

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กรดไขมัน

กรดไขมัน คือ สารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีหมู่คาร์บอกซิล (COOH) เพียงหมู่เดียวต่อกับไฮโดรคาร์บอนสายยาว สูตรทั่วไปคือ R-COOH โดยที่ R คือส่วน ที่เป็นไฮโดรคาร์บอนประกอบด้วยคาร์บอนและไฮโดรเจนอะตอมต่อกันด้วยพันธะเคมี (อุทัยชัย วัณิตรเขตคำนวน, 2547)

กรดไขมันสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม

1. กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีหมู่เอซิลเป็นอัลเคน ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่เชื่อมกันด้วยพันธะเดี่ยวทั้งหมด กรดไขมันอิ่มตัวส่วนมากมีจำนวนคาร์บอนอะตอมเป็นเลขคู่ระหว่าง 14-24 อะตอม พบมากในไขมันสัตว์ ชนิดที่พบมากที่สุด คือ กรดพาล์มมิกมีคาร์บอน 16 อะตอม (C_{16}) กรดไขมันอิ่มตัวที่มีขนาดเล็ก (C_{18} - C_{20}) พบในน้ำมันวัวและสัตว์เคี้ยวเอื้องอื่น ๆ ส่วนกรดไขมันขนาดใหญ่ (C_{20} - C_{26}) พบในเนื้อเยื่อสมองและในไข

2. กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Unsaturated fatty acid) เป็นกรดไขมันที่มีหมู่เอซิลเป็นอัลคีน ประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนและไฮโดรเจนที่เชื่อมกันด้วยพันธะคู่ ในธรรมชาติพบกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่ากรดไขมันอิ่มตัว ชนิดที่พบมากที่สุด คือ กรดโอเลอิก โดยอาศัยจำนวนพันธะคู่ (คาวิลย์ ฉิมภู, 2548) กรดไขมันไม่อิ่มตัวสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- Monounsaturated Fatty Acid คือ กรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่เพียงคู่เดียว เช่น 16:1n-7 (Palmitoleic Acid), 18:1n-9 (Oleic Acid)

- Polyunsaturated Fatty Acid คือ กรดไขมันที่มีจำนวนพันธะคู่ตั้งแต่ 2 คู่ขึ้นไป เช่น 18:2n-6 (Linoleic Acid), 18:3n-6 (γ -Linoleic Acid) และ 20:5n-3 (Eicosapentaenoic Acid, อีพีเอ) เป็นต้น นอกจากนี้กรดไขมันที่มีจำนวนคาร์บอนตั้งแต่ 20 อะตอมขึ้นไปเรียกว่า Highly Unsaturated Fatty Acid (HUFA) โดยทั่วไปจะใช้เรียกกรดไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งประกอบด้วย อีพีเอ และดีเอชเอ

นอกจากนี้กรดไขมันไม่อิ่มตัวสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มโอเมก้า-9 (n-9) หรือครอบครัวกรดโอเลอิก (Oleic Acid Family) พบในสัตว์บก ได้แก่ น้ำมันหมู น้ำมันวัว กรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ 18:1n-9 (Oleic Acid), 20:1n-9 (Gadoleic Acid) และ 20:3n-9 (Eicosatrienoic Acid)

2. กลุ่มโอเมก้า-6 (n-6) หรือครอบครัวกรดลิโนลีนิก (Linoleic Acid Family) พบใน น้ำมันพืช ปลาน้ำจืด และน้ำกร่อยบางชนิด กรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ 18:2n-6 (Linoleic Acid) และ 20:4n-6 (เออาร์เอ, Arachidonic Acid) (บุญล้อม อาชีววิสตระกูล, 2542)

เออาร์เอ สูตร โมเลกุล 20:4n-6 คือกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง ที่เป็นส่วนประกอบหลักของซินแนปส์ หรือจุดเชื่อมต่อระหว่างเซลล์ประสาท และมีบทบาทเป็นตัวนำข้อมูลตรงรอยต่อของซินแนปส์และภายในเซลล์ ดังนั้น เออาร์เอจึงมีบทบาทในการสร้างและการเก็บความจำระยะยาวของทารกซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้ นอกจากนี้ เออาร์เอยังช่วยเพิ่มความเร็วในการส่งสัญญาณประสาทระหว่างเซลล์ประสาทของราก เพื่อนำข้อมูลเก็บไว้ในสมองและดึงข้อมูลออกมาใช้ ซึ่งเป็นการส่งเสริมประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนรู้และความจำในระยะยาว ช่วยเพิ่มความไวของการรับแสงในส่วนเรตินาของลูกตา ดังนั้นจึงเป็นการเพิ่มความสามารถในการมองเห็น (ประโยชน์ของ DHA และ ArA ในน้ำมันปลา, ม.ป.ป.)

3. กลุ่มโอเมก้า-3 (n-3) หรือครอบครัวกรดลิโนลินิก (Linolenic Acid Family) พบใน วัชพืชน้ำ สาหร่าย น้ำมันที่ได้จากสัตว์ทะเล กรดไขมันที่พบมากที่สุดคือ 18:3n-3 (α -Linolenic Acid), 20:5n-3 (อีพีเอ, Eicosapentaenoic Acid), 22:5n-3 (ดีพีเอ, Docosapentaenoic Acid) และ 22:6n-3 (ดีเอชเอ, Docosahexaenoic Acid) (บุญล้อม อาชีววิสตระกูล, 2542)

อีพีเอ สูตร โมเลกุล 20:5n-3 มีจำนวนคาร์บอน 22 อะตอม พันธะคู่ 5 ตำแหน่ง มีคุณสมบัติลดการจับตัวของเกล็ดเลือด และสร้างสารที่ทำให้เส้นเลือดขยายตัวได้ดี จึงลดความเสี่ยงในการเกิดโรคหัวใจขาดเลือดได้ กลไกในการป้องกันโรคหัวใจและหลอดเลือดมีไขมันในกลุ่มโอเมก้า-3 ซึ่งจะใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตไอโคซานอยด์ (eicosanoids) ในร่างกายด้วยเช่นกัน (Barclay, 1994) และอีพีเอเหมาะสำหรับต้านการอักเสบ (นริศ เจนวิริยะ, 2545)

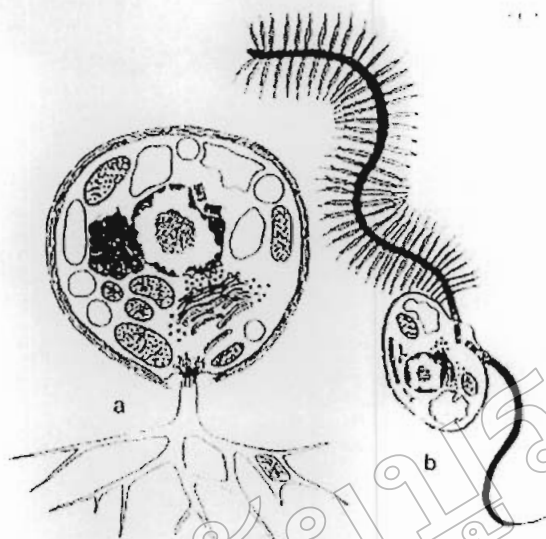
ดีพีเอ สูตร โมเลกุล 22:5n-3 มีจำนวนคาร์บอน 22 อะตอม พันธะคู่ 5 ตำแหน่ง อย่างไรก็ตาม ในอดีตไม่ได้มีผลการศึกษาวิจัยที่สนับสนุนว่า ดีพีเอ ช่วยเสริมประสิทธิภาพโดยรวมของกรดไขมัน โอเมก้า 3 มากนัก แต่ปัจจุบันผลงานศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้กำลังเพิ่มจำนวนมากขึ้นเรื่อย ๆ นอกจากนี้ ยังพบว่าไขมันจากแมวน้ำ มีกรดไขมันดีพีเอ อยู่ในปริมาณสูง ซึ่งนักวิจัยหลายคนเชื่อว่า อาจมีส่วนเชื่อมโยงระหว่าง ดีพีเอ กับสุขภาพหัวใจและหลอดเลือดที่แข็งแรงของชาวเอสกิโมซึ่งบริโภคไขมันจากแมวน้ำเป็นประจำ (เอ็กซ์เทนคัลโลฟ, ม.ป.ป.)

ดีเอชเอ สูตรโมเลกุล $22:6n-3$ มีจำนวนคาร์บอน 22 อะตอม พันธะคู่ 6 ตำแหน่ง นอกจากจะเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์แล้วยังมีผลต่อการทำงานของเนื้อเยื่ออื่นๆอีกด้วย โดยเฉพาะเนื้อเยื่อเซลล์ประสาทเช่นในเซลล์สมอง และเรตินา จึงเป็นส่วนสำคัญต่อสายตาและการมองเห็น รวมทั้งจัดเป็นสารที่มีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาทางสมองของเด็กทารกโดยดีเอชเอที่เข้าไปในสมองจะเสริมสร้างการเจริญเติบโตของปลายประสาทที่เรียกว่าเดนไดรต์ (Dendrite) ซึ่งทำหน้าที่ถ่ายทอดสัญญาณและส่งผ่านข้อมูลระหว่างสมองด้วยกัน ทำให้เกิดการเรียนรู้และความจำและยังช่วยควบคุมการทำงานของสมองในผู้ใหญ่เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า การรับประทานดีเอชเอยังช่วยลดความรุนแรงของโรคอัลไซเมอร์อีกด้วยเนื่องจากดีเอชเอไปมีผลกระตุ้นการสร้างเซลล์ประสาทที่ถูกทำลายไป (Barclay, Meager, & Abril, 1994)

ทรอสโทไคทริคส์ (Thraustochytrids)

ลักษณะทั่วไปของทรอสโทไคทริคส์

ทรอสโทไคทริคส์เป็นจุลินทรีย์ที่อยู่ในอาณาจักรโครมิสตา (Chromista) สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรนี้มีลักษณะที่อยู่ก้ำกึ่งระหว่างเชื้อราในอาณาจักรเห็ดรา และสิ่งมีชีวิตในกลุ่มสาหร่าย ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้มีความสำคัญต่อวัฏจักรของสารอาหารภายในระบบนิเวศและทำหน้าที่เป็นผู้ย่อยสลาย (อนุเทพ ภาสุระ, 2540) ทรอสโทไคทริคส์มีลักษณะเป็นทรงกลมเดี่ยวๆ ประกอบด้วยเอกโตพลาสมิคเนต (Ectoplasmic net) ซึ่งมีหน้าที่ในการดูดซึมธาตุอาหารและขนส่งเอนไซม์ที่ใช้ในการย่อยและขีดติดกับซับสเตรท ผลิดมาจากส่วนที่เรียกว่าซาจิโนเจน (Sagenogen) ลักษณะเอกโตพลาสมิคเนตของทรอสโทไคทริคส์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน (Alderman, Harrison. & Jones, 1974) (ภาพที่ 2-1)



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างทั่วไปของทรอสโทไคทริคส์ (Honda, 2001)

การจัดจำแนกทรอสโทไคทริคส์

Sparrow (1943) พบจุลินทรีย์ทะเลกลุ่มทรอสโทไคทริคส์ในสาหร่ายทะเล และจัดทรอสโทไคทริคส์ไว้ในไฟลัม Oomycota เนื่องจากจุลินทรีย์กลุ่มนี้สามารถสร้างซูโอสปอร์ที่มีรูปร่างคล้ายเมล็ดข้าวและมีแฟลกเจลลา 2 เส้น ต่อมา Olive (1975) ได้จัดทรอสโทไคทริคส์อยู่ในไฟลัม Labyrinthulidae โดยใช้พื้นฐานองค์ประกอบทางเคมีของผนังเซลล์และโครงสร้างภายในเซลล์ (Ultrastructure) เป็นตัวจัดจำแนก Honda (2001) ได้ทำการจัดจำแนกทรอสโทไคทริคส์ดังนี้

Kingdom Chromista

Phylum Sagenista

Class Labyrinthulea

Order Labyrinthulales

Family Thraustochytriaceae

ทรอสโทโคตริคัสสามารถจำแนกได้ 7 สกุล ดังนี้ *Althorina*, *Aplanochytrium*, *Japonochytrium*, *Labyrinthuloides*, *Schizochytrium*, *Thraustochytrium* และ *Ulkenia* (Alderman et al., 1974; Bongiorni, Jain, Raghukumar, & Aggarwal, 2005; Raghukumar, 2002) (ภาพที่ 2-2)

Thraustochytrium ทัลลัสมีรูปร่างกลมขนาดเล็ก ผนังเซลล์มีหลายชั้น ทัลลัสส่วนล่างมีส่วนของเอกโตพลาสติกเนทใช้ในการยึดติดกับซับสเตรทแต่ไม่ใช้ในการเคลื่อนที่ ภายในซูสปอร์แรงเจียมมีการสร้างผนังกัน เรียกส่วนนี้ว่าพรอลิเฟอรัสบอดี (Proliferous Body) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของ *Thraustochytrium* การปล่อยซูโอสปอร์เกิดจากแรงดันภายในทำให้ผนังเซลล์แม่แตกออก (Alderman et al., 1974) หลังจากการปล่อยซูโอสปอร์พบว่าส่วนของพรอลิเฟอรัสยังคงอยู่และสร้างซูโอสปอร์แรงเจียมขึ้นมาใหม่ (Honda, 2001)

Shizochytrium เซลล์ปกติมีรูปร่างกลม อาศัยอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆ หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีส่วนของเอกโตพลาสติกเนทยึดเกาะกับซับสเตรท *Shizochytrium* มีการแบ่งเซลล์แบบทวิคูณ (Successive Binary Division) หลังจากการแบ่งเซลล์แต่ละเซลล์จะมีการสร้างซูโอสปอร์ที่มีรูปร่างรีหรือเกือบกลมมีแฟลกเจลลา 2 เส้น การปล่อยซูโอสปอร์เกิดจากส่วนปลายของซูโอสปอร์แรงเจียม (Honda et al., 1998)

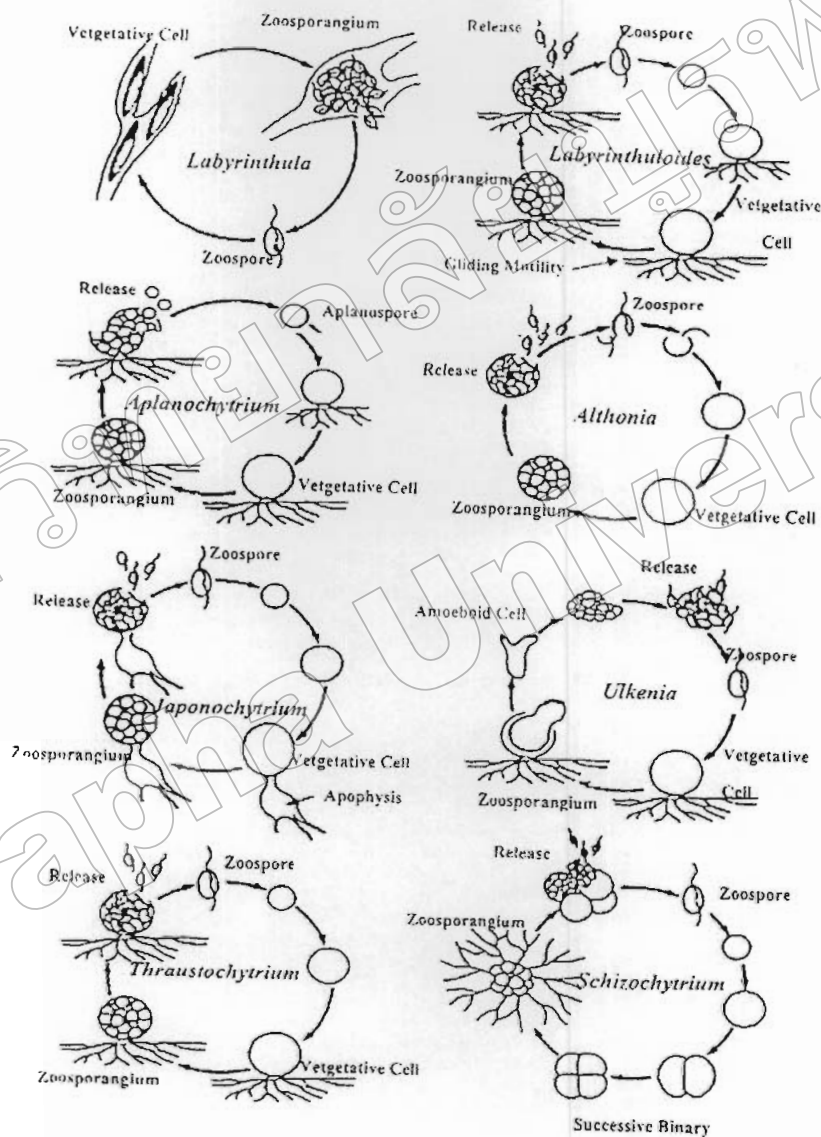
Ulkenia เซลล์มีรูปร่างกลม ผนังเซลล์บาง เซลล์ปกติพัฒนาเป็นอะมีบอยด์เซลล์ก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์ (Bongiorni et al., 2005) จากนั้นอะมีบอยด์เซลล์จะสร้างซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลา 2 เส้น และถูกปล่อยออกจากซูโอสปอร์แรงเจียม (Hunt, 2000)

Japonochytrium ทัลลัสมีรูปร่างกลม ส่วนล่างยึดติดกับซับสเตรทโดยส่วนล่างของเอกโตพลาสติกเนทสามารถเกิดการบวมพองซึ่งเรียกส่วนนี้ว่าอะโพฟิซิส (Apophysis) ซึ่งจะไม่พบในทรอสโทโคตริคัสสกุลอื่น ๆ ซูโอสปอร์แรงเจียมผลิตซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลา 2 เส้น การปล่อยซูโอสปอร์เกิดจากรูหรือช่องว่างของซูโอสปอร์แรงเจียม (Alderman et al., 1974)

Aplanochytrium ทัลลัสมีรูปร่างกลม เซลล์ปกติมีผนังเซลล์หนา ทัลลัสมีรูปร่างกลม ซูโอสปอร์แรงเจียมสร้างซูโอสปอร์รูปร่างกลม ไม่มีแฟลกเจลลาเรียกว่า อะพลาโนสปอร์ (Aplanospore) เป็นลักษณะเด่นของ *Aplanochytrium* (Alderman et al., 1974)

Althornia ทัลลัสมีลักษณะกลมคล้ายกับ *Aplanochytrium* โดยเฉพาะโครงสร้างของผนังเซลล์ *Althornia* เซลล์มีการลอยอย่างอิสระโดยไม่มีการลงเกาะบนซับสเตรทเหมือนชนิดอื่น จนกว่าจะมีซับสเตรทใหม่ที่เหมาะสมจึงจะสลัดหางออกลงเกาะและเจริญเป็นเซลล์ปกติต่อไป (Alderman et al., 1974) และ *Althornia* จะไม่มีการสร้างเส้นใยเอกโตพลาสติกในวงจรชีวิต (Bongiorni et al., 2005)

Labyrinthuloides ทัลลัสมีรูปร่างกลมลักษณะก้ำกึ่งระหว่างทรอสโทโคตริคส์และลาบิลินทูลิดส์ (Raghukumar, 2002) มีส่วนของเอกโตพลาสมิกเนทช่วยในการเคลื่อนที่ (Honda, 1998) ลักษณะการเคลื่อนที่เป็นแบบคืบคลาน ซูโอสปอร์แรงเจียมผลิตซูโอสปอร์ที่มีแฟลกเจลลา 2 เส้น เมื่อเซลล์เจริญเติบโตเต็มที่将被ปล่อยออกจากเซลล์แม่มีลักษณะการแบ่งเซลล์แบบทวีคูณ (Ulken, Jackle, & Bahnweg, 1985)



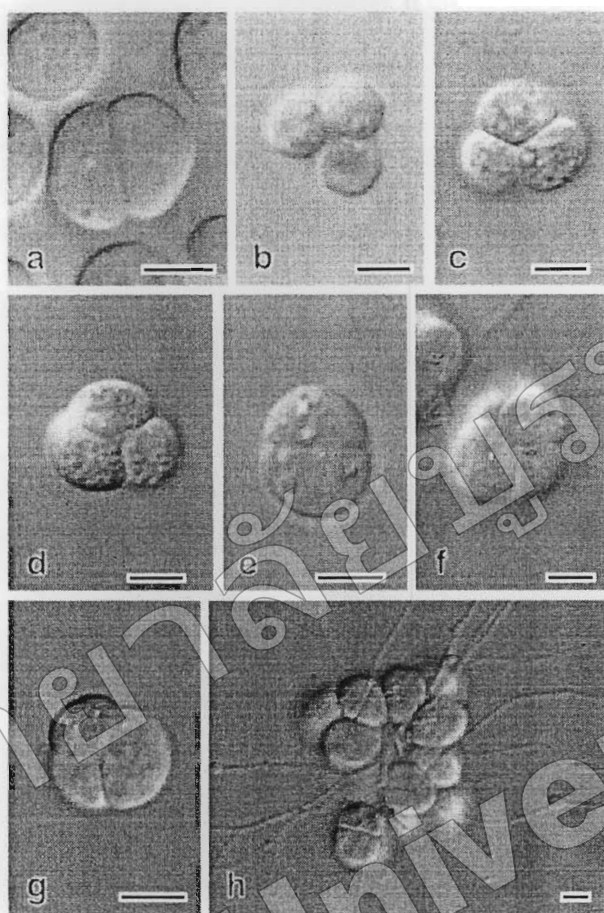
ภาพที่ 2-2 วงจรชีวิตของทรอสโทโคตริคส์และลาบิลินทูลิดส์ (Honda, 2001)

ต่อมา Yokohama and Honda (2007) ได้จำแนกสกุล *Schizochytrium* ด้วยลักษณะทางสัณฐานวิทยา ชนิดและปริมาณของกรดไขมัน และแคโรทีนอยด์ ทำให้ทอรัสโทโคตริคส์ที่เคยถูกจำแนกเป็น *Schizochytrium* สามารถแยกออกได้เป็น 3 สกุลได้แก่ *Schizochytrium*, *Oblongichytrium* และ *Aurantiochytrium* มีรายละเอียดดังนี้

Aurantiochytrium ลักษณะทลัสมีผนังบาง ทรงกลม สีส้ม เซลล์มีแอสตาแซนธิน ฟีนีโคแซนธิน แคนตาแซนธิน และเบตา-แคโรทีน มีเออาร์เอน้อยแต่มีดีเอชเอในปริมาณสูง โคโลนีมีขนาดเล็กและมีการแบ่งเซลล์แบบ binary division เอกโตพลาสติกเนโทพอดินาดี ซูโอสปอร์มีแฟลกเจลลา 2 เส้น และมีรูปร่างรีจนถึงทรงกลม และไม่พบ resting spores (ภาพที่ 2-3 และ 2-4)

Schizochytrium ลักษณะทลัสมีผนังบาง ทรงกลม สีเหลืองอ่อน เซลล์มีเบตา-แคโรทีนเพียงชนิดเดียว และมีเออาร์เอประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ โคโลนีมีขนาดใหญ่และมีการแบ่งเซลล์แบบ binary division เอกโตพลาสติกเนโทพอดินาดี ซูโอสปอร์มีแฟลกเจลลา 2 เส้น และมีรูปร่างรีจนถึงทรงกลม ไม่พบ resting spores (ภาพที่ 2-5)

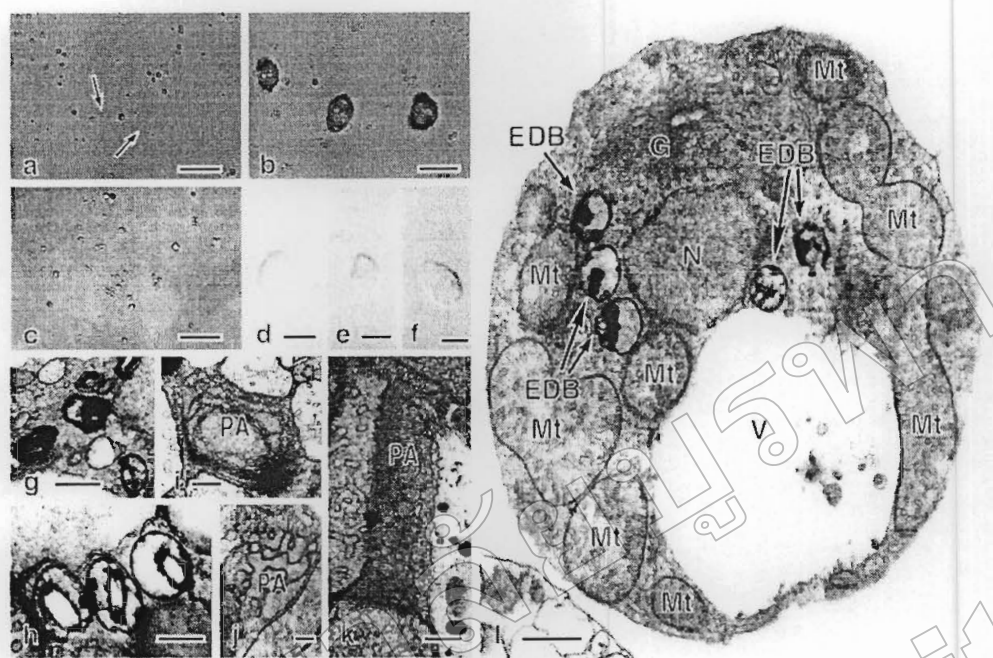
Oblongichytrium ลักษณะทลัสมีผนังบาง ทรงกลม สีเหลืองอ่อน เซลล์มีเบตา-แคโรทีนและแคนตาแซนธิน มีดีพีเอ กลุ่มโอเมก้า-6 น้อย แต่มีกลุ่มโอเมก้า-3 มาก โคโลนีมีขนาดใหญ่และมีการแบ่งเซลล์แบบ binary division เอกโตพลาสติกเนโทพอดินาดี ซูโอสปอร์มีแฟลกเจลลา 2 เส้น และมีรูปร่างรีหรือรูปไข่ ไม่พบ resting spores (ภาพที่ 2-6)



ภาพที่ 2-3 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แสดงกลุ่มเซลล์กำลังแบ่งเซลล์จากหนึ่งเป็นสองในอาหาร-เอช
(Yokohama & Honda, 2007)

- a. *Aurantiochytrium limacinum*
- b. *Aurantiochytrium* sp. SEK 209
- c. *Aurantiochytrium* sp. SEK 217
- d. *Schizochytrium aggregatum*
- e. *Schizochytrium* sp. SEK 210
- f. *Schizochytrium* sp. SEK326
- g. *Oblongichytrium* sp. SEK 347
- h. *Oblongichytrium* sp. SEK 347

Bars 5 µm.



ภาพที่ 2-4 ลักษณะเซลล์ของ *Aurantiochytrium* spp. (Yokohama & Honda, 2007)

a-c ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงเอกโตพลาสมิกเนทของเซลล์ที่เลี้ยงในน้ำทะเล (ลูกศร)

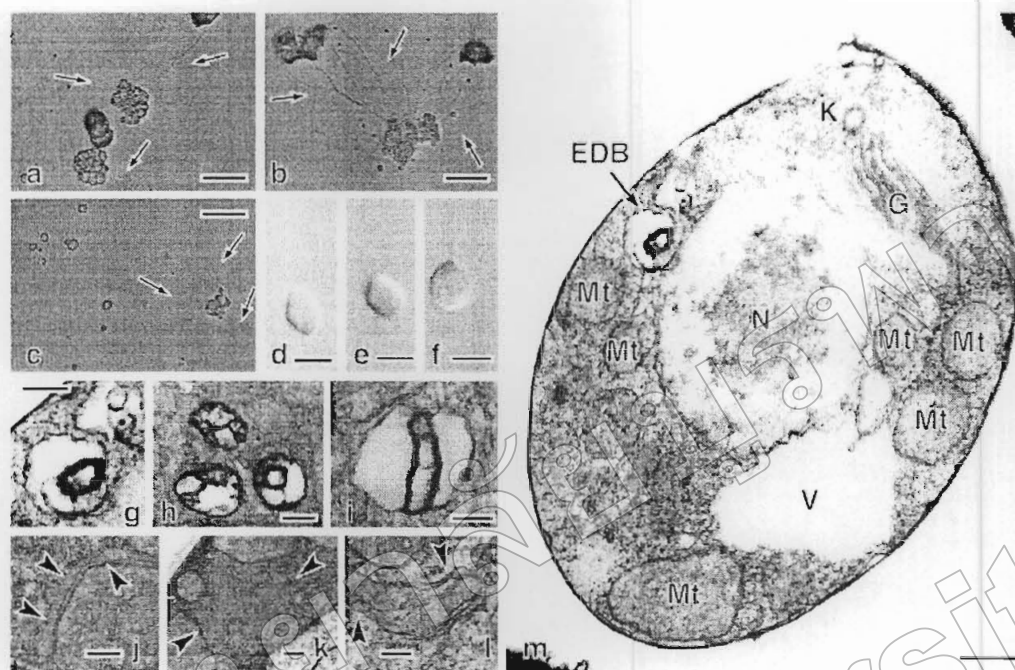
d-f ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงซูโอสปอร์มีรูปร่างเป็นรูปไข่

g-l ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดง electron-dense body และ para-nuclear body (PA) ในเซลล์ปกติ

(**a, d** *Aurantiochytrium limacinum* NIBC SR21; **b, e, g, j, l** *Aurantiochytrium* sp. SEK 209; **c, f, h, i, k** *Aurantiochytrium* sp. SEK 217).

EDB, electron-dense body; G, Golgi body; Mt, mitochondria; N, nucleus; V, vacuole.

Bars **a-c** 30 μm ; **d-f** 5 μm ; **g-k** 0.2 μm ; **l** 0.5 μm



ภาพที่ 2-5 ลักษณะเซลล์ของ *Schizochytrium sensu stricto* (Yokohama & Honda, 2007)

a-c ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงเซลล์ที่เกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ ที่เลี้ยงในน้ำทะเล และมีเอดิโพลาสมิกเนทที่พัฒนาดี (ลูกศร)

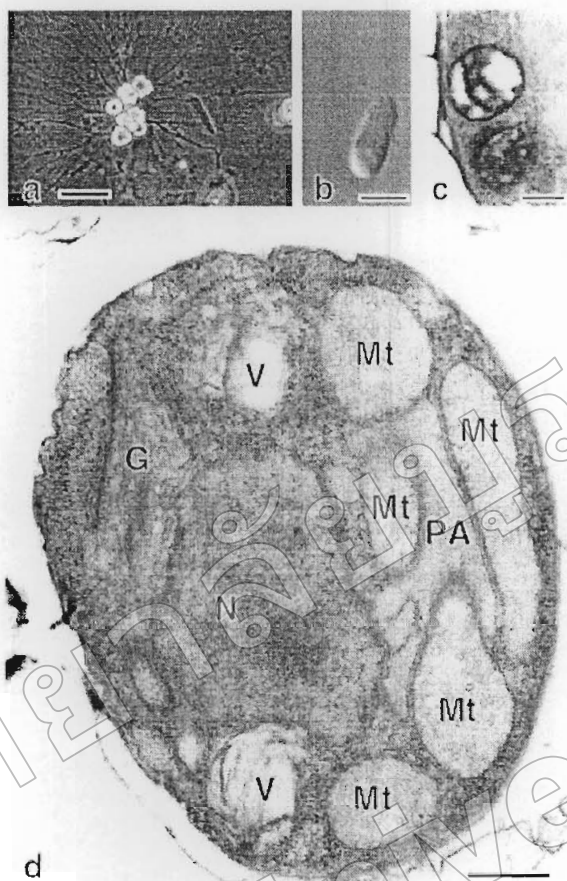
d-f ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงซูโอสปอร์มีรูปร่างเป็นรูปไข่

g-l ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดง electron-dense body และ para-nuclear body (หัวลูกศร) ในเซลล์ปกติ

(**a, d, g, j, m** *Schizochytrium aggregatum* ATCC 28209; **b, e, h, k** *Schizochytrium* sp. SEK 210; **c, f, i, l** *Schizochytrium* sp. SEK 346). EDB, electron-dense body;

G, Golgi body; K, kinetosome; Mt, mitochondria; N, nucleus; V, vacuole.

Bars **a-c** 30 μm ; **d-f** 5 μm ; **g-l** 0.2 μm ; **m** 0.5 μm .



ภาพที่ 2-6 ลักษณะเซลล์ของ *Oblongichytrium* sp. SEK 347 (Yokohama & Honda, 2007)

๑. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงเซลล์ที่เกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ ที่เลี้ยงในน้ำทะเล และมีไฮโดพลาสซึมที่พัฒนาดี (ลูกศร)
๒. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงซูโอสปอร์มีรูปร่างเป็นรูปรี
๓. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแสดง electron-dense body
๔. ภาพตัดขวางของเซลล์ปกติแสดง para-nuclear body.

G, Golgi body; Mt, mitochondria; N, nucleus; PA, para-nuclear body; V, vacuole.

Bars **a** 30 μm ; **b** 5 μm ; **c** 0.2 μm ; **d** 0.5 μm .

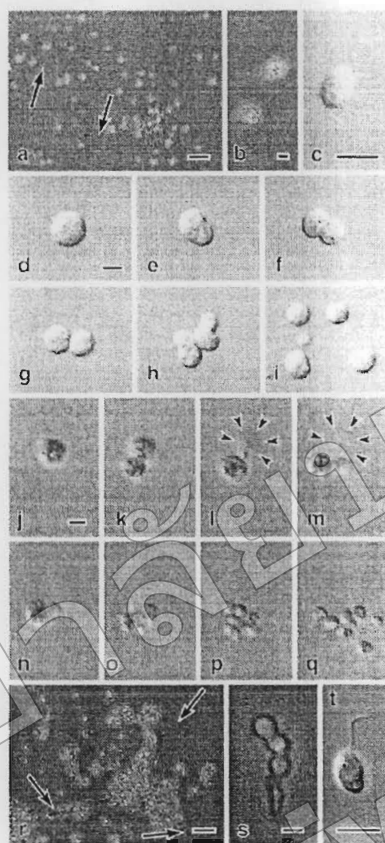
ต่อมา Yokoyama, Salleh, & Honda (2007) ได้จำแนกทรอสโทโคตริคส์สกุล *Ulkenia* ทำให้ทรอสโทโคตริคส์ที่เคยถูกจำแนกเป็น *Ulkenia* สามารถแยกออกได้เป็น 4 สกุล ได้แก่ *Ulkenia*, *Sicyoidochytrium* gen. nov, *Botryochytrium* และ *Parieticchytrium* มีรายละเอียดดังนี้

Ulkenia ทัลลัสพบทั้งที่เป็น epibiotic, endobiotic และ interbiotic ทัลลัสมีผนังบาง ในช่วงที่มีการเจริญมาก ๆ มีเอกโตพลาสติคเนท (rhizoidal system) ทัลลัสมีรูปร่างทรงกลม กิ่งทรงกลมหรือลูกแพร์ มีขนาดที่แตกต่างกันมากในระหว่างพัฒนาการ โคลนีมีขนาดเล็ก มีเอกโตพลาสติคเนทพัฒนาไม่ค่อยดี ในระยะเจริญพันธุ์ไม่มีผนังเซลล์ ทำให้โปรโตพลาสต์ไม่มีผนังหุ้มหรือมีการคืบคลานคล้ายอมีบาออกจากผนังสปอร์แรงเจียมทางรูเล็ก ๆ ที่อยู่ปลายบนของสปอร์แรงเจียม หลังจากนั้นโปรโตพลาสต์จะกลายเป็น ซูโอสปอร์แรงเจียม ซึ่งจะปล่อยซูโอสปอร์เซลล์มีแอสตาแซนธิน ฟีนีโคแซนธิน เอกโคไนโอน และเบตา-แคโรทีน (ภาพที่ 2-7)

Sicyoidochytrium เซลล์ปกติมีขนาดเล็ก โคลนีมีขนาดเล็ก เอกโตพลาสติคเนทพัฒนาไม่ค่อยดี ในระยะเจริญพันธุ์ผนังเซลล์ deliquescing อย่างสมบูรณ์ โปรโตพลาสต์ไม่มีผนังหุ้มและแบ่งตัวหลายครั้ง ในการแบ่งครั้งสุดท้าย ซูโอสปอร์เกิดจากการยึดตัวและคืบตัว เซลล์มีแคนดาแซนธิน เอกโคไนโอน และเบตา-แคโรทีน (ภาพที่ 2-8)

Botryochytrium โคลนีมีขนาดใหญ่ มีเอกโตพลาสติคเนทพัฒนาดี ในระยะเจริญพันธุ์ผนังเซลล์ deliquescing อย่างสมบูรณ์ โปรโตพลาสต์ไม่มีผนังหุ้มและแบ่งตัวแบบ centripetal division และมีรูปร่างเป็นรูปดาวก่อนที่จะสร้างซูโอสปอร์ เซลล์มีแคนดาแซนธิน เอกโคไนโอน เบตา-แคโรทีน และมี n-6 (docosatetraenoic acid) ในปริมาณสูง (ภาพที่ 2-9)

Parieticchytrium โคลนีมีขนาดใหญ่ มีเอกโตพลาสติคเนทพัฒนาดี ผนังเซลล์ยังคงเหลือหลังจากปล่อยโปรโตพลาสต์แล้ว โปรโตพลาสต์แบ่งตัวแบบ centripetal division ทำให้เกิดเป็นกลุ่มก้อน และมีรูปร่างเป็นรูปดาวก่อนที่จะสร้างซูโอสปอร์ เซลล์มีเบตา-แคโรทีน และมีกรดไขมัน C22:4 (docosatetraenoic acid) ในปริมาณสูง (ภาพที่ 2-10)



ภาพที่ 2-7 ลักษณะเซลล์ของ *Ulkenia* clade strains [a-r *U. amoebioidea* SEK 214; s-u *Ulkenia* sp.

(deposited as *Japanochytrium* sp.) ATCC 28207] Yokoyama et al. (2007)

a. ภาพจากกล้องจุลทรรศน์ แสดงเซลล์ที่เกาะกันเป็นกลุ่มใหญ่ เลี้ยงในน้ำทะเล และมี
เอกโตพลาสมิกเนตที่พัฒนาดี (ลูกศร)

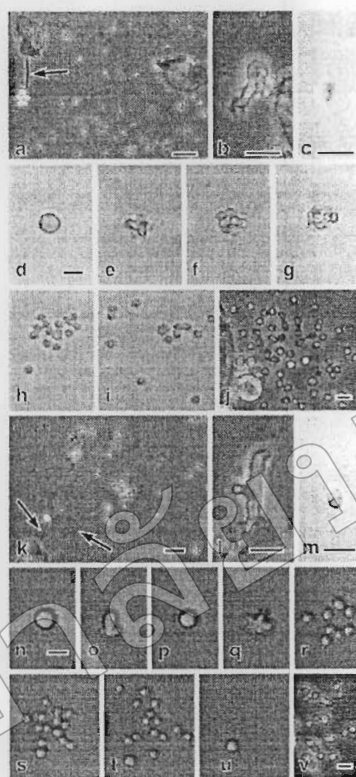
b. อะมีบอยด์เซลล์ c. ชูโอสปอร์ s. อะมีบอยด์เซลล์ t. ชูโอสปอร์

d-i ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แสดงการแบ่งเซลล์ของอะมีบอยด์เซลล์ (d. เซลล์เป็น
รูปทรงกลม; e. เซลล์มีรูปร่างอิสระ; f. binary cell division; g. two daughter cells;
h. binary cell divisions; i. four daughter cells)

j-q อะมีบอยด์เซลล์และการสร้างชูโอสปอร์ [j. เซลล์ปกติ; k,l protoplast ที่ออกมาจาก
ผนังเซลล์ (หัวลูกศร); m. อะมีบอยด์เซลล์กำลังเปลี่ยนจากโปรโตพลาสต์; n. อะมีบอยด์
เซลล์ที่อยู่กับที่; o. การแบ่งเซลล์; p. eight daughter cells; q. กำลังปล่อยชูโอสปอร์]

r. เซลล์รวมกลุ่มกันในน้ำทะเลและมีเอกโตพลาสมิกเนตมาก (ลูกศร)

Bars a, r 30 μ m; b, c, e, j, r-t 5 μ m.



ภาพที่ 2-8 ลักษณะเซลล์ของ *Sicyoidochytrium* clade strains (a-j, *S. minutum* SEK 354;

k-v, *S. minutum* NBRC 102975) Yokoyama et al. (2007)

a,k เซลล์ที่เลี้ยงในน้ำทะเล และมีเอกโตพลาสมิกเนทที่ไม่แตกแขนง (ลูกศร)

b,l อะมีบอยด์เซลล์ c,m ซูโอสปอร์ t. 16 สปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่

d-i, n-u การสร้างซูโอสปอร์โดยการแบ่งเซลล์ [d. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย;

e. การแบ่งเซลล์; f. eight daughter cell; g. การแบ่งเซลล์อย่างต่อเนื่องแบบ binary cell

division ที่มีลักษณะเหมือนที่ยกน้ำหนัก; h. 16 สปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่; i. ซูโอสปอร์ที่

ขนาด 2 เส้นและกำลังปล่อย; n. เซลล์ปกติ; o. อะมีบอยด์เซลล์; p. สปอร์แรงเจียม

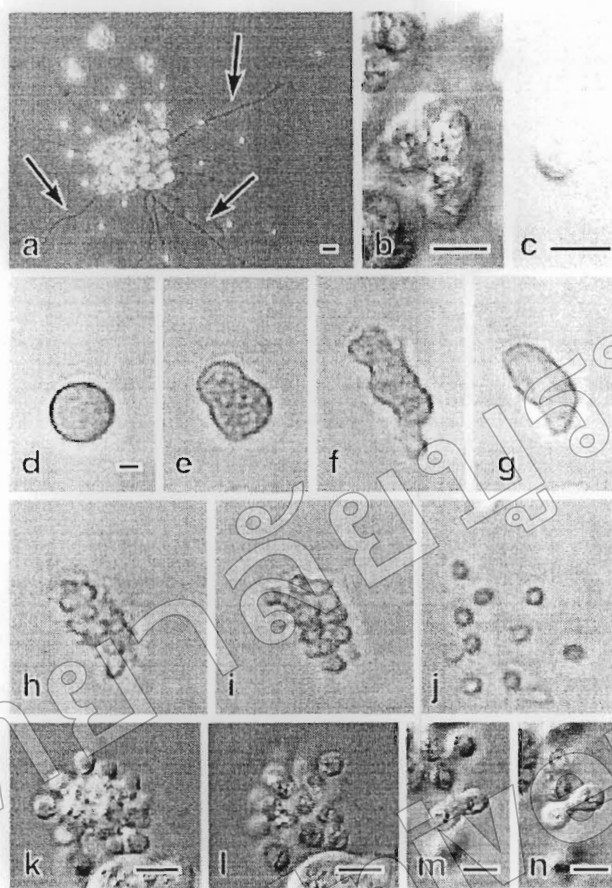
โตเต็มวัยรูปร่างกลม; q. การแบ่งเซลล์; r. eight daughter cell; s. การแบ่งเซลล์อย่าง

ต่อเนื่องแบบ binary cell division ที่มีลักษณะเหมือนที่ยกน้ำหนัก;

u. ซูโอสปอร์ที่ขนาด 2 เส้นกำลังปล่อยและคงเหลือ proliferous body (หัวลูกศร)

j,v. การแบ่งเซลล์อย่างต่อเนื่องแบบ binary cell division ที่มีลักษณะเหมือนที่ยกน้ำหนัก

Bars a, k 30 μ m; b-d, j, l-n, v 5 μ m.



ภาพที่ 2-9 ลักษณะเซลล์ของ *Botryochytrium* clade strains (a-n *B. radiatum* SEK 353)

Yokoyama et al. (2007)

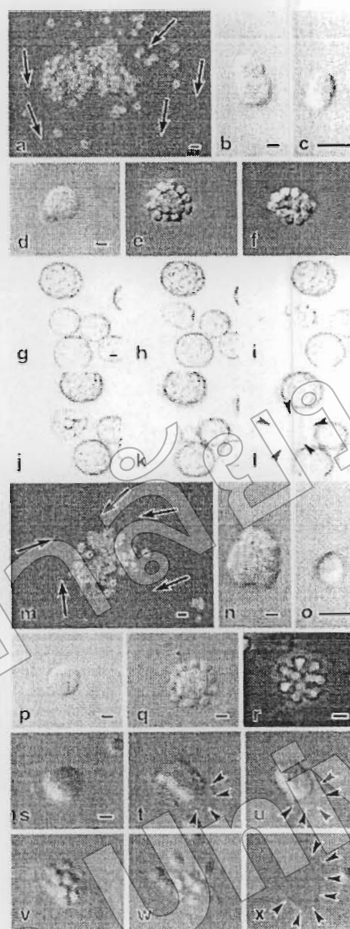
a,k เซลล์ที่เลี้ยงในน้ำทะเล มีการรวมกลุ่มขนาดใหญ่ และเอกโตพลาสมิกเนทพัฒนาดี (ลูกศร) **b** อะมีบอยด์เซลล์ **c** ชูโอสปอร์

d-j การสร้างชูโอสปอร์ [**d**. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย; **e**. โปรโตพลาสต์ออกจากผนังเซลล์บางๆ; **f**. อะมีบอยด์เซลล์เคลื่อนที่; **g**. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย รูปร่างกลม;

h. การแบ่งเซลล์อย่างต่อเนื่องแบบรัศมี (radiated cell division) และแตกหน่ออย่างมากบริเวณขั้ว (multipolar budding); **i**. ชูโอสปอร์พร้อมถูกปล่อย; **j**. ชูโอสปอร์ถูกปล่อยโดยไม่มีผนังเซลล์เหลืออยู่]

k,l การแบ่งเซลล์อย่างต่อเนื่องแบบรัศมี (radiated cell division) และแตกหน่ออย่างมากบริเวณขั้ว (multipolar budding) **m,n** ชูโอสปอร์ถูกสร้างโดยการบีบตัวและการดึงตัว (pinching and pulling)

Bars **a** 30 μm ; **b-d, j, k-n**, 5 μm .



ภาพที่ 2-10 ลักษณะเซลล์ของ *Parietichytrium* clade strains (**a-l** *P. sarkarianum* SEK 351; **m-x** *P. sarkarianum* SEK 364) Yokoyama et al. (2007)

a,m เซลล์ที่เลี้ยงในน้ำทะเล มีการรวมกลุ่ม และมีเอกโทพลาสมิคเนตที่พัฒนาดี (ลูกศร) **b**. อะมีบอยด์เซลล์ **c**. ซูโอสปอร์ **d,p** สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย **e,f,q,r** เซลล์แบ่งตัวแบบรัศมี (radiated cell division) **g-l, s-x** การสร้างซูโอสปอร์ [**g**. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย; **h**. อะมีบอยด์เซลล์; **i**. การแบ่งเซลล์; **j**. สปอร์ที่ไม่เคลื่อนที่; **k**. ซูโอสปอร์ถูกปล่อย; **l**. ผนังเซลล์ที่เหลือน (หัวลูกศร); **s**. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย; **e**. โปรโทพลาสต์ออกจากผนังเซลล์ที่หนา (หัวลูกศร) โดยเคลื่อนที่แบบอะมีบอยด์; **u**. สปอร์แรงเจียมโตเต็มวัย รูปร่างกลม; **v**. เซลล์แบ่งตัวเป็นซูโอสปอร์; **w**. ซูโอสปอร์ถูกปล่อย; **x**. ผนังเซลล์เหลือนค้างอยู่ (หัวลูกศร)]. Bars **a, m** 30 μm ; **b-d, l, n-s** 5 μm .

การแพร่กระจาย

ทรอสโทโคตริดส์เป็นจุลินทรีย์ทะเลที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางตามแหล่งต่าง ๆ เช่นปากแม่น้ำ ดินตะกอนชายฝั่ง (Santangelo et al., 2000) ชายฝั่งทะเล น้ำทะเล (Honda et al., 1998) สาหร่ายทะเล (Sharma et al., 1994) ใญ่ทะเล (Raghukumar, 2002) รวมถึงบริเวณป่าชายเลนโดยจะพบมากอยู่ที่ใบไม้ป่าชายเลนที่ร่วงหล่นเน่าเปื่อย (Raghukumar, 2002; ศุภพิชญ์ บุญแดง, 2548) ทรอสโทโคตริดส์สามารถพบได้ทั่วไปในบริเวณป่าชายเลนทั่วโลก เช่น ญี่ปุ่น (Honda et al., 1998) ออสเตรเลีย (Fan, Vrijmoed, & Jones, 2002) ไทย (กนกสิณี ยิ้มยวน, 2550) ฟิลิปปินส์ (Leano, 2001) การแพร่กระจายของทรอสโทโคตริดส์มีการศึกษาดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 ทรอสโทโคตริดส์ที่พบจากสถานที่ต่างๆ

ชนิด	ชั้นสเตรท	สถานที่	References
<i>Schizochytrium aggregatum</i>	น้ำทะเล	Long Island Sound, New Heaven, Connecticut, USA	Behnweg (1979)
<i>Althornia crouchii</i>	หอยนางรม (<i>Ostrea edulis</i>)	Althorne Creek, River Crouch, Essex, UK	Jones and Alderman (1971)
<i>Thraustochytrium striatum</i> และ <i>Schizochytrium mangrovei</i>	เมล็ดสน (pine pollen)	Mangrove, Goa, India	Raghukumar (1992)
<i>Ulkenia visurgensis</i> และ <i>Labyrinthuloid minuta</i>	สาหร่ายทะเล (<i>Sargassum cinereum</i>)	Dona Paula Jetty, Goa, India	Sharma et al. (1994)
<i>Schizochytrium limacinum</i>	น้ำทะเล	Mangrove area in, West Pacific Ocean	Honda et al. (1998)

ตารางที่ 2-1 (ต่อ)

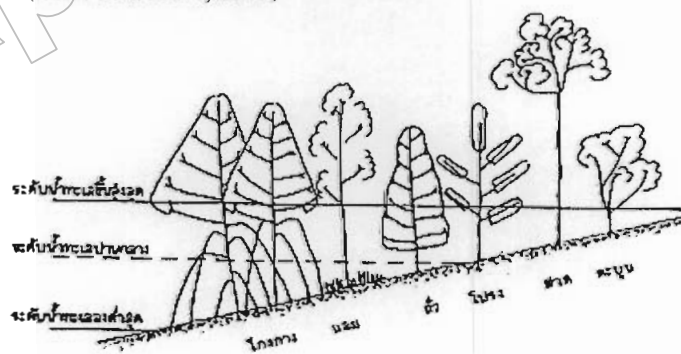
ชนิด	ชั้นสเตรท	สถานที่	References
<i>Schizochytrium</i> sp., <i>Schizochytrium mangrovei</i> และ <i>Thraustochytrium</i> sp.	ใบไม้ที่ร่วงหล่นใน ป่าชายเลน	Panay island, Philippines	Leano (2001)
<i>Schizochytrium</i> sp. (N-1, N-2, N-5, N-6 และ N-9)	ใบรังกะแท้ (<i>Kandelia candel</i>)	Mangrove area in, Hong Kong	Kamlangdee and Fan (2003)
<i>Aplanochytrium</i> sp. SC1 - 1	ใบไม้ป่าชายเลน	Sweetings Cay, Bahamas	Leander, Porter, and Leander (2004)
<i>Thraustochytrium striatum</i>	น้ำทะเล	Atlantic Canadian	Burja (2006)
thraustochytrid strain 12B	ใบไม้ที่ร่วงหล่นใน ป่าชายเลน	Okinawa, Japan	Perveen et al. (2006)
<i>Schizochytrium mangrovei</i> FB3	ใบรังกะแท้ (<i>Kandelia candel</i>)	intertidal zone from local mangrove in Sai Keng, Hong Kong	Fan, Jiang, Fan, and Chen (2007)
<i>Aurantiochytrium</i> sp. strain T66	ดินตะกอน และน้ำทะเล	coast of Madeira, Portugal	Jakobsen, Aasen, Josefsen, and Strom (2008)
<i>Aurantiochytrium mangrovei</i> MP2	ใบรังกะแท้ (<i>Kandelia candel</i>)	Mai Po Nature Reserve in Hong Kong	Wong, Tsui, Au, and Vrijmoed (2008)

ป่าชายเลน

เป็นกลุ่มของสังคมพืชที่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้หลายชนิด หลายตระกูล และเป็นพืชที่มีใบเขียวตลอดปี ซึ่งมีลักษณะทางชีววิทยาและความต้องการสิ่งแวดล้อมที่คล้ายกัน และยังหมายถึงกลุ่มของสังคมพืชที่ขึ้นอยู่บริเวณปากอ่าว ชายฝั่งทะเลเขตร้อน ซึ่งส่วนใหญ่ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ตระกูลโกงกางเป็นไม้สำคัญ และมีไม้ตระกูลอื่นปะปนอยู่บ้าง ป่าชายเลนจะพบเห็นทั่วไปตามพื้นที่ป่าชายฝั่งทะเล บริเวณปากน้ำ อ่าวทะเลสาบ ลำคลอง และเกาะที่มีน้ำทะเลท่วมถึง โดยทำเลที่เหมาะสมที่สุดสำหรับป่าชายเลนนั้นจะต้องเป็นท้องอ่าวที่มีน้ำนิ่ง ๆ และมีแม่น้ำสายใหญ่ ๆ ไหลลงมา ดังนั้นเมื่อน้ำจากแม่น้ำไหลลงมาปะทะกับน้ำทะเล โคลนเลนและหาดต่าง ๆ ซึ่งไหลปะปนมากับกระแสน้ำจะจมลง ทำให้เกิดแผ่นดิน โคลนหรือเลนผืนใหญ่ขึ้นในบริเวณท้องอ่าวนั้น (วันชัย อิงปัญจลาภ, 2536)

การแบ่งเขตของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน

พันธุ์ไม้ป่าชายเลนแต่ละชนิดจะขึ้นเป็นแนวเขตหรือเป็น โซนที่ค่อนข้างแน่นอนคือจากบริเวณชายฝั่งจนลึกเข้าไปในป่าด้านใน ซึ่งจะเป็นเอกลักษณ์ของพันธุ์ไม้ป่าชายเลนที่มีการขึ้นอยู่แตกต่างกันไปจากป่าบกทั้งหลาย พันธุ์ไม้ป่าชายเลนมักพบขึ้นเป็นแนวเขตแต่ละชนิดของมัน อาจเนื่องมาจากความแตกต่างกันในลักษณะการออกรากและการเจริญเติบโตของลูกไม้ ซึ่งพันธุ์ไม้แต่ละชนิดมีความสามารถจะขึ้นอยู่ในบริเวณที่มีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ระหว่างระดับน้ำทะเลต่ำสุด และระดับน้ำทะเลสูงสุด (ภาพที่ 2-11) อย่างไรก็ตามปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้พันธุ์ไม้ป่าชายเลนขึ้นอยู่เป็นเขตหรือ โซนมีอยู่หลายปัจจัยด้วยกันคือ ปัจจัยทางกายภาพและเคมีของดิน ความเค็มของน้ำในดิน การระบายน้ำและกระแสน้ำ ความชื้นของดิน และความถี่ของน้ำทะเลที่ท่วมถึง (สนิท อักษรแก้ว, 2541)



ภาพที่ 2-11 การแบ่งเขตการขึ้นอยู่ของพันธุ์ไม้ในป่าชายเลน (มนตรี สุมณฑา, 2551)

ระบบนิเวศป่าชายเลน

ระบบนิเวศป่าชายเลน เป็นระบบนิเวศที่เชื่อมต่อการถ่ายทอดสารอาหารและพลังงาน ระหว่างระบบนิเวศป่าบกกับระบบนิเวศทางทะเล จึงมีความสำคัญทั้งต่อสิ่งแวดล้อม คือ เป็นแหล่งอาหาร ที่สร้างความอุดมสมบูรณ์ให้กับทะเลทั้งทางตรงและทางอ้อม มีความหลากหลายทางชีวภาพ ทั้งพืช สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก และสัตว์น้ำนานาชนิด มีความสำคัญต่อวัฏจักรของการรับอนซึ่งมี แหล่ง ปฐมภูมิหลายชนิดทั้งพืชชั้นสูง แพลงก์ตอน และ แบคทีเรียที่สามารถสร้างอาหารเองได้ (เทียมใจ กรมกฤษฎ, 2536)

โครงสร้างของป่าชายเลน

ป่าชายเลนเป็นระบบนิเวศที่ประกอบด้วยพืชพรรณและสัตว์น้ำนานาชนิด ดำรงชีวิตร่วมกัน ในสภาพแวดล้อมที่เป็นดินเลน น้ำกร่อย หรือน้ำทะเลท่วมถึงสม่ำเสมอ พบทั่วไปตามที่ราบปากแม่น้ำ ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ และบริเวณรอบเกาะต่าง ๆ

หลักการ ในการจำแนกชนิดของป่าชายเลนในประเทศไทยใช้ลักษณะพื้นที่และการท่วมถึงของน้ำทะเลมี 4 ชนิด คือ

1. Basin forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ (main land) ตามลำแม่น้ำเล็ก ๆ จะได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลน้อยมาก กล่าวคือ น้ำทะเลจะท่วมถึงเฉพาะเวลาที่มีน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (extreme high tide) เท่านั้น และมีอิทธิพลจากน้ำจืดมาก ลักษณะพันธุ์ไม้จะเป็นต้นเดี่ยว มีพวกเอปิไฟต์และเถาวัลย์อยู่มาก

2. Riverine forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บริเวณชายฝั่งแม่น้ำใหญ่ ๆ ที่ติดต่อกับอ่าวทะเล และทะเลสาบ ป่าประเภทนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่อย่างสม่ำเสมอ คือจะมีกระแสน้ำท่วมถึงอยู่เป็นประจำ ป่าพวกนี้ประกอบด้วยพันธุ์ไม้ที่มีการเจริญเติบโตค่อนข้างสมบูรณ์ดี

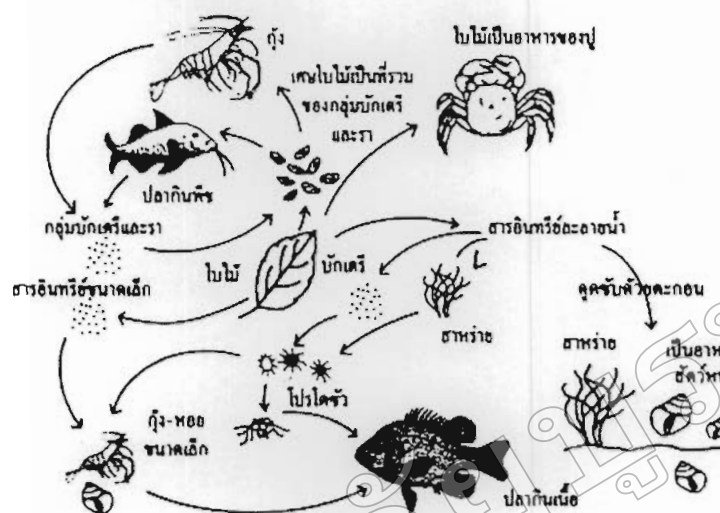
3. Fringe forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นตามชายฝั่งทะเลติดกับผืนแผ่นดินใหญ่ หรือบริเวณชายฝั่งที่เป็นเกาะใหญ่ ๆ ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลอยู่สม่ำเสมอ คือน้ำทะเลจะท่วมถึงอยู่เป็นประจำ สำหรับป่าชนิดนี้ถ้าขึ้นอยู่บนชายฝั่งเกาะใหญ่นั้น น้ำทะเลไม้อาจจะท่วมได้หมด เนื่องจากเป็นที่ลาดชัน ยกเว้นเวลามีน้ำทะเลขึ้นสูงสุดเท่านั้น พันธุ์ไม้ของป่าจะเจริญเติบโตได้ดี และเป็นป่าที่ค่อนข้างอุดมสมบูรณ์

4. Overwash forest เป็นชนิดป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่บนเกาะเล็ก ๆ จะถูกน้ำทะเลท่วมทั้งหมด เมื่อระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด การเจริญเติบโตของป่าชนิดนี้ต่ำ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมและน้ำทะเลมาก อีกประการหนึ่งคือ พวกปูและธาตุอาหาร ในป่าชนิดนี้จะถูกชะไปโดยกระแสน้ำออก

จากป่าเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้การเจริญเติบโตของป่าชนิดนี้ไม่ดีและป่าจะมีลักษณะเตี้ย (เทียมใจ คมกฤต, 2536)

โครงสร้างระบบนิเวศป่าชายเลน ประกอบด้วย

1. ผู้ผลิต (producer) คือ พวกที่สร้างอินทรีย์สาร โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพันธุ์ไม้ชนิดต่างๆ ในป่าชายเลน
2. ผู้บริโภค (consumers) ผู้บริโภคในป่าชายเลนสามารถแบ่งได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้
 - กลุ่มผู้บริโภคอินทรีย์สาร (detritus consumer หรือ detritus feeders) ได้แก่ สัตว์หน้าดินขนาดเล็ก (ตั้งแต่ 0.1-1 มิลลิเมตร) เช่น polychate, nematodes, sipunculans และ nemerteans และนอกจากนี้ยังมีพวก crustaceans, gastropods และพวกหอยฝาเดียว รวมไป ถึงปลาบางชนิดอีกด้วย
 - กลุ่มผู้บริโภคพืช (herbivores) พวกนี้กินพืช เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ ปู ไส้เดือนทะเล และปลาบางชนิด เป็นต้น
 - กลุ่มผู้บริโภคนิสัตว์ (carnivores) รวมถึงพวกกินสัตว์ระดับแรกหรือระดับต่ำ (lower carnivores) ได้แก่ กุ้ง ปู ปลา ขนาดเล็ก และนกกินปลาบางชนิด และพวกกินสัตว์ระดับสูงสุดหรือยอด (top carnivores) ได้แก่ ปลาขนาดใหญ่ นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และที่สำคัญที่สุดคือมนุษย์
 - กลุ่มผู้บริโภคทั้งพืชและสัตว์ (omnivores) ได้แก่ ปลาบางชนิด แต่ส่วนใหญ่สัตว์กลุ่มนี้มักจะกินพืชมากกว่ากินสัตว์
3. ผู้ย่อยสลาย (decomposers) ผู้ย่อยสลายที่สำคัญในป่าชายเลน ได้แก่ แบคทีเรีย (bacteria) รา (fungi) และพวกคัสเตเซียน โดยเฉพาะปูและหอยเจาะไม้ สำหรับใบไม้ในป่าชายเลนในฟลอริดา สหรัฐอเมริกาถูกทำลายเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยอย่างรวดเร็วโดยพวกปูและ amphipods หลังจากนั้นจะถูกย่อยต่อโดยแบคทีเรียและรา และราชชนิดที่มีบทบาทสำคัญในการทำ ให้เศษ ใบ ไม้ผุสลายตัว ได้แก่ *Phycomycetes* sp. (สนิท อักษรแก้ว, 2541)



ภาพที่ 2-12 สายใยอาหารในป่าชายเลน (ป่าชายเลน, ม.ป.ป.)

สถานีวิทยุและพัฒนาศูนย์วิทยากรป่าชายเลนที่ 5 จังหวัดสมุทรสาคร

ตั้งอยู่ที่ป่าสงวนแห่งชาติป่าเขาเลนปากอ่าวมหาชัยฝั่งตะวันตกตั้งแต่ ต.บางหญ้าแพรก ถึง ต.นาโลก (ต.บางหญ้าแพรก ต.บางกระเจ้า ต.บ้านบ่อ ต.บางไทร ต.กาหลง ต.นาโลก จ.สมุทรสาคร) ทิศเหนือ ติดกับ ตำบลโกรกกราก ทิศใต้ ติดกับ ปากแม่น้ำท่าจีน ทิศตะวันออก ติดกับ ตำบลโลกขาม และทิศตะวันตก ติดกับ ตำบลบางกระเจ้า ตำบลท่าจีน ซึ่งมีพื้นที่ทั้งหมด 3,872 ไร่ ปัจจุบันมีพื้นที่ป่าสมบูรณ์บริเวณสถานีวิจัยและพัฒนาทรัพยากรป่าเขาเลนที่ 5 มีจำนวน ประมาณ 477 ไร่ (เทศบาลตำบลบางหญ้าแพรก, น.ป.ป.)

สภาพทั่วไปของตำบลบางหญ้าแพรก เป็นพื้นที่ราบลุ่ม ปากแม่น้ำท่าจีน และเป็นพื้นที่ปากอ่าวไทย จึงอุดมด้วยป่าชายเลนอันเป็นแหล่งทำประมงชายฝั่ง และอาชีพเกษตรอื่นๆ เช่น ทำนาเกลือ เพราะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นต้น (เทศบาลตำบลบางหญ้าแพรก, ม.ป.ป.) ป่าชายเลนบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร จัดว่าเป็นพื้นที่ป่าชายเลนที่อุดมสมบูรณ์แห่งหนึ่ง มีพันธุ์ไม้มากประมาณ 22 ชนิด (วัฒนา พรประเสริฐ และคณะ, 2540) แต่ปัจจุบันป่าชายเลนในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพเสื่อมโทรมและเหลือเป็นแนวแคบ ๆ มีพรรณไม้เด่นเพียง 2 ชนิดคือ แสมขาว และแสมทะเล พื้นที่ป่าชายเลนที่เหลืออยู่มีเพียงร้อยละ 10 ของพื้นที่ป่าชายเลนที่เคยมีอยู่ในอดีต แต่อย่างไรก็ตาม บริเวณนี้ก็ยังเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยและแหล่งอาหารสำหรับสัตว์น้ำหลายชนิด (ณิการ์รัตน์ ปภาวสิทธิ์, 2548)

พันธุ์ไม้ที่พบในป่าชายเลน จังหวัดสมุทรสาคร

- โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*) เป็นพืชที่มีลำต้นตั้งตรงแตกกิ่งก้านเป็นพุ่มบริเวณเรือนยอด ใบมีขนาดใหญ่ ช่อดอกขนาดใหญ่ มี 3-5 ดอก และกลีบดอกมีขนปกคลุม

- โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) ลักษณะคล้ายคลึงกับ โกงกางใบใหญ่มาก แต่แตกต่างกันที่ ชนิดนี้มีใบขนาดเล็กกว่า ช่อดอกเล็กกว่า เพราะมีเพียง 2 ดอก และที่สำคัญกลีบดอกไม่มีขน

- แสมทะเล (*Avicennia marina*) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็กถึงขนาดกลาง ที่พบมากในพื้นที่ดินงอกใหม่และที่ดินเลนปนทรายมีใบสีเขียวอ่อนห่อกลับเข้ามาเหมือนหลอดกลม ๆ ให้เห็นท้องใบสีขาวนวล

- ดินเป็ดทะเล (*Cerbera odollam*) ดอกสีขาว แต่ตรงกลางดอกมีสีเหลือง กรวยของกลีบดอกสั้นกว่ากลีบดอกส่วนบน ผลทรงกลมเกิดเดี่ยว ๆ

- จาก (*Nypa fruticans* Wummb) เป็นพืชกลุ่มเดียวกับปาล์ม ชอบขึ้นริมฝั่งคลองตามแนวป่าชายเลนหรือบริเวณน้ำกร่อย ชาวประมงนิยมมาทำเป็นหลังคาบ้าน ผลมีลักษณะแทงขึ้นมาเป็นทะลาย

- ถั่วขาว (*Bruguiera cylindrica*) พบมากในเขตน้ำกร่อย ขึ้นได้ดีในที่ดินเลนค่อนข้างแข็ง ลำต้นกลม มีสีดำ เปลือกเรียบ มีตุ่มขาวขนาดเล็กตลอดต้น ดอกออกเป็นช่อ ช่อหนึ่งมี 3 ดอก พบน้อยมากที่มีถึง 5 ดอก กลีบเลี้ยงงอขึ้น ไม่หุ้มฝัก ตัวฝักเมื่อแก่เต็มที่มีสีเขียวอมม่วง มีร่องอยู่หนึ่งร่องยาวตลอดฝัก ดอกออกเกือบตลอดปี ใบเป็นพุ่มสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม ก้านใบส่วนที่เป็นหลังใบตรง เส้นใบเว้าลงมาเห็นได้ชัด

- โพทะเล (*Thespesia populnea*) ไม่ค่อยพบมากนักในป่าชายเลนในเขตน้ำกร่อย แต่จะพบมาก ในบริเวณที่มีทรายมากซึ่งน้ำท่วมถึงบางครั้งบางคราว ใบเหมือนใบโพธิ์บก แต่เล็กกว่า ใบมีสีเขียวเข้มทั้งหน้าใบและหลังใบ ลักษณะของดอกคล้ายดอกปอทะเล แต่สีเหลืองอ่อน

- ลำแพน (*Sonneratia ovata*) จะพบมากบริเวณขอบป่าชายเลนริมน้ำ ใบสีเขียวเข้มหนา ขอบใบเรียบ ส่วนฐานของใบกว้างกว่าปลายใบเล็กน้อย ลำต้นขาว กลีบเลี้ยงห่อหุ้มผลตั้งแต่ยังอ่อนจนแก่เต็มที เมื่อสัมผัสกลีบเลี้ยงจะรู้สึกสากมือเหมือนมีขนอยู่ที่กลีบเลี้ยง มักพบเชื้อราบนผลตั้งแต่ยังอ่อนอยู่ ลักษณะเด่นของลำแพน คือ กลีบเลี้ยงของผลจะห่อหุ้มผลตลอดเวลา ใบค่อนข้างกลมมีปลายแหลมเล็กน้อย

- แคะทะเล (*Dolichandrone spathacea*) เป็นไม้ยืนต้นขนาดเล็ก ไม่ผลัดใบ สูง 4-10 ซม. แตกกิ่งก้านน้อย เรือนยอดแผ่กว้าง แต่ละส่วนเมื่อแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีดำเปลือกสีเทาเรียบหรือแตกเป็นร่องสั้น ๆ มีช่องอากาศตามลำต้น

ผลิตภัณฑ์ที่พบในทรอสโทโคไตรคส์

แคโรทีนอยด์ (carotenoid)

แคโรทีนอยด์เป็นสารธรรมชาติที่พบอยู่ทั่วไปในพืช ผัก ผลไม้ และจุลชีพ ร่างกายมนุษย์ไม่สามารถสร้างแคโรทีนอยด์ได้ แต่แคโรทีนอยด์มีความสำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์มากโดยช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคมะเร็งและโรคหัวใจ การรับประทานอาหารที่มีองค์ประกอบของแคโรทีนอยด์จึงช่วยสร้างเสริมสุขภาพของมนุษย์ได้ (วีระศักดิ์ สามิ, 2005)

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นสารสีประกอบ (accessory pigments) มีสีเหลืองหรือส้ม แคโรทีนอยด์จะดูดซึมแสงสีน้ำเงิน และสีเขียว จากนั้นจะปล่อยแสงสีเหลืองและแดงให้ผ่านออกมา จึงเป็น สีเหลือง ส้ม หรือ แดง แคโรทีนอยด์มีส่วนสำคัญในการสังเคราะห์แสงโดยเป็นตัวช่วยถ่ายทอดพลังงานแสงที่ได้รับไปยังคลอโรฟิลล์ แคโรทีนอยด์แบ่งออกเป็น 2 ชนิด

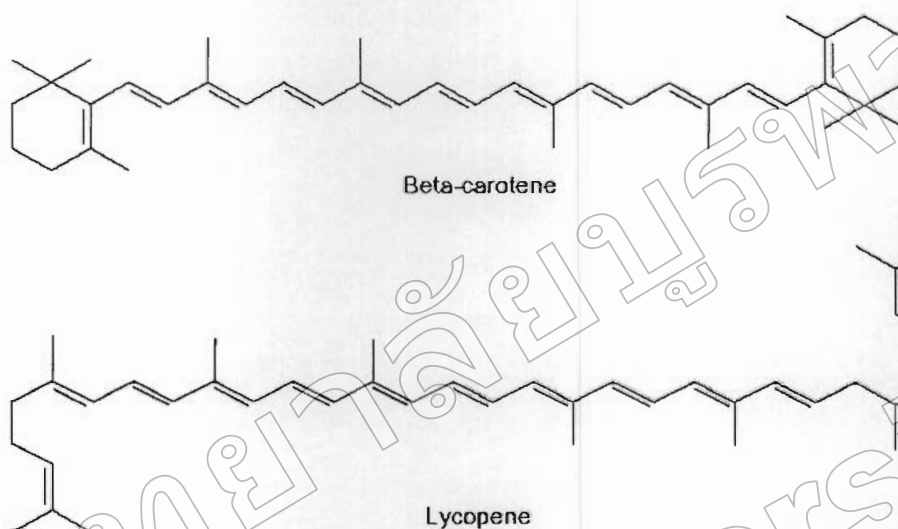
1. แคโรทีน (carotenes) มีสีส้มเป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งประกอบด้วยอะตอมของคาร์บอนเชื่อมต่อกันเป็นสายยาวด้วยพันธะเดี่ยวและพันธะคู่และที่ปลายข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้างจะมีอะตอมของคาร์บอนมาเกาะกันเป็นวง มีจำนวนคาร์บอนประมาณ 40 อะตอม และไม่มีออกซิเจนเป็นส่วนประกอบ มี 3 ชนิด ได้แก่ แอลฟา เบตา และเอปซีลอน แคโรทีนชนิดที่พบในแหล่งกักตุนพืชทุกชนิดคือ เบตา-แคโรทีน

2. แซนโทฟิลล์ (xanthophylls) มีสีเหลืองเป็นสารอนุพันธ์ที่มีออกซิเจนของแคโรทีน แบ่งออกได้หลายชนิดเช่น ฟูโคแซนทิน (fucoxanthin) มิกโซแซนโทฟิลล์ (myxoxanthophyll) ลูทีน (lutein) ไดอะไดโนแซนทิน (diadinoxanthin) ไดอะโตแซนทิน (diatoxanthin) และเพริดีนิน (peridinin) เป็นต้น (ลัดดา วงศ์รัตน์, 2542)

โครงสร้างทางเคมีและชนิดของแคโรทีนอยด์

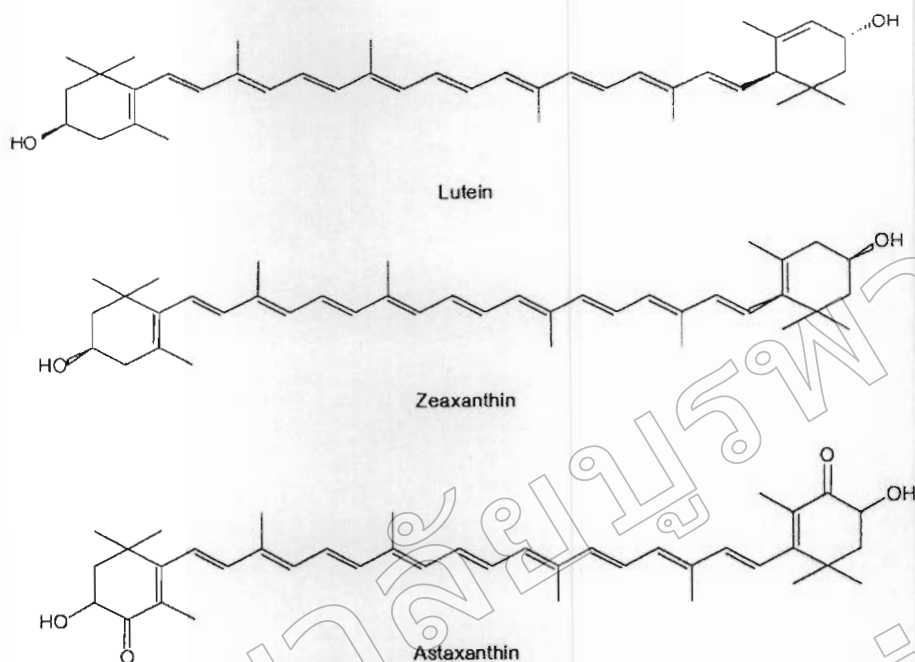
โครงสร้างโมเลกุลของแคโรทีนอยด์ประกอบด้วยหน่วยไอโซพรีน (isoprene unit) จำนวน 8 หน่วยต่อกันด้วยพันธะโคเวเลนต์ ทำให้เกิดคอนจูเกชันของพันธะคู่เป็นสายยาว (extensive conjugated double bond) ซึ่งทำให้แคโรทีนอยด์สามารถดูดกลืนพลังงานแสงอัลตราไวโอเลต และแสงสีขาว จึงทำให้แคโรทีนอยด์เป็นสารที่มีสีและมีสมบัติเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (antioxidant) โมเลกุลของแคโรทีนอยด์อาจเป็นโซ่ตรง ดังที่พบในไลโคพีน (lycopene) หรือเป็นวงแหวน (ring) ที่ปลายโซ่ของโมเลกุลดังที่พบในเบตา-แคโรทีน (β -carotene) สามารถจำแนก แคโรทีนอยด์ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 hydrogenated carotenoid derivatives หรือกลุ่มแคโรทีน (carotene) เป็นโมเลกุลที่ประกอบด้วยสายไฮโดรคาร์บอน ทำให้เป็นสารที่ไม่มีขั้ว และละลายได้ในไขมัน ตัวอย่างเช่น เบตา-แคโรทีนและไลโคพีน (ภาพที่ 2-13)



ภาพที่ 2-13 โครงสร้างทางเคมีของ hydrogenated carotenoid derivatives (Lorenze & Cysewski, 2000)

กลุ่มที่ 2 oxygenated carotenoid derivatives หรือกลุ่มแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ซึ่งมีอะตอมของออกซิเจนอยู่ในโมเลกุล จึงทำให้มีขั้วมากกว่า และสามารถละลายในไขมันได้น้อยกว่าแคโรทีนอยด์กลุ่มแรก ตัวอย่างเช่น แลคูทีน (lutein) ซีแซนทีน (zeaxanthin) และแอสตาแซนทีน (astaxanthin) (ภาพที่ 2-14)



ภาพที่ 2-14 โครงสร้างทางเคมีของ oxygenated carotenoid derivatives (Lorenze & Cysewski, 2000)

แอสตาแซนธิน

แอสตาแซนธินจัดเป็นแคโรทีนอยด์กลุ่มแซนโทฟิลล์ พบได้ทั่วไปในธรรมชาติ เป็นสารสีแดงที่พบในปลาแซลมอน ไข่ปลาแซลมอน เป็ดออกุ้ง ปู และ แพลงก์ตอนพืช ร่างกายไม่สามารถสร้างสารชนิดนี้ได้ เราจะได้รับสารชนิดนี้จากอาหารที่รับประทานเข้าไป ในปริมาณที่น้อยมาก เช่น ปลาแซลมอน 200 กรัม มีแอสตาแซนธิน เพียง 1 มิลลิกรัม (“Astaxanthin” คืออะไร, ม.ป.ป.)

ประโยชน์ของสารแอสตาแซนธิน

แอสตาแซนธินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนี้

- ช่วยให้ผิวคงความอ่อนวัย ลดริ้วรอย ความหย่อนคล้อยและจุดด่างดำ
- ช่วยบำรุงสายตา ลดอาการเมื่อยล้าของสายตาจากการใช้คอมพิวเตอร์
- ช่วยเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อร่างกาย
- ช่วยดูแลสุขภาพกระเพาะอาหาร
- ลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เส้นเลือดในสมองแตก

(“Astaxanthin” คืออะไร, ม.ป.ป.)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Sharma et al. (1994) พบ *Ulkenia visurgensis* และ *Labyrinthuloides mimuta* จากตัวอย่างสาหร่ายทะเล *Sargassum cinereum* ที่ Dona Paula Jetty, Goa ประเทศอินเดีย พบว่า *L. mimuta* เจริญได้ดีในสาหร่ายที่กำลังย่อยสลาย 14 วัน

Honda (1998) ได้คัดแยกทรอสโทโคตริคส์จากน้ำทะเลบริเวณป่าชายเลนของเกาะ Yap พบทรอสโทโคตริคส์ในสกุล *Schizochytrium* โดยให้ชื่อว่า *S. limacinum* ซึ่งมีลักษณะแตกต่างกับ *Schizochytrium* ชนิดอื่น ๆ ตรงที่ *S. limacinum* มีลักษณะของอะมีบอยด์เซลล์มีขนาดซูโอสปอร์ และการปล่อยซูโอสปอร์ที่แตกต่างกับชนิดอื่น ตลอดจนการใช้คาร์บอนจากแหล่งต่าง ๆ ในการเจริญ

Santangelo, Bongiorni, and Pignataro (2000) ศึกษาความหนาแน่นของ ทรอสโทโคตริคส์ และ โปรโตซัวบางชนิด ในตัวอย่างดินทรายบริเวณชายฝั่งทะเลเมดิเตอร์เรเนียน ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนตุลาคม พฤศจิกายน และมกราคม พบความหนาแน่นของทรอสโทโคตริคส์เท่ากับ 59.3 ± 41.9 , 45.0 ± 26.1 และ 21.9 ± 25.2 เซลล์ต่อมิลลิกรัม ตามลำดับ โดยความหนาแน่นของทรอสโทโคตริคส์จะลดลงในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนมกราคม แต่จะไม่ลดลงอย่างต่อเนื่อง

Leano (2001) เก็บตัวอย่างใบไม้ป่าชายเลนจาก Panay ประเทศฟิลิปปินส์ จำนวน 11 ชนิด พบทรอสโทโคตริคส์ 85-100 เปอร์เซ็นต์ จากตัวอย่างใบไม้ทุกชนิดโดยพบ *Schizochytrium mangrovei* สูงสุด 40-100 เปอร์เซ็นต์

Fan et al. (2002) ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของทรอสโทโคตริคส์จากใบไม้ที่ร่วงหล่นในป่าชายเลน ประเทศฮ่องกง พบทรอสโทโคตริคส์ 6 สายพันธุ์ ได้แก่ *Schizochytrium* sp. KF-1, *Schizochytrium mangrovei*. KF-2, KF-7, KF-12, *Thraustochytrium striatum* KF-9 และ *Ulkenia* KF-13

Kamlangdee and Fan (2003) ได้ทำการศึกษาการผลิตกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูง จากเชื้อ *Schizochytrium* sp. จำนวน 5 สายพันธุ์ (N-1, N-2, N-5, N-6 และ N-9) แยกจากใบรังกะเท้ (*Kandelia candel*) ที่หล่นจมน้ำในป่าชายเลนบริเวณเกาะฮ่องกง พบว่าสายพันธุ์ N-2 มีค่าชีวมวลสูงสุดในรูปของเซลล์แห้งเท่ากับ 13.2 กรัม/ลิตร สายพันธุ์ N-9 เจริญได้น้อยที่สุดและมีชีวมวล (น้ำหนักแห้ง) เท่ากับ 10.8 กรัม/ลิตร ซึ่งสายพันธุ์ N-2 มีสัดส่วนของกรดไขมันไม่อิ่มตัวสูงที่สุด

Wong et al. (2005) ศึกษาความอุดมสมบูรณ์ของทรอสโทโคตริดส์ที่พบจากใบรังกะเท้ และดินตะกอนบริเวณป่าชายเลน ในช่วงเดือน เมษายน มิถุนายน ตุลาคม 2004 และกุมภาพันธ์ 2005 จากการศึกษาพบว่าความอุดมสมบูรณ์ของทรอสโทโคตริดส์ที่ได้จากใบไม้ป่าชายเลนที่มีลักษณะเน่าเปื่อยมีจำนวนสูงกว่าในดินตะกอนบริเวณป่าชายเลน และสูงสุดในช่วงเดือนตุลาคม

สมถวิล จริตควร และคณะ (2545) ได้ทำการคัดแยกจุลินทรีย์ทะเลจากตัวอย่างน้ำทะเล บริเวณแนวปะการังจากเกาะมันใน จังหวัดระยอง เกาะสีชัง จังหวัดชลบุรี และเกาะเต่า จังหวัด สุราษฎร์ธานี และจากตัวอย่างใบหญ้าทะเล จากอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี อ่าวมะขามป้อม จังหวัดระยอง อ่าวสัตหีบและเกาะแสมสาร จังหวัดชลบุรี พบยีสต์จากตัวอย่างน้ำทะเลบริเวณแนว ปะการัง 7 ชนิด ส่วนจุลินทรีย์ทะเลกลุ่มทรอสโทโคตริดส์พบทั้งสิ้น 30 ไอโซเลท จากตัวอย่างน้ำ ทะเลบริเวณเกาะเต่า ส่วนใบหญ้าทะเลไม่พบจุลินทรีย์ทะเลกลุ่มทรอสโทโคตริดส์

มยุรา ประยูรพันธ์ (2549) คัดแยกทรอสโทโคตริดส์จากใบไม้ป่าชายเลน จังหวัด สมุทรปราการ จากพันธุ์ไม้ 9 ชนิด พบทรอสโทโคตริดส์ 184 ไอโซเลท พบว่าโกงกางใบเล็ก และ พังกาหัวสุมดอกแดงเป็นพันธุ์ไม้ที่มีเปอร์เซ็นต์พบสูงสุดคือ 75 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ปอทะเลพบ ทรอสโทโคตริดส์ ต่ำสุด 15 เปอร์เซ็นต์ และจากการศึกษาพบ *Schizochytrium mangrovei* เป็นชนิด ที่พบสูงสุด คือ 41.44 เปอร์เซ็นต์

สมถวิล จริตควร และคณะ (2549) ได้ทำการคัดแยกจุลินทรีย์ทะเลกลุ่มทรอสโทโคตริดส์ จากใบไม้ป่าชายเลนที่ร่วหล่นบริเวณป่าชายเลนของประเทศไทย ได้แก่ ป่าชายเลนคลองโปรง จังหวัดชลบุรี ป่าชายเลนเจดีย์กลางน้ำ จังหวัดระยอง ป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบน จังหวัดจันทบุรี และ ป่าชายเลนบ้านเปร็ดใน จังหวัดตราด จากจำนวนพันธุ์ไม้ทั้งหมด 20 ชนิด พบทรอสโทโคตริดส์ ทั้งสิ้น 15 ชนิด (1,158 ไอโซเลท) โดยจำนวนและความหลากหลายชนิดของทรอสโทโคตริดส์ (รวม ลาบีลินทูลิดส์) พบสูงสุดที่บ้านเปร็ดใน ซึ่งเท่ากับ 11 ชนิด (538 ไอโซเลท) รองลงมาคือป่าชายเลน เจดีย์กลางน้ำ ป่าชายเลนอ่าวคุ้งกระเบนและป่าชายเลนคลองโปรง โดยมีจำนวนชนิดเท่ากับ 8 ชนิด (232 ไอโซเลท) และ 2 ชนิด (24 ไอโซเลท) ตามลำดับ ทรอสโทโคตริดส์ชนิดที่พบมากที่สุดคือ *S. mangrovei* (มีปริมาณกรดไขมัน 38.48 ± 10.42 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) รองลงมาคือ *S. limacinum* (มีปริมาณกรดไขมัน 37.83 ± 6.89 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด)

กนกสิณี อัมขวน (2550) คัดแยกทรอสโทโคตริดส์จากใบไม้ป่าชายเลนแหลมผักเบี้ย อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี จากพันธุ์ไม้ 3 ชนิด ในเดือนพฤษภาคมและเดือนกันยายน โดย เปอร์เซ็นต์การพบทรอสโทโคตริดส์เดือนกันยายนสูงกว่า (96.11 เปอร์เซ็นต์, 286 ไอโซเลท)

เดือนพฤษภาคม (77.22 เปอร์เซ็นต์, 155 ไอโซเลท) และเปอร์เซ็นต์การพบทอราสโทโคตริคส์ในเดือนพฤษภาคม พบ *Schizochytrium limacinum* สูงสุด (28.89 เปอร์เซ็นต์) ส่วนเดือนกันยายนพบ *Schizochytrium limacinum* สูงสุด (59.44 เปอร์เซ็นต์) และวิเคราะห์กรดไขมันพบว่า ปริมาณดีเอสเอ็มมีค่าอยู่ในช่วง 0.98-243.19 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (0.55-49.47 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) อีพีเอ็มมีค่าอยู่ในช่วง 0.18-6.47 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (0.08-5.65 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด) และเออาร์เอ็มมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-9.88 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (0.10-14.23 เปอร์เซ็นต์ของกรดไขมันทั้งหมด)

Jantaban et al. (2007) ศึกษาความหลากหลายของทอราสโทโคตริคส์ที่คัดแยกจากใบไม้ป่าชายเลนบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร จากพันธุ์ไม้ป่าชายเลน 5 ชนิด พบทอราสโทโคตริคส์ 4 ชนิด จากทั้งหมด 893 ไอโซเลท ได้แก่ *Schizochytrium mangrovei*, *Schizochytrium limacinum*, *Schizochytrium* sp.2 และ *Ulkenia visurgensis* โดย *S. mangrovei* เป็นชนิดที่พบสูงสุด โดยพังกาหัวสุมดอกแดงพบสูงสุดถึง 86.66 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่โพทะเลพบต่ำสุดเพียง 40 เปอร์เซ็นต์ ใบไม้สีน้ำตาลพบทอราสโทโคตริคส์ (79 เปอร์เซ็นต์) สูงกว่าใบไม้สีเหลือง (49.28 เปอร์เซ็นต์) เดือนพฤศจิกายนพบทอราสโทโคตริคส์สูงสุด 69.54 เปอร์เซ็นต์ (334 ไอโซเลท) รองลงมาคือเดือนกรกฎาคม 64.5 เปอร์เซ็นต์ (318 ไอโซเลท) และในเดือนมีนาคมพบน้อยที่สุด 60 เปอร์เซ็นต์ (241 ไอโซเลท)

สมถวิล จิตตวร สุดารัตน์ สวนจิตร์ และเศรษฐวัชร น้าศาสตร์ (2551) ได้ทำการคัดแยกจุลินทรีย์ทะเลกลุ่มทอราสโทโคตริคส์จากใบไม้ป่าชายเลนที่ร่วนหล่นบริเวณป่าชายเลน จังหวัดฉะเชิงเทรา จากจำนวนพันธุ์ไม้ทั้งหมด 5 ชนิด พบทอราสโทโคตริคส์ทั้งสิ้น 2 ชนิด (687 ไอโซเลท) ได้แก่ *Aurantiochytrium mangrovei*, *Aurantiochytrium limacinum* และ *Ulkenia visurgensis* โดยชนิดที่พบมากที่สุดคือ *A. mangrovei* รองลงมาคือ *A. limacinum* และ *U. visurgensis*

Singh, Wilson, and Ward (1996) ทำการศึกษาปริมาณกรดไขมันใน *Thraustochytrium* และ *Schizochytrium* 5 สายพันธุ์ คือ *Thraustochytrium* sp. 20890, คือ *Thraustochytrium* sp. 20891, คือ *Thraustochytrium* sp. 20892, *Schizochytrium* sp. 20888 และ *Schizochytrium* sp. 20892 เพาะเลี้ยงในอาหารกลูโคส 20 กรัม, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.2 กรัม และโซเดียมกลูตาเมต 2 กรัม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบ/นาที ผลการศึกษาพบว่า *Thraustochytrium* sp. 20892 มีปริมาณกรดไขมันอยู่ในช่วง 157.9-203.6 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง (ผลผลิตดีเอสเอ็มสูงสุดเท่ากับ 67.6 มิลลิกรัม/ลิตร)

Yaguchi, Tanaka, Yokochi, Nakahara, and Higashihara (1997) เลี้ยง *Schizochytrium* sp. SR21 ในอาหาร 5 สูตร ที่มีความแตกต่างของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนในถังหมักที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 300 รอบ/นาที เป็นเวลา 96 ชั่วโมง ผลการศึกษาพบว่าสูตรอาหารที่ประกอบด้วย กลูโคส 120 กรัม Corn Steep Liquor 1.4 กรัม และ $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ กรัม ให้ชีวมวลเท่ากับ 48.1 กรัม/ลิตร และมีปริมาณกรดไขมันดีเอชเอเท่ากับ 276.5 มิลลิกรัม/กรัมน้ำหนักแห้ง ผลผลิตดีเอชเอเท่ากับ 13.3 กรัม/ลิตร

Yokochi, Honda, Nakahara, and Higashihara (1998) ศึกษาแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญและปริมาณกรดไขมันของ *S. limacinum* sp. S21 ผลการศึกษาพบว่า *S. limacinum* sp. S31 ที่เพาะเลี้ยงในสูตรอาหารกลูโคส 90 กรัม (แหล่งคาร์บอน) และ Corn Steep Liquor 20 กรัม (แหล่งไนโตรเจน) โดยให้ผลผลิตดีเอชเอสูงสุดคือ 4.2 กรัม/ลิตร

Bowles et al. (1999) นำ *Schizochytrium mangrovei* G13 ที่คัดแยกได้จากใบลำพูทะเล เลี้ยงในอาหารสูตรต่างๆ พบว่ามีผลผลิตดีเอชเอสูงสุดเท่ากับ 2.17 กรัม/ลิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารกลูโคส 40 กรัม บีสต์สกัก 5 กรัม และโซเดียมซัลเฟต 20 กรัม ที่อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 150 รอบ/นาที เป็นเวลา 107 ชั่วโมง

Wu, Yu, and Lin (2005) ศึกษาผลของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนต่อชีวมวลและปริมาณกรดไขมันดีเอชเอของ *S. limacinum* sp. S31 ผลการศึกษาพบว่า *S. limacinum* sp. S31 มีชีวมวลและปริมาณดีเอชเอสูงสุดในสูตรอาหารกลูโคส 20 กรัม และบีสต์สกัก 4 กรัม โดยมีชีวมวลและปริมาณกรดไขมันดีเอชเอเท่ากับ 5.9 กรัม/ลิตร และ 328 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังมีรายงานการนำจุลินทรีย์กลุ่มทรอสโทไคทรีดส์มาประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยนำทรอสโทไคทรีดส์มาเป็นอาหารเลี้ยงอาร์ทีเมีย แล้วนำอาร์ทีเมียที่ได้ไปเลี้ยงลูกกุ้งและลูกปลา มีผลทำให้ลูกกุ้งและลูกปลามีปริมาณดีเอชเอสูงขึ้นด้วย (สมถวิล จิตควรร และ Jones, 2550) และยังพบว่าทรอสโทไคทรีดส์เป็นจุลินทรีย์ทะเลที่สามารถผลิตสารสีกลุ่มแคโรทีนอยด์ได้ (Burja et al., 2006)