

4. สะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตในรูปของ paramylum กับสะสมพวกไขมัน
ตัวอย่าง ได้แก่ พวก ยูกลีนา (รูปที่ 12-5 ก.) *Phacus* และ *Trachelomonas*

DIVISION 2 CHRYSOPHYTA

สาหร่ายสีทองและไดอะตอม พบมีสีตั้งแต่เหลืองอมเขียวไปจนถึงสีน้ำตาล พบประมาณ 300 สกุล 6,150 ชนิด มีลักษณะที่สำคัญ คือ

1. มีคลอโรฟิลล์ a และ c รวมกับพวกแคโรทีนและแซนโทฟิลล์
2. สะสมอาหารคาร์โบไฮเดรตพวก leucosine และสะสมพวกหยดน้ำมัน (oil)
3. อาจมีผนังเซลล์หรือไม่มีก็ได้

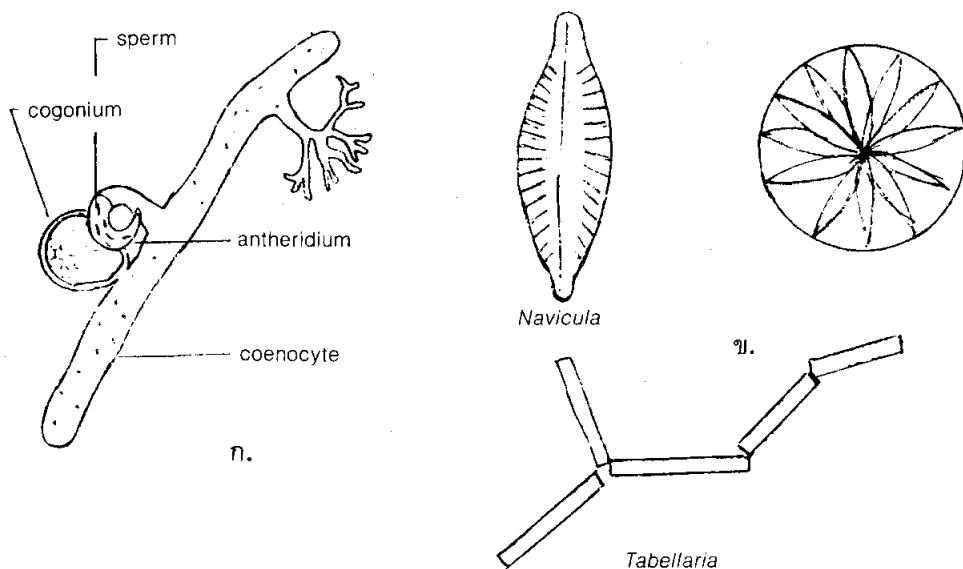
แบ่งออกเป็น 3 คลาส คือ

Class 1 Xanthophyceae (Yellow green algae) ได้แก่ พวก *Vaucheria* (รูปที่ 12-7 ก.) และ *Botrydiopsis*

Class 2 Chrysophyceae (Golden brown algae) ได้แก่ พวก *Synura* และ *Dinobryon*

Class 3 Bacillariophyceae (Diatoms, รูปที่ 12-7 ข.)

พบทั้งที่อยู่เป็นเซลล์เดี่ยวเดี่ยว ๆ หรืออยู่กันเป็นนิคม บางชนิดมีแซ่และบางชนิดไม่มี ในจำนวนนี้ $\frac{3}{4}$ ส่วนพบในน้ำจืด นอกนั้นพบในน้ำทะเล พวกไดอะตอมเป็นกลุ่มพืชที่มีมานาน



รูปที่ 12-7 ก. สาหร่ายพวก *Vaucheria* แสดงอวัยวะเพศ
ข. ไดอะตอมชนิดต่าง ๆ

แล้ว และมีประโยชน์ต่อเศรษฐกิจมาก เนื่องจากผนังเซลล์ประกอบด้วยสารพวก silica (ซิลิกา) ที่มาพอกอย่างสวยงาม (รูปที่ 12-7 ข.) เมื่อไดอะตอมตายไปจะเหลือซากที่ทับถมกันเป็นดิน เรียก diatomaceous earth เป็นดินที่มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรม ใช้ทำเป็นวัสดุที่ใช้ขัดถู ใช้กรองสาร และใช้เป็นฉนวนหุ้มกันวัตถุระเบิด เซลล์ของไดอะตอมจะแบ่งออกเป็น 2 ฝาบน และล่างแยกกันคล้ายหีบ พวก Xanthophyceae หลายชนิดก็มีเซลล์ที่ประกอบด้วยฝา 2 ฝาคั่นกัน

DIVISION 3 PYRROPHYTA

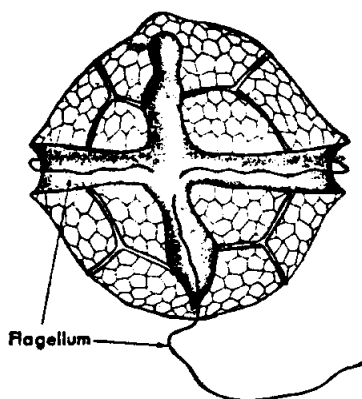
พืชพวกนี้มีชื่อสามัญว่า Dinoflagellates หรือ Fire algae

เป็นสาหร่ายที่มีสีน้ำตาลเพราะมีคลอโรฟิลล์ a และ c รวมอยู่กับรงควัตถุสีน้ำตาลพวก Fucoxanthin พบบางชนิดที่ไม่มีคลอโรฟิลล์จะมีการดำรงชีวิตแบบ saprophyte หรือแบบ holozoic คล้ายพวกโพรโทซัว ดังนั้นจึงเคยถูกจัดไว้เป็นพวกโพรโทซัว

ส่วนใหญ่ประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวที่เคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแชน 2 เส้นซึ่งติดอยู่ที่จุดเดียวกันตรงร่องกลางตัว แชนเส้นหนึ่งจะพันรอบร่องกลางตัวช่วยในการกระเพื่อมขึ้น ๆ ลง ๆ ส่วนแชนอีกเส้นหนึ่งยื่นไปทางด้านท้ายของเซลล์ช่วยหาทิศทางในการเคลื่อนที่ พบมีผนังเซลล์หรือไม่มีก็ได้ ถ้ามีผนังเซลล์ก็จะประกอบด้วยเซลล์ลูโลส

สะสมอาหารพวก แป้ง ไขมัน และหยดน้ำมัน พบประมาณ 300 ชนิด ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม

ตัวอย่างได้แก่ *Ceratium*, *Gymnodinium* และ *Peridinium* (รูปที่ 12-8) พวก *Gymnodinium* บางครั้งถ้ามีจำนวนมาก ทำให้กระแสน้ำเป็นสีแดงเรียก "red tide" เป็นเหตุให้ปลาตาย



รูปที่ 12-8 *Peridinium* sp. เป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยวที่มีแผ่นเล็ก ๆ ปกคลุมตัวและมีคลอโรฟิลล์

DIVISION 4 RHODOPHYTA

ได้แก่ สาหร่ายสีแดง ส่วนใหญ่อยู่ในทะเล เห็นเป็นสีแดง เนื่องจากมีรงควัตถุสีแดงพวก **Phycoerythrin** ที่มาดบังสีอื่น และยังมีรงควัตถุสีน้ำเงินของ **Phycocyanin** อยู่ด้วย ทำให้สีแดงที่ปรากฏเปลี่ยนเป็นเข้มขึ้น ดังนั้น จึงทำให้เห็นสาหร่ายพวกนี้มีหลายสี ตั้งแต่สีแดง สีชมพู สีส้มตาล สีม่วง และสีเขียว พบประมาณ 2,500 ชนิด มีลักษณะสำคัญที่พบทั่ว ๆ ไป คือ

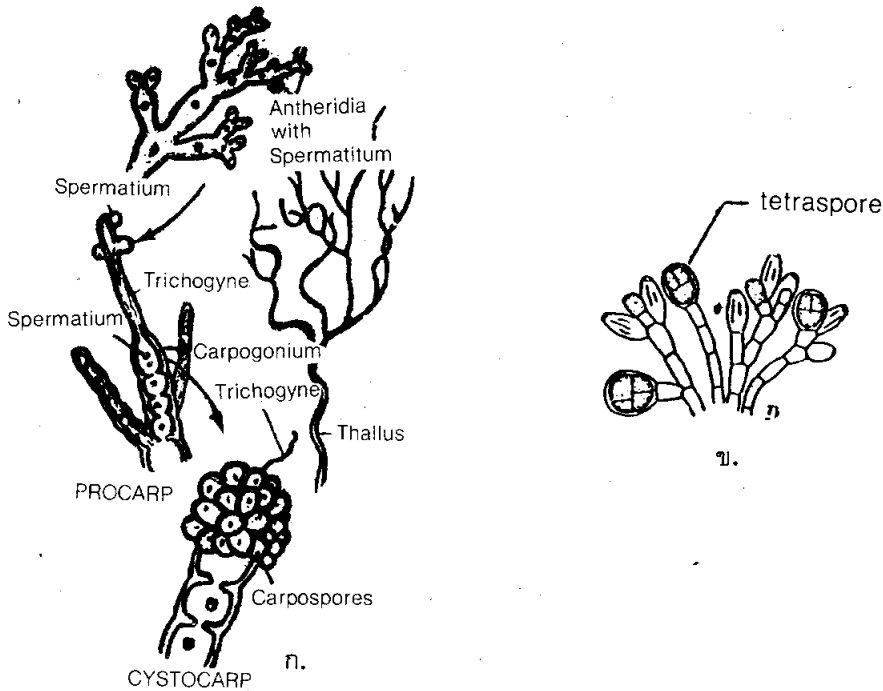
1. มีคลอโรฟิลล์ a และ d
2. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลส
3. สะสมอาหารพวก Floridean starch ที่มีลักษณะคล้าย amylopectin ที่พบในพืชชั้นสูง
4. มีรงควัตถุพวก phycocyanin และ phycoerythrin ทำหน้าที่รับแสงที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงได้ดีในทะเลลึก จึงพบสาหร่ายพวกนี้ในทะเลที่ลึกมากกว่าสาหร่ายชนิดอื่น

ส่วนใหญ่ต้นประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ การขยายพันธุ์จากส่วนของต้นพืชไม่ค่อยพบ การสืบพันธุ์เกิดโดยการสร้างสปอร์ชนิดต่าง ๆ การสืบพันธุ์แบบมีเพศจะมีลักษณะเป็นพืชวงจรชีวิตปกติประกอบด้วยต้นพืช 3 ชนิด เกิดสลับกัน คือ ต้น **Gametophyte** เป็นต้นที่มีขนาดใหญ่ สืบพันธุ์แบบมีเพศได้ไซโกต ไซโกตจะเจริญไปเป็นต้นชนิดที่ 2 คือ ต้น **Carposporophyte** ที่เกิดเป็นพาราไชตอยู่บนต้นแกมีโทไฟต์ ต้น carposporophyte จะสร้างสปอร์เรียก **carpospores** ขึ้นบนกิ่งเล็ก ๆ สปอร์เมื่อแก่จะถูกปล่อยออกไปงอกเป็นต้นชนิดที่ 3 คือ ต้น **Tetrasporophyte** ที่เมื่อโตเต็มที่จะมีลักษณะเหมือนต้นแกมีโทไฟต์ แต่สร้างสปอร์ที่แผดกัน 4 สปอร์ เรียก **Tetraspores** (รูปที่ 12-9 ข.) Tetraspores เกิดโดยการแบ่งตัวแบบไมโอซิส ดังนั้น สปอร์ที่ได้จึงมีจำนวนโครโมโซมเป็นจำนวนคี่ สปอร์จะงอกเป็นต้นแกมีโทไฟต์ต่อไป

นอกจากนี้อาจพบมีวงจรชีวิตแบบอื่น ๆ ที่ต่างจากที่กล่าวแล้วตรงที่จะมีต้น tetrasporophyte และ carposporophyte หรือไม่มีก็ได้ เช่น พวก *Porphyra* sp. พบมีแต่ต้นแกมีโทไฟต์ที่สร้างเซลล์เพศมารวมกันเป็นไซโกต และไซโกตแบ่งตัวแบบไมโอซิสเจริญเป็นต้นแกมีโทไฟต์ ได้แก่ระยะที่เป็นไซโกตนั่นเอง

พวก *Nemalion* sp. ขาดต้น tetrasporophyte มีแต่ carposporophyte ที่จัดเป็นสปอโรไฟต์ (รูปที่ 12-9 ก.) ทำหน้าที่สร้าง carpospores

Polysiphonia sp. มีต้นพืชครบทั้ง 3 ชนิด ความสำคัญทางเศรษฐกิจมีมาก เนื่องจาก *Porphyra* บางชนิดใช้เป็นอาหาร เช่น ใช้ทำซูบ พวก *Chondrus* และ *Rhodymenia* ก็ใช้รับประทานเช่นเดียวกัน ส่วนพวก *Gelidium* สะกัดเอารูมาใช้ในการแพทย์ เช่น ใช้เพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย หรือใช้ทำขนม



รูปที่ 12-9 ก. วงชีวิตของ *Nematolus sp.*

ข. tetraspores ของ *Helminthocladia hudsonii*

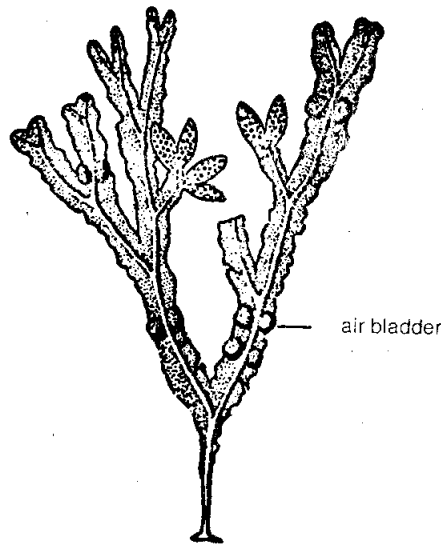
DIVISION 5 PHAEOPHYTA

สาหร่ายสีน้ำตาล เป็นพืชที่ส่วนใหญ่พบในทะเล ในน้ำจืดพบน้อยมาก มีทั้งที่ทั้งต้นประกอบด้วยเซลล์เดียว หรือหลายเซลล์ที่มีลักษณะเป็นสายยาวหรือแผ่ออกเป็นแผ่น แต่ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างซับซ้อนคล้ายต้นพืชชั้นสูง อาจมีขนาดใหญ่มาก เช่น พวก **Kelp** ที่พบในทะเลที่มีอุณหภูมิต่ำ อาจมีขนาดยาว 30-50 เมตร ลักษณะทั่ว ๆ ไป คือ

1. มีคลอโรฟิลล์ a และ c และมี Fucoxanthin ที่เป็นรงควัตถุสีน้ำตาลมาดบังสีเขียวของคลอโรฟิลล์

2. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลลูโลสและ algin ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของพืชในดิวิชันนี้ มีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมมาก โดยใช้สกัดเอาสารพวกไอโอดีนและสารพวก algin มาใช้ algin ใช้เป็น stabilizer, emulsifier และ coating of paper เป็นต้น

ตัวอย่างได้แก่ *Fucus sp.* (รูปที่ 12-10) พวกนี้พบมากที่สุดใ้ทะเล บริเวณน้ำตื้น พบพวก rockweed ส่วนพวก kelps พบลึกลงไป *Sargassum sp.* พบมากแถบมหาสมุทรแอตแลนติกกลาง มหาสมุทรแถบนั้นจึงเรียกว่า *Sargassum sea* พบทั้งในประเทศไทยด้วย



รูปที่ 12-10 ต้นของ *Fucus vesiculosus*

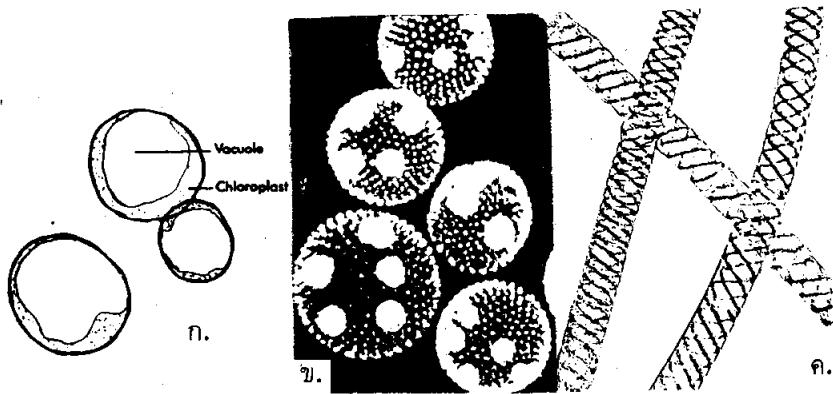
Laminaria sp. เป็น kelp ชนิดหนึ่ง จัดว่ามีวิวัฒนาการสูงที่สุดในพวกสาหร่ายสีน้ำตาล มีขนาดใหญ่ พบในทะเลที่อุณหภูมิค่อนข้างเย็น มีการเจริญดีมาก และมีลักษณะบางอย่างที่ชี้ว่ามี vascular system โดยมองเห็นเซลล์เรียงต่อกันเป็นสายที่มีเซลล์ขนาดใหญ่อยู่ตรงปลาย มี epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียง 1-2 ชั้นและมี chromatophores รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์เล็ก ๆ จำนวนมาก

เมื่อศึกษาเกี่ยวกับวงจรชีวิตของสาหร่าย *Fucus* ดูเหมือนจะอยู่ปลายสุดของวิวัฒนาการของพวกสาหร่ายในแง่ของการเจริญเติบโต เพราะเกือบจะไม่มีต้นแกมีโทไฟต์ให้เห็น

DIVISION 6 CHLOROPHYTA

สาหร่ายสีเขียว พบในน้ำจืดทั่ว ๆ ไป น้อยชนิดที่พบในทะเล พบลอยน้ำอยู่หรือรวมอยู่กับแพลงก์ตอน ทำให้น้ำมีสีเขียว อาจพบเกาะติดกับสิ่งอื่นแต่ลักษณะนี้พบน้อยมาก

สาหร่ายพวกนี้จะมีพลาสติดที่ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคลอโรฟิลล์ a และ b มีแคโรทีน และแซนโทฟิลล์เพียงเล็กน้อย ทำให้น้ำมีสีเขียวสด ผันเซลล์แข็ง ประกอบด้วยเซลล์ลูโลส สะสมอาหารพวกแป้ง ต้นพืชอาจประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวที่อยู่เดี่ยว ๆ เช่น พวก *Chlorella* (รูปที่ 12-11 ก.) *Chlamydomonas* หรืออยู่รวมกันเป็นโคโลนี เช่น *Volvox* (รูปที่ 12-11 ข.) *Pandorina* และ *Scenedesmus* พวกที่มีหลายเซลล์มักจะอยู่ในลักษณะเป็นเส้นสาย จะแตกกิ่งก้านหรือไม่ก็ได้ ได้แก่ *Spirogyra* หรือเรียกสาหร่ายเทก (รูปที่ 12-11 ค.) มักจะมีระยะหนึ่งที่สร้างเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้ จะเป็นเซลล์ปกติหรือเซลล์สืบพันธุ์ก็ได้



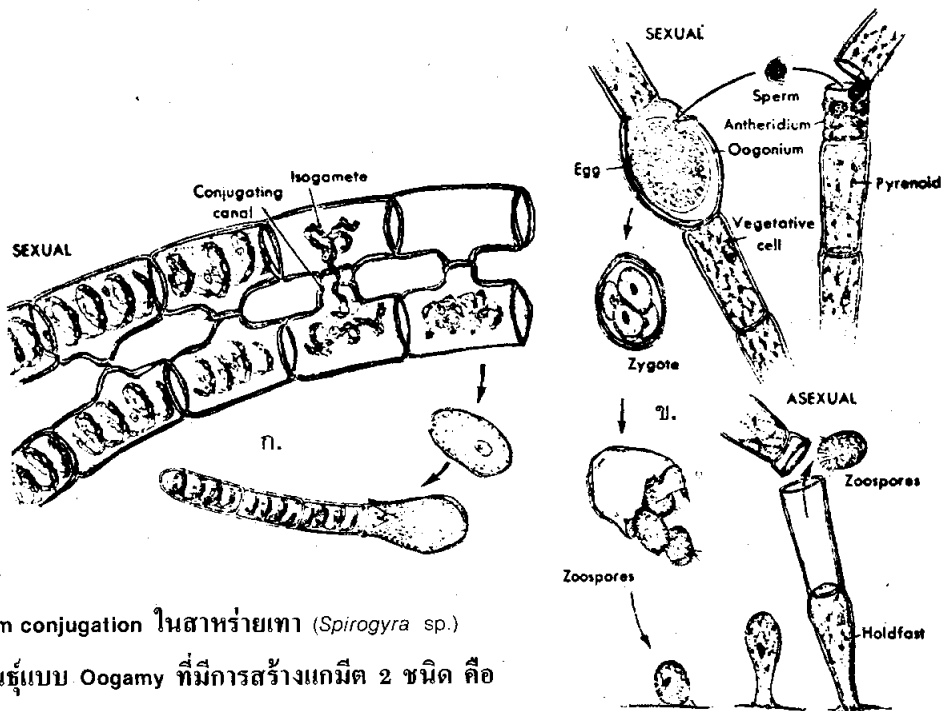
รูปที่ 12-11 สาหร่ายสีเขียว

ก. เซลล์เดี่ยวที่มักจะพบอยู่เดี่ยว (*Chlorella*)

ข. พวกที่อยู่เป็นโคโลนีที่เคลื่อนที่ได้ (*Volvox*) และอยู่เป็นสาย (*Spirogyra*)

การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศโดยการหักของเส้นสาย หรือโดยการสร้าง zoospores ขนาดเล็ก เคลื่อนที่ได้ โดยจะว่ายน้ำไปเป็นระยะสั้น ๆ ก่อนที่จะงอกเป็นต้นใหม่

การสืบพันธุ์แบบมีเพศพบในสาหร่ายสีเขียวเกือบทุกชนิด พบทั้งแบบ **Oogamy** ที่อวัยวะเพศประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวที่เป็นลักษณะของสาหร่ายทั่ว ๆ ไป (รูปที่ 12-12 ข.) และแบบ **Isogamy** เช่น ที่พบในสาหร่ายพวก *Hydrodictyon* แบบ **Conjugation** (รูปที่ 12-12 ก.)



รูปที่ 12-12

ก. Scalariform conjugation ในสาหร่ายเทา (*Spirogyra* sp.)

ข. การสืบพันธุ์แบบ Oogamy ที่มีการสร้างแกมิต 2 ชนิด คือ

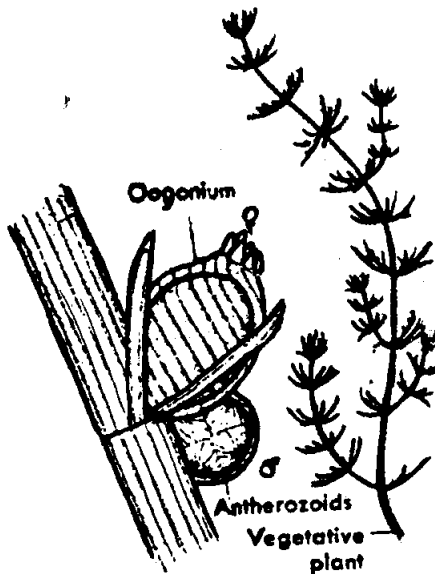
ไข่และสเปิร์มในสาหร่ายพวก *Oedogonium* sp.

ใน *Spirogyra* sp. พบมีคอนจูเกชันเกิดขึ้นได้ทั้งในสายเดียวกันและต่างสายกัน พวก *Zygnema* sp. พบมีคอนจูเกชันในต่างสายกัน (scalariform conjugation)

DIVISION 7 CHAROPHYTA

จัดเป็นพวกเดียวกับสาหร่ายสีเขียว เพราะมีคลอโรฟิลล์ a และ b เหมือนกัน มีชื่อสามัญว่า stoneworts หรือ brittleworts เนื่องจากสาหร่ายพวกนี้บางชนิดสามารถหักงอจนสามารถงอตัวเข้าเป็นวงได้ ตะกอนจะเกาะตามลำต้น ทำให้ลำต้นแตก พบทั่วไปในน้ำจืด และถูกเข้าใจว่าเป็นพืชพวกชั้นสูง หรือไม้ดอก คือ มีต้นตั้งตรง ที่ต้นมีลักษณะเป็นข้อ ปล้องชัดเจน มีกิ่งแตกที่ข้อ และมีใบสั้น ๆ รอบข้อ ใบมีการเจริญจำกัด จึงมีขนาดเล็ก ส่วนต้นโตไม่จำกัด ทำให้พบต้นมีขนาดสูงได้ถึง 3 ฟุตหรือมากกว่า มีกิ่งที่ทำหน้าที่ยึดเกาะดินคล้ายรากส่วนนี้จะไม่สีเขียว (รูปที่ 12-13) ลักษณะสำคัญ คือ

1. มีคลอโรฟิลล์ a และ b
2. ผนังเซลล์แข็งประกอบด้วยเซลลูโลส
3. สะสมอาหารพวกแป้ง
4. ส่วนมากเจริญในบ่อน้ำจืดและน้ำกระด้างมีบ้างที่พบในน้ำกร่อย
5. มีอวัยวะเพศที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ (รูปที่ 12-13) ซึ่งเป็นลักษณะที่มีวิวัฒนาการไปทางพืชชั้นสูง



รูปที่ 12-13 *Chara* sp. แสดงต้นพืชและอวัยวะเพศทั้ง 2 เพศ

การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศโดยสร้างอวัยวะพิเศษเรียก **amylum stars** และ **bulbil** หรือสร้างสายเล็ก ๆ ยื่นออกมาตามข้อ **Amylum stars** จะประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์มาเกาะกันในรูปดาว พบมีที่ข้อล่าง ๆ ของลำต้น เป็นเซลล์ที่มีแป้งสะสมมาก เมื่อหลุดออกจะไปงอกเป็นต้นใหม่ได้ ส่วน **bulbils** เป็นปมที่เกิดตรงส่วนที่คล้ายรากและที่บริเวณโคนต้น ส่วนนี้จะหลุดไปงอกเป็นต้นใหม่ ส่วนสายที่สร้างยื่นออกมาตามข้อของลำต้นจัดว่าเป็นกิ่งนั่นเอง ส่วนนี้ถ้าหลุดออกจากต้นเดิมสามารถไปเจริญเป็นต้นใหม่ได้เช่นกัน

ส่วนการสืบพันธุ์แบบมีเพศ โดยวิธี **Oogamy** การผสมพันธุ์เกิดใน **Oogonium** แล้วไซโกตจะถูกปล่อยออกไปงอกเป็นต้นใหม่ อวัยวะเพศประกอบด้วยหลายเซลล์ อวัยวะเพศผู้เรียก **globule** ส่วนอวัยวะเพศเมียเรียก **nucule** เกิดอยู่ที่ข้อเดียวกัน (รูปที่ 12-13)

จัดเป็นดิวิชันที่เล็กมาก มีเพียง 6 สกุล 250 ชนิดเท่านั้น

ฟังไจและไลเคนส์ (Fungi and Lichens)

ฟังไจจัดเป็นโพรทิสตาที่มีลักษณะคล้ายไปทางพืช เดิมรวมไว้ในกลุ่มเดียวกับสาหร่าย ต่อมามีการแยกไว้เป็นอาณาจักรใหม่ คือ อาณาจักร **Fungi** พืชพวกนี้ส่วนใหญ่ต้นพืชจะซ่อนตัวอยู่ใต้พื้นที่พืชขึ้นอยู่ มีลักษณะเป็นเส้นใยเรียกไฮฟา (**Hypha**) มีหลายชนิดที่รู้จักกันดี เพราะใช้รับประทานได้ หรือทำให้เกิดโรคต่อคน หรือเกิดการเน่าสลายของดินและซากสิ่งที่มีชีวิต

เป็นพืชที่ไม่มีสีเขียว จึงสังเคราะห์แสงไม่ได้ ยกเว้นบางพวกอาจมีการสังเคราะห์เคมีได้คล้ายพวกแบคทีเรีย ส่วนใหญ่จึงมีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์และพาราไซต์

ลักษณะทั่ว ๆ ไป คือ ประกอบด้วยเซลล์ที่มีนิวเคลียสแน่นอน เดิมเคยรวมพวกแบคทีเรียเป็นฟังไจชนิดหนึ่ง แต่ถูกแยกออกไปเพราะแบคทีเรียไม่มีนิวเคลียสที่แท้จริงต่างจากฟังไจ ฟังไจไม่มีระบบอวัยวะ ต้นมีลักษณะเป็นสายที่แตกกิ่งก้าน ชนิดที่ประกอบด้วยเซลล์เดียวมีน้อย ขุ่มของเส้นสายเรียก **mycelium** (ไมซีเลียม) แต่ละกิ่งเรียก **hyphae** ส่วนของไฮฟาที่ฝังอยู่ในพื้นที่ที่ฟังไจขึ้นอยู่เรียกไรซอยด์ และส่วนที่เชื่อมโยงระหว่างไรซอยด์แต่ละกลุ่มเรียก **stolons** ฟังไจบางอย่างไมซีเลียมอาจไม่มีผนังกันเซลล์ จึงพบมีหลายนิวเคลียสในสาย พวกที่มีผนังกันภายในสายเรียกพวก **septate**

ลักษณะที่คล้ายสัตว์มีหลายอย่าง เช่น ฟังไจบางชนิดมีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยสารคล้ายไคทิน เรียก "**fungi cellulose**" [ได้แก่ **acetylglucosamine** มีสูตรเอมไพริกัล คือ $(C_{22}$

$H_{54}N_4O_{21})_x]$ ไคตินเป็นสารที่พบในเปลือกหุ้มตัวของพวก arthropods นอกจากนี้ยังมีการสะสมอาหารในรูปของไกลโคเจน ซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่พบในเซลล์ของสัตว์

การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศโดยการสร้างสปอร์ที่อาจเกิดจากสายปกติ หรือเกิดขึ้นภายในอวัยวะพิเศษที่เรียกว่า อับสปอร์ (Sporangium) พังใจเกือบทุกชนิดมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศ ยกเว้นพวกดิวิชัน Deuteromycota พบประมาณ 80,000 ชนิด และแบ่งออกเป็น 5 ดิวิชัน คือ

DIVISION I MYXOMYCOTA

ได้แก่ พวกราเมือก (Slime mold)

ราเมือกเป็นพังใจที่มีต้นปรากฏในลักษณะของ plasmodium (พลาสโมเดียม) คือ เป็นเพียงก้อน protoplasm ที่มีหลายนิวเคลียส ลักษณะคล้าย ๆ อมيبาทั้งรูปร่าง การเคลื่อนไหว และการกินอาหาร แทนที่จะมีลักษณะเป็นเส้นสายเหมือนพังใจทั่ว ๆ ไป ปกติไม่พบมีผนังหุ้มเซลล์ ระยะสืบพันธุ์จะเห็นแตกต่างไปจากต้นปกติมาก คือ จะมีการสร้างอับสปอร์ชูขึ้นมา มีสีต่าง ๆ สวยงาม และมีการสร้างสปอร์คล้ายกับพังใจทั้งหลาย สปอร์มีผนังหุ้ม ซึ่งลักษณะนี้ทำให้จัดราเมือกเป็นพืชชนิดหนึ่ง

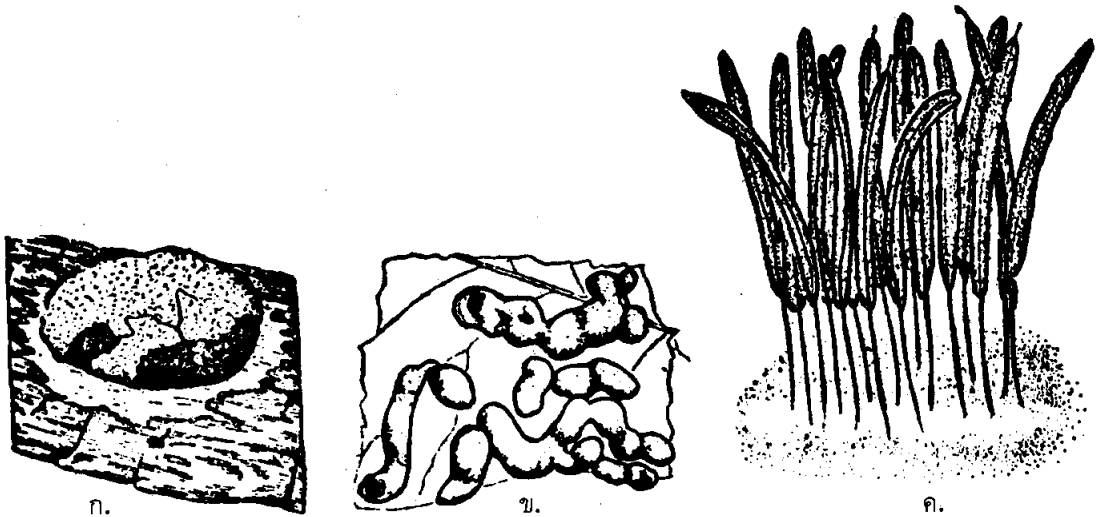
พบประมาณ 450 ชนิด ส่วนใหญ่มีความเป็นอยู่แบบแซโพรไฟต์ พบตามดินชื้น ๆ ที่มีอินทรีย์สารเน่าเปื่อย และท่อนไม้ที่ผุพัง มีน้อยชนิดที่เป็นพาราไซท์บนต้นพืชอื่นและทำให้เกิดโรคต่อพืชนั้น

การสืบพันธุ์เกิดในเมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะสม โดยเฉพาะหลังจากฤดูฝน เริ่มจากพลาสโมเดียม จะกลม หนา และทึบขึ้น พวกที่อาศัยอยู่ภายในท่อนไม้ก็จะเคลื่อนที่ออกมาที่ผิวไม้ หลังจากนั้นจะมีการแบ่งพลาสโมเดียมเป็นหลายเซลล์ ที่แต่ละเซลล์มี 1 นิวเคลียส มีการสร้างอับสปอร์ขึ้นจำนวนหนึ่ง อับสปอร์อาจจะมีการงอกขึ้นหรือไม่ก็ได้ รูปร่างของอับสปอร์แตกต่างกัน (รูปที่ 12-14) ขึ้นอยู่กับชนิดของราเมือก ภายในมีสปอร์ที่ถูกปล่อยออกมาเมื่อสปอร์แก่สปอร์จะกระจายไปโดยลม สปอร์มีขนาดเล็กมาก ทนทานและสามารถมีชีวิตอยู่ได้นานจนเมื่อสภาพแวดล้อมเหมาะสมจึงจะงอก การงอกอาจงอกเป็น **Swarm spores**¹ ที่ไม่มีผนังหุ้มเซลล์ และเคลื่อนที่ได้โดยมีแชน 2 เส้น หรือบางสปอร์จะงอกออกเป็น amoeboid cells ขนาดเล็ก เซลล์ทั้ง 2 ชนิดจะเคลื่อนที่ไปได้ในดินและไม้ชื้น ๆ ทำหน้าที่เหมือนแกมิต โดยเซลล์ที่กล่าวหรือแกมิตจากต่างสายจะเข้ารวมกันเป็นไซโกต

ไซโกตเจริญไปเป็นพลาสโมเดียมโดยตรง มีการแบ่งนิวเคลียสเพิ่มจำนวนขึ้นโดยไม่มี

¹Swarm spores หรือ Zoospore เป็น asexual reproduction cell which has flagella for swimming

การแบ่งไซโทพลาซึม การแบ่งตัวแบบไมโอซิสจะเกิดขึ้นเมื่อมีการสร้างสปอร์ส่วนพวกที่เป็น พาราไซต์ในพืชชั้นสูงจะไม่มีการสร้าง fruiting bodies คือ อับสปอร์ที่กล่าวมาแล้ว มีแต่การสร้างสปอร์ในต้นของ host รวมกันอยู่เป็นกระจุก แล้วสปอร์จะเปลี่ยนเป็นซูโอสปอร์ ซูโอสปอร์ที่เกิดขึ้นบางส่วนจะเจริญไปเป็นพลาสโมเดียมใหม่ บางส่วนจะทำหน้าที่คล้ายเป็นแกมิต โดยเข้ารวมกันเป็นไซโกตก่อนที่จะเจริญเป็นพลาสโมเดียมต่อไป

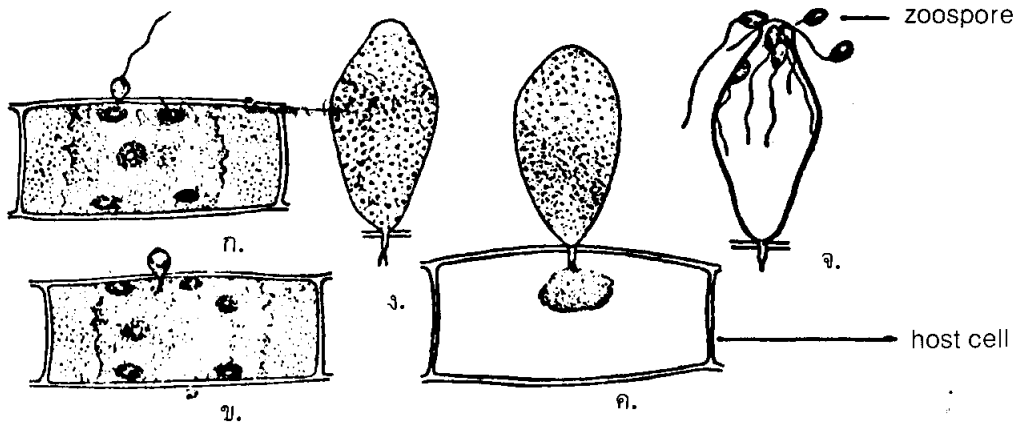


รูปที่ 12—14 อับสปอร์แบบต่างๆ ในราเมือก ก. *Fuligo septica* ข. *Physarum alpinum* และ ค. *Stemonitis splendens* แบบนี้เป็นแบบที่มีก้านชูอับสปอร์

DIVISION 2 PHYCOMYCOTA

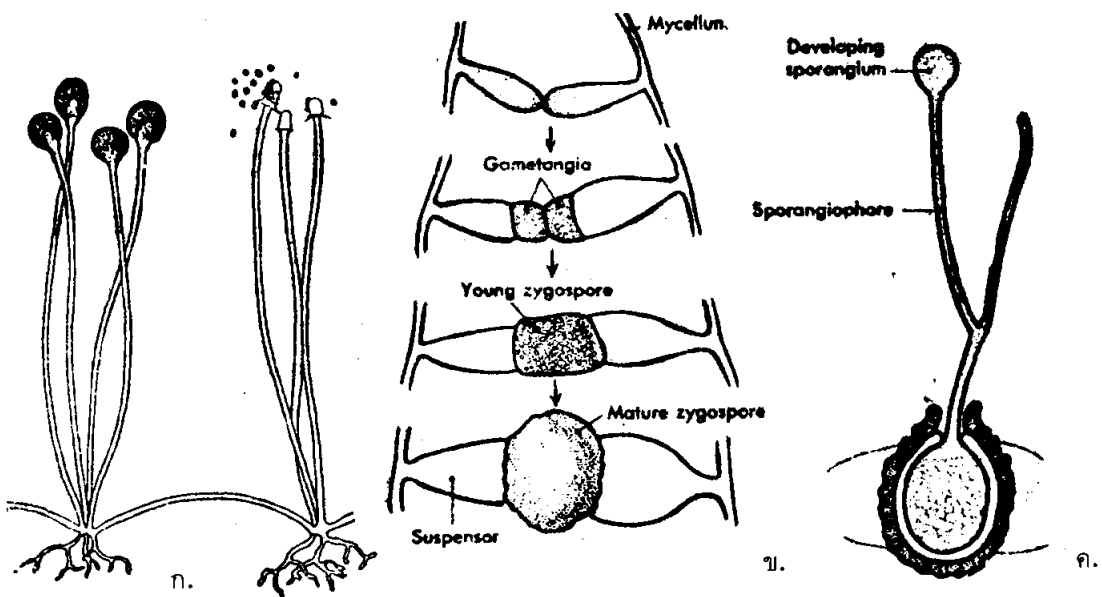
ประกอบด้วยฟังไจหลายกลุ่มที่ต่างจากราเมือกตรงที่ไม่มีระยะที่เป็นพลาสโมเดียม ต้นพืชอาจจะประกอบด้วยเซลล์เดียว หรือมีลักษณะเป็นไมซีเลียมที่เป็นท่อกลวงตลอดไม่มีผนังกัน หรือมีผนังกันยื่นออกมาเล็กน้อยไม่สมบูรณ์ ทำให้ไซโทพลาซึมสามารถวิ่งถึงกันได้ ตลอด ได้แก่ *Saprolegnia* และ *Achlya* พบมีความเป็นอยู่ทั้งแบบพาราไซต์หรือแบบแซโพรไฟต์ บนพืชหรือสัตว์น้ำ พวก *Albugo* ทำให้เกิดโรค white rust ที่มีลักษณะเป็นจุดขาว ๆ บนต้นพืชหลายชนิด เช่น ต้นมันฝรั่ง ต้น morning glories และพวกพืชในวงศ์ Cruciferae และ Amaranthaceae

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ พวก Chytrids มีลักษณะสำคัญตรงการสร้างเซลล์ที่เคลื่อนที่ได้โดยมีแชน 1 เส้น ทางด้านท้ายของเซลล์ ต้นมักประกอบด้วยเซลล์เดียวที่อาจมีไรซอยด์แตกกิ่งก้านยึดติดกับพื้นที่ที่ขึ้นอยู่ พบทั่วไปทั้งในน้ำ ดิน มีเล็กน้อยที่เป็นพาราไซต์อยู่บนสาหร่ายหรือต้นไม้อื่น ๆ ตัวอย่างได้แก่ พวก *Rhizophyidium* (รูปที่ 12—15)



รูปที่ 12-15 *Rhizophydium ovatum* ก.-ข. สปอร์เริ่มงอก ค. แผ่นต้นที่เจริญเต็มที่แล้ว ง. เซลล์เริ่มมีการแบ่งตัวเป็น zoospores และ จ. Zoospores ที่โตเต็มที่แล้วถูกปล่อยออกมา

กลุ่มสุดท้าย คือ พวกราขนมปัง (Bread mold) ลักษณะต้นเป็น mycelium ที่เป็นก้อนฟูสีขาว แต่เห็นมีลักษณะเป็นเขม่าสีดำในเวลาที่สร้างสปอร์ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศโดยการสร้างสปอร์จำนวนมากอยู่ภายในอับสปอร์ที่มีก้านชูสูงขึ้นมา (รูปที่ 12-16 ก.) ส่วนการสืบพันธุ์แบบมีเพศโดยวิธีคอนจูเกชัน (รูปที่ 12-16 ข.) ตัวอย่างได้แก่ พวกราดำ หรือ *Rhizopus* sp.

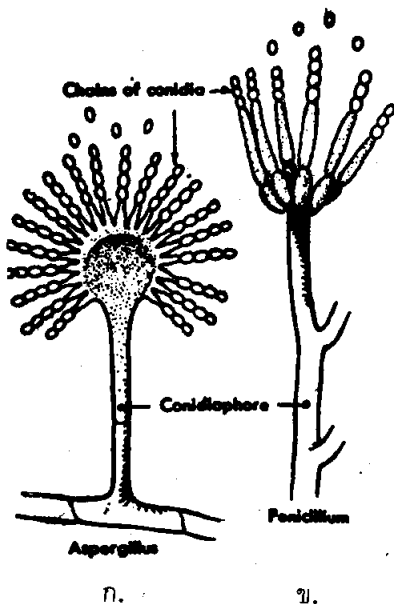


รูปที่ 12-16 ราดำหรือราขนมปัง ก. แสดงการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยการสร้างสปอร์ใน *Rhizopus nigricans* และ ข. คอนจูเกชันใน *Rhizopus stolonifer* ค. แสดงการงอกของ Zygospore

DIVISION 3 ASCOMYCOTA

มีชื่อสามัญว่า sac fungi เนื่องจากฟังไจนี้ทุกชนิดจะมีการสร้างสปอร์อยู่ภายในถุงที่เรียกว่า **Ascus** ภายในแต่ละถุงจะมีสปอร์ตั้งแต่ 2, 4 ถึง 8 สปอร์ เรียก **Ascospores** โดยปกติจะพบจำนวน 8 สปอร์ Ascospores เป็นสปอร์ที่เกิดจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศ ต้นพืชมีลักษณะเป็นเส้นสายที่มีผนังกัน ยกเว้นพวกที่ประกอบด้วยเซลล์เดียว เช่น พวกยีสต์ แต่อย่างไรก็ตาม พบมีรูในผนังที่กั้นระหว่างเซลล์ที่ใหญ่พอที่จะทำให้ไซโทพลาซึมเคลื่อนที่ติดต่อกันตลอดได้อย่างสม่ำเสมอ

จัดเป็นฟังไจกลุ่มใหญ่ พบประมาณ 30,000 ชนิด ที่รู้จักกันดีได้แก่ยีสต์ที่ใช้ทำขนมปัง พวกที่ขึ้นตามขนมปังจะมีสีต่าง ๆ กัน เช่น สีน้ำตาล ได้แก่ พวก *Aspergillus* sp. สีเขียวได้แก่ *Penicillium* sp. ที่ใช้ทำยารักษาโรค (รูปที่ 12—17) แบ่งพืชในดิวิชันนี้ออกเป็น 2 กลุ่ม ที่ต่างกันตรงการสร้าง ascus พวกหนึ่งมีการสร้าง ascus ติดกันเป็นสาย (Ascogenous hyphae) อีกกลุ่มหนึ่งจะมี ascus เดี่ยว ๆ จัดเป็นกลุ่มที่เล็กกว่า ยีสต์รวมอยู่ในกลุ่มหลังนี้ ยีสต์ประกอบด้วยเซลล์รูปไข่ที่มักเรียงกันเป็นก้อน หรืออาจจะเรียงกันเป็นสายที่ไม่แน่นอน



รูปที่ 12—17 ราขนมปัง ก. ราสีน้ำตาล (*Aspergillus* sp.)

ข. ราสีเขียว (*Penicillium* sp.) ทั้งสองชนิดสร้างสปอร์ที่เรียกว่า conidia สปอร์เกิดอยู่บนก้านที่ชูขึ้นมา (Conidiophore)

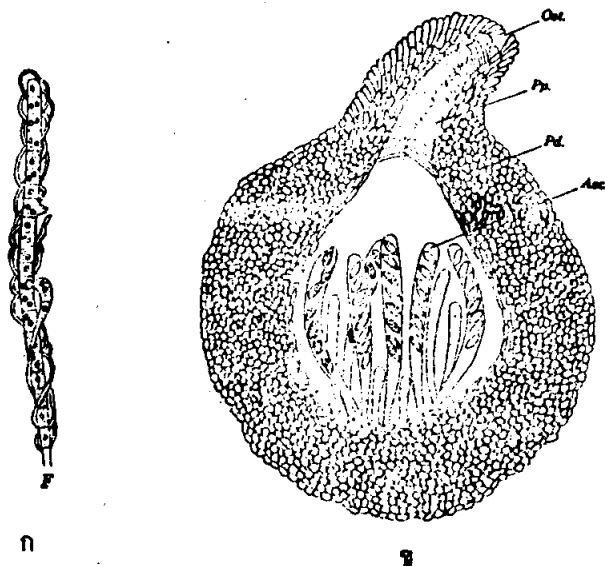
การสืบพันธุ์มีทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศมีทั้งแบบง่าย ๆ และแบบที่ค่อนข้างซับซ้อน เช่น ยีสต์มีการสืบพันธุ์แบบง่าย ๆ โดยวิธีแตกตัว (Fission) หรือโดยการแบ่ง protoplasm ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน แต่ส่วนใหญ่พบมีการสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อหรือ Budding การแตกหน่อเกิดขึ้นโดยการคอดเข้าของเซลล์ ทำให้แบ่ง protoplasm

ออกเป็นส่วนตัว ๆ ส่วนที่ถูกแบ่งออกมาเรียกว่าหน่อ (Bud) ที่อาจจะติดอยู่เป็นเซลล์เดิม ทำให้เกิดเป็นสายสั้น ๆ แต่ส่วนใหญ่หน่อที่เกิดขึ้นจะหลุดออก

พวกที่มีลักษณะเป็นสาย อาจมีการขาดของสายไปเจริญเป็นต้นใหม่ การขาดอาจเกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือเกิดเนื่องจากสิ่งอื่น ถ้าเกิดขึ้นโดยธรรมชาติจะได้สายใหม่เรียกว่า **Oidia** คือเป็นสายที่มีหลายนิวเคลียสหลุดออกไป แต่ถ้าก่อนที่สายจะหลุดออกไปเกิดสร้างผนังหนา ๆ หุ้มเซลล์ เซลล์นี้จะถูกเรียกว่า **Chlamydospores**

การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศที่สำคัญ คือ การสร้างสปอร์ที่เรียกว่า **Conidia** สปอร์ชนิดนี้จะเกิดที่ปลายกิ่งพิเศษที่เรียกว่า conidiophores (รูปที่ 12-17)

การสืบพันธุ์แบบมีเพศ จะมีการสร้างอวัยวะเพศเกิดขึ้นที่ปลายสายที่มักจะเกิดบนสายสั้น ๆ ที่แตกออกทางด้านข้าง นิวเคลียสของแกมิตจะรวมเป็นไซโกต ไซโกตเจริญไปเป็น ascus ขยายตัวเพิ่มขึ้น แล้วนิวเคลียสจะแบ่งไมโอซิสเป็น 4-8 ascospores Hyphae ที่อยู่ข้าง ๆ จะถูกกระตุ้นให้รวมกันเป็นแผ่นหุ้มรอบกลุ่มของสายที่สร้าง ascus (Ascogenous hyphae) อวัยวะทั้งหมดที่กล่าวนี้เรียก **Ascocarps** (รูปที่ 12-18) พบว่า ascocarps มีอยู่ 3 ลักษณะที่มีชื่อเรียกไปต่าง ๆ กัน คือ **Cleistothecium** (รูปที่ 12-18 ก.) เป็น ascocarp ที่มี hyphae



รูปที่ 12-18 Ascocarp ชนิดต่าง ๆ

ก. **Cleistothecium** ใน *Penicillium vermiculum*

ข. **Perithecium** ใน *Neurospora sitophila*

(Ost = ostiole, Pp = paraphysis, Asc = ascus)

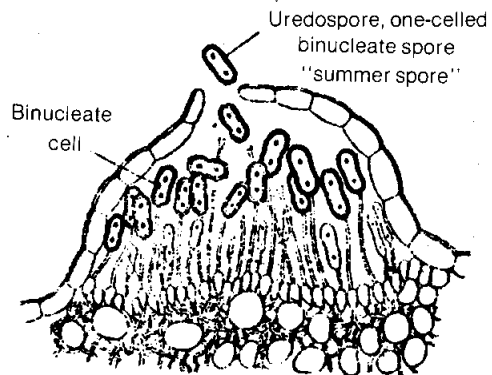
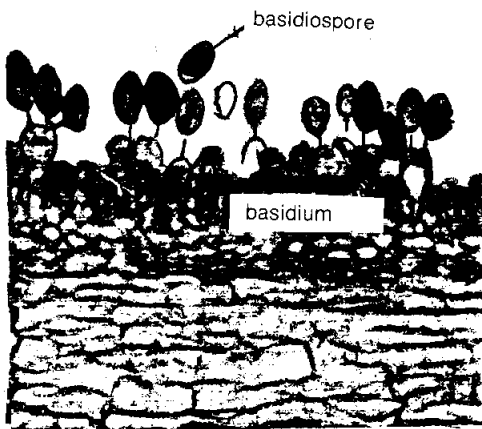
มาหุ้ม ascogenous hyphae หมด **Perithecium** (รูปที่ 12-18 ข.) มีรูเปิดที่ปลายยอด และ **Apothecium** มี ascocarp เป็นรูปถ้วยหรือคล้ายไส้กรอก ทั้ง 3 แบบพบในต่างชนิดกัน ใช้ในการจัดจำแนกพวก sac fungi

DIVISION 4 BASIDIOMYCOTA

มีชื่อสามัญว่า club fungi ได้แก่ พวก rusts, smuts และเห็ด เป็นฟังไจที่มีขนาดใหญ่ มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก คือ มีทั้งที่เป็นประโยชน์และโทษ เช่น พวกเห็ดใช้รับประทาน ส่วนพวก rusts และ smuts จะทำให้เกิดโรคต่อพวกธัญพืชลดผลผลิตลง เป็นฟังไจที่พบทั่วโลก

รูปร่างเป็นสายที่มีผนังกันสมบูรณ์ รวมกันอยู่เป็นกระจุกใหญ่ ในต้นที่เจริญเต็มที่มีทั้งสายที่เซลล์มีนิวเคลียสเดียว และสายที่เซลล์มี 2 นิวเคลียส มีไรซอยด์ที่ทำหน้าที่ดูดอาหารจากพวกซากพืชและสัตว์ที่เน่าเปื่อย โดยไรซอยด์จะกระจายออกในรูปพัด และมีสืออกขาวเหลือง หรือสีส้ม

การสืบพันธุ์มีทั้งแบบมีเพศและแบบไม่มีเพศ การสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศมีการสร้างสปอร์หลายชนิด เช่น พวก rust สร้าง uredospores (รูปที่ 12-19 ข.) และ teliospores ส่วนการสืบพันธุ์แบบมีเพศลดความสำคัญลงไป เกือบทุกชนิดไม่มีอวัยวะเพศ ส่วนของไฮฟาและ oidia ทำหน้าที่สำคัญในการสืบพันธุ์แบบมีเพศ

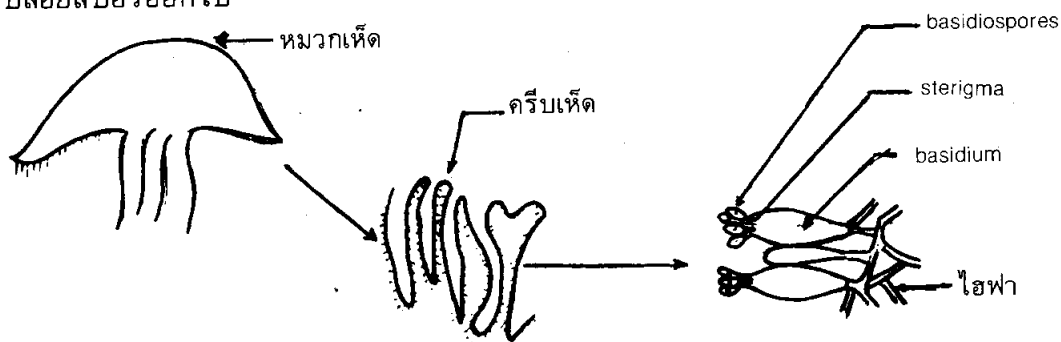


รูปที่ 12-19 club fungi

- ก. ตัดตามขวางผ่าน fruiting body เห็น basidia ที่มี sterigmata และ basidiospores
- ข. Uredospores จาก white rust

การสืบพันธุ์แบบมีเพศมักเกิดโดยวิธีคอนจูเกชันของเซลล์จากต่างสาย เกิดเป็นเซลล์ที่มี 2 นิวเคลียส เนื่องจากมีการรวมกันของไฮโทพลาซึมของ 2 เซลล์ แต่ไม่มีการรวมนิวเคลียสเกิดขึ้น ต่อมานิวเคลียสทั้งสองจะรวมกันเป็นไฮโกต แบ่งตัวแบบไมโอซิสเป็น 4 นิวเคลียส นิวเคลียสทั้ง 4 จะเคลื่อนที่ไปยังไฮฟาที่ยื่นออกมาเรียก **Basidium** แต่ละ basidium จะสร้าง 4 **basidiospores** เกิดอยู่ตรงปลายของ sterigma ที่เป็นระยางค์ยื่นออกไปจาก basidium (รูปที่ 12-19 ก. และ 12-20)

Basidia อาจจะรวมกันอยู่เป็นกลุ่มเรียก basidiocarp ดังเช่นส่วนที่เป็นหมวกเห็ด คือ basidiocarp มี basidiospores ติดอยู่ที่ครีบหมวก ที่เกิดจากปลายไฮฟายื่นออกมาเป็น basidia (รูปที่ 12-20) สปอร์ของเห็ดมีจำนวนมาก เท่าที่มีผู้ศึกษาพบว่า เห็ดที่มีหมวกเห็ดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว จะให้สปอร์จำนวนถึง 16 ล้านล้านสปอร์ ในระหว่าง 5-6 วันที่ทำการปล่อยสปอร์ออกไป



รูปที่ 12-20 เห็ดพวก *Agaricus* sp. แสดง basidiocarp และสปอร์

basidiocarps ของเห็ดจะมีขนาดใหญ่ เห็นยื่นออกตามต้นไม้หรือซากสิ่งมีชีวิตอื่น เมื่อยังอ่อนอยู่จะอ่อนนุ่ม พอแก่จะแข็ง เห็ดมีบางชนิดที่รับประทานได้ แต่ส่วนใหญ่เป็นพิษและไม่มีวิธีสังเกตเห็ดที่เป็นพิษได้แน่นอน

พวก puffballs มี basidiocarp รูปร่างกลม และทั้งหมดรับประทานได้ ยังไม่พบชนิดใดที่เป็นพิษ

DIVISION 5 DEUTEROMYCOTA

เป็นฟังไจที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่พบมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศ ที่อาจจะไม่มีหรือไม่พบก็ได้ ส่วนใหญ่เป็นฟังไจพวกเดียวกับพวก Ascomycota มีบ้างที่เป็น Basidiomycota ปัจจุบันเหลืออยู่ประมาณ 10,000 ชนิด ส่วนอีกจำนวนมากถูกจัดไปอยู่ในดิวิชันอื่น เนื่องจากพบมีการสืบพันธุ์แบบมีเพศ ปกติพบมีการสืบพันธุ์แบบไม่มีเพศเท่านั้นโดยการสร้าง conidia

มีหลายชนิดที่ทำให้เกิดโรคในคน เช่น พวก *Streptomyces* sp. *Alternaria* sp. และ *Hormodendrum* sp. ทำให้เกิดโรค asthma โรค rhinitis โรค ring-worm โรค athlete's foot และโรคผิวหนังอีกหลายชนิด รวมทั้งโรคอื่น ๆ อีก

ลักษณะทั่ว ๆ ไป มีการสร้าง conidia บน conidiophores ที่เกิดกระจายบนไฮฟา หรืออาจรวมกลุ่มเป็น fruiting body เล็ก ๆ ไฮฟามีผนังกันเซลล์

ไลเคนส์ (Lichens)

ไลเคนส์เป็นพืชสองชนิดที่มาอยู่รวมกันแบบ symbiosis คือ สาหร่ายและฟังไจ แต่ละชนิดก็จัดจำแนกไปตามที่กล่าวมาแล้ว โดยมักจะเกิดจากสาหร่ายในดิวิชัน Chlorophyta และ Cyanophyta ส่วนฟังไจส่วนใหญ่ ได้แก่ พวก Ascomycota มีบ้างที่มาจาก Basidiomycota การจัดจำแนกไลเคนส์มักจะตั้งชื่อตามชื่อของฟังไจที่มารวมอยู่

โดยทั่วไปเข้าใจว่าไลเคนส์จะมีความเป็นอยู่แบบ symbiosis กัน คือ ฟังไจทำหน้าที่ให้ความชื้น ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สร้างอาหาร แต่อาจพบมีความเป็นอยู่ในลักษณะของ host และพาราไซด์ก็ได้

การสืบพันธุ์โดยการที่ส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นเจริญไปเป็นไลเคนส์ใหม่ หรือมีการสร้างเม็ด soredia ที่ประกอบด้วยสาหร่าย 1 เซลล์หรือมากกว่าหุ้มด้วยไฮฟาของฟังไจ soredia จะหลุดออกมาเจริญเป็นต้นใหม่

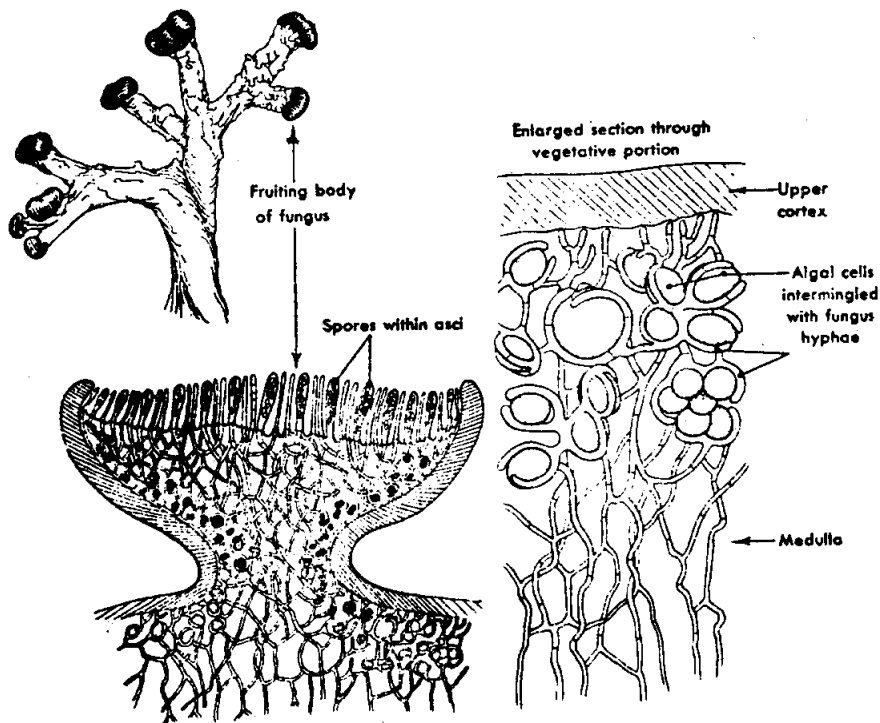
พบมีการสร้างสปอร์ (รูปที่ 12-21) ในอวัยวะรูปถ้วย จากส่วนของฟังไจ และถ้าตกลงไปติดอยู่กับสาหร่ายที่เหมาะสมก็จะเจริญเป็นไลเคนส์ แต่ถ้าไม่เช่นนั้นก็จะตายไป

มีประโยชน์ คือ ช่วยเพิ่มปริมาณดินโดยการสลายพวกหินลงมา นอกจากนี้ใช้เป็นอาหารสัตว์ เช่น อาหารของพวกกวางเรนเดียร์และวัวคาริบู หลายชนิดใช้เป็นยา ใช้ทำสี เช่น สีลิตมัส พวก oak moss ใช้ทำ fixative ของน้ำหอม

แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

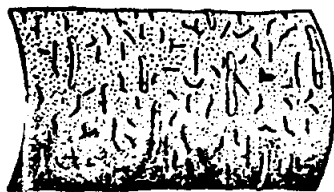
1. Crustose lichens พบเกาะติดแน่นกับหิน ดิน และต้นไม้ มองเห็นเป็นคราบ ส่วนบนมีลักษณะแข็งเป็นพวกฟังไจ ส่วนล่างเป็นสาหร่ายปนกับฟังไจ ตัวอย่างได้แก่ *Graphica scripta* (รูปที่ 12-22 ก.)

2. Foliose lichens มีลักษณะเป็นแผ่นแบน ๆ คล้ายใบไม้ ผิวบนและผิวล่างของแผ่นใบจะมองเห็นต่างกัน ด้านล่างจะมีรูให้อากาศผ่านเข้าไปยังชั้นสาหร่าย ตัวอย่างได้แก่ *Parmelia flavicans* (รูปที่ 12-22 ข.)



รูปที่ 12-21 ไลเคนส์แสดงความเกี่ยวข้องระหว่างฟังไจและสาหร่าย

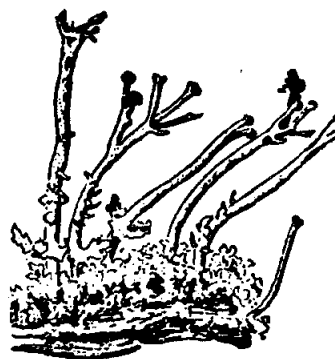
3. Fruticose lichens มีลักษณะคล้ายต้นไม้เล็ก ๆ พอม ๆ ตั้งชูขึ้นมา (รูปที่ 12-22 ค.) เป็นพวกที่เจริญมาจากไลเคนส์พวก Crustose หรือ foliose มีการแตกกิ่งออกเป็นเส้นใย ที่มีสาหร่ายอยู่ภายในเส้นใย ตัวอย่างได้แก่ พวกต้นหนวดตาแป๊ะและ reindeer moss



ก. *Graphica scripta*



ข. *Parmelia flavicans*



ค. *Cladonia flabelliformis*

รูปที่ 12-22 ไลเคนส์ชนิดต่าง ๆ ก. Crustose lichens ข. Foliose lichens และ ค. Fruticose lichens