รู้ไว้ใช่ว่า...จุลชีววิทยาทางอาหาร by ครูชมบี

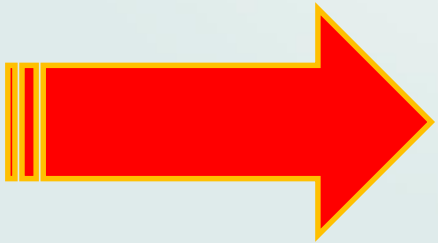
ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชมภูนุช เผื่อนพิภพ

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

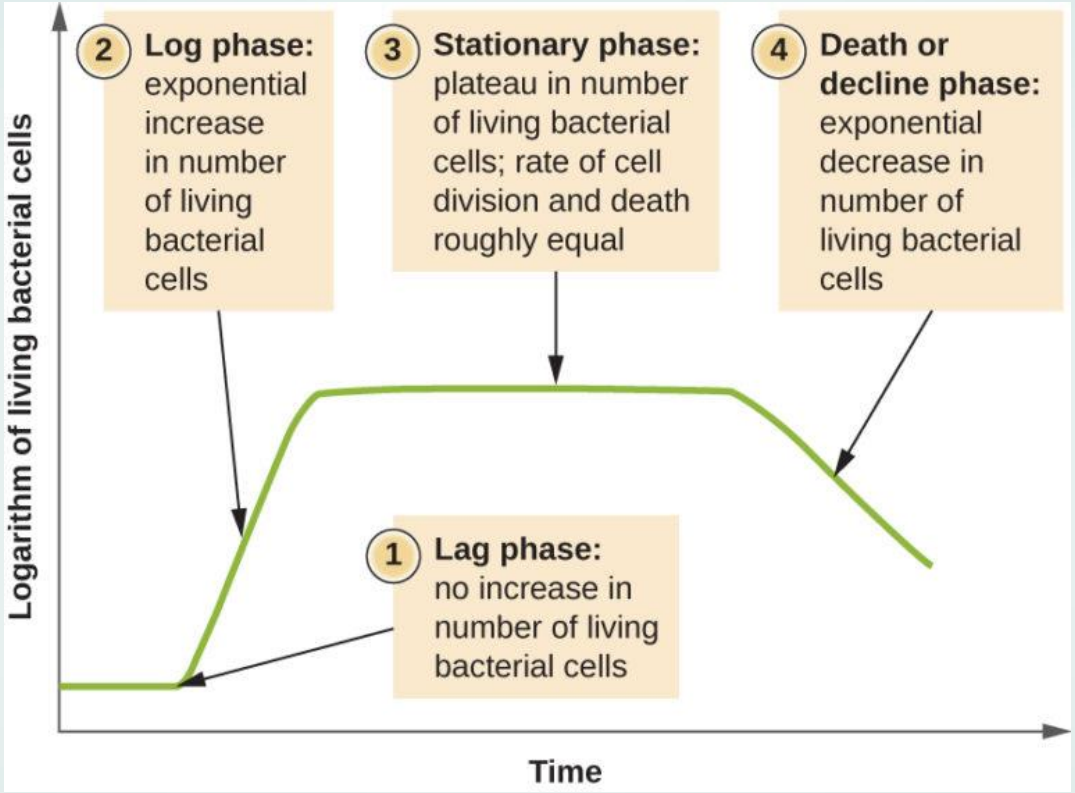
บทบาทของจุลินทรีย์ในอาหาร



ใช้ผลิตอาหาร

เป็นสาเหตุที่
ก่อให้เกิดโรค

เป็นสาเหตุที่ทำให้
อาหารเน่าเสีย



https://courses.lumenlearning.com/microbiology/chapter/how-microbes-grow/

ปัจจัยที่ช่วยให้จุลินทรีย์เจริญเติบโต

- ภายในอาหาร
- ภายนอกอาหาร

ภายในอาหาร

สารอาหาร

โครงสร้างทางชีวภาพของอาหาร

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Aw

pH

Eh

ปริมาณออกซิเจน

ภายนอกอาหาร

อุณหภูมิ

ความชื้นสัมพัทธ์ของสิ่งแวดล้อม

ความเข้มข้นของก๊าซในสิ่งแวดล้อม

กิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดอื่น

ภายในอาหาร

สารอาหาร

โครงสร้างทางชีวภาพของอาหาร

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

Aw

pH

Eh

ปริมาณออกซิเจน

สารอาหาร

- สารอาหารที่จุลินทรีย์ใช้ในการเจริญเติบโตและช่วยทำให้กระบวนการเมแทบอลิซึมของเชื้อเป็นไปโดยปกติ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน และมี growth factors เช่น น้ำ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส กรดไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่างๆ

โครงสร้างทางชีวภาพของอาหาร

- พืชตระกูลถั่วมีเปลือกหนาหุ้ม, เนื้อสัตว์ จะมีหนังหุ้ม, ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ จะมีเปลือกไข่, ผลไม้จะมีเปลือกห่อหุ้ม หากเปลือกหุ้มแตก จุลินทรีย์ก็สามารถเจริญเติบโตได้

สารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

- มีผลต่อแกรมบวก (+) มากกว่า แกรมลบ (-)
- ดังนั้นแกรมลบ (-) ที่เหลือรอดจึงทำให้อาหารเน่าเสียได้
- จากการสังเคราะห์ เช่น ซิตริก, ไนเตรท-ไนไตรท์, เบนโซอิก
- จากธรรมชาติ
- จากสมุนไพร-เครื่องเทศ เช่น eugenol ในหัวหอม, allicin ในกระเทียม, cinnamic aldehyde ในอบเชย, thymol ในสะระแหน่ เป็นต้น

- กรดที่จุลินทรีย์สร้างตามธรรมชาติ เช่น กรดแล็กทิก กรดแอซิติก เป็นต้น
- สารยับยั้งที่จุลินทรีย์สร้างขึ้น “แบคทีริโอซิน (bacteriocin)” (แบคทีริโอซิน เป็นสารที่มีโครงสร้างทางเคมีเป็นโปรตีนหรือเป็ปไทด์ ซึ่งแบคทีเรียหลายชนิดสร้างขึ้นและหลั่งออกมาฆ่าแบคทีเรียชนิดอื่น โดยเฉพาะแบคทีเรียที่มีความใกล้ชิดกันทางพันธุกรรม มีความต้องการทางชีวภาพ คล้ายๆ กัน) เช่น nisin เพื่อฆ่าเชื้อ *Listeria monocytogenes* ในแหนม

Aw

- จุลินทรีย์ต้องการน้ำในการเจริญเติบโต ขึ้นอยู่กับชนิดจุลินทรีย์
- Aw เป็นโมเลกุลของน้ำที่พร้อมจะเปลี่ยนสภาวะจากของเหลวไปเป็นไอ ซึ่งเป็น ส่วนของน้ำอิสระ (free water) เท่านั้น ซึ่งในการทำให้ข้นหรือการทำแห้งเป็นการระเหยน้ำอิสระออกไป ส่วนการเติมเกลือ น้ำตาล หรือส่วนผสมอื่นๆ ลงไป โมเลกุลของสารเหล่านั้นจะไปจับพันธะกับน้ำอิสระทำให้ค่า Aw ลดลง เช่น การแช่อิ่ม การดองเค็ม เป็นต้น

Aw เป็นอัตราส่วนของความดันไอ (vapour pressure) ของน้ำในอาหาร (P) ต่อความดันไอของน้ำบริสุทธิ์อิ่มตัว (Po) ที่อุณหภูมิและความดันเดียวกัน

$$aw = P/Po$$

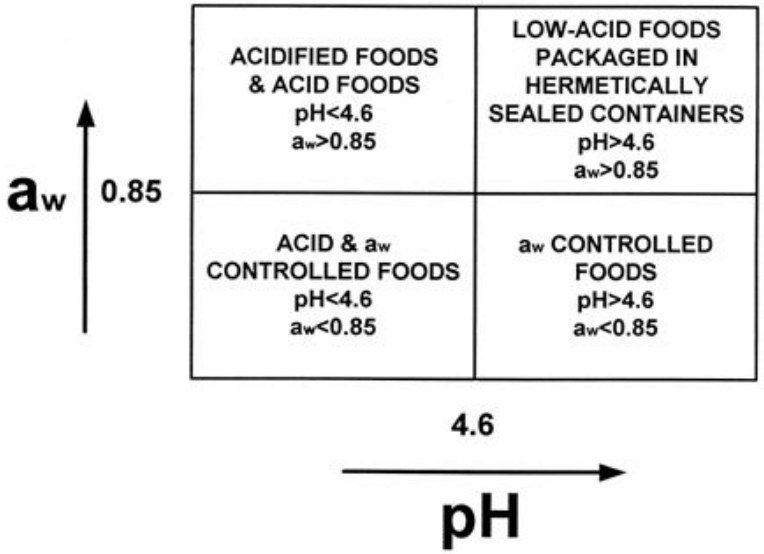
หรือวัดได้จากความชื้นสัมพัทธ์เหนืออาหารในสภาวะสมดุล (Equilibrium Relative Humidity, ERH) หารด้วย 100

$$aw = ERH/100$$

ค่า water activity มีค่า ตั้งแต่ 0-1

- ค่า Aw เป็นปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำต่ำสุดในอาหารที่เชื้อจุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตและใช้ในการเกิดปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ
- ควบคุมและป้องกันการเสื่อมเสียของอาหารที่เกิดขึ้นจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ โดยการทำให้อาหารมีค่า Aw < 0.6 ซึ่งต่ำกว่าที่เชื้อจุลินทรีย์จะเจริญเติบโตได้
- แบคทีเรียเกือบทุกชนิดไม่สามารถเจริญเติบโตได้ที่ค่า Aw < 0.9, ยีสต์จะไม่เจริญเติบโตที่ค่า Aw < 0.8, และราส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโต ที่ค่า Aw < 0.7

- Food and Drug Administration(FDA) ในสหรัฐอเมริกาใช้ค่า Water Activity, Aw เป็นดัชนีของความปลอดภัยในการแบ่งประเภทอาหาร โดยอาหารจะถูกแบ่งเป็น 4 ประเภท อาศัยค่า pH และค่า Aw



Highly perishable foods $a_w > 0.9$

Intermediate moist foods $a_w = 0.6\text{-}0.9$

Shelf stable foods $a_w < 0.6$

https://slideplayer.com/slide/6624031/

pH

- จุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะไม่เจริญเติบโตในสภาพที่มีค่า pH สูงหรือต่ำ เนื่องจากกรดและด่างจะทำลายเอนไซม์และสารต่าง ๆ ภายในเซลล์ ช่วงค่า pH ที่เหมาะสมอยู่ระหว่างค่า pH 6-8
- อาหารแต่ละชนิดมีค่า pH แตกต่างกัน เช่น ผลไม้ เครื่องดื่ม น้ำส้มสายชูและไวน์ มี pH ต่ำกว่าที่แบคทีเรียทั่วไปจะเติบโตได้ แต่ผลไม้ที่มี pH ต่ำ อาจเกิดการเน่าเสียได้ เนื่องจากเชื้อราและยีสต์เติบโตได้ดีที่ pH ต่ำกว่า 3.5

pH

- pH < 4.5 เป็นช่วงที่ค่า pH มีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ทำให้อาหารปลอดภัย
- ปกติจุลินทรีย์มีกลไกป้องกันการรั่วของไอออน H^+, OH^- เข้าสู่เซลล์ แต่สภาพที่มีค่า pH สูงหรือมาก cell membrane จะเสียสภาพทำให้ H^+, OH^-แพร่เข้าสู่เซลล์ ทำให้เซลล์ตายหรือชะงัก

pH

- เซลล์ปกติ ค่า pH ≈7 กรณีที่มีความเป็นกรดหรือด่างแก่ เยื่อหุ้มเซลล์จะถูกทำลาย H^+, OH^- รั่วเข้าสู่เซลล์ ทำให้ค่า pH ในเซลล์เปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับที่สารชีวโมเลกุล โปรตีน DNA เสียสภาพ กรณีที่มีความเป็นกรดหรือด่างอ่อน จะถูกดูดซึมเข้าเซลล์ แล้วแตกตัวให้ไอออนภายในเซลล์ ทำให้สารชีวโมเลกุลเสียสภาพและจะมีประสิทธิภาพในการทำลายเซลล์ได้ดีกว่า

Eh

- ค่าออกซิเดชัน รีดักชันโพเทนเชียล (oxidation-reducton potetial :Eh) คือการที่สารได้รับหรือเสียอิเล็กตรอน
  - ปฏิกิริยาการรับอิเล็กตรอนคือรีดักชัน
  - ปฏิกิริยาการเสียอิเล็กตรอนเรียกว่าออกซิเดชัน

  อาหารที่มีออกซิเจนละลายมากจะมีค่า Eh เป็นค่าบวก

Eh

- จุลินทรีย์ไวต่อ Eh โดย Eh จะเกิดอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้าง ATP ซึ่งจุลินทรีย์ต้องการพลังงานมาใช้ในเซลล์ ถ้าค่า Eh ต่ำ จุลินทรีย์จะไม่เจริญ

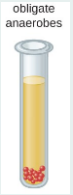
ปริมาณออกซิเจน

- ในบรรยากาศมีแก๊ส 3 ชนิดซึ่งมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ คือ ออกซิเจน, คาร์บอนไดออกไซด์, และไนโตรเจน โดยที่ออกซิเจนมีผลมากที่สุด คือไม่เพียงจะเกี่ยวข้องกับการหายใจเท่านั้น แต่ยังเป็นสารที่มี Oxidizing power สูงในรูปของสารที่เป็นพิษ เช่น H_2O_2

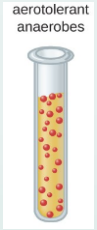
สามารถแบ่งจุลินทรีย์ได้ตามความต้องการปริมาณออกซิเจนในการเจริญเติบโต

- Obligate aerobes : $O_2 \uparrow$ เช่น รา, Pseudomonas
- Microaerophiles : $O_2 \downarrow$ เช่น Camphylobacter
- Facultative anaerobes : เช่น E.coli, Salmonella, Staphylococcus, Saccharomyces cerevisiae

สามารถแบ่งจุลินทรีย์ได้ตามความต้องการปริมาณออกซิเจนในการเจริญเติบโต



- Obligate anaerobes : เช่น Clostridium
- Oxygen-independent : เช่น Lactic acid bacteria จะมีกลไกทำลายความเป็นพิษของการเปลี่ยนรูปออกซิเจนได้ โดยใช้เอนไซม์ peroxidase, catalase เปลี่ยน H_2O_2 ไปเป็น H_2O จึงไม่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์

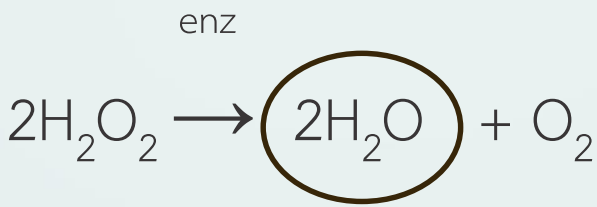


- สภาวะที่มีออกซิเจน ทำให้จุลินทรีย์ใช้ออกซิเจนเป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายเพื่อสร้างพลังงาน (จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักจะใช้สารอินทรีย์เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายแทนออกซิเจน)

$$O_2 + e^- \longrightarrow O_2^-$$

$$O_2 + 2e^- + 2H^+ \longrightarrow H_2O_2$$

- จุลินทรีย์ที่เจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีออกซิเจนจะมีเอนไซม์ peroxidase, catalase มาย่อยต่อ



THANKS