



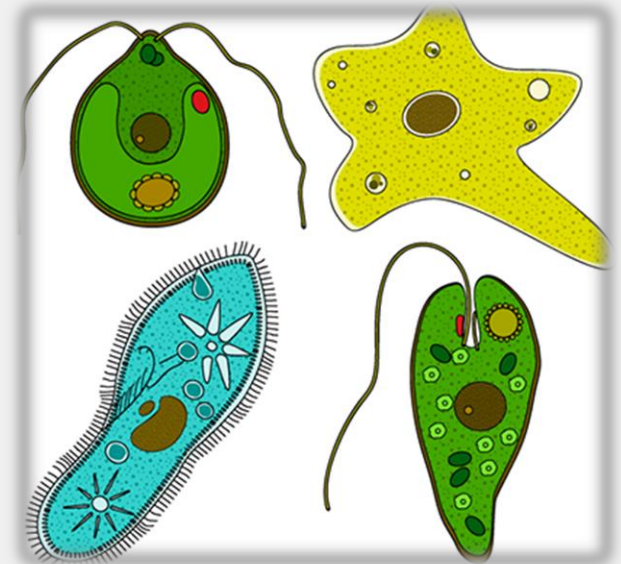
# Protista

อาจารย์ ดร. รัชชา ศุภระจันทร์

ชีววิทยาสำหรับครู 2

# ลักษณะของสิ่งมีชีวิตกลุ่มโพรทิสต์ (เดิม)

- กลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ระบุได้ยากกว่า จัดอยู่ในกลุ่มใด (พืช/สัตว์/ฟังไจ) มักถูกจัดให้อยู่ Kingdom Protista
- เป็นอาณาจักรที่มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมาก → การจัดจำแนกหลากหลายแบบ
- ประกอบด้วยโครงสร้างง่ายๆ ไม่ซับซ้อน แต่ละเซลล์สามารถทำหน้าที่ของความเป็นสิ่งมีชีวิตได้ครบถ้วนอย่างอิสระ (basic function of life) → กิน ขับถ่าย สืบพันธุ์
- Eukaryotic cell พบได้ทั้ง Unicellular eukaryote และ Multicellular eukaryote
- ไม่มีระยะตัวอ่อน (Embryo) ซึ่งต่างจากพืชและสัตว์ที่มีระยะตัวอ่อนก่อนที่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย
- Mode of nutrition พบหลากหลายแบบ
  - คล้ายพืช → สังเคราะห์แสง (autotrophy)
  - คล้ายสัตว์ → จับกิน (heterotrophy)
  - แบบผสม → สร้างอาหารได้ทั้ง 2 แบบ (mixotrophy)
  - คล้ายรา → ดูดซึมเข้าสู่เซลล์
- การสืบพันธุ์: พบทั้งไม่อาศัยเพศ และ อาศัยเพศ
- การเคลื่อนที่: พบทั้งเคลื่อนที่ได้ และ เคลื่อนที่ไม่ได้



# ที่ผ่านมา-แบ่งโปรทิสต์อย่างง่ายตามลักษณะการสร้างอาหาร หรือ mode of nutrition ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่

- ❖ กลุ่ม I โปรทิสต์คล้ายสัตว์ (Animal-like protists) ได้แก่
  - ❖ โปรโตซัว (protozoa)
- ❖ กลุ่ม II โปรทิสต์คล้ายพืช (Plant-like protists) ได้แก่
  - ❖ สาหร่ายเซลล์เดียว (unicellular algae) และ หลายเซลล์ (multicellular algae)
- ❖ กลุ่ม III โปรทิสต์คล้ายเชื้อรา (Fungus-like protists) ได้แก่
  - ❖ ราเมือก (slime mold)

Animal-like



Ingestive protozoan

Plant-like



Photosynthetic algae

Fungus-like



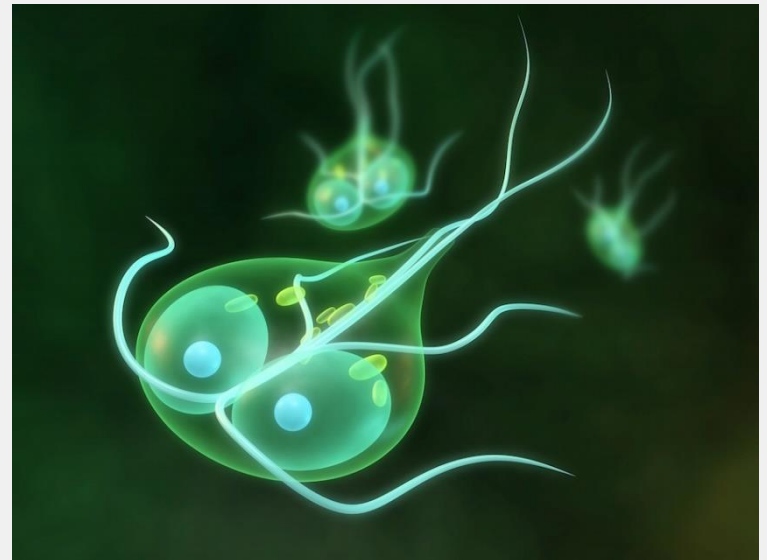
Absorptive mold

# Kingdom Protista

แบ่งอย่างง่ายตาม Mode of nutrition ได้เป็น 3 กลุ่ม

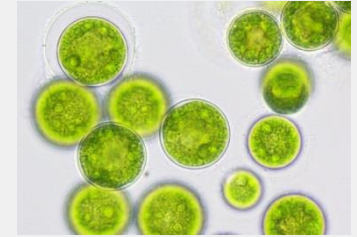
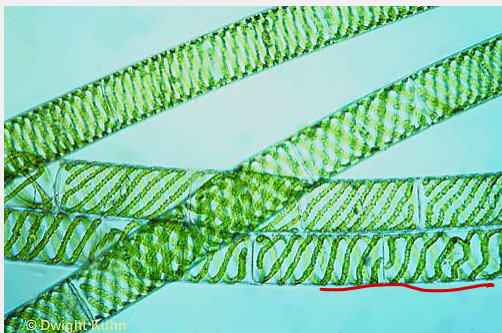
กลุ่ม 1 โปรติสต์คล้ายสัตว์ (Animal-like protists)

เรียกรวมๆ ว่า โปรโตซัว (protozoa) เป็นพวกที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophy) เช่น อะมีบา (*Amoeba*) พารามีเซียม (*Paramecium*)



# Kingdom Protista

แบ่งอย่างง่ายตาม Mode of nutrition ได้เป็น 3 กลุ่ม  
กลุ่ม 2 โปรติสต์คล้ายพืช (Plants-like protists)  
เรียกรวมๆ ว่า สาหร่าย (algae) เป็นพวกที่สร้างอาหารเองได้  
จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (autotrophy) มีทั้งพวกที่  
เป็นเซลล์เดี่ยว หลายเซลล์ จนมีขนาดใหญ่มาก

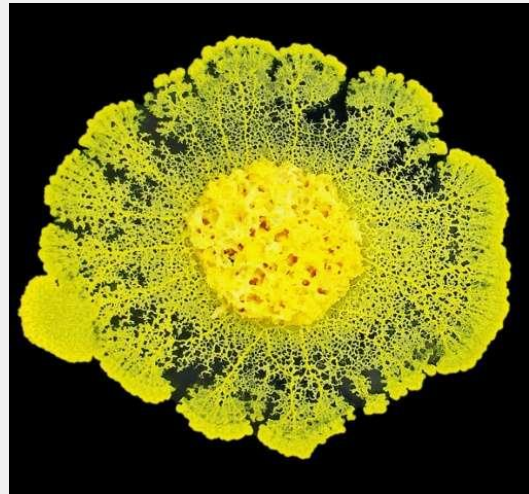


# Kingdom Protista

แบ่งอย่างง่ายตาม Mode of nutrition ได้เป็น 3 กลุ่ม

กลุ่ม 3 โปรติสต์คล้ายเชื้อรา (Fungus-like protists)

ได้แก่พวกราเมือกและราน้ำ เป็นพวกที่สร้างอาหารเองไม่ได้ (heterotrophy) เช่นกันกับพวกโปรติสต์ที่คล้ายสัตว์ กลุ่มนี้ดำรงชีวิตเป็นผู้ย่อยสลายและมีการสร้างสปอร์โดยมีโครงสร้างคล้าย fruiting body ของพวกรา



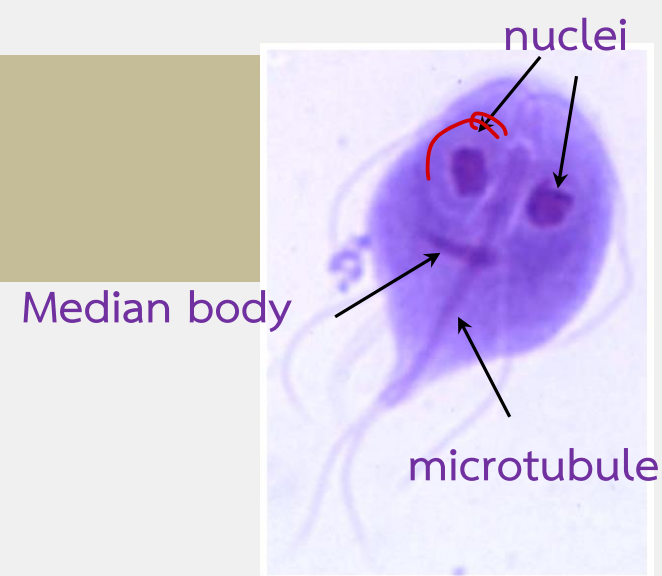
จากหลักฐานที่พบเพิ่มเติม รวมถึงข้อมูลทางพันธุศาสตร์ จึงมีการจัดจำแนกโพรทิสต์ (เดิม) เป็นกลุ่ม (clade) ต่างๆ ดังนี้

- การจัดกลุ่มอาศัยลักษณะของ ultra cellular structures เด่นๆ เป็นหลัก
- 1. **Diplomonadida and Parabasala** have modified mitochondria
- 2. **Euglenozoa** have flagella with a unique internal structure
- 3. **Alveolates** have sacs beneath plasma membrane
- 4. **Stramenopila** have hairy and smooth flagella
- 5. **Cercozoans and Radiolarians** have threadlike pseudopodia
- 6. **Amoebozoans** have lobe-shaped pseudopodia
- 7. **Red algae and Green algae** are the closet relatives of land plants
- 8. **Choanoflagelata** are the closet relatives of animals

# 1) Diplomonadida & Parabasalala have modified mitochondria

## 1.1 Diplomonads มีลักษณะพิเศษคือ มี 2 นิวคลีไอ แยกจากกัน

- Unicellular มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสแล้ว แต่ยังไม่มียอร์แกนเนลและระบบเยื่อหุ้มภายใน
- มีแฟลเจลลาหลายเส้น
- มี cytoskeleton
- ไม่มี plastid
- ไม่มี enzyme ที่สัมพันธ์กับ aerobic respiration
  - ไม่พบ electron transport chain proteins
  - อาศัยในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน (anaerobic conditions)
- เช่น *Giardia lamblia* ทำให้เกิดโรค Giardiasis
  - modified mitochondria called mitosomes (a double membrane)

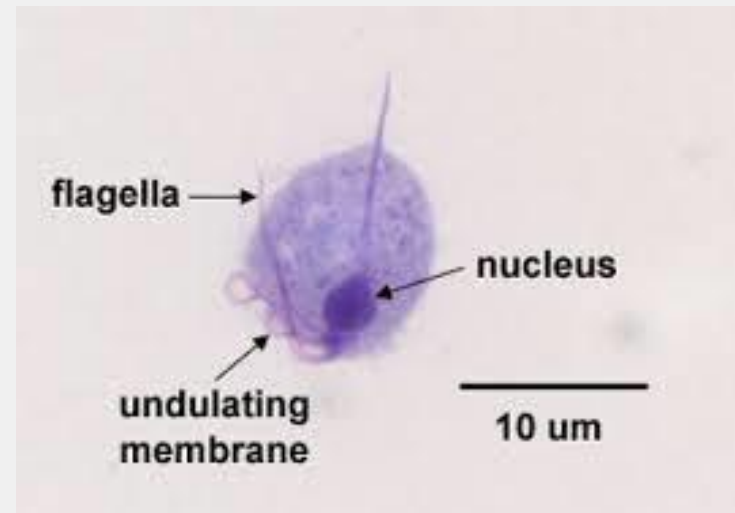
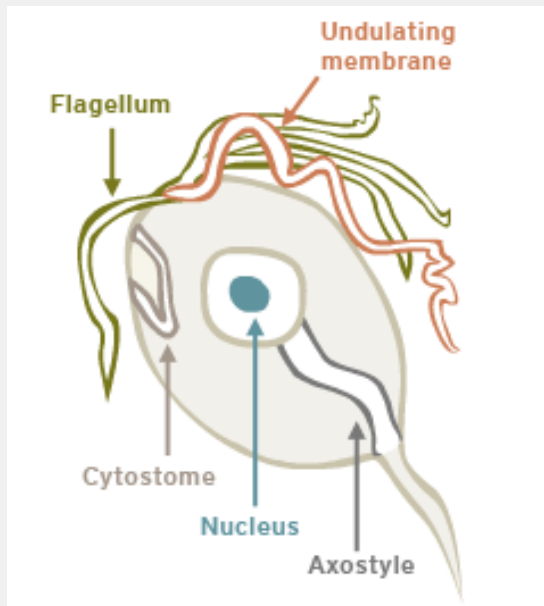


# 1) Diplomonadida and Parabasala

## have modified mitochondria (ต่อ)

1.2 Parabasalids มี undulating membrane ที่ทำให้สามารถเคลื่อนที่ในท่อ ระบบสืบพันธุ์และระบบขับถ่ายที่ถูกหุ้มด้วยเมือกได้ เช่น

*Trichomonas vaginalis* เป็นปรสิตที่ทำให้เกิดโรค Trichomoniasis

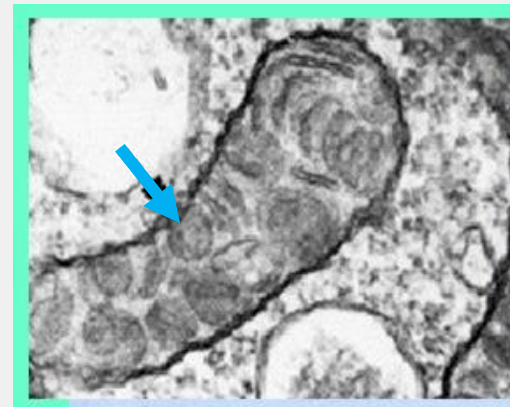
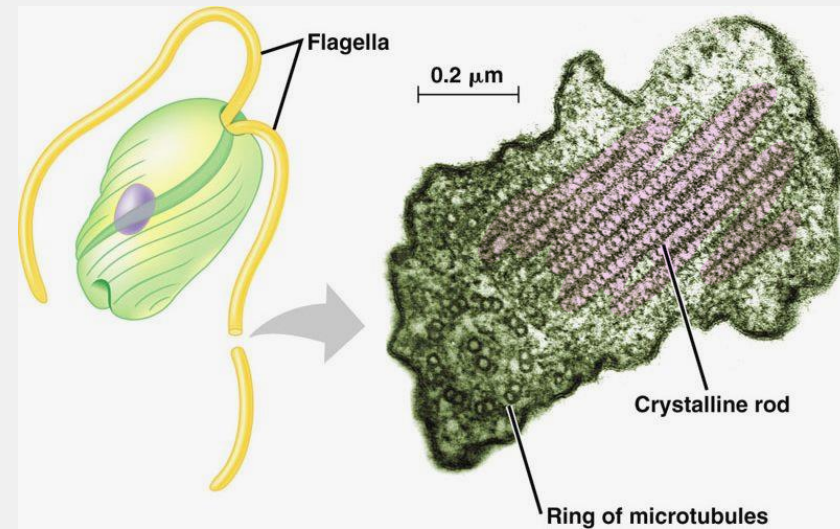


ในประเทศไทยเรียกว่า พยาธิหนอง เป็นสาเหตุให้เกิดอาการระคายเคืองอันเนื่องมาจากท่อปัสสาวะอักเสบ หรือต่อมลูกหมากอักเสบในผู้ชายได้ ช่องคลอดอักเสบในผู้หญิง ติดต่อผ่านการมีเพศสัมพันธ์

## 2) Euglenozoa

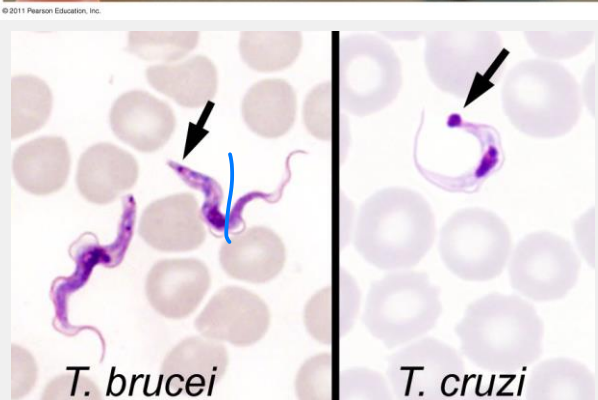
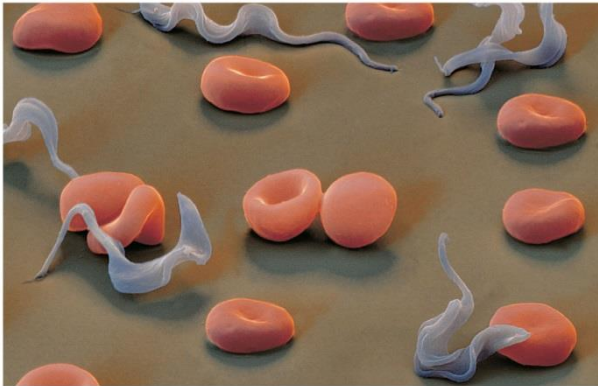
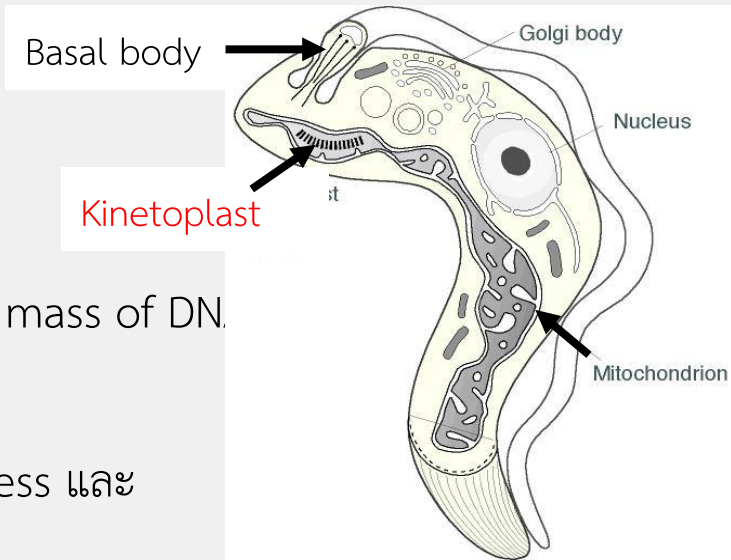
have flagella with a unique internal structure

- Unicellular
- มีออร์แกเนลและระบบเยื่อหุ้มภายในแล้ว
- เคลื่อนที่โดยใช้ Flagella (โดยมากมี 2 เส้น)
- สามารถสังเคราะห์แสง กินสิ่งมีชีวิตอื่น เป็นอาหาร และเป็นปรสิต
- มี spiral or crystalline rod ในแฟลกเจลลา
- มี mitochondria cristae เป็นรูปจาน
- ประกอบด้วย
  - Kinetoplastida
  - Euglenophyta



## 2.1 Kinetoplastida

- **Kinetoplastida** มีโครงสร้าง kinetoplast (an organized mass of DNA) ใน mitochondria (1 อัน)
- เช่น *Trypanosoma* ทำให้เกิดโรค African sleeping sickness และ Chagas' disease



**African sleeping sickness**  
Also called: African trypanosomiasis

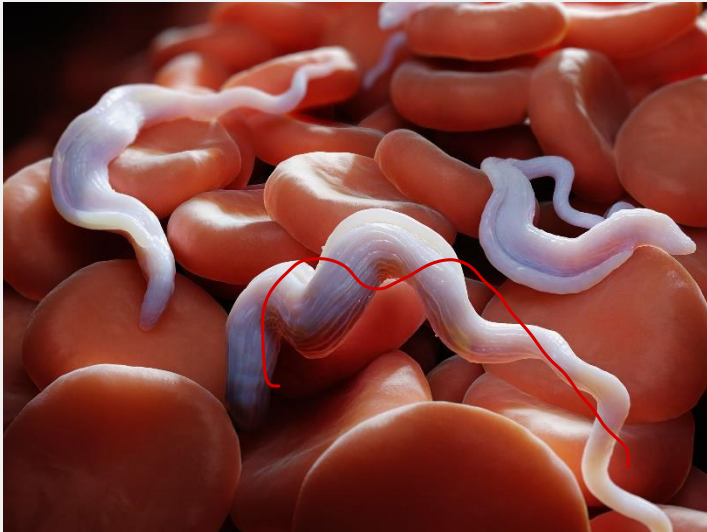
ABOUT SYMPTOMS TREATMENTS

Tsetse flies carry disease

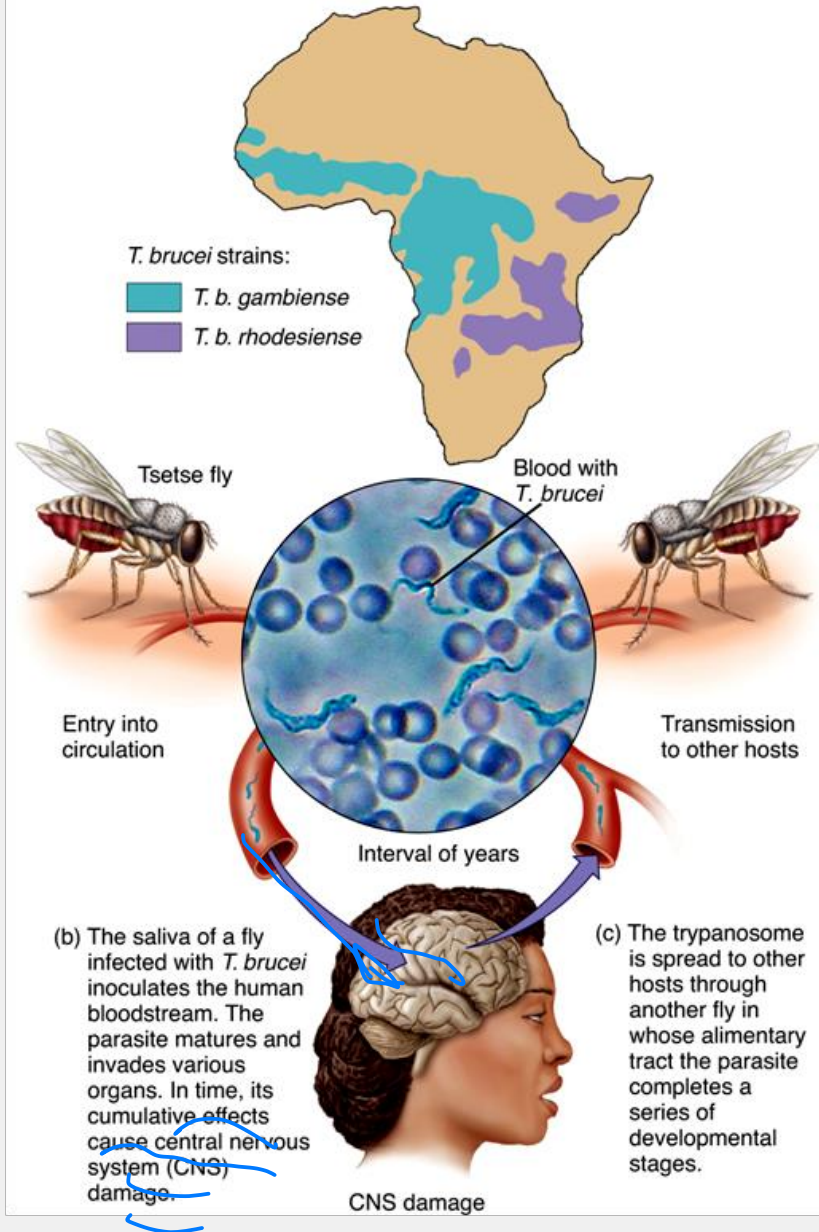
A disease caused by infection with the parasite *Trypanosoma brucei*.

The image is a screenshot of a mobile application interface. It features a teal header with the title 'African sleeping sickness' and a subtitle 'Also called: African trypanosomiasis'. Below the header are three tabs: 'ABOUT', 'SYMPTOMS', and 'TREATMENTS'. The main content area shows a photograph of a person lying down, with a circular inset showing a tsetse fly. Red dashed lines connect the fly to the person's ear, indicating the mode of transmission. At the bottom, a caption reads 'A disease caused by infection with the parasite Trypanosoma brucei.'

# โรคเหงาหลับและการแพร่กระจาย



(a) The distribution of African trypanosomiasis.



## 2.2 Euglenophyta

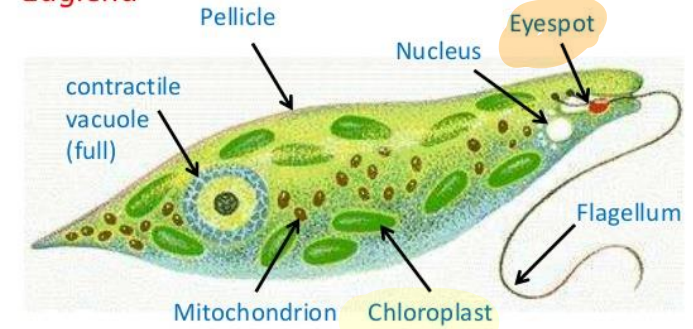
- Euglenoids เป็นกลุ่มที่สังเคราะห์แสงได้ เช่น ยูกลีนา (*Euglena*) สะสมอาหารในรูปแป้ง paramylon
- หากไม่มีแสงจะดำรงชีวิตด้วยการจับกิน
- มีแฟลกเจลลา 1-2 เส้น ออกจากแองทางด้านหน้า
- การแบ่งเซลล์ตามยาว
- พบได้บ่อยในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง - น้ำเสีย
- พบมากในน้ำรอบๆ หอพัก ส่องด้วยกล้องในแลป



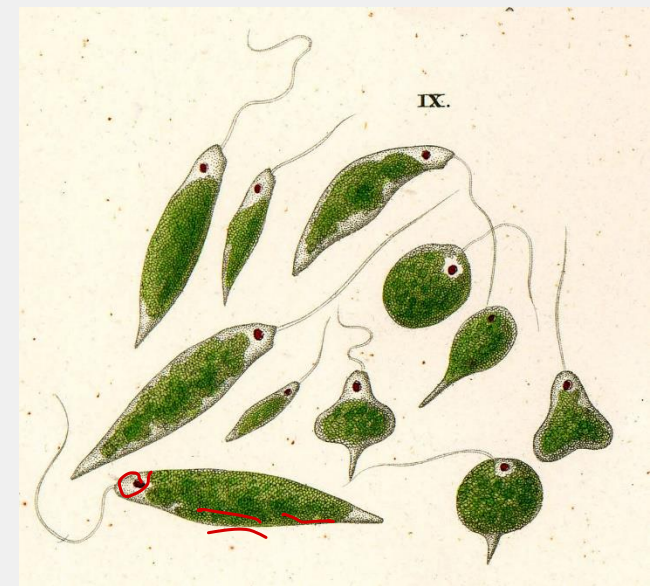
## Representative Protists – Euglenoids

(Plant-like and Animal-like)

### *Euglena*



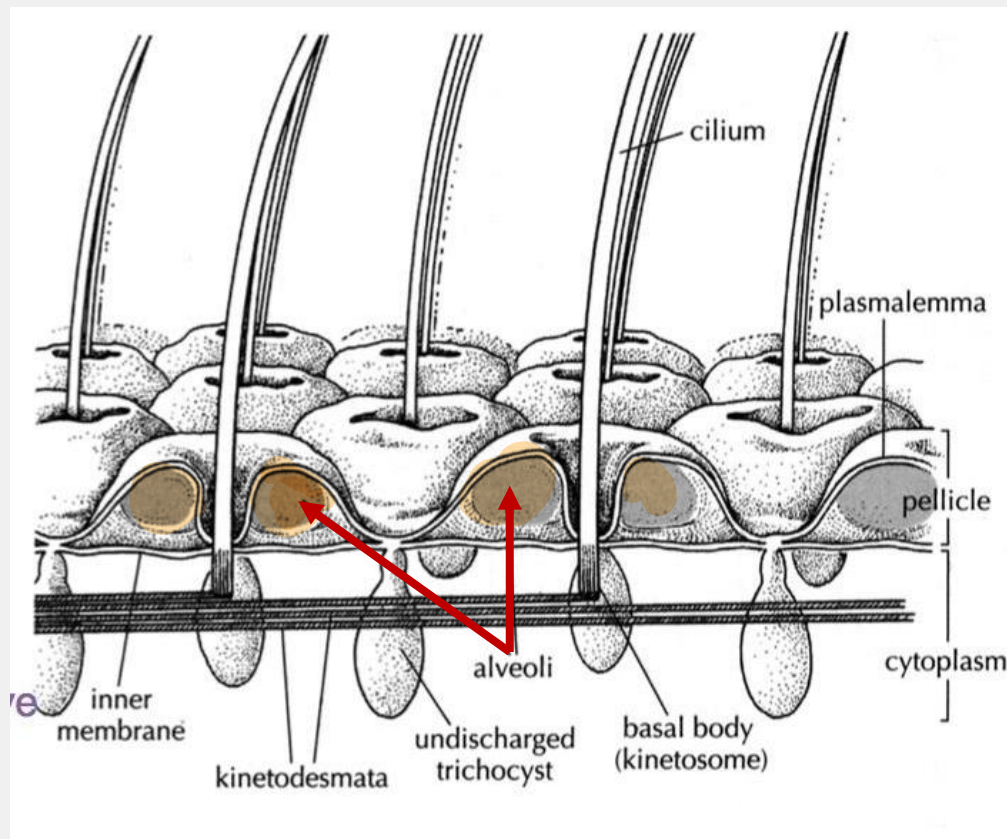
The pellicle is a thin elastic layer that helps the cell keep its shape and remain hydrodynamic.



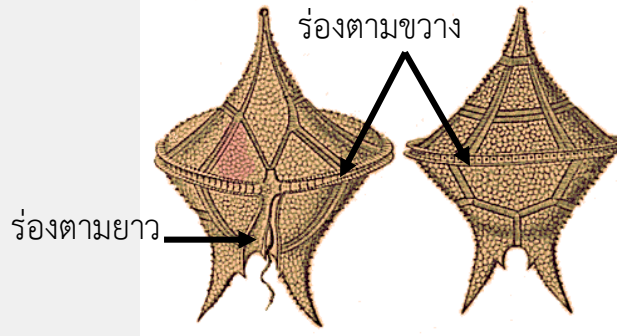
### 3) Alveolata

have sacs beneath plasma membrane

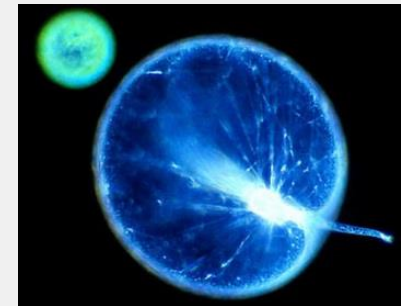
- เป็นกลุ่มที่มี alveoli/alveolus ซึ่งเป็นถุงที่มีเมมเบรนหุ้มอยู่ที่ plasma membrane ทำหน้าที่ทำให้ผิวเซลล์คงรูปและควบคุมน้ำและไอออน
- ประกอบด้วย 3 กลุ่มย่อย คือ Dinoflagellates, Apicomplexa และ Ciliates



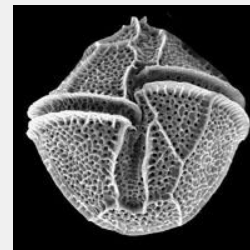
# 3.1 Dinoflagellates



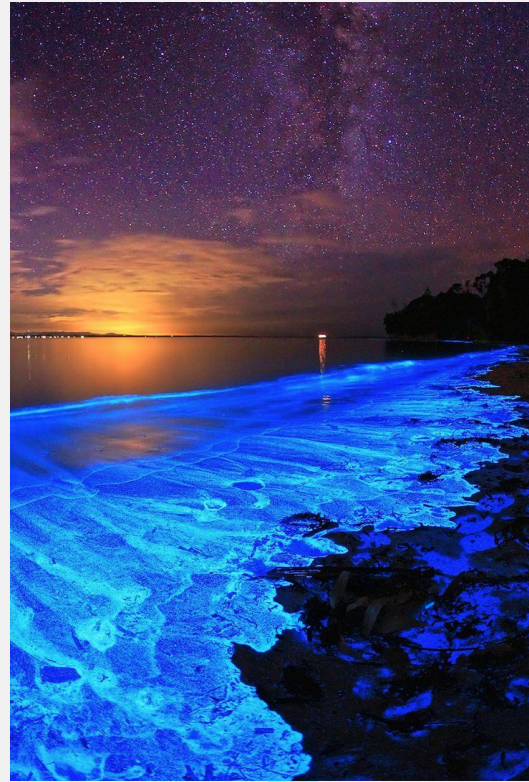
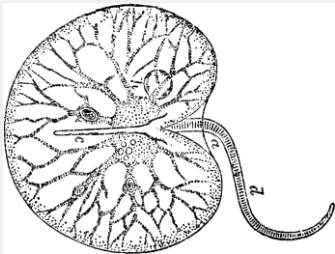
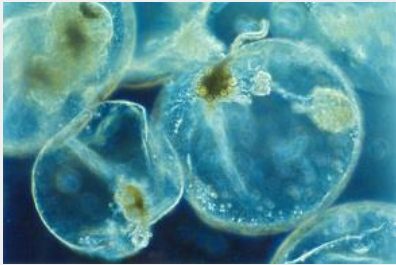
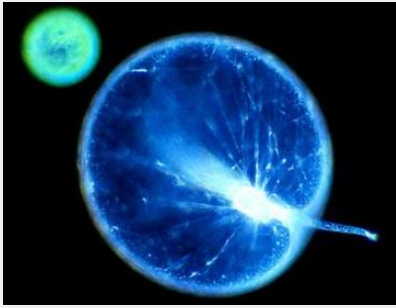
- รงควัตถุภายในเซลล์มีคลอโรฟิลล์-เอ และคลอโรฟิลล์-ซี แคโรทีน แซนโทฟิลล์ หลายชนิด ที่สำคัญคือ เพอริดีน (Peridin) และไดโนแซนธิน (Dinoxanthin) จึงสามารถสังเคราะห์แสงได้ (เป็น autotroph)
- อาหารสะสม คือ แป้ง (Starch) ซึ่งสะสมไว้ในหรือนอกคลอโรพลาสต์ อาจมีหยดน้ำมัน
- มีแผ่นเซลลูโลสหลายแผ่นประกอบกันหุ้มเซลล์เหมือนเกราะ มีลวดลาย เรียก theca
- มีแฟลเจลลา 2 เส้น
- มีร่องตามขวางและร่องตามยาวตั้งฉากกัน
- ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน คือ ล่องลอยตามกระแสน้ำ
- เมื่อเจริญมาก หรือ บลุม (bloom) ขึ้นทำให้เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี หรือซีปลาвах (red tide) บางชนิดสร้างสารพิษทำให้หอย ปลาตาย สร้างสารพิษที่ทำอันตรายระบบประสาทของสัตว์น้ำ และสามารถส่งต่อไปยังห่วงโซ่อาหารชั้นสูงขึ้นได้ รวมถึงคน
- บางชนิดมีโปรตีนในเซลล์ที่เรืองแสงได้



Noctiluca



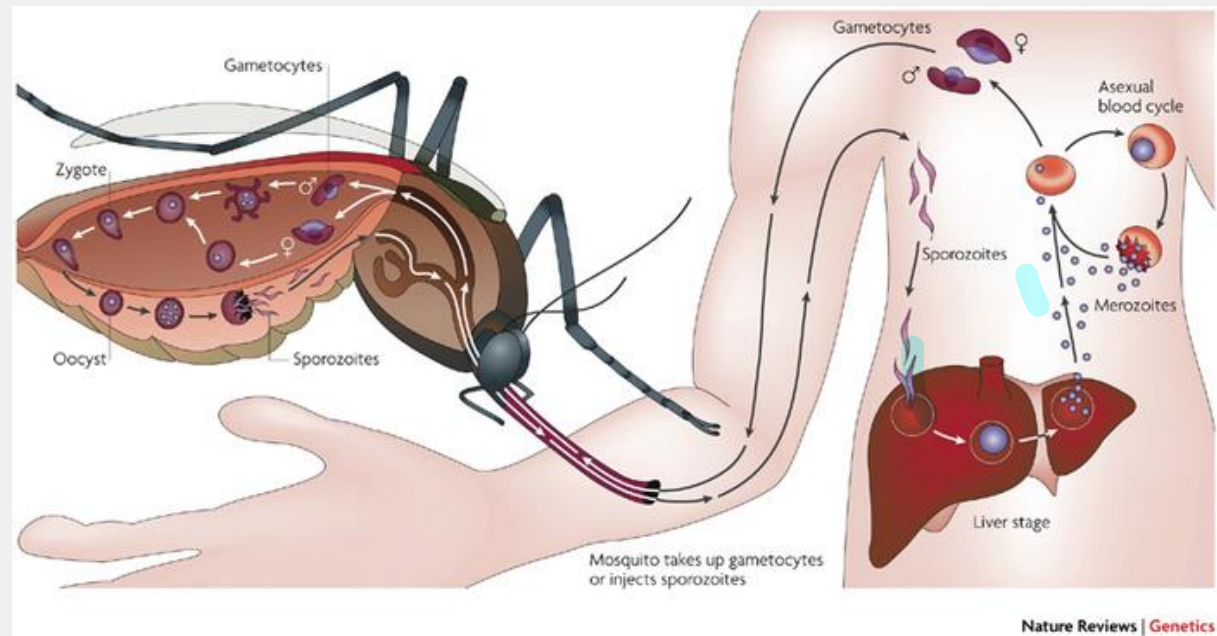
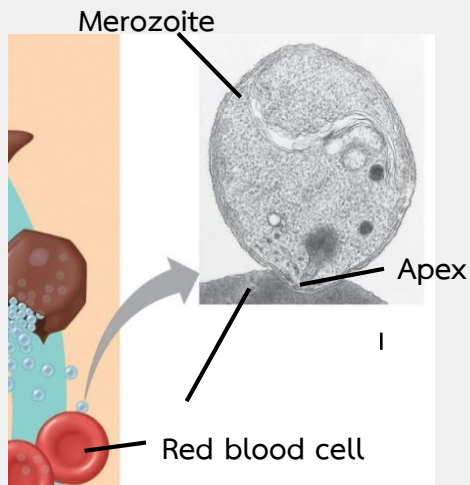
ปรากฏการณ์ทะเลเรืองแสง  
sea sparkle/sea fire/  
sea ghost



ปรากฏการณ์ทะเลเรืองแสง หรือ “sea sparkle,” “sea fire,” “sea ghost” บางท้องถิ่นในประเทศไทยเรียก “พรายน้ำ” เกิดจากไดโนแฟลกเจลเลตที่ชื่อ *Noctiluca miliaris* สร้างสารเรืองแสงสีน้ำเงินที่จะสร้างจากกลไกป้องกันตัวเองเมื่อมีศัตรูเข้ามาใกล้ ถึงแม้สาหร่ายชนิดนี้จะไม่สร้างสารพิษ แต่การบลูมของสาหร่ายกลุ่มนี้ก็ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเช่นกัน พบในเมืองไทย แต่ไม่บ่อย

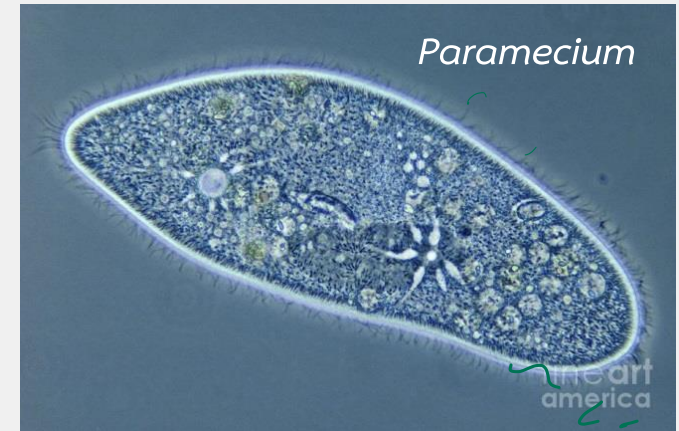
## 3.2 Apicomplexans

- Apicomplexans เป็นปรสิตทั้งหมด เช่น *Plasmodium* spp. เชื้อก่อโรคมาลาเรีย มียุงกินปล่องตัวเมีย เป็นพาหะ
  - ระยะติดต่อก็คือระยะ sporozoites ปลายด้านหน้ามีออร์กาเนลล์ซับซ้อนทำหน้าที่ไขเข้าโฮสต์เซลล์ และเนื้อเยื่อ เรียกว่า apical complex
  - มีพลาสติดที่ไม่มีสารสี เรียกว่า apicoplast มีความสำคัญกับการสังเคราะห์ fatty acids
- อ่านเกี่ยวกับโรคมาลาเรียเพิ่มเติมที่ <http://www.sc.mahidol.ac.th/usr/?p=51>

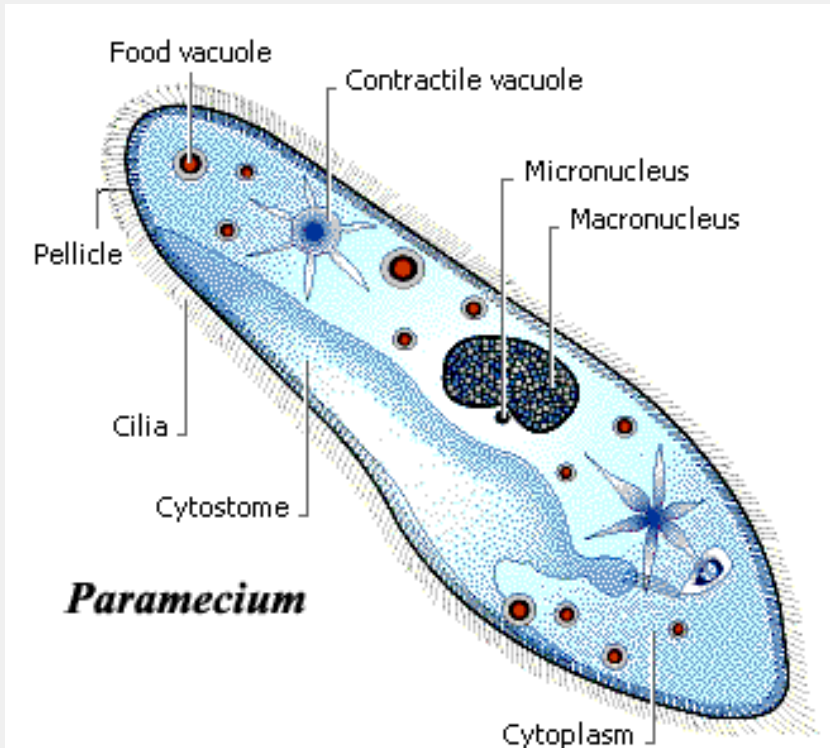


## 3.3 Ciliates

- Ciliates มีซิเลียช่วยในการเคลื่อนที่และกินอาหาร
  - เป็นโพรทิสต์ที่ซับซ้อนมาก อยู่เป็นอิสระในน้ำจืด
  - มี macronucleus → metabolism
  - มี micronucleus → reproduction
  - เช่น *Stentor*, *Paramecium*, *Vorticella*



# Alveolata: Ciliates

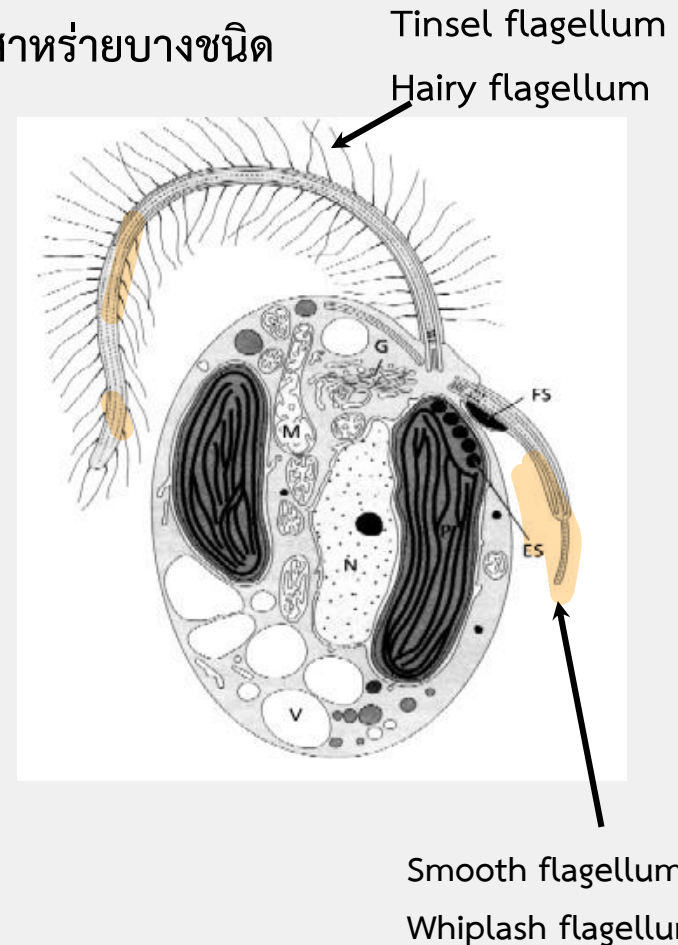


- มีออร์แกเนลล์ค่อนข้างสมบูรณ์ นิยมนำมาศึกษา
- มีนิวเคลียส 2 ชนิด
  - macronucleus ควบคุมการเมตาบอลิซึม
  - micronucleus ควบคุมกระบวนการสืบพันธุ์
- เยื่อหุ้มเซลล์ใส ยืดหยุ่นได้ดี เป็นโปรตีนเรียก pellicle
- ใช้ซิเลียโบกพัดหาอาหารระหว่างที่ว่ายน้ำไปด้วย
- อาหาร คือ สาหร่ายและแบคทีเรีย จะถูกเก็บและย่อยในถุง เรียก food vacuole
- Contractile vacuole ป้อนน้ำส่วนเกินออกทิ้งนอกเซลล์

## 4) Stramenopila

have hairy and smooth flagella

- มีประมาณ 100,000 ชนิด เป็นกลุ่มของ heterotroph และสาหร่ายบางชนิด
- มีแฟลเจลลัม 2 เส้น
  - 1 เส้น มีขนละเอียด (mastigoneme) จำนวนมาก
  - แฟลเจลลัมอีก 1 เส้น ที่ไม่พบขนละเอียด
- บางกลุ่มพบแฟลเจลลัมเฉพาะระยะที่สืบพันธุ์ → ใช้เคลื่อนที่
- ประกอบด้วย 4 กลุ่มย่อย
  1. Oomycota
  2. Bacillariophyta-ไดอะตอม ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืช
  3. Chrysophyta (golden algae or golden-brown algae)
  4. Phaeophyta สาหร่ายสีน้ำตาล



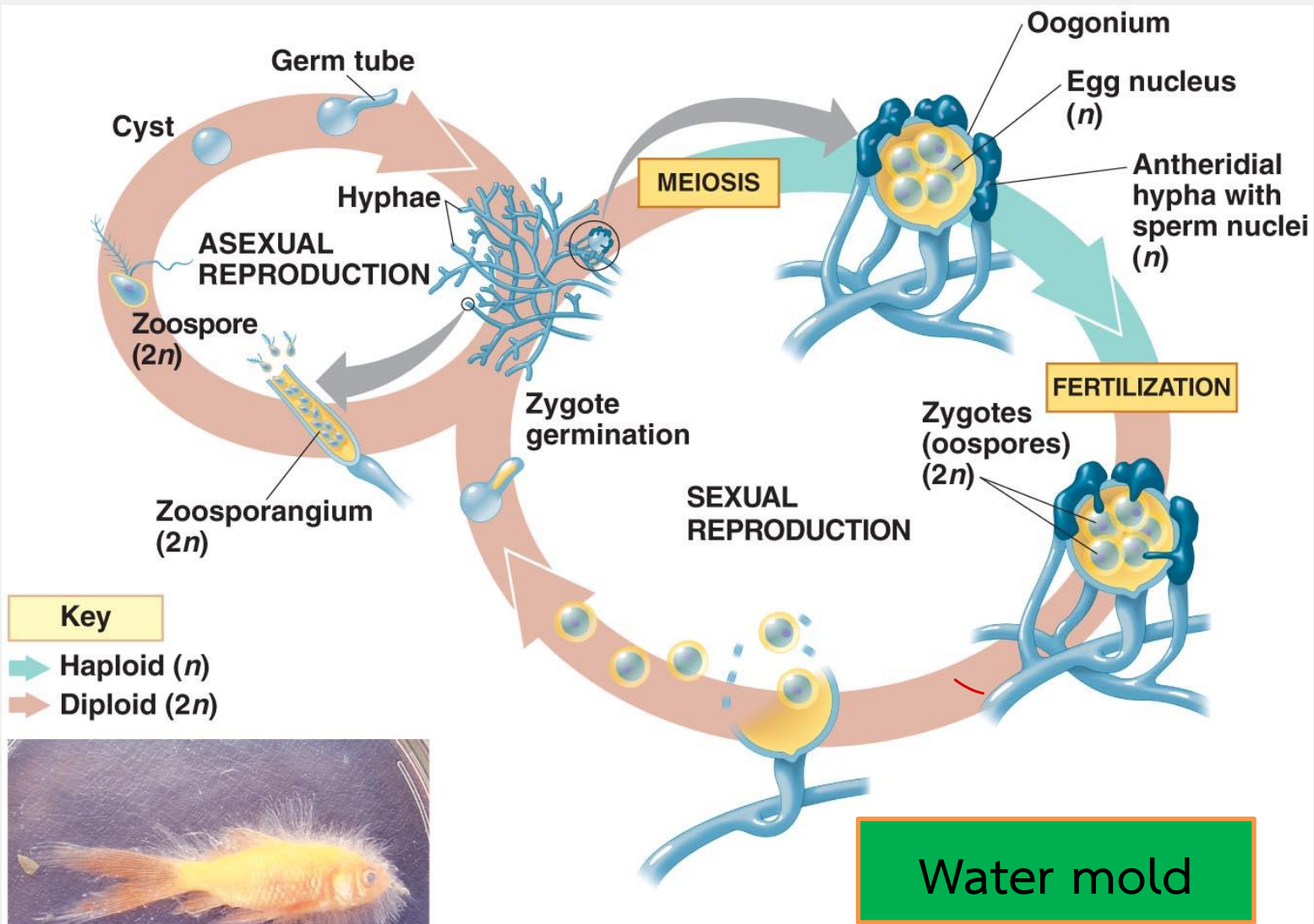
## 4.1. Oomycota

Oomycota (Oomycetes หรือ egg fungi) ได้แก่ ราน้ำ (water mold), white rust และ downy mildews ก่อนหน้าถูกจัดเป็นรา

- คล้ายรา เพราะมีเส้นใยที่มีหลายนิวเคลียส (hyphae)
- ไม่มีพลาสติด ดำรงชีวิตเป็น decomposer หรือปรสิต

Oomycota มีลักษณะที่แตกต่างจากราคือ

ลักษณะ	Oomycetes	รา
1. ผนังเซลล์	cellulose	chitin
2. ระยะเวลา	diploid (2n)	Haploid (n)
3. Flagellated cells	มี	ไม่มี

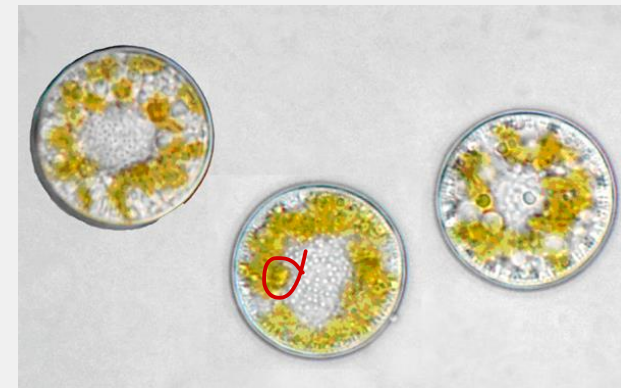
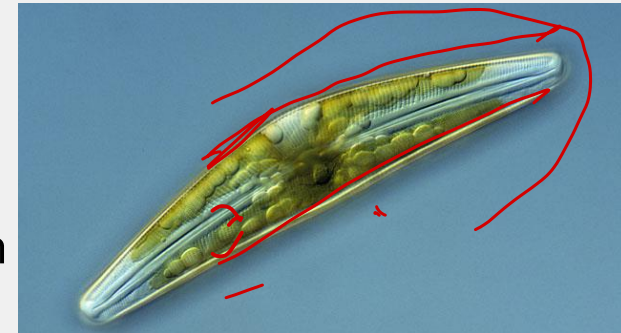
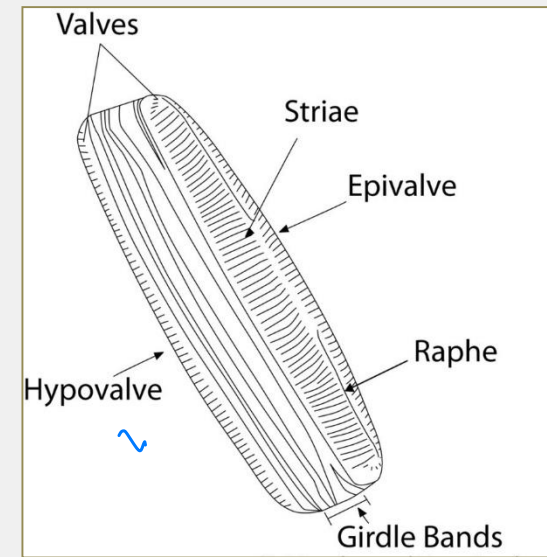


Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Benjamin Cummings.

ราน้ำเต็บโตค้ายกลุ่มฝ้ายบนสาหร่ายหรือสัตว์ที่ตายแล้ว อยู่ในน้ำจืด ส่วน white rust และ downy mildews อยู่บนดินหรือเป็นปรสิตบนพืช

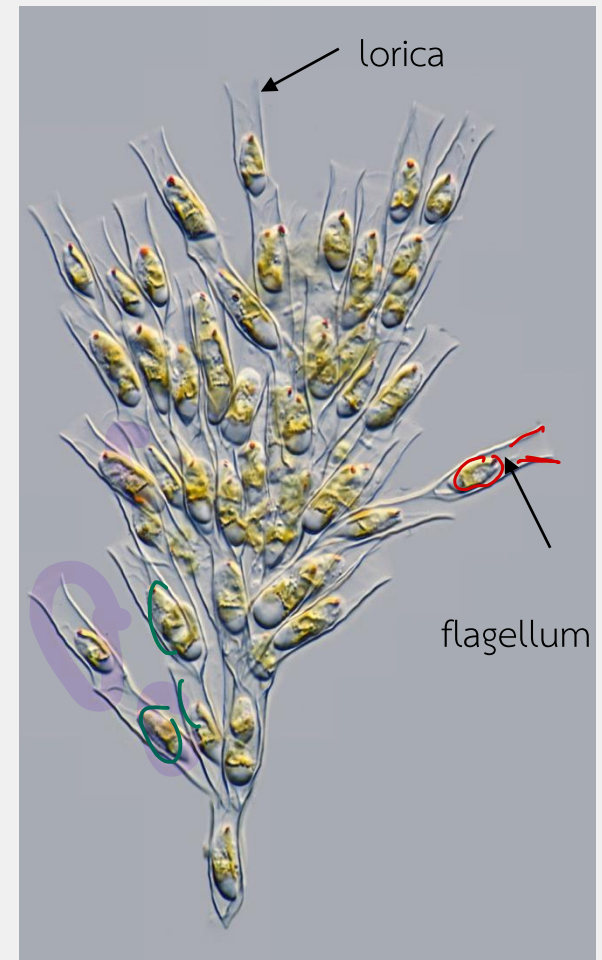
## 4.2. Bacillariophyta

- Bacillariophytes ได้แก่ ไดอะตอม เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง ผนังเซลล์ มีซิลิกาเป็นองค์ประกอบ เรียก frustules
- สร้างอาหารโดยการสังเคราะห์แสง
- ส่วนใหญ่สืบพันธุ์แบบ asexual โดยแบ่งแบบ mitosis
- ส่วนน้อยมีการสืบพันธุ์แบบ sexual โดยการสร้างไข่และสเปิร์ม ซึ่งสเปิร์มอาจเป็นแฟลเจลเลตหรือเป็นอะมีบอยด์ ขึ้นกับชนิด
- สะสมอาหารในรูปของ laminarin บางชนิดสะสมอาหารในรูปเม็ดน้ำมัน
- ฟอสซิลของผนังเซลล์ไดอะตอมสะสมในตะกอน เรียกว่า diatomaceous earth นำมาใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องกรองเครื่องขัด เป็นต้น



## 4.3 Chrysophyta

- Chrysophytes (golden algae or golden-brown algae)
- สังเคราะห์แสงได้
- carotenoid → ทำให้สาหร่ายสีทอง น้ำตาลและสีเหลือง
- มีแฟลเจลลา 2 เส้น ที่ปลายเซลล์ พบทั้งในน้ำจืดและน้ำทะเล ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน
- Autotroph, mixotroph (heterotroph+autotroph)
  - ดูดซึมสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำ
  - Phagocytosis อนุภาคอาหาร หรือ โปรคาริโอต
- ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยว ยกเว้น *Dinobryon* เป็นโคโลนี อยู่ในน้ำจืด



*Dinobryon*

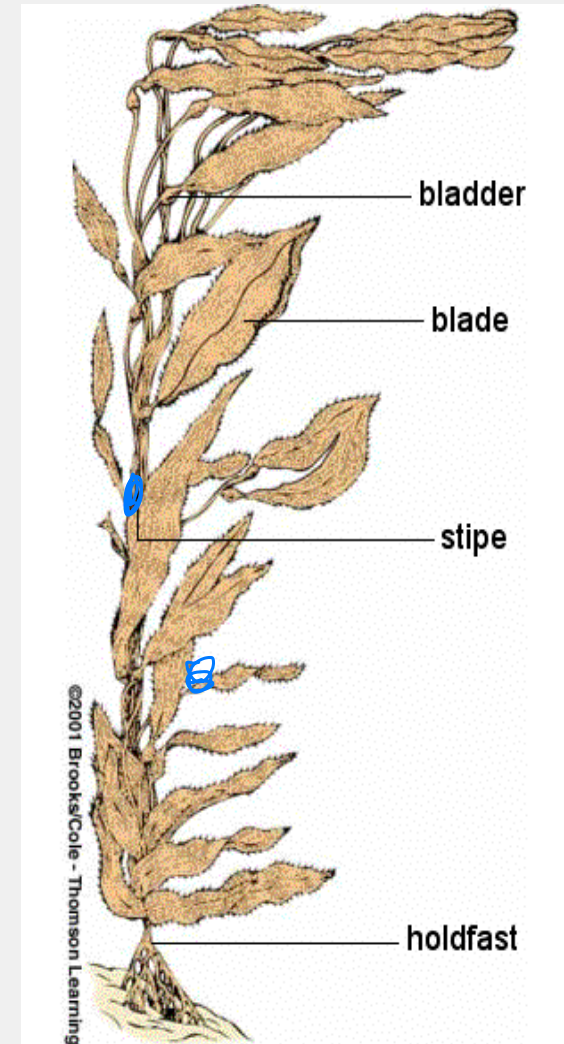
Algal Bloom ขึ้นในแหล่งน้ำทำให้ปลาตาย → พิษ อุดตันเหงือก  
ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็น → ปล่อยสาร ketone, aldehydes



แหล่งน้ำได้รับสารอินทรีย์ โดยเฉพาะ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส แพลงก์ตอนพืช/สาหร่ายนำไปใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึม  
ได้ดี จึงเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว → algal bloom เสียสมดุลระบบนิเวศ

## 4.4 Phaeophyta

- Phaeophytes หรือ brown algae เป็นสาหร่ายทะเลหลายเซลล์ (multicellular) ที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่ที่สุด มักพบในทะเลเขตอบอุ่น
- มีรงควัตถุ Fucoxanthin มากกว่า chlorophyll และ carotenoid ทำให้มีสีน้ำตาลหรือเขียวมะกอก เช่น สาหร่ายเคลป์ (Kelp)
- มีผนังเซลล์ 2 ชั้น ชั้นในเป็นเซลลูโลส ชั้นนอกเป็นอัลจิน
- เป็นแหล่งอาหาร และที่อยู่อาศัยของสัตว์ทะเล
- สาหร่ายสีน้ำตาล หรือสาหร่ายทะเล (seaweeds) บางชนิดมีอวัยวะและเนื้อเยื่อพิเศษที่คล้ายพืช (มี thallus) แต่เป็นลักษณะที่วิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษต่างกัน คือเป็นลักษณะที่เป็น **analogous** ไม่ใช่ **homologous**
- ทัลลัส (thallus) หมายถึงรูปร่างของสาหร่ายทะเลที่คล้ายพืช คือมีส่วนที่คล้ายราก (holdfast) ลำต้น (stipe) ใบ (blades)
- สาหร่ายสีน้ำตาลบางชนิดมีถุงลม (floats or gas bladder) ช่วยให้ใบลอยอยู่ที่ผิวน้ำได้





ส่วนที่คล้ายราก (holdfast)



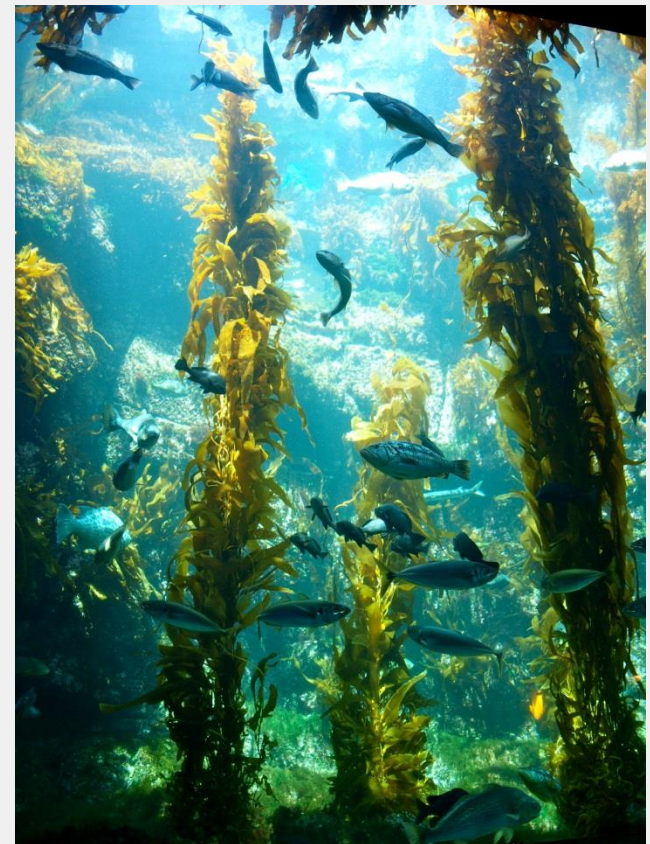
ส่วนที่คล้ายลำต้น (stipe)



Air bladder ช่วยพยุงให้ลอยน้ำ



ส่วนที่คล้ายใบ (blade)



ที่อาศัย/หลบภัยของสัตว์น้ำ

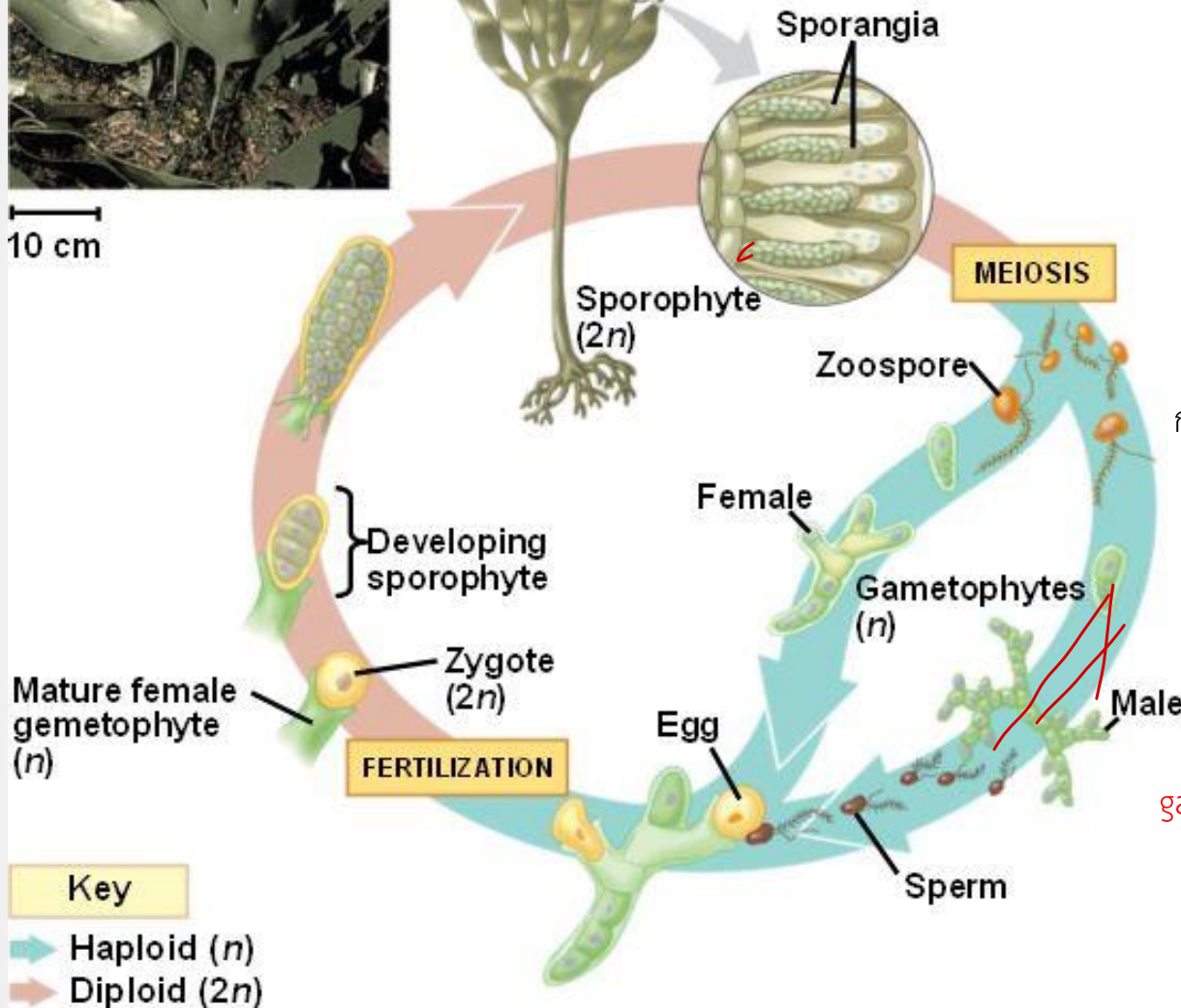


10 cm

sporophyte

# การสืบพันธุ์แบบสลับ (Alternation of generations)

ระหว่าง haploid และ diploid forms ทั้ง 2 แบบมีหลายเซลล์ เช่น *Laminaria*



การสืบพันธุ์แบบสลับของ *Laminaria*

gametophyte

# ความสำคัญของสาหร่ายสีน้ำตาล

- ใจแอนด์ เคลป์ (giant kelp) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่มีขนาดใหญ่ที่สุด แผ่กระจายไปในทะเล ช่วยให้เป็นที่อยู่อาศัยและเป็นอาหารของสัตว์ทะเล
- ลามินาเรีย (*Laminarin*) พาไดนา (*Padina*) ฟิวคัส (*Fucus*) นำมาสกัดสารโพลีแซคคาไรด์หรือใช้ทำปุ๋ยบำรุงดิน
- ลามินาเรีย (*Laminaria* sp.) และเคลป์ สามารถนำมาสกัดสารอัลจินซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลายอย่าง เช่น ทำอาหาร ยา กระจก ยาง สบู่ เส้นใย



อุตสาหกรรมผลิตสาหร่ายเป็นอาหารในญี่ปุ่น



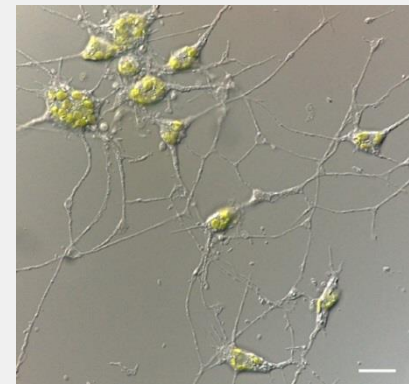
ย่ำสาหร่ายวากาเมะ  
(*Undaria pinnatifida*)



## 5) Cercozoans and Radiolarians have threadlike pseudopodia

- 5.1 Cercozoa คือสิ่งมีชีวิตที่มี ขาเทียม/pseudopodia แบบเส้นด้าย (filopodia) ทำหน้าที่กินอาหารและเคลื่อนที่ ได้แก่
  - 5.1.1 Chlorarachniophyta คือ โพรทิสต์ที่กินอาหาร (แบคทีเรีย และ โพรทิสต์ที่เล็กกว่า) และเคลื่อนที่ด้วย pseudopodia แบบเส้นด้ายที่กระจายออกไปจากตัว นอกจากนี้แล้วยังสามารถสร้างอาหารด้วยการสังเคราะห์แสงได้ด้วย
  - 5.1.2 Foraminiferans (Forams) มีเปลือกที่มีรูพรุน แบ่งเป็นห้อง ๆ เปลือกมีองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์และแคลเซียมคาร์บอเนต
  - มี pseudopodia แบบเส้นด้าย ทำหน้าที่ว่ายน้ำ และกินอาหาร
  - ฟอสซิลของ foram ใช้บอกอายุชั้นหินได้
  - Forams หลายชนิดมีสาหร่ายอยู่ร่วมแบบพึ่งพิงซึ่งกันและกัน
  - พบทั้งในทะเลและในน้ำจืด
- 5.2 Radiolaria (สไลด์ถัดไป)

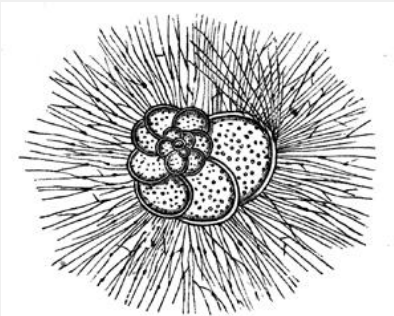
Star sand



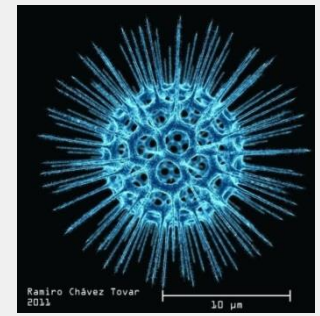
5.1.1



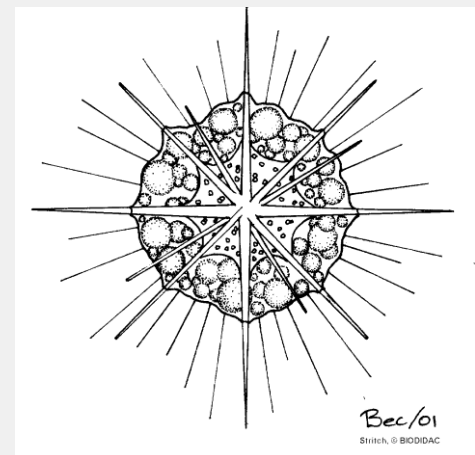
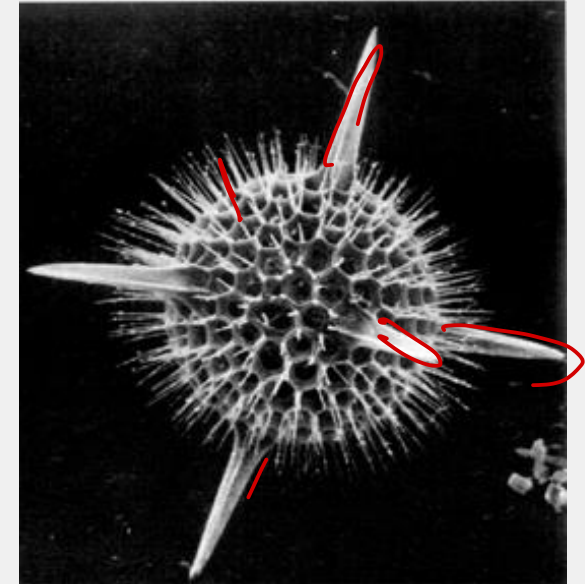
5.1.2



## 5) Cercozoans and Radiolarians have threadlike pseudopodia



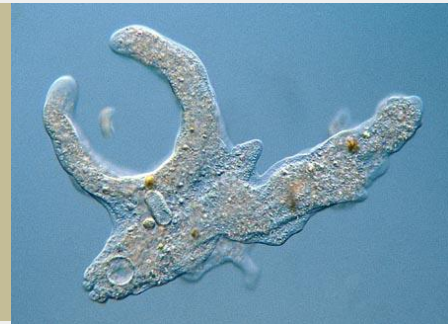
- 5.2 Radiolarians พบในทะเล
  - เปลือกเชื่อมกันเป็นชั้นเดียวที่บอบบาง มีองค์ประกอบเปลือกเป็นซิลิกา
  - มี ขาเทียม/pseudopodia เป็นแบบ **axopodia**
  - มีแกนกลาง เป็น microtubule ช่วยกระบวนการกินอาหารแบบ phagocytosis
  - เมื่อตายเปลือกสะสมที่พื้นทะเลเป็นโคลนหนา เรียก ooze บางแห่งหนาหลายร้อยเมตร



## 6) Amoebozoans

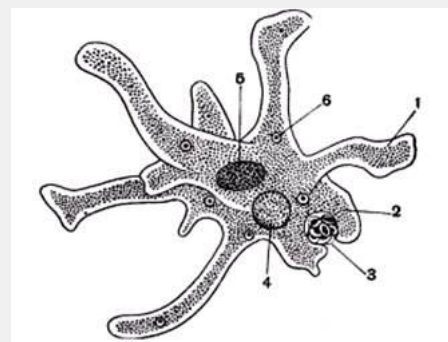
have lobe-shaped pseudopodia

อะมีบาที่มีขาเทียม/pseudopodia แบบทุ้ม/นิ้วมือ (lobopodia)



### 6.1 Gymnamoebas

- มีความหลากหลาย
- เซลล์เดี่ยวที่อยู่ในดิน น้ำจืดและน้ำทะเล
- กินอาหารแบบ heterotroph (แบคทีเรีย และโพรทิสต์) บางชนิดกินซาก
- อะมีบาส่วนใหญ่เป็นอิสระ บางชนิดมีเปลือก (test)



6.1 Gymnamoebas

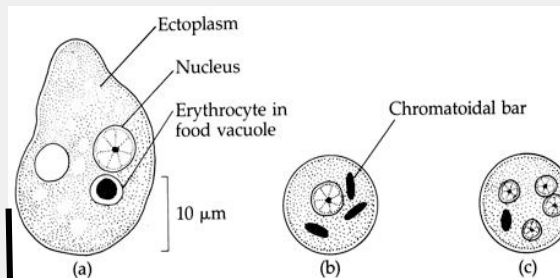
### 6.2 Entamoebas คนเป็นโฮสต์ของ Entamoebas 6 ชนิด

- *Entamoeba histolytica* ทำให้เกิดโรค “บิดมีตัว”  
ทำให้ท้องเสียจากน้ำ/อาหารที่ปนเปื้อน cyst

6.2 Entamoebas

### 6.3 Slime mold

- Slime mold หรือ mycetozoans
- คล้ายราเพราะมี fruiting body เพื่อช่วยกระจายสปอร์
- slime mold แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ตามลักษณะของวงชีวิต
  - Plasmodial slime mold
  - Cellular slime mold



endosome

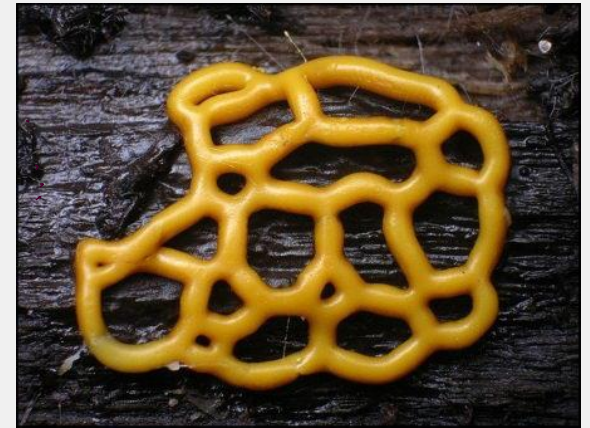
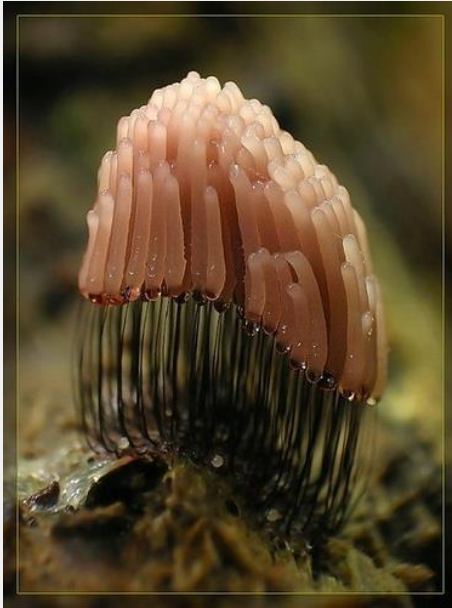
nucleus



6.3 Slime mold



## 6.3 Slime mold



## 6.3 Slime mold

### 6.3.1 Plasmodial slime mold มักมีสีส้มหรือเหลือง

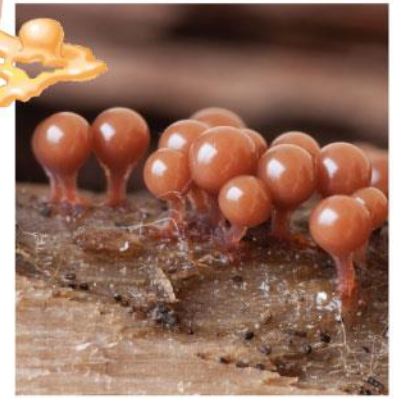
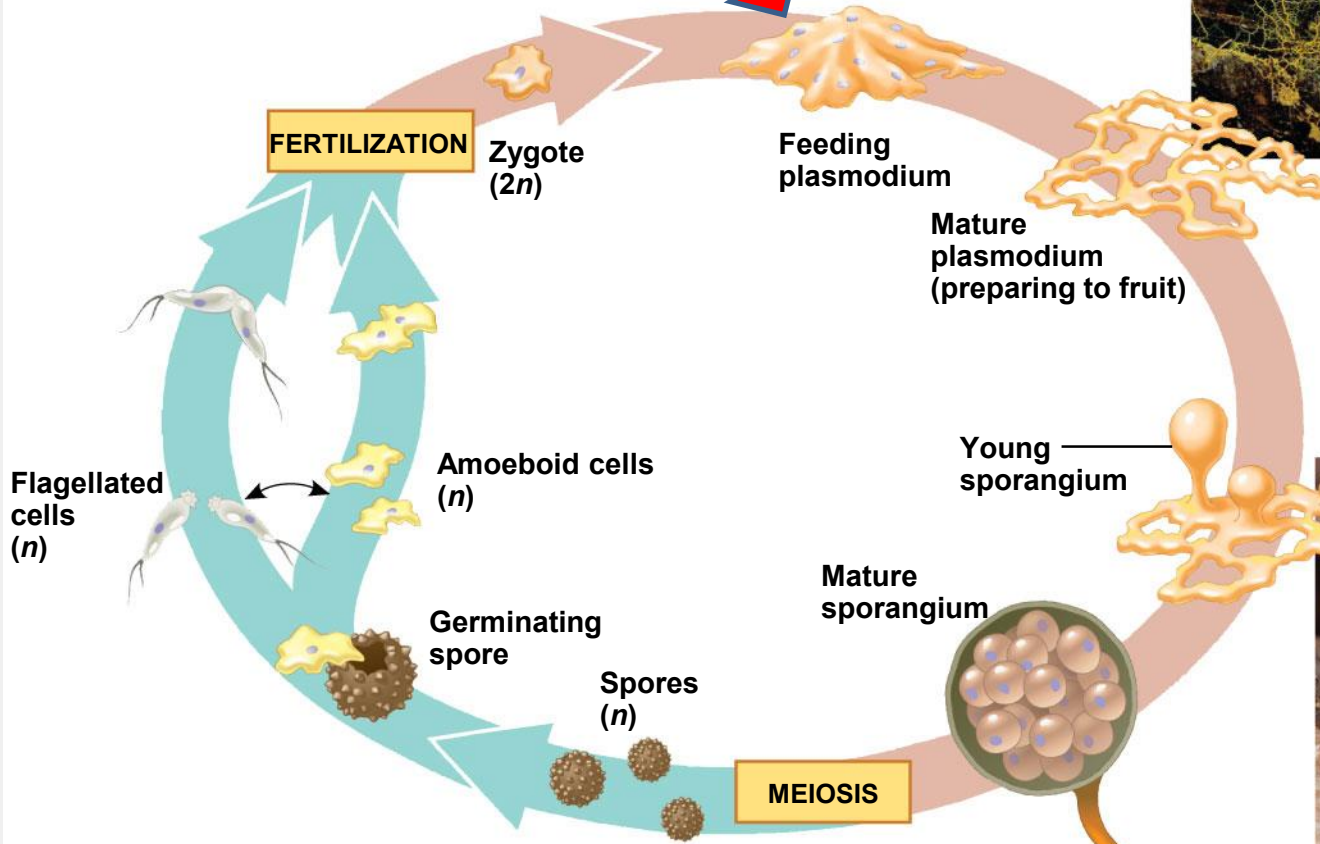
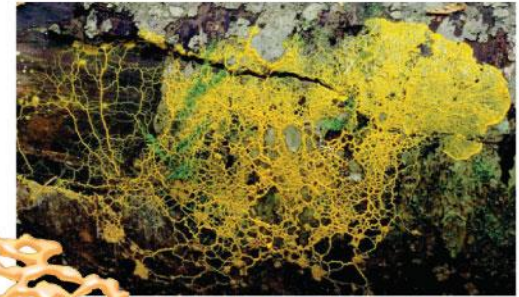
- ระยะเวลาอาหารเป็นเซลล์เดียวที่มีหลาย nuclei (ที่เป็น diploid) เรียกว่าระยะ plasmodium
- การไหลของไซโทพลาซึมช่วยให้เกิดเคลื่อนที่ ลำเลียงอาหารและออกซิเจน
- Plasmodial slime mold กินอาหารด้วยวิธี phagocytosis
- เมื่อที่อยู่แห้งและไม่มีอาหารจะหยุดการเติบโต สร้าง fruiting bodies (sporangium) ทำหน้าที่สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ
- วงชีวิตระยะเด่นคือระยะ diploid



Bright coloured multinucleate

Live on organic matter

4 cm



1 mm

# Plasmodial slime mold

**Key**

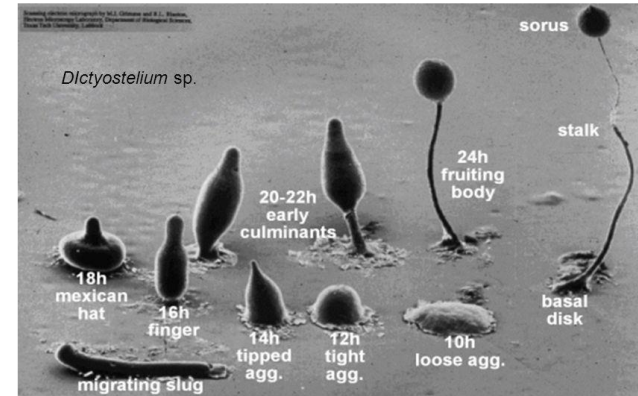
- Haploid ( $n$ )
- Diploid ( $2n$ )

## 6.3. Slime mold

### 6.3.2 Cellular slime mold

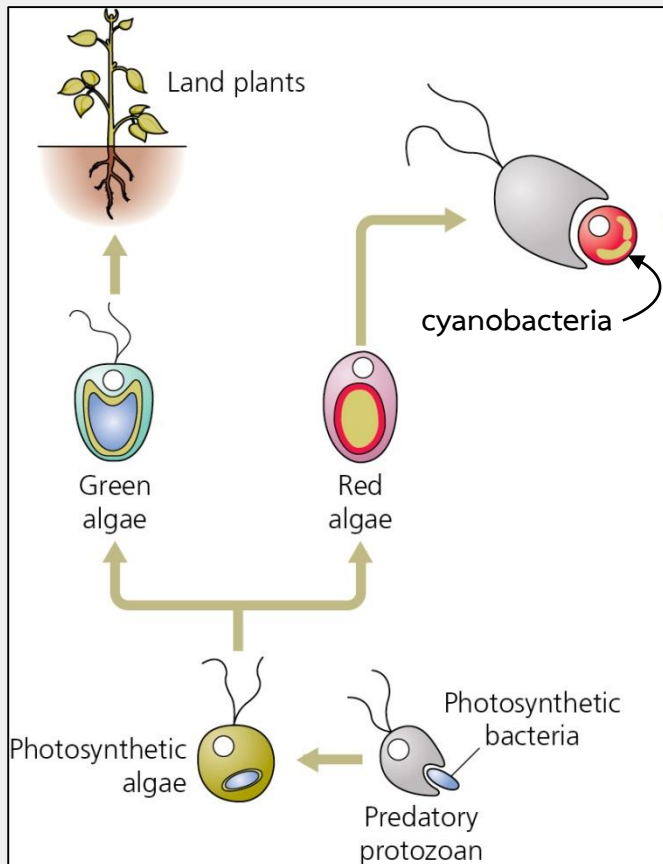
- ระยะเวลาอาหารประกอบด้วยเซลล์เดี่ยว (ที่เป็น haploid) ที่ต่างเซลล์ต่างกัน
- แต่เมื่ออาหารหมด เซลล์มารวมกัน ฟอร์มเป็นหน่วยเดี่ยว แม้จะดูเหมือน plasmodial slime mold แต่ต่างจาก plasmodial slime mold คือประกอบด้วยหลายเซลล์
- เฉพาะ zygote เป็น diploid มี fruiting bodies ทำหน้าที่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไม่มีระยะแฟลเจลเลต

## DEVELOPMENTAL STAGES OF A CELLULAR SLIME MOLD



## 7) Archaeplastida: Red algae and Green algae

they are the closet relatives of land plants

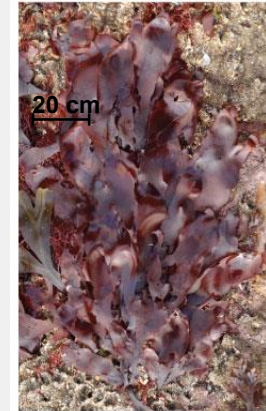


- โปรติสต์ในสายวิวัฒนาการเดียวกับพืช
  - สาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายเซลล์เดี่ยวกลุ่ม Glaucophyte และพืช อยู่ในสายวิวัฒนาการที่พัฒนามาจากบรรพบุรุษเดียวกัน รวมเรียกกลุ่มนี้ว่า Archaeplastida ซึ่ง chloroplast ของกลุ่มนี้จะมีเยื่อหุ้มเพียงแค่ 2 ชั้น แสดงให้เห็นว่ามาจากการ endosymbiosis แค่เพียงครั้งเดียว ไม่มีการเกิด secondary endosymbiosis เหมือนกลุ่มอื่นๆ เช่น Euglenozoa ไดอะตอม หรือสาหร่ายสีน้ำตาล ที่ chloroplast มีเยื่อหุ้มมากกว่า 2 ชั้น
  - เซลล์สืบพันธุ์ไม่มี flagella หรือมี 2 เส้น
- 7.1 Red algae
- 7.2 Green algae

## 7.1 Red algae (Rhodophyta)

- กล่าวกันว่าเป็นกลุ่มที่มีวิวัฒนาการสูง เนื่องจากเซลล์สืบพันธุ์ไม่มี flagella
- มีรงควัตถุที่ต่างออกไปจากพวกที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้อื่นๆ ได้แก่ Chlorophyll-D, Phycobilin, Phycoerythrin และรงควัตถุสีน้ำเงินพวก Phycocyanin ด้วย รงควัตถุเหล่านี้มีช่วงการรับแสงที่กว้างกว่า ทำให้สาหร่ายในกลุ่มนี้สามารถอยู่ได้ในที่น้ำลึกที่ปริมาณแสงน้อยด้วย (ในน้ำตื้นอาจเห็นสาหร่ายกลุ่มนี้เป็นสีเขียว)
- ผนังเซลล์ ประกอบด้วยผนังเซลล์ชั้นในเป็นพวกสารเซลลูโลส และผนังเซลล์ชั้นนอกเป็นสารเมือกพวก Sulfated galactan ได้แก่ วุ้น (Agar) พอร์ไฟแรน (Porphyran) เพอร์เซลเลอแรน (Furcelleran) และคาร์ราจีแนน (Carrageenan)
- อาหารสะสมเป็นแป้งมีชื่อเฉพาะว่า ฟลอริเดียนสตาร์ช (Floridean starch) อยู่ในไซโทพลาสซึม ยังมีอาหารสะสมไว้ในรูปของน้ำตาล ฟลอริโดไซด์ (Floridoside) ซึ่งทำหน้าที่เหมือนน้ำตาลซูโครสในสาหร่ายสีเขียวและพืชชั้นสูง
- ภายในเซลล์มีทั้งชนิดที่มีนิวเคลียสเดียวและหลายนิวเคลียส
- ส่วนใหญ่อยู่ในทะเลมีบางชนิดเท่านั้นที่อยู่ในน้ำจืด
- สาหร่ายสีแดงเป็นผู้ผลิตในทะเลที่สำคัญ เป็นที่หลบภัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล และรักษาแนวปะการัง

▶ *Bonnemaisonia hamifera*



8 mm

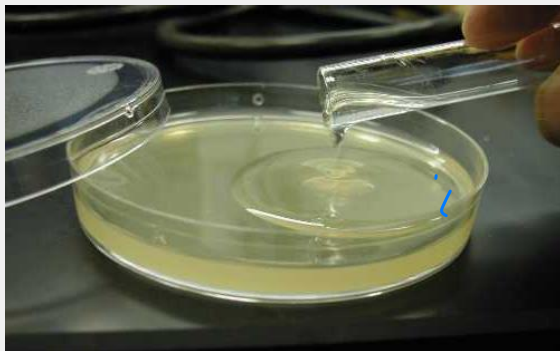


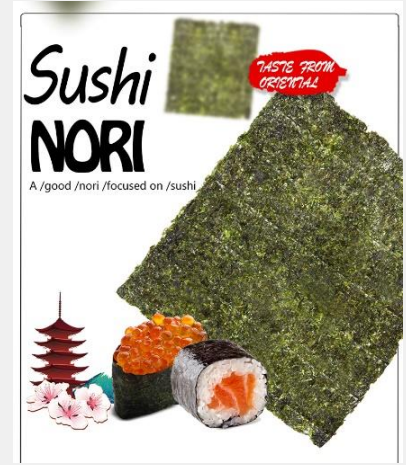
© 2011 Pearson Education, Inc.

พอร์ไฟรา (*Porphyra*) เมื่อตากแห้งแล้วใช้ใส่แกงจืดที่เรียกกันว่า จี๋ฉ่าย

# โปรตีนในสายวิวัฒนาการเดียวกับพืช: สาหร่ายสีแดง (red algae)

กราซิลารีเย (*Gracilaria*) นำมาสกัดสารคาร์แรกจินแนน (carrageenan) ใช้ในการทำวุ้น (agar) ซึ่งมีความสำคัญในการทำอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ ทำเครื่องสำอาง ทำยาชงตรงเท้า ครีมโกนหนวด เคลือบเส้นใย ใช้ทำแคปซูลยา ทำยา และใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และจุลินทรีย์ต่างๆ





## 7.2 Green algae (Chlorophyta)

- Green algae: grass-green chloroplasts เขียวเหมือนหญ้า
- มีลักษณะคล้ายพืชมากที่สุด นักอนุกรมวิธานบางกลุ่มจัดสาหร่ายสีเขียวไว้รวมกับพืชใน Plant Kingdom หรือ Viridiplantae
- รวงควัสดุที่พบจะเป็นเช่นเดียวกับที่พบในพืชชั้นสูง คือ มีคลอโรฟิลล์ เอ, คลอโรฟิลล์ บี, คาโรทีน และแซนโทฟิลล์
- มีทั้งพวกเซลล์เดี่ยว/หลายเซลล์ต่อกันเป็นสายยาวหรือรวมกันเป็นกลุ่ม มีทั้งเคลื่อนที่ได้ และเคลื่อนที่ไม่ได้
- โครงสร้างของผนังเซลล์ ประกอบด้วย เซลลูโลส (Cellulose) บางชนิดมีเพกติน (Pectin) เคลือบอยู่ภายนอกบาง ๆ บางชนิดมีแคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium Carbonate)
- อาหารสะสมคือ ไพรีนอยด์ (Pyrenoids) อยู่ในคลอโรพลาสต์
- สาหร่ายสีเขียวแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ
  - Chlorophytes และ
  - Charophyceans วิวัฒนาการเป็นพืชบก



*Ulva lactuca*  
("Sea lettuce")



*Chlamydomonas*  
("water cockroach")

# โปรตีนในสายวิวัฒนาการเดียวกับพืช: สาหร่ายสีเขียว



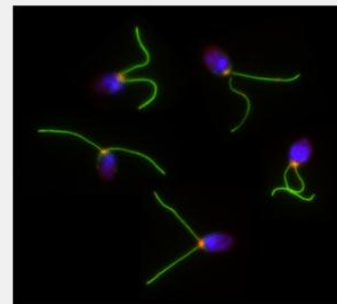
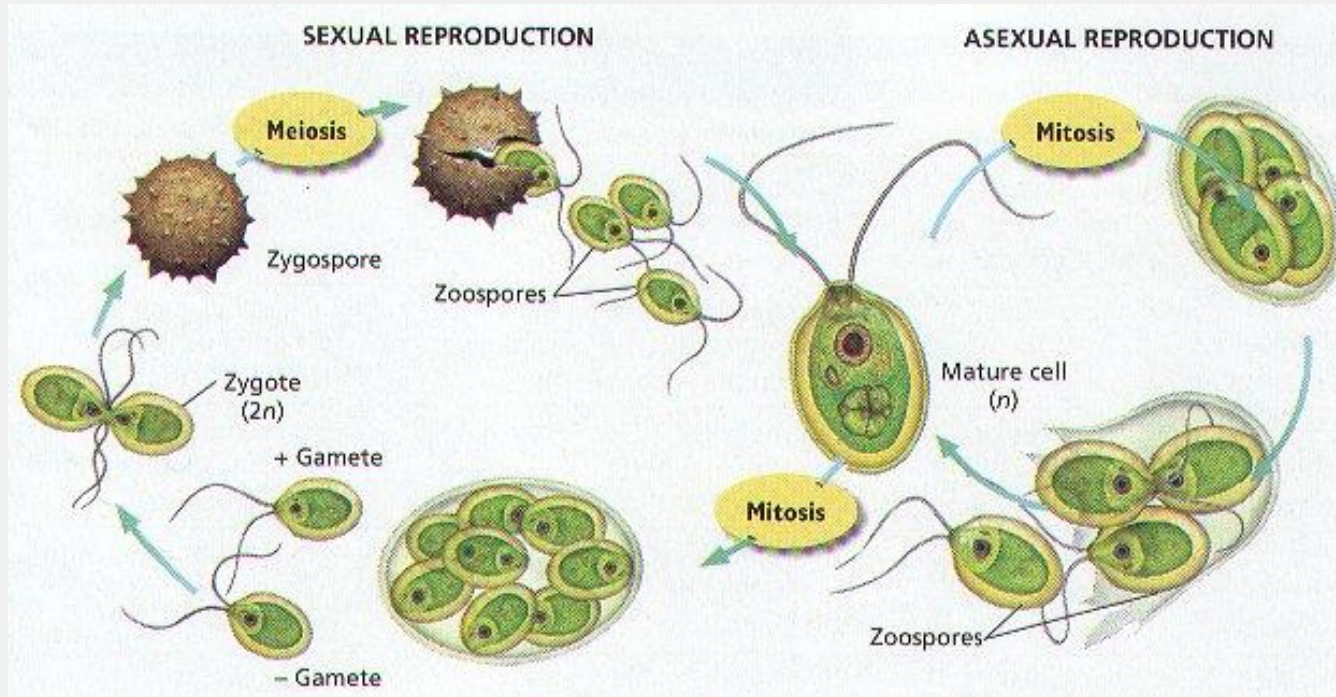
*Caulerpa*  
(สาหร่ายพวงองุ่น)



# *Chlamydomonas reinhardtii* as model organism

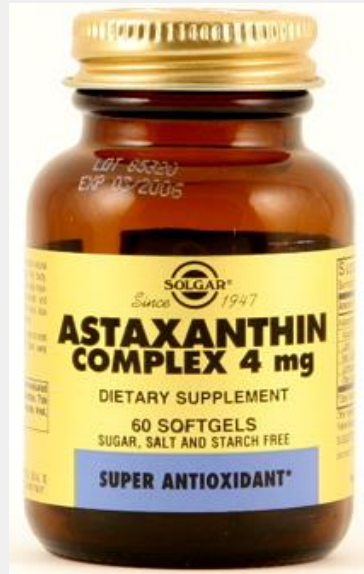
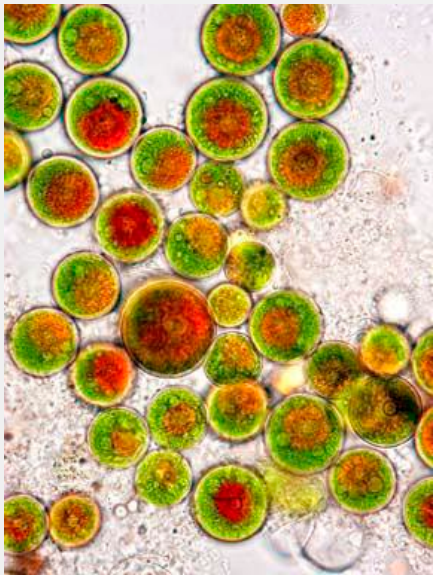
& recombinant protein factory through chloroplast genetic engineering

1 cell 2 flagella 2 eyes



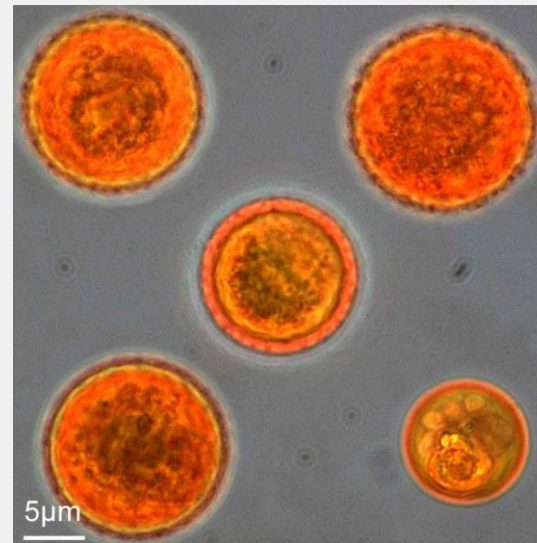
## Pigment from green algae as antioxidant

*Haematococcus pluvialis*



สารแอสตาแซนธิน

*Dunaliella salina*



สารเบตาแคโรทีน

# การเพาะเลี้ยงสาหร่ายเพื่อสารสี



## 8) Choanoflagellata

the closet relatives of animals

- เซลล์มี flagellum และมี collar
- มีแฟลเจลลาและอยู่เป็นโคโลนี มีวิวัฒนาการใกล้ชิดกับสัตว์หลายเซลล์ (Animalia)
- เป็น free living ที่อยู่รวมเป็นโคโลนี และยึดติดกับพื้นด้วย stalk
- ไม่มีพลาสติด
- พบในน้ำจืด น้ำทะเล
- คล้าย choanocyte ของฟองน้ำ

