B. coagulans, Clostridium butyricum, C. thermosaccharolyticum*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 2. กลุ่มที่ย่อยสลายโปรตีนได้ (proteolytic bacteria)
  - แบคทีเรียกลุ่มนี้สามารถสร้างเอนไซม์โปรติเนส ทำให้อาหารจำพวกโปรตีนเน่าเสียได้ มีด้วยกันหลายพวกได้แก่ พวกแอโรบ พวกแฟกคัลเททีฟ และพวกแอนแอโรบ ซึ่งมีทั้งชนิดที่สร้างและไม่สร้างสปอร์
  - แบคทีเรียบางชนิดสามารถย่อยสลายโปรตีนในสภาพไม่มีออกซิเจน ทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นเหม็นเน่า เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulfide) เมอร์แคปแทน (mercaptan) เอมีน (amine) และอินโดล (indole)
  - *Clostridium sporogenes*, *Bacillus cereus*, *Flavobacterium* spp., *Proteus* spp., *Pseudomonas*, *Microbacterium thermosphactum*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 3. กลุ่มที่ย่อยสลายไขมันได้ (lipolytic bacteria)
  - มีแบคทีเรียหลายจำพวกที่ย่อยสลายไขมันได้ จากการสร้างเอนไซม์..... โดยย่อยไขมันแบบออกซิเดชัน (oxidation) หรือไฮโดรลิซิส (hydrolysis) ให้กลายเป็นกรดไขมัน (fatty acid) และกลีเซอรอล (glycerol)
  - ในการย่อยสลายไขมันแบบไฮโดรลิซิส แบคทีเรียต้องการความชื้นสูงมาก ถ้าอาหารมีความชื้นต่ำ การเสียของอาหารแบบนี้จะลดลง
  - *Alcaligenes* spp. *Acinetobacter* spp. *Serratia* spp. และบางสปีชีส์ของเชื้อ *Lactobacillus* spp. และ *Bacillus* spp.
  - สำหรับการย่อยไขมันแบบออกซิเดชัน พบว่า แบคทีเรียต้องการความชื้นต่ำกว่า
    - *Micrococcus freudenrichii*, *Pseudomonas ovalis* และ *Streptomyces* sp.

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 3. กลุ่มที่ย่อยสลายไขมันได้ (lipolytic bacteria)
- สำหรับเชื้อที่สามารถย่อยสลายได้ทั้งโปรตีนและไขมันได้ เช่น *Achromobacter* sp. และ *Pseudomonas fluorescens*
- 4. กลุ่มที่ย่อยสลายเพกทินได้ (pectolytic bacteria)
  - เชื้อกลุ่มนี้สามารถสร้างเอนไซม์เพกทิเนส (pectinase) ออกมาย่อยสลายเพกทิน (pectin) ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีโครงสร้างซับซ้อนมาก โดยเป็นสารที่พบมากในพืช ผัก ผลไม้ ซึ่งทำให้เปลือก หรือผิวของผักหรือผลไม้ยังคงความกรอบและแข็งแรง ไม่บอบช้ำง่าย
  - เมื่อเชื้อสร้างเอนไซม์ย่อยสลายเพกทินได้ จะทำให้ผิวของอาหารดังกล่าวนิ่มเละและบอบซ้ำ
  - *Bacillus* spp., *Clostridium* spp. และ *Erwinia* spp.

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 5. กลุ่มที่สร้างกรดแลคติกได้ (lactic acid bacteria)
  - แบคทีเรียกลุ่มนี้ต้องใช้น้ำตาลกลูโคสเป็นอาหารแล้วสร้างกรดแลคติดออกมา
  - แบคทีเรียกลุ่มนี้แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม
    - กลุ่มฮอมอเฟอร์เมนเททีฟ (homofermentative).....?
    - กลุ่มเฮเทอโรเฟอร์เมนเททีฟ (heterofermentative).....?
  - *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*
  - *Aerococcus*, *Bifodobacterium*, *Lactococcus*, *Vagococcus*, *Weisella*
  - Probiotic bacteria.....?
    - bacteriocin: antibiotics >>> สามารถฆ่าเชื้อในลำไส้ได้

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 5. กลุ่มที่สร้างกรดแลคติกได้ (lactic acid bacteria)

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 5. กลุ่มที่สร้างกรดแลคติกได้ (lactic acid bacteria)
  - แต่มีอาหารอีกหลายชนิดที่ไม่ต้องการให้เชื้อเหล่านี้ปนเปื้อนและเติบโตได้ เช่น

    .....
    - เนื่องจากแบคทีเรียแลคติกจะทำให้รสชาติของแครื่องดื่มดังกล่าวเสื่อมเสีย โดยมีรสเปรี้ยวเกิดขึ้น ซึ่งไม่ใช่รสชาติดังเดิมของผลิตภัณฑ์
  - นอกจากนี้ยังตรวจพบเชื้อนี้ในอาหารจำพวกไส้กรอกโดยเชื้อสร้างสารไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) ออกมา และทำให้สีของไส้กรอกเปลี่ยนแปลงจากสีแดงเป็นเขียว

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 6. กลุ่มที่สร้างกรดแอซิติกได้ (acetic acid bacteria)
  - เชื้อกลุ่มนี้สร้างกรดแอซิติกหรือกรด..... ได้จากการออกซิไดซ์เอทานอล (ethanol)
  - *Acetobacter* และ *Gluconobacter* แบคทีเรียกลุ่มนี้มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษ
    - ใช้ในการผลิตกรดแอซิติก โดยเชื้อ *A. aceti* และใช้ในการทำวุ้นสวรรค์หรือวุ้นมะพร้าว (mother of venegar) โดยเชื้อ *A. xylinum*
    - สำหรับโทษของเชื้อกลุ่มนี้คือ เมื่อปนเปื้อนในเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์จะทำให้มีรสเปรี้ยว ทำให้รสชาติของเครื่องดื่มเปลี่ยนไป

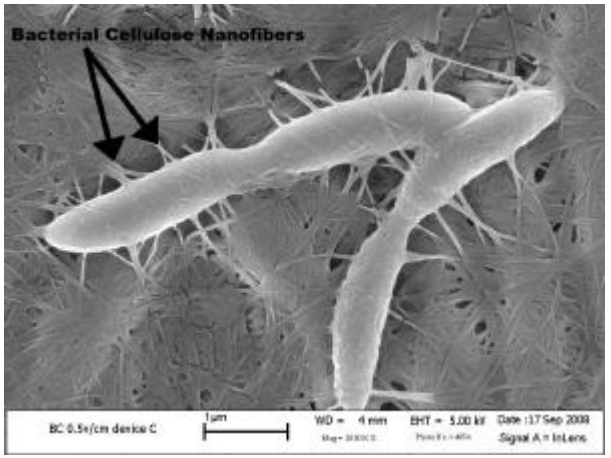
กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 6. กลุ่มที่สร้างกรดแอซิติกได้ (acetic acid bacteria)

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 6. กลุ่มที่สร้างกรดแอซิติกได้ (acetic acid bacteria)

- ✓ วุ้นมะพร้าว หรือ วุ้นสวรรค์ ฝรั่งเรียกว่า Nata de coco ได้จากการหมักจุลินทรีย์ *Acetobacter xylinum* ให้สร้างเส้นใยเซลลูโลสขึ้นมา
- ✓ Nata de coco เป็นภาษาเสปนแปลว่า "cream of coconut"



กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 7. กลุ่มที่สร้างกรดบิวทิริกได้ (butyric acid bacteria) เกิดจากเชื้อ *Clostridium butryicum* ย่อยสลายน้ำตาลแล้วผลิตกรดบิวทีริก และแก๊ซอีก 2 ชนิด คือ คาร์บอนไดออกไซด์ และไฮโดรเจน ออกมา
- 8. กลุ่มที่สร้างกรดโพรพิโอนิกได้ (propionic acid bacteria) ได้แก่เชื้อ *Propionibacterium* ทำให้อาหารจำพวกเนยมีกลิ่นรส และเนื้อสัมผัส (texture) ดีขึ้น

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 9. กลุ่มที่สร้างสารสีได้ (pigmented bacteria)
  - เป็นเชื้อที่เติบโตบนอาหารแล้วทำให้อาหารนั้นๆ มีสีสันแตกต่างกัน ตามชนิดของสารสี (pigment) ที่แบคทีเรียผลิตออกมา เช่น
    - *Flavobacterium* spp. สร้างสารสีสีเหลืองถึงส้ม
    - *Serratia* spp. สร้างสารสีสีแดงหรือแสด
    - *Halobacterium* spp. สร้างสารสีสีแดงหรือแสด
    - *Micrococcus* spp. สร้างสารสีสีเหลือง
    - *Sarcina* spp. สร้างสารสีสีเหลือง
    - *Staphylococcus* spp. สร้างสารสีสีเหลือง
    - *Pseudomonas* spp. สร้างสารสีสีเขียว

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

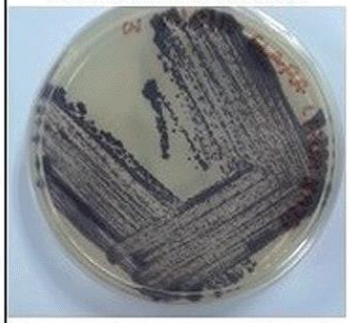
- 9. กลุ่มที่สร้างสารสีได้ (pigmented bacteria)

Serratia marcescens

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 9. กลุ่มที่สร้างสารสีได้ (pigmented bacteria)

Serratia marcescens



Chromobacterium violaceum

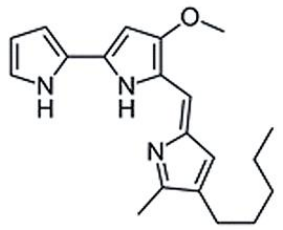
Chryseobacterium sp.

Scale-up of bacterial pigments from Petri dish to lab-scale and industrial fermentors

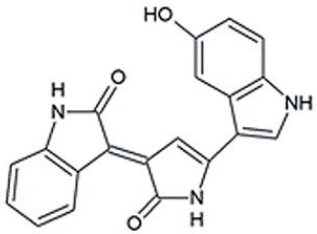
Red Pigment

Violet Pigment

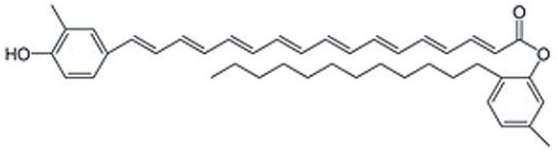
Orange Pigment



Prodigiosin produced by *Serratia marcescens*



Violacein produced by *Chromobacterium violaceum*



Flexirubin produced by *Chryseobacterium* sp.

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 10. กลุ่มที่สร้างเมือกได้ (slime-forming bacteria)
  - เชื้อกลุ่มนี้จะทำให้อาหารจำพวกนม น้ำผลไม้ น้ำเชื่อม ผัก ขนมปัง และอาหารที่มีน้ำตาลเป็นองค์ประกอบเกิดเมือกได้
  - *Alcaligenes viscolactis*, *Enterobacter aerogenes*, *Micrococcus freudenreichii* และบางสีปีชีส์ของเชื้อ *Lactobacillus* และ *Leuconostoc*
    - *Lactobacillus plantarum* ทำให้กะหล่ำปลีหมัก เบียร์ ผัก ผลไม้ และผลิตภัณฑ์ธัญพืชต่างๆ เกิดเมือก
    - *Leuconostoc* ทำให้น้ำหวาน น้ำเชื่อม น้ำผลไม้ หรืออาหารที่มีน้ำตาลซูโครสเกิดเมือกเหนียว
    - *Achromobacter* sp. *Alcaligenes* sp. และ *Micrococcus* sp. ทำให้เนื้อแช่เย็นเกิดเมือก

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 11. กลุ่มที่สร้างแก๊สได้ (gas-forming bacteria)
  - แบคทีเรียหลายชนิดเมื่อเติบโตในอาหารแล้วสามารถสร้างแก๊สออกมา ซึ่งอาจเป็นแก๊สชนิดเดียวหรือหลายชนิดนั้น ขึ้นกับชนิดและสายพันธุ์ของเชื้อ
  - เชื้อบางชนิดสามารถสร้างแก๊สออกมาในปริมาณมาก บางชนิดสร้างแก๊สเพียงเล็กน้อย
  - แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (..... , ..., *Propionibacterium*) แก๊สไฮโดรเจน (*Bacilus*, *Clostridium*, *Escherichai*, *Enterobacter*, *Proteus*) แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (*Desulfotomaculum*) และแก๊สมีเทน (*Methanobacterium*)

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 12. กลุ่มชอบเกลือ (halophilic bacteric)
  - เป็นเชื้อที่ต้องการเกลือแกง (sodium chloride) ในการเติบโต แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามความต้องการปริมาณเกลือในการเติบโต ดังนี้
    - slightly halophile ต้องการเกลือในปริมาณ 2-5 %
    - moderately halophile ต้องการเกลือในปริมาณ 5-20 %
    - extremely halophile ต้องการเกลือในปริมาณ 20-30 %
  - ส่วนเชื้ออื่นๆที่สามารถเติบโตได้ดีในที่ไม่มีเกลือ แต่เมื่อเติมเกลือลงในอาหาร เชื้อนั้นยังสามารถเติบโตได้ดี เรียกเชื้อพวกนี้ว่าพวกทนเกลือ (haloduric)
  - *Halobacterium*, *Sarcina Pediococcus*, *Staphylococcus*, *Achromobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas* และ *Vibrio*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 13. กลุมที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิสูง (thermophilic bacteria, thermophile)
  - เชื้อกลุ่มนี้ จะเติบโตได้ดีเมื่อเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส แต่โดยทั่วไปแล้วต้องการเติบโตอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า
  - แบคทีเรียกลุ่มนี้มีความสำคัญในอาหารที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนไม่สูงพอ
    - *B. stearothermophilus* เป็นเชื้อที่มีสปอร์ที่ทนความร้อนสูงมาก ถ้าให้ความร้อนแก่อาหารกระป๋องไม่เพียงพอ และถ้าในอาหารนั้นบังเอิญมีเชื้อและสปอร์ของเชื้อนี้ปนเปื้อน เชื้อจะทำให้อาหารกระป๋องเน่าเสียแบบแฟลตซาว (flat-sour spoilage) โดยอาหารภายในกระป๋องมีรสเปรี้ยวผิดปกติ ซึ่งเกิดจากเชื้อสร้างกรดออกมา การเสียของอาหารกระป๋องแบบนี้ไม่ทำให้กระป๋องบวมหรือมีลักษณะภายนอกกระป๋องผิดปกติ
    - และ *C. thermosaccharolyticum*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 13. กลุมที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิสูง (thermophilic bacteria, thermophile)
  - และ *C. thermosaccharolyticum* ทำให้อาหารกระป๋องเสียโดยการทำให้อาหารมีกลิ่นเหม็นเน่าและกระป๋องบวมแข็ง กดไม่ลง เนื่องจากมีการสร้างแก๊สออกมา
  - แบคทีเรียที่ทนความร้อนสูงที่มีผลต่อการเน่าเสียของนมพาสเจอร์ไรส์ได้แก่ *Microbacterium lacticum*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

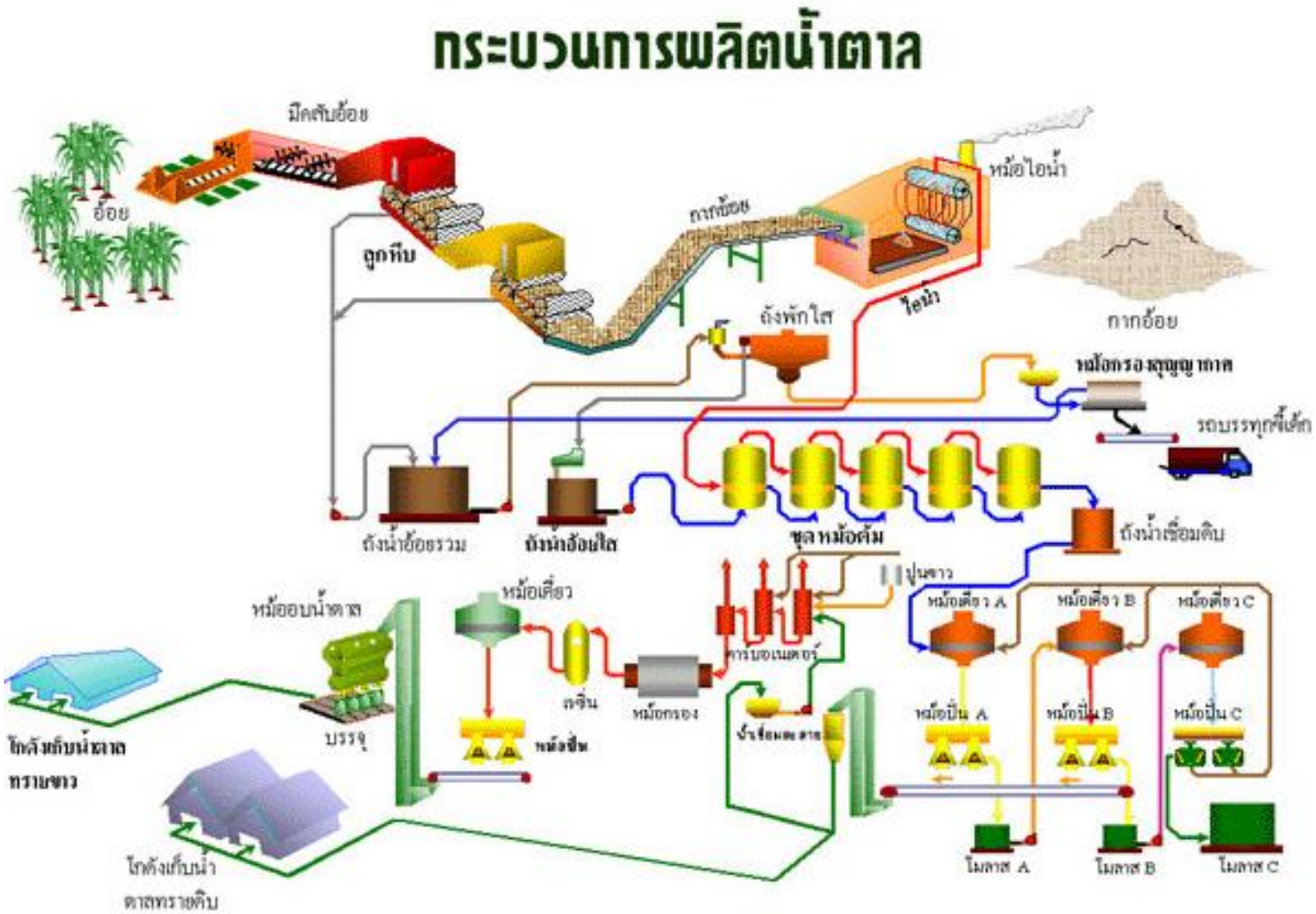
- 14. กลุ่มที่ชอบเติบโตในที่มีอุณหภูมิต่ำ (phychrophilic bacteria)
  - เป็นเชื้อที่เติบโตได้ดีในที่มีอุณหภูมิเย็น (ประมาณ 2-5 องศาเซลเซียส) บางชนิดสามารถเติบโตได้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส
  - เชื้อกลุ่มนี้จึงมีความสำคัญต่อการทำให้อาหารแช่เย็นหรือแช่แข็งเน่าเสีย
  - *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Lactobacillus*, *Micrococcus* และ *Pseudomonas*

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 15. กลุ่มที่ชอบเติบโตในที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูงๆ (osmophilic bacteria)
  - ได้แก่ เชื้อ *Leuconostoc* ซึ่งมักเป็นปัญหาแก่น้ำอ้อยเข้มข้นที่เตรียมไว้สำหรับการผลิตน้ำตาลทราย โดยทำให้เกิดเมือกในน้ำอ้อย และทำให้ความหวานของน้ำอ้อยลดลง

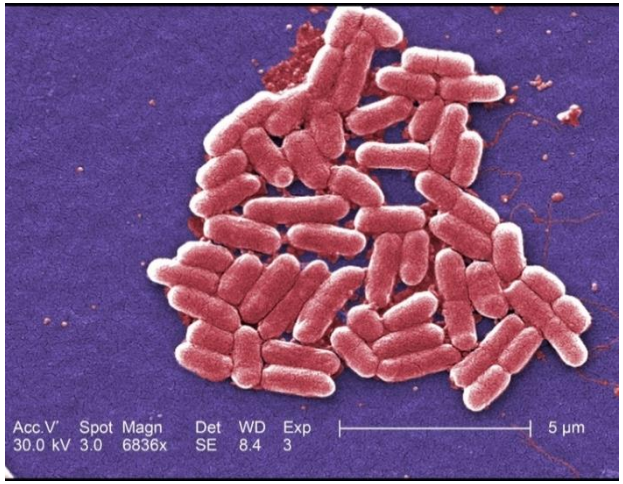
กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

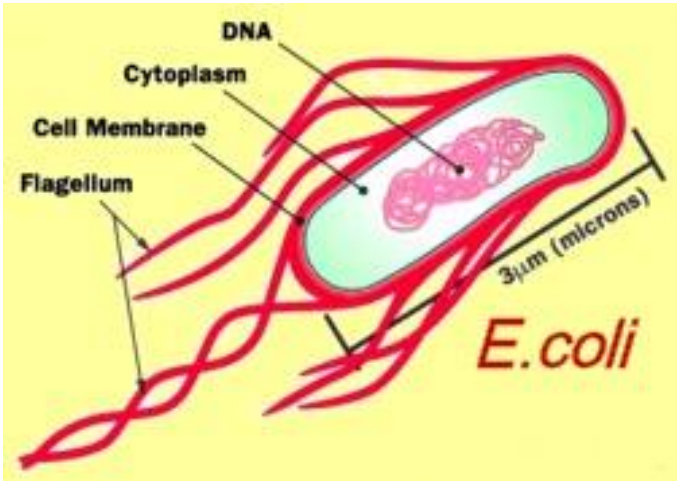
- 15. กลุ่มที่ชอบเติบโตในที่มีน้ำตาลเข้มข้นสูงๆ (osmophilic bacteria)



กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 16. แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (coliform bacteria)
  - เป็นแบคทีเรียท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ เติบโตได้ดีในอากาศแบบแฟกคัลเททีฟ แอนแอโรบ สามารถหมักย่อยน้ำตาลได้ดีที่อุณหภูมิ 35 องซาเซลเซียส ระหว่าง 24-48 ชั่วโมง โดยสร้างกรดและแก๊สออกมา
  - *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes* สำหรับฟีคัลโคลิฟอร์ม (faecal coliform) เป็นแบคทีเรียในลำไส้ที่เติบโตได้ในที่มีอุณหภูมิ 44.5 องสาเซลเซียส





กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 16. แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (coliform bacteria)
  - นักจุลชีววิทยาได้เลือกแบคทีเรียโคลิฟอร์มให้เป็นจุลินทรีย์ดัชนี (index microorganisms) บ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระในอาหาร เนื่องจาก
    - เป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่น (normal flora) ในระบบทางเดินอาหารของคน และสัตว์เลือดอุ่น
    - เป็นแบคทีเรียที่ถูกขับออกมาพร้อมกับอุจจาระในจำนวนที่สม่ำเสมอ
    - ไม่เป็นเชื้อก่ออันตรายแก่ผู้ตรวจวิเคราะห์
    - เป็นเชื้อที่ทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าเชื้อโรค
    - ใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยากเหมือนการตรวจหาเชื้อโรค

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

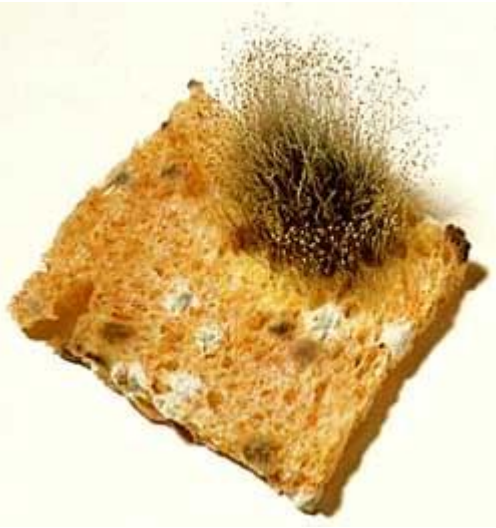
- 16. แบคทีเรียโคลิฟอร์ม (coliform bacteria)
  - อาหารที่ตรวจพบโคลิฟอร์ม แสดงว่าอาหารนั้นไม่สะอาด อาจมีสิ่งโสโครก เช่น อุจจาระลงไปปะปน และอาจมีเชื้อโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารเติบโตในอาหารนั้น ทำให้ไม่ปลอดภัยต่อการบริโภค

กลุ่มแบคทีเรียที่มีความสำคัญในอาหาร

- 17. กลุ่มก่อโรคอาหารเป็นพิษ และกลุ่มเชื้อโรค (food-poisoning and pathogenic bacteria)
  - เป็นเชื้อที่ปนเปื้อนในอาหารแล้วสร้างสารพิษ (toxin) ออกมา เมื่อมีผู้รับประทานอาหารที่มีสารพิษนั้นโดยไม่จำเป็นต้องได้รับเชื้อเข้าไป จะทำให้มีอาการป่วยได้
  - สารพิษของเชื้อ *Staphylococcus aureus* (ก่อโรคทางเดินอาหาร) และ *Clostridium botulinum* (ก่อโรคที่มีผลต่อระบบประสาท)
  - สำหรับโรคอาหารเป็นพิษบางชนิดอาจเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อที่ยังมีชีวิตอยู่ ซึ่งเป็นเชื้อที่มีสารพิษเก็บไว้ภายในเซลล์ และจะปล่อยอออกมาเมื่อเซลล์ตาย ผู้ที่ป่วยด้วยเชื้อกลุ่มนี้ จะต้องรับประทานเชื้อที่ยังมีชีวิตอยู่เข้าไปในปริมาณมาก ได้แก่ เชื้อ *Salmonella* และ *Shigella*

เชื้อราที่มีความสำคัญในอาหาร

- เชื้อราเป็นเชื้อที่เติบโตและแผ่ลามอย่างรวดเร็ว โดยเติบโตเป็นบริเวณกว้างขวางภายในระยะเวลา 2-3 วัน
- เชื้อราประกอบด้วยเส้นใยที่แตกแขนงเป็นเส่นสาย เรียกว่าไฮฟา (hypha) และเรียกกลุ่มของไอฟาว่า ขยุ้มรา หรือไมซีเลียม (mycelium) เชื้อราสามารถเติบโตในอาหารและมีการสร้างสปอร์



เชื้อราที่มีความสำคัญในอาหาร

- กลุ่มที่พบได้บ้างในอาหารแต่ไม่ค่อยมีความสำคัญมากนัก เช่น *Cephalosporium* (พบได้บ่อยในอาหารแช่เยือกแข็ง) *Diplodia* (ทำให้ปลายลำต้นของส้มเน่าเละชุ่มน้ำ และยังทำให้ผลพีชมีสีน้ำตาลเกิดขึ้น) *Neurospora* (มีเส้นใยสีแดงเมื่อเติบโตบนขนมปังทำให้ขนมปังมีสีแดง)
- กลุ่มราที่สามารถเติบโตได้ในที่มีความแห้งสูง หรือความชื้นต่ำมาก เรียกว่า xerophilic molds ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีความสำคัญทางอาหาร มักทำให้อาหารเน่าเสีย
  - *Aspergillus*, *Eurotium*, *Basipetospora*, *Chrysosporium*, *Eremascus*, *Polypaecilum*, *Wallemia* และ *Xeromyces*
  - เชื้อรากลุ่มนี้สามารถเติบโตได้ในที่มี a_w ต่ำกว่า 0.85 จึงเป็นเชื้อที่มีบทบาททำให้อาหารแห้งเสีย

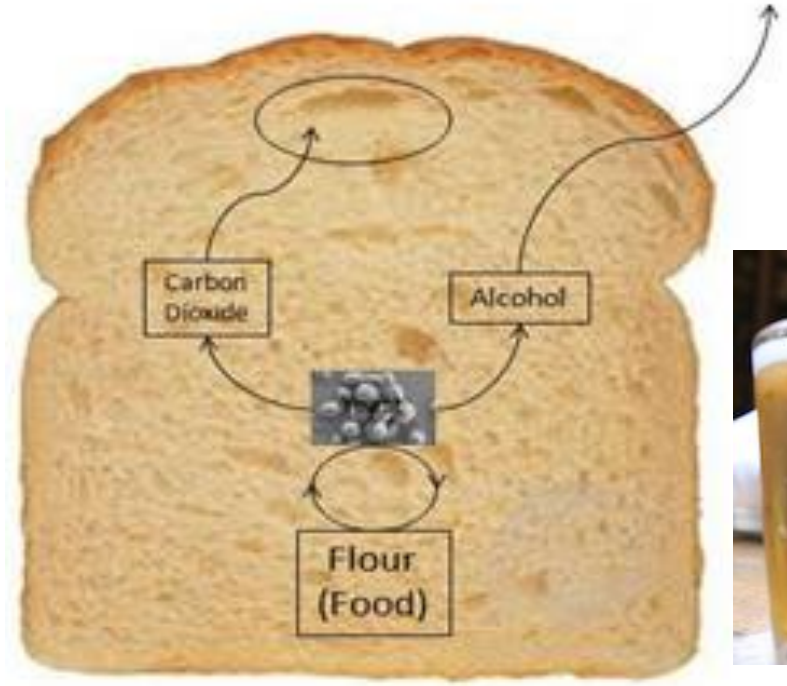
เชื้อราที่มีความสำคัญในอาหาร

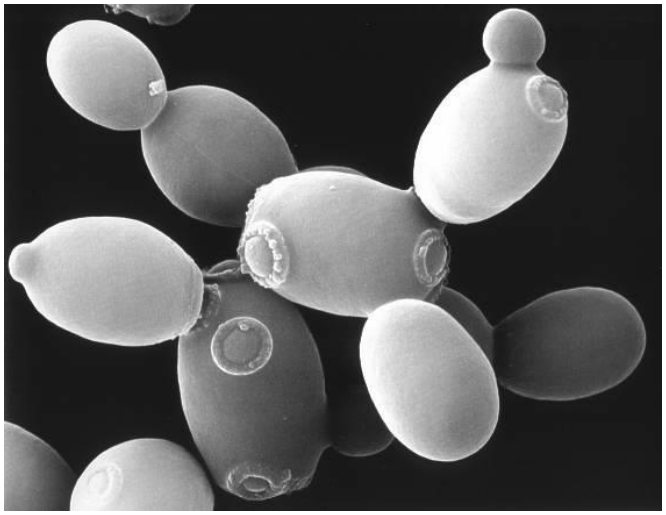
- *Wallemia*
  - เมื่อเติบโตบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หรือบนอาหารทั่วไป จะมีโคโลนีสีน้ำตาลเข้ม สามารถเติบโตได้ในที่มี a_w 0.69 เช่น ปลาเค็ม หรือปลาแห้ง จะทำให้อาหารเหล่านี้มีสีเหลืองขี้ม้า (dun)

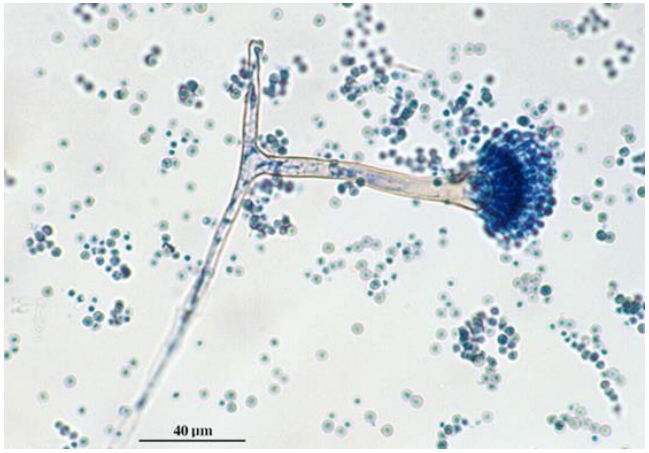
- และ *Xeromyces*
  - เป็นเชื้อที่สามารถเติบโตได้ในที่มี a_w ต่ำสุด ซึ่งจุลินทรีย์อื่นๆ ไม่สามารถเติบโตได้ ค่า a_w สูงสุดที่เชื้อนี้เติบโตได้ คือ ต่ำกว่า 0.97 ส่วนค่า a_w ที่เหมาะสมต่อการเติบโต คือ 0.88 a_w ต่ำสุดที่เติบโตได้คือ 0.61 เป็นเชื้อโรคในชะเอม พรุน ช็อคโกแลต และน้ำเชื่อม (syrup)

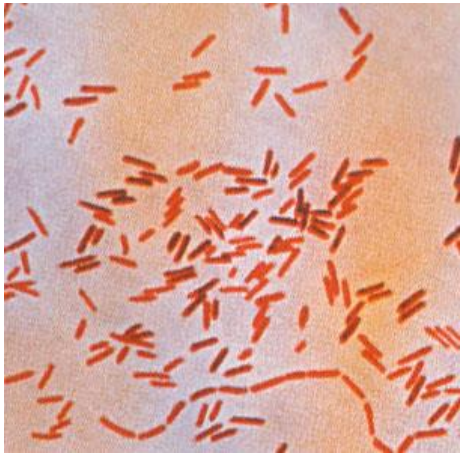
ยีสต์ที่มีความสำคัญในอาหาร

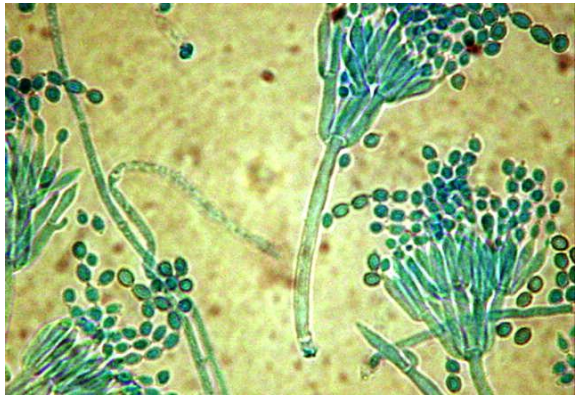
- ยีสต์จัดเป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดี่ยวซึ่งแตกต่างจากเชื้อราตรงที่เชื้อรามีหลายเซลล์ต่อกันเป็นเส้นใย ยีสต์มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย และเพิ่มจำนวนโดยการแตกหน่อ (budding) หรือบางชนิดมีการแบ่งตัว (binary fission)
- ยีสต์เป็นเชื้อที่เติบโตได้ในที่มีพีเอชเป็นกรดและในที่มีเอทานอลเข้มข้น 18 %

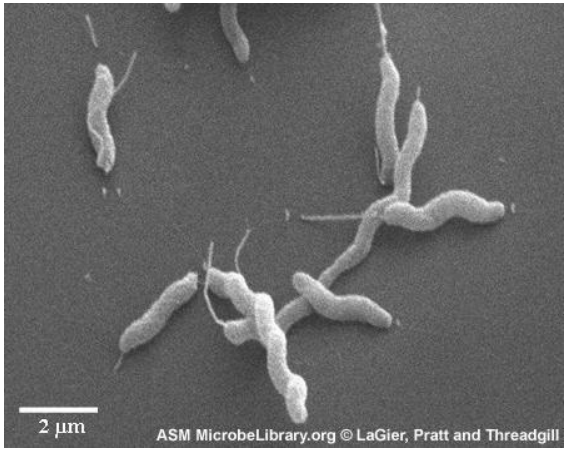


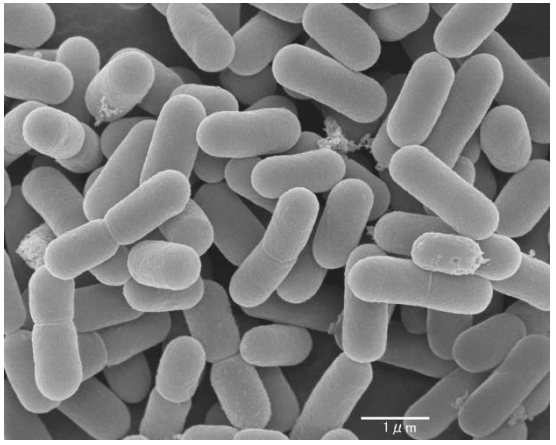



40 µm






2 µm
ASM MicrobeLibrary.org © LaGier, Pratt and Threadgill


1 µm