ต้นฉบับคู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ต้นแบบ

นิทรรศการโลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์

สำนักงานอุทยานการเรียนรู้

ต้นฉบับคู่มือกิจกรรมการเรียนรู้ต้นแบบ
TK park Exhibition Kit

“จุลินทรีย์” สิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่เป็นจุดเริ่มต้นของสิ่งมีชีวิตที่ยิ่งใหญ่ตั้งแต่อดีตมาจนถึงปัจจุบัน ในอดีตคนส่วนใหญ่มักรู้จัก “จุลินทรีย์” ในนามของเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ แต่ในอีกแง่หนึ่งเราสามารถใช้จุลินทรีย์เป็นเครื่องมือในกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น การเกษตร อาหาร การแพทย์ สิ่งแวดล้อม การที่จุลินทรีย์มีขนาดเล็กจึงต้องการพื้นที่เลี้ยงไม่มาก เจริญเติบโต และแบ่งตัวได้รวดเร็ว จึงสามารถผลิตสิ่งที่มนุษย์ต้องการนำไปใช้ประโยชน์ได้ในระยะเวลาอันรวดเร็ว

ด้วย “ขนาด” ที่เล็กมากจนบางครั้งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หลายครั้งเราจึงรู้สึกว่า “จุลินทรีย์” เป็นเรื่องไกลตัว แต่ในความเป็นจริง เพียงแค่เราก้มมองที่ฝ่ามือตัวเอง “จุลินทรีย์” หลากหลายสายพันธุ์ก็พร้อมที่จะทำความรู้จักกับเราแล้ว

นิทรรศการ “โลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์” จะทำการเปิดเผยโฉมหน้า “จุลินทรีย์” สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่บางครั้งคุณเองอาจจะต้องตกใจหากได้รู้ว่าพวกเขาอยู่ใกล้ตัวเราถึงเพียงนี้ ด้วยเครื่องมือของนักวิทยาศาสตร์ ร่วมเรียนรู้ถึงประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์ พร้อมไปดูกันว่าจุลินทรีย์กินอะไรเป็นอาหาร และพบกับพี่ ๆ นักวิจัยที่จะชวนน้อง ๆ “จุดประกายความคิด พัฒนาชีวิตด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี” กับการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในด้านต่าง ๆ แล้วทุกคนจะรู้จัก “จุลินทรีย์” มากกว่าเชื้อโรคที่ดูน่ากลัว

ประเด็นหลักของชุดกิจกรรม

1. เรียนรู้ความหลากหลายของจุลินทรีย์
2. เรียนรู้ถึงประโยชน์และโทษของจุลินทรีย์
3. เปิดมิติการเรียนรู้จากสิ่งที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า
4. เรียนรู้เทคโนโลยี เพื่อดึงจุดเด่นของจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์

เป้าหมาย

1. เยาวชนอายุ 7 - 18 ปี
2. เด็กอายุ 0 – 6 ปี ผู้ปกครอง และประชาชนทั่วไป

ป้ายนิทรรศการเพื่อการเรียนรู้ 20 แผ่น ประกอบด้วย

1. เปิดโลกจุลินทรีย์
2. ความหลากหลายของจุลินทรีย์
3. แบคทีเรีย (Bacteria) ผู้ย่อยสลายในธรรมชาติ
4. เห็ด รา ยีสต์
5. สาหร่าย (Algae) ป่าใหญ่ในผืนน้ำ
6. โพรโตซัว (Protozoa)
7. ไวรัส (Virus) วายร้ายใกล้ตัว
8. จุลินทรีย์ในร่างกาย
9. เชื้อโรคนักล่ากลุ่มสุดท้ายของมนุษย์
10. จุลินทรีย์ดีมีประโยชน์

*หัวข้อป้ายนิทรรศการอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามความเหมาะสม

รูปแบบการจัดนิทรรศการ

การจัดกิจกรรมมีการใช้พื้นที่บริเวณลานสานฝัน หน้าห้องมินิเธียเตอร์ 1 และ 2 โดยแบ่งพื้นที่ออกเป็น 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 “ทางเข้านิทรรศการและจุดลงทะเบียน” จะใช้พื้นที่บริเวณทางเข้าลานสานฝัน ทางเข้านิทรรศการมีการออกแบบเป็นฉากขนาดใหญ่หันหน้าต้อนรับผู้ใช้บริการห้องสมุดของอุทยานการเรียนรู้ TK park รูปแบบการตกแต่งอิงตามรูปแบบโปสเตอร์ประชาสัมพันธ์นิทรรศการ สำหรับจุดลงทะเบียนจะอยู่ด้านหน้าบริเวณทางเข้านิทรรศการ เป็นพื้นที่สำหรับประชาสัมพันธ์ข้อมูลนิทรรศการ รับลงทะเบียนและส่งผู้เข้าชมสู่ฐานกิจกรรม

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของฐานกิจกรรมที่ 1: เปิดโลกจุลินทรีย์ ฐานกิจกรรมนี้จะใช้พื้นที่ครึ่งหนึ่งของลานสานฝัน โดยมีไวนิล (Vinyl) ขนาด 260 x 240 เซนติเมตร แสดงข้อมูล และองค์ประกอบของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ โดยมีการออกแบบให้เข้าใจได้ง่าย และมีจุดแสดง “จานเชื้อจุลินทรีย์” ชนิดต่าง ๆ ติดกับโต๊ะของกล้องจุลทรรศน์ที่ปรับโฟกัสให้เห็นถึงรายละเอียดของเชื้อต่าง ๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า สำหรับให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ส่องดูเพื่อเห็นในมุมมองที่แปลกใหม่ อีกทั้งเป็นการเรียนรู้การใช้อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ของจริง โดยด้านในสุดของพื้นที่เป็นส่วนจัดแสดง “โมเดลเชื้อจุลินทรีย์” ชนิดต่าง ๆ เพื่อปูความรู้ไปยังฐานต่อ ๆ ไป นอกจากนี้ มีการตกแต่งโดยรอบพื้นที่โดยการใช้โครงสร้างไม้เพื่อทำ “แกลลอรี่ (Gallery) ภาพจุลินทรีย์หลากหลายชนิด ซึ่งขนาบด้วยจอมอนิเตอร์ (Monitor) ฉายภาพเชื้อจุลลินทรีย์ในรูปแบบไฟล์วิดิโอ

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของฐานกิจกรรมที่ 2: จุลินทรีย์ จิ๋วแต่แจ๋ว ฐานกิจกรรมนี้จะใช้พื้นที่อีกครึ่งหนึ่งของลานสานฝัน โดยมีจุดแสดง “ผลิตภัณฑ์จุลลินทรีย์” ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมีโปสเตอร์งานวิจัยผลิตผลิตภัณฑ์ “BS (น้ำหมักชีวภาพกำจัดยุง)” ขนาด 80 x 120 เซนติเมตร จากทางมหาวิทยาลัยมหิดล ติดอยู่บนโครงสร้างเพื่อเป็นพื้นหลังให้กับจุดแสดงผลิตภัณฑ์ ในส่วนถัดมา มีการจัดเตรียมโต๊ะเพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ทำการทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการย่อยน้ำตาลของจุลินทรีย์ (ยีสต์) โดยวิธีการทดลองจะให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมผสมสาร 3 ชนิด ได้แก่ ไฮโดรเจนเปอร์

ออกไซด์ (Hydrogen peroxide; H_2O_2) น้ำยาล้างจาน และสีผสมอาหาร ลงในยีสต์ที่ผสมกับน้ำ เพื่อสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น โดยมีวิทยากรคอยดูแลอย่างใกล้ชิด

ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของฐานกิจกรรมที่ 3: Workshop จุลินทรีย์เพื่อนรัก ใช้พื้นที่บริเวณทางเข้าห้องมินิเธียเตอร์ 1 ปูด้วยเสื่อ และใช้โต๊ะญี่ปุ่นสำหรับทำกิจกรรม มีรูปจุลลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ เป็นแบบให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมใช้ “แป้งโดว์” ในการปั้น

ส่วนที่ 5 เป็นส่วนของกิจกรรม Workshop ใช้พื้นพื้นที่ในห้องมินิเธียเตอร์ 2 มีการจัดวางโต๊ะสำหรับให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้เรียนรู้ เรื่องการทำ “กล้องจุลทรรศน์ DIY.” ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือเพื่อมอง สังเกต สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ซึ่งสามารถพกติดตัวไปใช้ได้ทุกที่ และมีราคาต้นทุนในการประดิษฐ์ต่ำ เหมาะทำเป็นสื่อการเรียนรู้ในครอบครัว โดยมีการจัดวางโต๊ะในลักษณะครึ่งวงกลม และมีโต๊ะสำหรับวิทยากรที่สอนวิธีการทำไว้หน้าห้อง

เนื้อหาคู่มือประกอบนิทรรศการ
นิทรรศการโลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์

เปิดโลกจุลินทรีย์

“จุลินทรีย์ (Microorganisms)” คือสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดเล็ก ที่มีทั้งแบบเซลล์เดียวและหลายเซลล์ มีองค์ประกอบของเซลล์ไม่ซับซ้อน ต่างจากเซลล์ของสิ่งมีชีวิตชั้นสูง แม้ตัวจะเล็กแต่ก็เป็น **“จุดเริ่มต้นของวิวัฒนาการ ซึ่งทำให้เกิดความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity)” และมีบทบาทสำคัญต่อวัฏจักรต่าง ๆ ของโลกใบนี้**

“แบคทีเรีย (Bacteria)” คือจุลินทรีย์ชนิดแรกที่ถูกค้นพบ โดยชาวดัทช์ชื่อ **“แอนโทนี แวน เลเวนฮุก (Anthony van Leeuwenhoek)”** ในปี พ.ศ. 2219 (ค.ศ. 1676) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์เลนส์เดียวที่เขาออกแบบด้วยตัวเองจนได้รับการยกย่องว่าเป็นนักจุลชีววิทยาคนแรกของโลก

แอนโทนี แวน เลเวนฮุก (Anthony van Leeuwenhoek)

แอนโทนี แวน เลเวนฮุค (Anthony van Leeuwenhoek) ไม่เคยร่ำเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัย อีกทั้งไม่มีความรู้เรื่องภาษาลาตินซึ่งเป็นภาษาทางวิชาการในสมัยนั้น แต่ใช้ความช่างสังเกตและขยันบันทึกข้อมูลไว้เป็นหลักฐาน จนสร้างคุณูปการอันยิ่งใหญ่สำหรับวิทยาศาสตร์สาขาชีววิทยา สมาคมวิชาการแห่งลอนดอน (Royal Society of London) จึงมีมติยกย่องให้เป็นบุคคลสำคัญทางประวัติศาสตร์โลกทางด้านจุลทรรศวิทยา (Microscopy)

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนชนิด (Species) มากที่สุด ทั้งยังมี**ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biological diversity)** ในเชิง**ความหลากหลายของชนิด (Species diversity) ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity)** และ**ความหลากหลายของแหล่งที่อยู่อาศัย (Ecological diversity)** สูงมากเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น เราจึงพบสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กระจายอยู่ในแหล่งต่าง ๆ ทั้งในอากาศ ดิน น้ำ รวมทั้งในร่างกายมนุษย์ ฯลฯ และแม้แต่ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น

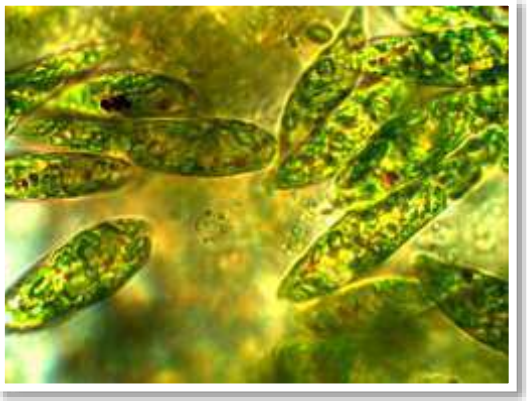
ในน้ำพุร้อน ที่เย็นจัดจนอุณหภูมิติดลบ เช่น ธารน้ำแข็ง หรือบริเวณที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงมาก เช่น ปากปล่องภูเขาไฟใต้ทะเล

เชื่อกันว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่นักจุลชีววิทยาพบและศึกษาจนถึงปัจจุบันคิดเป็นประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนโลก

แบคทีเรีย (Bacteria)

ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)

โพรโทซัวกลุ่มซิลิเอต (Ciliate Protozoa)



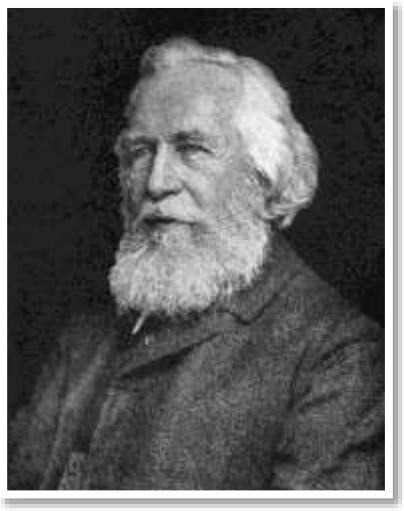
โพรโทซัวกลุ่มแฟลกเจลเลต (Flagellate Protozoa)

เห็ด รา (Fungi)

สาหร่าย (Algae)

ความหลากหลายของจุลินทรีย์

ในอดีตนักวิทยาศาสตร์จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น 2 ประเภท คือ พืชและสัตว์แต่เมื่อมีการใช้กล้องจุลทรรศน์ ก็ค้นพบ**สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่** ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นพืชหรือสัตว์ **เพราะมีคุณสมบัติของทั้งพืช และสัตว์อยู่รวมกัน**



เฮคเคล (Ernst Heinrich Haeckel)

ในปี พ.ศ. 2409 (ค.ศ. 1866) **เฮคเคล (Ernst Heinrich Haeckel)** นักสัตววิทยาชาวเยอรมันได้เสนอแนะในการจัดกลุ่มของสิ่งมีชีวิตขึ้นใหม่เรียกว่า **“อาณาจักรใหม่โพรทิสตา (Protista)”** ที่มีลักษณะเป็นอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต **“เซลล์เดียว (Unicellular)”** หรือ **“หลายเซลล์ (Multicellular)”** แต่เป็นเซลล์ชนิดเดียวกัน มีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ไม่มีการจัดเรียงเซลล์ที่แน่นอนและไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อทำหน้าที่โดยเฉพาะ ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria) สาหร่าย (Algae) รา (Fungi) และโพรโทซัว (Protozoa) ต่อมาจึงมีการศึกษาและแบ่งจุลินทรีย์ออกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. **โพรคาริโอต (Prokaryote)** หรือ **“โพรคาริโอติกเซลล์ (Prokaryotic cell)”** มีลักษณะสำคัญคือ **นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane) ห่อหุ้ม** จุลินทรีย์เหล่านี้ ได้แก่ แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน[1]

[1] สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นแบคทีเรียที่เรียกว่า **“ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)”**

2. **ยูคาริโอต (Eukaryote)** หรือ **“ยูคาริโอติกเซลล์ (Eukaryotic cell)”** มีลักษณะสำคัญคือ **นิวเคลียสมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสห่อหุ้ม** จุลินทรีย์พวกนี้ ได้แก่ โปรโตซัว รา และสาหร่าย

ปัจจุบันจุลินทรีย์ที่เป็นเซลล์พบอยู่ใน 3 อาณาจักร คือ อาณาจักรโมเนอรา (Kingdom Monera) อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) และอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Fungi) **ตามการจำแนกสิ่งมีชีวิตของ โรเบิร์ต เอช วิทเทคเกอร์ (Robert H. Whittaker)** ซึ่งจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร ได้แก่ อาณาจักรโมเนอรา (Monera) อาณาจักรโพรทิสตา (Protista) อาณาจักรเห็ดรา (Fungi) อาณาจักรพืช (Plantae) และอาณาจักรสัตว์ (Animalia)

สำหรับไวรัส (Viruses) เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particles) ไม่ได้มีลักษณะเป็นเซลล์ จึงมีการจัดอยู่ในอาณาจักรไวรา (Kingdom Vira)

แบคทีเรีย (Bacteria)...ผู้ย่อยสลายในธรรมชาติ

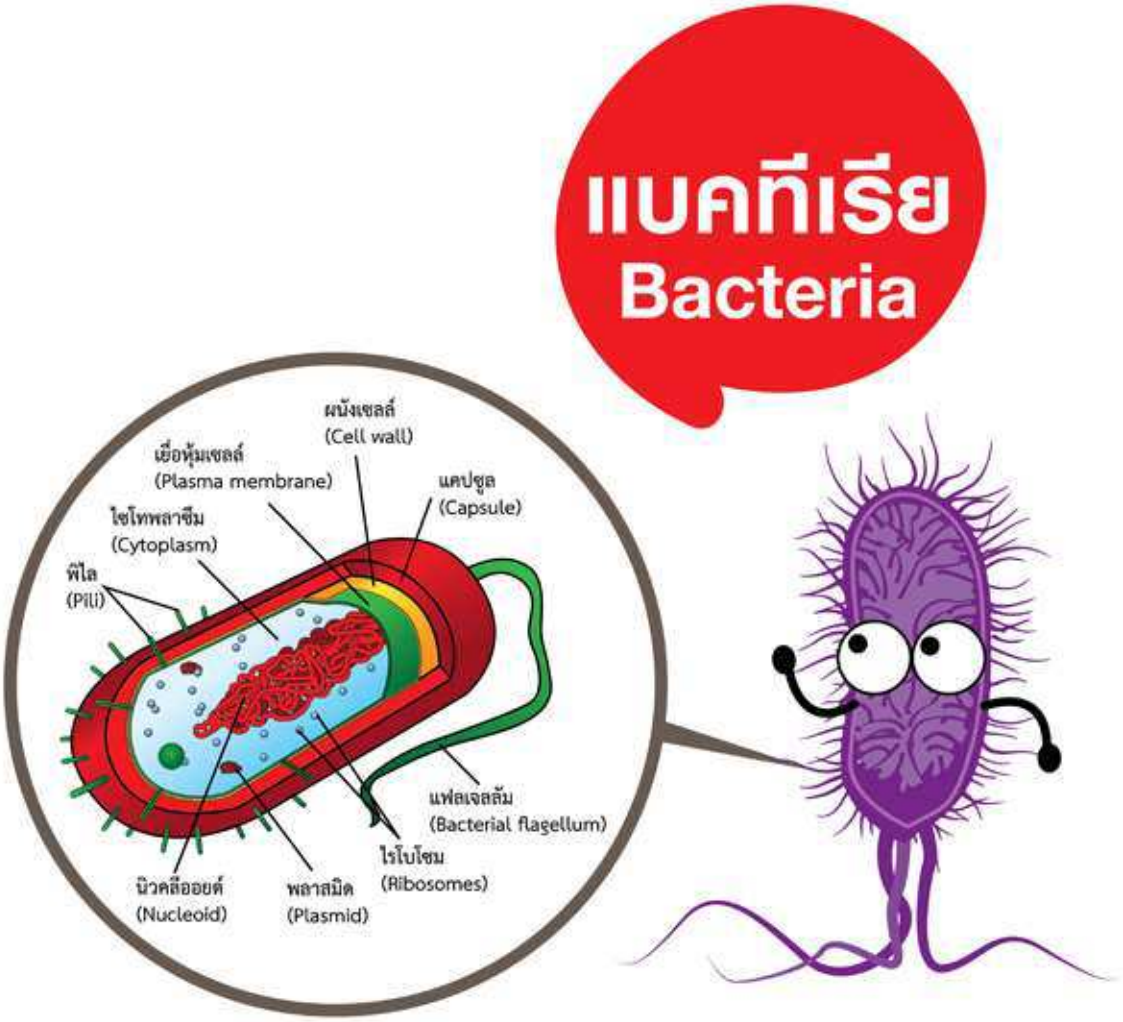


Diagram แบคทีเรียกลุ่มบาซิลลัส (Bacillus Bacteria)

แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นเซลล์แบบโพรคาริโอต (Prokariotic Cell) มีลักษณะเป็นเซลล์เดียว (Unicellular) มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีขนาดเล็กประมาณ 0.3 - 2 ไมโครเมตร ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000 เท่าจึงจะเห็นได้ชัด แต่เมื่อเลี้ยงแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อในห้องปฏิบัติการและอยู่รวมกันเป็นจำนวนมากเรียกว่า โคโลนี (Colony) ซึ่งสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเซลล์เป็นปัจจัยหลักที่นำมาจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรีย นอกจากนี้ด้วยคุณสมบัติและโครงสร้างภายในเซลล์ที่ต่างกันของแบคทีเรีย การย้อมสีแบบแกรม (Gram Staining) จึงเป็นอีกหนึ่งวิธีการเบื้องต้นในการจำแนกแบคทีเรีย

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **โมเนอรา (Kingdom Monera)**

รูปพรรณสัณฐาน (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** เซลล์เดียว (Unicellular) แบบโปรคาริโอต (Prokaryotic cell)
- **รูปร่าง**

  - รูปกลม (Coccus)
  - รูปแท่ง (Bacillus)
  - รูปเกลียว (Spiral)

  นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียกลุ่มที่เรียกว่า “แอคติโนมัยซีท (Actinomycetes)” ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายเชื้อรา
- **ขนาด** มีขนาดเล็กประมาณ 0.3 - 2 ไมโครเมตร (10^{-3} เมตร)

รูปกลม (Coccus)

รูปแท่ง (Bacillus)

รูปเกลียว (Spiral)

การดำรงชีพ (Living)

- **ยูแบคทีเรีย (Eubacteria)** แบคทีเรียที่อยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมดาทั่วไป ทั้งในดิน น้ำ อากาศ อาหาร และในร่างกายสิ่งมีชีวิตอื่น
- **อาร์เคียแบคทีเรีย (Archaebacteria)** แบคทีเรียที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายเป็นพิเศษ เช่น ร้อนจัด มีความเป็นกรดหรือเบสสูง หรือบริเวณที่มีสารพิษสูง

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)
- ปรสิต (Parasite)

ด้านบวก

- มีความสามารถในการย่อยสารอินทรีย์ เช่น พลาสติก กระดาษ หรือน้ำมัน ได้ แบคทีเรียจึงถูกนำมาใช้ในกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) และการบำบัดของเสีย
- นำมาใช้ประโยชน์ในการหมักอาหาร (Fermentation) เช่น *Lactobacillus acidophilus* ซึ่งอยู่ในลำไส้ของมนุษย์ ช่วยสร้างวิตามินและช่วยย่อยอาหาร
- ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของอาหารและน้ำ เช่น *Escherichia coli*

ด้านลบ

- แบคทีเรียประมาณร้อยละ 1 สามารถก่อให้เกิดโรคได้ (Pathogen) เช่น *Bordetella pertussis* จะสร้างสารพิษ (Toxin) ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย ทำให้เกิดโรคบาดทะยัก และไอกรน เป็นต้น
- เป็นสาเหตุของการเน่าเสียของอาหาร เช่น *Alcaligenes* spp. ทำให้นม และเนื้อสัตว์เสีย

เรื่องน่ารู้

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Blue green algae) หรือไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria) เป็นแบคทีเรียที่สามารถสังเคราะห์อาหารด้วยแสง มีกระบวนการสังเคราะห์อาหารด้วยแสง (Photosynthetic pathway) ใกล้เคียงกับสาหร่ายและพืชชั้นสูง อาจเนื่องด้วยการมีรงควัตถุเป็นแบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น (แต่รงควัตถุของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะกระจายไปใน ไซโทพลาซึม (Cytoplasm) ไม่ได้อยู่รวมกันใน พลาสติด (Plastid) อย่างเช่น คลอโรพลาสต์ (Chloroplast)

เห็ด รา ยีสต์

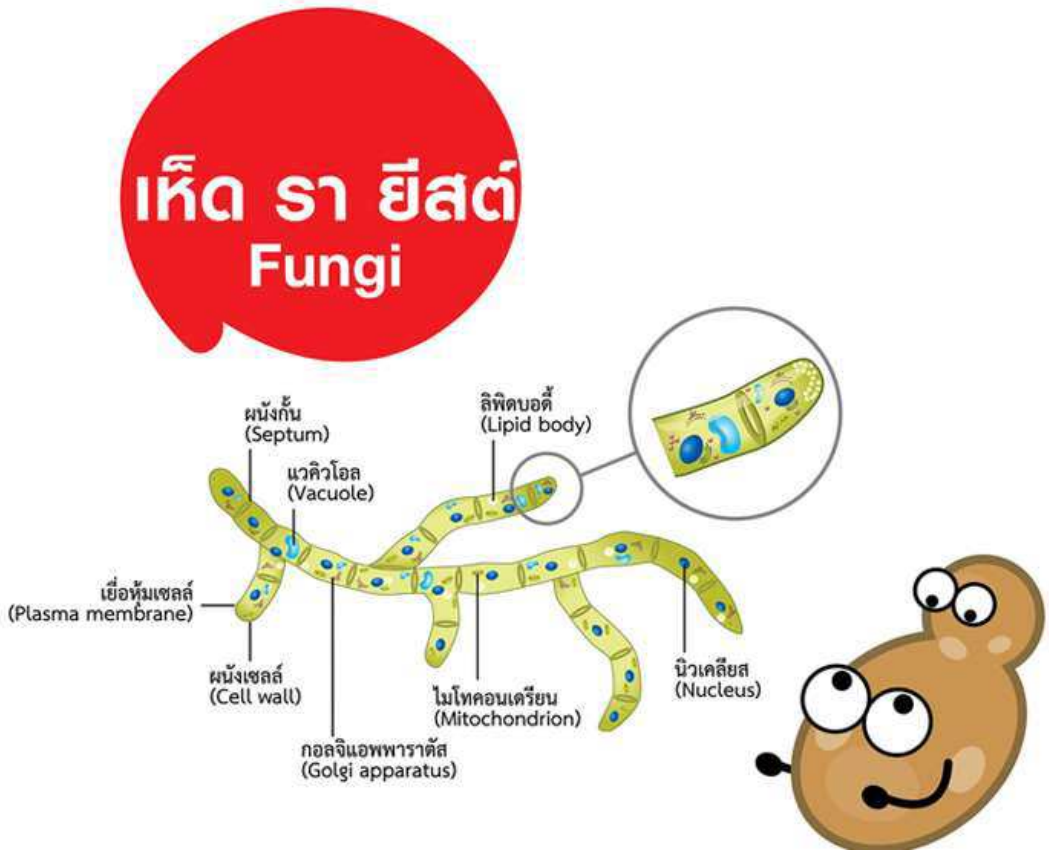
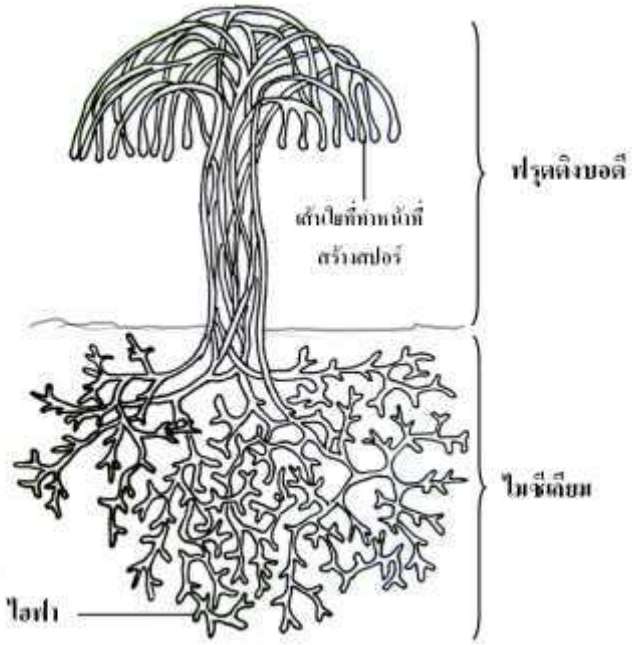


Diagram กลุ่มรา (Mold)

เห็ด รา ยีสต์ เป็นพวกยูคาริโอตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) มีทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น ยีสต์ และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ เช่น ราและเห็ดชนิดต่าง ๆ โดยที่ราส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นใย เรียกว่า “ไฮฟา (Hypha)” กลุ่มของไฮฟา เรียกว่า “ไมซีเลียม (Mycelium)” ซึ่งไมซีเลียมของราบางชนิดจะรวมกลุ่มและพัฒนาเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า “ฟรุตติงบอดี (Fruiting body)”



ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

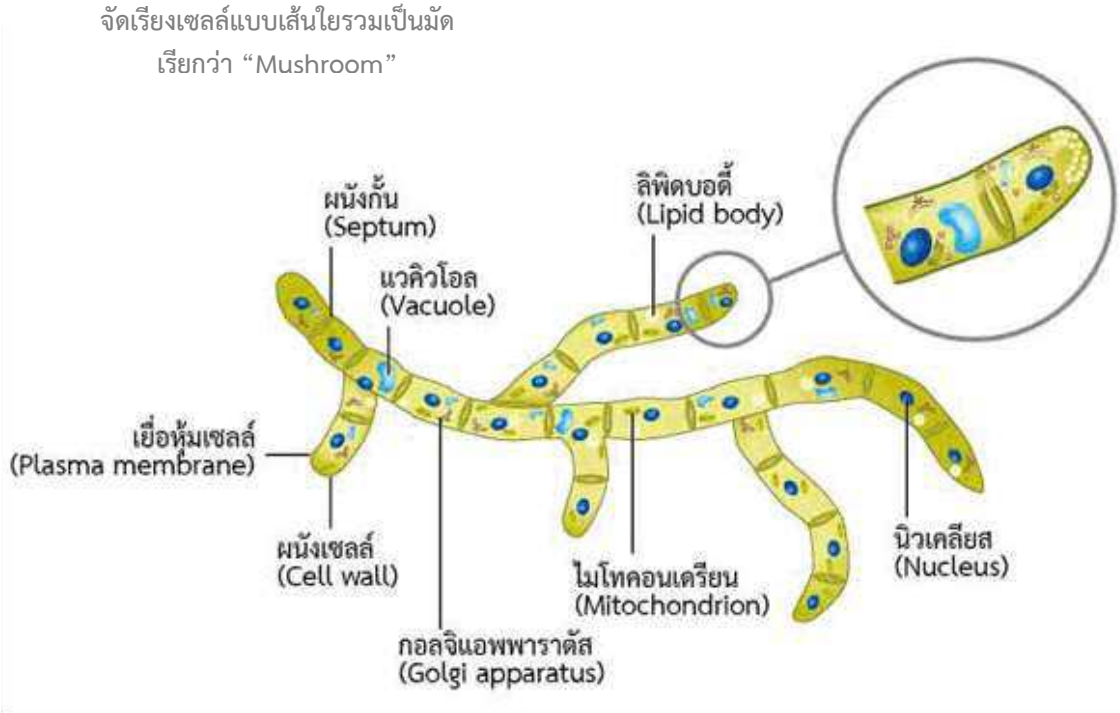
- **เห็ดรา (Kingdom Fungi)**

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** เซลล์แบบยูคาริโอต (Eukaryote) มีทั้งแบบเซลล์เดี่ยวและหลายเซลล์
- **ขนาด** เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางด้านขนาด โดยมีขนาดเล็กตั้งแต่ประมาณ (10^{-3} เมตร) – 1 เมตร
- **รูปร่าง** มี 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้
  - จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยเดี่ยวหรือแตกแขนง เรียกว่า “**Mold**”
  - จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยรวมเป็นมัด เรียกว่า “**Mushroom**”
  - มีลักษณะรูปร่างหลายแบบ เช่น วงกลม วงรี สามเหลี่ยม

จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยรวมเป็นมัด
เรียกว่า “Mushroom”

มีลักษณะรูปร่างหลายแบบ
เช่น วงกลม วงรี สามเหลี่ยม



จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยเดี่ยวหรือ
แตกแขนง เรียกว่า “Mold”

การดำรงชีพ (Living)

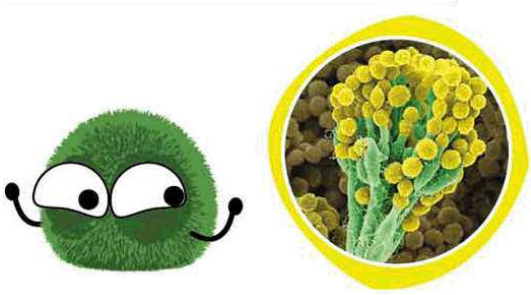
- **ดำรงชีพเป็นอิสระ (Free living)** ทั้งบนบกและในน้ำ
- **อาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (Symbiont)**
  - แบบภาวะย่อยสลาย (Saprophytidm)
  - แบบพึ่งพากัน (Mutualism)
  - แบบภาวะปรสิต (Parasitism)

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

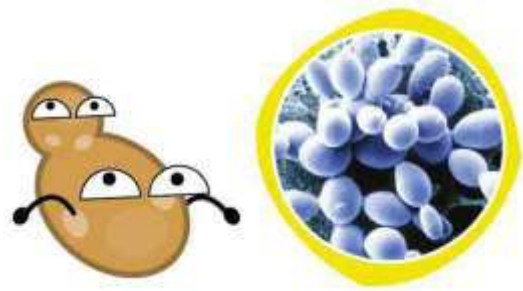
- **เป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต (Saprophyte)** ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลง

ประโยชน์ (Benefit)

- **เห็ด : เห็ดหลินจือ *(Ganoderma lucidum)*** จัดเป็นราชาแห่งสมุนไพรจีนที่มีการใช้รักษาโรคต่าง ๆ มานานกว่า 4,000 ปี ปัจจุบันเป็นเห็ดที่นิยมใช้ทางการแพทย์ เพราะมีสาระสำคัญ ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย เช่น สารกลุ่ม Polysaccharides, สารกลุ่ม Trierpenoids และสารกลุ่ม Sterols เป็นต้น

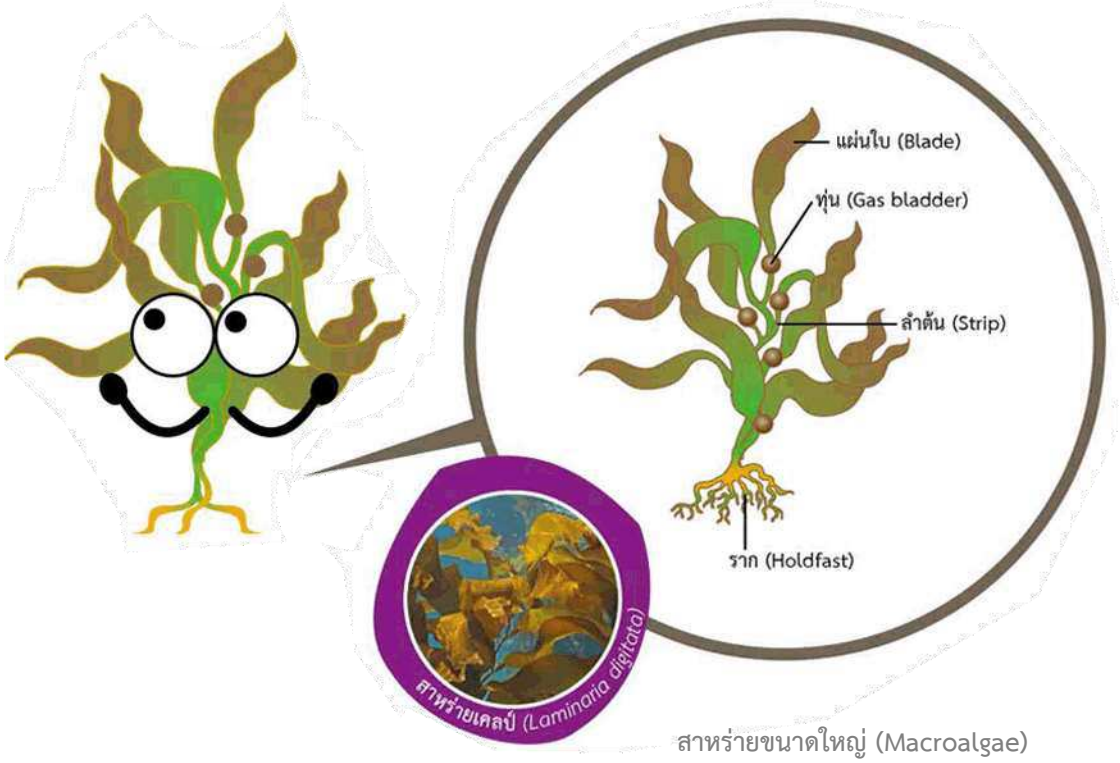


- **รา : เพนิซิลเลียม นอตาตัม (*Penicillium notatum*) หรือ “ราเขียว”** สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างโปรตีน ที่จำเป็นในการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด ถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ผลิตยา **“เพนิซิลิน (Penicillin) ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะตัวแรกของโลก”** สามารถใช้รักษาโรคได้มากมาย เช่น โรคคอตีบ บาดทะยัก ปอดอักเสบ และเยื่อหุ้มสมองอักเสบ

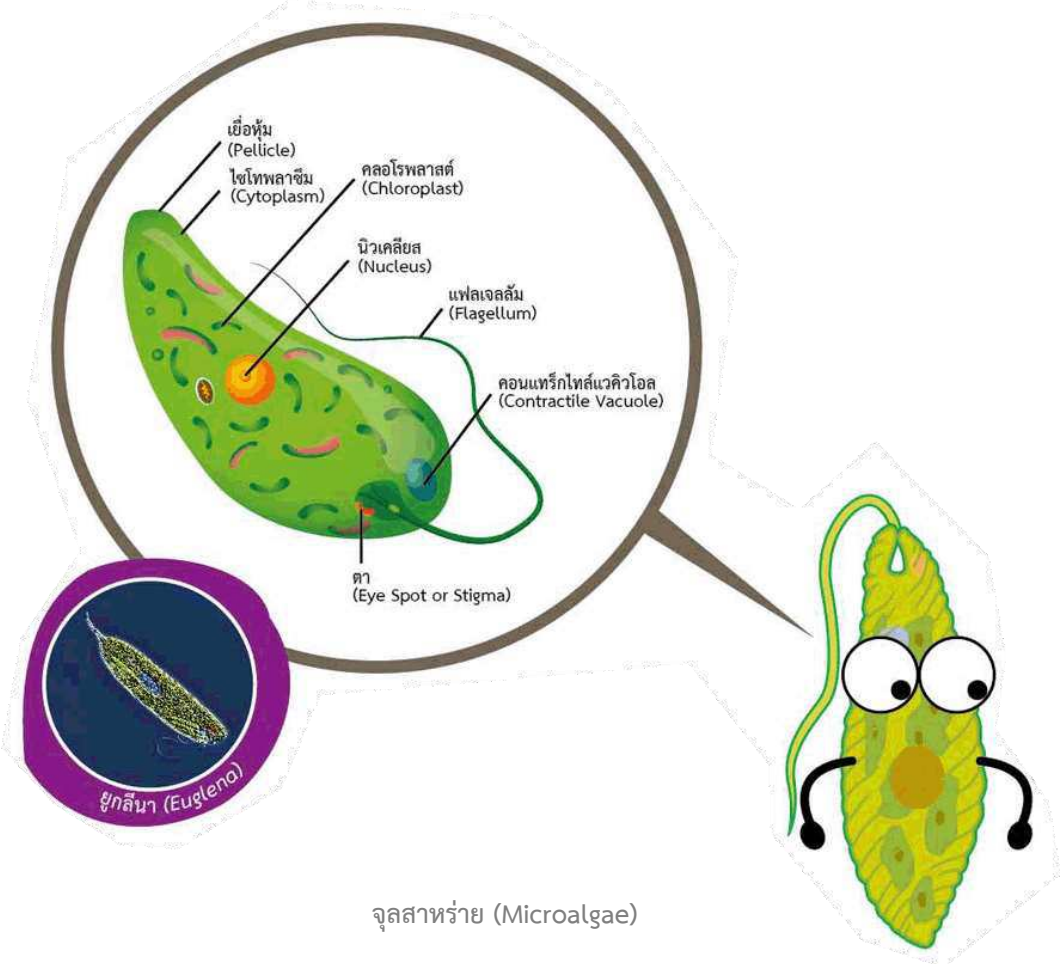


- **ยีสต์: แซคคาโรโมซีส เซเรวิซีอี (*Saccharomyces cerevisiae*)** เป็นยีสต์ชนิดหนึ่งที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อหมัก (Fermentation) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์, ใช้เป็นสารขึ้นฟูในขนมปัง และใช้ผลิตสารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)

สาหร่าย (Algae)...ป่าใหญ่ในผืนน้ำ



สาหร่ายขนาดใหญ่ (Macroalgae)



จุลสาหร่าย (Microalgae)

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ยูแคริโอต มีทั้งพวกที่ดำรงชีวิตแบบเซลล์เดี่ยว (Unicellular) และพวกที่เซลล์เจริญรวมกันแบบหลายเซลล์ (Multicellular) มีการแพร่กระจายอยู่ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย และที่ชื้นแฉะ สาหร่ายที่เจริญเป็นเซลล์เดี่ยวโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาจึงจะสามารถสังเกตเห็นลักษณะสัณฐานและโครงของเซลล์ได้ เรียกสาหร่ายกลุ่มนี้ว่า **จุลสาหร่าย (Microalgae)** สำหรับสาหร่ายที่เจริญเป็นแบบหลายเซลล์ ส่วนใหญ่จะมีการพัฒนาเป็นรูปสัณฐานขนาดใหญ่จนสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ จึงเรียกว่า **สาหร่ายขนาดใหญ่ หรือมหสาหร่าย (Microalgae)** ซึ่งบางชนิดมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูง มีการพัฒนากลุ่มของเซลล์จนกลายเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน ทำหน้าที่คล้ายราก ลำต้น และใบ แต่อย่างไรก็ตาม โครงสร้างที่ปรากฏเหล่านั้นยังไม่ถือว่าเป็นราก ลำต้น และใบที่แท้จริง เพราะขาดสมบัติของการทำงานร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อ ภายในเซลล์ของสาหร่ายมีสารสี (Pigments) ที่ช่วยตรึงพลังงานแสงมาใช้ในการสังเคราะห์แสงได้คล้ายกับพืช

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **โพรทิสตา (Kingdom Protista)**

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ยูคาริโอต (Eukaryote) มีทั้งแบบเซลล์เดี่ยว (Unicellular) เช่น *Chlorella sp.* และพวกที่เซลล์เจริญรวมกันแบบหลายเซลล์ (Multicellular) เช่น เคลป์ (*Laminaria digitata*)
- **รูปร่าง** สาหร่ายมีความหลากหลายในเชิงรูปร่าง และรูปทรง เช่น รูปทรงกลม ท่อน รูปคล้ายกระบอง รูปเกลียว รูปเรียวแหลม และโค้งงอคล้ายพระจันทร์เสี้ยว

การดำรงชีพ (Living)

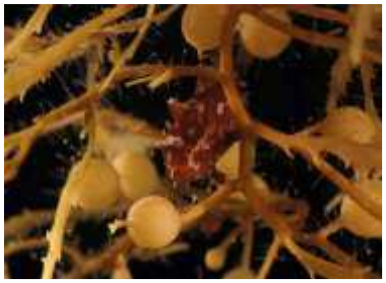
- สาหร่ายมีการแพร่กระจายอยู่ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย และที่ชื้นแฉะ
- สาหร่ายเซลล์เดียวจะอยู่เป็นอิสระ (Free living) ทั้งเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำ เกาะอยู่กับวัตถุต่าง ๆ ในน้ำ หรือมีรยางค์ช่วยในการเคลื่อนที่
- สาหร่ายที่มีขนาดใหญ่จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Colony) เป็นสาย หรือเรียงตัวกันเป็นแผ่น และบางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- สาหร่ายเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary Producer) ที่สำคัญของห่วงโซ่อาหาร และเป็นผู้ผลิตออกซิเจนที่สำคัญ เนื่องจากภายในเซลล์ของสาหร่ายมีสารสี (Pigments) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

ด้านบวก

- สาหร่ายเป็นที่พักอาศัยของสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.) และเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิต เช่น จีฉ่าย (*Gelidium corneum*)
- ใช้บำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสาหร่ายสามารถนำแอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต และฟอสฟอรัส ซึ่งมีมากในน้ำเสียมาใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้น้ำเสีย หรือน้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น เช่น *Cladophora* spp.
- นำมาทำเครื่องสำอางและอาหารสุขภาพ เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น สาหร่ายเตาหรือเทาน้ำ (*Spirogyra* spp.)
- ใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น ใช้สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* spp.) ในการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคกระเพาะ หรือผลิตสารปฏิชีวนะ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด



สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.)

จีฉ่าย (*Gelidium corneum*)

ด้านลบ

- หากจุลสาหร่ายมีความหนาแน่นมากเกินไป จนทำให้เกิด**ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Algal bloom)** มีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำต่ำลง สัตว์น้ำที่อยู่ในบริเวณนั้น จะเสียชีวิตเนื่องจากขาดออกซิเจน

ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Algal bloom)

โพรโทซัว (Protozoa)

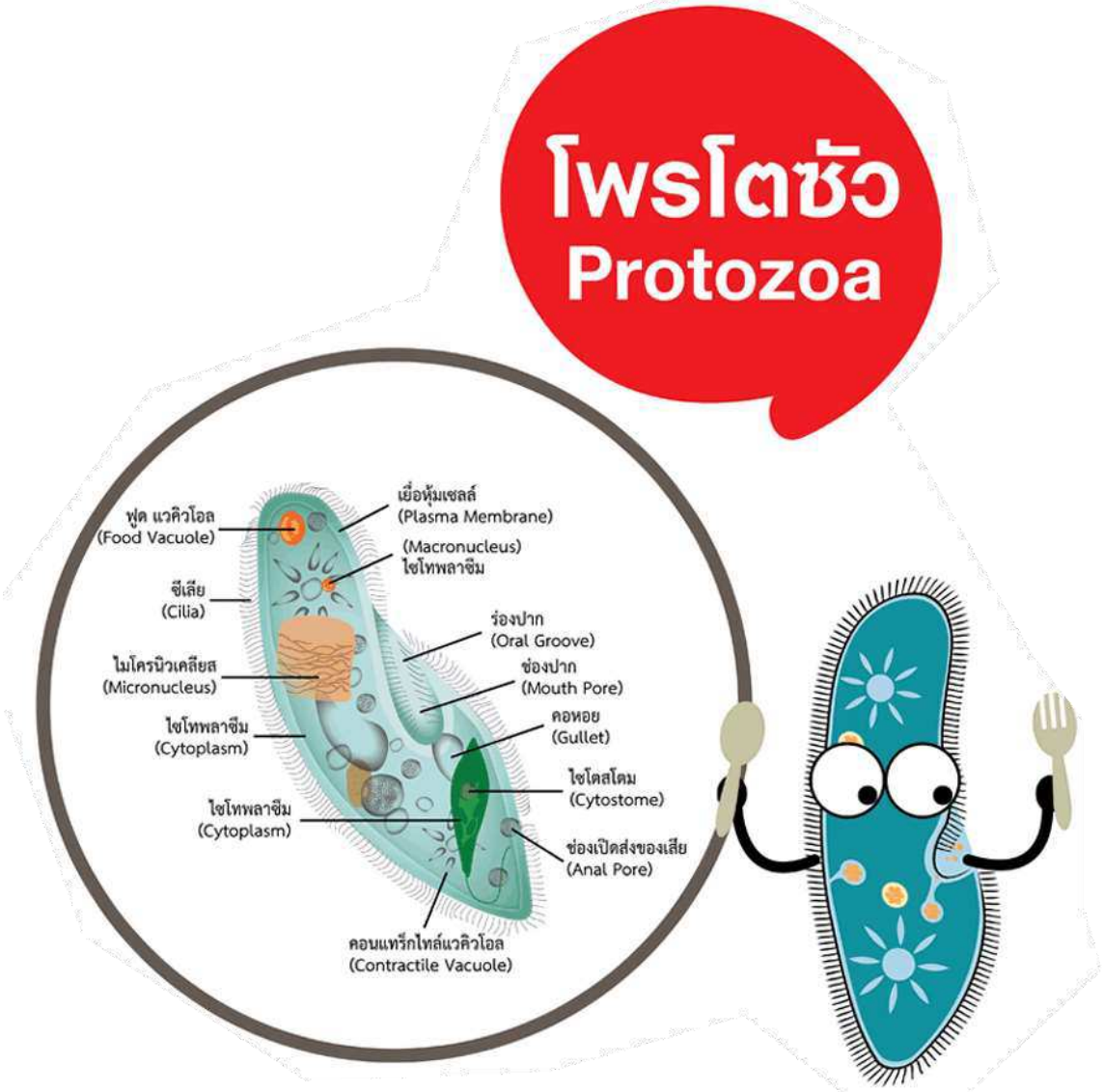
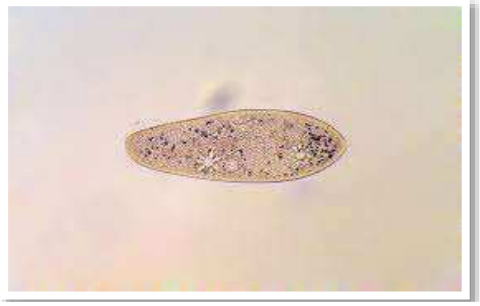


Diagram พารามีเซียม (Paramecium)

“โพรโทซัว (Protozoa)” มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คำว่า **“Proto”** แปลว่า **“แรกเริ่ม”** และคำว่า **“Ƶoon”** แปลว่า **“สัตว์”** รวมแล้วจึงแปลว่า **“สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนสัตว์ในเบื้องต้น”** โพรโทซัวเป็นสิ่งมีชีวิตใน **“อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)”** มีขนาดตั้งแต่เล็กระดับไมโครเมตร (10^{-6}) ไปจนถึงใหญ่ขนาดมิลลิเมตร (10^{-3} เมตร) โครงร่างของโพรโทซัวมีทั้งแบบ **“ร่างกายสมมาตร (Symmetry)”** เช่น พารามีเซียม (*Paramecium*) และ **“ไม่สมมาตร (Bilateral symmetry)”** เช่น อมีบา (*Amoeba*)



Paramecium มีร่างกายแบบสมมาตร (Symmetry)

Amoeba มีร่างกายแบบไม่สมมาตร (Asymmetry)

โครงสร้างภายในเซลล์ (Cell Structure and Organelles)

โพรโทซัวจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างของเซลล์แบบ **“ยูคาริโอต (Eukaryote)”** แต่ละเซลล์จึงเปรียบ เสมือนสิ่งมีชีวิตทั้งตัว โดยมี **“เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell envelope)”** ห่อหุ้ม **“ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm)”** และ **“นิวเคลียส (Nucleus)”**

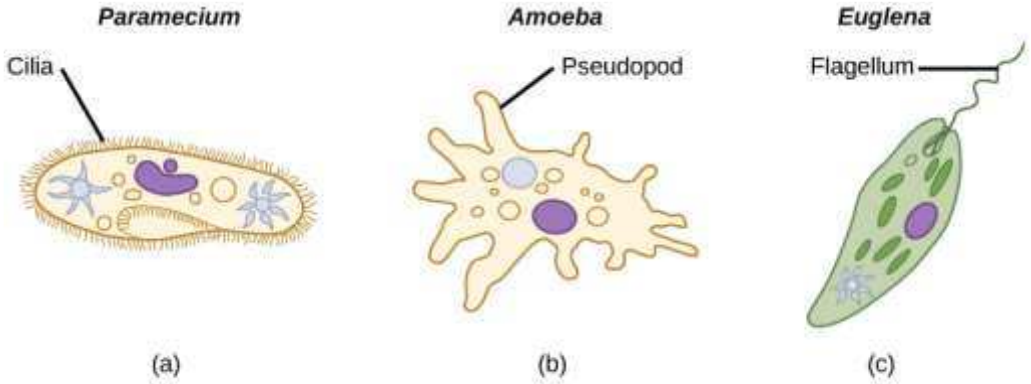
อวัยวะในการเคลื่อนที่

อวัยวะในการเคลื่อนที่ของโพรโทซัว ได้แก่ ซูโดโพเดียม (Pseudopodium), แฟลกเจลลา (Flagella) และซีเลีย (Cilia)

- **ซูโดโพเดียม (Pseudopodium)** เกิดจากการไหลเทของไซโทพลาสซึมยื่นออกไปจากเซลล์บริเวณที่ไม่มีเพลลิเคิล[2] ห่อหุ้ม จึงเกิดเป็น **“เท้าเทียม”** ซึ่งเป็นอวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของพวก **“อมีบา (*Amoeba*)”** เป็นต้น (รูป b)

[2] **“เพลลิเคิล (Pellicle)”** ผิวชั้นนอกสุดของเยื่อหุ้มเซลล์ มีความหนาและยืดหยุ่น ทำหน้าที่ป้องกันความแห้งแล้งและสารเคมี

- **แฟลกเจลลาและซีเลีย (Flagella and Cilia) “แฟลกเจลลา (Flagella)”** มีลักษณะเป็นเส้นสายยาวยื่นออกจากไซโทพลาซึม มีความยาวประมาณ 100 - 200 ไมครอน ใช้ในการเคลื่อนที่ของ **“ยูกลีนา (*Euglena*)”** เป็นต้น (รูป c) ส่วน **“ซีเลีย (Cilia)”** มีลักษณะคล้ายแฟลกเจลลา แต่มีความยาวเพียง 2 -10 ไมครอน และมีจำนวนมากกว่า ใช้ในการเคลื่อนที่ของ **“พารามีเซียม (*Paramecium*)”** เป็นต้น (รูป a) โดยซีเลียนอกจากจะช่วยในการเคลื่อนที่แล้ว ยังช่วยในการกินอาหารและเป็นอวัยวะรับสัมผัส



การสืบพันธุ์ (Reproduction)

การสืบพันธ์ของโพรโทซัวมีทั้งแบบ **“ไม่อาศัยเพศ”** และ **“อาศัยเพศ”**

- **การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ** เกิดขึ้นโดยการแบ่งเซลล์จากหนึ่งเป็นสอง โดยเซลล์ลูกที่ได้อาจมีขนาดเท่าหรือไม่เท่ากัน
  - **การแบ่งตัวจากหนึ่งเป็นสอง (Binary fission)** รูปแบบนี้พบมากที่สุด มีทั้งแบ่งตัวตามยาว เช่น พวกแฟลกเจลเลต[3] และแบ่งตัวตามขวาง เช่น พวกซิลิเอต[4]
  - **การแบ่งตัวแบบทวีคูณ (Multiple fission)** ภายในเซลล์แม่จะเกิดการแบ่งนิวเคลียสมากมาย จากนั้นไซโทพลาสซึมจะเข้าไปล้อมรอบนิวเคลียสกลายเป็นเซลล์ลูกจำนวนมาก
  - **การแตกหน่อ (Budding)** เป็นกระบวนการสร้างเซลล์ใหม่ที่เล็กกว่าเซลล์เดิม โดยเซลล์แม่จะอยู่กับที่และปล่อยเซลล์ลูกเคลื่อนที่ออกไป (Swarmer)
- **การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction)** โดยใช้กระบวนการ **“คอนจูเกชัน (Conjugation)”** ซึ่งเป็นการรวมตัวกันชั่วคราวของเซลล์เพื่อแลกเปลี่ยนนิวเคลียส พบในพวกซิลิเอต

[3] **“แฟลกเจลเลต (Flagellate)”** เป็นโพรทิสต์ที่ใช้แฟลกเจลลาในการเคลื่อนที่

[4] **“ซิลิเอต (Ciliate)”** เป็นโพรทิสต์ที่ใช้ซิเลียในการเคลื่อนที่

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร (Kingdom)

- โพรทิสตา (Kingdom Protista)

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ยูคาริโอต (Eukaryote)
- **รูปร่าง** ร่างกายสมมาตร (Symmetry) และไม่สมมาตร (Bilateral symmetry)
- **ขนาด** ตั้งแต่ระดับไมโครเมตร (10^{-6} เมตร) ไปจนถึงขนาดมิลลิเมตร (10^{-3} เมตร)

การดำรงชีพ (Living)

- **"ดำรงชีพเป็นอิสระ (Free living)"** พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำ ดินทราย ซากเน่าเปื่อย หรือพื้นที่ที่มีความชื้น โดยปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกระจายและเพิ่มจำนวน คือ
  - **อุณหภูมิ** ช่วงที่เหมาะสมคือ 16 – 25 องศาเซลเซียส อุณหภูมิสูงสุดระหว่าง 36 – 40 องศาเซลเซียส โดยโพรโทซัวที่อยู่ในสภาพซีสต์[5] จะทนต่ออุณหภูมิในช่วงที่กว้างกว่า
  - **แสงสว่าง** โพรโทซัวมี **"รงควัตถุ หรือ เม็ดสี (Chromatophore)"** จึงต้องการแสงเพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง
  - **ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน** โพรโทซัวบางชนิดทนต่อความเป็นกรดเบสได้กว้าง เช่น pH 3.2 – 8.7 แต่ส่วนใหญ่แล้วค่า pH ที่เหมาะต่อการเติบโตจะอยู่ระหว่าง 6.0 – 8.0 ซึ่งเหมาะต่อกระบวนการ **"เมแทบอลิซึม (Metabolism)"**
  - **สารอาหาร** โพรโทซัวที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำจะอาศัยสารเคมีที่อยู่ในแหล่งน้ำ โดยโพรโทซัวแต่ละพันธุ์จะมีความต้องการออกซิเจนและสารอินทรีย์แตกต่างกันไป
- **"อาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (Symbiont)"** มี 3 ลักษณะ คือ
  - **แบบภาวะอิงอาศัย (Commensalism)** เป็นการอาศัยอยู่ร่วมกัน โดยโฮสต์ไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ แบ่งย่อยเป็นสองชนิด คือ
    - **เอคโทคอมเมนซัลลิซึม (Ectocommensalism)** โพรโทซัวจะอาศัยอยู่ในร่างกายของเซลล์เจ้าบ้าน (Host) เช่น *Entamoeba gingivalis* อาศัยอยู่ที่โคนฟันคอยกินเศษอาหาร
    - **เอนโดคอมเมนซัลลิซึม (Endocommensalism)** โพรโทซัวจะอาศัยอยู่ในร่างกายของเซลล์เจ้าบ้าน (Host) เช่น *Entamoeba coli* เป็นโพรโทซัวที่คอยกินแบคทีเรียในลำไส้
  - **แบบพึ่งพากัน (Mutualism)** เป็นการอยู่ร่วมกันโดยต่างฝ่ายต่างได้ประโยชน์ เช่น โพรโทซัวจำพวกแฟลกเจลเลต เช่น *Trichonympha* ที่อยู่ในลำไส้ปลวก ช่วยย่อยไม้ให้เป็นอาหารของปลวกและของมันเอง ซึ่งกรณีนี้ทั้งสองฝ่ายจำเป็นต้องพึ่งพากันและกัน
  - **แบบภาวะปรสิต (Parasitism)** เป็นการที่ปรสิตเข้าไปอาศัยอยู่กับโฮสต์อื่น โดยอาจเข้าไปอาศัยในเนื้อเยื่อหรือเซลล์ของโฮสต์ ซึ่งอาจทำให้เกิดพยาธิสภาพขึ้น เช่น *Entamoeba histolytica* ก่อโรคบิดมีตัวในลำไส้

[5] หากโพรโทซัวอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับการดำรงชีวิต โพรโทซัวจะปรับตัวกลับสู่ **"สภาพซีสต์ (Cyst)"** (มีเกราะหุ้มตนเอง) เพื่อรอให้สภาพแวดล้อมกลับมาเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตอีกครั้ง

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

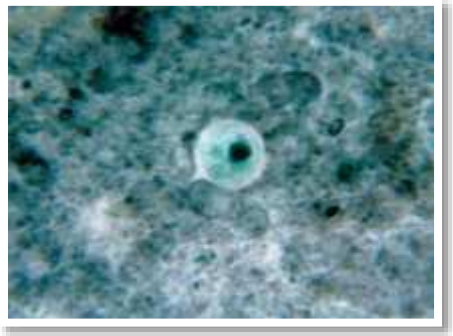
- กินพืช (Herbivores)
- กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores)
- ผู้ย่อยสลายโดยทางอ้อม (Indirect decomposer)

ด้านบวก

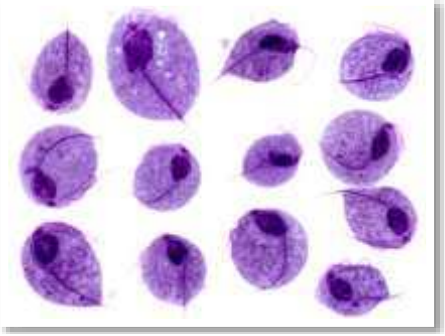
- เป็นผู้ย่อยสลายโดยทางอ้อม (Indirect decomposer) โพรโตซัวจะกินทั้งซากอินทรียวัตถุและแบคทีเรียเข้าไปพร้อม ๆ กัน (Detritus feeder) ทำให้ซากอินทรีย์เกิดการสลายตัวได้ไวขึ้น จนกลายเป็นอาหารให้กับพืชและสัตว์อีกครั้งหนึ่ง

ด้านลบ

- หนึ่งในสามของโพรโตซัวก่อให้เกิดโรคร้ายแรงต่อคนและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น โรคบิดจากเชื้ออมีบา (*Entamoeba histolytica*) และโรคช่องคลอดอักเสบจากเชื้อโพรโตซัว (*Trichomonas vaginalis*) เป็นต้น



Entamoeba histolytica
ก่อให้เกิดโรคบิดมีตัวในลำไส้



Trichomonas vaginalis
ก่อให้เกิดโรคช่องคลอดอักเสบ

ไวรัส...วายร้ายใกล้ตัว

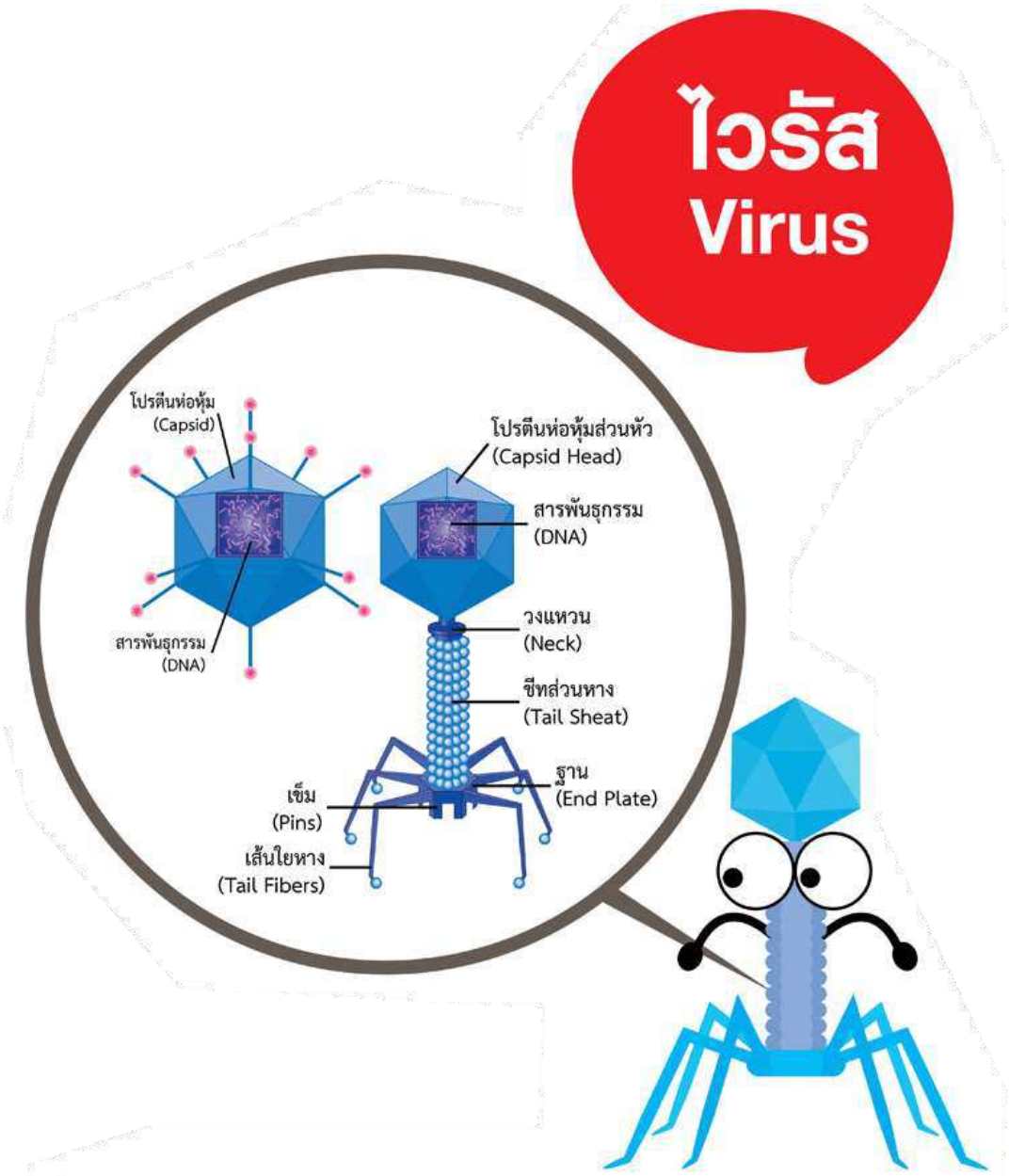


Diagram ไวรัสแบคเทอริโอเฟจ (Bacteriophages)

ไวรัส (Viruses) เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particles) จึงยังไม่มีองค์ประกอบของเซลล์ มองเห็นได้โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) เท่านั้น การเพาะเลี้ยงไวรัสต้องอาศัยในเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น ซึ่งไวรัสเองก็ก่อให้เกิดโรคแก่พืช สัตว์ หรือในกลุ่มจุลินทรีย์ด้วยกันเอง และสามารถทำให้เกิดโรค (การติดเชื้อไวรัส หรือ โรคติดเชื้อไวรัส Viral infection) ในคนได้หลายโรค

ตัวไวรัสประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเป็น RNA หรือ DNA อย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียวอยู่ในส่วนกลางของตัวไวรัส (Core) ซึ่งเป็นตัวแสดงพันธุกรรม (Genome) ของเชื้อไวรัสนั้น ๆ และมีเปลือกหุ้มอีกชั้นเป็นสารโปรตีนที่เรียกว่า Capsid

ไวรัสโรคเฮอร์ปีส์ (Herpesvirus)

ไวรัสไม่มีพลังงานสะสมในตัว ไม่มีการแบ่งตัว ไม่มีการเคลื่อนไหวเมื่ออยู่นอกเซลล์ของคน สัตว์ พืช หรือแม้แต่เชื้อโรคที่ได้รับเชื้อเข้าไปมันจะเพิ่มจำนวนและทำให้เกิดโรคได้ก็ต่อเมื่อเข้าไปอยู่ในเซลล์ของผู้ติดเชื้อ (เจ้าบ้าน) แล้วเท่านั้น ซึ่งเซลล์เหล่านั้นทำหน้าที่เหมือนเป็นโรงงานผลิตเชื้อไวรัส ซึ่งบางเซลล์ของเจ้าบ้านอาจถูกไวรัสทำลาย หรือบางเซลล์ไม่ถูกทำลายแต่ถูกไวรัสเกาะกินอย่างเรื้อรังยาวนานเช่น ไวรัสโรคเฮอร์ปีส์ (Herpesvirus) หรือไวรัสบางกลุ่มก็ทำการเลียนแบบเซลล์ปกติของเจ้าบ้านก่อให้เกิดการแบ่งตัวจนกลายเป็นเนื้องอกขึ้นมา ทำให้การค้นหาเชื้อการวินิจฉัย รวมทั้งการใช้ยารักษาทำลายเชื้อจึงเป็นไปด้วยความยากลำบาก

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **ไวรา (Kingdom Vira)**

รูปพรรณสัณฐาน (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ไวรัสเป็นอนุภาค (Particles) ไม่จัดเป็นเซลล์เช่นจุลินทรีย์อื่น
- **รูปร่าง**
  - **ก้อนหรือเหลี่ยมลูกบาศก์ (Cubical Structure)** เช่น ไวรัสโรคโปลิโอ (Poliovirus)
  - **แท่งกระบอก (Cylindrical Structure)** มีลักษณะท่อนตรงยาวหรือท่อนโค้ง สมมาตรกัน เรียกว่า Helical Symmetry เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ หัด (Influenza virus)
  - **รูปร่างไม่แน่นอน ซับซ้อน หรือรูปร่างจำเพาะแตกต่างกันไป (Complex Structure)** ไวรัสกลุ่มนี้มีรูปร่างแปลก ๆ เช่น คล้ายรูปลูกปืน ก้อนอิฐ หรือยานอวกาศ เช่น ไวรัสโรคฝีดาษ (Variola virus)
- **ขนาด** มีขนาดตั้งแต่ 20 - 400 นาโนเมตร (10^{-9} เมตร)

การดำรงชีพ (Living)

- ดำรงชีพในรูปแบบเป็นปรสิต (Parasite) อยู่ในเซลล์หรือ สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่น (Host cell) เพื่อการดำรงชีพ และขยายพันธุ์

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- ปรสิต (Parasite)

ด้านบวก

- ใช้ประโยชน์ในงานพันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) เพื่อผลิตวัคซีน หรือกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ไวรัสเป็นพาหนะในการนำสารพันธุกรรมเข้าไปเพิ่มจำนวนในแบคทีเรียสำหรับการศึกษาทดลอง

- ไวรัส (Bacteriophages) เป็นไวรัสที่ต้องอาศัยอยู่กับเซลล์ของแบคทีเรียเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวน สามารถกำจัดแบคทีเรียก่อโรคได้อย่างจำเพาะเจาะจง โดยไม่มีผลต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ จึงถูกนำมาใช้กำจัด Biofilms (ชั้นของแบคทีเรียที่เจริญอยู่ตามพื้นผิวที่แข็ง) ในโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับคลอรีน

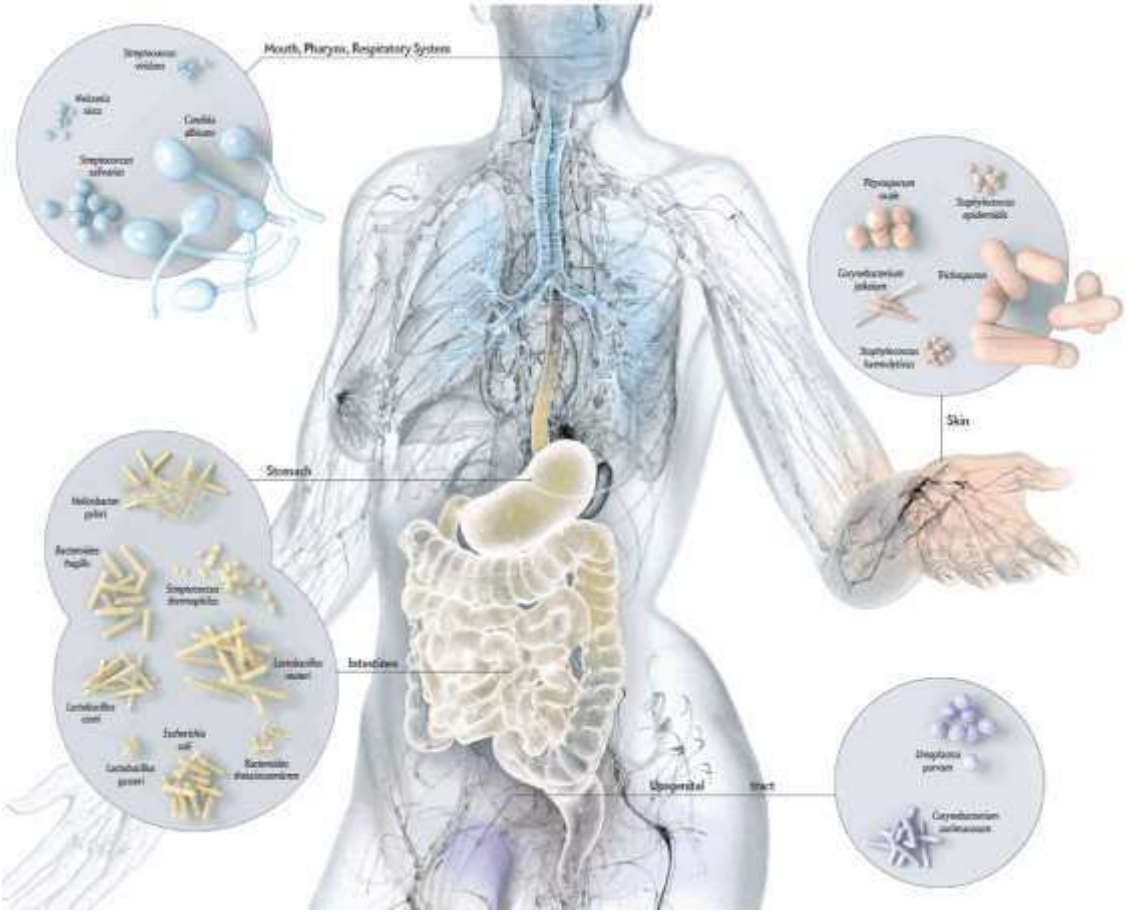
ด้านลบ

- ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ทั้งในสิ่งมีชีวิต ไวรัสมีความสามารถในการกลายพันธุ์ได้ง่าย จึงเป็นเรื่องยากที่จะผลิตยารักษาและควบคุมการระบาด

รู้หรือไม่

โรคเมอร์ส (MERS-CoV) ที่พบในผู้ป่วยรายแรกเมื่อปี พ.ศ. 2555 **เกิดจากการติดเชื้อในกลุ่มโคโรน่าไวรัส (Coronavirus: CoV)** โดยยังไม่ทราบแหล่งที่มาของเชื้อไวรัสชนิดนี้แต่คาดการณ์ว่าติดต่อมาจากสัตว์เนื่องจากพบเชื้อนี้ในอูฐ แถบประเทศตะวันออกกลาง นอกจากนี้ในประเทศซาอุดิอาระเบียยังตรวจพบเชื้อ MERS-CoV ในค้างคาวอีกด้วย

จุลินทรีย์ในร่างกาย

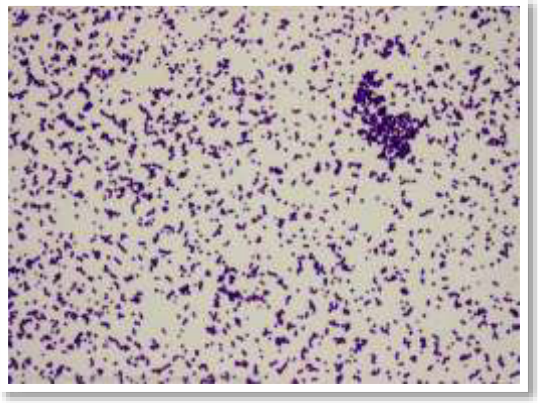


นอกจากจะพบจุลินทรีย์ได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไปแล้ว ในร่างกายของมนุษย์ก็มีจุลินทรีย์จำนวนมากอาศัยอยู่ จุลินทรีย์ประเภทนี้เรียกว่า **“จุลินทรีย์ประจำถิ่น (Normal flora)”** ซึ่งภาวะปกติเราจะพบได้ทั่วไป ทั้ง ผิวหนัง ทางเดินหายใจ หรือ ระบบย่อยอาหาร

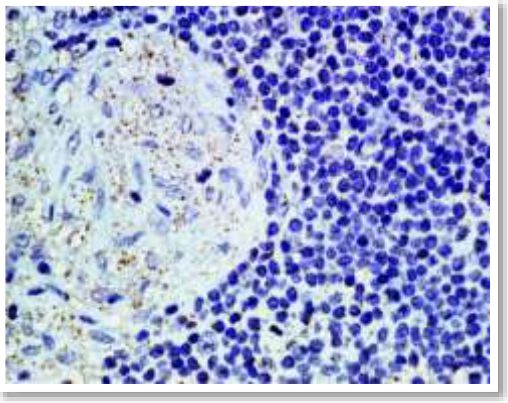
จุลินทรีย์บนผิวหนัง

พื้นที่ผิวหนังของคนเรานั้นมีสภาพความแตกต่างที่หลากหลาย เช่น สภาพแห้งของท่อนแขน สภาพอบอุ่นของหนังศีรษะ และสภาพร้อนชื้นของรักแร้ เป็นต้น ซึ่งก็ทำให้มีจุลินทรีย์ชุมนุมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ในปริมาณและชนิดที่แตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วผิวหนังคนเรานั้นมีสภาพที่ค่อนข้างแห้ง เป็นกรดอ่อน ทำให้จุลินทรีย์ส่วนใหญ่อยู่ไม่ได้ กระนั้นก็ยังมีจุลินทรีย์บางชนิดที่ปรับตัวและอาศัยอยู่บนผิวหนังมนุษย์ได้

จุลินทรีย์ที่บริเวณผิวหนังจะอาศัยน้ำ กรดอะมิโน เกลือแร่ กรดไขมันจากต่อมเหงื่อและต่อมไขมัน ซึ่งอยู่ลึกลงไปใต้ผิวหนังโดยไม่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน สำหรับแบคทีเรียชนิดหลักที่ครอบครองพื้นที่ส่วนใหญ่ของผิวหนังก็คือ *Staphylococcus epidermidis* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกที่ปรับตัวได้เก่ง อาศัยอยู่ในร่างกายได้หลายที่ โดยปกติแล้ว *S. epidermidis* นั้นไม่ใช่จุลินทรีย์ก่อโรค แต่ในบางกรณีมันอาจกลายเป็นเชื้อฉวยโอกาส (Opportunistic Organism) ทำให้เกิดโรคได้ หรืออีกหนึ่งชนิดที่คนทั่วไปรู้จักกันดีก็คือ *Propionibacterium acnes* โดยในภาวะปกติจะไม่เป็นอันตราย แต่พบว่าอาจเกี่ยวข้องกับการเกิดสิว ซึ่งในเด็กที่อายุต่ำกว่า 10 ปีก็จะไม่ค่อยพบจุลินทรีย์ชนิดนี้ นั่นเป็นเพราะวัยเด็กยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่ทำให้ต่อมไขมันใต้ผิวหนังเริ่มขับไขมันออกมา หาก *P. acnes* ครอบครองพื้นที่บนผิวหนังมากเกินไป ก็จะเป็นช่องทางให้เชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่อันตรายกว่าเข้าสู่ร่างกายได้ง่ายขึ้น



Staphylococcus epidermidis



Propionibacterium acnes

จุลินทรีย์ที่ดวงตา

ดวงตามีเยื่อบุบาง ๆ ที่มีความชุ่มชื้นคงที่ และมีน้ำตาที่คอยชำระล้างแบคทีเรียและฝุ่นละออง จุลินทรีย์ประจำถิ่นในตาจึงมีจำนวนไม่มากนัก เชื้อที่มักพบได้แก่ *Staphylococcus aureus*, *S. Epidermidis, Haemophilus* spp. และ *Neisseria* spp.

Staphylococcus aureus

Haemophilus spp.

Neisseria spp.

จุลินทรีย์ในระบบทางเดินหายใจ

เมื่อหายใจเข้าจุลินทรีย์จะติดอยู่ที่เมือกหรือน้ำมูก หรือน้ำมูกในโพรงจมูก ซึ่งส่วนใหญ่จะถูกกลืนและทำลายโดยกรดในกระเพาะอาหาร แต่ยังมีจุลินทรีย์ 2 ชนิดที่สามารถเกาะติดและอาศัยกับเนื้อเยื่อบริเวณโพรงจมูกได้ คือ *Staphylococcus pneumoniae* และ *S. Epidermidis* ส่วนทางเดินหายใจช่วงปลาย ได้แก่ ท่อลม หลอดลม และเนื้อเยื่อปอดนั้น มักจะไม่มีจุลินทรีย์มาอาศัย ทั้งนี้ เนื่องจากประสิทธิภาพในการทำความสะอาดโดยขนอ่อนที่เยื่อบุทางเดินหายใจ แบคทีเรียที่ลงไปจนถึงระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจะมีเมือกจับไว้และกวาดขึ้น ด้านบน ทำให้มีอาการไอ จาม หรือกลืนลงท้องไปได้ แต่ถ้าระบบกำจัดสิ่งแปลกปลอมบริเวณนี้เสียหาย ร่างกายก็มีโอกาสติดเชื้อโรคได้

Staphylococcus pneumoniae

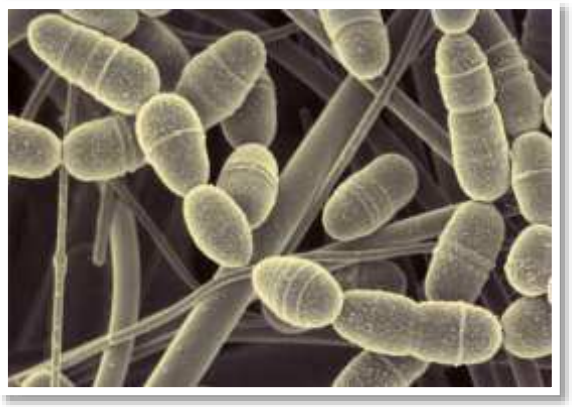
จุลินทรีย์ภายในช่องปาก

ในปากของเรามีทั้งเศษอาหาร เศษเซลล์ที่ตายแล้วและสารต่าง ๆ ที่หลั่งออกมา ทำให้ปากกลายเป็นแหล่งอาศัยชั้นดีของจุลินทรีย์ ตัวอย่างเช่น กลุ่มสเตรปโตคอกคัส (streptococci), กลุ่มแลกโตบาซิลลัส (Lactobacilli), กลุ่มสแตฟิโลคอกคัส (Staphylocci), กลุ่มโครินีแบคทีเรีย (Corynebacteria) และแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน

ชนิดของจุลินทรีย์ในช่องปากของเราเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงวัย ในช่วงแรกเกิด จุลินทรีย์ตัวเด่นในช่วงวัยแรกของชีวิตคือ *Streptococcus salivarius* แต่หลังจากที่ฟันเริ่มขึ้นในช่วงปีแรกก็จะมีแบคทีเรียสกุลสเตรปโตคอกคัสตัวอื่นตามเข้ามา

แบคทีเรียในช่องปากนั้นได้ประโยชน์จากเจ้าบ้านทั้งอาหารและที่พักอาศัย แต่ก็ตอบแทนเจ้าบ้านด้วยการป้องกันไม่ให้แบคทีเรียร้ายแรงชนิดอื่นรุกราน เข้ามา นอกจากนี้ยังมีส่วนในการสังเคราะห์วิตามินให้เจ้าบ้าน ช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกันของร่างกายหลั่งแอนติบอดีมาต่อต้านเชื้อโรคและยังหลั่งสารมาต่อต้านแบคทีเรียแปลกปลอม

ภายในช่องปากมีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดที่ช่วยป้องกันเชื้อโรคชนิดอื่น แต่หากดูแลช่องปากอย่างไม่เหมาะสมก็จะทำให้เกิดโรคขึ้นได้ เช่น *Streptococcus mutans* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่สร้างไบโอฟิล์มบนผิวฟัน เรียกว่า “พลัก (Plaque)” นั่นเอง



Streptococcus mutans

Streptococcus salivarius

จุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารและลำไส้

มีจุลินทรีย์ไม่กี่ชนิดที่สามารถอยู่ในกระเพาะอาหาร และลำไส้ ที่มีความเป็นกรดเข้มข้น (ค่า pH 1-2) ได้ เช่น *Lactobacillus* spp.

จะมีสิ่งมีชีวิตชนิดไหนบ้างที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรดอย่างแรง (ค่า pH 1-2) ได้ ดังนั้นจึงไม่น่าแปลกใจที่ไม่ค่อยมีจุลินทรีย์มากนักที่ปรับตัวให้อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมเช่นนี้ของกระเพาะอาหารได้ แต่ร่างกายของมนุษย์ก็ยังพบจุลินทรีย์ในกระเพาะอาหารอยู่บ้าง โดยจะเป็นพวกที่ทนกรดได้ เช่น *Lactobacillus* spp. และ ยีสต์ เป็นต้น

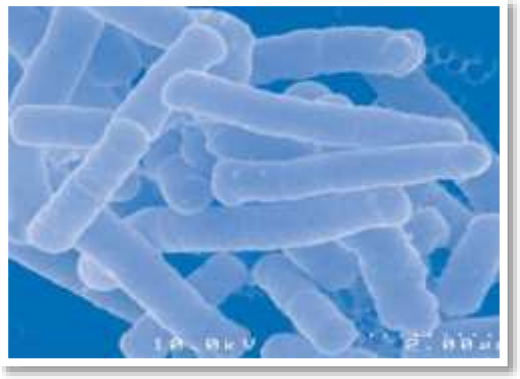
นอกจากนี้ยังมีจุลินทรีย์อีกสายพันธุ์หนึ่งที่อาศัยอยู่ในกระเพาะอาหารของคนได้ ซึ่งทางการแพทย์คาดว่าอาจเป็นสาเหตุเป็นสาเหตุของการเกิดแผลในกระเพาะอาหาร นั่นก็คือ *Helicobactor pylori* ที่เอาตัวรอดจากสภาวะกรด โดยสร้างสภาวะแวดล้อมเล็ก ๆ ที่เป็นกรดน้อยกว่าขึ้นมาล้อมรอบตัว และฝังตัวอยู่กับเยื่อบุกระเพาะอาหารซึ่งมีสภาพเป็นกลาง พบว่า คนที่มี *H. pylori* ในตัวนั้น มีเพียงร้อยละ 20 เท่านั้นที่เป็นโรคกระเพาะ นักจุลชีววิทยาจึงเสนอว่า *H. pylori* อาจเป็นจุลินทรีย์ประจำถิ่น และบางคนก็เชื่อว่ามันมีบทบาทสำคัญในการป้องกันสภาวะบางอย่างได้ เช่น ภาวะท้องเสียของทารก และโรคในหลอดอาหาร เป็นต้น

Lactobacillus spp.

Helicobactor pylori

จุลินทรีย์ที่จุดซ่อนเร้น

บริเวณช่องคลอดมีจุลินทรีย์ประเภทที่อยู่เป็นโคโลนี เช่น *Staphyloccus* spp. และแบคทีเรียที่ผลิตกรดแลคติค (Lactic acid bacteria) ในช่วงวัยเจริญพันธุ์จนถึงวัยหมดประจำเดือน เยื่อบุผิวช่องคลอดจะมีไกลโคเจน (Glycogen) อันเนื่องมาจากการที่ร่างกายมีฮอร์โมนเอสโตรเจน (Estrogen) แบคทีเรียกรดแลกติก *Lactobacillus acidophilus* จะย่อยสลายไกลโคเจนให้กลายเป็นกรดแลคติคและสารอื่น ๆ ซึ่งมีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ยกเว้นพวกเดียวกันเอง ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเยื่อบุช่องคลอดลดต่ำลง ทำให้จุลินทรีย์กลุ่มยีสต์ซึ่งเป็นคู่แข่งกันเจริญไม่ได้ รวมถึงยีสต์ก่อโรคอย่างเช่น *Candida albicans* ด้วย เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่เห็นได้ชัดว่าจุลินทรีย์ประจำถิ่นนั้นทำประโยชน์ให้แก่เจ้าบ้าน



Lactobacillus acidophilus

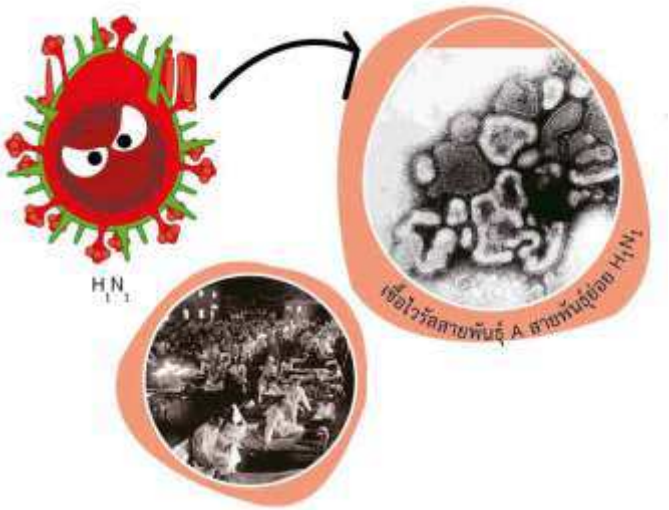
Candida albicans

เชื้อโรค...นักล่ากลุ่มสุดท้ายของมนุษย์

ตั้งแต่มีมนุษย์เกิดขึ้นมาบนโลก มนุษย์ใช้**อาวุธที่เรียกว่า “สมอง”** ไต่เต้าขึ้นมาจนอยู่ในจุดสูงสุดของห่วงโซ่อาหาร แต่ใช่ว่ามนุษย์จะไม่ถูกล่า ในแต่ละยุคแต่ละสมัยยังมีผู้ล่ากลุ่มหนึ่งที่คอย**คร่าชีวิตมนุษย์อย่างต่อเนื่องโดยไม่เคยเลือกเชื้อชาติ เผ่าพันธุ์ หรือแม้แต่สีผิว**

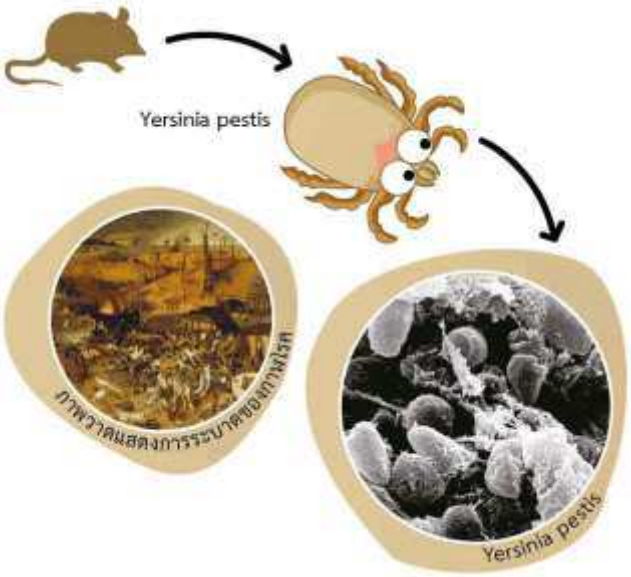
ไข้หวัดใหญ่ สายพันธุ์สเปน (Spanish flu)

การระบาดของไข้หวัดใหญ่สายพันธุ์สเปน (Spanish flu) เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2460-2461 (ค.ศ. 1918-1920) ถือเป็นการแพร่ระบาดของเชื้อไข้หวัดใหญ่ครั้งใหญ่ที่สุดในโลก มีสาเหตุมาจากเชื้อไวรัสสายพันธุ์ A สายพันธุ์ย่อย H1N1 ภายในระยะเวลา 2 เดือนของการระบาด **มีผู้เสียชีวิตทั่วโลกประมาณ 50-100 ล้านคน หรือเท่ากับคนจำนวน 1 ใน 3 ของประชากรของทวีปยุโรป**



กาฬโรค (Plague)

กาฬโรคเป็นโรคติดต่อเกิดจากเชื้อ**แบคทีเรีย Yersinia pestis** มีหมัดหนูเป็นพาหะนำโรค ผู้ป่วยกาฬโรคจะมีอาการการไข้สูง หนาวสั่น ต่อมน้ำเหลืองโต เลือดออกในปาก จมูก ก้น เกิดภาวะช็อก ปวดท้อง คลื่นไส้ และท้องเสีย กาฬโรคเคยระบาดไปทั่วเอเชียและยุโรปในช่วงยุคกลาง **คร่าชีวิตผู้คนไปราว 25 ล้านคน**



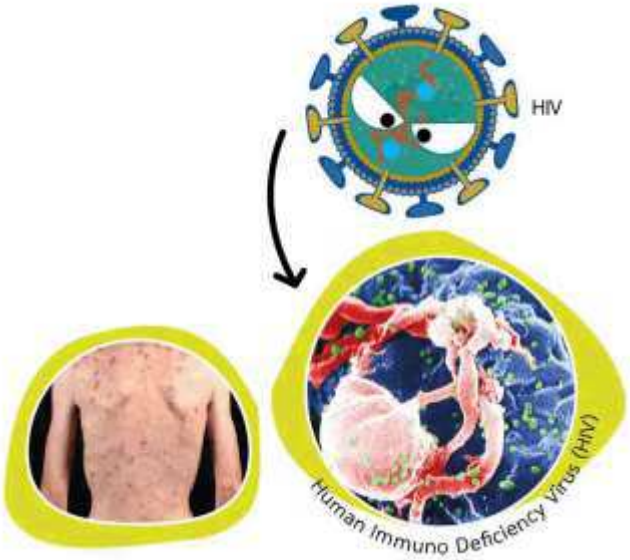
อหิวาตกโรคหรือโรคห่า (Cholera)

เป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินอาหารจากแบคทีเรีย (Vibrio cholera) ชนิดเฉียบพลัน อาการของโรคเริ่มด้วยอาการถ่ายอุจจาระเป็นน้ำโดยไม่มีอาการปวดท้อง บางรายอุจจาระขาวขุ่นเหมือนน้ำซาวข้าว บางครั้งมีคลื่นไส้ อาเจียน สูญเสียน้ำอย่างรวดเร็วทำให้เกิดภาวะเป็นกรดในเลือด และการไหลเวียนโลหิต หากไม่ได้รับการรักษาผู้ป่วยอาจตายในเวลา 2-3 ชั่วโมง และอัตราป่วยตายสูงมากกว่าร้อยละ 50 ในปี พ.ศ. 2553 (ค.ศ. 2010) **พบว่ามีผู้ป่วยอหิวาตกโรคทั่วโลกประมาณ 3-5 ล้านคน เสียชีวิตประมาณ 100,000-130,000 คนต่อปี**

โรคเอดส์ (Acquired Immuno Deficiency Syndrome: AIDS)

ค้นพบครั้งแรกในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อพ.ศ. 2524 (ค.ศ. 1981) เป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสที่เรียกกันว่า Human Immuno Deficiency Virus (HIV) หรือ ไวรัสที่ทำให้ภูมิคุ้มกันของมนุษย์บกพร่อง ที่เข้าไปทำลายเม็ดเลือดขาว ทำให้ภูมิคุ้มกันโรคลดน้อยลง ส่งผลให้ติดเชื้อโรคแทรกซ้อนอย่างวัณโรคในปอด เยื่อหุ้มสมองอักเสบจากเชื้อรา โรคผิวหนัง หรือเป็นมะเร็งบางชนิดได้ง่ายกว่าคนปกติ ซึ่งสาเหตุของการตาย มักเกิดขึ้นจากโรคแทรกซ้อนที่จะมีอาการรุนแรงทำให้เสียชีวิตอย่างรวดเร็ว

รายงานของโครงการโรคเอดส์แห่งสหประชาชาติ (UNAIDS) ในปี 2554 (ค.ศ. 2011) **มีผู้ติดเชื้อเอชไอวีทั่วโลก ประมาณ 34.2 ล้านคน**



จุลินทรีย์ดีมีประโยชน์

คนส่วนใหญ่มักมีทัศนคติเชิงลบต่อจุลินทรีย์ในบทบาทของการเป็น **“เชื้อโรค”** แต่แท้จริงแล้วในอีกมุมหนึ่งนั้น **“จุลินทรีย์มีประโยชน์ต่อโลกใบนี้มากเหลือเกิน”**

- **น้ำหมักชีวภาพ (น้ำหมัก E.M.)**

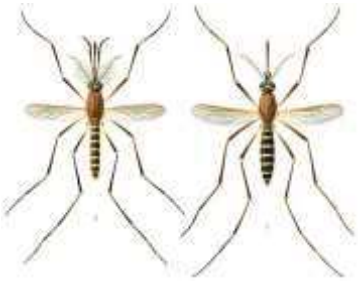
  “น้ำหมัก E.M” คือ น้ำที่รวมเอา **“กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective microorganism)”** ซึ่งได้จากการหมักซากพืชและซากสัตว์ร่วมกับกากน้ำตาลที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม นำไปใช้ได้ทั้งแบบหัวเชื้อ หรือผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เหมาะกับการใช้งาน

  - **ด้านการเกษตร**
    - ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด – ด่าง ในดินและน้ำ
    - ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่าง ๆ
    - ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุเพื่อให้เป็นปุ๋ยแก่พืช

น้ำหมักชีวภาพ (E.M.) และ E.M. Ball

- **ด้านสิ่งแวดล้อม**
  - E.M. จะกินตะกอนของเสียที่หมักหมมใต้ท้องทะเล ทำให้ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) ลงลง น้ำเสียจึงกลายเป็นน้ำดี
  - ย่อยสลายขยะสดให้กลายเป็นปุ๋ย กลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียจึงลดลงไปด้วย

- **นวัตกรรม “BS-จุลินทรีย์” กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ**



ยุงรำคาญ

ผลงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำการวิจัยดัดแปลงพันธุกรรมแบคทีเรีย ***Bacillus sphaericus*** หรือ **“Bs.”** ให้สามารถสร้างโปรตีนที่มีความเป็นพิษได้มากยิ่งขึ้น เพื่อใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญพาหะของโรคไข้สมองอักเสบและยุงก้นปล่องพาหะนำเชื้อมาลาเรีย ซึ่งนวัตกรรมนี้ได้รับการรับรองความปลอดภัยโดยองค์การอนามัยโลกว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง ไม่เป็นอันตรายทั้งต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันได้มีการสนับสนุนองค์ความรู้ให้ภาพเอกชนนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ และมีการจำหน่ายในต้นทุนต่ำ เพื่อช่วยเหลือป้องกันประชาชนชนจากโรคร้ายที่เกิดจากยุง ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ และเพิ่มคุณภาพชีวิต

- **พลังงานทดแทนจากจุลินทรีย์**
  - **“น้ำมันจากสาหร่าย”**

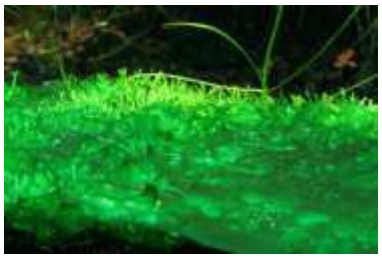
สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.)

“สาหร่าย” บางชนิดมีน้ำมันในเซลล์ที่สามารถนำไปผลิตเป็นเชื้อทางเพลิงชีวภาพได้เช่นเดียวกับน้ำมันปาล์ม โดยเมื่อนำสาหร่ายมาผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันได้เป็นน้ำมันดิบ (Crude algal oil) สามารถนำไปผลิตเป็น **“น้ำมันไอโอดีเซล (Biodiesel)”, “น้ำมันชีวภาพสังเคราะห์” (Bio Hydrogenated Diesel : BHD)** และ **“น้ำมันเครื่องบินชีวภาพ (Bio jet fuel)”** สาหร่ายที่นิยมนำมาใช้ในการผลิต คือ **“สาหร่าย เกลียวทอง (*Spirulina* sp.)”**

จากผลการทดลองพบว่า **“น้ำมันไอโอดีเซล (Biodiesel)”** ที่ผลิตจากสาหร่ายมีจำนวนซีเทนสูง[6] ซึ่งส่งผลให้จุดติดไฟได้ง่าย เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายแม้ในช่วงอากาศเย็น เครื่องร้อนขึ้นได้เร็วโดยไม่เกิดควันขาว เครื่องเดินเรียบ และค่าจุดไหลเทดีไม่ส่งผลให้น้ำมันก่อตัวเป็นเกล็ดขี้ผึ้งติดที่กรองขัดขวางการไหลของน้ำมันที่ส่งไปปั๊มหัวฉีด

กากสาหร่ายซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตน้ำมัน สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบของผลิตภัณฑ์ อาทิ อาหารสัตว์ ปุ๋ย และยา เป็นต้น

- **“เชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากจุลสาหร่าย”**



สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

การผลิตก๊าซไฮโดรเจนเพื่อนำมาต่อยอดในการผลิตเชื้อเพลิง สามารถอาศัย **“ไฮโดรเจน”** จากกลไกการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มสังเคราะห์แสง เช่น **“จุลสาหร่าย (Microalgae)”** เช่น **“สาหร่ายสีเขียว”** เป็นต้น เพราะสาหร่ายกลุ่มนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากพืชทั่วไป คือ **“มีความเร็วในการสังเคราะห์แสงสูง”** ซึ่งทำให้ **“เกิดการผลิตไฮโดรเจนในอัตราสูง”** เช่นเดียวกัน

หากในอนาคตนักวิจัยสามารถพัฒนาสร้างสรรค์ให้เกิดนวัตกรรมการเลี้ยงสาหร่ายระบบใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสมบูรณ์ พอที่จะได้ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่คุ้มทุนแล้ว พลังงานไฮโดรเจนจากสาหร่ายจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ตอบโจทย์การเป็นพลังงานทดแทนในอนาคต

- **แบคทีริโอซิน (Bacteriocin) สารถนอมอาหารทางเลือก**

สารถนอมอาหารนี้เกิดจากการใช้ประโยชน์จาก **“แบคทีเรียกลุ่มแลคติค (Lactic acid bacteria)”** เช่น *Lactobacillus, Pediococcus* และ *Lactococcus* เป็นต้น ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะสร้างสาร **“แบคทีริโอซิน (Bacteriocin)”** ที่มีฤทธิ์จำเพาะกับกลุ่มเป้าหมาย สามารถ **“ยับยั้ง”** หรือ **“ชะลอ”** การเจริญเติบโตของ **“จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย (Microbial spoilage)”** และ **“จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogen)”** ซึ่งแบคทีริโอซินสามารถย่อยสลายได้ในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ จัดเป็นกลุ่มสารที่ปลอดภัย (Generally recognized as safe : GRAS)

ตัวอย่างการถนอมอาหารด้วยแบคทีเรียชนิดนี้ เช่น ไส้กรอกอีสาน นมเปรี้ยว เนยแข็ง และอาหารกระป๋อง เป็นต้น

---

[6] “**เลขซีเทน** (Cetane number)” คือ เลขที่ใช้วัดคุณภาพน้ำมันดีเซลในด้าน “**คุณสมบัติการติดไฟ**” เลขซีเทนควรสูงใกล้เคียงกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อให้ติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน็อคในเครื่องยนต์ และเป็นการประหยัดการใช้เชื้อเพลิงอีกด้วย

- **เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วย “โพรไบโอติก (Probiotic)”**

“โพรไบโอติก (Probiotic)” คือ **“แบคทีเรียกลุ่มแลคติค (Lactic acid bacteria)”** ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ เช่น *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะช่วย **“ย่อย”** อาหารที่มนุษย์ย่อยได้ไม่หมด ช่วย **“ดูดซึม”** สารอาหาร กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ลดอาการท้องผูก **“ลดระดับ”** ของคอเลสเตอรอล (Cholesterol) ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) และไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ในเลือด และ **“ยับยั้ง”** การเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) เช่น *Clostridium perfringens*, *Salmonella* เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังสามารถ **“ผลิต”** วิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1, 2, 6, 12 เป็นต้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมคุณค่าทางอาหารที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ คือ โยเกิร์ต และนมเปรี้ยว เป็นต้น

นอกจากหน้าที่หลักของจุลินทรีย์ที่เป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้มีการหมุนเวียนในระบบนิเวศแล้ว จะเห็นได้ว่ากลไกการดำรงชีพของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ยังมีประโยชน์ต่อโลกนี้อีกมากมาย **“ลองจินตนาการดูว่าถ้าโลกใบนี้ไม่มีจุลินทรีย์จะเกิดอะไรขึ้น?**

แหล่งที่มาข้อมูล

- เอกสารการเรียนรายวิชา ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) หัวข้อ “ความหลากหลายทางชีวภาพของจุลินทรีย์ (Microbial Diversity)” โดย ดร.ธวัชชัย สุ่มประดิษฐ, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- สื่อการสอนอิเลกทรอนิกส์ประกอบวิชา 602120 จุลชีววิทยาในอุตสาหกรรมเกษตรเบื้องต้น (Preliminary Agro-Industrial Microbiology) ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- หนังสือ “จุลชีววิทยาทั่วไป” โดย นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ, สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2557
- เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว30262 ความหลากหลายทางชีวภาพ สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน)
- บทความ “จุลินทรีย์ แบคทีเรีย ยีสต์” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (http://www.nstda.or.th/nstda-r-and-d/17065-bacteria-yeast)
- บทความ “รา (fungi)” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (http://www.nstda.or.th/nstda-r-and-d/17047-fungi)
- บทความ “นาโนเทค วิจัย ยีสต์ หนุนอุตสาหกรรม” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (http://www.nstda.or.th/news/8458-nano-yeast-project)
- บทความ “ความหลากหลายของเห็ดรา และการนำไปใช้ประโยชน์” มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (http://www.ku.ac.th/e-magazine/jan52/agri/agri3.htm)
- บทความ “เห็ดราและไลเคน” สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (http://www.ku.ac.th/e-magazine/jan52/agri/agri3.htm)
- เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว40242 “ความหลากหลายทางชีวภาพ” โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน) (http://www.mwit.ac.th/~deardean/link/All%20Course/biodiver/biodivpdf/diver_fungi.pdf)
- จุลชีววิทยา บทที่ 7 “จุลสาหร่าย” คลังปัญญา โดย ผศ.ศิริรัตน์ ศิริพรวิศาล
- “สาหร่ายสาย...พืช มหัศจรรย์ สารพันประโยชน์” ส่วนส่งเสริมและพัฒนาทรัพยากรป่าชายเลน สำนักอนุรักษ์ทรัพยากรป่าชายเลน กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง
- "ม.บูรพา" สกัดน้ำมันจากสาหร่าย "น้ำเค็ม" ไม่หวั่นแม้เกิดสงครามชิงน้ำ หนังสือพิมพ์มติชนรายวัน วันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2554 หน้าที่ 20
- “อาณาจักรโปรติสตา (Kingdom Protista)”, เอกสารประกอบการเรียนวิชา ว30262 ความหลากหลายทางชีวภาพ สาขาวิชาชีววิทยา โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์ (องค์การมหาชน).
- “โพรโทซัว (Protozoa)”, เอกสารประกอบการเรียนวิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย
- บทความ “เชื้อโรคที่ชื่อว่าไวรัส” วารสาร @ll BIOTECH เทคโนโลยีชีวภาพปริทรรศน์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 15 เดือนมีนาคม 2547

- บทความเผยแพร่ความรู้สู่ประชาชน “เมอร์ส (MERS-CoV) : ไวรัสมรณะ” คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (http://www.pharmacy.mahidol.ac.th/)
- บทความวิทยุกระจายเสียงรายการ วันนี้กับวิทยาศาสตร์ ครั้งที่ 7 กระจายสียงจากสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย เดือนกันยายน 2551 เรื่อง จุลินทรีย์ในร่างกาย เรียบเรียงโดย ธีระ ปานทิพย์อำพร นักวิทยาศาสตร์ 3 โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ
- สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
- สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข
- จุลินทรีย์ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
- งานวิจัย “ไฮโดรเจน: พลังงานสะอาดจากแป้งและน้ำทิ้งโดยชีววิธี Hydrogen : Bio-Production of the Clean Energy from Starch and Waste)”, คณะผู้วิจัย เลอลักษณ์ จิตรดอน, มงคล งามเจริญวงษ์, วิลาวัลย์ ชาญณรงค์ และ น้ำทิพย์ เดชแพร, ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศา, ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (BIOTEC)
- บทความ “สาหร่ายกู้โลก” สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
- จินตนา ต๊ะหยวน. “การศึกษาการยับยั้งจุลินทรีย์และการสร้างแบคเทอริโอซินของแบคทีเรียกรดแล็กติก (Determination of antimicrobial and bacteriocin production by lactic acid bacteria)”, งานวิจัยภายใต้การสนับสนุนโดยสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร, 2553.

กิจกรรม Workshop

ตัวอย่างกิจกรรมและอุปกรณ์ประกอบเสริมชุดการเรียนรู้

ฐานกิจกรรมที่ 1: เปิดโลกจุลินทรีย์

"จุลินทรีย์" คือสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่นักวิทยาศาสตร์เชื่อว่าถือกำเนิดขึ้นเป็นสิ่งแรกบนโลกใบนี้ และมีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงของสรรพสิ่งในโลก จุลินทรีย์ถือเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสามารถในการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี ทำให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้กระจายอยู่ทุกหนทุกแห่ง แม้แต่ในสถานที่ที่สิ่งมีชีวิตอื่นไม่สามารถเจริญอยู่ได้ แต่เรากลับรู้จักสิ่งมีชีวิตกลุ่มนี้น้อยมาก ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้ทดลองใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่จะเปิดเผยโฉมหน้าของสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกบนโลกใบนี้ พร้อมจัดแสดงแบบจำลองจุลินทรีย์ ที่ขยายให้มีขนาดที่ใหญ่ขึ้น เห็นรายละเอียดได้มากขึ้น เป็นการเปิดมุมมองใหม่ ๆ ในการเรียนรู้

วัตถุประสงค์

1. เรียนรู้ชนิด รูปร่าง ความแตกต่าง ของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม
2. เรียนรู้หน้าที่หลักในธรรมชาติ ของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้นและบุคคลทั่วไป

แหล่งความรู้

- คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970
- คุณเมธิณี พิพัฒนา
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970 (คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร เป็นผู้ประสาน)

อุปกรณ์

1. สไลด์ถาวร (Permanent Slide) จุลินทรีย์ 4 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria), ยีสต์ เห็ด รา (Fungi), โพรโตซัว (Protozoa) และสาหร่าย (Algae)
2. เชื้อจุลินทรีย์ 4 กลุ่ม ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria), ยีสต์ เห็ด รา (Fungi), โพรโตซัว (Protozoa) และสาหร่าย (Algae) บนจานเพาะเชื้อ (Petri Dish)
3. กล้องจุลทรรศน์ ชนิด 2 ตา (Binocular Microscope)
4. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo Microscope)
5. ไวนิล (Vinyl) ขนาด 260 x 240 เซนติเมตร บนโครงสร้าง แสดงข้อมูลและส่วนประกอบของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม
6. โมเดลเชื้อจุลินทรีย์ พร้อมคำบรรยายภาพ (Caption)
7. แกลลอรี่ (Gallery) ภาพจุลินทรีย์บนโครงสร้างไม้
8. จอมอนิเตอร์ (Monitor) ฉายภาพเชื้อจุลลินทรีย์ในรูปแบบไฟล์วิดีโอ

9. บอร์ดนิทรรศการที่ 2 – 9

วิธีการดำเนินการ

1. วิทยากรแนะนำเกี่ยวกับฐานกิจกรรมและสิ่งที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้
2. วิทยากรสอบถามความรู้เดิมของผู้เข้าร่วมกิจกรรม ก้วยการชักชวนพูดคุย
3. วิทยากรอธิบายเรื่องจุลินทรีย์ ประเภทของจุลินทรีย์ และลักษณะเด่นของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม โดยใช้ไวนิล (Vinyl) ขนาด 260 x 240 เซนติเมตร บนโครงสร้าง แสดงข้อมูลและส่วนประกอบของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม เป็นสื่อการสอนหลัก สลับกับบอร์ดนิทรรศการหมายเลข 2 – 9
4. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูเชื้อตัวอย่างจุลินทรีย์ 4 กลุ่ม บนจานเพาะเชื้อ (Petri Dish) พร้อมอธิบาย
5. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่องกล้องดูสไลด์ถาวร (Permanent Slide) จุลินทรีย์ 4 กลุ่ม พร้อมอธิบาย
6. วิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูโมเดลเชื้อจุลินทรีย์ พร้อมอธิบาย เพื่อปูความรู้สู่ฐานถัดไป

เนื้อหาในการอธิบาย

ความหลากหลายของจุลิทรีย์

ในอดีตนักวิทยาศาสตร์จำแนกสิ่งมีชีวิตเป็น 2 ประเภท คือ พืชและสัตว์แต่เมื่อมีการใช้กล้องจุลทรรศน์ ก็ค้นพบ**สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่** ซึ่งไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นพืชหรือสัตว์ **เพราะมีคุณสมบัติของทั้งพืช และสัตว์อยู่รวมกัน**

ในปี พ.ศ. 2409 (ค.ศ.1866) **เฮคเคล (Ernst Heinrich Haeckel)** นักสัตววิทยาชาวเยอรมัน ได้เสนอแนะในการจัดกลุ่มของสิ่งมีชีวิตขึ้นใหม่เรียกว่า **“อาณาจักรใหม่โพรทิสตา (Protista)”** ที่มีลักษณะเป็นอาณาจักรของสิ่งมีชีวิต **“เซลล์เดียว (Unicellular)”** หรือ **“หลายเซลล์ (Multicellular)”** แต่เป็นเซลล์ชนิดเดียวกัน มีรูปร่างลักษณะเหมือนกัน ไม่มีการจัดเรียงเซลล์ที่แน่นอน และไม่มีการเปลี่ยนแปลงของเซลล์เพื่อทำหน้าที่โดยเฉพาะ ได้แก่ แบคทีเรีย (Bacteria) สาหร่าย (Algae) รา (Fungi) และโพรโทซัว (Protozoa) ต่อมาจึงมีการศึกษาและแบ่งจุลินทรีย์ออกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. **โพรคาริโอต (Prokaryote)** หรือ **“โพรคาริโอติกเซลล์ (Prokaryotic cell)”** มีลักษณะสำคัญคือ **นิวเคลียสไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane) ห่อหุ้ม** จุลินทรีย์เหล่านี้ ได้แก่ แบคทีเรีย และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน[7]

[7] สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นแบคทีเรียที่เรียกว่า **“ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)”**

2. **ยูคาริโอต (Eukaryote)** หรือ **“ยูคาริโอติกเซลล์ (Eukaryotic cell)”** มีลักษณะสำคัญคือ **นิวเคลียสมีเยื่อหุ้มนิวเคลียสห่อหุ้ม** จุลินทรีย์พวกนี้ ได้แก่ โปรโตซัว รา และสาหร่าย

ปัจจุบันจุลินทรีย์ที่เป็นเซลล์พบอยู่ใน 3 อาณาจักร คือ อาณาจักรโมเนอรา (Kingdom Monera) อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista) และอาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Fungi) **ตามการจำแนกสิ่งมีชีวิตของ โรเบิร์ต เอช วิทเทคเกอร์ (Robert H. Whittaker)** ซึ่งจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็น 5 อาณาจักร ได้แก่ อาณาจักรโมเนอรา (Monera) อาณาจักรโพรทิสตา (Protista) อาณาจักรเห็ดรา (Fungi) อาณาจักรพืช (Plantae) และอาณาจักรสัตว์ (Animalia)

สำหรับไวรัส (Viruses) เป็นจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particles) ไม่ได้มีลักษณะเป็นเซลล์ จึงมีการจัดอยู่ในอาณาจักรไวรา (Kingdom Vira)

แบคทีเรีย (Bacteria)

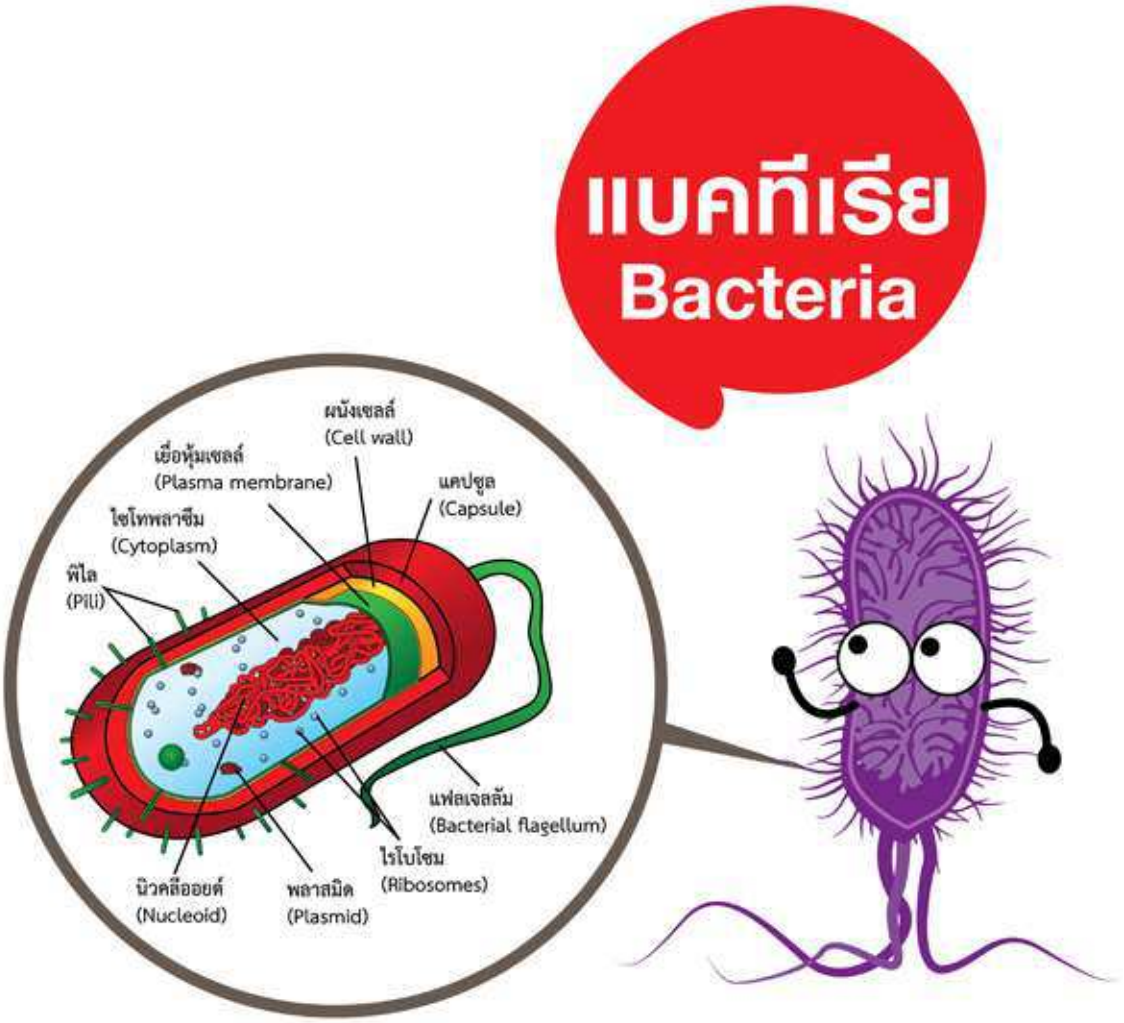


Diagram แบคทีเรียกลุ่มบาซิลลัส (Bacillus Bacteria)

แบคทีเรีย (Bacteria) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นเซลล์แบบโพรคาริโอต (Prokariotic Cell) มีลักษณะเป็นเซลล์เดียว (Unicellular) มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า มีขนาดเล็กประมาณ 0.3 - 2 ไมโครเมตร ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 1000 เท่าจึงจะเห็นได้ชัด

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **โมเนอรา (Kingdom Monera)**

รูปพรรณสัณฐาน (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** เซลล์เดียว (Unicellular) แบบโปรคาริโอต (Prokaryotic cell)
- **รูปร่าง**
  - รูปกลม (Coccus)

- รูปแท่ง (Bacillus)
- รูปเกลียว (Spiral)

นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรียกลุ่มที่เรียกว่า “แอคติโนมัยซีท (Actinomycetes)” ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่มีลักษณะเป็นเส้นใยคล้ายเชื้อรา

- **ขนาด** มีขนาดเล็กประมาณ 0.3 - 2 ไมโครเมตร (10^{-3} เมตร)

รูปกลม (Coccus)

รูปแท่ง (Bacillus)

รูปเกลียว (Spiral)

การดำรงชีพ (Living)

- **ยูแบคทีเรีย (Eubacteria)** แบคทีเรียที่อยู่ในสภาพแวดล้อมธรรมดาทั่วไป ทั้งในดิน น้ำ อากาศ อาหาร และในร่างกายสิ่งมีชีวิตอื่น
- **อาร์เคียแบคทีเรีย (Archaebacteria)** แบคทีเรียที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายเป็นพิเศษ เช่น ร้อนจัด มีความเป็นกรดหรือเบสสูง หรือบริเวณที่มีสารพิษสูง

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- ผู้ย่อยสลาย (Decomposer)
- ปรสิต (Parasite)

ประโยชน์

- มีความสามารถในการย่อยสารอนินทรีย์ เช่น พลาสติก กระดาษ หรือน้ำมัน ได้ แบคทีเรียจึงถูกนำมาใช้ในกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation) และการบำบัดของเสีย
- นำมาใช้ประโยชน์ในการหมักอาหาร (Fermentation) เช่น *Lactobacillus acidophilus* ซึ่งอยู่ในลำไส้ของมนุษย์ ช่วยสร้างวิตามินและช่วยย่อยอาหาร
- ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของอาหารและน้ำ เช่น *Escherichia coli*

โทษ

- แบคทีเรียประมาณร้อยละ 1 สามารถก่อให้เกิดโรคได้ (Pathogen) เช่น *Bordetella pertussis* จะสร้างสารพิษ (Toxin) ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย ทำให้เกิดโรคบาดทะยัก และไอกรน เป็นต้น
- เป็นสาเหตุของการเน่าเสียของอาหาร เช่น *Alcaligenes* spp. ทำให้นม และเนื้อสัตว์เสีย

เห็ด รา ยีสต์

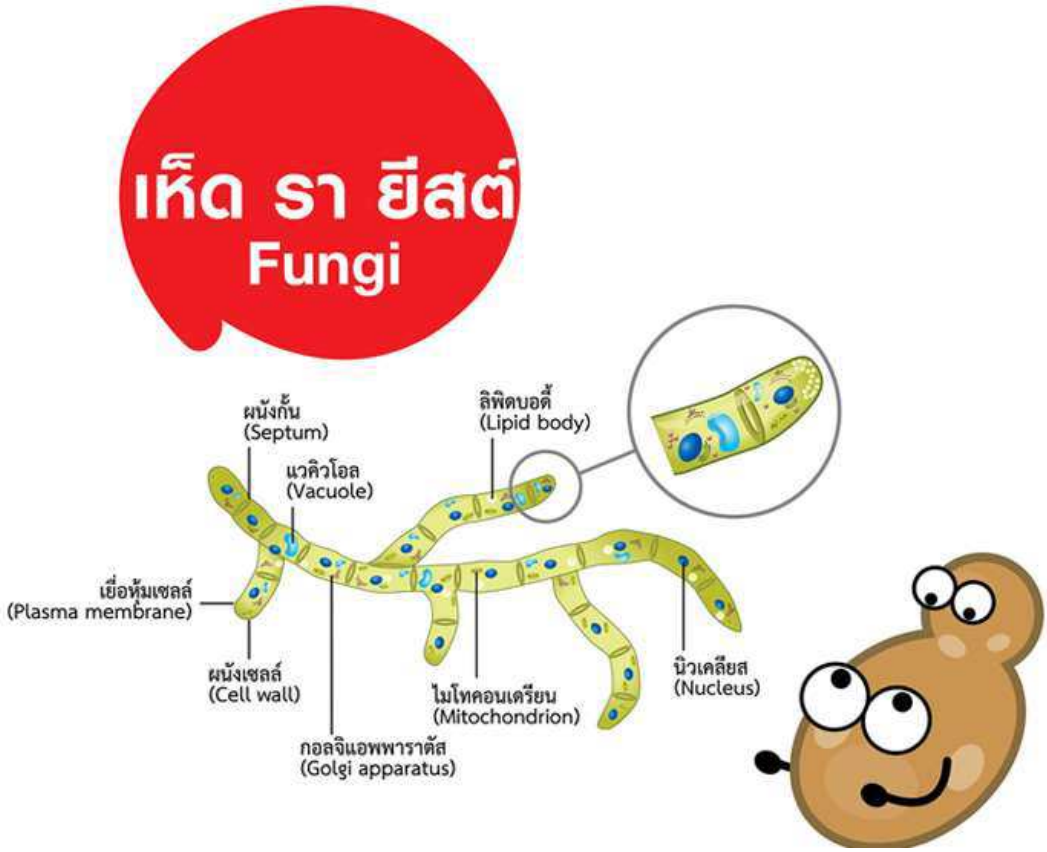


Diagram กลุ่มรา (Mold)

เห็ด รา ยีสต์ เป็นพวกยูคาริโอตที่ไม่มีคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) มีทั้งที่เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น ยีสต์ และสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ที่ยังไม่พัฒนาเป็นเนื้อเยื่อ เช่น ราและเห็ดชนิดต่าง ๆ โดยที่ราส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเส้นใย เรียกว่า “ไฮฟา (Hypha)” กลุ่มของไฮฟา เรียกว่า “ไมซีเลียม (Mycelium)” ซึ่งไมซีเลียมของราบางชนิดจะรวมกลุ่มและพัฒนาเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า “ฟรุตติงบอดี (Fruiting body)”

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **เห็ดรา (Kingdom Fungi)**

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** เซลล์แบบยูคาริโอต (Eukaryote) มีทั้งแบบเซลล์เดี่ยวและหลายเซลล์
- **ขนาด** เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายทางด้านขนาด โดยมีขนาดเล็กตั้งแต่ประมาณ (10^{-3} เมตร) – 1 เมตร
- **รูปร่าง** มี 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้
  - จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยเดี่ยวหรือแตกแขนง เรียกว่า **“Mold”**
  - จัดเรียงเซลล์แบบเส้นใยรวมเป็นมัด เรียกว่า **“Mushroom”**
  - มีลักษณะรูปร่างหลายแบบ เช่น วงกลม วงรี สามเหลี่ยม

การดำรงชีพ (Living)

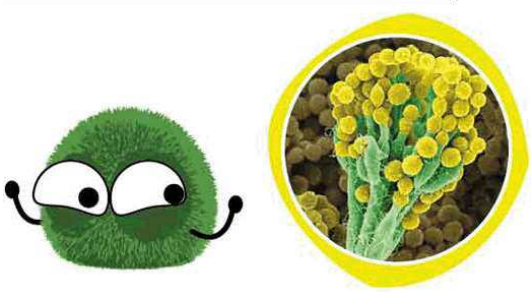
- **ดำรงชีพเป็นอิสระ (Free living)** ทั้งบนบกและในน้ำ
- **อาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (Symbiont)**
  - แบบภาวะย่อยสลาย (Saprophytidm)
  - แบบพึ่งพากัน (Mutualism)
  - แบบภาวะปรสิต (Parasitism)

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

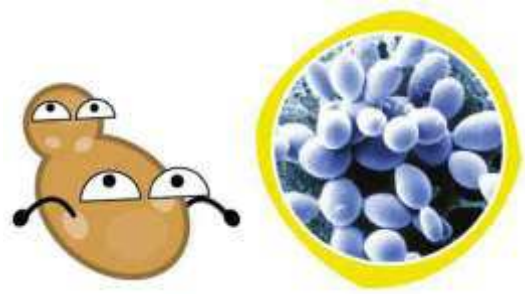
- **เป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิต (Saprophyte)** ให้เป็นสารโมเลกุลเล็กลง

ประโยชน์ (Benefit)

- **เห็ด : เห็ดหลินจือ *(Ganoderma lucidum)*** จัดเป็นราชาแห่งสมุนไพรจีนที่มีการใช้รักษาโรคต่าง ๆ มานานกว่า 4,000 ปี ปัจจุบันเป็นเห็ดที่นิยมใช้ทางการแพทย์ เพราะมีสาระสำคัญ ที่มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยามากมาย เช่น สารกลุ่ม Polysaccharides, สารกลุ่ม Trierpenoids และสารกลุ่ม Sterols เป็นต้น

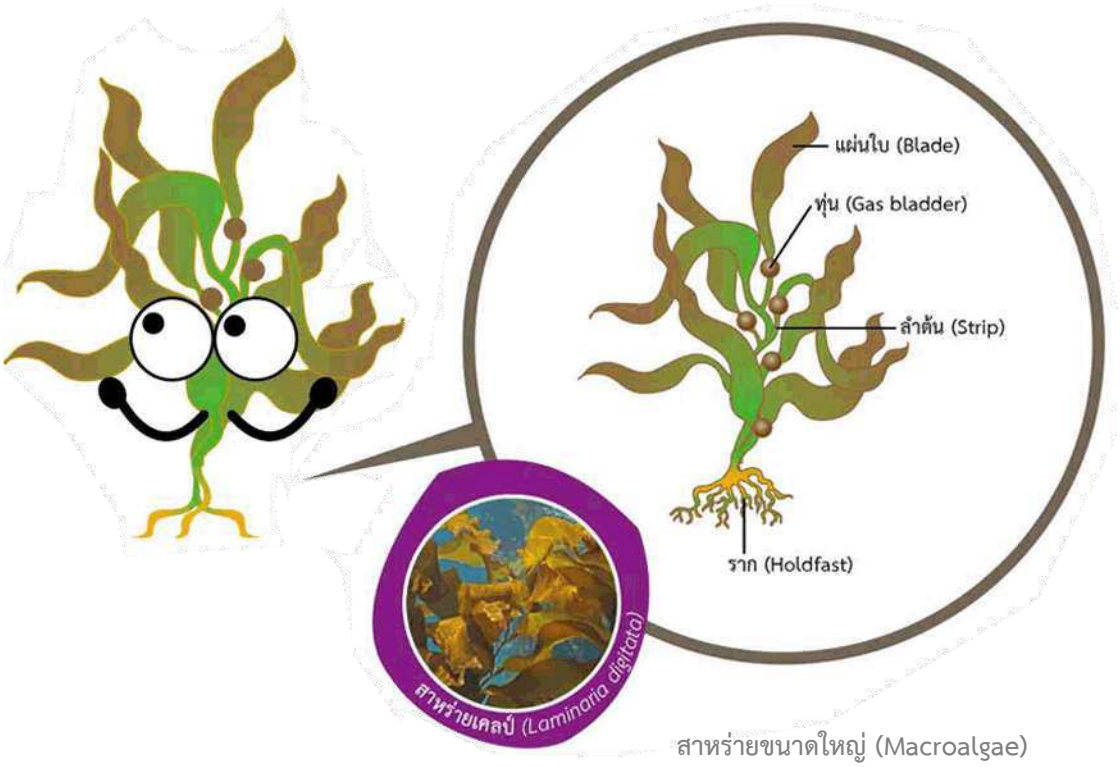


- **รา : เพนิซิลเลียม นอตาตัม (*Penicillium notatum*) หรือ “ราเขียว”** สามารถออกฤทธิ์ยับยั้งการสร้างโปรตีน ที่จำเป็นในการสร้างผนังเซลล์ของแบคทีเรียก่อโรคหลายชนิด ถูกนำมาพัฒนาเพื่อใช้ผลิตยา **“เพนิซิลิน (Penicillin) ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะตัวแรกของโลก”** สามารถใช้รักษาโรคได้มากมาย เช่น โรคคอตีบ บาดทะยัก ปอดอักเสบ และเยื่อหุ้มสมองอักเสบ

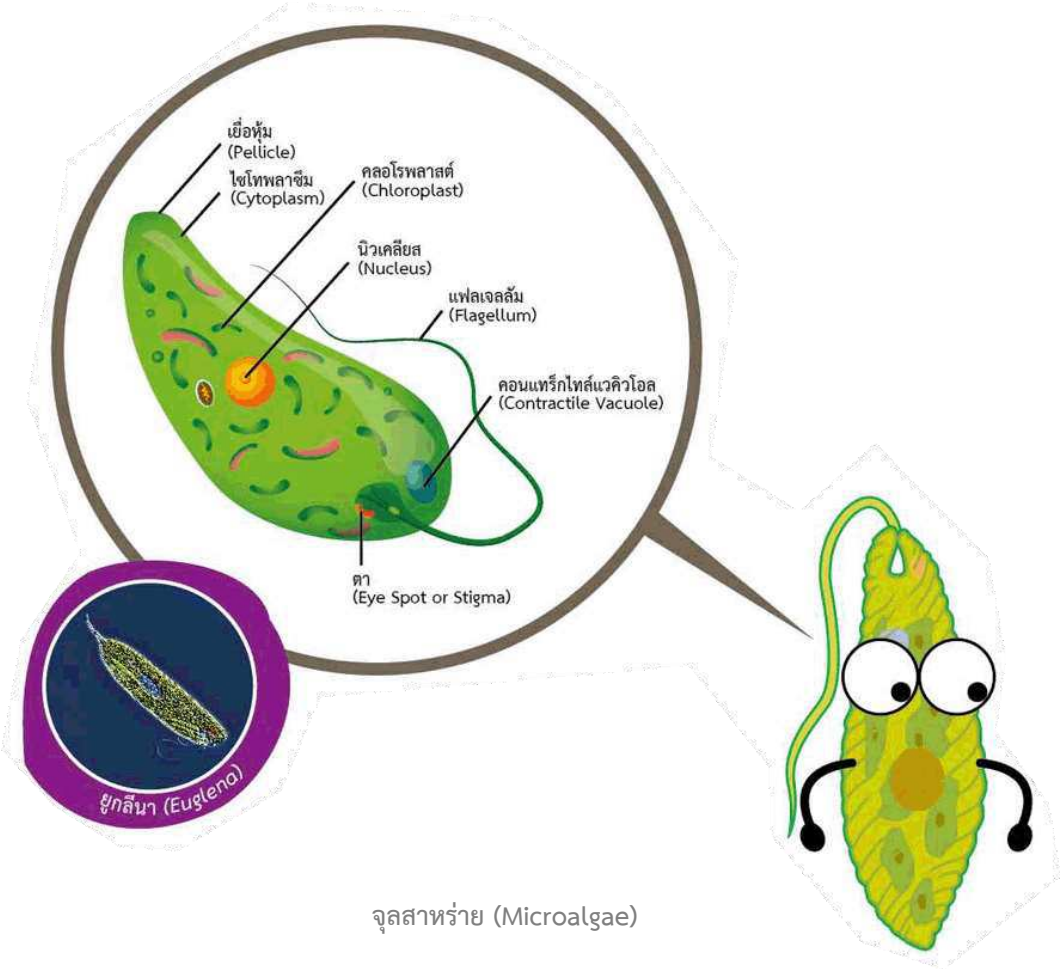


- **ยีสต์: แซคคาโรโมซีส เซเรวิซีอี (*Saccharomyces cerevisiae*)** เป็นยีสต์ชนิดหนึ่งที่ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมอาหารเพื่อหมัก (Fermentation) เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เช่น เบียร์ ไวน์, ใช้เป็นสารขึ้นฟูในขนมปัง และใช้ผลิตสารสกัดจากยีสต์ (Yeast extract)

สาหร่าย (Algae)



สาหร่ายขนาดใหญ่ (Macroalgae)



จุลสาหร่าย (Microalgae)

สาหร่ายเป็นจุลินทรีย์ยูแคริโอต มีทั้งพวกที่ดำรงชีวิตแบบเซลล์เดี่ยว (Unicellular) และพวกที่เซลล์เจริญรวมกันแบบหลายเซลล์ (Multicellular) มีการแพร่กระจายอยู่ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย และที่ชื้นแฉะ สาหร่ายที่เจริญเป็นเซลล์เดี่ยวโดยทั่วไปจะมีขนาดเล็กจนไม่สามารถสังเกตเห็นได้ด้วยตาเปล่า จำเป็นต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์ในการศึกษาจึงจะสามารถสังเกตเห็นลักษณะสัณฐานและโครงของเซลล์ได้ เรียกสาหร่ายกลุ่มนี้ว่า **จุลสาหร่าย (Microalgae)** สำหรับสาหร่ายที่เจริญเป็นแบบหลายเซลล์ ส่วนใหญ่จะมีการพัฒนาเป็นรูปสัณฐานขนาดใหญ่จนสามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ จึงเรียกว่า **สาหร่ายขนาดใหญ่ หรือมหสาหร่าย (Microalgae)** ซึ่งบางชนิดมีลักษณะคล้ายพืชชั้นสูง มีการพัฒนากลุ่มของเซลล์จนกลายเป็นโครงสร้างที่ซับซ้อน ทำหน้าที่คล้ายราก ลำต้น และใบ แต่อย่างไรก็ตาม โครงสร้างที่ปรากฏเหล่านั้นยังไม่ถือว่าเป็นราก ลำต้น และใบที่แท้จริง เพราะขาดสมบัติของการทำงานร่วมกันเป็นเนื้อเยื่อ ภายในเซลล์ของสาหร่ายมีสารสี (Pigments) ที่ช่วยตรึงพลังงานแสงมาใช้ในการสังเคราะห์แสงได้คล้ายกับพืช

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **โพรทิสตา (Kingdom Protista)**

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ยูคาริโอต (Eukaryote) มีทั้งแบบเซลล์เดี่ยว (Unicellular) เช่น *Chlorella sp.* และพวกที่เซลล์เจริญรวมกันแบบหลายเซลล์ (Multicellular) เช่น เคลป์ (*Laminaria digitata*)
- **รูปร่าง** สาหร่ายมีความหลากหลายในเชิงรูปร่าง และรูปทรง เช่น รูปทรงกลม ท่อน รูปคล้ายกระบอง รูปเกลียว รูปเรียวแหลม และโค้งงอคล้ายพระจันทร์เสี้ยว

การดำรงชีพ (Living)

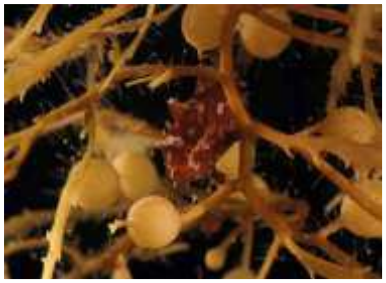
- สาหร่ายมีการแพร่กระจายอยู่ทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย และที่ชื้นแฉะ
- สาหร่ายเซลล์เดียวจะอยู่เป็นอิสระ (Free living) ทั้งเคลื่อนที่ตามกระแสน้ำ เกาะอยู่กับวัตถุต่าง ๆ ในน้ำ หรือมีรยางค์ช่วยในการเคลื่อนที่
- สาหร่ายที่มีขนาดใหญ่จะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (Colony) เป็นสาย หรือเรียงตัวกันเป็นแผ่น และบางชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- สาหร่ายเป็นผู้ผลิตขั้นต้น (Primary producer) ที่สำคัญของห่วงโซ่อาหาร และเป็นผู้ผลิตออกซิเจนที่สำคัญ เนื่องจากภายในเซลล์ของสาหร่ายมีสารสี (pigments) ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง

ประโยชน์

- สาหร่ายเป็นที่พักอาศัยของสัตว์ทะเลหลายชนิด เช่น สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.) และเป็นแหล่งอาหารของสิ่งมีชีวิต เช่น จีฉ่าย (*Gelidium corneum*)
- ใช้บำบัดน้ำเสีย เนื่องจากสาหร่ายสามารถนำแอมโมเนีย ไนไตรต์ ไนเตรต และฟอสฟอรัส ซึ่งมีมากในน้ำเสียมาใช้ในการเจริญเติบโต จึงทำให้น้ำเสีย หรือน้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น เช่น *Cladophora* spp.
- นำมาทำเครื่องสำอางและอาหารสุขภาพ เนื่องจากสาหร่ายหลายชนิดมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เช่น สาหร่ายเตาหรือเทาน้ำ (*Spirogyra* spp.)
- ใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น ใช้สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* spp.) ในการป้องกันและรักษาโรคต่าง ๆ เช่น โรคเบาหวาน โรคกระเพาะ หรือผลิตสารปฏิชีวนะ เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียบางชนิด



สาหร่ายทุ่น (*Sargassum* spp.)

จีฉ่าย (*Gelidium corneum*)

โทษ

- หากจุลสาหร่ายมีความหนาแน่นมากเกินไป จนทำให้เกิด**ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Algal bloom)** มีผลทำให้ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในแหล่งน้ำต่ำลง สัตว์น้ำที่อยู่ในบริเวณนั้น จะเสียชีวิตเนื่องจากขาดออกซิเจน

ปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Algal bloom)

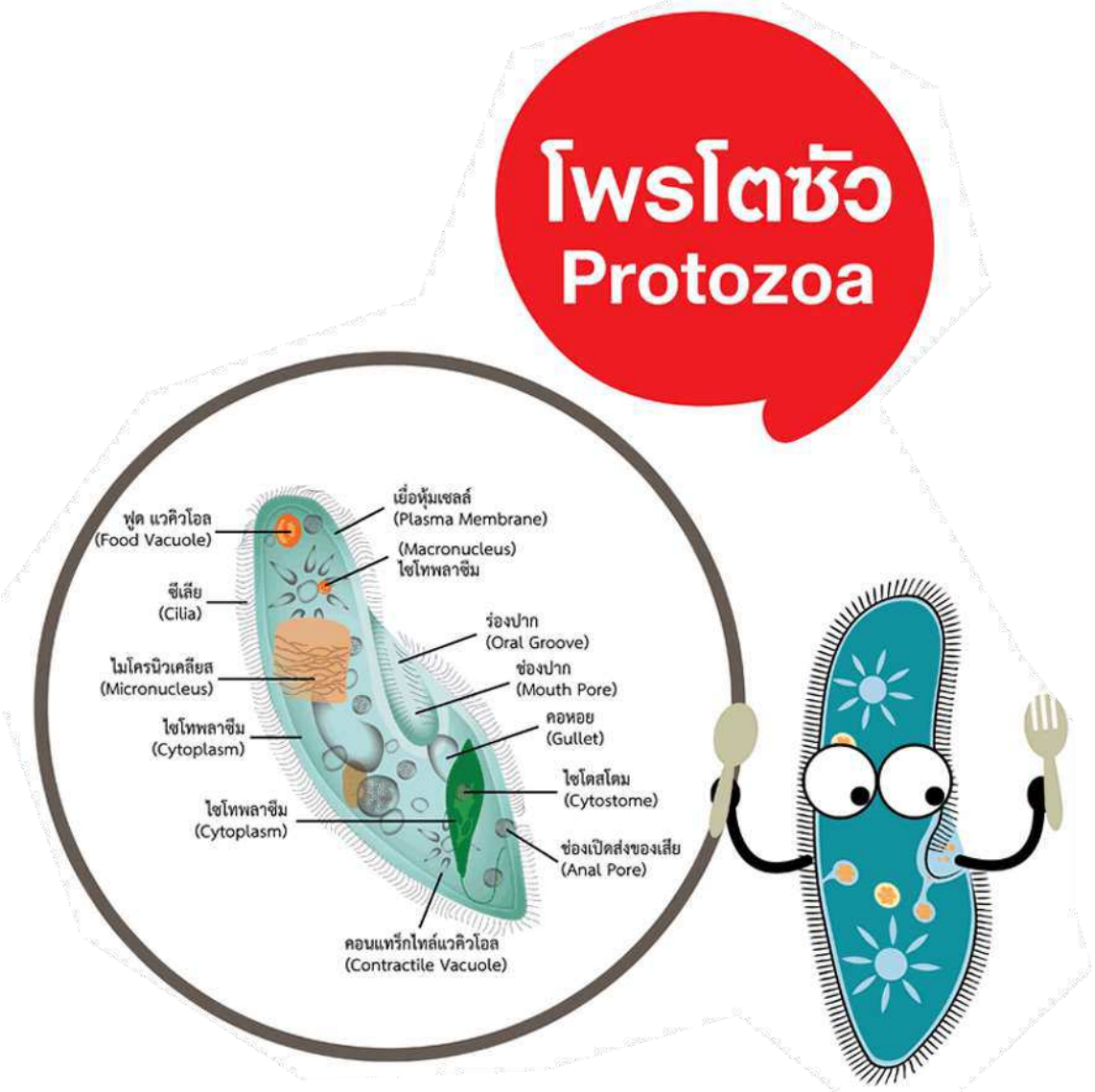


Diagram พารามีเซียม (Paramecium)

“โพรโทซัว (Protozoa)” มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก คำว่า **“Proto”** แปลว่า **“แรกเริ่ม”** และคำว่า **“Ƶoon”** แปลว่า **“สัตว์”** รวมแล้วจึงแปลว่า **“สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนสัตว์ในเบื้องต้น”** โพรโทซัวเป็นสิ่งมีชีวิตใน **“อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)”** มีขนาดตั้งแต่เล็กระดับไมโครเมตร (10^{-6}) ไปจนถึงใหญ่ขนาดมิลลิเมตร (10^{-3} เมตร) โครงร่างของโพรโทซัวมีทั้งแบบ **“ร่างกายสมมาตร (Symmetry)”** เช่น พารามีเซียม (*Paramecium*) และ **“ไม่สมมาตร (Bilateral symmetry)”** เช่น อมีบา (*Amoeba*)

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร (Kingdom)

- โพรทิสตา (Kingdom Protista)

รูปร่างลักษณะ (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ยูคาริโอต (Eukaryote)

- **รูปร่าง** ร่างกายสมมาตร (Symmetry) และไม่สมมาตร (Bilateral symmetry)
- **ขนาด** ตั้งแต่ระดับไมโครเมตร (10^{-6} เมตร) ไปจนถึงขนาดมิลลิเมตร (10^{-3} เมตร)

การดำรงชีพ (Living)

- **"ดำรงชีพเป็นอิสระ (Free living)"** พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำ ดินทราย ซากเน่าเปื่อย หรือพื้นที่ที่มีความชื้น
- **"อาศัยอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น (Symbiont)"** มี 3 ลักษณะ คือ
  - แบบภาวะอิงอาศัย (Commensalism)
  - แบบพึ่งพากัน (Mutualism)
  - แบบภาวะปรสิต (Parasitism)

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

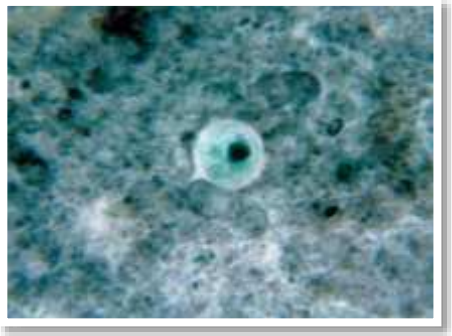
- กินพืช (Herbivores)
- กินทั้งพืชและสัตว์ (Omnivores)
- ผู้ย่อยสลายโดยทางอ้อม (Indirect decomposer)

ปรโยชน์

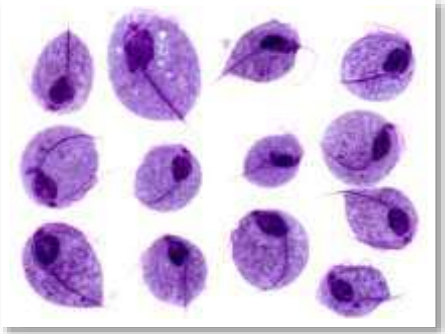
- เป็นผู้ย่อยสลายโดยทางอ้อม (Indirect decomposer) โพรโตซัวจะกินทั้งซากอินทรียวัตถุและแบคทีเรียเข้าไปพร้อม ๆ กัน (Detritus feeder) ทำให้ซากอินทรีย์เกิดการสลายตัวได้ไวขึ้น จนกลายเป็นอาหารให้กับพืชและสัตว์อีกครั้งหนึ่ง

โทษ

- หนึ่งในสามของโพรโตซัวก่อให้เกิดโรคร้ายแรงต่อคนและสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น โรคบิดจากเชื้ออมีบา (*Entamoeba histolytica*) และโรคช่องคลอดอักเสบจากเชื้อโพรโตซัว (*Trichomonas vaginalis*) เป็นต้น



Entamoeba histolytica
ก่อให้เกิดโรคบิดมีตัวในลำไส้



Trichomonas vaginalis
ก่อให้เกิดโรคช่องคลอดอักเสบ

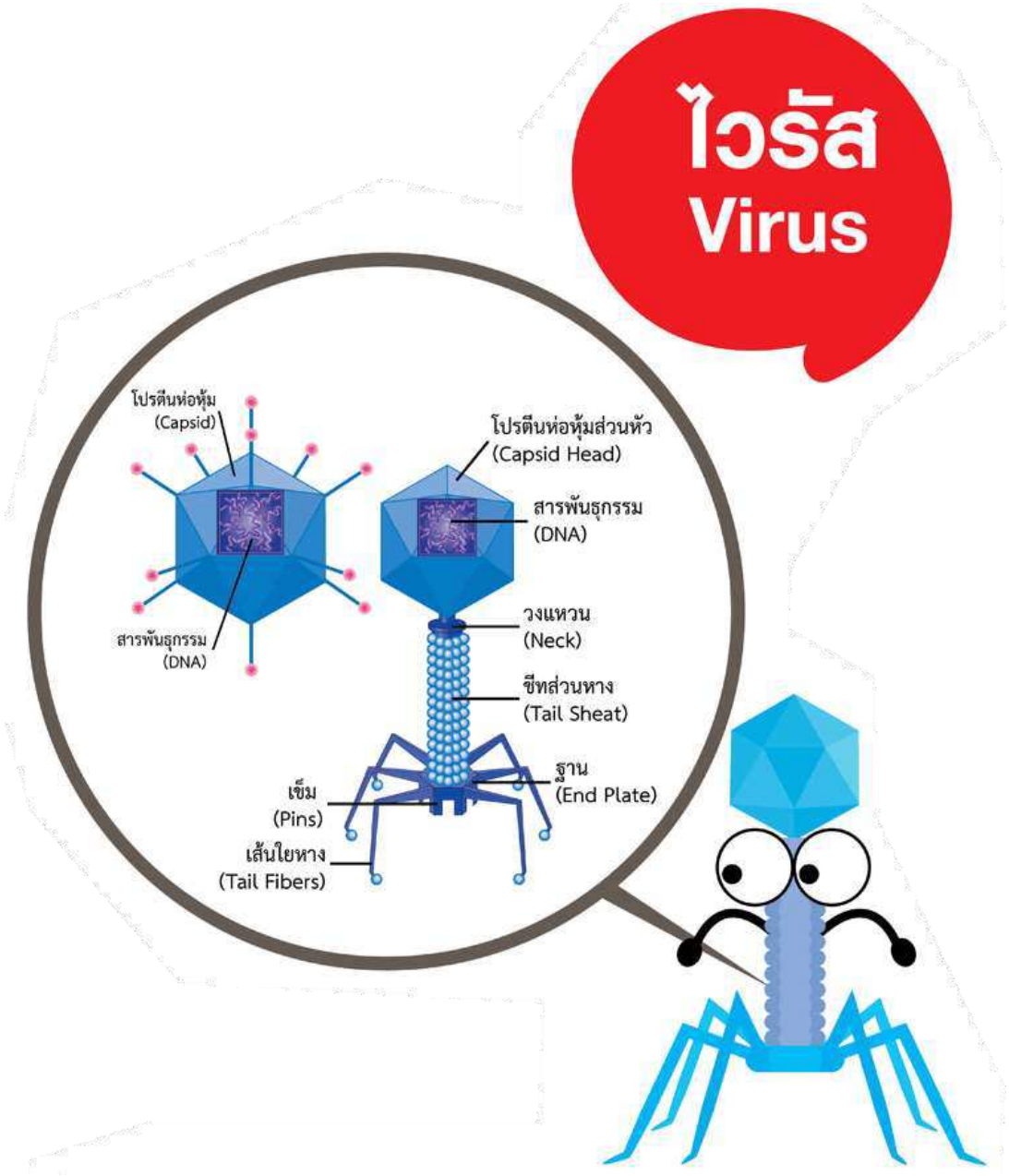


Diagram ไวรัสแบคเทอริโอเฟจ (Bacteriophages)

ไวรัส (Viruses) เป็นจุลินทรีย์ชนิดหนึ่งที่มีลักษณะเป็นอนุภาค (Particles) จึงยังไม่มีองค์ประกอบของเซลล์ มองเห็นได้โดยอาศัยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (Electron Microscope) เท่านั้น ตัวไวรัสประกอบด้วยโปรตีนซึ่งเป็น RNA หรือ DNA อย่างใดอย่างหนึ่งแต่เพียงอย่างเดียวอยู่ในส่วนกลางของตัวไวรัส (Core) ซึ่งเป็นตัวแสดงพันธุกรรม (Genome) ของเชื้อไวรัสนั้น ๆ และมีเปลือกหุ้มอีกชั้นเป็นสารโปรตีนที่เรียกว่า Capsid

ไวรัสไม่มีพลังงานสะสมในตัว ไม่มีการแบ่งตัว ไม่มีการเคลื่อนไหวเมื่ออยู่นอกเซลล์ของคน สัตว์ พืช หรือแม้แต่เชื้อโรคที่ได้รับเชื้อเข้าไป มันจะเพิ่มจำนวนและทำให้เกิดโรคได้ก็ต่อเมื่อเข้าไปอยู่ในเซลล์ของผู้ติดเชื้อ (เจ้าบ้าน) แล้วเท่านั้น ซึ่งเซลล์เหล่านั้นทำหน้าที่เหมือนเป็นโรงงานผลิตเชื้อไวรัส

ข้อมูลจำเพาะ

อาณาจักร

- **ไวรา (Kingdom Vira)**

รูปพรรณสัณฐาน (Appearance)

- **ลักษณะเซลล์** ไวรัสเป็นอนุภาค (Particles) ไม่จัดเป็นเซลล์เช่นจุลินทรีย์อื่น
- **รูปร่าง**

  - **ก้อนหรือเหลี่ยมลูกบาศก์ (Cubical Structure)** เช่น ไวรัสโรคโปลิโอ (Polio virus)

  - **แท่งกระบอก (Cylindrical Structure)** มีลักษณะท่อนตรงยาวหรือท่อนโค้ง สมมาตรกัน เรียกว่า Helical Symmetry เช่น ไวรัสที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ หัด (Influenza virus)

  - **รูปร่างไม่แน่นอน ซับซ้อน หรือรูปร่างจำเพาะแตกต่างกันไป (Complex Structure)** ไวรัสกลุ่มนี้มีรูปร่างแปลก ๆ เช่น คล้ายรูปลูกปืน ก้อนอิฐ หรือยานอวกาศ เช่น ไวรัสโรคฝีดาษ (Variola virus)

- **ขนาด** มีขนาดตั้งแต่ 20 - 400 นาโนเมตร (10^{-9} เมตร)

การดำรงชีพ (Living)

- ดำรงชีพในรูปแบบเป็นปรสิต (Parasite) อยู่ในเซลล์หรือ สารพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตอื่น (Host cell) เพื่อการดำรงชีพ และขยายพันธุ์

บทบาทในระบบนิเวศ (Ecological Roles)

- ปรสิต (Parasite)

ประโยชน์

- ใช้ประโยชน์ในงานพันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) เพื่อผลิตวัคซีน หรือกระตุ้นภูมิคุ้มกันของสิ่งมีชีวิต โดยใช้ไวรัสเป็นพาหนะในการนำสารพันธุกรรมเข้าไปเพิ่มจำนวนในแบคทีเรียสำหรับการศึกษาทดลอง
- ไวรัส (Bacteriophages) เป็นไวรัสที่ต้องอาศัยอยู่กับเซลล์ของแบคทีเรียเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวน สามารถกำจัดแบคทีเรียก่อโรคได้อย่างจำเพาะเจาะจง โดยไม่มีผลต่อแบคทีเรียที่เป็นประโยชน์ จึงถูกนำมาใช้กำจัด Biofilms (ชั้นของแบคทีเรียที่เจริญอยู่ตามพื้นผิวที่แข็ง) ในโรงงานอุตสาหกรรม ร่วมกับคลอรีน

โทษ

- ก่อให้เกิดการติดเชื้อได้ทั้งในสิ่งมีชีวิต ไวรัสมีความสามารถในการกลายพันธุ์ได้ง่าย จึงเป็นเรื่องยากที่จะผลิตยารักษาและควบคุมการระบาด

เชื้อจุลินทรีย์บนจานเพาะเชื้อ (Petri Dish)
สำหรับดูผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ (Stereo Microscope)

กลุ่ม	ชื่อวิทยาศาสตร์
แบคทีเรีย	*Loktanella pyoseonensis*
แบคทีเรีย	*Acetobacter aceti*
แบคทีเรีย	*Bacillus megaterium*
แบคทีเรีย	*Flavobacterium dongtanense*
แบคทีเรีย	*Bacillus mojavensis*
แบคทีเรีย	*Gluconobacter frateurii*
แบคทีเรีย	*Hahella chejuensis*
แบคทีเรีย	*Algoriphagus zhangzhouensis*
Actinomyces	*Microbispora* sp.
Actinomyces	*Micromonospora* sp.
Actinomyces	*Gordonia* sp.
Actinomyces	*Amycolatopsis* sp.
Actinomyces	*Streptomyces* sp.
Actinomyces	*Amycolatopsis* sp.
Actinomyces	*Gordonia* sp.
รา	*Pycnoporus sanguineus*
รา	*Nectria* sp.
รา	*Aspergillus flavus*
รา	*Xylaria* sp.
รา	*Emericella variecolor*
รา	*Talaromyces* sp.
ยีสต์	*Rhodotorula glutinis*
ยีสต์	*Sporobolomyces magnisporus*
ยีสต์	*Saccharomyces cerevisiae*
ยีสต์	*Kluyveromyces maxianus*
ยีสต์	*Candida rugosa*
ยีสต์	*Lipomyces starkeyi*
สาหร่าย	*Chlorella* sp.

จุลินทรีย์ในรูปแบบสไลด์ถาวร (Permanent Slide)
สำหรับดูผ่านกล้องจุลทรรศน์ชนิด 2 ตา (Binocular Microscope)

กลุ่ม	ชื่อวิทยาศาสตร์
แบคทีเรีย	*Escherichia coli*
ไซยาโนแบคทีเรีย	*Anabaena* sp.
ไซยาโนแบคทีเรีย	*Oscillatoria* sp.
โพรโทซัว	*Paramecium* sp.
รา	*Penicillium* sp.
รา	*Aspergillus flavus*
รา	*Rhizopus* sp.
ยีสต์	*Saccharomyces* sp.
สาหร่าย	*Spirogyra* sp.
สาหร่าย	*Scenedesmus* sp.
สาหร่าย	*Volvox* sp.

**** ด้วยเหตุผลทางสุขอนามัย นิทรรศการไม่ใช้ตัวอย่างเชื้อจุลินทรีย์ที่เสี่ยงต่อการก่อโรคและกลุ่มไวรัส**

ข้อสังเกต

“เปิดโลกจุลินทรีย์” เป็นฐานกิจกรรมที่ต้องการปูพื้นความรู้ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้จักกับจุลินทรีย์ทั้งในแง่ความหมาย และประเภทของจุลินทรีย์ โดยการเน้นให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ดูของจริงโดยมี Diagram รายละเอียดโครงสร้างของจุลทรีย์แต่ละกลุ่มที่ออกแบบให้เข้าใจง่ายเป็นสื่อการสอนหลักควบคู่ไปด้วย และเมื่อได้ดูตัวอย่างจริงผ่านกล้องจุลทรรศน์ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจึงสามารถเชื่อมโยงความรู้เข้ากันได้ดีขึ้น

รูปแบบการเรียนรู้วิทยากรแบ่งส่วนการเรียนรู้เป็น 3 ส่วนคือ เริ่มแรกวิทยากรจะอธิบายความหมายของจุลินทรีย์ ประเภทของจุลินทรีย์ และลักษณะเด่นของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม โดยใช้ไวนิล (Vinyl) ขนาด 260 x 240 เซนติเมตร บนโครงสร้าง แสดงข้อมูลและส่วนประกอบของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่ม เป็นสื่อการสอนหลัก สลับกับบอร์ดนิทรรศการหมายเลข 2 – 9 หลังจากนั้นวิทยากรชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูเชื้อตัวอย่างจุลินทรีย์บนจานเพาะเชื้อ (Petri Dish) และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่องกล้องดูสไลด์ถาวร (Permanent Slide) พร้อมอธิบาย สุดท้ายจึงชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูโมเดลเชื้อจุลินทรีย์พร้อมอธิบายเพื่อปูความรู้สู่ฐานถัดไป การสอนของวิทยากรรูปแบบนี้ทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเข้าใจเนื้อหาได้ดีและเพลินเพลินไปกับการเรียนรู้

จากการสังเกต ฐานกิจกรรมนี้ได้รับความสนใจเป็นพิเศษจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกช่วงวัย และใช้เวลาในฐานกิจกรรมนี้ค่อนข้างนาน เนื่องจากเนื้อหาเป็นสิ่งที่สร้างความตื่นเต้น และแปลกใหม่ต่อการรับรู้ของผู้เข้าร่วมกิจกรรม เนื้อหามีการร้อยเรียงที่เป็นขั้นตอน สำคัญที่สุดคือวิทยากรมีความรู้ความสามารถในการถ่ายทอดเนื้อหาออกมาได้สนุกสนานแต่ยังคงไว้ซึ่งสาระความรู้ และการได้ดูตัวอย่างจริงผ่านเครื่องมือวิทยาศาสตร์เป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ทำให้ฐานกิจกรรมนี้ได้รับความสนใจเป็นพิเศษ

ภาพบรรยากาศ

ฐานกิจกรรมที่ 2: จุลินทรีย์ จิ๋วแต่แจ๋ว

“จุลินทรีย์” ชื่อนี้ฟังดูน่ากลัวเพราะเรารับรู้ว่าสามารถก่อให้เกิดโรคกับมนุษย์ได้ แต่อีกแง่มุมหนึ่งเรากลับไม่ทราบว่า **“จุลินทรีย์” ส่วนมากนั้นมีประโยชน์** และนักวิทยาศาสตร์ได้นำมาใช้ในกระบวนการเทคโนโลยีชีวภาพ และก่อให้เกิดประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มากมาย

ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในด้านต่าง ๆ เช่น การเกษตร อาหาร การแพทย์ และสิ่งแวดล้อม ผ่านการถ่ายทอดความรู้จากนักวิจัย พร้อมใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์เพื่อทดสอบความสามารถของจุลินทรีย์

วัตถุประสงค์

1. รู้จักการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์
2. เผยแพร่งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยยชน์จากจุลินทรีย์

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้นและบุคคลทั่วไป

แหล่งความรู้

- คุณสุดารัตน์ ทองสุขแสงเจริญ
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970 (คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร เป็นผู้ประสาน)
- คุณปุณธนาฒย์ ทัตติยพงศ์
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970 (คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร เป็นผู้ประสาน)

อุปกรณ์

1. ผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆที่นำจุลินทรีย์มาใช้ประโยชน์ในกระบวนการ
2. ตัวอย่างผลงาน จากงานวิจัยนวัตกรรม “BS-จุลินทรีย์” กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ ผลงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
3. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide; H_2O_2) ความเข้มข้น 25 %
4. น้ำยาล้างจาน
5. สีผสมอาหาร
6. ยีสต์แห้ง
7. น้ำเปล่า
8. แก้วน้ำพลาสติก
9. จานรองกั้นเปื้อน
10. ถุงมือยาง
11. เจลล้างมือ
12. บอร์ดนิทรรศการที่ 10

วิธีการดำเนินการ

1. วิทยากรแนะนำเกี่ยวกับฐานกิจกรรมและสิ่งที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้
2. วิทยากรสอบถามถึงการใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในชีวิตประจำวัน โดยการพูดคุยแลกเปลี่ยนความรู้
3. วิทยากรชักชวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูผลิตภัณฑ์ที่จัดแสดง ซึ่งเกิดจากการนำจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ และตัวอย่างผลงาน จากงานวิจัยนวัตกรรม “BS-จุลินทรีย์” กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ ผลงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.)
4. วิทยากรชักชวนผู้เข้าร่วมกิจกรรมทำการทดลองทดสอบความสามารถในการย่อยน้ำตาลของยีสต์ เพื่อแสดงให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมเห็นถึงปฏิกิริยาทางชีวเคมีที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการนำจุลินทรีย์ไปใช้ประโยชน์
5. วิทยากรสรุปการเรียนรู้และให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสอบถามประเด็นที่สนใจเพิ่มเติม

เนื้อหาในการอธิบาย

จุลินทรีย์ดีมีประโยชน์

คนส่วนใหญ่มักมีทัศนคติเชิงลบต่อจุลินทรีย์ในบทบาทของการเป็น **“เชื้อโรค”** แต่แท้จริงแล้วในอีกมุมหนึ่งนั้น **“จุลินทรีย์มีประโยชน์ต่อโลกใบนี้มากเหลือเกิน”**

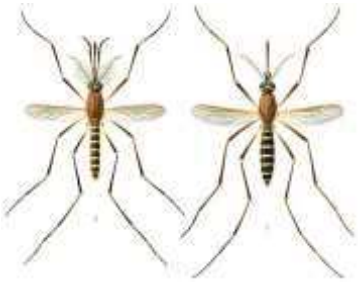
- **น้ำหมักชีวภาพ (น้ำหมัก E.M.)**

  “น้ำหมัก E.M” คือ น้ำที่รวมเอา **“กลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพ (Effective microorganism)”** ซึ่งได้จากการหมักซากพืชและซากสัตว์ร่วมกับกากน้ำตาลที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์ชนิดที่ต้องการ ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม นำไปใช้ได้ทั้งแบบหัวเชื้อ หรือผสมกับวัตถุดิบอื่น ๆ ที่เหมาะกับการใช้งาน

  น้ำหมักชีวภาพ (E.M.) และ E.M. Ball

  - **ด้านการเกษตร**
    - ช่วยปรับสภาพความเป็นกรด – ด่าง ในดินและน้ำ
    - ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืชและโรคระบาดต่าง ๆ
    - ช่วยย่อยสลายอินทรียวัตถุเพื่อให้เป็นปุ๋ยแก่พืช
  - **ด้านสิ่งแวดล้อม**
    - E.M. จะกินตะกอนของเสียที่หมักหมมใต้ท้องทะเล ทำให้ค่า BOD (Biological Oxygen Demand) ลงลง น้ำเสียจึงกลายเป็นน้ำดี
    - ย่อยสลายขยะสดให้กลายเป็นปุ๋ย กลิ่นเหม็นจากการเน่าเสียจึงลดลงไปด้วย

- **นวัตกรรม “BS-จุลินทรีย์” กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ**



ยุงรำคาญ

ผลงานการวิจัยของมหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ทำการวิจัยดัดแปลงพันธุกรรมแบคทีเรีย ***Bacillus sphaericus*** หรือ **“Bs.”** ให้สามารถสร้างโปรตีนที่มีความเป็นพิษได้มากยิ่งขึ้น เพื่อใช้ในการกำจัดลูกน้ำยุงรำคาญพาหะของโรคไข้สมองอักเสบและยุงก้นปล่องพาหะนำเชื้อมาลาเรีย ซึ่งนวัตกรรมนี้ได้รับการรับรองความปลอดภัยโดยองค์การอนามัยโลกว่าสามารถนำไปใช้ได้จริง ไม่เป็นอันตรายทั้งต่อคน สัตว์ และสิ่งแวดล้อม

ปัจจุบันได้มีการสนับสนุนองค์ความรู้ให้ภาพเอกชนนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ และมีการจำหน่ายในต้นทุนต่ำ เพื่อช่วยเหลือป้องกันประชาชนชนจากโรคร้ายที่เกิดจากยุง ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพ และเพิ่มคุณภาพชีวิต

- **พลังงานทดแทนจากจุลินทรีย์**
  - **“น้ำมันจากสาหร่าย”**

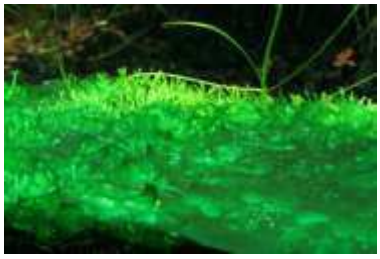
สาหร่ายเกลียวทอง (*Spirulina* sp.)

“สาหร่าย” บางชนิดมีน้ำมันในเซลล์ที่สามารถนำไปผลิตเป็นเชื้อทางเพลิงชีวภาพได้ เช่นเดียวกับน้ำมันปาล์ม โดยเมื่อนำสาหร่ายมาผ่านกระบวนการสกัดน้ำมันได้เป็นน้ำมันดิบ (Crude algal oil)สามารถนำไปผลิตเป็น **“น้ำมันไอโอดีเซล (Biodiesel)”, “น้ำมันชีวภาพสังเคราะห์”** (Bio Hydrogenated Diesel : BHD) และ **“น้ำมันเครื่องบินชีวภาพ (Bio jet fuel)”** สาหร่ายที่นิยมนำมาใช้ในการผลิต คือ **“สาหร่าย เกลียวทอง (*Spirulina* sp.)”**

จากผลการทดลองพบว่า **“น้ำมันไอโอดีเซล (Biodiesel)”** ที่ผลิตจากสาหร่ายมีจำนวนซีเทนสูง[8] ซึ่งส่งผลให้จุดติดไฟได้ง่าย เครื่องยนต์สตาร์ทติดง่ายแม้ในช่วงอากาศเย็น เครื่องร้อนขึ้นได้เร็วโดยไม่เกิดควันขาว เครื่องเดินเรียบ และค่าจุดไหลเทดีไม่ส่งผลให้น้ำมันก่อตัวเป็นเกล็ดขี้ผึ้งติดที่กรองขัดขวางการไหลของน้ำมันที่ส่งไปปั๊มหัวฉีด

[8] “**เลขซีเทน** (Cetane number)” คือ เลขที่ใช้วัดคุณภาพน้ำมันดีเซลในด้าน “**คุณสมบัติการติดไฟ**” เลขซีเทนควรสูงใกล้เคียงกับความเร็วรอบของเครื่องยนต์ เพื่อให้ติดเครื่องยนต์ง่าย ไม่เกิดการน็อคในเครื่องยนต์ และเป็นการประหยัดการใช้เชื้อเพลิงอีกด้วย

➢ **“เชื้อเพลิงไฮโดรเจนจากจุลสาหร่าย”**



สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียว

การผลิตก๊าซไฮโดรเจนเพื่อนำมาต่อยอดในการผลิตเชื้อเพลิง สามารถอาศัย **“ไฮโดรเจน”** จากกลไกการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์กลุ่มสังเคราะห์แสง เช่น **“จุลสาหร่าย (Microalgae)”** เช่น **“สาหร่ายสีเขียว”** เป็นต้น เพราะสาหร่ายกลุ่มนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากพืชทั่วไป คือ **“มีความเร็วในการสังเคราะห์แสงสูง”** ซึ่งทำให้ **“เกิดการผลิตไฮโดรเจนในอัตราสูง”** เช่นเดียวกัน

หากในอนาคตนักวิจัยสามารถพัฒนาสร้างสรรค์ให้เกิดนวัตกรรมการเลี้ยงสาหร่ายระบบใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสมบูรณ์ พอที่จะได้ปริมาณก๊าซไฮโดรเจนที่คุ้มทุนแล้ว พลังงานไฮโดรเจนจากสาหร่ายจะเป็นสิ่งหนึ่งที่ตอบโจทย์การเป็นพลังงานทดแทนในอนาคต

- **แบคทีริโอซิน (Bacteriocin) สารถนอมอาหารทางเลือก**

สารถนอมอาหารนี้เกิดจากการใช้ประโยชน์จาก **“แบคทีเรียกลุ่มแลคติค (Lactic acid bacteria)”** เช่น *Lactobacillus, Pediococcus* และ *Lactococcus* เป็นต้น ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มนี้จะสร้างสาร **“แบคทีริโอซิน (Bacteriocin)”** ที่มีฤทธิ์จำเพาะกับกลุ่มเป้าหมาย สามารถ **“ยับยั้ง”** หรือ **“ชะลอ”** การเจริญเติบโตของ **“จุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเสีย (Microbial spoilage)”** และ **“จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค (Pathogen)”** ซึ่งแบคทีริโอซินสามารถย่อยสลายได้ในระบบย่อยอาหารของมนุษย์ จัดเป็นกลุ่มสารที่ปลอดภัย (Generally recognized as safe : GRAS)

ตัวอย่างการถนอมอาหารด้วยแบคทีเรียชนิดนี้ เช่น นมเปรี้ยว ไส้กรอกอีสาน เนยแข็ง และอาหารกระป๋อง เป็นต้น

- **เพิ่มคุณค่าทางโภชนาการด้วย “โพรไบโอติก (Probiotic)”**

“โพรไบโอติก (Probiotic)” คือ **“แบคทีเรียกลุ่มแลคติค (Lactic acid bacteria)”** ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ เช่น *Lactobacillus* และ *Bifidobacterium* ซึ่งแบคทีเรียเหล่านี้จะช่วย **“ย่อย”** อาหารที่มนุษย์ย่อยได้ไม่หมด ช่วย **“ดูดซึม”** สารอาหาร กระตุ้นการบีบตัวของลำไส้ลดอาการท้องผูก **“ลดระดับ”** ของคอเลสเตอรอล (Cholesterol) ฟอสโฟลิพิด (Phospholipid) และไตรกลีเซอไรด์ (Triglycerides) ในเลือด และ **“ยับยั้ง”** การเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) เช่น *Clostridium perfringens*, *Salmonella* เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังสามารถ **“ผลิต”** วิตามินต่าง ๆ เช่น วิตามินบี 1, 2, 6, 12 เป็นต้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์เสริมคุณค่าทางอาหารที่มีแบคทีเรียชนิดนี้ คือ โยเกิร์ต และนมเปรี้ยว เป็นต้น

นอกจากหน้าที่หลักของจุลินทรีย์ที่เป็นผู้ย่อยสลายซากสิ่งมีชีวิตให้มีการหมุนเวียนในระบบนิเวศแล้ว จะเห็นได้ว่ากลไกการดำรงชีพของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ยังมีประโยชน์ต่อโลกนี้อีกมากมาย **“ลองจินตนาการดูว่าถ้าโลกใบนี้ไม่มีจุลินทรีย์จะเกิดอะไรขึ้น?**

การทดลองทดสอบความสามารถในการย่อยน้ำตาลของยีสต์

วิธีการทดลอง

1. นำยีสต์แห้ง ประมาณ 1-2 ช้อนโต๊ะ ละลายในน้ำประมาณ 50 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ก่อน
2. เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) 20 - 30 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดแก้วหรือขวดพลาสติก และเติมผสมอาหารตาม
3. หลังจากนั้นเติมน้ำนาล้างจาน 4 – 5 หยด ลงใน ข้อ 2 โดยไม่ต้องเขย่า
4. นำสารในข้อ 1 เติมลงไปในสารข้อ 2
5. สังเกตผลการทดลอง

หลักการทางวิทยาศาสตร์

เมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) สลายตัวแล้วจะได้ น้ำ (H_2O) กับ ก๊าซออกซิเจน (O_2) ออกมาสารที่ใช้กระตุ้นให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) เกิดการแตกตัวเร็วขึ้น (Catalyze) คือ **เอนไซม์ (Enzyme) ที่มีอยู่ในยีสต์ที่เรียกว่า Catalase ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการนำไปใช้ประโยชน์ในกระบวนการหมัก** ส่วนน้ำยาล้างจานจะช่วยจับก๊าซออกซิเจนเอาไว้ ทำให้เกิดฟองโฟมเกิดขึ้นอย่างมากมาย เมื่อผสมกับสีผสมอาหารจะช่วยให้การทดลองเห็นชัดเจนยิ่งขึ้น

ข้อควรระวัง

ระวังอย่าให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) สัมผัสผิวหนังหรือกระเด็นเข้าตา เนื่องจากมีฤทธิ์กัดกร่อน ทำให้ผิวหนังปวดแสบปวดร้อนได้

ยีสต์ (Yeasts)

พบได้บ่อยในแหล่งที่มี **“น้ำตาลความเข้มข้นสูง”** มีองค์ประกอบของสารอินทรีย์และมีสภาวะแวดล้อมที่เอื้อต่อการเจริญเติบโตของยีสต์ เช่น ผลไม้ที่มีรสหวาน ตัวอย่างยีสต์ที่ใกล้ตัวมากที่สุดชนิดหนึ่ง คือ “*Saccharomyces*” ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในน้ำตาล เช่น น้ำหวานของดอกไม้และผลไม้ที่สุกงอม ยีสต์ชนิดนี้นิยมนำไปใช้ในการผลิตอาหารและเครื่องดื่ม อาทิ ขนมปัง และเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ เป็นต้น

หนึ่งในหน้าที่หลักของยีสต์คือการเปลี่ยนน้ำตาลให้กลายเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และแอลกอฮอล์ โดยขนมปังที่มีความนุ่มฟูนั้นเกิดจากยีสต์ที่ใส่ลงไปในแป้งเข้าไป **“ย่อยสลาย”** หรือ **“กินน้ำตาล”** ในแป้ง ระหว่างที่ยีสต์กินอาหารอยู่นั้นยีสต์จะหายใจเอาออกซิเจนเข้าไป และหายใจออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์เมื่อนำแป้งไปอบคาร์บอนไดออกไซด์จะแทรกซึมเข้าไปในเนื้อของขนมปัง ทำให้ขนมปังฟูและมีความนุ่ม

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{ความร้อน}$$

(น้ำตาล) (แอลกอฮอล์) (คาร์บอนไดออกไซด์)

ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับการหมักแอลกอฮอล์ ซึ่งยีสต์จะเปลี่ยน **“น้ำตาลกลูโคส (Glucose)”** หรือ **“น้ำตาลฟรุคโตส(Fructose)”** จากวัตถุดิบให้เป็นแอลกอฮอล์ โดยมีผลพลอยได้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ดังสมการด้านล่าง โดยตามทฤษฎีจะได้แอลกอฮอล์ประมาณร้อยละ 50 จากปริมาณน้ำตาลที่ใช้ แต่ในทางปฏิบัติมักไม่ถึง เพราะจะเกิดผลพลอยได้เป็นสารให้กลิ่นหรือรสอีกหลายชนิดแทน

ในการหมักยีสต์จะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในช่วง 2 – 3 วันแรก หลังจากนั้นการเจริญเติบโตจะช้าลงจนถึงช่วงที่ไม่เพิ่มจำนวนขึ้น แต่ในช่วงนี้ปริมาณแอลกอฮอล์ยังเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ โดยปริมาณน้ำตาลจะลดลงตามลำดับ และมีการสร้างสารให้กลิ่นรสต่าง ๆ ในช่วงนี้แทน ดังนั้นจึงมีการหมักเป็นระยะยาวนานถึงแม้ยีสต์จะหยุดเพิ่มจำนวนไปแล้วก็ตาม

ข้อสังเกต

“จุลินทรีย์ จิ๋วแต่แจ๋ว” เป็นฐานกิจกรรมที่ต้องการให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทราบถึงประโยชน์จากการนำเอาคุณสมบัติของจุลินทรีย์มาประยุกต์ใช้

รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ชักชวนให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมดูผลิตภัณฑ์ที่จัดแสดง ซึ่งเกิดจากการนำจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ และตัวอย่างผลงานจากงานวิจัยนวัตกรรม “BS-จุลินทรีย์” กำจัดลูกน้ำยุงรำคาญ หลังจากนั้นจึงให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทำการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถในการย่อยน้ำตาลของยีสต์ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการนำจุลินทรีย์ไปใช้ประโยชน์

จากการสังเกต เนื้อหาในส่วนการนำเสนอผลิตภัณฑ์จากการนำจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ มาใช้ประโยชน์ รวมถึงงานวิจัยยังไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร มีเพียงกลุ่มผู้ปกครองเท่านั้นที่ให้ความสนใจ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่นำมาจัดแสดงยังไม่มีความหลากหลาย รวมถึงนักวิจัยเจ้าของผลงานไม่ได้มานำเสนองานด้วยตัวเอง แต่กระบวนการสอนในส่วนที่ 2 คือกิจกรรมทำการทดลองเพื่อทดสอบความสามารถในการย่อยน้ำตาลของยีสต์นั้น ได้รับการตอบรับจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกเพศทุกวัยเป็นอย่างดี โดยเฉพาะกลุ่มที่อยู่ในวัยเรียน เนื่องจากกิจกรรมมีลักษณะคล้าย “Science Show” ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถมีส่วนร่วมในการทดลอง และกระบวนการนี้สามารถกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสอบถามถึงเหตุผลของการทดลองที่เกิดขึ้น ผู้เข้าร่วมกิจกรรมบางส่วนจึงกลับไปให้ความสนใจในส่วนจัดแสดงอีกครั้ง

หากมีการจัดกิจกรรมลักษณะนี้ซ้ำ ผลิตภัณฑ์ที่จัดแสดงควรมีความหลากหลายมากกว่านี้ ส่วนข้อควรระวังในกิจกรรมนี้คือ สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) ที่ใช้มีความเข้มข้นค่อนข้างสูง มีฤทธิ์กัดกร่อน จึงควรระวังให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสัมผัสสารตัวนี้น้อยที่สุด ซึ่งนิทรรศการครั้งนี้ขั้นตอนการนำสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (Hydrogen peroxide) และยีสต์มาผสมกันนั้น ทางวิทยากรและทีมงานเป็นคนทำขั้นตอนนี้เองเพื่อความปลอดภัย

ภาพบรรยากาศ

ฐานกิจกรรมที่ 3: Workshop จุลินทรีย์เพื่อนรัก

เมื่อภาพของจุลินทรีย์ที่มองเห็นจากภาพขยายใต้กล้องจุลทรรศน์ สร้างแรงบันดาลใจไปสู่งานประดิษฐ์สุดน่ารัก ร่วมลงมือทำ Workshop โดยใช้จุลินทรีย์ที่ได้เรียนรู้ในนิทรรศการมาเป็นแรงบันดาลใจ โดยใช้ “แป้งโดว์” ในการปั้นเพื่อสร้างงานประดิษฐ์ที่น่ารักและมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง

วัตถุประสงค์

1. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมตระหนักถึงโทษของจุลินทรีย์ หากไม่ดูแลสุขภาพของตัวเอง
2. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้แสดงออกทางความคิด และใช้เวลาร่วมกับครอบครัว

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้นและบุคคลทั่วไป

แหล่งความรู้

- คุณอภิวัฒน์ แซงภูเขียว
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970 (คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร เป็นผู้ประสาน)
- คุณสุภาวรรณ จำนงทรง
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970 (คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร เป็นผู้ประสาน)

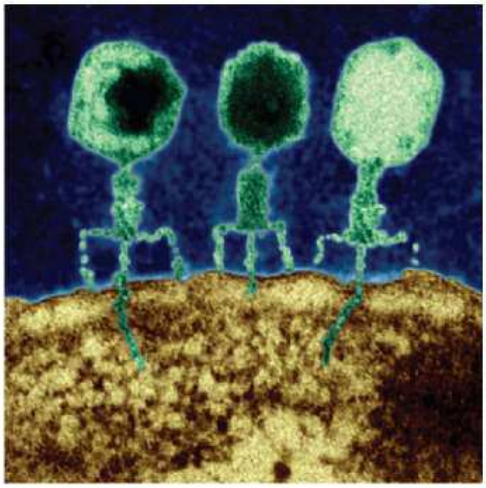
อุปกรณ์

1. ดินแป้งโดว์หลากสี
2. โมเดลจุลินทรีย์ (ตั้งจัดแสดงอยู่บริเวณฐานกิจกรรมที่ 1)
3. แก้ว ถ้วย แบบมีฝาปิด หรือภาชนะสำหรับใส่ผลงาน
4. กรรไกร และ คัตเตอร์
5. ลวด
6. ไม้จิ้มฟัน
7. ดินสอ

วิธีการดำเนินการ

1. วิทยากรแนะนำเกี่ยวกับฐานกิจกรรมและสิ่งที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้
2. วิทยากรอธิบายถึงโทษของจุลินทรีย์ หากไม่ดูแลสุขภาวะของตัวเอง
3. วิทยากรนำโมเดลจุลินทรีย์ที่ปั้นไว้มาเป็นสื่อถ่ายทอดความรู้เกี่ยวกับโทษของจุลินทรีย์แต่ละชนิด (แบบมี 5 สายพันธุ์)
4. วิทยากรให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมลงมือปั้นจุลินทรีย์ตามแบบ หรือสร้างสรรค์ผลงานอย่างอิสระ โดยวิทยากรคอยให้คำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด
5. วิทยากรให้ความรู้เรื่องการดูแลสุขภาพ เพื่อป้องกันการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ และสรุปกิจกรรม

เนื้อหาในการอธิบาย



ไวรัสแบคเทอริโอเฟจ
(Bacteriophage)
หรือ เฟจ (Phage)

ไวรัสแบคเทอริโอเฟจ (Bacteriophage) หรือ เฟจ (Phage)

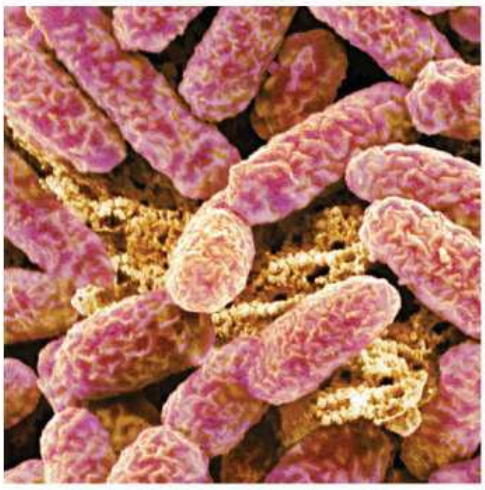
แบคเทอริโอเฟจเป็นไวรัสที่ต้องอาศัยอยู่กับเซลล์ของแบคทีเรียเพื่อการเจริญและเพิ่มจำนวน แบคเทอริโอเฟจมีความสำคัญกับวิวัฒนาการของแบคทีเรีย มีส่วนเกี่ยวข้องกับการถ่ายทอดยีน ระหว่าง Mobile DNA Elements ของแบคทีเรียหรือ DNA ของแบคทีเรีย และเพิ่มจำนวนได้ภายในเซลล์ของแบคทีเรีย โดยพบว่ายีนที่เกี่ยวข้องกับการเกิดโรคหลายชนิด เช่น ยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง Toxin มีการถ่ายทอดโดยแบคเทอริโอเฟจ

ไวรัสเอชไอวี
(Human Immunodeficiency Virus)
HIV

ไวรัสเอชไอวี (Human Immunodeficiency Virus : HIV)

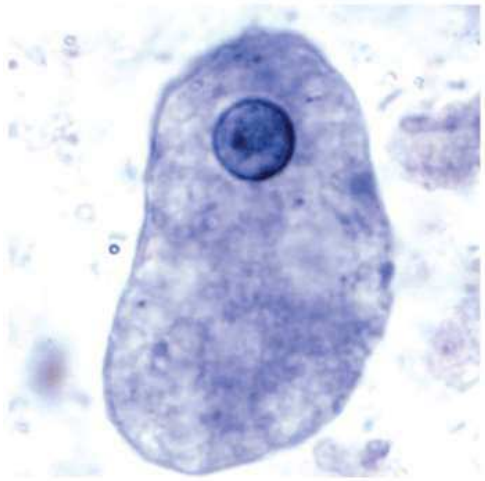
เชื้อไวรัสเอชไอวี จัดอยู่ในกลุ่มรีโทรไวรัส (Retrovirus) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะทางพันธุกรรม ได้แก่ เอชไอวี-1 (HIV-1) และเอชไอวี-2 (HIV-2) ทั้งสองชนิดสามารถทำให้เกิดการติดเชื้อในมนุษย์ได้ โดยเอชไอวี-1 พบมากกว่า และจะพบในผู้ป่วยในทวีปยุโรป สหรัฐอเมริกา และส่วนกลางของทวีปแอฟริกา

เซลล์ที่เป็นเป้าหมายหลักของไวรัสเอชไอวี คือ เม็ดเลือดขาวลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) ชนิด ทีเซลล์ (T-cell) ที่มี ซีดี 4 เป็นบวกที่บริเวณผิวนอกของเซลล์ (CD 4 positive T-cell, สารเกี่ยวข้องกับภูมิคุ้มกันต้านทานโรค) ซึ่งเซลล์นี้มีบทบาทสำคัญมากในการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันต้านทานโรค



แบคทีเรีย : เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*)

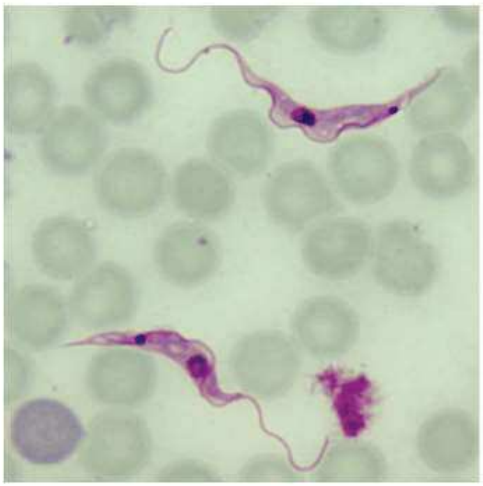
หรือที่เรียกกันติดปากว่า “อีโคไล” เป็นเชื้อแบคทีเรียประจำถิ่นที่พบได้ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่นทั่วไป จึงตรวจพบได้จากอุจจาระในปริมาณมาก จึงใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขลักษณะของอาหารและน้ำ โดยปกติอีโคไลประจำถิ่นเป็นสายพันธุ์ที่ไม่ก่อโรค แต่อาจฉวยโอกาสก่อโรคในคนที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่องได้ ดังนั้น จึงอาจเป็นปัญหาการติดเชื้อในโรงพยาบาล ทว่า อีโคไลในลำไส้มีประโยชน์ต่อมนุษย์เพราะช่วยสร้างวิตามินเค เป็นต้น



โพรโทซัว : เอนตามีบ้า ฮีสโตไลทิก้า (*Entamoeba histolytica*)

เป็นโพรโทซัวชนิดหนึ่งที่เรียกว่า “อะมีบา” ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคบิด (Dysentery) โรคติดเชื้อเฉียบพลันของลำไส้ใหญ่และลำไส้เล็ก ชาวบ้านจะเรียกว่า “บิดมีตัว” เมื่อเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ทางปากแล้ว จะอาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดอาการอักเสบของผนังลำไส้ใหญ่ และเกิดอาการท้องเสีย เมื่อ

ภาวะแวดล้อมไม่เอื้ออำนวยต่อการดำรงชีพ ตัวอะมีบาจะเปลี่ยนตัวเองเป็นรูปแบบซีสต์ (Cyst) โดยการสร้างถุงล้อมตัวไว้เพื่อให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อม เมื่อออกมากับอุจจาระก็จะติดต่อไปสู่ผู้อื่นได้ อะมีบาชนิดนี้เข้าสู่ร่างกายของมนุษย์โดยการกินอาหารที่มีซีสต์ของเชื้อเข้าไป นั่นหมายความว่า คนที่ได้รับเชื้ออะมีบาจะได้อาหารหรือน้ำที่ปนเปื้อนอุจจาระของคนที่เป็นโรคบิดอะมีบาชนิดนี้



โพรโทซัว : ทริพาโนโซมา ครูไซ (*Trypanosoma cruzi*)

เป็นโพรโทซัวในกลุ่มแฟลกเจลเลต (Flagellate Protozoa) ที่เป็นปรสิตในเนื้อเยื่อ และระบบหมุนเวียนโลหิต ติดต่อได้ทั้งคนและสัตว์ ทำให้เกิดโรคอเมริกันทริพพาโนโซมิเอสิส (American Trypanosomasis) หรือโรคชากาส (Chagas Disease) ในคน พบมีการระบาดอยู่ทุกประเทศในแถบอเมริกาใต้ และทำให้เกิดการแท้งในโคและกระบือในประเทศไทย โดยอาศัยตัวเรือด (Bedbug) และมวนเพชฌฆาต (Assassin bug) เป็นพาหะ

การป้องกันเชื้อโรคและการควบคุมการติดเชื้อ

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคนั้นมีอยู่รอบตัวเรา แต่ไม่ต้องตกใจเพราะจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ เชื้อบางชนิดกลับมีประโยชน์ต่อร่างกาย อย่างเช่นแบคทีเรียในกระเพาะอาหารที่ทำหน้าที่ช่วยย่อยอาหาร สิ่งสำคัญคือการปกป้องตัวเองจากจุลินทรีย์ที่อาจก่อให้เกิดโรค ซึ่งมักจะมาพร้อมกับการไม่รักษาสุขอนามัย

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคแพร่กระจายได้อย่างไร

จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคที่เป็นอันตรายแพร่กระจายเข้ามาในที่พักอาศัยโดยแฝงตัวมากับร่างกายของคนเรา หรือบางครั้งก็ปะปนอยู่ในอาหารและน้ำที่ปนเปื้อน ดังนั้นตัวเราเองจึงมีส่วนสำคัญในการควบคุมแพร่กระจายของเชื้อโรค การทำความสะอาดพื้นผิวที่สกปรกอย่างไม่ถูกสุขอนามัย (เช่น ผ้าที่สกปรก) อาจทำให้เชื้อโรคแพร่กระจายไปยังบริเวณอื่นได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้เรายังสะสมเชื้อโรคมากมายไว้บนมือของเราเมื่อเราออกไปทำธุระในที่ต่าง ๆ และเชื้อโรคจากมือของเราก็สามารถแพร่กระจายไปเกาะอยู่ตามวัตถุทุกชนิดที่เราสัมผัสและยังคงอยู่อย่างนั้นจนกว่าเราจะล้างมือ หรือ

ของเหลวแม้เพียงหยดเดียวจากปากของผู้ที่มีอาการป่วยด้วยโรคที่เกิดจากไวรัส เช่น โรคไข้หวัดใหญ่ ก็สามารถแพร่กระจายไปในอากาศเมื่อผู้ป่วยไอ จาม หรือแม้แต่หายใจ และจะแฝงตัวอยู่บนพื้นผิวที่ละอองน้ำสัมผัส หรือทำให้ผู้อื่นที่หายใจเอาละอองเชื้อโรคดังกล่าวเข้าไปต้องรับเชื้อไปด้วย

เราเรียกสิ่งนี้ว่าวงจรการติดเชื้อ อันเป็นวงจรจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่าง ๆ แพร่กระจายจากผู้ป่วยไปสู่บุคคลอื่นต่อไปเป็นทอด ๆ อย่างไรก็ดี วงจรดังกล่าวสามารถถูกทำลายลงได้

การทำลายวงจรการติดเชื้อของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค

วิธีที่ดีที่สุดในการหยุดการแพร่กระจายของเชื้อโรคคือการมีสุขอนามัยที่ดีด้วยการปฏิบัติตามคำแนะนำต่อไปนี้

- **ล้างมือเป็นประจำ** โดยเฉพาะอย่างยิ่งก่อนการรับประทานอาหาร ก่อนและหลังการประกอบอาหาร และหลังจากการไอ จาม หรือเข้าห้องน้ำ หรือเปลี่ยนผ้าอ้อม
- **ปิดปากหรือจมูกด้วยกระดาษทิชชูเมื่อไอหรือจาม** ทิ้งกระดาษทิชชูที่ใช้แล้วลงในถังขยะทันทีที่ใช้เสร็จ จากนล้างมือให้สะอาด
- **สัมผัสและประกอบอาหารอย่างปลอดภัย** ทำความสะอาดมือและพื้นผิวบริเวณที่ใช้ประกอบอาหารอย่างสม่ำเสมอ แยกอาหารดิบออกจากอาหารที่ปรุงสุกแล้ว ปรุงอาหารให้สุกทั่วและเก็บอาหารไว้ในตู้เย็นเพื่อชะลอการเติบโตของจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค
- **การฉีดวัคซีน (หรือการสร้างภูมิคุ้มกัน)** คือวิธีการที่ดีอย่างยิ่งที่จะช่วยปกป้องคุณจากการติดเชื้อที่รุนแรง ตรวจสอบให้แน่ใจว่าสมาชิกในครอบครัวของคุณได้รับการฉีดวัคซีนตามตารางที่ผู้เชี่ยวชาญด้านการดูแลสุขภาพแนะนำ
- **ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อพื้นผิวต่าง ๆ อย่างสม่ำเสมอ** โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นผิวที่ต้องสัมผัสกับอาหารและพื้นผิวที่ต้องมีการสัมผัสอยู่เสมอ เช่น ก๊อกน้ำ มือจับ โทรศัพท์ ปุ่มกดต่าง ๆ

วิธีทำแป้งโดว์ด้วยตัวเอง

สำหรับผู้ปกครองที่กำลังมองหาของเล่นนุ่ม ๆ ที่สะอาด และปลอดภัย ไว้ให้บุตรหลานได้นำมาเล่นเพื่อฝึกพัฒนาการต่าง ๆ แล้ว แป้งโดว์ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจอยู่ไม่น้อย เนื่องจากมีคุณสมบัติและผิวสัมผัสคล้ายดินญี่ปุ่น แต่ราคานั้นประหยัดมาก และยังทำเองได้ง่าย ๆ

ส่วนผสมแป้งโดว์

- แป้งอเนกประสงค์ 1 ถ้วยตวง
- ครีมออฟทาร์ทาร์ 2 ช้อนชา
- น้ำมันพืช 1.5 ช้อนชา
- เกลือป่น 0.5 ถ้วยตวง
- น้ำเปล่า 2 ถ้วยตวง
- สีผสมอาหาร

วิธีทำ

1. นำแป้งอเนกประสงค์ ครีมออฟทาร์ทาร์ น้ำเปล่า และน้ำมันพืช เทรวมกันในภาชนะที่จับถนัดมือ
2. นำเกลือป่นละลายในน้ำเปล่า และนำไปใส่ในภาชนะรวมกับส่วนผสมข้อ 1 จากนั้นคนส่วนผสมทั้งหมดเข้าด้วยกัน จนเริ่มกลายเป็นน้ำเหลว ๆ
3. นำภาชนะดังกล่าวไปตั้งไฟ โดยปรับไฟให้อ่อนที่สุด จากนั้นกวนส่วนผสมทั้งหมดไปเรื่อย ๆ โดยไม่หยุดพัก ประมาณ 20 นาที ซึ่งในขั้นตอนนี้ หากใช้กระทะเทฟล่อนที่มีแอ่งตรงกลาง จะช่วยให้แป้งไม่ติดกระทะ
4. เมื่อแป้งเริ่มมีความหนืด ให้พลิกแป้งกลับด้าน และเกลี่ยแป้งให้โดนความร้อนอย่างทั่วถึง จนแป้งเริ่มจับเป็นก้อน
5. เมื่อแป้งปลี่ยนจากสีขาวล้วน เป็นสีเหลืองอ่อน ๆ เหมือนแป้งสุก ให้ตักพักไว้ในภาชนะอื่นเพื่อปล่อยให้ความร้อนที่ระอุอยู่ในแป้ง ทำให้แป้งสุกขึ้นอีกเล็กน้อย ซึ่งในขั้นตอนนี้ อย่าให้แป้งถูกลมเด็ดขาด ไม่เช่นนั้นแป้งอาจจะแข็ง และแตกได้
6. ลองนำแป้งมาปั้นดู หากแป้งไม่ติดมือแสดงว่าได้ที่แล้ว จากนั้นจึงนำแป้งแบ่งงออกเป็นก้อนขนาดพอดีมือ
7. นำก้อนแป้งมาทำเป็นสีต่างๆ โดยใส่ภาชนะและนำไปตั้งไฟ โดยปรับไฟให้อ่อนที่สุด แล้วหยดสีผสมอาหารลงไปแล้วกวนต่อไปเรื่อย ๆ อีกครู่จนสีเข้ากับเนื้อแป้งดี (จะทำให้แป้งโดว์ที่ได้มีความคงตัวดีกว่าการการนวดในถาดโดยไม่ตั้งไฟ)
8. เสร็จแล้วนำแป้งโดว์ที่ได้มาพักเพื่อให้ความร้อนที่ระอุอยู่ในแป้งได้ระบายออก แล้วให้ใช้ฟิล์มถนอมอาหารห่อหุ้มเอาไว้ เมื่อต้องการนำมาใช้ให้แบ่งแป้งโดว์ออกมาเป็นส่วน ๆ ส่วนที่ไม่ใช้ให้ห่อหุ้มด้วยฟิล์มถนอมอาหารดังเดิม จะช่วยยืดอายุการใช้งานแป้งโดว์ได้ยาวนานนับเดือน

ข้อสังเกต

“Workshop จุลินทรีย์เพื่อนรัก” เป็นฐานกิจกรรมที่ให้ผู้สนุกไปกับงานปั้นจุลินทรีย์จากแป้งโดว์ ที่เปิดอิสระให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้แสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ทั้งการปั้นเชิงวิทยาศาสตร์ที่เก็บรายละเอียดสำคัญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดอย่างครบถ้วน หรือใส่จินตนาการปั้นจุลินทรีย์ในรูปแบบเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนใคร

รูปแบบการนำเสนอและวิธีการสอน วิทยากรใช้การพูดคุยกับผู้เข้าร่วมกิจกรรมระหว่างลงมือปฏิบัติเป็นหลัก โดยสอดแทรกเนื้อหาที่ต้องการสื่อเข้าไประหว่างทำกิจกรรม แต่เนื่องจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมมีจำนวนมาก และใช้เวลาในการลงมือปฏิบัติยาวนาน ทำให้ข้อมูลในส่วนของโมเดลจุลินทรีย์ 5 สายพันธุ์ถูกถ่ายทอดออกไปไม่เต็มที่ ซึ่งทีมงานได้แก้ปัญหาโดยการนำโมเดลจุลินทรีย์ไปตั้งไว้บริเวณฐานกิจกรรมที่ 1 และให้วิทยากรในฐานช่วยอธิบายเพิ่มเติม ซึ่งแก้ปัญหาได้ดีเป็นที่น่าพอใจ ในส่วนของการลงมือปั้นจุลินทรีย์ได้รับความสนใจจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างมาก และผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่มีความตั้งใจในการเรียนรู้ ทำให้เนื้อหาทั้งเรื่องการติดเชื้อ การป้องกัน ที่วิทยากรสอดแทรกระหว่างทำกิจกรรมประสบผลสำเร็จเป็นอย่างดี การที่กิจกรรมเปิดกว้างเรื่องรูปแบบการปั้นทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกวัยสามารถร่วมกิจกรรมได้อย่างสนุกสนาน จากการสังเกต ผู้เข้าร่วมกิจกรรมวัยรุ่น และกลุ่มผู้ปกครองประชาชนทั่วไป ชอบที่จะปั้นจุลินทรีย์ตามแบบโมเดล โดยเน้นรายละเอียดที่เหมือนจริงตามหลักทางวิทยาศาสตร์ ส่วนวัยเด็กชอบที่จะปั้นจุลินทรีย์ตามจินตนาการของตัวเองมากกว่า

ฐานกิจกรรมนี้จึงเป็นอีกหนึ่งการเรียนรู้ที่ได้รับความสนใจเป็นพิเศษทั้งจากทุกช่วงวัย โดยเฉพาะกลุ่มเด็กเล็กและเยาวชน เนื่องจากเป็นกิจกรรมเชิงศิลปะที่สอดแทรกเนื้อหาเชิงวิทยาศาสตร์เข้าไปด้วย การเรียนรู้จึงไม่หนักเท่า 2 ฐานกิจกรรมแรก ทั้งนี้หากผู้ปกครองให้ความช่วยเหลือ และคำแนะนำบุตรหลานอย่างใกล้ชิด เด็กจะสามารถสร้างสรรค์ผลงานจนเสร็จได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้เกิดความภูมิใจ และเป็นการปลูกฝังการทำงานให้สำเร็จ นอกจากนั้นแล้วยังเป็นการกระชับความสัมพันธ์ภายในครอบครัวได้เป็นอย่างดี

ในส่วนวิทยากรผู้ให้ความรู้ในฐานกิจกรรมนี้ นอกเหนือจากองค์ความรู้ทางด้านชีววิทยาแล้ว ควรมีความสามารถในการดัดแปลงวิธีการสอนให้เหมาะสมกับผู้เข้าร่วมกิจกรรมแต่ละช่วงวัย รวมถึงมีความอดทนและมีจิตวิทยาเชิงบวกในการสื่อสารกับผู้เข้าร่วมกิจกรรม

ภาพบรรยากาศ

กิจกรรมพิเศษ : กล้องจุลทรรศน์ DIY

โลกของจุลิทรีย์หรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กอื่น ๆ เป็นโลกที่เราไม่ค่อยมีโอกาสได้มองเห็น การจะสัมผัสโลกของสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ “กล้องจุลทรรศน์” คือเครื่องมือสำคัญ แต่เนื่องจากราคาที่ค่อนข้างสูง และขนาดที่ไม่เหมาะกับการพา กล้องจุลทรรศน์เกือบทั้งหมดจึงได้ใช้ประโยชน์เพียงในชั้นเรียนหรือห้องปฏิบัติการในสถาบันการศึกษาและสถาบันวิจัย นิทรรศการโลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์ จึงให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสวมบทบาทเป็นนักประดิษฐ์สร้างกล้องจุลทรรศน์ด้วยอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไป เพื่อเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายไว้สังเกตโลกใบจิ๋วของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก (กิจกรรมมีการจำกัดจำนวนรับลงทะเบียน 30 ครอบครัว / วัน)

วัตถุประสงค์

1. ให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ฝึกทักษะทางด้านการสังเกต การประดิษฐ์ และสร้างแรงกระตุ้นให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้ค้นคว้าต่อ

กลุ่มเป้าหมาย

นักเรียนทุกระดับชั้นและบุคคลทั่วไป

แหล่งความรู้

- คุณแก่นพงศ์ บุญถาวร
  หน่วยงาน: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
  โทรศัพท์ : 082 – 2952970

อุปกรณ์

1. เลนส์จากเลเซอร์พอยท์เตอร์ (Laser Pointer)
2. แผ่นโฟมยาง
3. ยางยืด
4. เข็ม ด้าย
5. โทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน (Smart Phone)
6. ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่หาได้ในพื้นที่ทำกิจกรรม

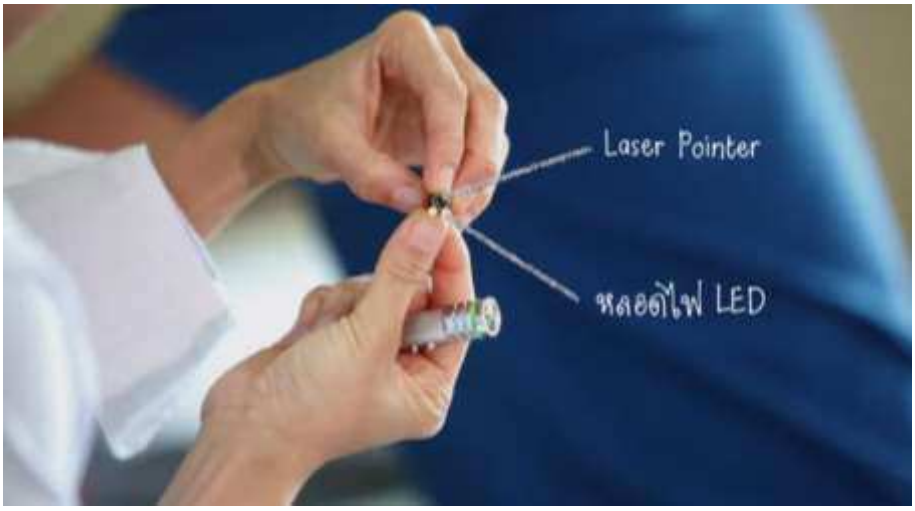
วิธีการดำเนินการ

1. วิทยากรแนะนำเกี่ยวกับฐานกิจกรรมและสิ่งที่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้เรียนรู้
2. วิทยากรอธิบายประโยชน์ของกล้องจุลทรรศน์ DIY
3. วิทยากรให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมลงมือประดิษฐ์ กล้องจุลทรรศน์ DIY โดยคอยให้คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด
4. วิทยากรให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทดสอบประสิทธิภาพของกล้องกล้องจุลทรรศน์ DIY โดยนำไปติดกับโทรศัพท์มือถือสมาร์ทโฟน (Smart Phone) และส่องดูตัวอย่างสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่หาได้ในพื้นที่ทำกิจกรรม

5. วิทยากรให้ข้อมูลการนำกล้องจุลทรรศน์ DIY ไปต่อยอดใช่ต่อกับ Application บนโทรศัพท์มือถือ

วิธีการประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ DIY

1. เอาเลนส์ออกจากเลเซอร์พอยท์เตอร์ (Laser Pointer)
2. ทำฐานเลนส์ด้วยการนำแผ่นโฟมมาตัดเป็นวงกลมหรือสี่เหลี่ยมตามต้องการ และบากแผ่นโฟมฐานเลนส์ด้วยคัทเตอร์ ให้พอดีกัยขนาดของเลนส์
3. เตรียมยางยืดเพื่อทำสายรัดโทรศัพท์ โดยการวัดความยาวโดยรอบก่อน และตัดยางยืดโดยตัดให้สั้นกว่าที่วัดได้เล็กน้อย เพื่อความกระชับขณะใช้งาน
4. เย็บยางยืดติดกับฐานเลนส์
5. นำกล้องจุลทรรศน์ DIY ที่ได้ไปทดสอบประสิทธิภาพ



ขั้นตอนที่ 1

ขั้นตอนที่ 2

ขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 5

ภาพบรรยากาศ

ผลการดำเนินกิจกรรม
นิทรรศการ โลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์

นิทรรศการ โลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์ เป็นนิทรรศการที่นำเสนอเรื่องราวของสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า จึงเป็นความท้ายทายที่จะสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมสามารถเข้าใจเนื้อหาที่ทีมงานพยายามจะถ่ายทอด โดยแก่นของนิทรรศการเป็นเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์ โดยนำงานทางด้านศิลปะมาสร้างความสมดุลให้แก่เนื้อหาของนิทรรศการ โดยต้องการให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมมองเห็นบทบาทของจุลินทรีย์ทั้งในแง่บวก ซึ่งมนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย และแง่ลบ เช่น การก่อโรคในสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ เพื่อเรียนรู้**ความสำคัญของจุลินทรีย์ที่มีต่อระบบนิเวศ**

กระบวนการเรียนรู้ภายในนิทรรศการประกอบด้วย 3 ฐานกิจกรรม และ 1 กิจกรรมพิเศษ คือ **ฐานกิจกรรมที่ 1 “เปิดโลกจุลินทรีย์”** ซึ่งผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะได้สวมบทบาทเป็นนักวิทยาศาสตร์เรียนรู้ถึงความหลากหลายของจุลินทรีย์ และใช้กล้องจุลทรรศน์เพื่อเปิดมุมมองใหม่ ทำให้มองเห็นรูปร่างลักษณะ ของจุลินทรีย์แต่ละกลุ่มว่าเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร **ฐานกิจกรรมที่ 2 “จุลินทรีย์ จิ๋วแต่แจ๋ว”** เรียนรู้การใช้ประโยชน์จากจุลินทรีย์ในด้านต่าง ๆ พร้อมลงมือทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการย่อยน้ำตาลของจุลินทรีย์ (ยีสต์) **ฐานกิจกรรมที่ 3 “Workshop จุลินทรีย์เพื่อนรัก”** สนุกไปกับงานปั้นจุลินทรีย์จากแป้งโดว์ที่เปิดอิสระให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมได้แสดงออกทางความคิดสร้างสรรค์อย่างเต็มที่ ทั้งการปั้นเชิงวิทยาศาสตร์ที่เก็บรายละเอียดสำคัญของจุลินทรีย์แต่ละชนิดอย่างครบถ้วน หรือใส่จินตนาการปั้นจุลินทรีย์ในรูปแบบเฉพาะตัวที่ไม่เหมือนใคร และ **ฐานกิจกรรมพิเศษ กล้องจุลทรรศน์ DIY.** กิจกรรมที่ให้ผู้เข้าร่วมสวมบทบาทเป็นนักประดิษฐ์สร้างกล้องจุลทรรศน์ด้วยอุปกรณ์ที่สามารถหาได้ทั่วไป เพื่อเป็นเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์อย่างง่ายไว้สังเกตโลกใบจิ๋วของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก

สำหรับผลของการจัดนิทรรศการพบว่า ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจากหลายช่วงวัยให้ความสนใจต่อเนื้อหาและกิจกรรมที่นำเสนอภายในนิทรรศการเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะกลุ่มเป้าหมายหลัก (เยาวชนอายุ 7 – 18 ปี) ซึ่งคิดเป็นเกือบ 70 เปอร์เซ็นต์ ของผู้เข้าร่วมกิจกรรมทั้งหมด ด้วยเนื้อหาซึ่งเป็นเรื่องใกล้ตัว แต่ตามปกติไม่สามารถมองเห็นหรือยากต่อการเรียนรู้ และเนื้อหาบางส่วนมีอยู่ในแบบเรียน ซึ่งกระตุ้นความสนใจได้เป็นอย่างดี อีกทั้งกิจกรรมมีการออกแบบการนำเสนอให้สามารถเข้าใจได้ง่ายและสนุกสนาน ผู้เข้าร่วมนิทรรศการส่วนมากจึงใช้เวลาในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยไม่มีความเบื่อหน่าย และสนุกสนานไปกับทุกฐานกิจกรรม

จุดเด่นของนิทรรศการ **โลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์** สามารถสรุปได้ 2 ส่วน คือ **“การได้เห็นสิ่งที่ตาเปล่าไม่สามารถมองเห็นได้”** ทำให้การเรียนรู้เกิดความรู้สึกแปลกใหม่ ตื่นเต้น แม้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมจะเป็นกลุ่มประชาชนทั่วไปหรือกลุ่มผู้ปกครองก็ตาม และ **“การได้ลงมือปฏิบัติจริงในทุกฐาน”** ทำให้ผู้เข้าร่วมกิจกรรมรู้สึกมีส่วนร่วม และเข้าใจองค์ความรู้ภายในนิทรรศการได้ตามที่ตั้งเป้าหมายไว้ แม้ว่าเนื้อหาหลักจะ**เป็น “วิทยาศาสตร์บริสุทธิ์ (Pure Science)”** ก็ตาม จากการพูดคุยกับผู้เข้าร่วมกิจกรรมทำให้ทราบว่าผู้เข้าร่วมกิจกรรมส่วนใหญ่มีทัศนคติต่อจุลิทรีย์ในทางที่ดีขึ้น มองเห็นประโยชน์ของจุลินทรีย์ทีมีต่อระบบนิเวศ กระตุ้นให้ผู้เข้าชมนิทรรศการสนใจเรียนรู้เพิ่มเติมหลังเข้าร่วมนิทรรศการ

จากภาพรวมข้างต้นจึงสามารถสรุปได้ว่า **นิทรรศการ โลกใบจิ๋วของจุลินทรีย์** เป็นนิทรรศการที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี การนำเสนอข้อมูลและกิจกรรมต้นแบบเชิงบูรณาการได้รับการตอบรับจากผู้เข้าร่วมกิจกรรมเป็นอย่างดีด้วยเช่นกัน สมควรแก่การนำไปเผยแพร่องค์ความรู้ต่อไป