บทที่ 1

บทนำ

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่มีความสำคัญต่อมนุษย์ ทั้งในด้านที่เป็นแนวป้องกันการพังทลายของชายฝั่งและเป็นแหล่งอาหารอันอุดมสมบูรณ์ การขยายตัวของชุมชนเมืองและการเพาะเลี้ยงชายฝั่งส่งผลให้ระบบนิเวศป่าชายเลนเสื่อมโทรมลงรวมทั้งทำให้พื้นที่ป่าชายเลนลดลง โดยเฉพาะในจังหวัดสมุทรสงครามที่ในอดีตมีพื้นที่ป่าชายเลนที่สมบูรณ์ถูกจัดเข้าเป็นป่าสงวนแห่งชาติ จนกระทั่งปี พ.ศ. 2518 ถึงปีพ.ศ. 2533 เกิดการเสื่อมโทรมของป่าชายเลนอย่างมาก จึงได้มีโครงการฟื้นฟูและปลูกป่าชายเลนทดแทนในปี พ.ศ. 2533 จนถึงปัจจุบัน (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2545) นอกจากมีการปลูกป่าแล้วยังมีการศึกษาติดตามผลของการปลูกและฟื้นฟูป่าชายเลนต่อสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในห่วงโซ่อาหารที่สำคัญ เช่น การศึกษาโครงสร้างกลุ่มประชากรแพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์ทะเลหน้าดิน (ณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์ และคณะ, 2545) ชุมชนแพลงก์ตอนพืช (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2542) ชุมชนแพลงก์ตอนสัตว์ (Piumsomboon *et al.*, 1997; อิชฌิกา พรหมทอง และคณะ, 2545; บัณฑิต สิขัณฑกสมิต, 2545) ความสำคัญของป่าชายเลนสมุทรสงครามในการเป็นแหล่งอนุบาลลูกปลา (Paphavasit *et al.*, 1997) และการเปลี่ยนแปลงประชากรปลาวัยอ่อน (ณัฏฐินี เอี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2540) โดยในส่วนของผู้ผลิตที่อยู่หน้าดิน คือ สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กนั้นมีเพียงการศึกษาความหลากชนิดเท่านั้น (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2545) ซึ่งยังคงขาดข้อมูลในส่วนของความหลากหลายในรอบปีและผลผลิตของผู้ผลิตในห่วงโซ่อาหารของบริเวณนี้และอาจมีผลให้การประเมินกำลังผลิตทางชีวภาพมีค่าต่ำกว่าความเป็นจริง การศึกษาในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นถึงการประเมินมวลชีวภาพและความหลากชนิดของสาหร่ายหน้าดินเพื่อช่วยต่อเติมภาพของระบบนิเวศป่าชายเลนดังกล่าวโดยเฉพาะเรื่องของห่วงโซ่อาหารในบริเวณนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาความหลากหลายของชนิดและมวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในป่าชายเลนบ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ความหลากหลายและมวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเป็นข้อมูลพื้นฐานของการศึกษาผู้ผลิตขนาดเล็กในบริเวณป่าชายเลนของประเทศไทย ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงความอุดมสมบูรณ์ของสายใยอาหารและป่าชายเลนแห่งนี้ได้

สำรวจเอกสาร

ลักษณะทั่วไปของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

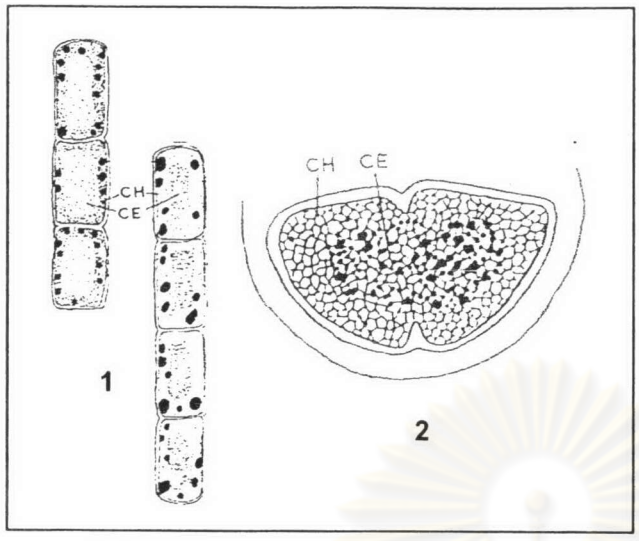
สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก (benthic microalgae หรือ microphytobenthos) คือสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่บนพื้นผิวดินและเกาะกับผิวโครงสร้างแข็งต่างๆ อาทิเช่น กิ่งไม้ ใบไม้ หิน พืชและสัตว์ต่างๆ โดยสาหร่ายที่อาศัยอยู่บนพื้นผิวที่ต่างกันมีชื่อเรียกเฉพาะ เช่น สาหร่ายที่อยู่บนทรายเรียกว่า epipsammon สาหร่ายที่เกาะกับส่วนของพืชเรียกว่า epiphyton สาหร่ายที่ขึ้นบนผิวของหินเรียกว่า epilithon สาหร่ายบนตัวของสัตว์เรียกว่า epizoon นอกจากนี้ยังพบสาหร่ายขนาดเล็กบนพื้นผิวน้ำแข็งและมีการอยู่แบบ symbiotic กับสิ่งมีชีวิตกลุ่มอื่น (Round *et al.*, 1990) สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสามารถเจริญเติบโตได้ในระบบนิเวศที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นระบบนิเวศป่าชายเลน แนวปะการังหรือแนวหญ้าทะเล สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่พบส่วนใหญ่ประกอบด้วยไซยาโนแบคทีเรีย ไดโนแฟลกเจลเลต และไดอะตอมซึ่งในแต่ละกลุ่มมีลักษณะรูปร่าง รงควัตถุหลักและอาหารสะสมภายในเซลล์ที่แตกต่างกัน ดังนี้

I. ไซยาโนแบคทีเรีย (Cyanobacteria)

ไซยาโนแบคทีเรียหรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน จัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานอยู่ใน Division Cyanophyta Class Cyanophyceae (Desikachary, 1959) ไซยาโนแบคทีเรีย จัดเป็น prokaryotic cell เนื่องจากมีลักษณะและองค์ประกอบคล้ายคลึงกับ heterotrophic bacteria ชนิดอื่น แต่ก็พบว่ามีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจาก prokaryotic cell ทั่วไปคือ มีคลอโรฟิลล์_เอ ซึ่งทำให้สามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเองได้

เซลล์ของไซยาโนแบคทีเรียแบ่งออกเป็น 2 ส่วนชัดเจน คือ ส่วนด้านนอกที่ประกอบด้วย pigment หรือ photosynthetic lamellae ต่างๆ ส่วนนี้เรียกว่า “Chromatoplasm” และส่วนด้านในที่ใสหรือไม่มีสีประกอบด้วย nucleic acid และ nucleoprotein เรียกส่วนนี้ว่า “Nucleoplasm” หรือ “Centroplasm” (Schmitz, 1879; Fischer, 1897 อ้างถึงโดย Desikachary, 1959 และ Humm and Wicks, 1980) (รูปที่ 1)

ไซยาโนแบคทีเรียไม่มี คลอโรพลาสต์ ไมโตรคอนเดรีย หรือ endoplasmic recticulum ฯลฯ เหมือนยูคารีโอต์ทั่วไป รงควัตถุต่างๆ ของไซยาโนแบคทีเรียจะอยู่ใน thylakoids ซึ่งได้แก่ คลอโรฟิลล์_เอ และ biliprotein pigment 3 ชนิดที่อยู่ในรูปของ granules (phycobilisomes) หรือ phycobilins นอกจากนี้พบว่ามี xanthophylls อีก 2 ตัว คือ myxoxanthin และ zeaxanthin ในสาหร่ายกลุ่มนี้



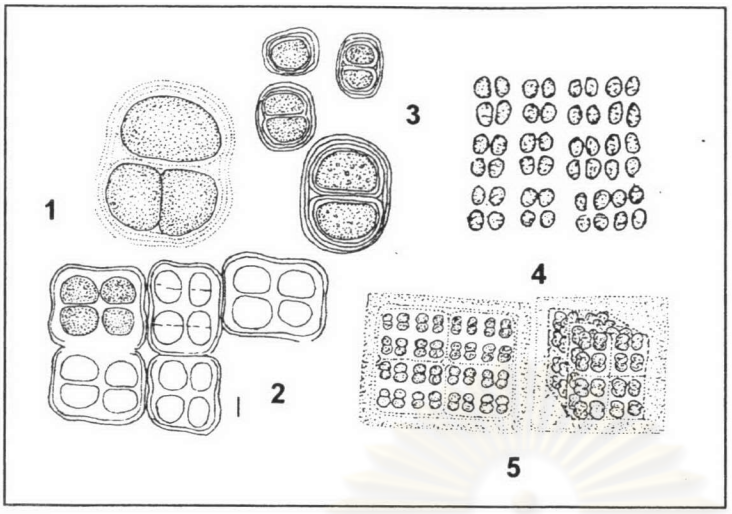
รูปที่ 1 ลักษณะภายในเซลล์ของไซยาโนแบคทีเรีย 2 ชนิด
1. *Phormidium retzii*
2. *Chroococcus turgidus*
(CH = Chromatoplasm
CE = Centroplasm)
(Desikachary, 1959)

Phycobilin pigments ของไซยาโนแบคทีเรีย มี 3 ชนิด ประกอบด้วย C-phycoerythrin (red) C-phycocyanin (blue) และ allophycocyanin (blue) ซึ่งทั้ง phycobilins และคลอโรฟิลล์_เอนี้เองที่ทำให้ไซยาโนแบคทีเรียมีสีเขียวแกมน้ำเงิน นอกจากนี้ phycobilins ยังมีบทบาทที่สำคัญในการตรึงไนโตรเจนจากภายนอกเซลล์ ผนังเซลล์ของไซยาโนแบคทีเรียเป็นโครงสร้างเชิงซ้อนที่มี 2 ชั้น โดยที่ชั้นนอกเป็นสารประกอบพวก lipopolysaccharide ซึ่งมีองค์ประกอบคล้ายคลึงกับผนังเซลล์ของแบคทีเรียแกรมลบ ส่วนชั้นถัดมาเป็นชั้นของ peptidoglycan ซึ่งประกอบด้วย muramic acid glucosamine alanine glutamic acid และ α และ ε-diaminopimelic acid (Dawes, 1998) อาหารสะสมของไซยาโนแบคทีเรีย มี 4 รูปคือ ฟอสเฟต คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และ fixed nitrogen

ไซยาโนแบคทีเรียเป็นเซลล์ที่ไม่มีหนวด (flagella) ช่วยในการเคลื่อนที่ เพราะฉะนั้นมันจึงอาศัยการเคลื่อนที่แบบ gliding movement ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่แบบเดินหน้าหรือถอยหลังหรือแบบแกว่งไปข้างซ้ายและขวาสลับกัน ระบบการสืบพันธุ์ของไซยาโนแบคทีเรียมีแต่การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น โดยรูปแบบการสืบพันธุ์อาจเป็นการแบ่งเซลล์แบบ binary fission การแตกสาย (fragmentation) ของโคโลนีและ trichome หรือแม้แต่การสร้างสปอร์ใน Family Nostocaceae และ Scytonemataceae

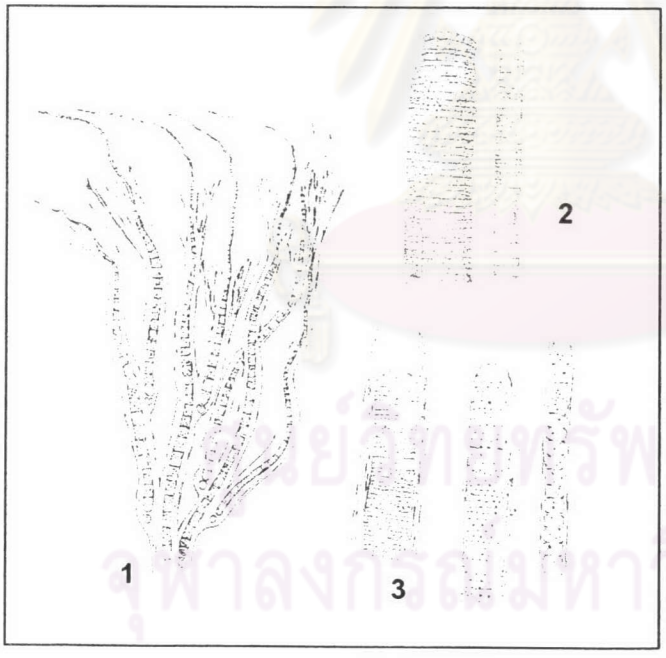
การจัดจำแนกไซยาโนแบคทีเรียตามลักษณะรูปร่างสามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. แบบ coccoid species ซึ่งจะเจริญจากเซลล์เดี่ยวเป็นโคโลนี มีลักษณะและรูปร่างที่หลากหลายโดยที่ขนาดของโคโลนีจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม ใน coccoid species จะมีการสร้าง sheath จากผนังเซลล์ของทุกๆ เซลล์ในโคโลนีขึ้นมาคลุมโคโลนี และเมื่อมีการแบ่งเซลล์ sheath ก็จะคลุมเซลล์ทุกๆ เซลล์ทั้งหมดไว้ด้วยกัน ตัวอย่างของไซยาโนแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Eucapsis*, *Merismopedia* และ *Chroococcus* (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ไซยาโนแบคทีเรีย แบบ coccoid
1. *Chroococcus turgidus*
2. *Chroococcus cohaerens*
3. *Chroococcus tenax*
4. *Merismopedia punctata*
5. *Eucapsis alpina*
(Desikachary, 1959)

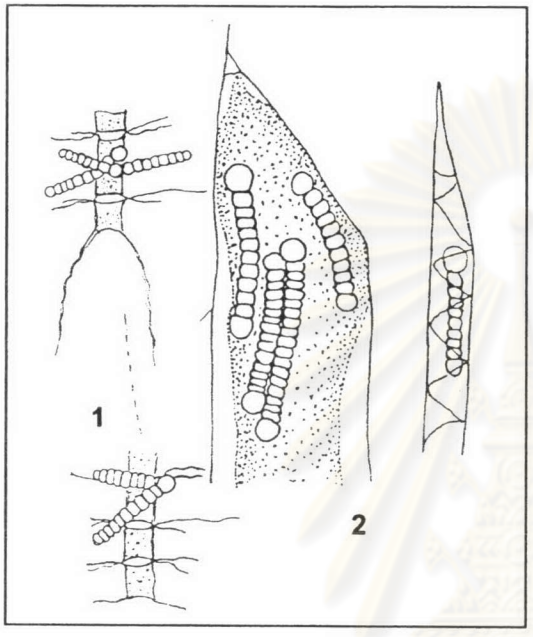
2. แบบ filamentous plant ที่มีการเรียงตัวของเซลล์เป็นแถว หรือ ที่เรียกว่า trichome โดยที่เซลล์ที่เกิดขึ้นเกิดจากการแบ่งตัวของเซลล์เอง ซึ่งแต่ละเซลล์ที่แบ่งตัวออกมาจะมี sheath ขึ้นมาคลุมแยกแต่ละเซลล์ ตัวอย่างไซยาโนแบคทีเรียในกลุ่มนี้ได้แก่ *Oscillatoria*, *Lyngbya* และ *Rivularia* เป็นต้น (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ไซยาโนแบคทีเรีย แบบ filamentous plant
1. *Rivularia* sp.
2. *Oscillatoria* spp.
3. *Lyngbya* spp.
(Desikachary, 1959)

เราสามารถพบไซยาโนแบคทีเรียได้ทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม นอกจากนี้ ไซยาโนแบคทีเรียยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญบนผิวหน้าดินในหาดเลนรองจากกลุ่มไดอะตอมที่อยู่หน้าดิน (Dawes, 1998) ไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดจะดำรงชีพเป็น endophytes อยู่ในไดอะตอมและบางชนิดดำรงชีพเป็นปรสิตหรือมีชีวิตแบบ symbiosis กับสาหร่ายชนิดอื่น เช่น *Richelia intracellularis* จะอาศัยอยู่ในเซลล์ของไดอะตอม *Rhizosolenia* spp. หรือเกาะอยู่บน

Chaetoceros spp. (รูปที่ 4) และนอกจากอาศัยอยู่กับพืชด้วยกันแล้ว ไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดสามารถอยู่รวมกับแพลงก์ตอนสัตว์ได้อีกด้วย เช่น *Phormidium mucicola* อยู่ในเมือกที่สร้างขึ้นเป็นปลอกหุ้มโรติเฟอร์ชนิด *Floscularia mutabilis* และ *Conochilus unicomis* (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542)



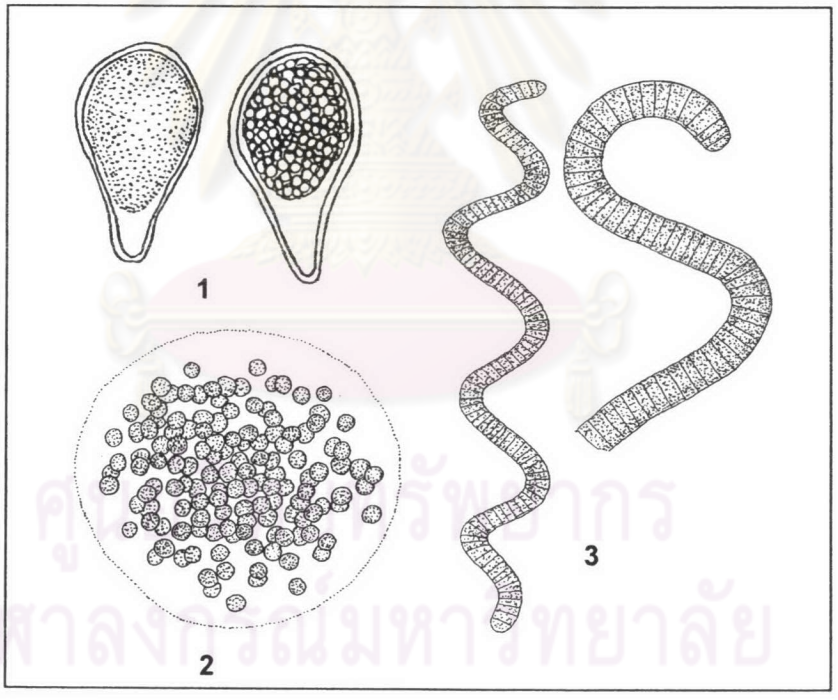
รูปที่ 4 ไซยาโนแบคทีเรียที่ดำรงชีพแบบ symbiosis กับสาหร่ายชนิดอื่น
1. อาศัยกับ *Chaetoceros* spp.
2. อาศัยกับ *Rhizosolenia* spp.
(Desikachary, 1959)

ไซยาโนแบคทีเรียมีความต้านทานต่อความร้อนสูง จึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงได้แต่ก็ไม่สามารถทนทานต่อสาร anti-biotic บางชนิด นอกจากนี้ลักษณะเฉพาะของสาหร่ายกลุ่มนี้คือการที่มันสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้โดยตรง ทำให้มันสามารถที่จะดำรงชีพอยู่ได้แม้ในสภาวะที่ธาตุอาหารมีน้อย

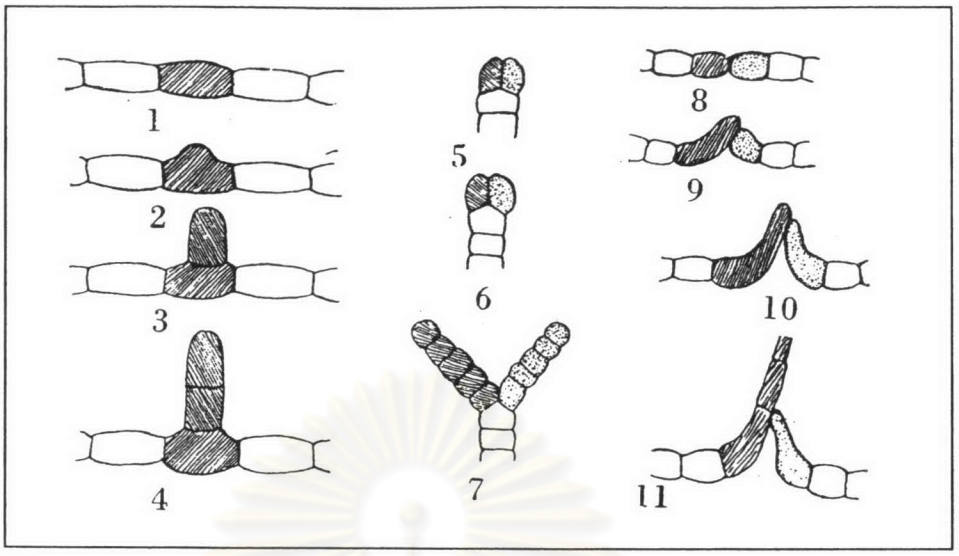
ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกไซยาโนแบคทีเรีย ตามระบบของ Desikachary (1959) มีดังนี้

1. ลักษณะรูปร่างของเซลล์ (รูปที่ 5)
   1.1 เซลล์เดี่ยว (unicellular)
   1.2 โคโลนี (colony)
   1.3 เส้นสาย (filamentous)
2. ลักษณะการสืบพันธุ์
   2.1 สร้าง endospores หรือ exospores
   2.2 สร้าง endospores แต่ไม่อยู่ใน sporangia และไม่มีการสร้าง exospores
   2.3 วิธีการแตกสาย (fragmentation)

3. การแตกแขนงของเส้นสาย
   3.1 การแตกแขนงแบบแท้ (true branching) แบ่งออกเป็น 3 แบบ (รูปที่ 6) คือ
      3.1.1 การแตกแขนงข้าง (lateral branching)
      3.1.2 การแตกแขนงคู่ (dichotomous branching)
      3.1.3 การแตกแขนงแบบตัว "V" คว่ำ (reverse V-shaped branching)
   3.2 ไม่มีการแตกแขนง หรือการแตกแขนงแบบเทียม (false branching) (รูปที่ 7)
4. ส่วนฐาน (base) และส่วนยอด (apex)
   4.1 ไม่มีความแตกต่างกันของทั้ง 2 ส่วน
   4.2 มีความแตกต่างกันของทั้ง 2 ส่วนอย่างชัดเจน
5. Heterocysts
   5.1 ไม่มี heterocysts
   5.2 มี heterocysts (รูปที่ 8)
6. ถิ่นที่อยู่อาศัย



รูปที่ 5 ลักษณะรูปร่างแบบต่างๆ ของไซยาโนแบคทีเรีย
1. เซลล์เดี่ยว (unicellular)
2. โคโลนี (colony)
3. เส้นสาย (filamentous)
(Desikachary, 1959)



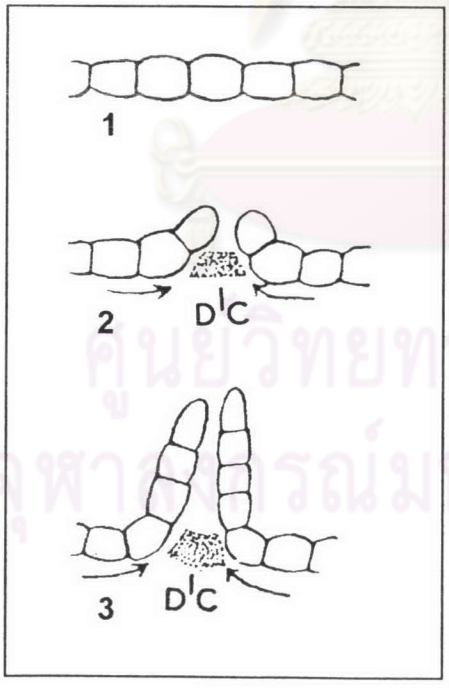
รูปที่ 6 การแตกแขนงแบบแท้ (true branching)

1-4. การแตกแขนงข้าง (lateral branching)

5-7. การแตกแขนงคู่ (dichotomous branching)

8-11. การแตกแขนงแบบตัว "V" คว่ำ (reverse V-shaped branching)

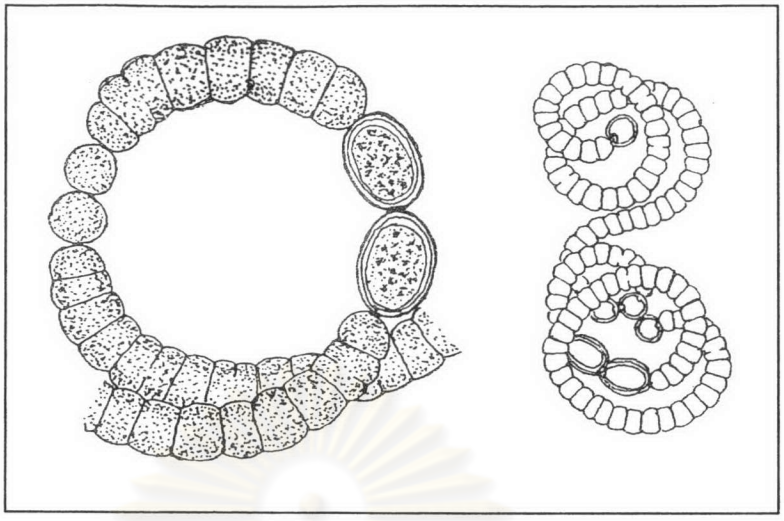
(Desikachary, 1959)



รูปที่ 7 การแตกแขนงแบบเทียม (false branching)

(Desikachary, 1959)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 8 Heterocysts ใน *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj v. *indica* Ramanathan (Desikachary, 1959)

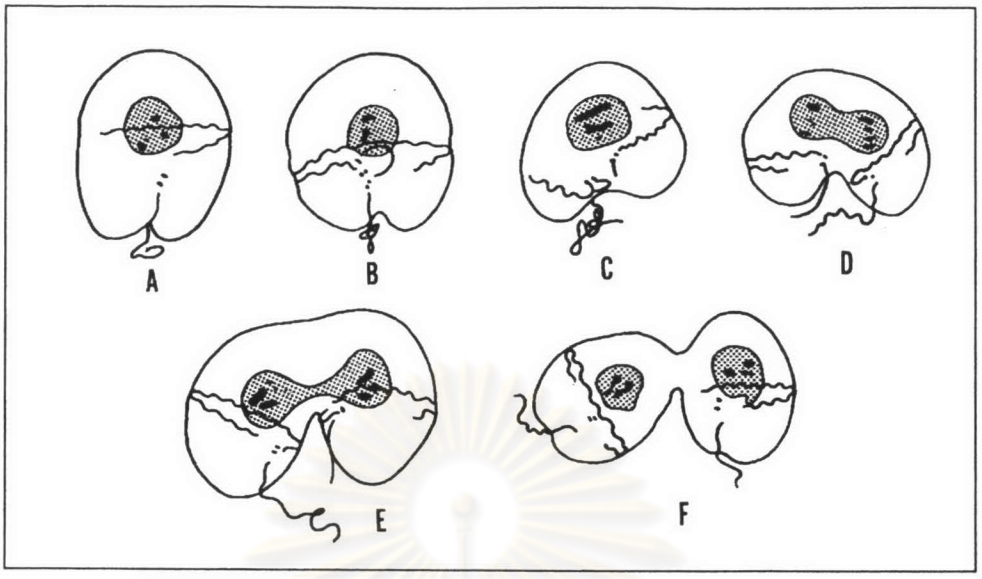
II. ไดโนแฟลกเจลเลต (Dinoflagellates)

ไดโนแฟลกเจลเลตถูกจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานไว้ใน Division Chromophyta Class Dinophyceae (Steidinger and Tanger, 1996) ไดโนแฟลกเจลเลตมีขนาดเซลล์อยู่ระหว่าง 2 ไมโครเมตรถึง 2 มิลลิเมตร สามารถพบได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม โดยพบอาศัยอยู่ในมวลน้ำ ที่ผิวดิน เป็น symbionts หรือแม้แต่เป็น parasites ไดโนแฟลกเจลเลตส่วนมากจะเป็น haploid eukaryotic cells ที่มีหนวด (flagella) สองเส้น

รงควัตถุของไดโนแฟลกเจลเลต คือ คลอโรฟิลล์_เอ คลอโรฟิลล์_ซี2 β-carotene peridinin fucoxanthin และ xanthophylls บางชนิด ไดโนแฟลกเจลเลตมีอาหารสะสมอยู่ในรูปของแป้ง (μ-1, 4- linked glucan) และน้ำมัน (oils)

ไดโนแฟลกเจลเลตมีการสืบพันธุ์ทั้งระยะที่อาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ โดยการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นแบบ binary fission (รูปที่ 9) ซึ่งเซลล์ลูกที่ได้จะเป็น haploid ที่มีลักษณะและจำนวนของโครโมโซมเท่าเดิม หรือในบางสภาวะอาจมีการสร้าง temporary cyst แทน

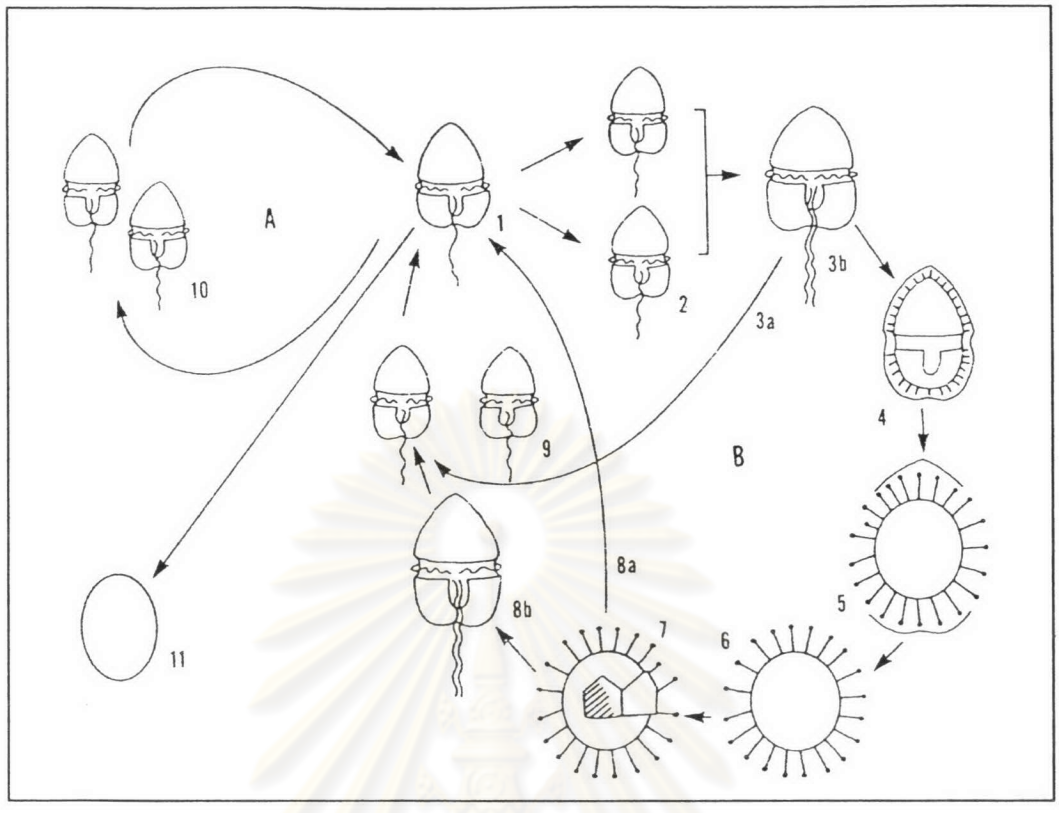
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 9 การแบ่งเซลล์ (สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ) ของ *Gyrodinium uncatenum* (Steidinger and Tanger, 1996)

ส่วนการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศนั้น เริ่มจากการที่เซลล์ haploid 2 เซลล์ที่ได้จากการแบ่งมารวมกันเกิดเป็น zygote ที่เป็น diploid จากนั้น zygote จะมีการแบ่งตัวแบบ meiosis ให้ vegetative cells ที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่งหรือในอีกกรณีหนึ่ง คือ zygote อาจกลายเป็น cyst ซึ่งจะเปลี่ยนรูปเป็น resting cyst และพัฒนาต่อเป็น hypnozygote ที่มีเปลือกหนาไม่สามารถเคลื่อนไหวได้และจะจมลงสู่พื้นท้องทะเลจนกว่าจะถึงสภาวะที่สภาพแวดล้อมเหมาะสมมากระตุ้น ซึ่งจะเกิดการกระตุ้นให้เปลี่ยนแปลงกลับไปเป็น zygote เหมือนในตอนแรกอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงจะมีการแบ่งตัวแบบ meiosis ให้ vegetative cells ปกติที่มีจำนวนโครโมโซมเป็นครึ่งหนึ่ง (รูปที่ 10)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 10 วงชีวิตของไดโนแฟลกเจลเลต

A. ช่วงที่มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศของ vegetative cell
vegetative cell (1) แบ่งเซลล์แบบ binary fission ให้เซลล์ลูก (10) และในบางครั้งอาจเปลี่ยนแปลงเป็น temporary cysts (11) เมื่อมีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม

B. ช่วงที่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศของ vegetative cell
vegetative cell (1) สร้าง gamete 1 คู่ (2) จากนั้นรวมกันเป็น planozygote (3) ซึ่งสามารถแบ่งตัวแบบ meiosis (3a) ให้ vegetative cell ได้เหมือนเดิม (9) หรืออาจมีการสร้าง cyst (cyst formation, 4) ซึ่งจะเปลี่ยนรูป (5) เป็น resting cyst (hypnozygote) (6) และเมื่อพัฒนาเป็น excystment (7) ซึ่งสามารถสร้าง planozygote (8b) ที่แบ่งตัวให้ vegetative cell (1) ได้อีกครั้งหรืออาจเกิดการแบ่งในช่วงที่เป็น excystment (8a) ให้เป็น vegetative cells (1) ได้โดยตรง

(Steidinger and Tanger, 1996)

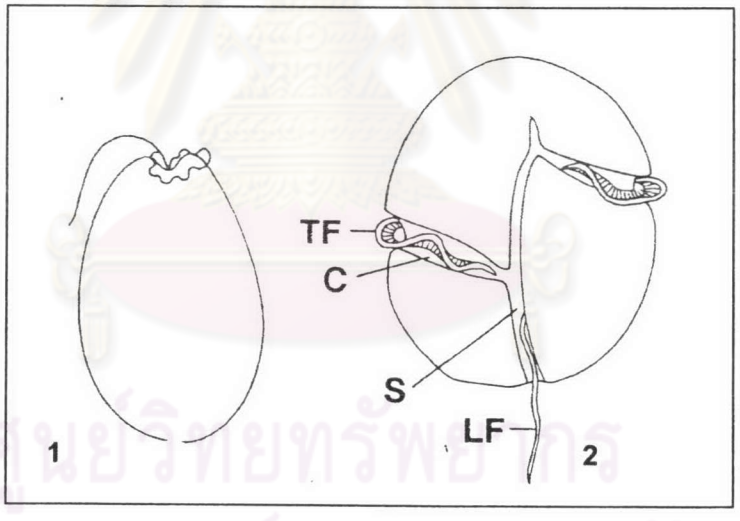
ไดโนแฟลกเจลเลตสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม (รูปที่ 11 และ 12) ตามจุดกำเนิดและลักษณะของหนวด (flagella) คือ

1. Desmokont ซึ่งมีจุดกำเนิดของหนวดจากทางด้านหน้าของเซลล์ โดยที่หนวดทั้ง 2 เส้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ หนวดเส้นหนึ่งจะขดอยู่บนผิวของเซลล์ ในขณะที่อีกเส้นหนึ่งจะยื่นออกมานอกเซลล์ นอกจากนี้ในกลุ่มนี้จะมีแผ่นเปลือกขนาดใหญ่เพียง 2 แผ่น

2. Dinokont จะมีจุดกำเนิดของหนวดมาจากด้านท้องของเซลล์ โดยที่หนวดเส้นหนึ่งจะมีลักษณะคล้ายริบบิ้นอยู่ในร่องทางขวางของเซลล์ที่เรียกว่า cingulum (หรือ girdle) และหนวดอีกเส้นหนึ่งจะอยู่ใน sulcus ซึ่งเป็นร่องตามยาวอยู่ทางด้านล่างของเซลล์ โดยในกลุ่มของ Dinokont จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ

2.1 Unarmored หรือ naked หรือ athecate dinokont ซึ่งไม่มี cellulose plates หรือมี theca ที่บางมาก

2.2 Armored dinokont จะมี empty thecal vesicles และมี theca plates หนามากจำนวนหลายแผ่น ซึ่งบางชนิดจะมีแผ่น cellulose plate อยู่ภายใน thecal vesicles



<u>รูปที่ 11</u> ลักษณะเซลล์ของไดโนแฟลกเจลเลต

1. Desmokont
2. Dinokont

TF = หนวดตามขวาง

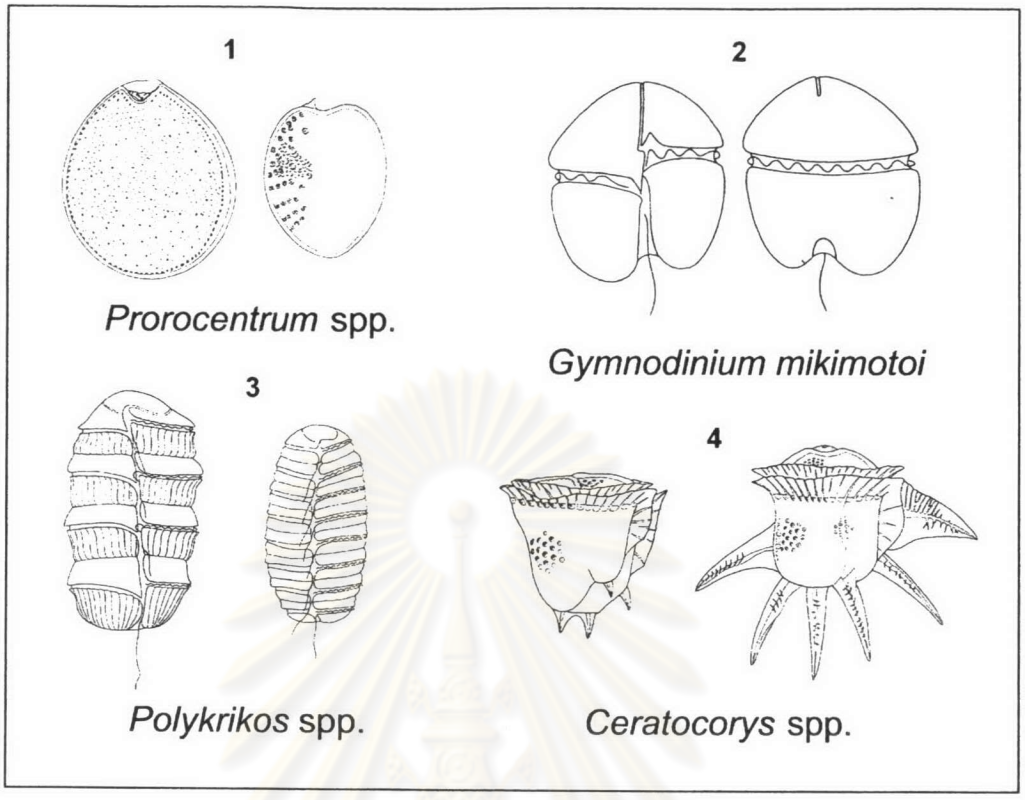
C = ร่องขวางกลางเซลล์ (cingulum)

S = ร่องตามความยาวลำตัว (sulcus)

LF = หนวดตามยาว

(Steidinger and Tanger, 1996)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 12 ตัวอย่างไดโนแฟลกเจลเลตในกลุ่มต่างๆ

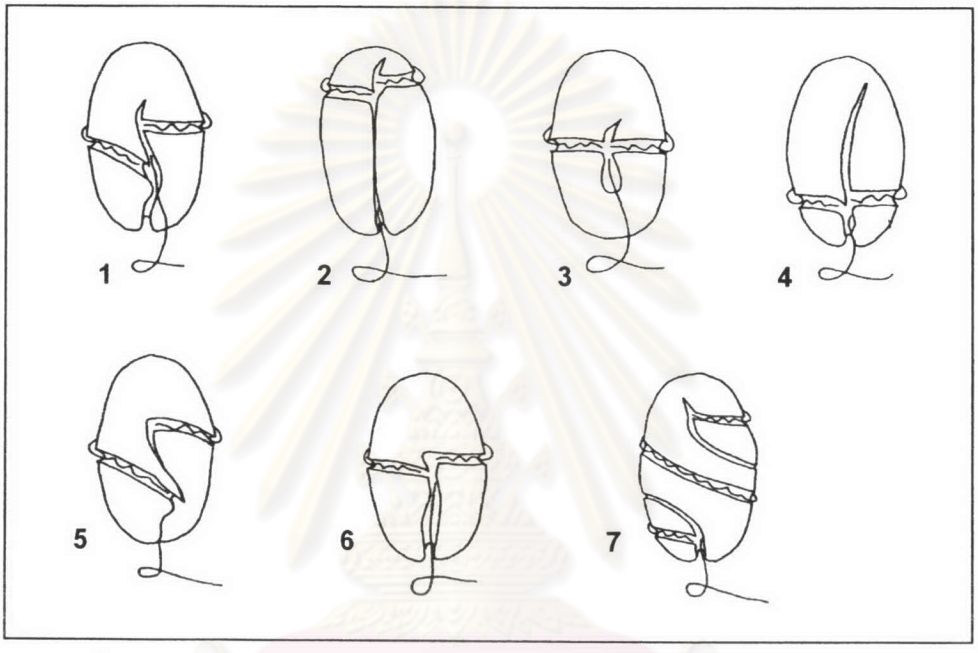
1. Desmokont
2. Dinokont
3. Unarmored Dinokont
4. Armored Dinokont

(Steidinger and Tanger, 1996)

ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกไดโนแฟลกเจลเลตตามระบบของ Steidinger and Tanger (1996) มีดังนี้

1. จุดกำเนิดและลักษณะของหนวด (flagella)
   1.1 หนวด (flagella) ทั้ง 2 เส้นมีรูปร่างแตกต่างกัน แต่มีจุดกำเนิดที่เดียวกันคือส่วน anterior
   1.2 หนวด (flagella) ทั้ง 2 เส้นมีจุดกำเนิดที่แตกต่างกัน โดยเส้นหนึ่งจะเรียงตัวในแนวขวาง (cingulum) ซึ่งเรียกว่าหนวดตามขวาง (transverse flagellum) และอีกหนึ่งเส้นเรียงตัวในแนวตั้ง (sulcus) ซึ่งเรียกว่าหนวดตามยาว (longitudinal flagellum)

2. แผ่นของ theca plates ที่ห่อหุ้มเซลล์
   2.1 ไม่มีหรือมี theca plates ที่บางมาก
   2.2 มี theca plates หนามากจำนวนหลายแผ่น
3. ลักษณะ รูปร่าง และตำแหน่งของ cingulum และ sulcus (รูปที่ 13)
4. จำนวนและลักษณะของ theca plates
5. ลักษณะ ตำแหน่ง และขนาดของ horn, spines, wing, rib, lists และ fins



รูปที่ 13 ลักษณะ รูปร่าง และตำแหน่งของ cingulum และ sulcus แบบต่างๆ
1. ส่วน displaced cingulum มี sulcus ยื่นขึ้นมาทางด้าน epitheca
2. ส่วน cingulum อยู่เหนือจุดกึ่งกลางของ cell (premedian)
3. ส่วน cingulum อยู่กึ่งกลางของ cell และปลายด้าน proximal ชนกับปลายด้าน distal (median)
4. ส่วน cingulum อยู่ใต้จุดกึ่งกลางของ cell (postmedian)
5. ส่วน displaced cingulum ยื่นลงมาด้าน hypotheca (overhang)
6. ส่วน displaced cingulum ไม่มี cingulum แทรกอยู่บนด้าน epitheca
7. cingulum บิด และส่วน sulcus วนรอบเซลล์มากกว่าหนึ่งรอบ
(Steidinger and Tanger, 1996)

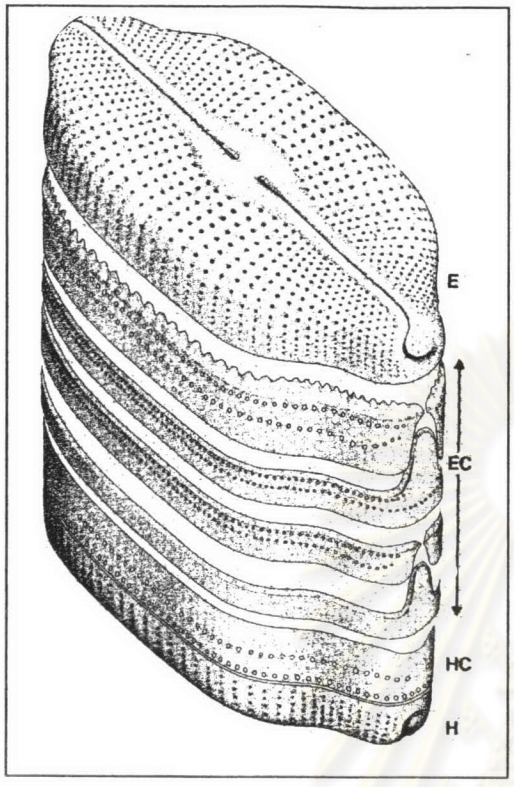
III. ไดอะตอม (Diatom)

ไดอะตอมจัดจำแนกอยู่ใน Division Bacillariophyta (Round *et al.*, 1990) ไดอะตอมเป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่มักจะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนพืชมีขนาดตั้งแต่ 2 ไมโครเมตรจนถึง 2 มิลลิเมตร หรืออยู่ในช่วงของนาโนแพลงก์ตอนและไมโครแพลงก์ตอน พบทั้งที่อยู่เป็นเซลล์เดี่ยวและอยู่รวมกันเป็นโคโลนี มีถิ่นอาศัยอยู่ในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล ไดอะตอมมีรงควัตถุหลักคือ คลอโรฟิลล์_เอ คลอโรฟิลล์_ซี β-carotene fucoxanthin diatoxanthin และ diadinoxanthin และมีการสะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรตในรูปของน้ำมัน (oils) และ chrysolaminarin (Hasle and Syvertsen, 1996)

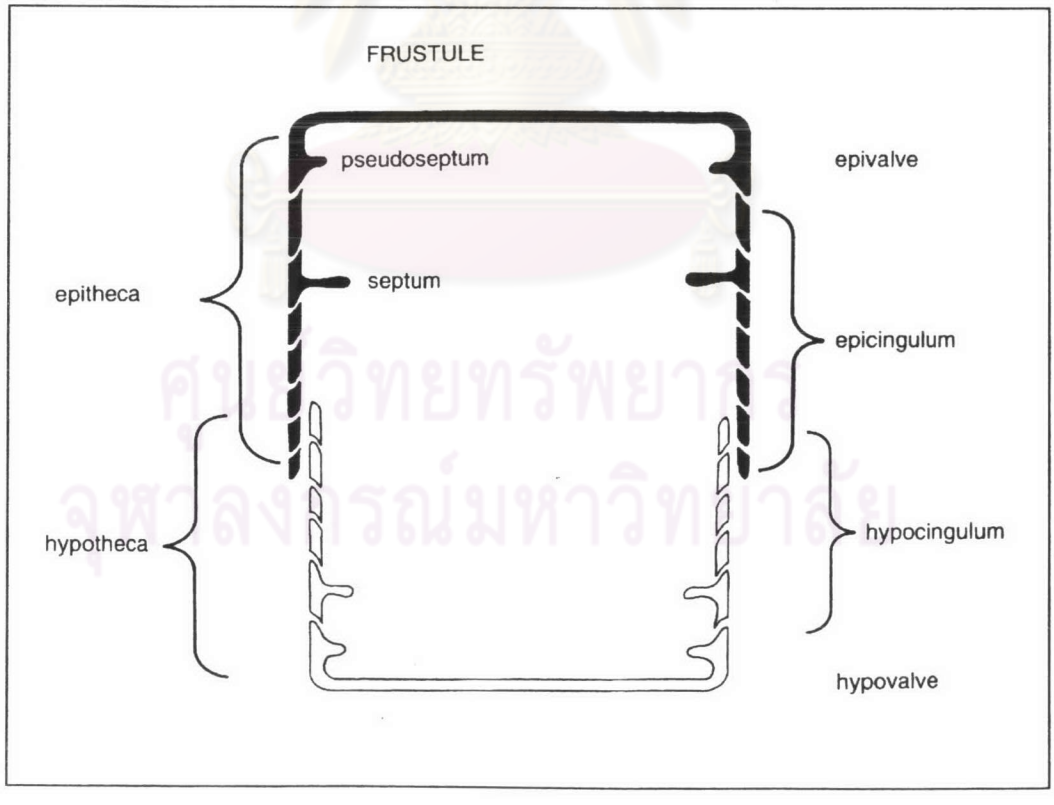
ลักษณะเด่นของเซลล์ไดอะตอมที่แตกต่างจากสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่น คือ ส่วนของผนังเซลล์ซึ่งจะเป็นสารประกอบพวกซิลิกา ($SiO_2.nH_2O$) และชั้นของสารประกอบอินทรีย์ที่เรียกรวมกันว่า frustule มีลักษณะคล้ายฝา (valve) 2 ฝาประกบกันเหมือนฝากล่องขนาดใหญ่ครอบอยู่บนฝากล่องขนาดเล็ก ฝาด้านบนที่มีขนาดใหญ่กว่าและมีอายุมากกว่าเรียกว่า epivalve ส่วนฝาด้านล่างที่มีอายุน้อยกว่าและมีขนาดเล็กกว่าเรียก hypovalve ระหว่างฝา 2 ฝาจะมีแผ่นของซิลิกาที่เรียกว่า girdle bands (หรือ cingulum) รัดเป็นวงล้อมรอบอยู่ จำนวนของ girdle bands จะแตกต่างกันตามแต่ชนิดของไดอะตอม ถ้ามี girdle bands จำนวนมากมักจะแยกเป็นแผ่นหลายๆ แผ่น ซึ่งจะทำให้ epivalve และ hypovalve ไม่ทับกัน โดยเรียก epivalve และ girdle bands ที่ติดกันว่า epitheca และเรียก hypovalve กับ girdle bands ที่ติดกันว่า hypotheca ส่วนของ girdle element ที่เหลือถ้าอยู่ติดกับ epivalve เรียกว่า epicingulum และส่วนที่ติดกับ hypovalve เรียก hypocingulum (รูปที่ 14 และ 15)

นอกจากนี้ ในส่วนของ girdle bands ก็สามารถแบ่งลักษณะที่ต่างกันเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ 1. วงปิด (close band) 2. วงเปิด (open band) ด้านหลังมีส่วนยื่นขึ้นไปทาง epivalve เรียกว่า ligula และส่วนยื่นลงไปทาง hypovalve เรียกว่า antiligula และ 3. ลักษณะผสมของวงปิดสองชั้นและหนึ่งชั้น (half band) (รูปที่ 16)

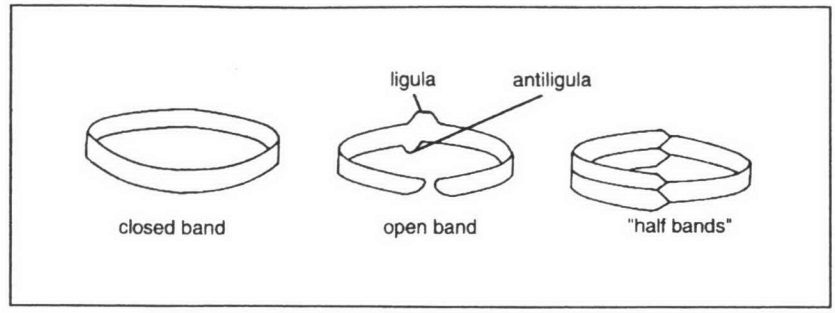
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 14 Frustule ของ naviculoid diatom
E = epivalve
EC = epicingulum (มี 4 ชั้น)
HC = hypocingulum
H = hypovalve
(Round *et al.*, 1990)



รูปที่ 15 ลักษณะฝาของไดอะตอม (Hasle and Syvertsen, 1996)

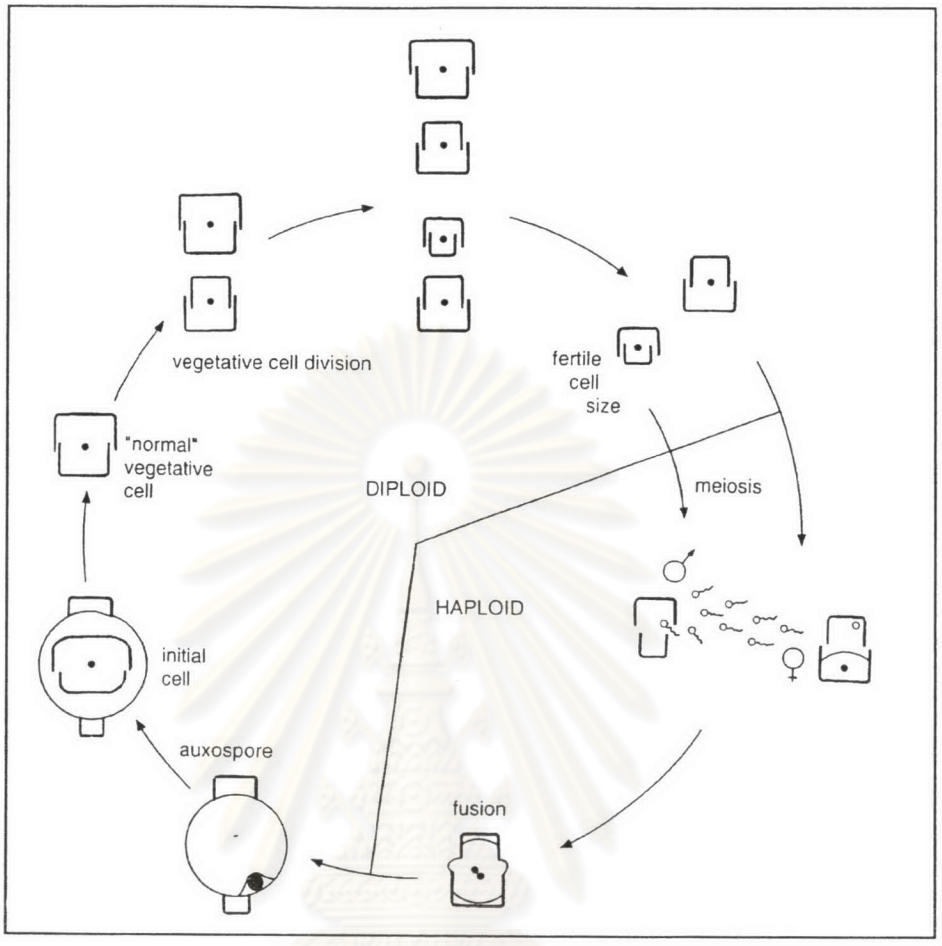


รูปที่ 16 ลักษณะ girdle bands แบบต่างๆ (Hasle and Syvertsen, 1996)

ไดอะตอมมีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและแบบไม่อาศัยเพศ โดยการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศนั้นเป็นการแบ่งแบบ binary fission ให้เซลล์ลูก 2 เซลล์ ซึ่งเซลล์หนึ่งมีขนาดเท่าเซลล์แม่และอีกเซลล์หนึ่งมีขนาดเล็กกว่า เนื่องมาจากการแบ่งเซลล์ของเซลล์แม่คือการแบ่งฝาทั้ง 2 ฝา โดยฝาทั้ง 2 ฝาของแม่จะเป็น epivalve ของเซลล์ลูกเสมอ ดังนั้นการสืบพันธุ์แบบนี้จึงทำให้ขนาดเฉลี่ยของประชากรเล็กลงเสมอซึ่งการที่ขนาดจะกลับมาเท่าเดิมได้ต้องอาศัยการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

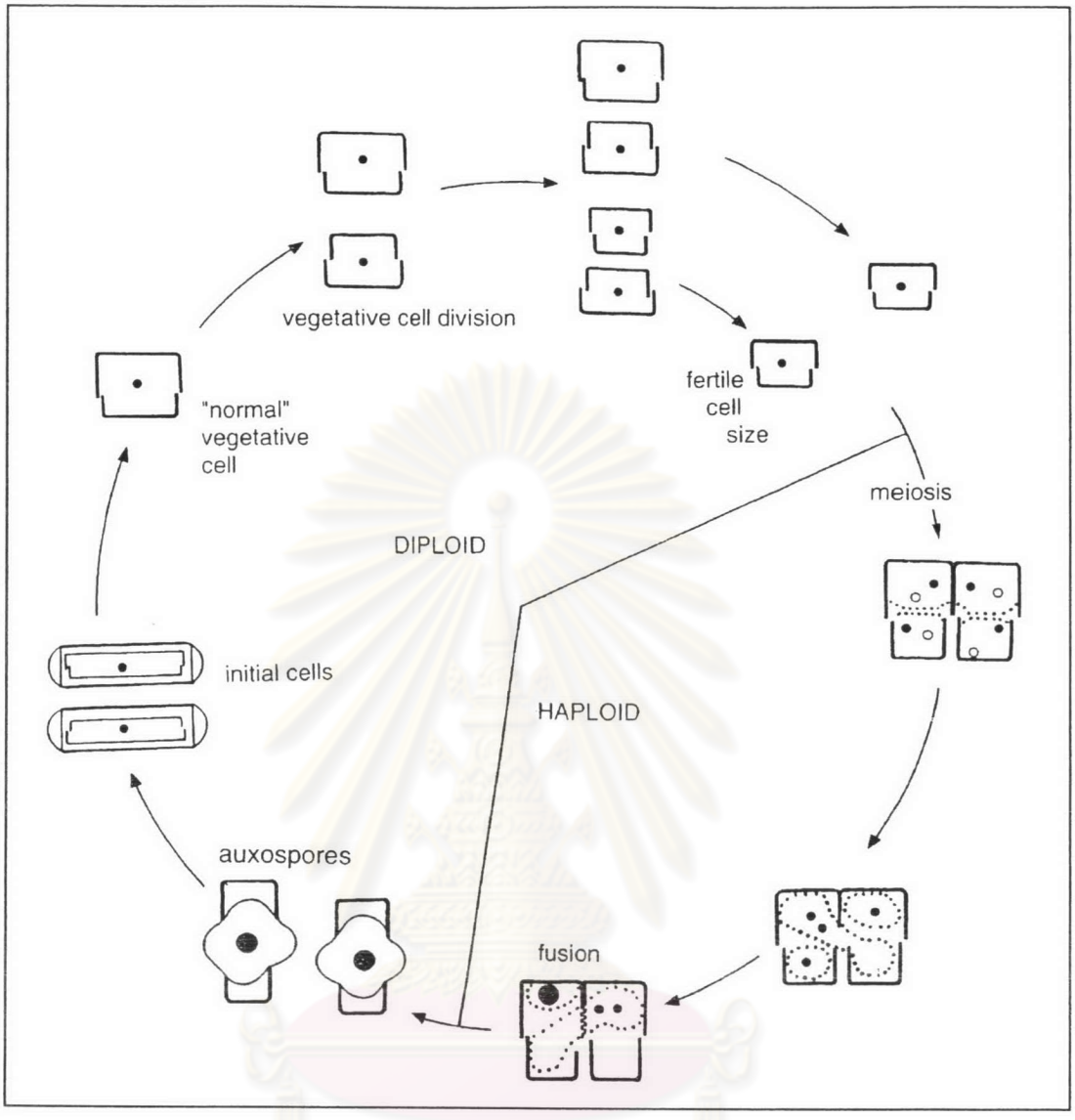
การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเกิดในเซลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าครึ่งหนึ่งของขนาดเซลล์สูงสุดของไดอะตอมแต่ละชนิด โดยเซลล์สืบพันธุ์ที่ถูกสร้างขึ้นจะมีโครโมโซมเพียง 1 ชุด ในกลุ่มของ centric diatom การสร้างเซลล์สืบพันธุ์เป็นแบบ oogamy คือเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้มีหนวด และจะผสมกับไข่ซึ่งมีเพียงหนึ่งฟองในเซลล์แม่ 1 เซลล์ได้เป็น zygote ซึ่งจะเพิ่มขนาดขึ้นโดยการสะสมน้ำไว้ในเซลล์ Zygote ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นนี้จะสร้างเปลือกหุ้มที่เรียกว่า auxospore ซึ่งมีลักษณะเป็นทรงกลมและมีสัณฐานวิทยาของเปลือกต่างจากเปลือกของเซลล์ธรรมดา Auxospore แบ่งเซลล์ให้เซลล์ลูกหลายเซลล์ซึ่งมีขนาดเท่ากับขนาดใหญ่สุดของไดอะตอมชนิดนั้น (รูปที่ 17) centric diatom บางชนิดเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิลดต่ำลงหรือไนโตรเจนในน้ำลดลงจะสร้าง cyst ซึ่งมีเปลือกซิลิกาหนาหุ้มเซลล์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 17 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศในกลุ่มของ centric diatom (Hasle and Syvertsen, 1996)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศใน pennate diatom เป็นแบบ isogamous เซลล์สืบพันธุ์ (gametes) ไม่มีหนวด (flagella) ซึ่งเซลล์ทั้ง 2 เซลล์จะจับคู่กันและผลิตสารเมือก (mucilage) มาหุ้มรอบเซลล์ จากนั้นจะแบ่งเซลล์แบบ meiosis และมีการแลกเปลี่ยน gametes กัน เกิดเป็น zygotes 2 เซลล์ซึ่งต่อมาจะขยายเป็น auxospores ที่มีรูปร่างยาวขนาดใหญ่ล้อมรอบด้วยฝา และ girdle bands (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศใน pennate diatom
(Hasle and Syvertsen, 1996)

ไดอะตอมจัดแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. Centric diatoms เป็นไดอะตอมที่อยู่ใน Order Coscinodiscophyceae (Round *et al.*, 1990) มีลายเรียงตัวอยู่ตามแนวรัศมี ซึ่งส่วนมากในกลุ่มนี้จะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนในมวลน้ำ Centric diatoms หลายชนิดจะมี spines และส่วนยื่น (extensions) ยื่นออกมาจากผิวและบริเวณขอบของฝา ในกลุ่มนี้มีคลอโรพลาสต์เป็นรูปกลมแบนแบบหรียญ (discoid shaped) จำนวนมากอยู่ระหว่างผนังเซลล์และผนังของ vacuole นอกจากนี้ยังมี vacuole ขนาดใหญ่อยู่ที่บริเวณกลางเซลล์

ลวดลายบนฝา (valve striation) ของ centric diatom ซึ่งใช้เป็นดัชนีในการจำแนกชนิด มีหลายแบบ (รูปที่ 19) คือ

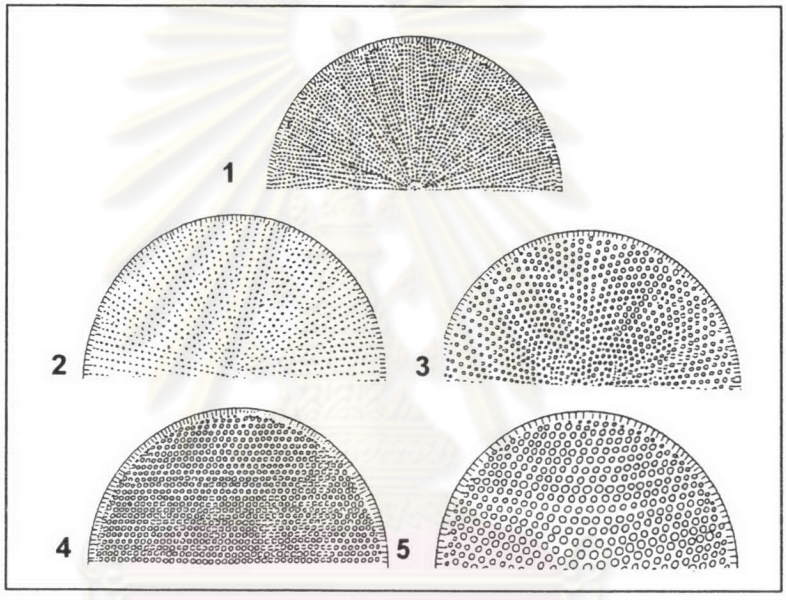
(1) Curvantulus fasciculation ที่ลายบนฝา (striae) ขนานกันและมีกลุ่มของ striae ที่มีขอบยาว

(2) Fasciculation ที่ striae เรียงขนานกันและมีแนวยาวของ central striae

(3) Radial striae ที่เป็นแนวยาวจากตรงกลางถึงขอบและมี striae เล็กๆแทรกอยู่

(4) Striae ที่เรียงตัวเป็นเส้นตรง

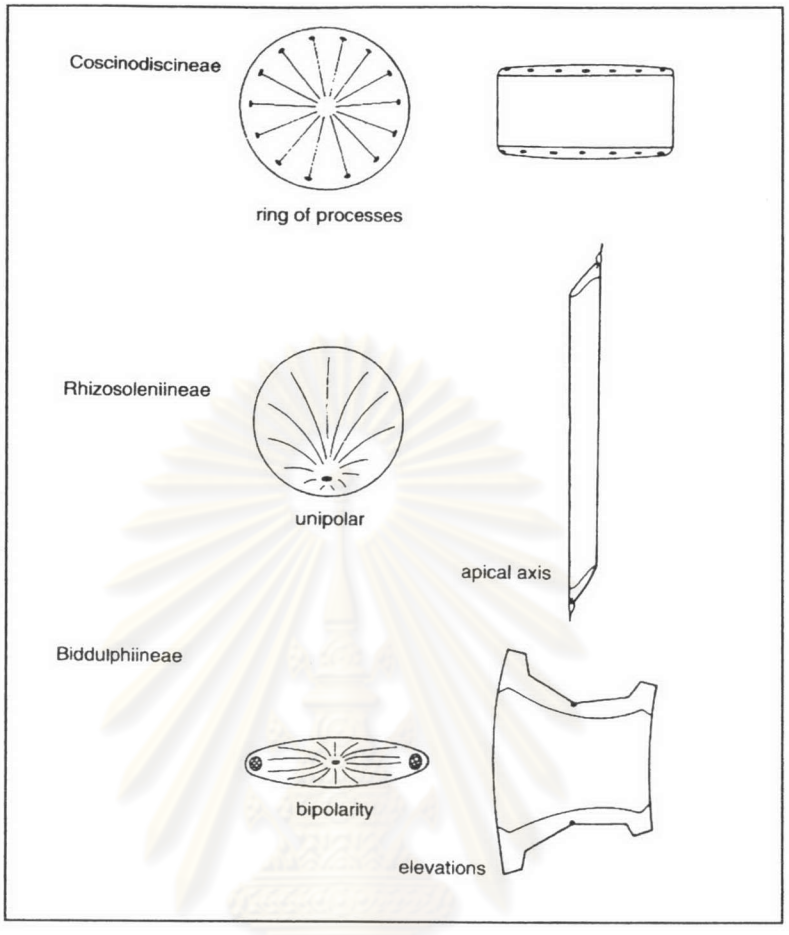
(5) Striae ที่เรียงตัวโค้ง



รูปที่ 19 ลวดลายแบบต่างๆ ของ centric diatom (Hasle and Syvertsen, 1996)

Centric diatom แบ่งออกได้เป็น 3 suborder (Hasle and Syvertsen, 1996) ดังนี้

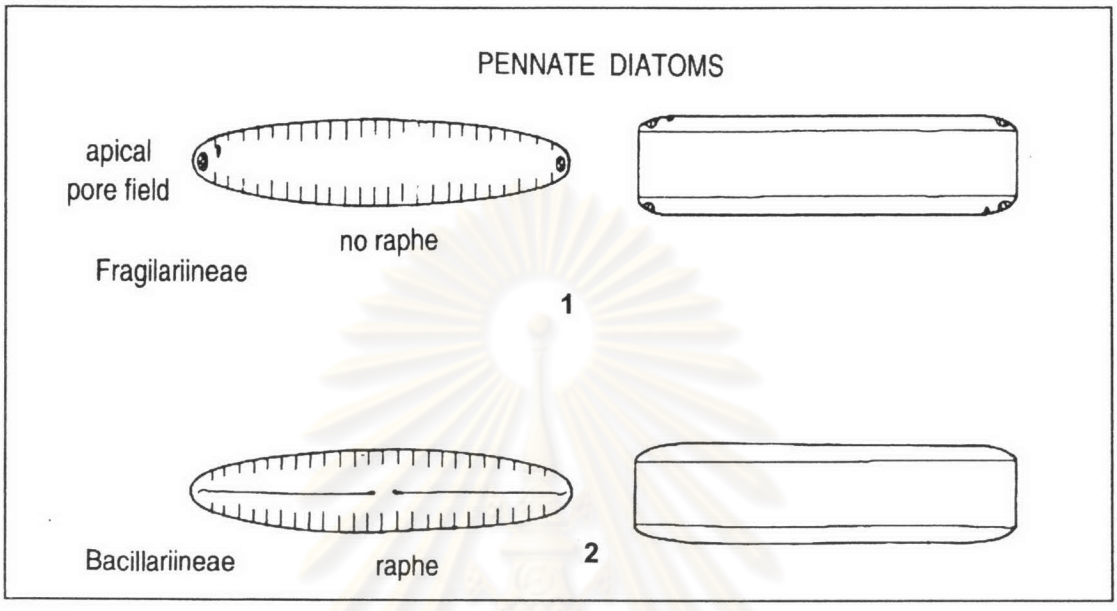
1. Suborder Coscinodiscineae บนขอบฝามีส่วนยื่น (marginal ring of processes) และลวดลายบนฝามีสมมาตรกันโดยไม่มีขั้ว (polarities)
2. Suborder Rhizosoleniineae ลวดลายบนฝาออกจากขั้วที่มีอยู่ 1 ขั้ว (unipolar) และไม่มีส่วนยื่นที่ขอบฝา
3. Suborder Biddulphiineae ลายบนฝาพุ่งออกมาจากขั้ว 2 ขั้วที่อยู่ตรงข้ามกัน (bipolar) (รูปที่ 20)



รูปที่ 20 ลักษณะของ centric diatom แบบต่างๆ (Hasle and Syvertsen, 1996)

2. Pennate diatoms อยู่ใน Class Fragilariophyceae (Araphid pennate) และ Class Bacillariophycidae (Raphid pennate) ฝามีลายเรียงตัวตั้งฉากกับแกนยาวของเปลือกทั้งด้านซ้ายและขวาของฝา ไดอะตอมกลุ่มนี้ส่วนใหญ่จะดำรงชีวิตอยู่ใกล้พื้น pennate diatoms หลายชนิดจะมีร่องอยู่ตามความยาวของฝาที่เรียกว่า raphe ซึ่งมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของไดอะตอม ดังนั้นจึงแบ่งไดอะตอมในกลุ่ม pennate diatoms ออกเป็น 2 กลุ่มย่อย คือ พวกที่มี raphe ซึ่งสามารถเคลื่อนที่ได้ เรียกว่า Raphid type และพวกที่ไม่มี raphe ซึ่งเรียกว่า Araphid type (รูปที่ 21) Pennate diatoms บางชนิดอาจมี raphe บนฝาด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านก็ได้และบริเวณส่วนกลางของฝาที่เว้าลงแต่ไม่มีร่องที่แท้จริงจะเรียกว่าเป็น Pseudoraphe คลอโรพลาต์ของ pennate diatom เป็นรูปเรียวยาวมีจำนวนสองหรือสามอันนิวเคลียสอยู่ค่อนไปทางฝาด้านใดด้านหนึ่งและมี central vacuole อยู่ตรงกลางเซลล์

นอกจากนี้ยังมีการสร้างสารประกอบคาร์โบไฮเดรตขับออกมานอกเซลล์ (extracellular polymeric substances) ซึ่งจะมีส่วนช่วยในการเคลื่อนที่ การป้องกันตัว และเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียและผู้ล่าอีกด้วย



รูปที่ 21 ลักษณะของ pennate diatom (Hasle and Syvertsen, 1996)
1. กลุ่มที่ไม่มี raphe
2. กลุ่มที่มี raphe

ลักษณะสำคัญที่ใช้ในการจำแนกชนิดของไดอะตอมตามระบบของ Round *et al.* (1990)

1. ลักษณะรูปร่างของเซลล์ (frustule)
   1.1 ฝา (valve)
      1.1.1 ขนาดและรูปร่าง (valve shapes)
      1.1.2 ลักษณะของบริเวณปลายขอบฝา (valve end type)
      1.1.3 ลักษณะของบริเวณกึ่งกลางฝา (central area)
      1.1.4 ลวดลาย
         - การเรียงตัวและจำนวนของรู (areolae)
         - การเรียงตัวและจำนวนของแถว (striae)
         - การปรากฏของ raphe
      1.1.5 ส่วนยื่น (Process)
         - ลักษณะ ตำแหน่ง และจำนวนของ labiate processes
         - ลักษณะ ตำแหน่ง และจำนวนของ strutted processes
         - ลักษณะ ตำแหน่ง และจำนวนของ spines

1.2 ลักษณะ ขนาด และรูปร่างของส่วน mantle

1.3 ลักษณะ ขนาด และรูปร่างของส่วน girdle bands

2. ลักษณะเซลล์

2.1 เซลล์เดี่ยว (unicellular)

2.2 โคโลนี (colony)

3. ถิ่นที่อยู่อาศัย

บทบาทของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในระบบนิเวศ

สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีบทบาทที่สำคัญในสายใยอาหาร คือเป็นผู้ผลิตและแหล่งอาหารที่สำคัญแก่สัตว์ที่อาศัยอยู่ผิวหน้าดิน เช่น กุ้ง ครัสเตเชียน หอยสองฝา ไส้เดือนทะเล ปลา ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่เกาะติดกับซากใบไม้เป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของกุ้งป่าชายเลนในประเทศมาเลเซีย (Newell *et al.*, 1995 อ้างโดย สุภาพร แสงแก้ว, 2545)

ผลผลิตที่ได้จากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะมีค่าผันแปรตามสถานที่ที่ศึกษา (ตารางที่ 1 และ 2) เช่น ในเอสทูรี่ Westerschelde ประเทศเนเธอร์แลนด์ พบว่าผลผลิตที่ได้จากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเป็นอัตราส่วนที่สำคัญของผลผลิตเบื้องต้นทั้งหมดในบริเวณที่เป็น intertidal flat ขนาดใหญ่ (Nienhuis *et al.*, 1985 อ้างโดย Kromkamp *et al.*, 1995) แต่ในเอสทูรี่บางแห่งกลับพบว่าค่าผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีสัดส่วนเพียง 1/3 ของผลผลิตเบื้องต้นทั้งหมด (Sullivan & Moncreiff, 1988 อ้างโดย Kromkamp *et al.*, 1995) การผันแปรของผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กและสัดส่วนความสำคัญนั้น เนื่องมาจากสภาวะแวดล้อมที่แตกต่างกัน อาทิเช่น กระแสน้ำขึ้น-น้ำลง ลักษณะพื้นผิวของดินตะกอน ปริมาณคาร์บอน ปริมาณแสง และอุณหภูมิที่เป็นตัวควบคุมกระบวนการสังเคราะห์แสงและจำนวนประชากรของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

ผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กอาจมีค่าสูงกว่าค่าผลผลิตจากแพลงก์ตอนพืชได้หลายเท่า เช่น การศึกษาในเขต Subtropical water ทางตอนใต้ของบราซิลพบว่าผลผลิตของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณนั้นมีค่าสูงสุดเพียง 0.3 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน (Brandini, 1990 อ้างโดย Brandini *et al.*, 2001) ในขณะที่การศึกษาในบริเวณเดียวกันของ Brandini *et al.* (2001) รายงานว่าผลผลิตสูงสุดของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดอะตอมที่อาศัยอยู่บนรากของพืช (pepiphytic diatom) มีค่า 0.2-1.4 กรัมคาร์บอนต่อตารางเมตรต่อวัน ซึ่งค่าผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินมีค่าสูงกว่าค่าผลผลิตของแพลงก์ตอนพืชถึง 4 เท่า สอดคล้องกับผลการศึกษาทางตอนเหนือของ Wadden sea ในบริเวณหาดทรายที่พบว่าค่าผลผลิตรวม (gross production) ทั้งหมดมาจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กถึงร้อยละ 68 และแพลงก์ตอนพืชเพียงร้อยละ 32 เท่านั้น

ตารางที่ 1 ผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในเอสทูรี่ต่างๆ
(ค่าที่แสดงมีหน่วยเป็นกรัมคาร์บอน ต่อตารางเมตร ต่อปี)

บริเวณศึกษา	ผลผลิต	วิธีการศึกษา	แหล่งข้อมูล
Sapelo Island Georgia, USA	180	O_2; net production	Pomeroy, 1959*
Danish fjords	116	^{14}C	Grontved, 1960*
Danish Wadden Sea	115-178	^{14}C	Grontved, 1962*
False Bay,Washington, USA	143-226	O_2	Pamatmat, 1968*
Ythan estuary, Scotland	31	^{14}C	Leach, 1970*
Southern New England, USA	81	^{14}C	Marshall *et al.*, 1971*
Dutch Wadden Sea	101±39	^{14}C	Cadee and Hegeman, 1974a*
Delaware, USA	160	^{14}C	Gallagher and Daiber, 1974*
Western Scheldt estuary, Netherland	136	คำนวณจากค่า Chl_a	Jong and Jonge, 1995

ที่มา : * อ้างโดย Wolff (1980); Jong and Jonge (1995)

นอกจากนี้สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กยังมีบทบาทในการสร้างและปล่อยสารอินทรีย์ละลายน้ำ (dissolved organic carbon) ออกสู่ภายนอกเซลล์ โดยสารดังกล่าวเป็นแหล่งอินทรีย์คาร์บอนที่สำคัญของ heterotrophic organisms ในระบบนิเวศในเขตน้ำขึ้น-น้ำลง (intertidal-flat ecosystem) และปริมาณสารอินทรีย์ละลายน้ำจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณนี้มีค่าสูงกว่าสารอินทรีย์ละลายน้ำที่ปล่อยออกมาจากแพลงก์ตอนพืช (Goto *et al.*, 1999)

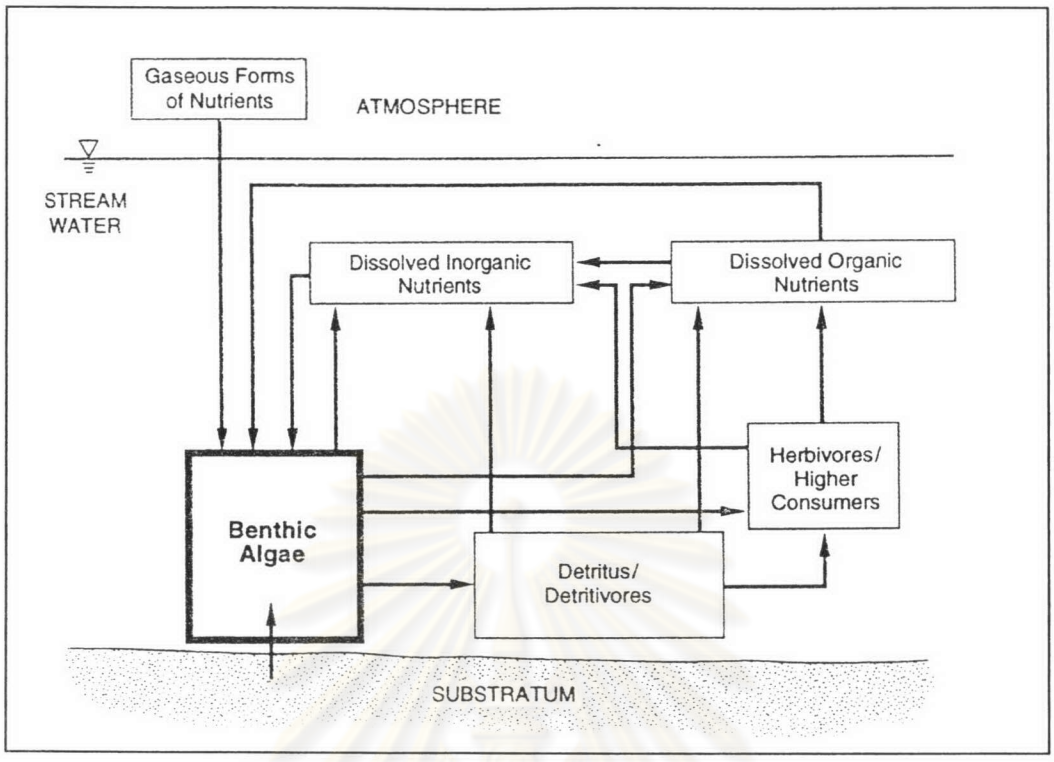
นอกจากบทบาทในการเป็นผู้ผลิตและแหล่งอาหารที่สำคัญแล้ว สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กยังมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศอีกด้วย จากการศึกษาของ Thompson *et al.* (1998) พบว่า biofilm ที่สร้างจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีอิทธิพลต่อการลงเกาะของตัวอ่อนเพรียง *Semibalanus balanoides* โดยบริเวณที่มี biofilm อยู่จะมีอัตราการลงเกาะของตัวอ่อนเพรียงสูงกว่าบริเวณที่ไม่มี biofilm เลย

ตารางที่ 2 ผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดอะตอม (pepiphytic diatom) ในบริเวณต่างๆ (ค่าที่แสดงมีหน่วยเป็นกรัมคาร์บอน ต่อตารางเมตร ต่อวัน)

บริเวณศึกษา	ผลผลิต	แหล่งข้อมูล
Coastal area of Georgia	0.54	Pomeroy, 1959
Mudflats of Danish fjords	0.3-1.5	Grontved, 1960
Wadden Sea	0.27	Cadee and Hegeman, 1974
Estuarine intertidal flats of Southeastern Brazil	3.6	Souza, 1983
Intertidal flats in Japan	0.46-1.7	Magni and Montani, 1997
Tidal flats of the Bay of Paranaguá, Southern Brazil	7.3	Fonseca, 1998
Glass slides in Subtropical Estuarine Bay of Paranaguá, Southern Brazil	0.2-1.4	Brandini *et al.*, 2001

หมายเหตุ : pepiphytic diatom คือ ไดอะตอมที่อาศัยอยู่บนรากของพืช
ที่มา : Brandini *et al.* (2001)

สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีบทบาทในการช่วยหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศ โดยนอกจากตัวมันเองจะดึงธาตุอาหารที่อยู่ในมวลน้ำและหน้าดินนำมาใช้ในการเจริญเติบโตเพื่อสร้างผลผลิตและถ่ายทอดธาตุอาหารสู่สัตว์ชนิดอื่นตามสายใยอาหารแล้ว (รูปที่ 22) สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจำพวกไซยาโนแบคทีเรียยังสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ได้โดยตรงและเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของแอมโมเนียซึ่งเป็นรูปที่สิ่งมีชีวิตชนิดอื่นสามารถนำไปใช้ได้ และการปล่อยก๊าซออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงยังเป็นประโยชน์ต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่อยู่หน้าดินอีกด้วย นอกจากนี้พบว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีบทบาทที่สำคัญในการใช้ธาตุอาหารที่ผิวดินและทำให้ธาตุอาหารกลับไปหมุนเวียนในมวลน้ำ(resuspension) ซึ่งมีผลไปกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton bloom) (Gilbert, 1991)



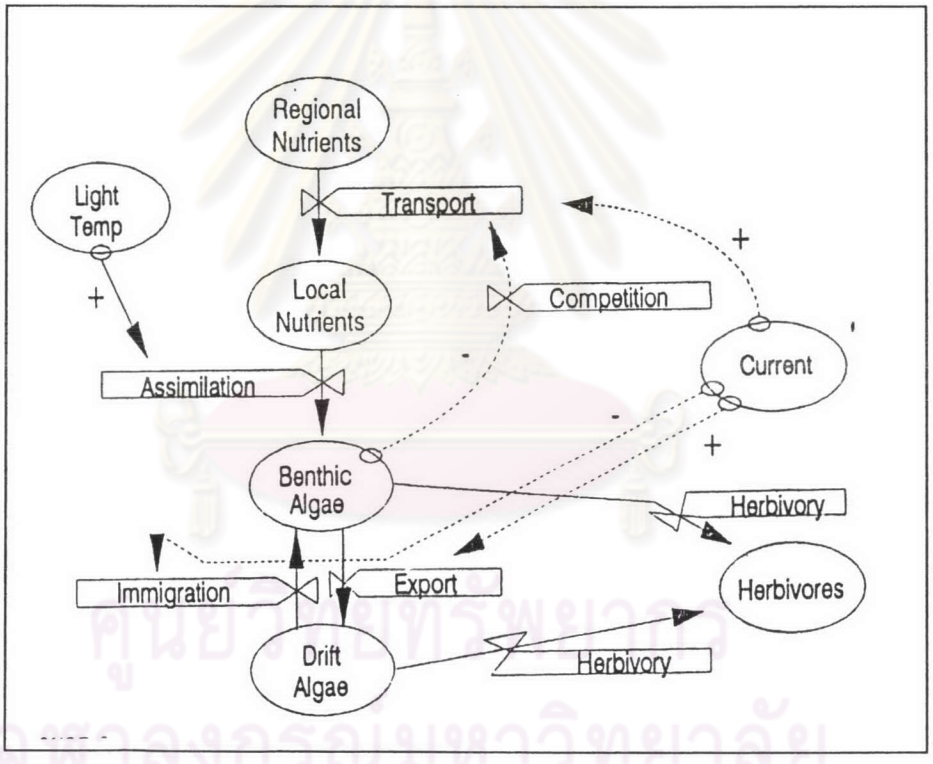
รูปที่ 22 การหมุนเวียนธาตุอาหารและบทบาทของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กต่อการหมุนเวียนธาตุอาหารในแม่น้ำ (Mulholland, 1996)

แม้ว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ แต่ก็พบว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กบางชนิดเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและมนุษย์ด้วยเช่นกัน โดยสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตและไดอะตอมบางชนิดสามารถสร้างสารชีวพิษซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและมนุษย์ที่บริโภคสัตว์น้ำที่มีการสะสมพิษไว้ในตัว เช่น *Pfiesteria piscicida* ซึ่งเป็นตัวการที่ทำให้เกิดปลาเป็นพิษและตายทางตอนใต้ของอเมริกา (Burkholder and Glasgow,1995) *Pseudo-nitszchia multiseries* ที่เกิดการ bloom ที่ชายฝั่งแอตแลนติกของประเทศแคนาดา ในปี 1987 ซึ่งส่งผลให้มีผู้เสียชีวิต 3 รายและติดพิษ 105 ราย (Bate *et al.*, 1989 อ้างโดย Lapworth *et al.*, 2001) สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มที่สร้างพิษสามารถพบได้ทั่วไปในระบบนิเวศต่างๆ การศึกษาของ Faust (1996) ในบริเวณป่าชายเลนที่ Twin Cays ประเทศ Belize ในทวีปอเมริกากลาง พบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดโนแฟลกเจลเลตกลุ่มที่เป็นอันตรายถึง 11 ชนิด ในกลุ่มของไซยาโนแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำจืดบางชนิดมีการสร้างสารพิษพวก endotoxins ออกมาจากเซลล์ นอกจากนี้การ bloom ของไซยาโนแบคทีเรียบางชนิดสามารถส่งผลเสียต่อระบบนิเวศได้ เช่น การ bloom ของ *Oscillatoria erythraea* เป็นเหตุให้เกิดการตายของปลาหลายชนิดเนื่องจากเข้าไปปิดกั้นทางเดินหายใจของปลา หรือแม้แต่การส่งผลกระทบต่อมนุษย์ เช่น ในบริเวณ West Indies

และหมู่เกาะใน Tropical Pacific ที่เกิดโรค Ciguatera ในคนที่บริโภคปลาที่มีพิษนี้ โดยในภายหลังพบว่าแหล่งที่มาของพิษชนิดนี้คือไซยาโนแบคทีเรียนั่นเอง (Humm and Wicks, 1980)

ปัจจัยที่มีผลต่อการกระจายตัวของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก

สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเป็นผู้ผลิตที่สามารถสร้างอาหารเองได้จากการสังเคราะห์แสง โดยการเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์เช่นเดียวกับแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในมวลน้ำ ซึ่งการที่มันจะสามารถสร้างผลผลิตและดำรงชีวิตอยู่รอดได้ในระบบนิเวศนั้นๆ ขึ้นอยู่กับอิทธิพลของปัจจัยทางกายภาพและปัจจัยทางชีวภาพต่างๆ (รูปที่ 23) แต่ในทางกลับกัน สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กก็มีอิทธิพลต่อปัจจัยต่างๆ เหล่านั้นด้วย เช่น บทบาทในการดูดซึมสารอาหาร (nutrient absorption) การเป็นตัวเชื่อมอนุภาคตะกอนดิน (sediment binding) และที่สำคัญคือการเป็นผู้ผลิตที่สำคัญในสายใยอาหารบริเวณหน้าดิน (benthic food web)



รูปที่ 23 โครงสร้างชุมชนและปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในระบบนิเวศ (Stevenson, 1996)

ปัจจัยทางกายภาพ

1. ปริมาณแสงและอุณหภูมิ

แสงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการสังเคราะห์แสงของพืช รวมถึงสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก โดยพบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณพื้นที่แสงส่องถึงเท่านั้น จากรายงานการศึกษาพบว่าความอุดมสมบูรณ์ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีความสัมพันธ์แบบมีนัยสำคัญทางสถิติกับปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมาในน้ำ (Facca *et al.*, 2002) โดยที่จำนวนชนิดสาหร่ายจะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของแสงที่ส่องผ่านลงมา

ในบริเวณเอสทูรี่ที่เป็นน้ำตื้น มวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าสูงสุดที่บริเวณ 10 มิลลิเมตรจากผิวดินลงไป และมีค่าลดลงตามความลึกของชั้นดิน (Lukatelich and Mccomb, 1986 อ้างโดย Light and Beardall, 1998 และ Delgado, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Jong and Jonge (1995) ที่พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าลดลงตามความลึกลงจากผิวหน้าดิน โดยที่ประมาณร้อยละ 25 ของค่าคลอโรฟิลล์_เอทั้งหมดพบที่ความลึก 10 เซนติเมตรจากผิวดิน ทั้งนี้การที่ค่าคลอโรฟิลล์_เอมีค่าลดลงตามความลึก เนื่องจากความลึกที่เพิ่มขึ้นทำให้ความเข้มแสง (photosynthetic photon flux density) ลดลง และนอกจากนี้ยังพบว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีมวลชีวภาพสูงสุดในฤดูร้อนและมวลชีวภาพต่ำสุดในฤดูหนาว เนื่องมาจากปริมาณแสงที่แตกต่างกันของทั้งสองฤดูกาล (Light and Beardall, 1998)

สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดอะตอมสร้างสารโพลีเมอร์ซึ่งเป็นสารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรตปล่อยออกจากเซลล์ (extracellular polymeric substances, EPS) สาร EPS นี้จะมีส่วนช่วยในการเคลื่อนที่ของไดอะตอม ช่วยให้ดินตะกอนคงรูป (sediment stabilization) และเป็นแหล่งอาหารของแบคทีเรียและผู้ล่าอีกด้วย โดยที่อัตราการสร้างสาร EPS ขึ้นกับอัตราการสังเคราะห์แสง และจากการศึกษาของ Wolfstein *et al.* (2002) พบว่า แสงมีอิทธิพลต่อการผลิตสาร EPS ของไดอะตอม โดยในฤดูร้อนที่มีปริมาณแสงมากพบว่ามีอัตราการผลิต EPS ที่สูงตามไปด้วย

แม้ว่าแสงเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก แต่ถ้ามีปริมาณแสงมากเกินไปก็จะส่งผลเสีย Wulff *et al.* (2000) ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการพบว่าปริมาณรังสี UVB ที่มากเกินไปทำให้ผลผลิตเบื้องต้นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าลดลงและลดอัตราการเติบโต (Peletier *et al.*, 1996)

อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่แปรผันคู่กับปริมาณแสง ถ้าปริมาณแสงมากอุณหภูมิก็สูงตามไปด้วย โดยอุณหภูมิมีผลกระทบโดยตรงต่ออัตรา metabolism การทำงานของเอนไซม์และปฏิกิริยาต่างๆในเซลล์ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก นอกจากนี้พบว่าแสงและอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อการพร้อมที่จะสืบพันธุ์และการสร้าง auxospore ในไดอะตอม และอุณหภูมิยังมีผล

ต่อการสร้างและงอกของ resting spore (Dring, 1974 และ Drebes, 1977 อ้างโดย Stevenson *et al.*, 1996)

Blanchard *et al.* (1996) พบว่าอัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าเพิ่มขึ้นที่อุณหภูมิที่มีค่าเหมาะสม (optimum temperature) และจากการศึกษาหาค่าผลผลิตของ periphytic diatom ที่เกาะบนสไลด์แก้ว พบว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยควบคุมผลผลิตของไดอะตอม โดยในช่วงที่อุณหภูมิต่ำจะมีอัตราการสังเคราะห์แสงและค่ามวลชีวภาพต่ำ (Brandini *et al.*, 2001) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Barranguet *et al.* (1998) ใน Westerschelde ประเทศเนเธอร์แลนด์ ที่สรุปว่าแสงและอุณหภูมิมีบทบาทสำคัญต่อผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กโดยเฉพาะในบริเวณที่เป็นพื้นโคลน ซึ่งค่า light saturation ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะมีค่าสัมพันธ์กับอุณหภูมิโดยตรง

แต่อย่างไรก็ดีเราสามารถพบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณที่มีแสงน้อยหรืออุณหภูมิต่ำได้ เช่น ไดอะตอมหน้าดินที่สามารถดำรงชีพอยู่ได้เป็นระยะเวลานานในที่มืดสนิท (Helleoust and Lewin, 1977 อ้างโดย Gilbert, 1991) หรือจากผลการศึกษาของ Palmisano *et al.* (1985 อ้างโดย Gilbert, 1991) เกี่ยวกับการปรับตัวในสภาพที่แสงน้อยของไดอะตอมหน้าดินบริเวณ Antarctic โดยไดอะตอมสามารถดำรงชีพอยู่ได้ทั้งบริเวณที่มีค่าความเข้มแสงต่ำเพียง 11 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาทีในช่วงที่มีน้ำแข็งปกคลุม และความเข้มแสงสูงคือ 300 ไมโครโมลต่อตารางเมตรต่อวินาทีในช่วงที่ไม่มีน้ำแข็ง ทั้งนี้เนื่องจากไดอะตอมมีการปรับเปลี่ยนรูปร่างและการดำรงชีพให้อยู่รอดได้ในสภาวะนี้ นอกจากนี้การศึกษาของ Gilbert (1991) พบว่าในช่วงฤดูหนาวที่ยาวนานไดอะตอมสามารถอยู่รอดได้และเมื่อเข้าสู่ฤดูร้อนซึ่งมีปริมาณแสงเพิ่มขึ้นไดอะตอมก็ตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อปริมาณแสงที่เพิ่มขึ้นด้วยการเพิ่มผลผลิตขึ้นอย่างรวดเร็ว

นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำอีกด้วย โดยพบว่าอุณหภูมิมีผลต่อปริมาณซิลิเกตที่ละลายอยู่ในน้ำซึ่งถ้าอุณหภูมิมีค่าลดลง flux rate ของซิลิเกตที่ละลายในน้ำก็ลดลงตาม (Sigmon and Cahoon, 1997) และมีผลต่อการเติบโตของไดอะตอม

2. ปริมาณของธาตุอาหาร

ปริมาณธาตุอาหารมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเช่นเดียวกันกับแพลงก์ตอนพืช โดยที่สารอาหารบางชนิดเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญเติบโตของสาหร่าย เช่น การศึกษาของ Fong *et al.* (1993) ซึ่งศึกษาผลของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในการเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญของมวลชีวภาพในสาหร่ายขนาดใหญ่ แพลงก์ตอนพืช และไซยาโนแบคทีเรียที่อาศัยอยู่หน้าดิน พบว่าฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดการเจริญของมวลชีวภาพของไซยาโนแบคทีเรียโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูใบไม้ผลิ ในขณะที่ไนโตรเจนจะเป็นปัจจัยจำกัด

การเจริญของมวลชีวภาพของสาหร่ายขนาดใหญ่และแพลงก์ตอนพืช ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับการศึกษาของ Kuffner and Paul (2001) ซึ่งทำการทดลองกับสาหร่าย 3 ชนิดและไซยาโนแบคทีเรีย 3 ชนิด พบว่า ไซยาโนแบคทีเรีย 2 ชนิด คือ *Tolypothrix* sp. และ *Schizothrix* sp. มีฟอสฟอรัสเป็นปัจจัยจำกัดในการเจริญเติบโต

Facca *et al.* (2002) พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของฟอสฟอรัสและไนโตรเจน ในขณะที่ Welker *et al.* (2002) พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับแอมโมเนียและซิลิเกต แต่ไม่พบความสัมพันธ์ดังกล่าวกับไนไตรท์/ไนเตรท ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะใช้แอมโมเนียเป็นแหล่งของไนโตรเจนมากกว่าไนไตรท์/ไนเตรท แต่อย่างไรก็ดี ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของธาตุอาหารมากเกินไปก็ส่งผลเสียได้เช่นเดียวกัน Admiral (1977) พบว่าที่ความเข้มข้นของแอมโมเนียสูงกว่า 0.5 mg at N/L จะยับยั้งการเจริญเติบโตของไดอะตอมที่อยู่หน้าดิน

นอกจากธาตุอาหารจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กแล้ว สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กก็มีบทบาทสำคัญในการหมุนเวียนธาตุอาหารในระบบนิเวศเช่นกัน (Stevenson, 1996) สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเพิ่มปริมาณธาตุอาหารให้ระบบนิเวศโดยการนำธาตุอาหารที่อยู่ในรูปแก๊สในอากาศและที่สะสมอยู่ที่พื้นผิวดินมาใช้ และช่วยในการหมุนเวียนธาตุอาหารที่อยู่ในรูปของสารอินทรีย์ละลายน้ำและสารอนินทรีย์ละลายน้ำที่ถูกปล่อยออกมาจากสิ่งมีชีวิตต่างๆ กลับมาหมุนเวียนใช้ในระบบนิเวศใหม่อีกครั้ง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 22

Garrido *et al.* (2003) พบว่า *Cylindrotheca closterium* นั้นสามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึง sediment toxicity test ได้เนื่องจากมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีและไวต่อโลหะหนัก นอกจากนี้สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำในบริเวณนั้นได้ โดยมีรายงานการศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กน้ำจืดที่ลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ โดยยุวดี พีรพรพิศาล และคณะ (2542) พบความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกับคุณภาพน้ำ คือ ในสภาวะที่มีมลภาวะจากสารอินทรีย์ (organic pollution) และมีความขุ่นสูง พบ *Gomphonema parvulum* และ *Nitzschia palea* ส่วนกลุ่มที่มีความไวต่อสภาวะต่างๆ คือ *Cocconeis placentula, Gyrosigma nodiferum , Nitzschia dissipata* และ *Gomphonema augur* และชนิดที่มีความทนทานในสภาวะที่มีไนโตรเจนต่ำคือ *Achnanthes minutissima*

3. พื้นผิวที่ลงเกาะและ hydrodynamic force

พื้นผิวเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก ทั้งนี้เนื่องจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะอาศัยลงเกาะอยู่บนพื้นผิว เช่น หินหรือโครงสร้างแข็ง แม้ว่าในบางครั้งอาจมีการอพยพขึ้นลงในแนวดิ่งเพื่อเข้าหาแสงหรือธาตุอาหาร แต่ส่วนใหญ่พบว่าสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจะเกาะอยู่ที่พื้นผิวมากกว่า โดยสามารถพบได้ทั้งบนปะการัง (สุภาพร แสงแก้ว, 2545) ประการังเทียม (อรรชนีย์ ชำนาญศิลป์, 2545) ก้อนหิน (ยุวดี พีรพรพิศาล และคณะ, 2542)

และแนวหญ้าทะเล (ชูวงศ์ ตมิศานนท์, 2543) โดยจากการศึกษาของ Cattaneo *et al.* (1997) (อ้างโดย สุภาพร แสงแก้ว, 2545) พบว่าขนาดของวัสดุยึดเกาะมีผลต่อการกระจายและความชุกชุมของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก โดยที่ผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินที่เกาะอยู่กับวัสดุขนาดใหญ่จะมีค่ามวลชีวภาพสูงสุด ส่วนมวลชีวภาพของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กที่เกาะอยู่กับก้อนกรวดจะมีค่ามวลชีวภาพต่ำสุด

นอกจากนี้พบว่าขนาดอนุภาคของตะกอนที่พื้นผิว (grain size) ก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน โดยจะมีปริมาณเซลล์ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสูงในบริเวณที่เป็นดินเหนียว (clay) หรือดินเลน (silt) (Delgado, 1989) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Facca *et al.* (2002) ที่พบว่าในสถานีศึกษาที่มี fine sediment grain size (fraction < 63μm) จะมีค่าความหนาแน่นเซลล์สูงถึงร้อยละ 80-90

นอกจากนี้ปัจจัยทางกายภาพอื่น เช่น คลื่นและลมก็มีบทบาทเช่นเดียวกัน โดยที่คลื่นและลมจะมีส่วนช่วยในการหมุนเวียนธาตุอาหารและการลงเกาะให้แก่สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก โดยจะพบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณที่คลื่นลมไม่รุนแรงทั้งนี้เนื่องจากตัวสาหร่ายจำเป็นที่จะต้องเกาะอาศัยอยู่ที่หน้าดิน ถ้าคลื่นลมแรงมากสาหร่ายขนาดเล็กก็จะไม่สามารถดำรงชีวิตอยู่ที่หน้าดินได้ จากการศึกษาพบว่าพลังงานอุทกพลศาสตร์ (hydrodynamic energy) มีความสัมพันธ์ผกผันกับค่าคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก ทั้งนี้เนื่องจากแรงดังกล่าวจะทำให้เกิดการละลายกลับของตะกอนดินในมวลน้ำ ซึ่งพบว่าในตะกอนดินที่ประกอบด้วยดินเหนียวมากจะเป็นบริเวณที่มีค่าพลังงานอุทกพลศาสตร์ต่ำ เพราะฉะนั้นในตะกอนดินที่เป็นดินเหนียวจะพบค่าคลอโรฟิลล์_เอของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมากกว่าบริเวณที่ดินเหนียวน้อย (Jong and Jonge, 1995) นอกจากนี้จากการทดลองของ Busse (2002) พบว่าคลื่นเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิผลต่อองค์ประกอบของไดอะตอมที่อยู่หน้าดิน

กระแสน้ำขึ้น-น้ำลงก็ส่งผลต่อผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กด้วยเช่นกัน ดังการศึกษาของ Kromkamp *et al.* (1995) ซึ่งพบว่าผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณ Westerschelde estuary ประเทศเนเธอร์แลนด์มีค่าต่ำเนื่องจากในช่วงน้ำลงดินโผล่พ้นน้ำเกิดการจำกัดของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2-limitation) ซึ่งส่งผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย ดังนั้นจึงทำให้ผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีค่าต่ำ

ปัจจัยทางชีวภาพ

นอกจากสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กมีอิทธิพลต่อสิ่งมีชีวิตอื่นๆในระบบนิเวศแล้ว สิ่งมีชีวิตอื่นก็มีผลต่อสาหร่ายด้วยเช่นกัน จากการศึกษาของ Kromkamp *et al.* (1995) ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีผลต่อผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็ก โดยพบว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมากจะมีผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชที่อยู่ในมวลน้ำจะบดบังปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงมา ทำให้สาหร่ายหน้าดินได้รับแสงน้อยมีผลทำให้ผลผลิตของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กต่ำกว่า

กระบวนการทางชีวภาพต่างๆ มีผลต่อสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กเช่นกัน การกินอาหารของหอยฝาเดียว *Littorina littorea* ซึ่งกินอาหารแบบครูดกินทำให้พื้นที่ที่มันครูดกินสาหร่ายเกิดร่องหรือมี microhabitat เพิ่มขึ้น ทำให้จำนวนชนิดของสาหร่ายหน้าดินในบริเวณนั้นเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้เนื่องจาก microhabitat ที่เกิดขึ้นจากการกินอาหารดังกล่าวจะทำให้สาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มที่ไม่สามารถลงเกาะในพื้นที่ปกติได้สามารถเข้ามาต่อสู้แย่งชิงพื้นที่ที่แตกต่างจากเดิมจึงทำให้จำนวนชนิดของสาหร่ายเพิ่มมากขึ้น (Sommer, 2000) และจากการศึกษาของ Welker *et al.* (2002) พบ benthic diatom ในชั้นดินที่ลึกลงไปกว่าชั้นปกติที่สามารถพบได้ ทั้งนี้เนื่องจากกระบวน bioturbation ที่มีผลทำให้เกิดการแทนที่ของสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กจากที่อยู่ด้านบนผิวดินให้ไปอยู่ในที่ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร โดยพบไดอะตอม *Melosira moniliformis* ซึ่งเป็นไดอะตอมที่เคลื่อนที่ไม่ได้ (non motile) เป็นชนิดเด่นในชั้นดินที่ลึกที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากไดอะตอมชนิดนี้สามารถอยู่รอดได้ในที่มืดเป็นเวลานานและยังสามารถดึงสารอินทรีย์ละลายน้ำ (dissolved organic compound) มาใช้ได้

การศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในประเทศไทย

รายงานการศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในประเทศไทยมีจำนวนน้อย และเป็นเพียงการศึกษาความหลากหลายเท่านั้น ดังเห็นได้จากการศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กกลุ่มไดอะตอม ในบริเวณลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งพบไดอะตอมจำนวน 278 ชนิด โดยที่ 51 ชนิดยังไม่มีรายงานการค้นพบในประเทศไทยมาก่อน (Pekthong, 2002) ในส่วนของการศึกษาในทะเล ระบบนิเวศแนวปะการังและหญ้าทะเลมีรายงานการศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กสูงที่สุด ดังนี้ บริเวณแนวปะการังและแนวหญ้าทะเล อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา พบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในบริเวณปะการังทั้งหมด 39 สกุล โดยไดอะตอมเป็นสกุลเด่นมีจำนวน 30 สกุล รองลงมาคือไดโนแฟลกเจลเลต 6 สกุลและไซยาโนแบคทีเรีย 3 สกุล ส่วนบริเวณหญ้าทะเลพบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด 8 สกุล เป็นไดอะตอม 6 สกุลและไดโนแฟลกเจลเลต 2 สกุลคือ *Prorocentrum* และ *Coolia* ซึ่งมีรายงานว่าสร้างสารชีวพิษได้ (ชูวงศ์ ดมิศานนท์, 2543) บริเวณแนวปะการัง อ่าวดังเข็น จังหวัดภูเก็ต พบสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กทั้งหมด 95 ชนิด มี

ไดอะตอมเป็นสกุลที่มีความหลากหลายมากที่สุดคือ 80 ชนิด รองลงมาคือไซยาโนแบคทีเรียพบ 12 ชนิด และไดโนแฟลกเจลเลตพบ 3 ชนิด (สุภาพร แสงแก้ว, 2545) และความหลากหลายของไดอะตอมที่พื้นผิวปะการังเทียม บริเวณอ่าวขาม จังหวัดระยอง พบไดอะตอม 117 ชนิด โดยกลุ่มของ raphid pennate diatom มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุดถึง 69 ชนิด สกุล *Mastogloia* มีจำนวนชนิดสูงที่สุดคือ 16 ชนิด (อรรชนีย์ ชำนาญศิลป์, 2545)

ในส่วนของระบบนิเวศป่าชายเลนที่ทำการศึกษาครั้งนี้ มีรายงานการศึกษาเพียงฉบับเดียวเท่านั้น คือ การศึกษาสาหร่ายหน้าดินขนาดเล็กในป่าชายเลนและระบบนิเวศชายฝั่งทั้งในอ่าวไทยและอันดามัน รวมทั้งสิ้น 10 จังหวัด คือ อ่างศิลา-แหลมแท่น เกาะสีชัง และเกาะท้ายค้างคาว จังหวัดชลบุรี บ่อเลี้ยงกุ้งในอำเภอแกลง จังหวัดระยอง อ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี คลองเขตบางขุนเทียนและป้อมพระจุลจอมเกล้า กรุงเทพมหานคร บ้านคลองโคน จังหวัดสมุทรสงคราม ป่าชายเลนบางตะบูน จังหวัดเพชรบุรี อ่าวบ้านดอน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ป่าชายเลนตำบลปากพูน อำเภอเมือง จังหวัดนครศรีธรรมราช อ่าวปัตตานี จังหวัดปัตตานี และหมู่เกาะสุรินทร์ จังหวัดพังงา ซึ่งไดอะตอมเป็นกลุ่มที่เด่นและมีความหลากหลายสูงที่สุด ยกเว้นบริเวณหญ้าทะเลหมู่เกาะสุรินทร์ที่พบไดโนแฟลกเจลเลตเป็นกลุ่มที่หลากหลายสูงที่สุด โดยสกุลที่มีความหลากหลายมากที่สุดคือ สกุล *Navicula* พบ 13 ชนิด รองลงมาคือ สกุล *Thalassiosira* สกุล *Nitzschia* สกุล *Cocconeis* พบ 11 10 และ 9 ชนิด ตามลำดับ ส่วนป่าชายเลนจังหวัดสมุทรสงครามพบไดโนแฟลกเจลเลตสกุล *Gambierdiscus* และสกุล *Ostreopsis* ซึ่งกลุ่มเหล่านี้สามารถที่จะสร้างสารชีวพิษได้ (อัจฉราภรณ์ เปี่ยมสมบูรณ์ และคณะ, 2545)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย