

## บทที่ 7 อาณาจักรโพรทิสตา (Kingdom Protista)

### ลักษณะทั่วไป

กลุ่มสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา เดิมทีเคยจัดรวมอยู่กับอาณาจักรโมเนรา ต่อมาเมื่อกันพบว่า นิวเคลียสของแบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส จึงนำมาแยกไว้ในอาณาจักรโมเนรา ส่วนสาหร่ายชั้นสูงและเห็ดรา ซึ่งนิวเคลียสของเซลล์มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสจัดไว้ในอาณาจักรโพรทิสตา สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตามีความหลากหลายมากกว่าในอาณาจักรโมเนรา และเริ่มมีการสืบพันธุ์แบบใช้เพศ (sexual reproduction) โดยการสร้างเซลล์สืบพันธุ์เรียกว่า Gamete เซลล์สืบพันธุ์จะลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง เกิดวัฏจักรชีวิต 2 ระยะเวลาคือระยะจำนวนโครโมโซมปกติ (Diploid stage) เป็นระยะปกติของสาหร่าย เรียกว่า Sporophyte stage กับระยะจำนวนโครโมโซมลดครึ่งหนึ่ง (Haploid stage) เป็นระยะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ เรียกว่า Gametophyte stage สลับเวียนเป็นวัฏจักร เรียกวงชีวิต (Life cycle) แบบนี้ว่า วงชีวิตสลับ (Alternation of generation)

### กลุ่มสิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรทิสตา ได้แก่

1. สาหร่าย (Algae)
2. เห็ดรา (Fungi)
3. ไลเคน (Lichen)

## สาหร่าย (Algae)

### ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายในอาณาจักร โพรทิสตามีการพัฒนาโครงสร้างน้อยที่สุดเนื่องจากลักษณะโครงสร้างส่วนเซลล์ปกติ (vegetative cell) จะทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ (reproductive cell) ในตัวเอง แต่สาหร่ายที่พัฒนาขึ้น จะมีเซลล์มาประกอบกันขึ้นเป็นอวัยวะสืบพันธุ์ (reproductive organ) ทำหน้าที่เป็นผู้สร้างเซลล์สืบพันธุ์ หรือเรียกว่า แกมีต (Gamete) เมื่อแกมีตผสมกันได้ไซโกต (Zygote) ซึ่งไม่มีระยะฟักตัวและเจริญเป็นต้นเต็มวัย (Adult) โดยไม่มีระยะตัวอ่อน (Embryo stage)

### โครงสร้างเซลล์ของสาหร่าย (The structure of algal cell)

สาหร่ายจำนวนมากมีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่เซลล์เดียวจนถึงหลายเซลล์ พวกที่มีขนาดใหญ่ อาจมีความยาวเป็นร้อยฟุต เช่น Giant Kelp (*Macrocystis pyrifera*) และมีรูปร่างแตกต่างกันหลายแบบ เช่น บางชนิดเป็นเซลล์เดี่ยวเคลื่อนที่ได้ (Motile unicellular) หรือเป็นเซลล์เดี่ยวไม่เคลื่อนที่ (Nonmotile unicellular) หรือเป็นหลายเซลล์อยู่รวมเป็นโคโลนี (colony) เป็นสายเรียงกันยาวหรือแผ่น เป็นต้น โครงสร้างเซลล์ของสาหร่ายมีลักษณะเช่นเดียวกับเซลล์พืชทั่วไป

ผนังเซลล์ ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรต บางชนิดเป็นซิลิเกต (silicate) บางชนิดเป็นโปรตีนที่มีหินปูน เหล็ก และไคติน (Chitin) หุ้มอยู่ ปกติเซลล์ประกอบด้วยผนัง 2 ชั้น บางชนิดมี 3 ชั้น ชั้นนอกมีลักษณะอ่อนนุ่มเป็นเมือก สารเมือกเป็นสารพวกเพคติน (Pectin) ที่ละลายได้ในน้ำเดือด ชั้นในเป็นสารพวกเซลลูโลส (Cellulose) ทำให้เซลล์คงรูปร่างและให้ความแข็งแรงแก่เซลล์ บางครั้งสาหร่ายบางชนิด ส่วนชั้นนอกสุดของผนังเซลล์เป็นชั้นของ multicarinous pectose layer บางชนิดไม่มีผนังเซลล์ที่แท้จริง แต่จะมีเยื่อหุ้มทำหน้าที่เหมือนผนังเซลล์ เรียกว่า เพอริพลาสต์ (Periplast) หรือ เพลลิเคต (Pellicate) บางชนิดแข็งจึงมีรูปร่างคงที่ บางชนิดอ่อนทำให้รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้

โพรโทพลาซึม เป็นของเหลวข้นหนืด โปร่งแสง อยู่ภายในผนังเซลล์ โดยมีเยื่อหุ้มเซลล์

(Cytoplasmic หรือ Plasma membrane) เป็นเยื่อบางๆ หุ้มส่วนของโพรโทพลาซึม ภายในบริเวณโพรโทพลาซึมประกอบด้วยนิวเคลียสและไซโทพลาซึม

1. นิวเคลียส จัดว่าเป็นส่วนสำคัญของเซลล์ ประกอบด้วยเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane) นิวคลีโอลัส (Nucleolus) และโครโมโซม (Chromosome) สาหร่ายส่วนมากแต่ละเซลล์ มีหนึ่งนิวเคลียส เรียก Uninucleate cell บางชนิดแต่ละเซลล์มีนิวเคลียสมากกว่าหนึ่ง เรียก Multinucleate cell หรือ Coenocytic cell เช่น *Cladonia* sp. นิวเคลียสมักลอยอยู่ตรงกลาง อยู่ด้านข้าง หรือด้านบนของเซลล์ก็ได้ นิวเคลียสมีสายไซโทพลาซึม (Cytoplasmic strand) เชื่อมโยงจากนิวเคลียสไปยังผนังเซลล์ ทำให้นิวเคลียสสามารถแขวนลอยภายในเซลล์ได้เช่น *Spirogyra* sp. บางชนิดนิวเคลียสขนาดเล็กมาก (ประมาณ 35 ไมครอน) เช่น *Plocamium* sp. บางชนิดมีขนาดใหญ่ประมาณ 1 มิลลิเมตร เช่น *Acetabularia* sp.

2. ไซโทพลาซึม เป็นของเหลวล้อมรอบนิวเคลียสอยู่ภายในเซลล์ ประกอบด้วยส่วนออร์แกเนลล์ (Organelle) ต่าง ๆ

2.1 พลาสติค (Plastid) หรือ Chromatophore มี 2 ชนิด คือ Leucoplast ประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีสี และ Chromoplast ประกอบด้วยเซลล์ที่มีสีเขียวกคือ คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) และสีเหลืองคือ คลอโมพลาสต์ (Chromoplast) สาหร่ายทุกชนิดมีรงควัตถุ (pigment) บรรจุอยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์ ได้แก่ Chlorophyll a, b, c, d และ e ซึ่งเป็นตัวการสำคัญในการสังเคราะห์แสง ส่วนรงควัตถุที่อยู่ในเม็ดคลอโมพลาสต์ ได้แก่ คาโรทีนอยด์ (carotenoid) ประกอบด้วยสารคาโรทีน (Carotene) เช่น  $\beta$ -carotene ในสาหร่ายทุกชนิด และสารแซนโทฟิลล์ (Xanthophyll) เป็นสารสีแสดในสาหร่าย พบอัตราส่วนของสารคาโรทีนต่อสารแซนโทฟิลล์ เท่ากับ 3:2 และสารไฟโคบิลิน (Phycobilin) ประกอบด้วยไฟโคอีรีทริน (Phycocerythin) เป็นสารสีแดง และสารไฟโคไซยานิน (Phycocyanin) เป็นสารสีน้ำเงิน ซึ่งมักพบในสาหร่ายสีแดง

2.2 ไพรินอยด์ (Pyrenoid) เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะกลม สีและไม่มีสี ประกอบด้วยโปรตีนเป็นแกนกลาง มีชั้นของแป้งเป็นแผ่นหุ้ม (Starch sheath) และแผ่นแป้ง (Starch plate) ล้อมอยู่ชั้นนอกสุด ไพรินอยด์ในสาหร่ายสีเขียวทุกชนิด ยกเว้น Order Siphonales ทำหน้าที่สร้างแป้ง ส่วนไพรินอยด์ในสาหร่ายสีแดง สาหร่ายสีน้ำตาลและไดอะตอมบางชนิดจะพบเม็ดแป้งกระจายอยู่ในไซโทพลาซึม

2.3 แวกิวโอล (Vacuole) พบในสกุล *Valanin* สกุล *Spirogyra* มีขนาดต่างๆ กัน และมีรงควัตถุละลายอยู่ในแวกิวโอล เช่น สกุล *Zygnema* และสกุล *Plenrodiscus* มี contractile vacuole ในโคอะตอม เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหว

2.4 หนวดหรือแฟลเจลลัม (Flagellum) ลักษณะเป็นเส้นยื่นยาวออกจากเซลล์คาด ว่าแฟลเจลลัม คือ ส่วนของไซโทพลาซึมที่ยื่นยาวออกมา เพื่อช่วยในการเคลื่อนไหว อาจพบใน เซลล์ปกติ หรือเซลล์สืบพันธุ์ของสาหร่ายทุกชนิดยกเว้นสาหร่ายสีแสด

## 2.5 อาหารสะสม

2.5.1 ผนังเซลล์ของสาหร่ายเป็นคาร์โบไฮเดรตหลายโมเลกุล (Polysaccharide) พวกเพคติน (Pectin) กรดมาโรนิก (Maromic acid) กลูแคน (Glucan) ไซแลน (Xylan) แมนแนน (Mannan) และสารกาแลคทิน (Galactin) สาหร่ายสีน้ำตาลสะสมกรดอลจินิก (Alginic) acid ส่วนสาหร่ายสีแสดสะสมวุ้น (Agar) และสารคาราเจนน (Carrangeenan) สาหร่ายสกุล *Laminaria* พบสารมานิทอล (Manitol) ซึ่งเป็น Sugar alcohol สะสมอยู่ในเซลล์

2.5.2 แป้งในสาหร่ายสีเขียว เป็นแป้งชนิดอะมัยโรส (Amylose) และอะมัยโรเพคทิน (Amylopectin) สาหร่ายสีแสด พบแป้งชนิด Floridean starch ส่วนยูกลีนา (Euglena) พบ สารพาราไมเลน (Paramylan) แต่สาหร่ายสีน้ำตาลไม่พบแป้งเลย

2.5.3 ไขมัน พบมากในโคอะตอม และโคโนแฟลเจลเลต แต่มีพบบ้างใน สาหร่ายสีเขียว สาหร่ายสีน้ำตาลและสาหร่ายสีแสด จากการทดลองเลี้ยงสกุล *Chorella* ให้เกิดอาการขาดน้ำ มีผลทำให้เซลล์แสดงปริมาณไขมันเพิ่มมากขึ้น

## การสืบพันธุ์ (Reproduction)

สาหร่ายมีทั้งการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศและการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

1. การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) เป็นวิธีการสืบพันธุ์ของ สาหร่าย ในที่สภาพแวดล้อมปกติ จำนวนโครโมโซมภายในเซลล์ไม่เปลี่ยนแปลง ได้แก่วิธีดังนี้

1.1 Fragmentation คือ การหักท่อนมักเกิดกับสาหร่ายที่มีรูปร่างเป็นสาย แต่ละท่อน ของสายที่หักสามารถเจริญต่อไปเป็นสายใหม่ได้อีก เช่น สกุล *Spirogyra*

1.2 Cell division เป็นการแบ่งเซลล์หนึ่งออกเป็นสองเซลล์ มักเกิดกับสาหร่ายเซลล์

เดี่ยว เช่น สกุล *Protococcus* สกุล *Chlorella*

**1.3 Sporulation** เป็นการสร้าง asexual spore สาหร่ายแต่ละชนิดจะสร้างสปอร์ไม่เหมือนกัน บางชนิดสปอร์เคลื่อนที่ได้เรียก ซูโอสปอร์ (zoospore) เช่น สกุล *Chlamydomonas* หรือ สกุล *Cladophora* เป็นต้น บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้เรียก nonmotile spore เช่น สกุล *Chlorella* สกุล *Pithophora* สกุล *Chlorococcum* เป็นต้น

**1.4 Colonisation** การสร้างโคโลนีใหม่อยู่ในโคโลนีเดิม มีทั้งโคโลนีที่เคลื่อนที่ได้และเคลื่อนที่ไม่ได้ เช่น สกุล *Volvox* สกุล *Endorima*, สกุล *Pandorina* สกุล *Scenedesmus* เป็นต้น

2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual reproduction) สาหร่ายจะสร้างเซลล์พิเศษขึ้นในแทลลัส สำหรับทำหน้าที่สืบพันธุ์โดยเฉพาะ เรียกว่า แกมีต (gamete) โดยมีจำนวนโครโมโซมชุดเดียวอยู่ภายในอับเซลล์สืบพันธุ์ (gametangium) วิธีการสร้างแกมีตและการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นภายหลังจากเกิดไซโกต ซึ่งมีหลายแบบแล้วแต่ชนิดของสาหร่าย ดังนี้

**2.1 Isogamy หรือ Conjugation** เป็นวิธีการที่ไอโซแกมีต (Isogamete) 2 แกมีตที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายคลึงกัน ขนาดเท่ากัน มารวมกันแล้วได้ไซโกต (zygote) ต่อมาไซโกตจะเปลี่ยนแปลงเป็นสปอร์ที่มีโครโมโซม 2 ชุด ผันงนา ทนต่อความแห้งแล้งและดินฟ้าอากาศที่ไม่เหมาะสมได้เรียกสปอร์นี้ว่า ไซโกสปอร์ (Zygospor) เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงเจริญต่อไป แต่บางครั้งไซโกตไม่สร้างไซโกสปอร์ แต่จะเจริญเป็นต้นใหม่ต่อไปเลยก็ได้

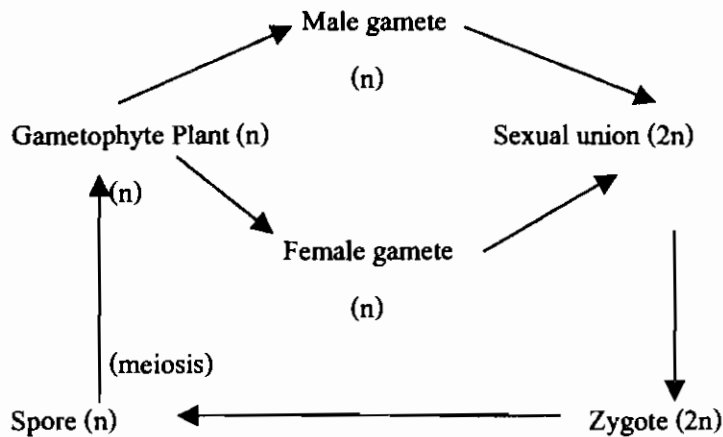
**2.2 Heterogamy หรือ Oogamy** คือวิธีการสร้างแกมีตที่มีลักษณะแตกต่างกัน เรียกว่า เฮเทอโรแกมีต (Heterogamete) มารวมกัน แกมีตแบบนี้เป็นแกมีตที่รูปร่างไม่เหมือนกัน ขนาดไม่เท่ากัน หากมีขนาดใหญ่กว่าและเคลื่อนที่ไม่ได้เรียก ไข่ (Egg) ส่วนแกมีตอีกชนิดหนึ่งมีขนาดเล็กกว่าและเคลื่อนที่ได้เรียก สเปิร์ม (Sperm) เมื่อแกมีต 2 ชนิดมารวมกันได้ไซโกตที่เจริญต่อไปเป็นต้นใหม่ หรือไซโกตจะเปลี่ยนแปลงเป็น สปอร์ที่มีผนังหนาเรียก โอโอสปอร์ (Oospore) ทนต่อความแห้งแล้งที่ไม่เหมาะสมได้เป็นเวลานาน เมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสม โอโอสปอร์จะงอกเป็นต้นใหม่ สาหร่ายจะสร้างอวัยวะพิเศษเพื่อเป็นที่กำเนิดของแกมีต ถ้าเป็นอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (male gametangium) เรียกว่า แอนเทอริเดียม (Antheridium) ทำหน้าที่ผลิตสเปิร์ม หรือแอนเทอโร-

ชอยด์ (Antherozoid) ถ้าเป็นอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (Female gametangium) เรียกว่า โอโอโกเนียม (Oogonium) ทำหน้าที่ผลิตเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย (Female sex cell) หรือไข่

วงชีวิตของสาหร่าย มี 3 แบบ

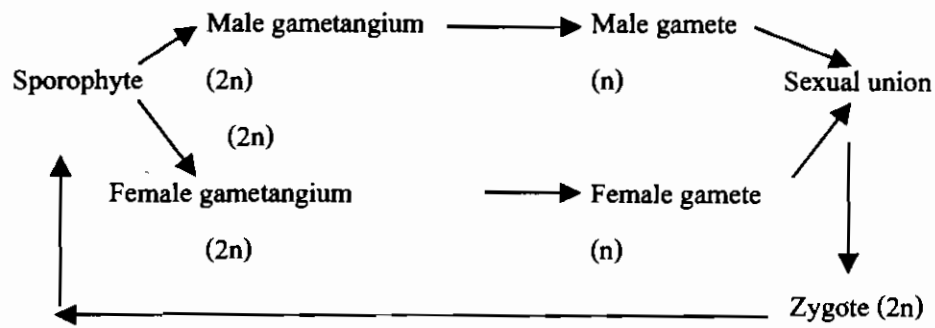
1. Haplontic life cycle

ต้นสาหร่ายมีชีวิตในช่วงที่มี Chromosome 1 ชุด ของแกมีต เรียกว่า Gametophytic gamete plant (gamete) เมื่อแกมีตทั้งสองจะรวมตัวกัน (Conjugate) ได้เซลล์ใหม่ที่มีจำนวนโครโมโซม 2 ชุด จะเกิดการแบ่งตัวแบบไมโอซิส (meiosis) ได้แกมีตที่มีโครโมโซมชุดเดียวอีกครั้ง ดังแผนภาพ



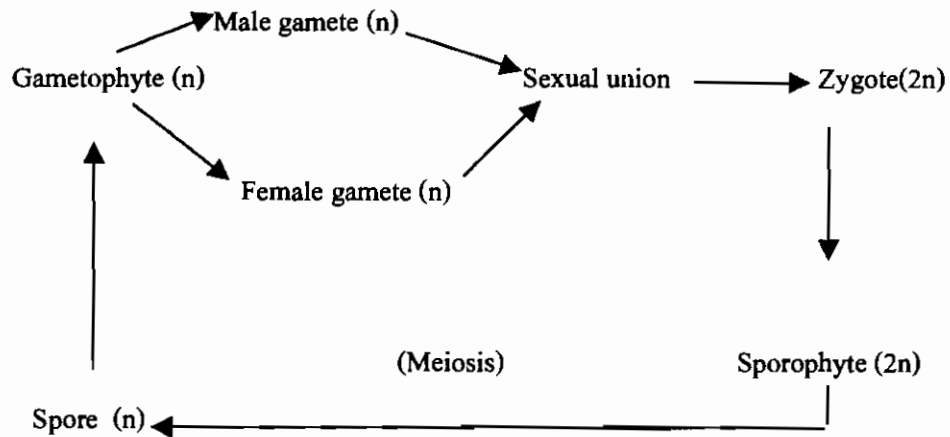
2. Diplontic life cycle

ต้นสาหร่ายที่มีชีวิตอยู่ในช่วงที่มีโครโมโซม 2 ชุด เรียกว่า สปอร์โรไฟต์ (Sporophyte) จะสร้างแกมีต โดยวิธีแบ่งตัวแบบไมโอซิส ได้แกมีตที่มีโครโมโซมชุดเดียวแล้วแต่ละแกมีตเข้ามารวมตัวกัน (Conjugate) อาจมาจากตัวเดียวกันหรือจากตัวอื่นก็ได้ เกิดเป็นไซโกตที่มีโครโมโซม 2 ชุด จึงเจริญเป็นต้นสาหร่าย



### 3. Diplohaplontic life cycle

สาหร่ายมีระยะ โครโมโซมชุดเดียว (Haploid stage) สลับกับระยะที่มีโครโมโซมสองชุด (diploid stage) เรียกว่าเกิดการสลับพันธุ์สลับ (alternation of generation) เหมือนลักษณะวงชีวิตของพืชชั้นสูงทั่วไป



### การจำแนกสาหร่าย (Algal classification)

คำว่า "สาหร่าย" ไม่ใช่เรียกเฉพาะพืชพวกสาหร่าย (Algae) เท่านั้น แต่มีพืชน้ำบางชนิดที่ไม่ใช่สาหร่าย คนทั่วไปเรียกชื่อว่าสาหร่ายเช่นเดียวกัน เช่น สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายข้าวเหนียว สาหร่ายญี่ปุ่น เป็นต้น สาหร่ายส่วนใหญ่จะมีสารคลอโรฟิลล์ ดำรงชีวิตแบบพึ่งพาตนเองได้ (Autotrophic) บางพวกไม่มีสารคลอโรฟิลล์จึงดำรงชีวิตแบบพึ่งพาตนเองไม่ได้

(Heterotrophic) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่อยู่อาศัย การจำแนกชนิดของสาหร่ายอาศัยคุณสมบัติของรงควัตถุภายในเซลล์ของสาหร่ายเป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดระดับของควิซัน สมาชิกของสาหร่ายจำแนกได้ 3 สาย

1. สาหร่ายสีเขียว (Green line) มีรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) และ คลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) ได้แก่ Division Chlorophyta, Division Charophyta และ Division Euglenophyta

2. สาหร่ายสีน้ำตาล (Brown line) มีรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) และ คลอโรฟิลล์ ซี (Chlorophyll c) ได้แก่ Division Chrysophyta, Division Pyrrophyta และ Division Phaeophyta

3. สาหร่ายสีแดง (Red line) มีรงควัตถุ คลอโรฟิลล์ เอ และ คลอโรฟิลล์ ดี (Chlorophyll d) ได้แก่ Division Rhodophyta

## 1. ควิซันคลอโรไฟตา (Division Chlorophyta)

### ลักษณะทั่วไป

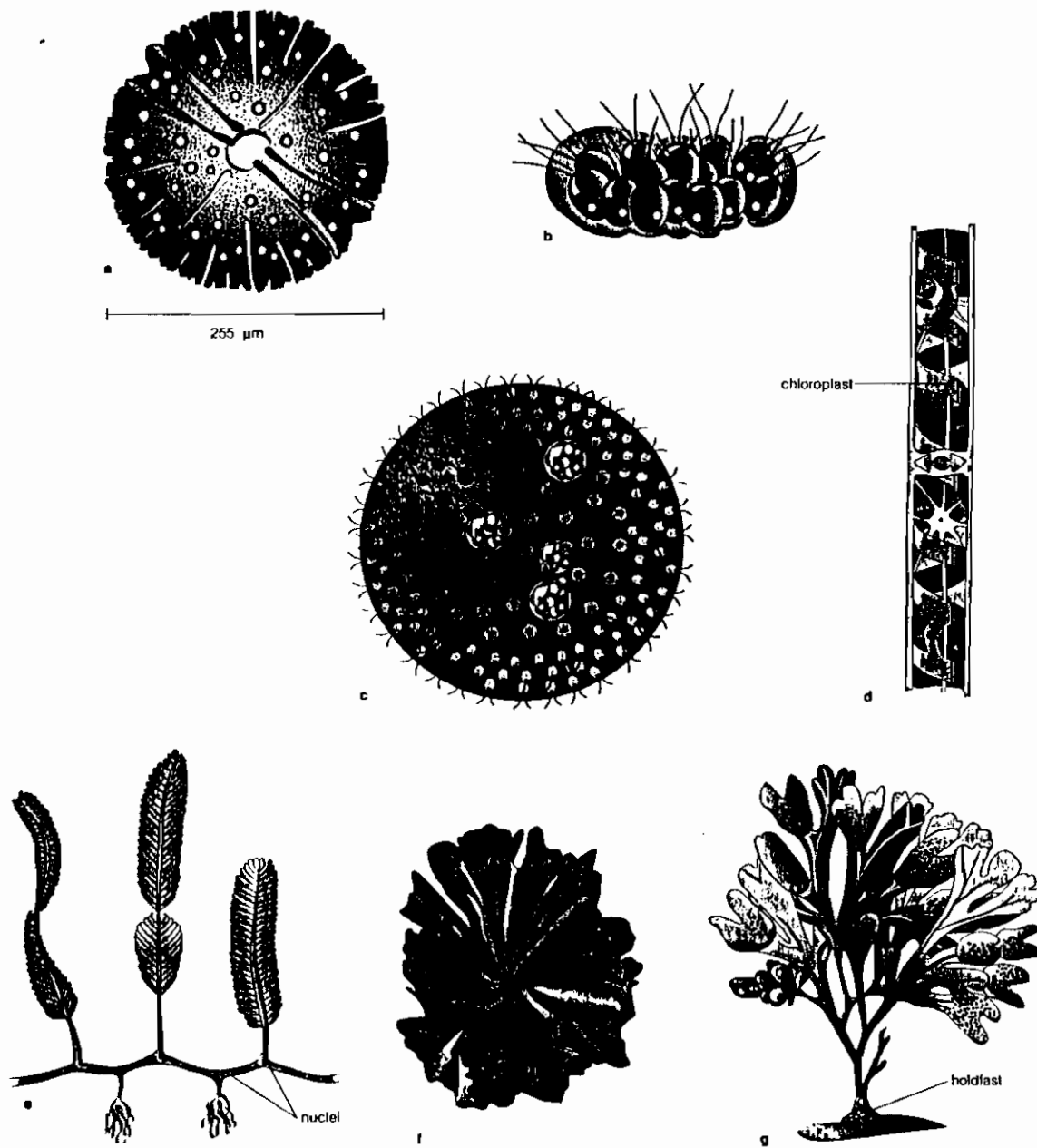
ควิซันคลอโรไฟตาเป็นกลุ่มของสาหร่ายสีเขียว (Green algae) ซึ่งมีจำนวนมากที่สุดในบรรดาสาหร่ายทั้งหมด โดยทั่วไปสาหร่ายสีเขียวพบประมาณ 450 สกุล (Genus) 7,000 กว่าชนิด (species) เซลล์ของสาหร่ายสีเขียวประกอบด้วยรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และ แคโรทีน (Carotene) ทำให้สาหร่ายมีสีเขียวสด โครงสร้างของเซลล์เป็นยูแคริโอติกเซลล์ อาจมีนิวเคลียสมากกว่าหนึ่งนิวเคลียส อาหารเป็นพวกไฟรินอยด์ฝังอยู่ในเม็ดคลอโรพลาสต์ สาหร่ายสีเขียวจำนวนมาก พบได้ทั้งในน้ำจืดส่วนใหญ่ ในน้ำเค็มมีบ้าง ที่ขึ้นแฉะ เปลือกไม้ ใบไม้ ก้อนหินเปียกชื้นและบนหิมะ บางชนิดดำรงชีวิตแบบอาศัยบนพืชชนิดอื่น (Epiphyte) บางชนิดอาศัยพึ่งพากัน (Symbiosis) กับเห็ดรา เช่น โไลเคน และบางชนิดเป็นตัวเบียน (Parasite) ในพืชชั้นสูง สาหร่ายสีเขียวสามารถจำแนกได้โดยใช้ลักษณะรูปร่างของเซลล์และการเคลื่อนที่เป็นหลักดังนี้



1. พวกเซลล์เดี่ยวไม่เคลื่อนที่ (Unicellular non-movement) เช่น สกุล *Chlorella* เป็นสาหร่ายสีเขียวเซลล์เดี่ยวรูปกลม ขนาดเล็กมาก พบได้ในน้ำจืด หรือภายในเซลล์และเนื้อเยื่อของพวกพองน้ำ พารามีเซียมและไฮดรา สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่ออกจากเซลล์แม่เจริญเป็นต้นใหม่ต่อไป

2. พวกกลุ่มเซลล์ไม่เคลื่อนที่ (Colony non-movement) เช่น สกุล *Scenedesmus* เรียกว่า Coenobium ส่วนมากประกอบด้วย 4, 8 หรือ 16 เซลล์ในหนึ่งโคโลนี่ก็ได้ แต่ละเซลล์ภายในโคโลนี่ทำการแบ่งเซลล์ทำให้เกิด 4 เซลล์ใหม่ ซึ่งเซลล์ใหม่เมื่อออกจากเซลล์แม่จะเติบโตเป็นโคโลนี่ใหม่ต่อไป

3. พวกเซลล์เดี่ยว เคลื่อนที่ได้ (Unicellular movement) เช่น สกุล *Chlamydomonas* เป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยวเคลื่อนที่ได้ เซลล์รูปร่างกลม ๆ หรือ รี ๆ กลอโรพลาสต์ มีไพริโนอยด์ และ eye spot สีแดง บริเวณกลางเซลล์มีนิวเคลียส 1 อัน และ contractile vacuole 2 อัน ทางด้านหน้าของเซลล์เหนือขึ้นไปเป็นหนวด (Flagellum) 2 เส้น สกุล *Chlamydomonas* สืบพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ที่เคลื่อนที่ได้เรียก ซูโอสปอร์ (Zoospore) จำนวน 2, 4 หรือ 8 สปอร์อยู่ภายในเซลล์แม่เมื่อผนังเซลล์แม่แตก ซูโอสปอร์จะถูกปล่อยออกมาว่ายน้ำไป เติบโตเป็นอิสระหรือสืบพันธุ์แบบมีเพศโดย



ภาพที่ 4. ลักษณะโครงสร้างของสาหร่ายชนิดต่างๆ

(a) Unicellular *Micrasterias*. (b) Colonial *Gonium*. (c) Colonial *Volvox*.

(d) Filamentous of *Spirogyra*. (e) *Caulerpa*. (a-e สาหร่ายในดิวิชั่น

คลอโรไฟตา) (f) *Porphyra* (red algae, Rhodophyta) (g) *Fucus*, (Brown

algae, Phaeophyta) (ที่มา : Rost, et al,1998; 347)

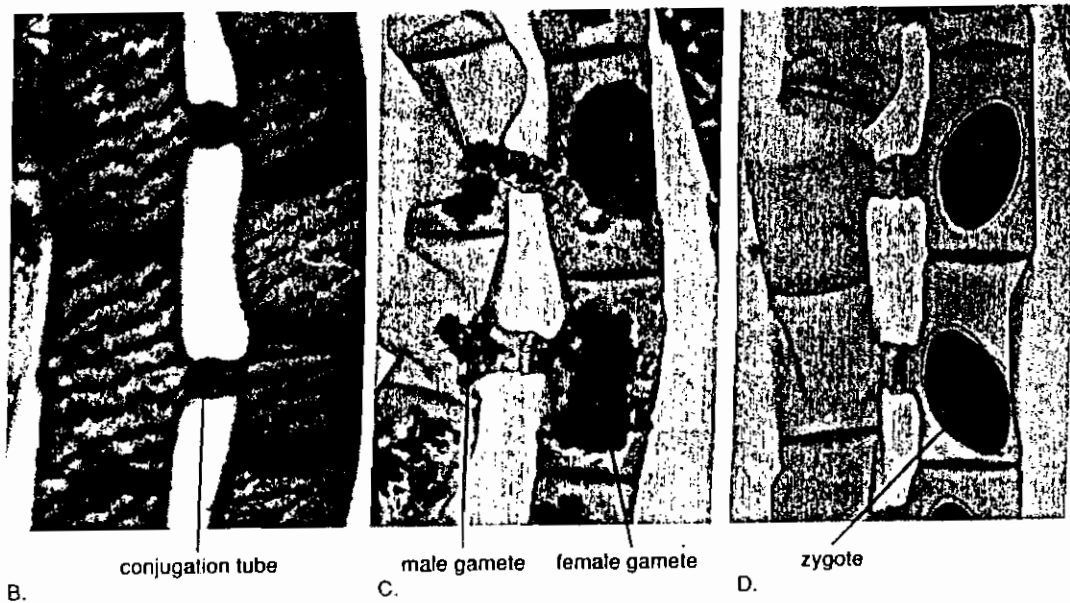
การสร้างแกมีตชนิดไอโซแกมีต (Isogamete) หลุดออกจากเซลล์แม่ว่ายน้ำผสมกับอีก เกิดไอโซแกมี (Isogamy) ได้ไซโกตเจริญเปลี่ยนเป็นไซโกสปอร์ (Zygospore) นิวเคลียสของไซโกสปอร์ ซึ่งมีจำนวนโครโมโซมคู่ (Diploid) จะแบ่งตัวลดจำนวนโครโมโซมลงครึ่งหนึ่ง ได้ 4 นิวเคลียส (nuclei) กลายเป็นซุโอสปอร์ออกจากผนังไซโกสปอร์ ว่ายน้ำออกไป เจริญเป็นอิสระต่อไป

4. พวกกลุ่มเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้ (Colony-movement) เช่น สกุล *Volvox* เป็นกลุ่มเซลล์ (Colony) ประกอบด้วยเซลล์หลายร้อยเซลล์จนถึง 40,000 เซลล์ เรียงเป็นแถวที่ผิวหน้าทำให้เป็นช่องกลวงภายใน ลักษณะโครงสร้างแต่ละเซลล์คล้ายรูปร่างของสกุล *Chlamydomonas* สืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ เซลล์บางเซลล์ภายในโคโลนีจะแบ่งตัวหลายครั้ง ได้กลุ่มเซลล์ใหม่ที่มีลักษณะคล้ายโคโลนีเดิม แต่ขนาดเล็กกว่าเรียกว่า Daughter colony หรือ autocolony เมื่อหลุดออกมาจากโคโลนีแม่จะเติบโตเป็นโคโลนีใหม่ต่อไป ส่วนการสืบพันธุ์แบบใช้เพศ เซลล์บางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงเป็น Male sex organ เรียกแอนเทอริเดียม (antheridium) บางเซลล์เปลี่ยนเป็น Female sex organ เรียก โอโอโกเนียม (Oogonium) ภายในแอนเทอริเดียมมีสเปิร์มเซลล์จำนวนมาก ที่มีขนาด 2 เส้น ภายใน โอโอโกเนียมมีไข่เพียงใบเดียว ไม่มีขนาด และมีขนาดใหญ่ สเปิร์มว่ายน้ำเข้าไปผสมกับไข่เกิดการผสมพันธุ์กัน (fertilization) ที่เรียกว่า โอโอแกมี (Oogamy) ได้ไซโกตที่มีผนังหนา เรียกว่า โอโอสปอร์ (Oospore) จากนั้นนิวเคลียสจะแบ่งตัวลดจำนวนโครโมโซมลงเป็นซุโอสปอร์ รวมกันเป็นโคโลนีใหม่

5. พวกเส้นสายไม่แตกสาขา (Filamentous non-branching) เช่น

5.1 สกุล สไปโรไจวา (*Spirogyra* sp.) รูปร่างเป็นเส้นสาย มีเมือกใสหุ้ม คลอโรพลาสต์ที่อยู่ภายในเซลล์มีรูปร่างบิดเป็นเกลียว เซลล์หนึ่ง ๆ อาจมีคลอโรพลาสต์หนึ่งอันหรือหลายอันก็ได้ มีไพริโนยด์ หลายเม็ดเรียงรายอยู่ในสายคลอโรพลาสต์ นิวเคลียสลอยอยู่ตรงกลางเซลล์ โดยมีสายไซโทพลาซึม เรียกว่า Cytoplasmic strand ขีดยู่ ภายในมีแวคิวโอลขนาดใหญ่ การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยใช้วิธีแตกหักท่อน (Fragmentation) เมื่อสายเซลล์ขาดออกจากกันเป็นท่อน ๆ แล้วจะมีการแบ่งเซลล์เพิ่มจำนวนเซลล์ขึ้นทำให้สายเซลล์ยาวขึ้นได้ ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ ใช้วิธีคอนจูเกชัน (Conjugation) หรือไอโซแกมี เมื่อสายเซลล์ของ สาหร่ายสกุล *Spirogyra* สองสายมาบรรจบเทียบใกล้กัน ผนังเซลล์ของแต่ละเซลล์จะโป่งยื่นออกมาเรียกว่า

คอนจูเกชัน ทิว (Conjugation tube) จนสัมผัสกัน ผนังเซลล์ที่สัมผัสกันจะสลายไปโปรโทพลาสต์ภายในเซลล์จะข้นกว่าเดิมเปลี่ยนสภาพทำหน้าที่เป็นแกมีต โดยทั่วไปแล้วแกมีตของเซลล์หนึ่งจะเคลื่อนที่ไปผสมกับแกมีตของอีกเซลล์ที่มีคอนจูเกชันกันอยู่ ได้ไซโกตที่จะสร้างผนังหนากลายเป็นไซโกสปอร์ (zygospore) ทันที พักตัวอยู่ระยะหนึ่ง นิวเคลียสของไซโกสปอร์แบ่งตัวแบบไมโอซิส มีเพียงหนึ่งนิวเคลียสที่จะเจริญเป็นต้นพืชใหม่ต่อไป การเกิดคอนจูเกชันจากต่างสายของสาหร่ายสกุล *Spirogyra* เรียกว่า Scalariform conjugation (ภาพที่ 5) แต่การเกิดคอนจูเกชันของสายเดียวกัน เรียกว่า Lateral conjugation



ภาพที่ 5. แสดงลักษณะสาหร่ายสกุลสไปโรไจรา และการสืบพันธุ์แบบคอนจูเกชัน  
 (ทีมา; Stern, 1987;299)

## 5.2 สกุล *Ulothrix* ลักษณะเป็นเส้นสาย สีเขียวสด ไม่มีกิ่งก้าน อาศัยอยู่ในน้ำจืด

เส้นสายของสาหร่ายสกุล *Ulothrix* ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดเท่า ๆ กัน ภายในเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์ ที่มีรูปร่างเป็นแผ่นคาบติดกับผนังเซลล์คล้ายเข็มขัด ใน 1 คลอโรพลาสต์ของเซลล์หนึ่ง อาจจะมีไพริโนอยด์ หนึ่งหรือหลายเม็ดก็ได้ บริเวณปลายสายด้านล่างจะมีเซลล์หนึ่งเซลล์ทำหน้าที่เกาะยึดติดกับหินหรือสิ่งต่าง ๆ ไว้เรียกว่า เซลล์โฮลด์ฟาสต์ (Holdfast cell) สาหร่ายสกุล *Ulothrix* มีชีวิตอยู่ในเฉพาะฤดูหนาวเท่านั้น ส่วนใหญ่พบได้มากตามหน้าผาที่เปียกชื้น

การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ อาจจะเป็นแบบหักเป็นท่อน หรืออาจจะสร้าง

ซุโอสปอแรงเกียม (zoosporangium) โดยเซลล์ปกติ (vegetative cell) จะเปลี่ยนเป็นอับเซลล์สืบพันธุ์ (gametangium) ซึ่งภายในสร้างแกมีต แบบไอโซแกมีต เมื่อเกิดไอโซแกมีตได้ไซโกตระยะหนึ่งแล้วเปลี่ยนเป็นไซโกสปอร์ จากนั้นทำการแบ่งตัวแบบไมโอซิสได้ซุโอสปอร์ที่สามารถงอกเป็นต้นใหม่ได้

6. พวกเป็นเส้นสายแตกสาขา (Filamentous-branching) ได้แก่ สกุล *Cladophora*

7. พวกเป็นแผ่นบาง (Parenchymatous form) เช่น สกุล *Ulva* เป็นสาหร่ายขนาดเล็กรูปเป็นแผ่นคล้ายริบบิ้น สีเขียว ถ้ามีขนาดใหญ่ลักษณะคล้ายใบไม้ จึงเรียกชื่อทั่ว ๆ ไปว่า Sea lettuce วงชีวิตของ *Ulva* คล้ายพืชชั้นสูงแบบวงชีวิตสลับ มักพบในทะเล เช่น จังหวัดภูเก็ต

8. พวกชนิดท่อ ไม่มีผนังกัน (Siphonous form) เช่น สกุล *Acetabularia* สกุล *Codium* สกุล *Bryopsis* และสกุล *Caulerpa* เป็นสาหร่ายเซลล์เดียวขนาดใหญ่ที่สุดประกอบด้วยหลายนิวเคลียส

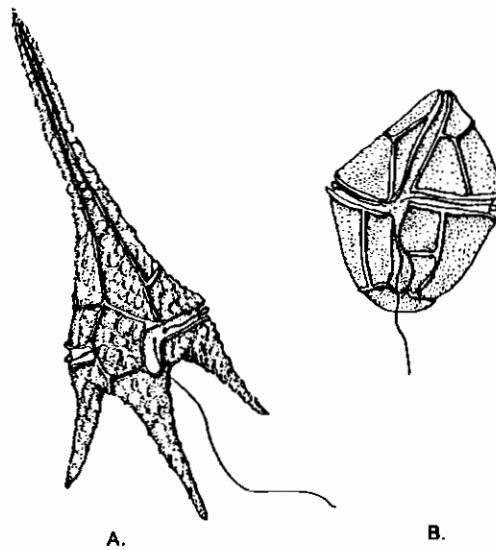
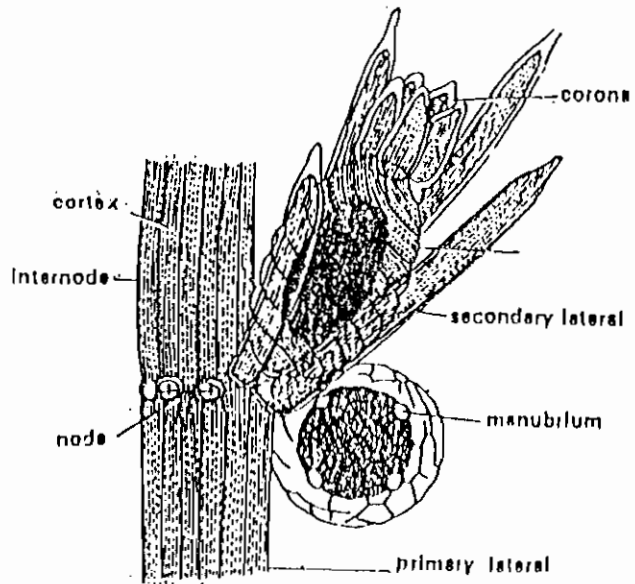
## 2. ด้ว้ชั้ันค้าโร้ไฟค้า (Division Charophyta)

### ลัคคหณะท้ว้ไป

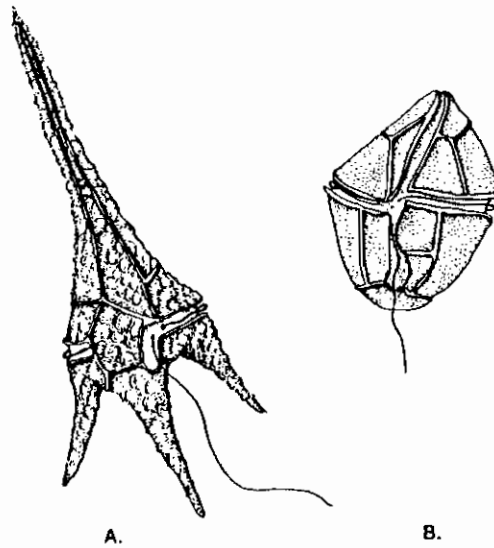
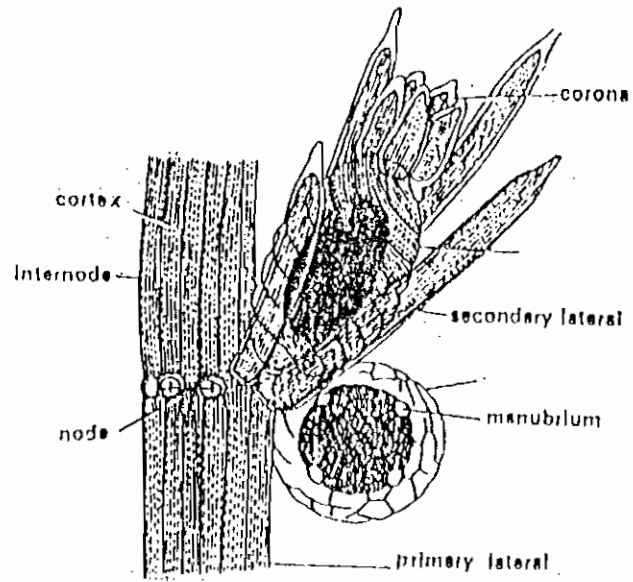
ด้ว้ชั้ันน้ี้เป็นกลุ่มสาหร่ายไฟ (Stoneworts) ช้ิงเป็นสาหร่ายน้ำจืด ปัจจุบันพบอยู่เพียง 4 สกุล ได้แก่ สกุล *Chara* สกุล *Nitellopsis* สกุล *Tolypella* และสกุล *Nitella* ลัคคหณะโครงสร้างคล้ายพืชชั้นสูง ส่วนค้่าง ๆ ของลำค้ันคล้ายข้อและปล้อง แต่ละข้อมีแขนงแตกออกเป็นวงโดยรอบคล้ายใบ แกรมแบคค้ (Grambact) ปี ค.ศ. 1974 ได้ศ้ึกษาซากค้ึกค้าบรรรพ์ (fossil) ของสาหร่ายไฟ และได้สรุปล้ว่าสาหร่ายกลุ่มน้ี้มีลัคคหณะระหว้างสาหร่ายสีเขียวและพืชพวกไบรโอไฟค้ (Bryophytes) โดยท้ว้ไปพบเดิบบโตได้ท้้งในน้ำจืด น้ำกร้อย ในน้ำที่พื้นเป็นทราย หรือโคลน มีระบบรากเทียม (rhizoid) ไว้ย้ค้เกาะ บางค้ั้งช้้นในบริเวณที่เป็นหินปูนจึงมักพบหินปูนเคลือบบอยู่ตามลำค้ัน

### การสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์ของสาหร่ายไฟมีท้้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ ถ้าเป็นแบบไม่อาศัยเพศจะขยายพันธุ์โดยการขาดท่อน แต่ละท่อนที่ขาดไปสามารถเกิดรากจากข้อ สำหรับย้ค้เกาะและเจริญเดิบบโตเป็นค้ันที่สมบูรณ์ได้ ส่วนแบบอาศัยเพศเป็นการผสมแบบโอโอแกมมี (oogamy) สร้างอวัยวะเพศสองเพศ ถ้าเป็นเพศผู้ มีลัคคหณะกลมเรียก globule เกิดใหม่ ๆ มีสีเขียว เมื่อเดิบบโตเต็มทีเปลี่ยนแปลงเป็นสีแดงอมส้ม ภายในประกอบด้วยเซลล์ 8 เซลล์ แต่ละเซลล์ เรียกว่า ชี้ลค้เซลล์ (shield cell) สร้างแอนเทอริเดิบบล ฟิลาเมนต์ (antheridial filament) แต่ละสายประกอบด้วยเซลล์เป็นช่อง ๆ มีแอนเทอโรซอยค้ (antherozoid) ขค้อยู่ค้ัวหนึ่งทีมีขนาด 2 เส้น เมื่อชี้ลค้เซลล์แตกออกปล้่อยให้แอนเทอโรซอยค้หลุดลอยมาตามน้ำเข้าไปผสมกับไข่ภายในนิวคลุส (nucule) ของเพศเมีย ลัคคหณะริ ๆ รูปไข่ เมื่อเกิดใหม่ ๆ มีสีเขียวที่มักเกิดค้ันข้าง ๆ ของแขนงย่อย ภายหลังการผสมจะได้ไซโกค้ที่มีอาหารสะสมไว้มาก ทำให้นิวคลุสมีสีเข้มช้้นเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและค้้า ไซโกค้จะหลุดจากค้ันลงน้ำ พักอยู่ 2-3 สัปดาห์ จึงอกเป็นค้ันใหม่ค้ต่อไป



ภาพที่ 6. ลักษณะโครงสร้างของสาหร่ายสกุลคคารา (*Chara* sp.) (บน)  
และไดโนแฟลกเจลเลต A. *Ceratium*; B. *Gonyaulax* (ล่าง)  
( ธิมา; Stern, 1987;286)



ภาพที่ 6. ลักษณะ โครงสร้างของสาหร่ายสกุลคาร่า (*Chara* sp.) (บน)  
และไดโนแฟลกเจลเลต A. *Ceratium*; B. *Gonyaulax* (ล่าง)  
(ที่มา; Stern, 1987;286)



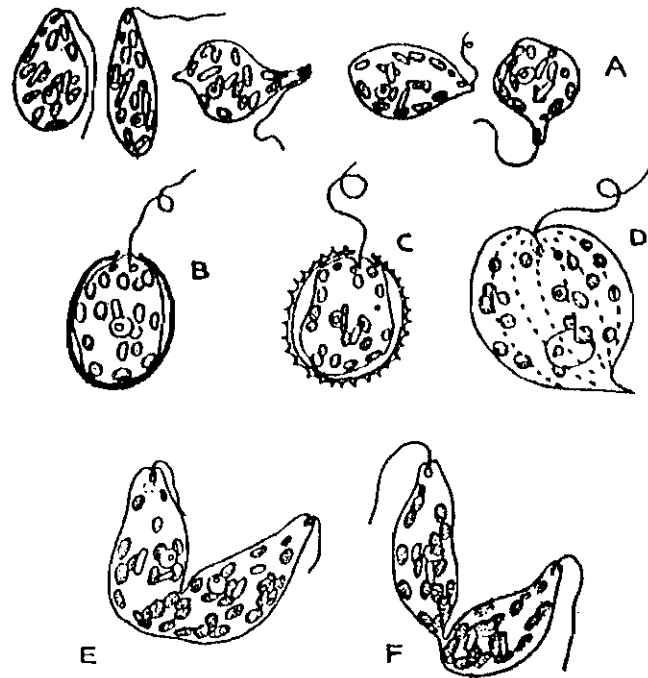
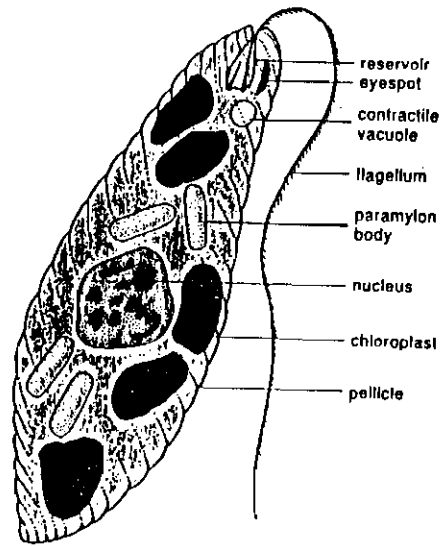
### 3. คิวชั้นยูกลีโนไฟตา (Division Euglenophyta)

#### ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายพวกนี้เป็นพวกเซลล์เดียวที่มีหนวดติดอยู่ทางด้านหน้าของเซลล์ ตัวอย่างเช่น สกุล *Euglena* สกุล *Phacus* และ สกุล *Trachelomonas* ลักษณะคล้ายสัตว์ เพราะมี contractile vacuole อยู่ทางด้านหน้าของเซลล์ และผนังเซลล์ไม่เป็นสารเซลลูโลส ส่วนที่มีลักษณะคล้ายพืช คือ มีรงควัตถุสีเขียวคือ สารคลอโรฟิลล์ และสารสีส้มคือ คาโรทีนอยด์ อาหารสะสมที่เก็บไว้เป็นไขมันและคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่งคล้ายแป้ง เรียกว่า พารามัยลัม (paramylum)

#### ตัวอย่างพืชในคิวชั้น

**ยูกลีนา (*Euglena* sp.)** มีรูปร่างคล้ายกระสวย (Spindle-shaped) มี eye spot สีแดงอยู่ทางด้านหน้าของเซลล์อีกด้วย ซึ่งไวต่อแสงมาก นิวเคลียสมีขนาดใหญ่อยู่กลางเซลล์มีช่องให้อาหารเข้าไปในเซลล์ได้ การสืบพันธุ์ของยูกลีนาเป็นแบบไม่มีเพศ โดยแบ่งตัวออกเป็นสอง (Binary fission) ตามแนวยาวของลำตัว นิวเคลียสแบ่งตัวแบบไมโทซิส (Mitosis) บางชนิดจะม้วนตัวเป็นก้อนกลมมีเจลาติน (gelatin) หุ้มไว้ผนังหนา เรียกว่า ซีสต์ (Cyst) เป็นระยะพักตัวในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ยูกลีนาพบตามบ่อน้ำทั่วไปและเป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่นๆ



ภาพที่ 7. ลักษณะ โครงสร้างของยูกลีนา (*Euglena* sp.)

A. การเปลี่ยนรูปร่างของยูกลีนา B&C. *Trachelomonas*

D. *Phacus* E&F. การแบ่งตัวของยูกลีนา

( ที่มา; Stern, 1987;286)

#### 4. ติวชั้นไฟโไฟตา (Division Phaeophyta)

##### ลักษณะทั่วไป

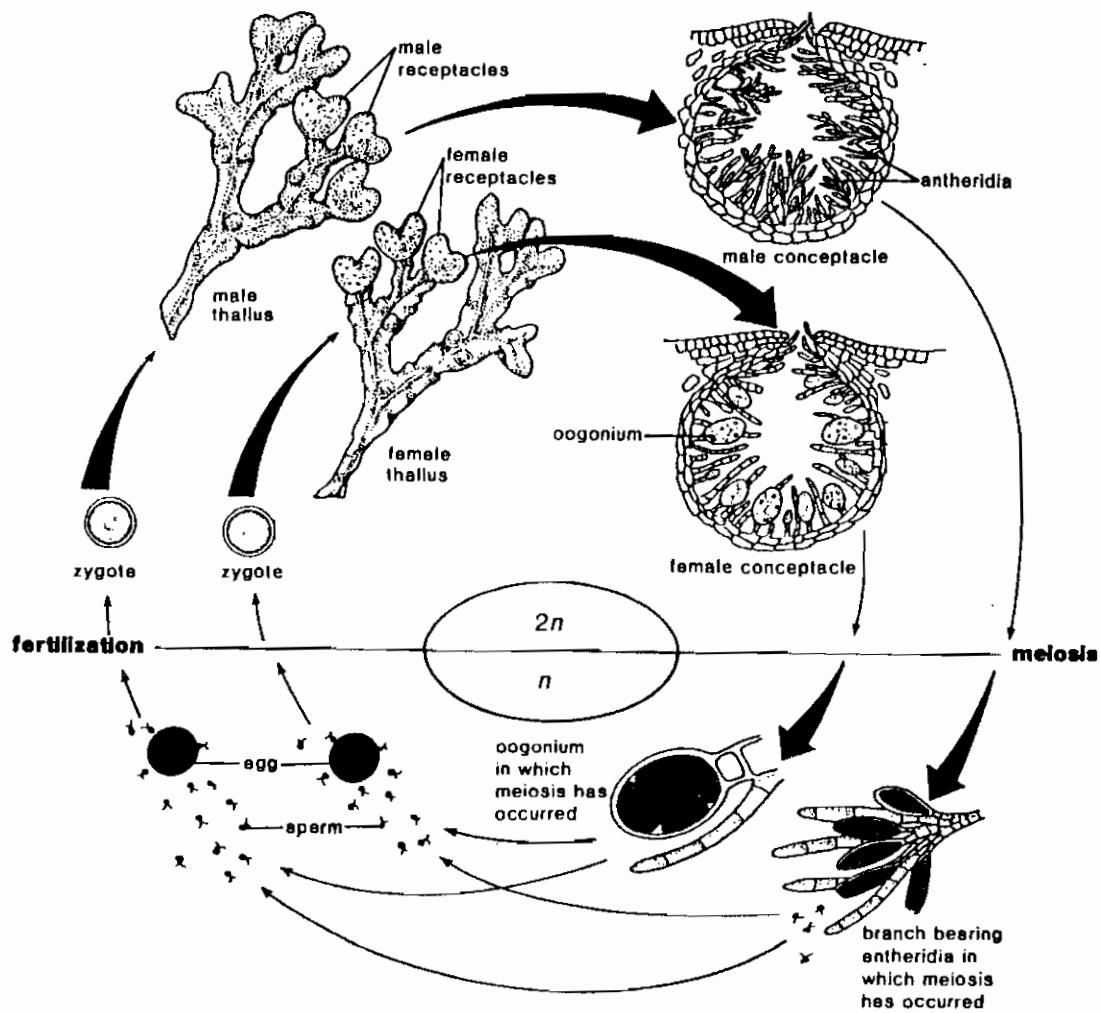
สาหร่ายสีน้ำตาล (Brown algae) หรือสาหร่ายสีน้ำตาลคล้ำ เพราะมีรงควัตถุหลายชนิด เช่น Chlorophyll a Chlorophyll c Carotene Xanthophyll และ Fucoxanthin ซึ่งเป็นรงควัตถุสีน้ำตาลที่มีจำนวนมากกว่ารงควัตถุชนิดอื่น ๆ อาหารสะสมเป็นพวก Laminarin และ Manitol สาหร่ายสีน้ำตาลส่วนมากพบในน้ำทะเลแถบชายฝั่งที่มีอากาศเย็น ซึ่งพบประมาณ 250 สกุล มากกว่า 1,500 ชนิด มีเพียง 2-3 ชนิดที่พบในน้ำจืด อาจพบอยู่ใต้ทะเลลึกประมาณ 120 เมตร สาหร่ายสีน้ำตาลเรียกชื่อทั่วไปว่า Sea weed

สาหร่ายสีน้ำตาลมีขนาดรูปร่างต่างๆ กัน ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงคู่ด้วยกล้องจุลทรรศน์ถึงขนาดใหญ่เห็นด้วยตาเปล่า บางชนิดมีรูปร่างเป็นสายยาวแตกกิ่งก้าน เช่น สกุล *Ectocarpus* เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลขนาดเล็กเกาะก้อนหินอยู่ในทะเล เซลล์ปกติ (vegetative cell) รูปทรงกระบอกสั้น ๆ มีนิวเคลียสเดียว

##### ตัวอย่างพืชในติวชั้น

1. สกุล *Laminaria* รูปร่างแผ่นแบนใหญ่คล้ายใบไม้ สาหร่ายสกุลชนิดนี้เรียกทั่วไปว่า เคลป์ (Kelp) แทลัส (Thallus) ของเคลป์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาราเรจิมมา (Parenchyma tissues) ส่วนแทลลัสลักษณะคล้ายใบเรียกว่า เบลด (Blade) ส่วนที่ต่อจากใบลักษณะคล้ายลำต้นเรียกว่า สไทป์ (Stipe) และส่วนที่คล้ายรากเรียกว่า โฮลด์ฟาสต์ (Holdfast) ทำหน้าที่ยึดเกาะเท่านั้น มีวงชีวิตสลับโดยระยะสปอโรไฟต์ (Sporophyte) มีขนาดใหญ่และระยะแกมีโตไฟต์มีขนาดเล็กและช่วงสั้น ระยะสปอโรไฟต์จะสร้างอับซุโอสปอร์ (Zoosporangium) ขึ้นที่บนผิวของแทลลัส ซูโอสปอร์ (Zoospore) แบ่งตัวลดจำนวนโครโมโซมแล้วเจริญออกเป็นแทลลัสเล็ก 2 ชนิดคือ แกมีโตไฟต์เพศผู้ที่ปลายกิ่งมีแอนเทอริเดียมสร้างสเปิร์มอยู่ใน และแกมีโตไฟต์เพศเมียมีลักษณะ

เป็นเส้นสายมีโอโอโกเนียม (oogonium) ภายในมีไข่ 1 ใบ สเปิร์ม (sperm) ว่ายนำไปรวมกับไข่แบบโอโอแกมมี (oogamy) เกิดไซโกตงอกเป็นสปอร์โรไฟต์ต่อไป



ภาพที่ 8. วงจรชีวิตและลักษณะ โครงสร้างของสาหร่ายสกุล *Fucus*  
( ที่มา; Stern, 1987;305)

2. สกุล *Fucus* เป็นสาหร่ายที่มีรูปร่างคล้ายต้นปาล์มขนาดเล็ก เรียกว่า Sea palm ลักษณะเป็นต้นไม้ขนาดเล็ก แผ่นใบที่เรียกว่า เบลด (Blade) จะมีถุงลมเรียกว่า Bladder ช่วยให้ แทลัสสตอยน้ำได้ แทลัสตมีสไทฟ์สั้น ๆ ชี้ติดกับก้อนหินด้วยโฮลด์ฟาสต์ ที่ส่วนปลายเบลคพองกว่าส่วนอื่น ๆ และมีปุ่มขรุขระเรียกว่า รีเซพเทเคิล (receptacle) มีช่องเล็กๆ อยู่ที่รีเซพเทเคิล ติดต่อกับโพรงเล็ก ๆ ภายในแผ่นใบเบลคเรียกว่า คอนเซพเทเคิล (conceptacle) เป็นส่วนของอับเซลล์เพศ (gametangium) อยู่ภายในเมื่อตัดตามขวางผ่านคอนเซพเทเคิลจะพบว่าภายในมีขนหรือเซลล์ที่ติดต่อกันเป็นสายเรียกว่าพาราไฟส์ (paraphyse) ระหว่างพาราไฟส์จะมีแอนเทอริเดียม (antheridium) หรือโอโอโกเนียมแทรกอยู่ โอโอโกเนียมเป็นเซลล์รูปร่างกลมขนาดใหญ่อยู่บนก้านสั้น ๆ ที่งอกออกมาจากผนังของคอนเซพเทเคิล โอโอโกเนียมแต่ละอันมีไข่ 8 เซลล์ ส่วนแอนเทอริเดียมเป็นเซลล์ขนาดเล็กเกิดบนกิ่งอยู่ภายในคอนเซพเทเคิล และบรรจุสเปิร์ม คอนเซพเทเคิลนี้อาจเป็นชนิด monocious conceptacle หรือ dioecious conceptacle ก็ได้ เมื่อไข่และ สเปิร์มมาผสมกันใต้น้ำทะเลได้ไซโกตเจริญแบ่งเซลล์แล้วเปลี่ยนเป็นต้นสปอร์โรไฟต์ต่อไป

3. สกุล *Sargassum* ลักษณะต้นคล้ายสกุลฟิวคัส (*Fucus* sp.) แต่แผ่นใบเบลค (Blade) เป็นแผ่นรูปไข่รีแหลม ขอบใบหยักเป็นฟันเลื่อย (serrate) สร้างรีเซพเทเคิลมีชอกใบกับลำต้น ชาวจีนนิยมใช้ต้มกินแก้ร้อนใน รักษาโรคคอพอก ผนังเซลล์ของสาหร่ายสีน้ำตาลมีสารอัลจิน (algin) มากใช้ในการผสมอาหาร เช่น ทำให้ไอศกรีมเหนียวหรืออยู่ตัว มี alginic acid ใช้ในอุตสาหกรรมทำสี หรือทำยารักษาโรค



ภาพที่ 9. ลักษณะโครงสร้างของ สาหร่ายสกุล *Sargassum*

## 5. คิวชั้นไครโซไฟตา

(Division Chrysoophyta)

### ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายพวกนี้มีพลาสติคของเซลล์เป็นสารคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ ซี แคโรทีน และแซนโทฟิลล์ และพิวโคแซนทีน ผสมอยู่ อาหารสะสมพวก chrysolaminaran ไขมันและน้ำมัน ส่วนใหญ่พบสาหร่ายในน้ำเค็ม คิวชั้นนี้มีสมาชิก 725 สกุล ประมาณ 10,000 ชนิด ซึ่งสามารถจัดแบ่งได้ 3 พวก

1. สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (Yellow green algae) เช่น สกุล *Vaucheria* พบได้ตามดินและชื้น เช่น เรือนเพาะชำต้นไม้ โดยจะเห็นเป็นแผ่นสีเขียว อาจพบในน้ำด้วย

2. สาหร่ายสีน้ำตาลแกมเหลือง (Goldenbrown algae) เป็นสาหร่ายที่มีรงควัตถุสีน้ำตาลและ สีเหลืองเป็นองค์ประกอบ

3. ไดอะตอม (Diatom) เป็นสาหร่ายที่พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม จำนวนมากถึง 190 สกุล ประมาณ 5,000 ชนิด มีรูปร่างหลายแบบ สามารถจำแนกชนิดของไดอะตอมโดยพิจารณาตามลักษณะสมมาตร (Symmetry) ได้ 2 พวก

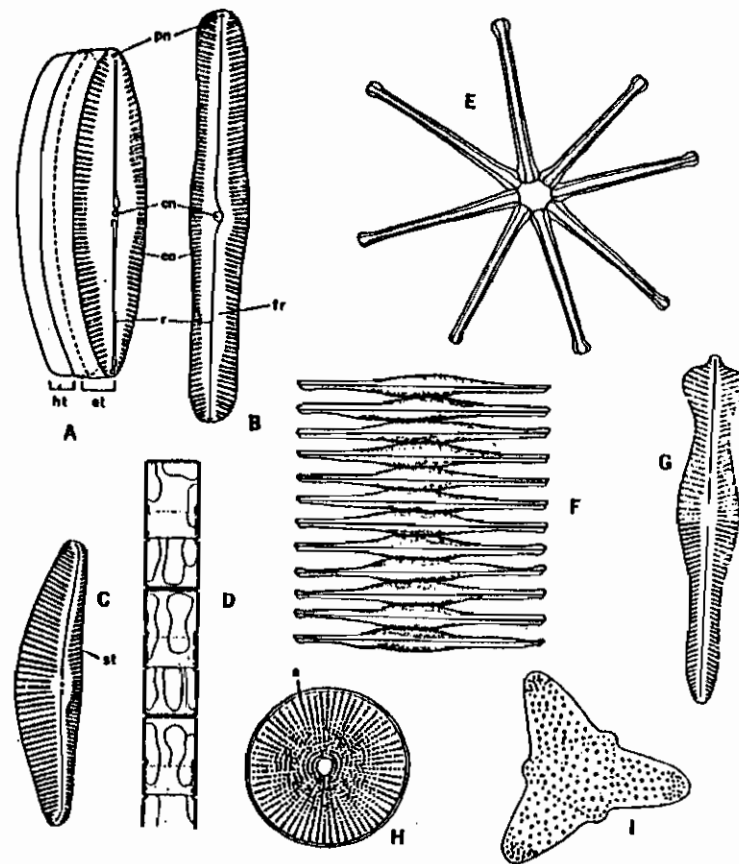
3.1 Pennate diatom หรือ Peltate diatom เป็น ไดอะตอมที่มีลักษณะสมมาตรครึ่งซีก (Bilateral symmetry) เช่น สกุล *Navicular* เป็น ไดอะตอมรูปร่าง รูปเรือหรือรูปลิ้ม ไดอะตอมรูปร่างยาวคล้ายเรือ ทางด้านหนึ่งเรียกว่า Top หรือ Valve veiw จะมีช่องยาวตลอดเซลล์อยู่บนผนังเรียกว่า Raphe ส่วนอีกด้านหนึ่งเรียกว่า Side หรือ Girdle จะมีรอยแฉกให้เห็นฝา 2 ฝาซ้อนกัน

3.2 Centric diatom เป็น ไดอะตอมที่มีลักษณะสมมาตรรัศมี (Radial symmetry) รูปกลม หรือสามเหลี่ยม เช่น สกุล *Cascinodescus* และ สกุล *Triceratium* ผนังเซลล์เป็น 2 ฝา สวมกันได้พอดีเหมือนฝากล่องหรือฝาของเพตริดิช (petridish) เรียกฝาแต่ละฝาว่า frustule

### โครงสร้างของไดอะตอม

ผนังเซลล์ประกอบด้วยสารเพคติน (pectin) และซิลิกา (silica) 95% ผสมอยู่ ทำให้รูปลักษณะแตกต่างจากสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ซิลิกาทำให้เกิดลวดลายต่าง ๆ บนผนังเซลล์สวยงามมาก ถึงแม้ว่าโพโรโทพลาซึมภายในเซลล์จะตายไปแล้วก็ตาม ผนังเซลล์ของไดอะตอมยังคงอยู่ถึบดมได้

ท้องทะเลเป็นเวลานานกลายเป็นส่วนพื้นดินเรียกว่า Diatomaceous earth (ดินไดอะตอม หรือดินเบา) บางแห่งเช่น ที่เมืองลอมพอก (Lompoc) เมืองแคลิฟอร์เนีย (California) ประเทศสหรัฐอเมริกา พบพื้นดินที่มีไดอะตอมสะสมอยู่สูงถึง 300 เมตร



ภาพที่ 10. ความหลากหลายของรูปร่างไดอะตอมแบบต่าง ๆ

A-D, F-G รูปร่างแบบ สมมาตรด้านข้าง (pennate forms)

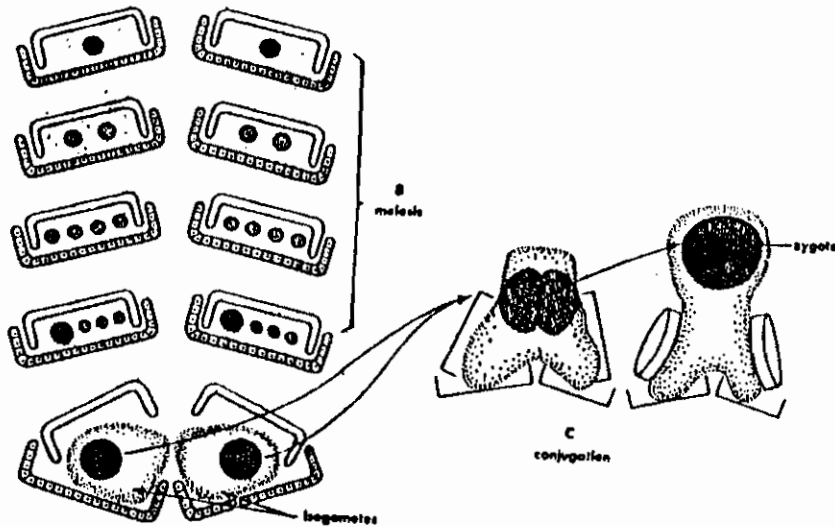
E, H, I รูปร่างแบบ สมมาตรรัศมี (centric forms)

(ที่มา; คัดแปลงจาก ศรีสุนทร, 2534:50)

การสืบพันธุ์ โดอะตอมสืบพันธุ์ได้ทั้ง 2 แบบ

1. การสืบพันธุ์ไม่อาศัยเพศ โดยการแบ่งเซลล์ ฝาค 2 ฝาคของโดอะตอมจะแยกออกจากกันกลายเป็นเซลล์ใหม่ 2 เซลล์ เซลล์ใหม่ เซลล์หนึ่งจะได้ฝาคอันล่างไป ส่วนเซลล์ใหม่อีกอันหนึ่งจะได้ฝาคอันบนไป แล้วเซลล์ใหม่ทั้งสองนี้จะสร้างฝาคใหม่ขึ้นมาภายในฝาคเดิม ด้วยเหตุนี้เซลล์ใหม่อีกอันหนึ่งจะมีขนาดเท่าเซลล์แม่ ส่วนอีกเซลล์หนึ่งจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์แม่ เซลล์ใหม่ที่มีขนาดเล็กจะแบ่งได้เซลล์ใหม่ที่เล็กลงทุกที เซลล์ที่มีขนาดเล็กที่สุดอาจจะตายไปหรือเปลี่ยนแปลงเป็นสปอร์เพื่อเกิดเป็นเซลล์ต่อไปได้

2. การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยโปรโตพลาสต์ (protoplast) จะไหลออกมาจากฝาค กลายเป็นแกมิตชนิดไอโซแกมิต (isogamete) เมื่อคอนจูเกต (conjugate) กันได้ไซโกต แล้วจะเปลี่ยนเป็นสปอร์เรียกว่า ออกโซสปอร์ (Auxospore) เมื่อตกลงในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม สปอร์จะเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นโดอะตอมที่มีขนาดเท่าเดิม



ภาพที่ 11. การเกิด conjugation ของโดอะตอม โดยมีการรวมกันของแกมิตสองอัน แล้วพัฒนาได้เป็นไซโกต (ทีมา; ดัดแปลงจาก ศรีสุนทร, 2534: 51)



## 6. ด้ว้ชั้่นไฟโร้ไฟตา (Division Pyrrophyta)

### ลักษณะทั่วไป

สาหร่ายในด้ว้ชั้่นไฟโร้ไฟตาได้แก่ พวกไดโนแฟล็กเจลเลต (Dinoflagellates) เช่น สกุล *Noctiluca* สกุล *Gonyaulax* (ภาพที่ 6) เป็นด้ว้ส่วนใหญ่พบในน้ำทะเลประมาณ 100 สกุล สาหร่ายไดโนแฟล็กเจลเลต ประกอบด้วยรงควัตถุคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ ซี และไพริดีนิน (pyridinin) อาหารสะสมเป็นพวกไขมัน (fat) และน้ำมัน (oil) บางชนิดเป็นด้ว้เบียน (parasite) ของปลาโคนีพอด (Conepod) และ Coelenterate บางชนิด ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นแผ่นหลาย ๆ แผ่นประกอประกกัน เรียกว่า อาร์เมอเพลต (armour plate) ตรงกลางเป็นร่องลึกมีขนาด 2 เส้น เส้นหนึ่งอยู่ในร่องพันรอบเซลล์ อีกเส้นหนึ่งจะยื่นออกมาในแนวตั้งฉากกับเส้นแรก ช่วยในการเคลื่อนที่ ลักษณะพวกไดโนแฟล็กเจลเลตคล้ายยูกลีนา แต่มีผนังเซลล์ ยกเว้นพวกที่เป็นด้ว้เบียนจะไม่มีผนังเซลล์

### ด้ว้ย่่างสาหร่ายพวกไดโนแฟล็กเจลเลต

1. สกุล *Noctiluca* มักมีพวกสาหร่ายสีเขียวเจริญอยู่ภายในเซลล์ พวกนี้ไม่มีสารคลอโรฟิลล์ จึงไม่มีสีเขียว แต่เห็นสีเขียว เพราะมีสาหร่ายสีเขียว (green algae) มาอาศัยอยู่ร่วมด้ว้ ทำให้สามารถเรืองแสงในเวลากลางคืนได้

2. สกุล *Gonyaulax* เป็นสาหร่ายไดโนแฟล็กเจลเลตที่ทำให้หน้าทะเลมีสีเขียวเรียกว่า ซึ้ปลาหวา (Red tide) เมื่อเกิดขึ้นจำนวนมาก จะเข้าไปสะสมอยู่ในหอยซึ่งถ้าคนกินหอยจะทำให้เป็นพิษ แสดงอาการริมฝีปากชา เป็นอัมพาต และตายภายใน 12 ชั่วโมง

### การสืบพันธุ์

การสืบพันธุ์แบบไม่ใช้เพศ โดยการแบ่งเซลล์ในแนวตั้งฉาก หรือแนวขวาง หรือแนวเฉียงก็ได้ หรือโดยการสร้างซุโอสปอร์ (zoospore) ภายในเซลล์แม่ เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสมจะปล่อยซุโอสปอร์เจริญเป็นอิสระต่อไป

## 7. ติวชันโรโดไฟตา (Division Rhodophyta)

### ลักษณะทั่วไป

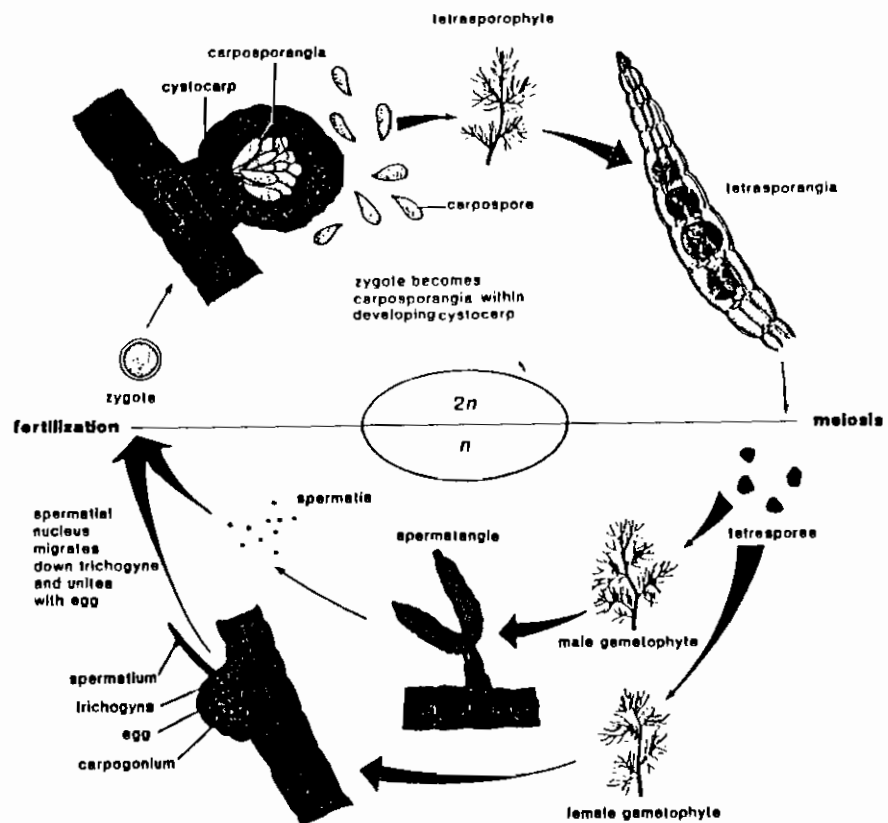
สาหร่ายสีแดง (Red algae) เรียกชื่อทั่ว ๆ ไปว่า Sea moss มีสีแดงสดเพราะมีรงควัตถุหลายชนิด คือ สารคลอโรฟิลล์ เอ สารคลอโรฟิลล์ ดี สารคาโรทีนอยด์ และสารไฟโคบิลินซึ่งประกอบด้วยรงควัตถุสีแดงของสารไฟโคอิทริน และสีน้ำเงินของสารไฟโคไซยานิน ซึ่งมีลักษณะคล้ายรงควัตถุที่พบในสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ส่วนใหญ่พบในน้ำทะเล ประมาณ 400 สกุล 4,000 ชนิด มีเพียง 2-3 ชนิดพบในลำธารน้ำเย็น แทลล์ของสาหร่ายสีแดงประกอบด้วยหลายเซลล์ ทำให้มีรูปร่างต่าง ๆ กัน เช่น สกุล *Nemalion* รูปทรงกระบอก สกุล *Phodonymia* มีลักษณะเป็นรูปแผ่นคล้ายริบบิ้น สกุล *Gelidium* มีลักษณะเป็นรูปกิ่งก้านคล้ายขนนก สกุล *Porphyra* มีลักษณะเป็นรูปแผ่นแบนบาง สกุล *Polysiphonia* มีลักษณะเป็นรูปสายแตกแขนง สกุล *Porphyridium* เป็นเซลล์เดี่ยว เป็นต้น

เซลล์ของสาหร่ายสีแดงมีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารเซลล์ลูโลสและเพคติน บางชนิดมีสารเมือกเคลือบอยู่ เช่น สกุล *Gracelaria* ใช้ผลิตวุ้นบางชนิดมีสารพวกหินปูนมาสะสมอยู่ เช่น *corallina red algae* และไซโตพลาสซึมมีนิวเคลียส 1 อัน อยู่รอบถุงอากาศตอนกลาง (central vacuole) ภายในเซลล์มีเป็นรงควัตถุจำนวนมาก บางชนิดมีไพเรโนอิด (pyrenoid) อยู่ภายในเป็นรงควัตถุ อาหารสะสมภายในเซลล์เป็นแป้งชนิดหนึ่งชื่อว่า floridean starch เข้าใจว่าเป็นสารประกอบระหว่าง starch กับ dextrose ซึ่งไม่ละลายน้ำ เช่น สกุล *Porphyra* และ สกุล *Bangia*

### ตัวอย่างสาหร่ายสีแดง

สกุล *Polysiphonia* เป็นสาหร่ายสีแดงที่มีต้นเป็นแกมิโตไฟต์เพศผู้ และแกมิโตไฟต์เพศเมีย ต้นเพศผู้ให้กำเนิดแอนเทอริเดียม เกิดรวมกันเป็นกลุ่มอยู่บนกิ่ง ต้นเพศเมียจะสร้างคาร์โพโกเนียม (carpogonium) อยู่บนกิ่ง โดยจะมีไทโคจิน (trichogynes) ยื่นยาวออกไปบนยอดของคาร์โพโกเนียม สเปิร์มลอยตามกระแสน้ำมายังไทโคจิน แล้วนิวเคลียสของสเปิร์มเข้าไปยัง คาร์โพโกเนียมไปผสมกับไข่ได้ไซโกต แล้วเจริญแบ่งเซลล์หลายครั้งงอกเซลล์ออกมาหลายสาย สายเซลล์

จะสร้างซิสโทคาร์พ (cystocarp) ขึ้นมาอยู่ในต้นเพศเมีย ต่อมาซิสโทคาร์พจะสร้างสปอร์ขึ้นภายใน เรียกว่า คาร์โพสปอร์ (carpospore) เมื่อคาร์โพสปอร์หลุดออกมาจากซิสโทคาร์พ งอกเป็นต้นพืชใหม่ แต่มีโครโมโซม 2 ชุด เป็น diploid plant ต้นพืชใหม่นี้จะสร้างอับสปอร์ภายใน สร้างสปอร์ 4 เซลล์ เรียกว่า เทรคทาสปอร์ (Tetraspore) เป็นสปอร์แฮปพลอยด์ (haploid spore) เกิดตรงกลางเซลล์ เมื่อเตรคทาสปอร์หลุดออกมาแล้วงอกเป็นต้นพืชใหม่ให้กำเนิดแอนเทอริเดียม (antheridium) และคาร์โพโกเนียม (carpogonium) ต่อไป (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12. วัฏจักรชีวิตของสาหร่ายสกุล *Polysiphonia* (Red algae)  
(ที่มา; Stern, 1987;307)