



สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

เทคโนโลยีชีวภาพของ สาหร่ายและแพลงก์ตอน

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2



ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2558

เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน



ถ่ายเอกสารแทนการใช้หนังสือ
คือการทำลายภูมิปัญญาสร้างสรรค์

เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2

ดร.สุเปญญา จิตตพันธ์

รองศาสตราจารย์

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

2562

หนังสือที่ได้รับทุนสนับสนุนการเขียนตำราจากมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2558

สุปัญญา จิตตพันธ์.

เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน.

1. สาหร่าย. 2. แพลงก์ตอนพืช. 3. แพลงก์ตอนสัตว์.

QK566

ISBN 978-616-314-509-3

ISBN (E-BOOK) 978-616-314-383-9

ลิขสิทธิ์ของรองศาสตราจารย์ ดร.สุปัญญา จิตตพันธ์

สงวนลิขสิทธิ์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2 เดือนสิงหาคม 2562

ฉบับอิเล็กทรอนิกส์ (e-book) เดือนสิงหาคม 2562

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยสำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ท่าพระจันทร์: อาคารธรรมศาสตร์ 60 ปี ชั้น U1 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ถนนพระจันทร์ กรุงเทพฯ 10200 โทร. 0-2223-9232

ศูนย์รังสิต: อาคารโดมบริหาร ชั้น 3 ห้อง 317 มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12121

โทร. 0-2564-2859-60 โทรสาร 0-2564-2860

<http://www.thammasatpress.tu.ac.th>, e-mail: unipress@tu.ac.th

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 1 เดือนสิงหาคม 2559 จำนวน 100 เล่ม

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2 เดือนสิงหาคม 2562 จำนวน 30 เล่ม

ราคาเล่มละ 160.- บาท

สารบัญ

หน้า

คำนำ.....(9)

บทนำ เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....1

บทที่ 1 สาหร่ายและแพลงก์ตอน: ความหมาย แหล่งที่อยู่อาศัย และความสำคัญ.....3

1.1 สาหร่ายและแพลงก์ตอน: ความหมาย.....3

1.2 การจัดจำแนกแพลงก์ตอน.....4

1.3 แหล่งที่อยู่อาศัย.....8

1.4 ความสำคัญของสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....18

1.5 สรุป.....21

บทที่ 2 สาหร่ายและแพลงก์ตอน: การจัดจำแนก.....23

2.1 สาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช.....21

2.2 แพลงก์ตอนสัตว์.....32

2.3 สรุป.....45

บทที่ 3 อุปกรณ์ที่สำคัญและอาหารสำหรับเลี้ยงสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....47

3.1 อุปกรณ์ที่สำคัญในการศึกษาสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....47

3.2 อาหารสำหรับเลี้ยงสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....54

3.3 การฆ่าเชื้อ (sterilization) อุปกรณ์และอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายและ
แพลงก์ตอน.....63

3.4 สรุป.....65

บทที่ 4 การเก็บตัวอย่างและคัดแยกสารร่างและแพลงก์ตอน.....	67
4.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	67
4.2 การคัดแยกสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	72
4.3 สรุป.....	76
บทที่ 5 การเพาะเลี้ยงและการศึกษาการเจริญเติบโตของสารร่างและแพลงก์ตอน.....	77
5.1 การเพาะเลี้ยงสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	77
5.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	80
5.3 กราฟที่ได้จากการตรวจวัดการเจริญเติบโต.....	91
5.4 การคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ.....	93
5.5 การเพาะเลี้ยงและเพิ่มปริมาณสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	97
5.6 สรุป.....	98
บทที่ 6 เทคโนโลยีชีวภาพของสารร่างและแพลงก์ตอน: การประยุกต์ใช้สารร่าง และแพลงก์ตอนประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ.....	99
6.1 ความหมายของความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity).....	100
6.2 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความหลากหลายทางชีวภาพ.....	101
6.3 วิธีประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ.....	102
6.4 ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (diversity indices).....	104
6.5 การรายงานความหลากหลายทางชีวภาพ.....	105
6.6 สรุป.....	113
บทที่ 7 เทคโนโลยีชีวภาพของสารร่างและแพลงก์ตอน: การประยุกต์ใช้ไซยาโนแบคทีเรียเป็นปุ๋ยชีวภาพ.....	115
7.1 ปุ๋ย ชนิดของปุ๋ย และมาตรฐาน.....	116
7.2 ปุ๋ยชีวภาพและไซยาโนแบคทีเรีย.....	119
7.3 เอนไซม์ไนโตรจีเนส (nitrogenase enzyme).....	120
7.4 การสร้างเซลล์เฮเทอโรซิสต์.....	120
7.5 กระบวนการตรึงไนโตรเจน (nitrogen fixation).....	122

7.6 การตรึงไนโตรเจนของไซยาโนแบคทีเรีย.....	124
7.7 การนำไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้ไปใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพ.....	125
7.8 สรุป.....	126

**บทที่ 8 เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน: การคัดเลือกไซยาโนแบคทีเรีย
ที่สามารถผลิตฮอร์โมนออกซินได้..... 129**

8.1 ฮอร์โมนพืช (phytohormone).....	130
8.2 ฮอร์โมนพืชที่มีรายงานในสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืช.....	133
8.3 แนวทางการนำฮอร์โมนพืชที่ผลิตได้จากสาหร่ายและแพลงก์ตอน ไปใช้ทางเทคโนโลยีชีวภาพ.....	138
8.4 การวิเคราะห์หาปริมาณออกซินในไซยาโนแบคทีเรีย.....	139
8.5 สรุป.....	140

**บทที่ 9 เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน: การคัดเลือกไซยาโนแบคทีเรีย
ที่สามารถผลิตพอลิแซ็กคาไรด์ได้..... 141**

9.1 พอลิแซ็กคาไรด์และไซยาโนแบคทีเรีย.....	142
9.2 การทดสอบปริมาณพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จากไซยาโนแบคทีเรีย.....	145
9.3 สมบัติของเอกโซพอลิแซ็กคาไรด์ที่ผลิตได้จากไซยาโนแบคทีเรีย.....	145
9.4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการผลิตเอกโซพอลิแซ็กคาไรด์ในไซยาโนแบคทีเรีย.....	146
9.5 การนำเอกโซพอลิแซ็กคาไรด์ไปใช้ประโยชน์ในทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านต่างๆ.....	147
9.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพอลิแซ็กคาไรด์ในประเทศไทย.....	150
9.7 สรุป.....	151

**บทที่ 10 เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน: การสกัดไฟโคไซยานิน
จากไซยาโนแบคทีเรีย..... 153**

10.1 ไฟโคบิลิโชม ไฟโคบิลิโปรตีน และไฟโคไซยานิน.....	153
10.2 ซี-ไฟโคไซยานิน: คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการ.....	156
10.3 การผลิตซี-ไฟโคไซยานินจากไซยาโนแบคทีเรีย.....	157
10.4 ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณซี-ไฟโคไซยานิน.....	159

10.5 การเพาะเลี้ยงและการสกัดซี-ไฟโคไซยานินจากไซยาโนแบคทีเรีย.....	160
10.6 การประยุกต์ใช้ซี-ไฟโคไซยานินทางเทคโนโลยีชีวภาพ.....	163
10.7 สรุป.....	165

บทที่ 11 เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน: การประยุกต์สาหร่ายและแพลงก์ตอนในการบำบัดและการทดสอบความเป็นพิษของน้ำทิ้ง..... 167

11.1 มลภาวะทางสิ่งแวดล้อม: น้ำทิ้ง.....	167
11.2 การบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่ธรรมชาติ.....	169
11.3 การกำจัดโลหะหนักจากน้ำทิ้งโดยใช้ตัวดูดซับทางชีวภาพ.....	171
11.4 การทดสอบความเป็นพิษของน้ำทิ้ง.....	177
11.5 สรุป.....	183

บทปฏิบัติการ

บทปฏิบัติการที่ 1 การเตรียมอาหารสำหรับเพาะเลี้ยงสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	186
บทปฏิบัติการที่ 2 การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ตัวอย่างสาหร่ายและแพลงก์ตอน.....	187
บทปฏิบัติการที่ 3 การคัดแยกสาหร่ายและแพลงก์ตอนโดยวิธีดั่งตัวอย่าง.....	191
บทปฏิบัติการที่ 4 การคัดแยกสาหร่ายและแพลงก์ตอนโดยวิธีการ spread plate.....	193
บทปฏิบัติการที่ 5 การศึกษาการเจริญเติบโตของไซยาโนแบคทีเรีย.....	196
บทปฏิบัติการที่ 6 การคัดแยกและเพาะเลี้ยงไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถตรึงไนโตรเจนได้จากตัวอย่างดิน.....	199
บทปฏิบัติการที่ 7 ผลของไนโตรเจนต่อการสร้างเซลล์เฮเทอโรซิสต์ของไซยาโนแบคทีเรีย.....	202
บทปฏิบัติการที่ 8 การทดสอบฮอร์โมนออกซินที่ผลิตได้จากไซยาโนแบคทีเรียสายพันธุ์ <i>Nostoc</i> sp. TUBT04 และ <i>Nostoc</i> sp. TUBT05.....	204
บทปฏิบัติการที่ 9 การคัดเลือกไซยาโนแบคทีเรียที่สามารถผลิตเอกโซพอลิแซ็กคาไรด์ได้.....	207
บทปฏิบัติการที่ 10 การสกัดไฟโคไซยานินจากไซยาโนแบคทีเรียสกุล <i>Nostoc</i> spp.....	209

บรรณานุกรม.....	211
-----------------	-----

ดัชนี.....	225
------------	-----

คำนำ

ตำราเรื่อง เทคโนโลยีชีวภาพของสาหร่ายและแพลงก์ตอน เขียนขึ้นเพื่อเป็นตำราเรียนหลักของวิชา ทช.419 เทคโนโลยีชีวภาพสาหร่ายและแพลงก์ตอน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และวิชา ทช.615 แพลงก์ตอนและการประยุกต์ สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ หรือสำหรับนักศึกษาสาขาวิชาอื่นๆ ที่สนใจงานทางด้านสาหร่ายและแพลงก์ตอน ตำราเล่มนี้ได้มีการปรับปรุงโครงสร้างและเพิ่มเติมเนื้อหาให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น โดยเนื้อหาประกอบด้วยความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสาหร่ายและแพลงก์ตอน บทบาทและความสำคัญของสาหร่ายและแพลงก์ตอน การคัดแยก การเพาะเลี้ยง และการศึกษาการเจริญเติบโตของสาหร่ายและแพลงก์ตอน รวมทั้งการประยุกต์ใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพต่างๆ เช่น การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรโดยใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพและเป็นฮอร์โมนพืช การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมโดยการผลิตพอลิแซ็กคาไรด์และการสกัดสารสีไฟโคไซยานิน และการใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้ดูดซับโลหะหนักและใช้ทดสอบความเป็นพิษของแหล่งน้ำ เป็นต้น ทั้งยังมีส่วนของบทปฏิบัติการเพื่อประกอบความเข้าใจมากยิ่งขึ้น ในตำราเล่มนี้ผู้เขียนได้รวมความรู้พื้นฐานทางสาหร่ายและแพลงก์ตอนและการนำสาหร่ายและแพลงก์ตอนไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ไว้ด้วยกัน เพื่อหวังว่าผู้เรียนและผู้อ่านจะได้ประจักษ์ถึงความสำคัญและแนวทางการศึกษาวิจัยทางด้านสาหร่ายและแพลงก์ตอนทางเทคโนโลยีชีวภาพรูปภาพในตำรานี้เป็นรูปที่ผู้เขียนได้จัดทำขึ้นเองทั้งสิ้น เพื่อประกอบความเข้าใจ หากต้องการแนะนำเพื่อปรับปรุงให้ตำรามีความทันสมัยถูกต้องมากขึ้น ผู้เขียนขออนุญาตรับคำแนะนำ และขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ผู้เขียนกราบขอพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พรศิลป์ ผลพันธุ์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อาจารย์ท่านแรกที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ทางด้านสำหรับรายและเพลงก็ตอน และครูอาจารย์ทุกท่าน ขอขอบคุณ คุณเชษฐ ศิริโชติ สำหรับรูปถ่ายในการจัดทำหนังสือเล่มนี้ ขอขอบคุณข้อเสนอแนะต่างๆ ที่มีส่วนช่วยในการปรับปรุงตำราเล่มนี้ให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ทุนสนับสนุนการเขียนตำราเล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุเปญญา จิตตพันธ์

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สิงหาคม 2560



บทนำ

ปัจจุบันประชากรโลกมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทำให้ความต้องการด้านอาหารเพิ่มมากขึ้นในขณะที่พื้นที่เพาะปลูกน้อยลง สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไม่เหมาะสมกับการเพาะปลูก ประกอบกับปัญหาสิ่งแวดล้อมเสื่อมโทรม และการอุบัติใหม่ของโรคต่างๆ ที่มีมากขึ้น ทำให้มนุษย์หันมาให้ความสนใจในการนำความรู้ทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพมาใช้เพื่อชีวิตความเป็นอยู่ดีขึ้น

เทคโนโลยีชีวภาพ (Biotechnology) คือ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีร่วมกับสิ่งมีชีวิต บางส่วนของสิ่งมีชีวิต ผลผลิตของสิ่งมีชีวิต หรือ กระบวนการทางชีวภาพที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต เพื่อยังประโยชน์ให้แก่มนุษย์ รวมทั้งการนำเทคโนโลยีมาช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน เพื่อให้มนุษย์มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น งานทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพเป็นสหศาสตร์ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาความเป็นอยู่ของมนุษย์ให้ดีขึ้น

สาหร่ายและแพลงก์ตอน คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก บางชนิดสามารถสังเคราะห์แสงได้ บางชนิดต้องอาศัยสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความหลากหลายสูง พบได้ทั่วไปในทุกะบบนิเวศทั้งระบบนิเวศบนบกและระบบนิเวศแหล่งน้ำ สาหร่ายและแพลงก์ตอนมีบทบาทสำคัญต่อระบบนิเวศ กล่าวคือ เป็นผู้ผลิตเบื้องต้นและเป็นผู้ถ่ายทอดพลังงานที่สำคัญในห่วงโซ่อาหาร จากความหลากหลายทั้งในเรื่องของชนิด รูปร่าง แหล่งที่อยู่อาศัย และชีววิทยาของสาหร่ายและแพลงก์ตอน ทำให้สาหร่ายและแพลงก์ตอนเป็นแหล่งทรัพยากรสำคัญ รวมทั้ง

เป็นแหล่งของสารชีวภาพและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญต่าง ๆ อีกทั้งกระบวนการทางชีวภาพภายในเซลล์สาหร่ายและแพลงก์ตอนก็เป็นสิ่งสำคัญที่น่าสนใจศึกษา และนำไปประยุกต์ใช้ในทางเทคโนโลยีชีวภาพได้หลายด้าน

ตำราเล่มนี้จะกล่าวถึงการประยุกต์ใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพด้านต่าง ๆ โดยจะแนะนำให้รู้จักสาหร่ายและแพลงก์ตอน และบทบาทของสาหร่ายและแพลงก์ตอน การคัดแยกและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายและแพลงก์ตอน รวมทั้งการประยุกต์ใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพต่าง ๆ เช่น การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในการประเมินความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางการเกษตรโดยใช้เป็นปุ๋ยชีวภาพและแหล่งฮอร์โมนพืช การใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางอุตสาหกรรมโดยการสกัดพอลิแซ็กคาไรด์และสารสีไฟโคไซยานิน และการใช้สาหร่ายและแพลงก์ตอนในงานทางเทคโนโลยีชีวภาพทางสิ่งแวดล้อมโดยการใช้คูดซ์บิโลหะหนัก และทดสอบความเป็นพิษของแหล่งน้ำ

บทที่ 1

สาหร่ายและแพลงก์ตอน: ความหมาย แหล่งที่อยู่อาศัย และความสำคัญ

สาหร่ายและแพลงก์ตอน หมายถึงสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กทั้งพืชและสัตว์ที่ไม่สามารถว่ายทวนกระแสน้ำได้ จากคำจำกัดความนี้จะมีสิ่งมีชีวิตมากมายหลายฟิแลมถูกเรียกว่าสาหร่ายและแพลงก์ตอน ในบทนี้จะได้กล่าวถึง ความหมายของสาหร่ายและแพลงก์ตอน การจัดกลุ่มของแพลงก์ตอนแบบต่างๆ แหล่งที่สามารถพบสาหร่ายและแพลงก์ตอนได้ และความสำคัญของสาหร่ายและแพลงก์ตอนทั้งในระบบนิเวศและในชีวิตประจำวัน

1.1 สาหร่ายและแพลงก์ตอน: ความหมาย

ในตำราเล่มนี้ สาหร่าย หมายถึง จุลสาหร่าย (microalgae) อาจมีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว เป็นกลุ่มเซลล์ หรือเป็นเส้นสาย สามารถสังเคราะห์แสงได้เช่นเดียวกับพืช แต่ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง ราก ลำต้น และใบที่แท้จริง ส่วนแพลงก์ตอน (plankton) หมายถึง ผู้ล่องลอย (drifter) หรือผู้ท่องเที่ยว (wanderer) ในตำราเล่มนี้ แพลงก์ตอน หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ล่องลอยอยู่ในมวลน้ำและไม่สามารถเคลื่อนที่ทวนกระแสน้ำได้ต้องอาศัยคลื่นลมพัดพาไป ตรงข้ามกับสิ่งมีชีวิตที่เรียกว่า เนคตอน (nekton) ที่สามารถเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เช่น กุ้ง ปู และปลา เป็นต้น ถึงแม้แพลงก์ตอนจะไม่สามารถว่ายทวนกระแสน้ำได้ แต่สามารถเคลื่อนที่ในมวลน้ำได้ทั้งในแนวดิ่ง (vertical distribution) และแนวระนาบ (horizontal

distribution) ด้วยอวัยวะเฉพาะ เช่น มีซีเลีย (cilia) หรือแฟลกเจลลา (flagella) ช่วยในการพัดโบก หรืออาจลอยขึ้นและจมลงโดยการแลกเปลี่ยนออสโมสระหว่างน้ำภายนอกและของเหลวภายในเซลล์ หรืออาจมีหยดน้ำมันภายในเซลล์ช่วยให้ลอยอยู่ในมวลน้ำได้ เป็นต้น ฉะนั้นสาหร่ายและแพลงก์ตอนที่กล่าวถึงในตำราเล่มนี้มีใจความดังนี้ สาหร่าย คือ สาหร่ายขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ทุกระบบนิเวศ และแพลงก์ตอน คือ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในมวลน้ำ เช่น แพลงก์ตอนสัตว์ และหมายรวมถึงสาหร่ายขนาดเล็กบางชนิดที่ลอยอยู่ในมวลน้ำด้วย

1.2 การจัดจำแนกแพลงก์ตอน

แพลงก์ตอนสามารถจัดแบ่งเป็นกลุ่มต่างๆ ได้หลายแบบดังนี้

1.2.1 แบ่งตามรูปแบบการกินอาหาร สามารถแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

1.2.1.1 ออโตโทรฟิกแพลงก์ตอน (autotrophic plankton) เป็นแพลงก์ตอนที่สามารถสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) (รูปที่ 1.1) ซึ่งมีคลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุภายในเซลล์ จึงสามารถสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเองได้ ตัวอย่างแพลงก์ตอนกลุ่มนี้ ได้แก่ ไชยาโนแบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม และไดโนแฟลกเจลเลต เป็นต้น

1.2.1.2 เฮเทอโรโทรฟิกแพลงก์ตอน (heterotrophic plankton) เป็นแพลงก์ตอนที่ไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ ได้แก่ แพลงก์ตอนสัตว์ (zooplankton) (รูปที่ 1.2) ซึ่งต้องอาศัยกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ตัวอย่างแพลงก์ตอนกลุ่มนี้ได้แก่ โรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอด แพลงก์ตอนในกลุ่มนี้ยังสามารถแบ่งออกตามชนิดอาหารที่กินได้ 4 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กินเฉพาะแพลงก์ตอนพืชเป็นอาหาร (herbivorous) กลุ่มที่กินแพลงก์ตอนสัตว์ด้วยกันเป็นอาหาร (carnivorous) กลุ่มที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (omnivorous) และกลุ่มที่กินสิ่งมีชีวิตในตะกอนดินเป็นอาหาร (detritivorous)

1.2.1.3 มิกโซโทรฟิกแพลงก์ตอน (mixotrophic plankton) เป็นแพลงก์ตอนที่สามารถมีชีวิตได้ทั้งสองแบบ คือ สามารถสร้างอาหารเองได้และสามารถจับกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ซึ่งพฤติกรรมการกินอาหารนี้ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม โดยในสภาพแวดล้อมเหมาะสมและขาดอาหารเพียงพอ แพลงก์ตอนกลุ่มนี้จะสังเคราะห์แสงเพื่อการเจริญเติบโต แต่เมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมหรือขาดอาหารขาดแคลน แพลงก์ตอนกลุ่มนี้จะจับกินสิ่งมีชีวิตอื่นเป็นอาหาร หรือจะใช้แหล่งคาร์บอนประเภทอื่นแทนการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ เช่น กลุ่มฟอรัมมินิเฟอร่า (foraminiferans) และนอคติลิวกา (*Noctiluca* sp.) เป็นต้น

1.2.2 แบ่งตามรูปแบบการดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม (Harris et al., 2000) คือ

1.2.2.1 ฮาโลแพลงก์ตอน (haloplankton) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนตลอดช่วงอายุ เช่น สาหร่าย โรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอด

1.2.2.2 เมโรแพลงก์ตอน (meroplankton) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนในบางช่วงของวงจรชีวิต ซึ่งส่วนใหญ่มักดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนในระยะตัวอ่อน (larva) เช่น ตัวอ่อนหอย ตัวอ่อนกุ้ง และตัวอ่อนปู เป็นต้น เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาจเปลี่ยนเป็นเนคตอน ว่ายน้ำได้อย่างอิสระ หรือเบนทิก (benthic) ดำรงชีวิตบนพื้นท้องน้ำ ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดคือ ดาวทะเล (seastar) เมื่อมีการปฏิสนธิของเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้และตัวเมียและพัฒนาจนเป็นตัวอ่อนระยะไบพินนาเรีย (bipinnaria) จะดำรงชีวิตเป็นแพลงก์ตอนลอยลอยในมวลน้ำ เมื่อตัวอ่อนมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจนกระทั่งมีลักษณะคล้ายตัวเต็มวัยจะลงเกาะและดำรงชีวิตบนพื้นท้องน้ำต่อไป

1.2.3 แบ่งตามขนาดของแพลงก์ตอน สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 กลุ่ม คือ (Sieburth et al., 1978 อ้างตาม Harris et al., 2000)

1.2.3.1 นาโนแพลงก์ตอน (nanoplankton) เป็นแพลงก์ตอนที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 2-20 ไมโครเมตร ได้แก่ พวกลูกแพลงก์ตอนขนาดเล็กที่กินแบคทีเรียเป็นอาหาร

1.2.3.2 ไมโครแพลงก์ตอน (microplankton) เป็นแพลงก์ตอนที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 20-200 ไมโครเมตร ได้แก่ พวกริแพนเดียที่มีชีวิตช่วยในการเคลื่อนที่ เช่น ตัวอ่อนของสัตว์น้ำ โรติเฟอร์ และคลาโดเซอแรน เป็นต้น

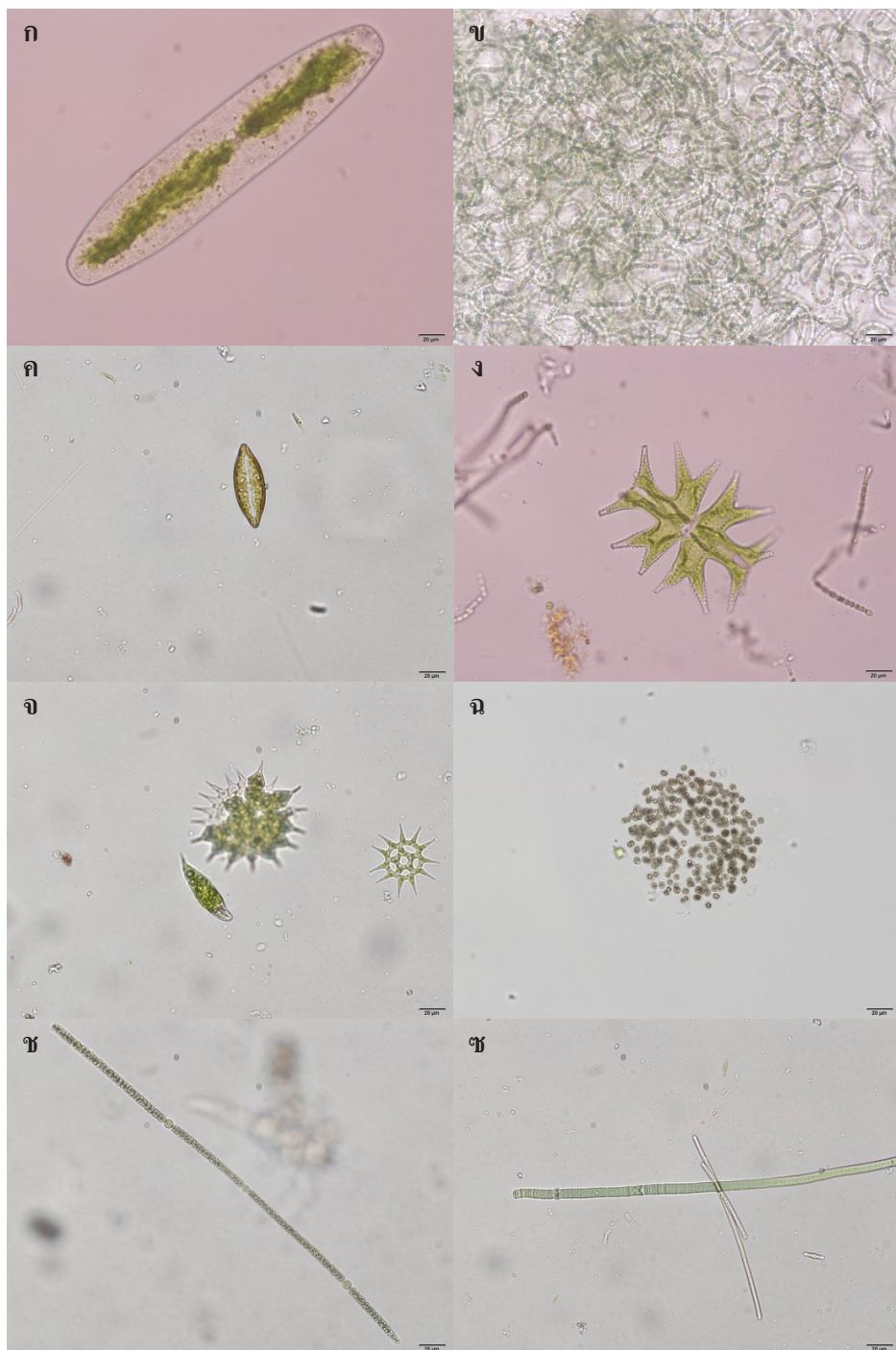
1.2.3.3 มีโซแพลงก์ตอน (mesoplankton) เป็นแพลงก์ตอนที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 0.2-2 มิลลิเมตร ได้แก่ ตัวอ่อนของสัตว์น้ำในระยะสุดท้าย เช่น ตัวอ่อนแมงกะพรุน และลูกปลา เป็นต้น

1.2.3.4 มาโครแพลงก์ตอน (macroplankton) เป็นแพลงก์ตอนที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 2-20 มิลลิเมตร เช่น กุ้งเคย (mysid) และแอมฟิพอด (amphipod) เป็นต้น

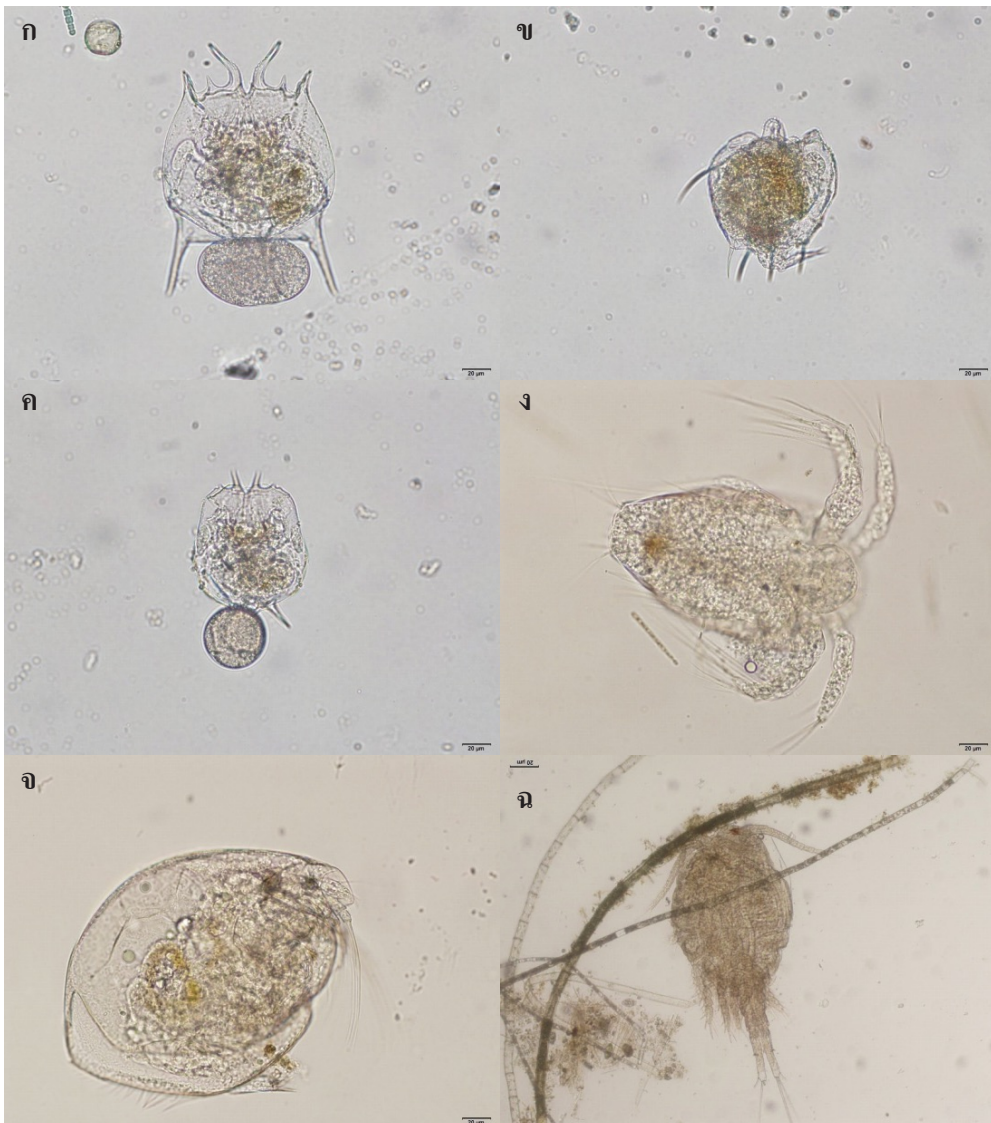
1.2.3.5 เมกาแพลงก์ตอน (megaplankton) เป็นแพลงก์ตอนที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 20-200 มิลลิเมตร เช่น ตัวอ่อนแมงกะพรุนขนาดใหญ่ เป็นต้น

1.2.4 แบ่งตามลักษณะของเซลล์ สามารถแบ่งออกได้ 2 กลุ่ม คือ

1.2.4.1 โปรแคริโอต (prokaryotic cell) คือ แพลงก์ตอนที่เซลล์ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสล้อมรอบสารพันธุกรรม และไม่มีเยื่อหุ้มออร์แกเนลล์ต่างๆ ได้แก่ ไซยาโนแบคทีเรีย



รูปที่ 1.1 แพลงก์ตอนพืช (ก: *Netrium* sp. ข: *Nostoc* sp. ค: ไดอะตอม
 ง: *Micrasterias* sp. จ: *Euglena* sp. และ *Pediatrum* sp. ฉ: *Microcystis* sp.
 ช: *Anabaena* sp. ซ: *Oscillatoria* sp.) (Scale bar เท่ากับ 20 ไมโครเมตร)



รูปที่ 1.2 แพลงก์ตอนสัตว์ (ก: *Brachionus* sp. ข: *Macrochaetus* sp. ค: *Brachionus* sp. ง: นอเพเลียส จ: คลาโดเชอแรน ฉ: โคพีพอด) (Scale bar เท่ากับ 20 ไมโครเมตร)

1.2.4.2 ยูแคริโอต (eukaryotic cell) คือ แพลงก์ตอนที่เซลล์มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส และเยื่อหุ้มออร์แกเนล ได้แก่ สาหร่ายสีเขียว ไดอะตอม ไดโนแฟลกเจลเลต โรติเฟอร์ คลาโดเซอแรน และโคพีพอด

1.2.5 แบ่งตามรูปแบบการดำรงชีวิตในระบบนิเวศแหล่งน้ำ สามารถแบ่งออกได้ 4 กลุ่ม คือ

1.2.5.1 แพลงก์ตอนที่ดำรงชีวิตอิสระในแหล่งน้ำ (free living plankton) คือ พวกที่ว่ายน้ำเป็นอิสระในแหล่งน้ำ

1.2.5.2 แพลงก์ตอนที่ยึดเกาะอยู่กับที่ (sessile plankton) คือ พวกที่สร้างสารเหนียวใช้ในการยึดเกาะกับใต้น้ำ เพื่อใช้เป็นแหล่งหลบภัยจากผู้ล่า และป้องกันการถูกพัดไปโดยกระแสน้ำ

1.2.5.3 แพลงก์ตอนที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม (colonial plankton) คือ พวกที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และลอยอยู่ในมวลน้ำ เป็นการดำรงชีวิตเพื่อให้มีโอกาสอยู่รอดสูงจากการจับกินโดยผู้ล่า

1.2.5.4 แพลงก์ตอนที่ดำรงชีวิตเป็นปรสิต (parasitic plankton) คือ พวกที่อาศัยอยู่ภายในสิ่งมีชีวิตอื่น เช่น โคพีพอดที่เกาะติดกับเหงือกปลา และดูดกินเลือดปลาเป็นอาหาร เป็นต้น

1.3 แหล่งที่อยู่อาศัย

สาหร่ายและแพลงก์ตอนสามารถพบได้ทั่วไป ทั้งในระบบนิเวศบนบกและแหล่งน้ำ ทั้งในแหล่งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม รวมทั้งในบริเวณที่มีความชื้นอยู่บ้าง เช่น ช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ในแอ่งน้ำบริเวณกาบใบของต้นสับปะรดสี ภายในกระเปาะของต้นหม้อข้าวหม้อแกงลิง หรือในกลุ่มมอส เป็นต้น สาหร่ายและแพลงก์ตอนจัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่เป็นองค์ประกอบหลักพื้นฐานที่สำคัญในระบบนิเวศต่างๆ เนื่องจากมีชนิดและจำนวนมาก จึงจัดเป็นผู้ผลิตและผู้ถ่ายทอดพลังงานในห่วงโซ่อาหารที่สำคัญในระบบนิเวศ โดยเฉพาะระบบนิเวศแหล่งน้ำ

1.3.1 ระบบนิเวศแหล่งน้ำ

หากใช้ปริมาณเกลือ (NaCl) ที่ละลายอยู่ในปริมาตรน้ำในการจัดแบ่งประเภทของแหล่งน้ำ สามารถแบ่งแหล่งน้ำออกได้ 2 ประเภท คือ

1.3.1.1 แหล่งน้ำเค็ม (saltwater หรือ marine) ได้แก่ น้ำเค็ม และน้ำกร่อย เช่น ทะเล แนวปะการัง และป่าชายเลน เป็นต้น

1.3.1.2 แหล่งน้ำจืด (freshwater) เช่น ห้วย หนอง คลอง บึง และพื้นที่ชุ่มน้ำต่าง ๆ เป็นต้น

1.3.2 ระบบนิเวศทางทะเล (Miller & Spoolman, 2010)

หากใช้ปริมาณแสงส่องผ่านในการแบ่งเขตสิ่งมีชีวิตที่อาศัยในทะเลในแนวตั้ง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 เขต ด้วยกัน (รูปที่ 1.3) คือ

1.3.2.1 เขตยูโฟติก (euphotic zone) ระดับความลึก 0-200 เมตรจากผิวน้ำ คือ บริเวณมวงน้ำด้านบนที่แสงสามารถส่องผ่านได้ โดยส่วนใหญ่สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้คือ สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ และสัตว์น้ำบางชนิด เช่น พวกที่กรองกิน แพลงก์ตอนเป็นอาหาร เป็นต้น จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชในเขตนี้ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำเขตนี้มีปริมาณสูง เขตยูโฟติกเป็นเขตที่มีสารอาหารอยู่ปริมาณน้อย ซึ่งสารอาหารในบริเวณนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการผสมของมวงน้ำจากเขตอื่น

1.3.2.2 เขตแบทิอัล (bathyal zone) ระดับความลึก 201-1,500 เมตรจากผิวน้ำ คือ บริเวณมวงน้ำด้านล่างที่แสงสามารถส่องผ่านได้น้อย ส่วนใหญ่เป็นที่อาศัยของแพลงก์ตอนสัตว์ เพื่อหลบหลีกศัตรู และสัตว์ที่กลุ่มที่ออกหากินเวลากลางคืน

1.3.2.3 เขตอะบิสซัล (abyssal zone) ระดับความลึก 1,501-6,000 เมตรจากผิวน้ำ คือ บริเวณที่แสงไม่สามารถส่องผ่านได้ อุณหภูมิต่ำ มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำอยู่น้อยมาก เขตอะบิสซัลมีปริมาณธาตุอาหารมาก เนื่องจากอยู่ใกล้กับพื้นท้องน้ำซึ่งเป็นที่สะสมสารอาหารของระบบนิเวศทางทะเล สัตว์ที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้ส่วนใหญ่มีการลดรูปของอวัยวะรับแสง และใช้หนวดรับความรู้สึกแทน

นอกจากนี้ยังสามารถแบ่งเขตในแนวระนาบออกได้เป็น 3 เขตด้วยกัน (รูปที่ 1.4) คือ

1.3.2.4 เขตอินเตอร์ไทด์ล (intertidal zone) คือ บริเวณหาด ตั้งแต่ระดับน้ำขึ้นสูงสุดถึงระดับน้ำลงต่ำสุด เป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลง ทำให้มีปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ ความเค็ม ความชื้น และอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงตลอดวัน สาหร่ายและแพลงก์ตอนที่พบในบริเวณนี้ส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีการปรับตัวให้อยู่รอดในสภาวะรุนแรงได้ เช่น สาหร่ายที่สามารถยึดเกาะกับหินและหลังสารที่ช่วยรักษาความชุ่มชื้นของเซลล์ได้ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่มักเป็นกลุ่มที่อาศัยอยู่ระหว่างช่องว่างระหว่างเม็ดทราย ทั้งนี้เพื่อปรับตัวให้อยู่รอดภายใต้สภาวะน้ำขึ้นน้ำลง

1.3.2.5 เขตเนริติก (neritic zone) คือ บริเวณชายฝั่งติดชายหาดที่น้ำท่วมถึงตลอดเวลา แสงส่องผ่านได้ถึงพื้นน้ำ บริเวณนี้จึงพบประชากรสาหร่ายและแพลงก์ตอนได้ปริมาณมาก