



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)

ปริญญา

พฤกษศาสตร์

พฤกษศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในคลองกำแพง
ตำบลกำแพง อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง

Diversity and Distribution of Algae in Khlong Kamphuan,
Kamphuan Subdistrict, Suk Samran District, Ranong Province

نامผู้วิจัย นายสันติ สาระพล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(อาจารย์ณัฏฐา เสนีवास, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์สรัญญา วัชรโรทัย, Dr.rer.nat.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรชัย เงินแสงสรวย, ป.ร.ค.)

หัวหน้าภาควิชา

(รองศาสตราจารย์สรัญญา วัชรโรทัย, Dr.rer.nat.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่าย
ในคลองกำพวน ตำบลกำพวน อำเภอสuksสำราญ จังหวัดระนอง

Diversity and Distribution of Algae in Khlong Kamphuan,
Kamphuan Subdistrict, Suk Samran District, Ranong Province

โดย

นายสันติ สาระพล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สันติ สาระพล 2555: ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในคลองกำพวน
ตำบลกำพวน อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระยอง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พฤกษศาสตร์)
สาขาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์ณัฏฐา เสนีवास,
Ph.D. 256 หน้า

ศึกษาคุณสมบัติของน้ำบางประการ ปริมาณชีวมวล ความหลากหลาย ความชุกชุม การกระจายพันธุ์ของ
สาหร่าย ความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับคุณสมบัติของน้ำบางประการ และการประเมินคุณภาพน้ำในคลองกำพวน
ตำบลกำพวน อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระยอง ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 โดย
เก็บตัวอย่างทุก 2 เดือน รวม 6 ครั้ง และกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุด ทำการตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพ
และเคมีของน้ำบางประการในจุดเก็บน้ำตัวอย่างทุกครั้ง และเก็บตัวอย่างสาหร่าย 2 รูปแบบ คือ สาหร่ายรูปแบบ
แพลงก์ตอนพืชโดยการกรองน้ำปริมาตร 3 ลิตร ผ่านถุงแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 21 ไมโครเมตร กรองให้ได้
ปริมาตร 300 มิลลิลิตร และเก็บตัวอย่างสาหร่ายรูปแบบยึดเกาะจากก้อนหินและพื้นล่างของท้องน้ำ

จากการศึกษาพบว่าน้ำในคลองกำพวนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเท่ากับค่าความลึกของน้ำเฉลี่ย
 29.47 ± 15.32 เซนติเมตร ค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย 29.61 ± 3.01 องศาเซลเซียส ค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ย 6.36 ± 0.52 ค่า
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ย 8.08 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ย
 0.322 ± 1.968 พีพีที ค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ย 0.270 ± 1.600 พีพีที ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ย 0.443 ± 2.583 มิลลิ
ซีเมนส์ต่อเซนติเมตร ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ย 0.175 ± 0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน
ในน้ำเฉลี่ย 0.057 ± 0.088 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ย 1.010 ± 0.765 ไมโครกรัมต่อ
ลิตร และค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ย 0.075 ± 0.045 ไมโครกรัมต่อลิตร พบสาหร่ายอยู่ใน 5 หมวด รวม 41
สกุล คือ หมวด Chlorophyta 21 สกุล หมวด Bacillariophyta 15 สกุล หมวด Cyanophyta 3 สกุล หมวด
Charophyta และหมวด Euglenophyta หมวดละ 1 สกุล ความชุกชุมของปริมาณสาหร่ายรอบปีมีจำนวนเฉลี่ย
9,917 หน่วยต่อลิตร ซึ่งเดือนเมษายนมีจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 17,319 หน่วยต่อลิตร และเดือนตุลาคมมีจำนวนน้อย
ที่สุดเฉลี่ย 1,363 หน่วยต่อลิตร โดยสาหร่ายหมวด Bacillariophyta มีจำนวนมากที่สุดเฉลี่ย 7,092 หน่วยต่อลิตร
Chlorophyta, Cyanophyta, Euglenophyta มีจำนวนเฉลี่ย 2,689, 105 และ 31 หน่วยต่อลิตรตามลำดับ โดยสกุล
Cymbella มีความชุกชุมสูงสุด ตามด้วย *Navicula* และ *Staurostrum* สาหร่ายในคลองกำพวนมีค่าดัชนีความ
หลากหลาย 2.48 ค่าดัชนีความชุกชุม 4.35 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ 0.68 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงร้อยละ 35.41
จากวิธี cluster analysis และ MDS แบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายตามเดือนออกเป็น 3 กลุ่ม เมื่อวิเคราะห์
ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สันและการวิเคราะห์ PCA พบว่าคุณสมบัติของน้ำทุกประการมีความสัมพันธ์
กับความชุกชุมของสาหร่าย การประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำด้วยวิธี AARL-PC และ AARL-PP Score สามารถ
จัดคุณภาพน้ำในคลองกำพวนอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง ซึ่งมีสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง

ลายมือชื่อนิติ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

Santi Saraphol 2012: Diversity and Distribution of Algae in Khlong Kamphuan, Kamphuan Subdistrict, Suk Samran District, Ranong Province. Master of Science (Botany), Major Field: Botany, Department of Botany. Thesis Advisor: Miss Nuttha Sanevas, Ph.D. 256 pages.

Diversity, abundance and distribution of algae, including the water and biomass assessments in Khlong Kamphuan, Kamphuan subdistrict, Suk Samran district, Ranong province were studied bimonthly at 10 sampling points from October 2008 to August 2009. The physical and chemical factors of water were determined at all sampling points. The planktonic algae were collected from water surface for 3 liters which were filled through a plankton net (21 μ m mesh size) into the 300 milliliters plastic bottle. The benthos algae were carried out from the stones and the bottom of water.

The results showed that the transparency of water in Khlong Kamphuan was very clear along the canal which had an average water depth about 29.47 ± 15.32 cm. The average of the water temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total dissolved solids (TDS), salinity, electrical conductivity, NO_3^- -N, NH_3 -N and PO_4^{3-} -P was 29.61 ± 3.01 °C, 6.36 ± 0.52 , 8.08 ± 0.78 mg/l, 0.322 ± 1.968 ppt, 0.270 ± 1.600 ppt, 0.443 ± 2.583 mS/cm, 0.175 ± 0.071 mg/l, 0.057 ± 0.088 mg/l and 1.010 ± 0.765 μ g/l, respectively. Biomass of algae as chlorophyll a contents was 0.075 ± 0.045 μ g/l. Five divisions and 41 genera of algae were identified from the water samples. They were Chlorophyta (21 genera), Bacillariophyta (15 genera), Cyanophyta (3 genera), Charophyta (1 genus) and Euglenophyta (1 genus). The cell abundance of algae varied from 17,319 unit/l in April to 1,363 unit/l in September with an annual average of 9,917 unit/l. The algae were more abundance during the summer than those of the other seasons. The large community was Bacillariophyta that its average abundance was 7,092 unit/l and followed by Chlorophyta, Cyanophyta and Euglenophyta which was 2,689, 105 and 31 unit/l, respectively. The genus *Cymbella*, *Navicula* and *Staurostrum* were the dominated algae in the study area. The diversity index, richness index, equitability index and similarity index of algae was 2.48, 4.35, 0.68 and 35.41, respectively. The algae in Khlong Kamphuan were classified to 3 groups by the cluster analysis and MDS method which found to relate to all water factors analyzed by Pearson's correlation coefficient and PCA analysis. Moreover, the water quality in Khlong Kamphuan was classified to be in the oligo-mesotrophic status (clean-moderate) by using AARL-PC score and AARL-PP score.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ณัฐา เสนีवास อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ซึ่งได้ให้ความรู้ทางการศึกษาด้านสาขาแก่ข้าพเจ้า ตลอดจนให้คำปรึกษา แนะนำ และตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ ให้คำสั่งสอน ตักเตือน และปลุกฝังให้ข้าพเจ้ามีระเบียบวินัยในการทำงาน ตลอดจนสนับสนุนตำราและเอกสารทางวิชาการต่าง ๆ ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สร้อยญา วัชรโรทัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรชัย เงินแสงสรวย อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ช่วยแนะนำ ตรวจ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ โครงการศึกษาความหลากหลายของพรรณพืชในระบบนิเวศชายฝั่ง บริเวณสถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน จังหวัดระนอง ภายใต้การสนับสนุนงบประมาณการวิจัยของสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (สวพ. มก.) ที่สนับสนุนวิทยานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ และโครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย) ของสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ที่สนับสนุนค่าใช้จ่ายการศึกษาตลอดมา และการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

ขอขอบคุณทีมสำรวจโครงการวิจัยฯ คือ อาจารย์ณัฐา เสนีवास รองศาสตราจารย์สร้อยญา วัชรโรทัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ฉัตรชัย เงินแสงสรวย หัวหน้าโครงการฯ ที่ให้คำปรึกษาในการเก็บตัวอย่าง คุณเดชา ดวงนามล และนักวิจัยท่านอื่น ๆ ที่สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามันที่ช่วยแนะนำข้อมูลพื้นฐานสถานที่ และขอขอบคุณสมาชิกห้องวิจัยสาหร่าย ได้แก่ นางสาวไพริน สุดทั้ง นายวิชัย อัยกุล นายอัฐพร สิทธิวิภูศิริ นางสาวแพรทิพย์ มัลลิกะมาลย์ นางสาวชลชวัล จันทร์คำ นางสาววิภาพรรณ ชนะภักดิ์ นางสาวนิธิมา รัตติโชติ และนายสุธี จรรยาสุริวงส์ ที่ช่วยเก็บตัวอย่างตลอดมา รวมถึงอาจารย์ พี่ ๆ เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์เสมอมา สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว คุณลุง คุณป้า และคุณยาย ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคน ที่คอยอบรมเลี้ยงดู ส่งเสริมให้เห็นคุณค่าของการศึกษา ให้การสนับสนุนทุนทรัพย์ ช่วยผลักดันและเป็นที่กำลังใจสำคัญในการศึกษา และทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

สันติ สาระพล

ตุลาคม 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(6)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(10)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	38
อุปกรณ์	38
วิธีการ	40
ผลและวิจารณ์	53
ผล	53
วิจารณ์	156
สรุปและข้อเสนอแนะ	176
สรุป	176
ข้อเสนอแนะ	180
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	181
ภาคผนวก	193
ภาคผนวก ก วิธีการศึกษาเพิ่มเติม	194
ภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการศึกษาเพิ่มเติม	217
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	256

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เปรียบเทียบระบบการจำแนกสาหร่ายในระดับหมวด (division)	7
2	องค์ประกอบและลักษณะสำคัญของสาหร่ายในแต่ละหมวด	8
3	ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่คลองกำพวนช่วงปี พ.ศ. 2550-พ.ศ. 2553	33
4	พิกัดทางภูมิศาสตร์ของจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายจำนวน 10 จุด	42
5	ค่าดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียมของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	126
6	ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค.2553)	127
7	เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการต่อการจัดแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	130
8	เปรียบเทียบจำนวนสกุลของสาหร่าย ความชุกชุมของสาหร่าย และดัชนีทางนิเวศวิทยา ต่อการจัดแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	131
9	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ของความชุกชุมของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	144
10	การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	153
11	การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PP score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	154
12	เปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score และ AARL-PP score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	155

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1 อนุกรมความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน	196
ก2 อนุกรมความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน	199
ก3 อนุกรมความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	203
ก4 AARL-PC score ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ การนำไฟฟ้า ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์เอในน้ำ	206
ก5 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PC score ตามสถานะของอาหารและ (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป	207
ก6 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PP score ตามสถานะสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป	208
ก7 คะแนนของสาหร่ายแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่างๆ (1-10 คะแนน)	209
ข1 ค่าโปร่งใสของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของ คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยเซนติเมตร)	218
ข2 ค่าอุณหภูมิของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของ คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยองศาเซลเซียส)	219
ข3 ค่าพีเอชของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลอง กำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	220
ข4 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือน ที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)	221
ข5 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละ เดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยพีพีที)	222
ข6 ค่าความเค็มของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของ คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยพีพีที)	223

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข7 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของ คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	224
ข8 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)	225
ข9 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)	226
ข10 ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละ เดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยไมโครกรัมกรัมต่อลิตร)	227
ข11 ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยไมโครกรัมกรัมต่อลิตร)	228
ข12 สกูลของสาหร่ายที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	229
ข13 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 (หน่วยต่อลิตร)	231
ข14 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 (หน่วยต่อลิตร)	234
ข15 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)	237
ข16 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)	240

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ข17 ความซุกซมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)	243
ข18 ความซุกซมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)	246
ข19 ความซุกซมของสาหร่ายแต่ละสกุลของทุกเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยต่อลิตร)	249
ข20 สกุลของสาหร่ายที่มีการรายงานพบในแหล่งน้ำไหลในรอบ 10 ปีล่าสุดในแหล่งน้ำของประเทศไทย	253

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	ลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน
2	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองกำพวน
3	แผนที่บริเวณคลองกำพวน และจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย 10 จุด
4	ภาพถ่ายลักษณะทางกายภาพของพื้นที่คลองกำพวน
5	ค่าเฉลี่ยความโปร่งใสของน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
6	ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
7	ค่าเฉลี่ยพีเอชของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
8	ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
9	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
10	ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
11	ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
12	ค่าไนโตรเจน-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
13	ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
14	ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำเฉลี่ยของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
15	ค่าเฉลี่ยปริมาณชีวมวล (คลอโรฟิลล์เอ) ของสาหร่ายในน้ำของคลองกำพวนในช่วง รอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
16	จำนวนร่อยละสุกในแต่ละหมวดของสาหร่ายที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
17	ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Gomphosphaeria</i> Kützing
18	ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Oscillatoria</i> (Vaucher) Gomont

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
19	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Pseudanabaena</i> Lauterborn	74
20	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Monoraphidium</i> Komárková-Legnerová	75
21	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Coelastrum</i> Nägeli	76
22	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Scenedesmus</i> Meyen	77
23	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Stigeoclonium</i> Kützing	78
24	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Oedogonium</i> Link	79
25	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Mougeotia</i> C. Agardh	80
26	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Spirogyra</i> Link	81
27	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Zygnema</i> C. Agardh	82
28	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Cylindrocystis</i> Meneghini ex de Bary	83
29	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Netrium</i> (Nägeli) Itzigsohn et Rothe	84
30	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Closterium</i> Nitzsch ex Ralfs	85
31	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Cosmarium</i> Corda ex Ralfs	86
32	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Desmidium</i> C. Agardh	87
33	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Euastrum</i> Ehrenberg ex Ralfs	88
34	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Gonatozygon</i> de Bary	89
35	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Hyalotheca</i> Ehrenberg ex Ralfs	90
36	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Micrasterias</i> C. Agardh ex Ralfs	91
37	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Pleurotaenium</i> Nägeli	92
38	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Spondylosium</i> Brébisson ex Kützing	93
39	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Staurostrum</i> (Meyen) Ralfs	94
40	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Staurodesmus</i> Teiling	95
41	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Chara</i> L.	96
42	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Euglena</i> Ehrenberg	97
43	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Melosira</i> C. Agardh	98
44	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Synedra</i> Ehrenberg	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
45	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Eunotia</i> Ehrenberg	100
46	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Achnanthes</i> Bory de Saint-Vincent	101
47	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Cymbella</i> C. Agardh	102
48	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Gomphonema</i> Ehrenberg	103
49	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Amphora</i> Ehrenberg ex Kützing	104
50	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Diploneis</i> Ehrenberg ex Cleve	105
51	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Navicula</i> Bory	106
52	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Pinnularia</i> Ehrenberg	107
53	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Pleurosigma</i> Wm. Smith	108
54	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Stauroneis</i> Ehrenberg	109
55	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Nitzschia</i> Hassall	110
56	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Entomoneis</i> Ehrenberg	111
57	ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล <i>Surirella</i> Turpin	112
58	จำนวนสกุลที่พบในแต่ละหมวดของสาหร่ายต่อเดือนที่พบในคลองกำพวน ในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	118
59	ความชุกชุมของสาหร่ายเฉลี่ยทั้งหมด (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบใน คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	122
60	ความชุกชุมของสาหร่ายเฉลี่ยในแต่ละหมวด (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบใน คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	123
61	ความชุกชุมของสาหร่ายเฉลี่ยในแต่ละสกุล (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบใน คลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	124
62	การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis ของ Bray-Curtis ตามเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	129
63	การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี multi-dimensional scaling (MDS) ตามเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)	129

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
64 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดในตะกอนที่ศึกษากับ คุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปี เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ตามวิธี canonical correspondence analysis (CCA) แสดงในรูปของ ordination analysis	150
65 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสาหร่ายในแต่ละสกุลของแต่ละเดือนกับ คุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ตามวิธีการของ canonical correspondence analysis (CCA) แสดงในรูปของ ordination analysis	151
 ภาพผนวกที่	
ก1 กราฟมาตรฐานไนเตรท-ไนโตรเจน	197
ก2 กราฟมาตรฐานแอมโมเนีย-ไนโตรเจน	200
ก3 กราฟมาตรฐานออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	204
ก4 สาหร่ายสกุลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคะแนน (คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)	211

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

$\mu\text{g/l}$	=	microgram per liter
μm	=	micrometer หรือ micron
mS/cm	=	milli Siemens per centimeter
cm	=	centimeter
DO	=	dissolved oxygen
l	=	liter
m	=	meter
mg/l	=	milligram per liter
$\text{NH}_3\text{-N}$	=	ammonia-nitrogen
$\text{NO}_2^-\text{-N}$	=	nitrite-nitrogen
$\text{NO}_3^-\text{-N}$	=	nitrate-nitrogen
$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$	=	orthophosphate-phosphorus
ppt	=	parts per thousand
TDS	=	total dissolved solids

**ความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่าย
ในคลองกำพวน ตำบลกำพวน อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง**

**Diversity and Distribution of Algae in Khlong Kamphuan,
Kamphuan Subdistrict, Suk Samran District, Ranong Province**

คำนำ

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตที่ถือกำเนิดบนโลกเมื่อหลายพันล้านปีมาแล้ว ในปัจจุบันพบมากมายหลายชนิด อยู่ในสิ่งแวดล้อมหลากหลายแบบ ทั้งอยู่บนดิน และในน้ำซึ่งพบจำนวนและปริมาณของสาหร่ายมากที่สุด สาหร่ายเป็นพืชชั้นต่ำที่มีคลอโรฟิลล์เป็นองค์ประกอบทำให้สามารถสังเคราะห์แสงได้ แต่ไม่มีใบ ลำต้น และรากที่แท้จริง มีขนาดตั้งแต่เซลล์เดียวมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า จนกระทั่งมีขนาดใหญ่ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ (Graham *et al.*, 2009)

สาหร่ายมีความสำคัญมากสำหรับโลกในปัจจุบันนี้ อาทิ สาหร่ายเป็นผู้ผลิตชั้นปฐมภูมิ นั่นคือผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสงทำให้สามารถเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสารอินทรีย์เหล่านี้เป็นอาหารสำหรับสิ่งมีชีวิตเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงยังผลิตออกซิเจนออกมาให้แก่สิ่งมีชีวิตบนโลกได้ดำรงชีพ นอกจากนี้สาหร่ายยังมีประโยชน์นานัปการต่อมนุษย์โดยตรงและทางอ้อม ทั้งด้านอาหาร ด้านพลังงาน ด้านเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม ด้านสิ่งแวดล้อม ด้านการแพทย์ รวมถึงใช้ในการวิเคราะห์สารและผลิตสารที่มีมูลค่าสูงต่าง ๆ (ยุวดี, 2549)

การศึกษาสาหร่ายในปัจจุบันมีอยู่หลายด้านด้วยกัน โดยเฉพาะการศึกษาด้านความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่าย ซึ่งทำให้ทราบลักษณะของชนิดที่พบ ปริมาณ และการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในรอบปีที่สัมพันธ์กับฤดูกาลและคุณสมบัติของน้ำบางประการ ทั้งยังสามารถประเมินสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำได้โดยการใช้สาหร่ายเป็นตัวประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำอีกด้วย (ลัดดา และ โสภณา, 2546) ซึ่งในปัจจุบันพบว่าปัญหามลพิษทางน้ำจากการกระทำของมนุษย์เป็นสาเหตุทำให้สาหร่ายบางชนิดลดลง แต่บางชนิดกลับเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (bloom) จนก่อให้เกิดปัญหาสารพิษต่อสัตว์น้ำ รวมทั้งมนุษย์ด้วย แนวทางการจัดการแหล่งน้ำจึงเป็นสิ่งที่

สำคัญยิ่งเพื่อที่จะป้องกันปัญหาที่เกิดจากการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย รวมทั้งยังปกป้องสาหร่ายบางชนิดที่อ่อนไหวต่อสภาพแวดล้อมที่เสื่อมโทรมลง (Bellinger and Sigeo, 2010)

คลองกำพวนเป็นคลองสายหลักในจังหวัดระนอง คลอบคลุมพื้นที่ตำบลกำพวน ตำบลนาคา อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง เป็นคลองที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของชุมชนโดยรอบ ทั้งการเกษตรกรรม การอุปโภคและบริโภค เมื่อปลายปี พ.ศ. 2547 บริเวณปากแม่น้ำของคลองกำพวนได้รับผลกระทบจากคลื่นยักษ์สึนามิ ทำให้สิ่งมีชีวิตบริเวณนี้ได้รับผลกระทบโดยตรง (เดชา และคณะ, 2551) และในปัจจุบันพบว่าสภาพแวดล้อมของคลองกำพวนได้รับผลกระทบโดยตรงจากกิจกรรมของมนุษย์โดยตรง เช่น การขุดลอกคลอง การทำเกษตรกรรม น้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาสภาพนิเวศของแหล่งน้ำแห่งนี้จึงมีความสำคัญ เพื่อที่จะทราบสภาพแหล่งน้ำในปัจจุบัน และหาแนวทางการจัดการใช้ประโยชน์จากน้ำให้คลองนี้ในยั่งยืนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการในรอบปี
ในคลองกำพวน จังหวัดระนอง
2. เพื่อศึกษาปริมาณชีวมวลในน้ำในรอบปีในคลองกำพวน จังหวัดระนอง
3. เพื่อศึกษาความหลากหลาย ความชุกชุม และการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในรอบปีใน
คลองกำพวน จังหวัดระนอง
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการต่อ
สาหร่ายในรอบปีในคลองกำพวน จังหวัดระนอง
5. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการและ
สาหร่ายเป็นดัชนีชี้วัดที่พบในรอบปีในคลองกำพวน จังหวัดระนอง

การตรวจเอกสาร

ความหมายของสาหร่าย

สาหร่าย ตรงกับภาษาอังกฤษว่า algae (ราชบัณฑิตยสถาน, 2541) และภาษากรีกว่า phycos (Lee, 1995) หมายถึง สิ่งมีชีวิตที่สามารถสร้างอาหารได้ด้วยตนเองจากระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น (primary producer) เช่นเดียวกับพืชทั่วไป มีขนาดเล็กตั้งแต่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่าจนกระทั่งถึงขนาดใหญ่มีความยาวหลายเมตร พบบนพื้นดิน บนหิมะ แหล่งน้ำ เป็นต้น สาหร่ายมีรูปร่างหลายแบบ มีทั้งเป็นเซลล์เดี่ยว (unicellular form) หลายเซลล์มารวมกลุ่มกันเรียกว่า กลุ่มเซลล์ (colony หรือ colonial form) เป็นเส้นสาย (filamentous form) ทั้งแตกแขนงและไม่แตกแขนง จนกระทั่งเป็นทลัสส์ (thallus) ประกอบด้วยส่วนคล้ายราก คล้ายลำต้น และคล้ายใบ จึงดูคล้ายพืชชั้นสูง แต่ไม่มีระบบท่อลำเลียงดังเช่นพืชชั้นสูง ทุกเซลล์ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อการดำรงชีวิตเหมือน ๆ กัน (ยุวดี, 2548) ซึ่งจากการศึกษาในปัจจุบันพบว่าจำนวนชนิดของสาหร่ายที่อาศัยในแหล่งน้ำจืดพบมากที่สุด (Canter-Lund and Lund, 1995; Graham *et al.*, 2009) และเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่ผลิตอาหารมากที่สุดในแหล่งน้ำจืด (Roth, 2009) ในปัจจุบันนี้พบสาหร่ายทั้งหมด 36,000 ชนิด และอาจพบได้ถึง 10,000,000 ชนิด (Graham *et al.*, 2009)

ประเภทของแหล่งน้ำจืดต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

แหล่งน้ำจืด หมายถึง สภาพแวดล้อมที่เป็นน้ำจืดและมีระดับความเค็ม (salinity) ไม่เกิน 35 ส่วนในพันส่วน (ppt) (Roth, 2009) สามารถแบ่งลักษณะของแหล่งน้ำออกเป็น 2 แบบ คือ แหล่งน้ำนิ่ง คือ ทะเลสาบหรือพื้นที่ขุมน้ำ เรียกว่า lentic (standing water) และแหล่งน้ำไหล คือ ลำธารหรือแม่น้ำ เรียกว่า lotic (running water) แต่ความแตกต่างของสภาพแหล่งน้ำทั้งสองประเภทไม่สามารถแยกได้ชัดเจนบางแหล่งน้ำ ในทะเลสาบอาจพบบางช่วงที่มีน้ำไหลและในแม่น้ำที่มีขนาดใหญ่อัตราการไหลของน้ำช้า และอาจไม่ไหลเลย (Bellinger and Sigeo, 2010)

1. แหล่งน้ำนิ่ง (lentic) ในแหล่งน้ำมักจะมือน้ำนิ่งจึงมีสาหร่ายหลายชนิดเจริญเติบโตได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความอุดมสมบูรณ์ของอินทรีย์สารในแหล่งน้ำนั้น (ยุวดี, 2549) รวมทั้งระดับความลึกของน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ โดยสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืช (planktonic algae)

จะพบโดดเด่นมากแหล่งน้ำประเภทนี้ เนื่องจากชอบอาศัยอยู่แหล่งน้ำนิ่งหรือไหลเอื่อย ๆ (Bellinger and Sigeo, 2010)

2. แหล่งน้ำไหล (lotic) พบสาหร่ายกลุ่มพื้นล่างของน้ำ (benthic algae) ที่ประกอบด้วย สาหร่ายที่เจริญเติบโตในพื้นที่ท้องน้ำ (benthos) และสาหร่ายที่เจริญเติบโตโดยการเกาะกับสิ่งมีชีวิต ในน้ำ (periphyton) อยู่เป็นจำนวนมาก เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้สามารถทนต่อกระแสน้ำที่ไหลแรง ได้มากกว่าสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืช (Bellinger and Sigeo, 2010) แต่บางครั้งพบสาหร่าย รูปแบบแพลงก์ตอนพืชเจริญอยู่เป็นจำนวนหนึ่งถ้าบริเวณนั้นมีกระแสน้ำไหลช้า ดังนั้นอาจกล่าวได้ ว่าปัจจัยที่จำกัดการเจริญเติบโตของสาหร่ายจะประกอบด้วยปัจจัยหลัก ได้แก่ อุณหภูมิ แสง ความ แรงของกระแสน้ำ และธาตุอาหาร เป็นต้น (Cushing and Allan, 2001; Roth, 2009) สาหร่ายที่พบ มากในแหล่งน้ำที่มีลักษณะเป็นลำธารหรือแม่น้ำ ได้แก่ กลุ่มไดอะตอมที่เกาะกับวัตถุอื่น (attached diatom) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) และสาหร่ายสีเขียว (green algae) ที่มีลักษณะ เป็นเส้นสาย โดยเฉพาะสกุล *Stigeoclonium*, *Ulothrix*, *Cladophora*, *Spirogyra*, *Oedogonium* และ *Zygnema* (Cushing and Allan, 2001; Graham *et al.* 2009; Lee, 1995)

ลักษณะการเจริญเติบโตของสาหร่ายน้ำจืด

Lee (1995) ได้กล่าวว่าสาหร่ายที่พบในสภาพสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำจืดมีการ เจริญเติบโตอยู่ 3 แบบหลัก ได้แก่ สาหร่ายที่เจริญเติบโตลอยอยู่ในน้ำโดยไม่สามารถกำหนด ทิศทางที่แน่นอนได้ หรือที่เรียกว่าแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) สาหร่ายที่เจริญเติบโตในพื้นที่ ท้องน้ำ (benthos) และสาหร่ายที่เจริญเติบโตโดยการเกาะกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ (periphyton) แต่ Bellinger and Sigeo (2010) ได้แบ่งรูปแบบของสาหร่ายออกเป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ สาหร่ายที่ เจริญเติบโตลอยอยู่ในน้ำโดยไม่สามารถกำหนดทิศทางที่แน่นอนได้ (planktonic algae) และ สาหร่ายที่เจริญเติบโตในส่วนพื้นล่างของน้ำ (benthic algae) ที่ประกอบด้วยสาหร่ายที่เจริญเติบโต ในส่วนของพื้นที่ท้องน้ำ (benthos) สาหร่ายที่เจริญเติบโตโดยการเกาะกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ (periphyton) รวมเป็นกลุ่มเดียวกัน

1. สาหร่ายที่เจริญเติบโตลอยอยู่ในน้ำโดยไม่สามารถกำหนดทิศทางที่แน่นอนได้ หรือ ที่เรียกว่าแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) ชอบอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนิ่ง สามารถจำแนกได้เป็นหลาย แบบย่อยตามขนาด ได้แก่ สาหร่ายที่มีขนาดใหญ่กว่า 200 ไมโครเมตร (μm) เรียกว่า macroplankton

สาหร่ายที่มีขนาด 20-200 ไมโครเมตร เรียกว่า microplankton สาหร่ายที่มีขนาด 2-20 ไมโครเมตร เรียกว่า nanoplankton และสาหร่ายที่มีขนาด 0.2-2 ไมโครเมตร เรียกว่า picoplankton (Lee, 1995)

2. สาหร่ายที่เจริญเติบโตในส่วนของพื้นท้องน้ำ (benthos) สามารถจำแนกได้เป็นหลายแบบย่อย คือ สาหร่ายเกาะบนผิวของก้อนหิน เรียกว่า lithophytic สาหร่ายเข้าไปอาศัยภายในก้อนหิน เรียกว่า endolithic และสาหร่ายอาศัยอยู่บนทรายหรือโคลน เรียกว่า epipellic (Lee, 1995)

3. สาหร่ายที่เจริญเติบโตโดยการเกาะกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ (periphyton) สามารถจำแนกได้เป็นหลายแบบย่อย คือ สาหร่ายเกาะอยู่บนผิวของพืชน้ำ เรียกว่า epiphytic สาหร่ายที่เข้าไปอาศัยภายในต้นพืชน้ำ เรียกว่า endophytic สาหร่ายเกาะอยู่บนผิวของสัตว์น้ำ เรียกว่า epizotic และสาหร่ายที่เข้าไปอาศัยภายในตัวสัตว์น้ำ เรียกว่า endozoic (Lee, 1995)

การจัดหมวดหมู่สาหร่าย

ยูวดี (2549) กล่าวว่าการศึกษาจัดจำแนกสาหร่ายออกเป็นหมวดหมู่ นักวิทยาศาสตร์ที่ศึกษาสาหร่ายมักพิจารณาจากลักษณะสำคัญ ดังนี้

1. รงควัตถุ (pigments) รงควัตถุในสาหร่ายมีหลายชนิดด้วยกัน เช่น คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ซึ่งประกอบด้วยแคโรทีน (carotene) และแซนโทฟิลล์ (xanthophyll) ไฟโคบิลิน (phycobilin) ซึ่งประกอบด้วยไฟโคเออร์ธริน (phycoerythrin) และไฟโคไซยานิน (phycocyanin) รงควัตถุทั้งหลายนี้มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการสร้างอาหารของสาหร่าย บางชนิดมีผลทำให้สีของสาหร่ายสอดคล้องตามสีของรงควัตถุที่มีอยู่แต่ก็ไม่เสมอไป สาหร่ายแต่ละชนิดมีรงควัตถุแตกต่างกันทั้งชนิดและปริมาณ

2. องค์ประกอบของผนังเซลล์ (cell wall) การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับโครงสร้างของผนังเซลล์และกระบวนการทางชีวเคมี ทำให้สามารถทราบถึงลักษณะและองค์ประกอบของผนังเซลล์ สาหร่ายหลายชนิดไม่มีผนังเซลล์ บางชนิดผนังเซลล์ก็เปลี่ยนแปลงไปโดยมีสารอื่นมาห่อหุ้ม แต่ส่วนใหญ่แล้วผนังเซลล์ของสาหร่ายประกอบด้วยเซลลูโลส (cellulose) ไซแลน (xylan) แมนแนน (mannan) กรดแอลจินิก (alginic acid) เพคติน (pectin) ไคติน (chitin) ซิลิกา (silica) และหินปูน เป็นต้น ผนังเซลล์ของสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีองค์ประกอบแตกต่างกันไป ซึ่งใช้ลักษณะดังกล่าวนี้จำแนกหมวดหมู่ของสาหร่ายได้

3. อาหารที่สะสมในเซลล์ (storage food) จากการสร้างอาหารของสาหร่ายจะได้สารประกอบพวกคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเก็บสะสมไว้ในรูปของแป้ง (starch) ลิวโคซิน (leucosin) ลามินาริน (laminarin) แมนนิทอล (mannitol) ไขมัน (fat) น้ำมัน (oil) คอเรสเตอรอล (cholesterol) เออร์โกสเตอรอล (ergosterol) ฟิวโคสเตอรอล (fucosterol) และพาราไมรอน (paramylon) เป็นต้น

4. จำนวนและตำแหน่งของแฟลเจลลัม (flagellum) สาหร่ายหลายชนิดสามารถเคลื่อนที่ได้ บางชนิดในระยะสืบพันธุ์จะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ที่เคลื่อนที่ได้ การที่สาหร่ายสามารถเคลื่อนที่ได้โดยอาศัยแฟลเจลลัม สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีจำนวน ลักษณะ และตำแหน่งที่แฟลเจลลัมฝังตัวอยู่แตกต่างกัน ซึ่งสามารถใช้ความแตกต่างดังกล่าวนี้จำแนกหมวดหมู่ของสาหร่ายได้

มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านที่ศึกษาเรื่องสาหร่าย แต่ละท่านก็มีหลักการจำแนกสาหร่ายแตกต่างกัน ดังนั้นตำแหน่งของสาหร่ายในอาณาจักรจึงมีชีวิตจึงแตกต่างกัน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบระบบการจำแนกสาหร่ายในระดับหมวด (division)

Smith (1950)	Prescott (1970)	Bold and Wynne (1978)
Cyanophyta	Cyanophyta	Cyanophyta
Chlorophyta	Chlorophyta	Chlorophyta
-	Chloromonadophyta	-
-	-	Charophyta
Euglenophyta	Euglenophyta	Euglenophyta
Phaeophyta	Phaeophyta	Phaeophyta
Chrysophyta	Chrysophyta	Chrysophyta
-	-	Bacillariophyta
Pyrrophyta (Pyrrhophyta)	Pyrrophyta (Pyrrhophyta)	Pyrrhophyta
-	Cryptophyta	Cryptophyta
Rhodophyta	Rhodophyta	Rhodophyta

องค์ประกอบและลักษณะสำคัญของสาหร่าย

ระบบการจำแนกหมวดตาม Bold and Wynne (1978) แบ่งออกเป็น 10 หมวด (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 องค์ประกอบและลักษณะสำคัญของสาหร่ายในแต่ละหมวด (ยูดี 2549; Bellinger and Sigeo, 2010)

หมวด	จำนวนชนิด (ประมาณ)	รงควัตถุ และเม็ดสี	อาหารสะสม	ส่วนประกอบ ของผนังเซลล์	จำนวน และตำแหน่ง แฟลเจลลัม	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะการอาศัย
Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียว แกมน้ำเงิน หรือ ไซยาโนแบคทีเรีย)	297	chlorophyll a; C-phyococyanin, allophycocyanin และ C-phycoerythrin; β-carotene และ xanthophylls	cyanophycean granules (arginine และ aspartic acid); polyglucose (glucogen-like)	ε, α- diaminopimelic acid, glucosamine, alanine เป็นต้น	ไม่มี	มองไม่เห็นด้วยตา เปล่าจนกระทั่ง มองเห็นด้วยตา เปล่า มักรวมเป็น กลุ่มเซลล์	ซืดเกาะ, ตามพื้นที่ตื้นน้ำ และ ล่องลอยอิสระ ในน้ำ
Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว)	17,000	chlorophyll a, b; α-, β-, γ- carotene และ several xanthophylls; 2, 5 thylakoids/ stack	starch (amylase และ amylopectin); บางครั้งมี oil	cellulose จำนวน มาก (β- 1, 4- glucopyranoside), hydroxyproline, glycosides; xylans และ mannans; หรือไม่มีผนังเซลล์; พบเกลือแคลเซียม	1, 2-8, หรือ มากกว่า; อยู่ตรงกลางเซลล์ (equal) หรือด้าน บนสุดของเซลล์ (apical)	มองไม่เห็นด้วยตา เปล่าจนกระทั่ง มองเห็นด้วยตา เปล่า มักเป็นเซลล์ เดี่ยวหรือเป็น เส้นสาย	ซืดเกาะ, ตามพื้นที่ตื้นน้ำ และ ล่องลอยอิสระ ในน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หมวด	จำนวนชนิด (ประมาณ)	รงควัตถุ และเม็ดสี	อาหารสะสม	ส่วนประกอบ ของผนังเซลล์	จำนวน และตำแหน่ง แฟลเจลลัม	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะการอาศัย
Charophyta (สาหร่ายไฟ)	250	chlorophyll a, b; α -, β -, γ - carotene และ several xanthophylls; thylakoid ไม่แน่นอน	มี starch เหมือนพืช ชั้นสูง	cellulose (β - 1, 4- glucopyranoside) พบเกลียวแคลเซียม บางครั้ง	2; อยู่ตรงกลางเซลล์ หรือต่ำกว่าด้าน บนสุดของเซลล์ เล็กน้อย (subapical)	มองเห็นด้วยตา เปล่า	ยึดเกาะ
Euglenophyta (ยูกลีโนพัยต์)	900	chlorophyll a, b; β - carotene และ several xanthophylls; 2-6 thylakoids/ stack บางครั้งอาจมีมาก	paramylon (β - 1, 3- glucopyranoside); oil	ไม่มี	1-3 (-7); อยู่ด้านบนสุดเซลล์ หรือต่ำกว่าด้าน บนสุดของเซลล์ เล็กน้อย	มองไม่เห็นด้วยตา เปล่า เป็นเซลล์ เดี่ยว	ตามพื้นที่ตื้นน้ำ และ ร่องลอยอิสระใน น้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หมวด	จำนวนชนิด (ประมาณ)	รงควัตถุ และเม็ดสี	อาหารสะสม	ส่วนประกอบ ของผนังเซลล์	จำนวน และตำแหน่ง แฟลเจลลัม	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะการอาศัย
Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล)	2	chlorophyll a, c; β - carotene, fucoxanthin และ several other xanthophylls; 2-6 thylakoids/ stack	laminarin (β - 1, 3- glucopyranoside เด่น); mannitol	cellulose, alginic acid และ sulfated lateral mucopolysaccharides (fucoidan)	2; อยู่ใกล้กลางเซลล์ (unequal)	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า หรือ เป็นทลัสส์	ยึดเกาะ
Chrysophyta (สาหร่ายสีเขียว แกมทอง หรือสาหร่ายสี เขียวแกมเหลือง)	115	chlorophyll a, c (c อาจไม่พบในบาง ชนิด); α -, β - และ ϵ -carotene, several xanthophylls รวม fucoxanthin ด้วย	chrysolaminaran (β - 1, 3- glucopyranoside เด่น); oil	cellulose, silica, calcium carbonate, musilaginous substances และ some chitin; หรือ ไม่มีผนังเซลล์	1, 2; อยู่ตรงกลางเซลล์, ใกล้กลางเซลล์ หรืออยู่ด้านบนสุด ของเซลล์	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า เป็น เซลล์เดี่ยวหรือ กลุ่มเซลล์	ยึดเกาะ, เกาะตามพืชน้ำหรือ ตามพื้นท้องน้ำ และ ลอยลอยอิสระในน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หมวด	จำนวนชนิด (ประมาณ)	รงควัตถุ และเม็ดสี	อาหารสะสม	ส่วนประกอบ ของผนังเซลล์	จำนวน และตำแหน่ง แฟลเจลลัม	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะการอาศัย
Bacillariophyta (ไดอะตอม)	1,200	chlorophyll a, c; β- และ ε- carotene, several xanthophylls รวม fucoxanthin; 3 thylakoids/ stack	chrysolaminaran; oil	silica	ไม่มี	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า เป็น เซลล์เดี่ยวหรือ เส้นสาย	ยึดเกาะ หรือตามพื้นท้องน้ำ และลอยลอยอิสระ ในน้ำ
Pyrrhophyta (ไดโนแฟลเจลเลต)	220	chlorophyll a, c; β-carotene และ several xanthophylls; 3 thylakoids/ stack	starch (บางครั้งพบ oil)	มีหรือไม่มี cellulose; mucilaginous substances	2; ตามขวางของเซลล์ มีหนึ่งเส้นและ ตามยาวของเซลล์มี หนึ่งเส้น	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า เป็น เซลล์เดี่ยว	ลอยลอย อิสระในน้ำ

ตารางที่ 2 (ต่อ)

หมวด	จำนวนชนิด (ประมาณ)	รงควัตถุ และเม็ดสี	อาหารสะสม	ส่วนประกอบ ของผนังเซลล์	จำนวน และตำแหน่ง แฟลเจลลัม	ลักษณะที่ปรากฏ	ลักษณะการอาศัย
Cryptophyta (คริปโตโมแนด)	15	chlorophyll a, c; α -, β - และ ϵ -carotene, xanthophylls (alloxanthin, crocoxanthin และ monadoxanthin); phycobilins; 2 thylakoids/ stack	starch	ไม่มี	2; อยู่ใกล้กลางเซลล์ หรือต่ำกว่าด้าน บนสุดของเซลล์ เล็กน้อย	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า เป็นเซลล์ เดี่ยว	ลอยลอย อิสระในน้ำ
Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง)	150	chlorophyll a, d; R- และ C- phycocyanin, allophycocyanin, R- และ β - phycoerythrin; α - และ β - carotene และ several xanthophylls; thylakoid เดี่ยว ไม่เชื่อมกัน	floridean starch (glycogen-like)	cellulose, xylans, several sulfated polysaccharides (galactans); พบเกลื้อของ แคลเซียมบางครั้ง	ไม่มี	มองไม่เห็นด้วย ตาเปล่า เป็นเซลล์ เดี่ยวหรือกลุ่ม เซลล์	ยึดเกาะ

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายน้ำจืด

สาหร่ายเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ดำรงอยู่ได้โดยต้องมีระบบนิเวศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติปัจจัยทางกายภาพ และทางเคมีของสิ่งแวดล้อมที่หลากหลายในแต่ละแห่งของแหล่งน้ำนั้น (Canter-Lund and Lund, 1995) โดยมีปัจจัยสำคัญในการกำหนดการเจริญเติบโตของสาหร่ายแต่ละกลุ่มในแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้ ดังนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพ (physical factors)

1.1 ความโปร่งใสของน้ำ (transparency)

เป็นค่าที่แสดงถึงขอบเขตของแสงที่สามารถส่องผ่านชั้นต่าง ๆ ของน้ำ สามารถวัดได้โดยใช้เครื่องมือที่เรียกว่า เซคคิติดิสก์ (secchi disk) โดยพิจารณาจากระดับความลึกของน้ำที่เซคคิติดิสก์เริ่มหายไป และเริ่มมองเห็นอีกครั้งได้เป็นค่าระดับความลึกที่เรียกว่า ระดับความลึกที่แสงส่องถึง (secchi depth) ซึ่งเป็นวิธีที่ทำได้ง่าย แต่อย่างไรก็ตามค่าที่วัดได้จะขึ้นกับการอ่านค่าของผู้เก็บข้อมูล ช่วงเวลาของวัน และสภาพภูมิอากาศ ค่าความโปร่งใสของน้ำสามารถเปรียบเทียบความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้โดยใช้อ้างอิงร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ

แหล่งน้ำใดมีค่าความโปร่งใสอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร นับว่ามีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีความขุ่นมากทำให้อุณหภูมิของแสงผ่านลงไปได้น้อย จะขัดขวางการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย ทำให้ปริมาณอาหารในธรรมชาติของสัตว์น้ำลดลง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำลดลง แต่ถ้าค่าความโปร่งใสมีค่าสูงกว่า 60 เซนติเมตรขึ้นไป แหล่งน้ำนั้นไม่ค่อยอุดมสมบูรณ์ เนื่องจากพบสาหร่ายจำนวนน้อย และโดยปกติความลึกที่พืชสังเคราะห์ด้วยแสงได้มีค่าเป็นสองเท่าของค่าความโปร่งใสของน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543)

1.2 อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อนหนาวของอากาศ และสิ่งต่าง ๆ อาจวัดได้ด้วยเครื่องมือที่เรียกว่า เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) หรือองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$)

อุณหภูมิมีความสำคัญในการศึกษาทางนิเวศวิทยา โดยปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะผันแปรตามอุณหภูมิของภูมิอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่งเส้นรุ้ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล ฤดูกาล นอกจากนี้อุณหภูมิของน้ำยังขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำ การระบายน้ำ ความเข้มของแสง ปริมาณน้ำ ความลึก ปริมาณตะกอนแขวนลอยหรือความขุ่น สภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งน้ำ และสภาพภูมิประเทศ เป็นต้น (สิทธิชัย, 2549; Cushing and Allan, 2001) อุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำสำคัญ ๆ ในประเทศไทยจะผันแปรอยู่ใน 23.6-31.4 องศาเซลเซียส ซึ่งจะมีค่าต่ำลงหรือสูงขึ้นตามฤดูกาลและพื้นที่ โดยอุณหภูมิของน้ำในลำธารในพื้นที่ป่าไม้ผสมเกษตรกรรม และป่าไม้เกษตรกรรมผสมกับที่อยู่อาศัยมีค่าแตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล คือ อยู่ในช่วง 19.0-27.0 และ 17.0-29.0 องศาเซลเซียสตามลำดับ (สิทธิชัย, 2549)

อุณหภูมิน้ำมีผลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อสาหร่าย ผลทางตรง คือ ความสามารถในการดำรงชีวิตของสาหร่ายซึ่งจะแตกต่างกันตามชนิด และผลทางอ้อม คือ เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปส่งผลให้สิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปด้วย เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นการละลายของออกซิเจนลดลง และมีผลทำให้สารอินทรีย์ถูกย่อยสลายได้มากทำให้สาหร่ายมีสารอาหารที่สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตทำให้มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น นั่นคือพบสาหร่ายมากที่สุดในช่วงฤดูร้อน (ลัดดา, 2544) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในน้ำ มีผลทำให้สาหร่ายมีการเจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนในปริมาณที่ต่างกัน บางชนิดชอบอาศัยอยู่ในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ไดอะตอมสามารถเจริญเติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำระหว่าง 15-25 องศาเซลเซียส สาหร่ายสีเขียวเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส ส่วนสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเจริญเติบโตได้ดีที่อุณหภูมิระหว่าง 35 องศาเซลเซียส หรือมากกว่า ดังนั้นที่อุณหภูมิสูงจะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาก (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

2. ปัจจัยทางเคมี (chemical factors)

2.1 พีเอช (pH)

พีเอชเป็นค่าแสดงถึงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในแหล่งน้ำ สิ่งที่บ่งชี้ความเป็นกรด คือ ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน (H^+) และสิ่งที่บ่งชี้ความเป็นด่างหรือเบส คือ ไฮดรอกไซด์ไอออน (OH^-) ค่าพีเอชในแหล่งน้ำจืดมีค่าอยู่ระหว่าง 6-9 ทั้งนี้ขึ้นกับสภาพแวดล้อมหลายประการ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะดินและหิน ปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ ความเค็ม

ปริมาณของกรดคาร์บอนิก โดยความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ละลายอยู่ในน้ำ แต่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับไบคาร์บอเนต ซึ่งจะแตกต่างกันตามสภาพแวดล้อมตลอดจนการใช้ที่ดินในบริเวณแหล่งน้ำเหล่านั้นมีผลต่อค่าพีเอช ในลำธารบริเวณพื้นที่ป่าผสมเกษตรกรรม มีค่าพีเอชประมาณ 7.0 และลำธารบริเวณพื้นที่ป่าธรรมชาติมีค่าพีเอชประมาณ 6.8 และพบว่าระดับค่าพีเอชของน้ำจะผันแปรตามฤดูกาล โดยค่าพีเอชจะสูงขึ้นในฤดูฝน ลดลงในฤดูร้อน (สิทธิชัย, 2549)

พีเอชมีความสำคัญต่อความสามารถในการใช้ธาตุอาหารในน้ำของสาหร่ายและพืชน้ำ ส่วนใหญ่แล้วสาหร่ายสามารถทนต่อแหล่งน้ำที่มีพีเอชในช่วง 6.8-9.6 (Raynolds, 2006) น้ำที่มีพีเอชระหว่าง 5-6 จะพบสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเดสมิด (desmid) มากทั้งชนิดและปริมาณที่พบ และอาจมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและสาหร่ายสีเขียวเกิดขึ้นได้ด้วย (Canter-Lund and Lund, 1995) ไดอะตอมส่วนใหญ่เจริญได้ดีที่ค่าพีเอชเท่ากับ 7 (จันทิมา, 2545) สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในน้ำที่มีค่าพีเอชสูง 9-10 (Bellinger and Sige, 2010) และถ้ามีค่าพีเอชกว่า 4.0 จะไม่พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (John *et al.*, 2002) ส่วนสาหร่ายกลุ่มที่มีแฟลเจลลัม เช่น สกุล *Chlamydomonas*, *Euglena*, *Trachelomonas* และ *Peridinium* สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีพีเอชระหว่าง 3-5 (จันทิมา, 2545)

2.2 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (dissolved oxygen: DO)

ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ หมายถึง ปริมาณออกซิเจนซึ่งละลายอยู่ในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่จะบอกให้ทราบว่าน้ำนั้นมีความเหมาะสมเพียงใดต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งออกซิเจนเป็นตัวควบคุมกระบวนการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ออกซิเจนมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าทั้งพืชหรือสัตว์ต้องการออกซิเจนในการหายใจเพื่อการเจริญเติบโต (สิทธิชัย, 2549; Cushing and Allan, 2001) นอกจากนี้ปริมาณการละลายออกซิเจนยังใช้เป็นเครื่องชี้คุณภาพของแหล่งน้ำได้อีกด้วย ซึ่งปริมาณการละลายของออกซิเจนในระยะเวลาใดเวลาหนึ่งนั้นขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ความกดอากาศ และความเค็ม นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับการเน่าสลายของอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ ปริมาณการละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง แต่ความเค็มที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณการละลายของออกซิเจนลดลง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไหลมีค่ามากกว่าน้ำนิ่ง และมีค่าสูงสุดในฤดูหนาว ต่ำสุดในฤดูฝนและฤดูร้อน (สิทธิชัย, 2549)

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำส่วนหนึ่งได้มาจากการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย น้ำในธรรมชาติที่มีคุณภาพที่ดีมักจะมีออกซิเจนอยู่ในน้ำระหว่าง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)

แหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำประมาณ 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตมากกว่าแหล่งน้ำที่มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำ (สิทธิชัย, 2549) นอกจากนี้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำยังเป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งด้วย โดยสาหร่ายยูกลีนาออกัสกุล *Euglena*, *Phacus* และ *Trachelomonas* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria*, *Polycystis* และ *Spirulina* สามารถเจริญและทนต่อแหล่งน้ำเสียซึ่งมีออกซิเจนละลายน้ำต่ำ และปริมาณสารอินทรีย์สูงได้ดี จึงสามารถใช้เป็นดัชนีชี้สภาพการเน่าเสียของน้ำได้ (Bellinger and Sige, 2010)

2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด (total dissolved solids: TDS)

ของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด หมายถึง ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ของแข็งที่ละลายน้ำส่วนมาก ได้แก่ เกลืออนินทรีย์ เช่น NaCl และ NaCO_3 เป็นต้น และสารอินทรีย์บางอย่าง เช่น น้ำตาล แป้ง กรดอะมิโน วิตามินบางชนิด และผงซักฟอก เป็นต้น เมื่อระเหยตัวอย่างน้ำจะมีของแข็งเป็นผงหรือผลึกซึ่งสามารถมองเห็นได้ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วสารละลายในน้ำเหล่านี้มีขนาดประมาณ 10^{-6} - 10^{-3} ไมครอน ของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดวิเคราะห์ได้จากน้ำที่มีสิ่งเจือปนมาระเหยด้วยไอน้ำจะได้ตะกอนเหลืออยู่ แล้วเมื่อนำตะกอนไปอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ส่วนที่ไม่ระเหย เรียกว่า ของแข็งทั้งหมด ประกอบด้วยสองส่วน คือ total suspended solids กับ total dissolved solids เมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมดสูงขึ้นมีผลให้ความกระด้างของน้ำสูงขึ้นไปด้วย นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ลักษณะและช่วงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ ปริมาณน้ำฝน และอิทธิพลของน้ำทะเล เป็นต้น โดยทั่วไปแหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีค่าของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (สิทธิชัย, 2549) และมาตรฐานน้ำดื่มต้องมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (Weiner, 2000) สำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำควรมีปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดไม่เกิน 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2539)

ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำแสดงให้เห็นถึงสิ่งเจือปนในน้ำว่ามีมากน้อยเพียงใด มีความสำคัญยิ่งในการควบคุมคุณภาพของแหล่งน้ำในธรรมชาติ เนื่องจากจะไปกั้นแสงแดดที่ส่องลงไปใต้น้ำ ผลให้การสังเคราะห์แสงของสาหร่ายลดน้อยลง เป็นการลดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอีกทางหนึ่งด้วย (กรรณิการ์, 2549) และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำจะทำหน้าที่ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับสาหร่ายอีกด้วย (มันสิน, 2540)

2.4 ความเค็ม (salinity)

ความเค็มของน้ำ หมายถึง ค่าปริมาณของเกลือแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเค็มของน้ำทะเลมีค่าเฉลี่ยประมาณ 35 ส่วนในพันส่วน (ppt) ในน้ำจืดมีค่าความเค็มน้อยกว่า 0.5 ส่วนในพันส่วน และในบริเวณปากแม่น้ำจะมีค่าความเค็มอยู่ระหว่าง 0.5-35 ส่วนในพันส่วน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำบริเวณปากแม่น้ำจะถูกควบคุมโดยปริมาณน้ำจืดที่ไหลลงมาจากแม่น้ำ การขึ้นลงของน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน และการระเหยของน้ำ ทำให้คุณภาพของน้ำมีลักษณะเฉพาะทางฟิสิกส์และทางเคมี (American Public Health Association [APHA] *et al.*, 2005; Roth, 2009)

ลัดดา (2544) กล่าวว่า ระดับความเค็มของน้ำมีอิทธิพลต่อชนิด ปริมาณ และการกระจายพันธุ์ของสาหร่าย เนื่องจากสาหร่ายแต่ละชนิดสามารถทนความเค็มได้แตกต่างกัน กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและยูกลีนาออยด์ ทั้งชนิดและปริมาณมีแนวโน้มแปรผันตามความเค็มของน้ำที่ลดลง เนื่องจากปรับตัวอยู่ในน้ำจืดได้ดีกว่า ตรงกันข้ามกับไดโนแฟลเจลเลตและไดอะตอมที่ผลัดกันตามระดับความเค็ม ส่วนสาหร่ายสีเขียวพบได้ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม (Raynolds, 2006)

2.5 การนำไฟฟ้า (electrical conductivity: EC)

การนำไฟฟ้าเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนที่อยู่ในน้ำ การนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นตัวแทนเฉพาะไอออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของไอออนที่ละลายในน้ำเท่านั้น ได้แก่ กรด ด่าง และเกลืออนินทรีย์ เช่น HCl, Na₂CO₃ และ NaCl เป็นต้น ในทางตรงกันข้ามโมเลกุลของสารอินทรีย์ เช่น ซูโครส และเบนซิน ไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า กล่าวคือ ถ้าค่าการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แสดงว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำเพิ่มขึ้น หรือถ้าค่าการนำไฟฟ้าลดลง แสดงให้เห็นว่าสารที่แตกตัวได้ในน้ำลดลง เป็นต้น

(สิทธิชัย, 2549) ค่าการนำไฟฟ้าจะมีความสัมพันธ์กับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด โดยจะมีปฏิภาคโดยตรงต่อกัน แต่จะไม่มีค่าตายตัวหรือคงที่ (มันลิน และมันรักษ์, 2545; สิทธิชัย, 2549) ค่าการนำไฟฟ้าของแม่น้ำจะแตกต่างกันไปตามระยะทางของน้ำ ตลอดจนอิทธิพลของสภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้แก่ ลักษณะทางเคมีของดิน สภาพภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน ขบวนการทางชีวเคมีในแหล่งน้ำนั้น และกิจกรรมของมนุษย์ โดยบริเวณต้นน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าต่ำ และค่อย ๆ มีระดับสูงขึ้นเมื่อติดกับทะเล เนื่องจากระยะทางที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้พีเอชของน้ำก็มีผลทำให้ค่าการนำไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยเฉพาะหากมีค่าพีเอชที่สูงกว่า 9.0 และต่ำกว่า 5.0 สารอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดีและแตกตัวให้อิออนบวกและลบ เช่น กรด ค่าง และเกลืออนินทรีย์ ส่วนสารอินทรีย์จะไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า ที่อุณหภูมิน้ำยิ่งสูงจะทำให้ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเพิ่มขึ้นด้วย ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไปมีการนำไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S/cm}$)

ถ้ามีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 300.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีมลพิษ มีผลต่อการอยู่รอดของสาหร่าย (ธงชัย และวิบูลย์ลักษณ์, 2540; มันลิน, 2540)

2.6 ปริมาณคลอโรฟิลล์เอ (chlorophyll a concentration)

คลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุ (pigment) มีสูตรเคมีคือ $\text{C}_{55}\text{H}_{72}\text{O}_2\text{O}_5\text{N}_4\text{Mg}$ มีคุณสมบัติเป็นโปรตีนที่มีแมกนีเซียมเป็นองค์ประกอบ คลอโรฟิลล์เอไม่ละลายน้ำแต่สามารถละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ในการสังเคราะห์ด้วยแสงถือว่าคลอโรฟิลล์เอมีบทบาทสำคัญมาก เพราะเป็นตัวช่วยในการรับพลังงานแสงไปใช้ในปฏิกิริยาขั้นที่สามารถใช้แสงได้โดยตรง (primary photosynthetic pigment) ในขณะที่คลอโรฟิลล์ชนิดอื่น ๆ เช่น คลอโรฟิลล์บี ซี และดี ต้องถ่ายทอดพลังงานที่ได้รับมาส่งต่อให้คลอโรฟิลล์เอ (secondary photosynthetic pigment) และสาหร่ายทุกชนิดมีคลอโรฟิลล์เอเป็นองค์ประกอบ (ถัสดา, 2544; Douglas *et al.*, 2003)

เซลล์ของสาหร่ายมีคลอโรฟิลล์เอสะสมอยู่ประมาณ 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง เมื่อปริมาณสาหร่ายในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้นจึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์เอสูงขึ้นตามไปด้วย แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในทางตรงกัน (ถัสดา, 2544) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอจะขึ้นกับปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ได้แก่ การแบ่งชั้นของน้ำ อุณหภูมิ น้ำ ปริมาณแสง ปริมาณแร่ธาตุอาหาร และปริมาณของสาหร่าย ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยมาก (ultraoligotrophic status) มี

ปริมาณคลอโรฟิลล์น้อยกว่า 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic status) มีค่า 0.30-3.00 มิลลิกรัมต่อลิตร แหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) มีค่า 3.00-15.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และแหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (eutrophic status) มีค่า 15.00-500.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (Parinet *et al.*, 2004) ปริมาณคลอโรฟิลล์เอที่มีอยู่ในสาหร่ายจึงสามารถนำไปใช้เป็นดัชนีที่ใช้บอกมวลชีวภาพของสาหร่ายในมวลน้ำ หรือความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้

2.7 ธาตุอาหาร (nutrients)

ธาตุอาหารเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยเฉพาะไนโตรเจนและฟอสฟอรัสซึ่งมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำมาก เนื่องจากเป็นส่วนประกอบของอินทรีย์สารบางชนิดที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย เช่น ส่วนประกอบของโปรตีนและไขมัน เป็นต้น ในแหล่งน้ำธาตุอาหารเหล่านี้จึงกำหนดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ ไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย และไนเตรท ฟอสฟอรัสในรูปฟอสเฟต จะเป็นตัวกำหนดการเจริญเติบโตของสาหร่ายในห่วงโซ่อาหารเนื่องจากเป็นรูปที่สาหร่ายนำไปใช้ได้ ในปริมาณที่เหมาะสมจะไปสนับสนุนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย แต่ถ้าในแหล่งน้ำมีธาตุอาหารเหล่านี้มากเกินไป ทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (eutrophication) ของสาหร่ายบางชนิด โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ทำให้ส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำนั้นด้วย เช่น น้ำเน่าเสีย ปลาตาย พืชน้ำตาย เป็นต้น

2.7.1 ไนโตรเจน (nitrogen)

ไนโตรเจนเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย สารประกอบไนโตรเจนในแหล่งน้ำหนึ่ง ๆ นั้นมีอยู่หลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบก็มีความสำคัญที่แตกต่างกันไป ไนโตรเจนในแหล่งน้ำอยู่ในรูปโมเลกุลของสารอนินทรีย์ไนโตรเจน ได้แก่ ไนเตรท (NO_3^-) ไนไตรท์ (NO_2^-) และแอมโมเนีย (NH_3) และพบอยู่ในสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น กรดอะมิโน ($-\text{NH}_2$) และยูเรีย ไนโตรเจนเป็นสารประกอบหลักของโปรตีน (สิทธิชัย, 2549; Dodds, 2002) ซึ่งโปรตีนเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการดำรงชีวิตของสาหร่าย สาหร่ายสามารถใช้สารประกอบไนโตรเจนได้หลายรูปแบบมาทำการสังเคราะห์กรดอะมิโนและโปรตีน การตรวจพบไนโตรเจนในรูปที่แตกต่างกันในแหล่งน้ำจึงสามารถบอกให้ทราบว่าแหล่งน้ำนั้นได้ถูกปนเปื้อนมาใหม่ ๆ หรือว่าถูกปนเปื้อนมานานแล้ว ซึ่งถ้าตรวจพบแอมโมเนียในปริมาณที่มากแสดงว่าได้รับ

การปนเปื้อนมาใหม่ ๆ ในทางกลับกันถ้าพบไนเตรทในปริมาณที่มากก็แสดงว่าแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้รับการปนเปื้อนมานานแล้ว เนื่องจากการเปลี่ยนรูปมาเป็นไนเตรทเป็นจำนวนมาก โดยทั่วไปในแหล่งน้ำธรรมชาติมีไนเตรท 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร และองค์การอนามัยโลก (WHO) ได้กำหนดมาตรฐานของแหล่งน้ำให้มีปริมาณแอมโมเนียไม่เกิน 0.50 มิลลิกรัมต่อลิตร

การมีไนโตรเจนเกินกว่า 0.30 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้พืชน้ำและโดยเฉพาะสาหร่ายเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ แต่ถ้าหากมากเกินไปก็จะเกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ สาหร่ายจะใช้ไนโตรเจนในรูปของไนเตรท ไนไตรท์ แอมโมเนีย ยูเรีย และสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจน โดยในแหล่งน้ำพบแอมโมเนียมากที่สุด โดยมีการใช้ในโตรเจนรูปแบบต่าง ๆ เรียงตามลำดับจากมากไปน้อย คือ แอมโมเนีย > ยูเรีย > ไนเตรท > ไนไตรท์ (ยวดี, 2549) นอกจากนี้แล้วสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถตรึงไนโตรเจนในอากาศได้โดยตรงเนื่องจากมีเฮเทอโรซิสต์ (heterocyst) เช่น สกุล *Nostoc*, *Anabaena* และ *Anabaenopsis* เป็นต้น และจะสามารถเพิ่มจำนวนขึ้นได้ในแหล่งน้ำที่ขาดไนโตรเจน ยูกลีนาอยด์ชอบแหล่งน้ำตื้นที่มีปริมาณสารอินทรีย์อุดมสมบูรณ์โดยเฉพาะสารประกอบอินทรีย์ในโตรเจน (ลัดดา, 2544) นอกจากนี้สารประกอบไนโตรเจนมีอิทธิพลต่อความชุกชุมของสาหร่ายด้วย

2.7.2 ฟอสฟอรัส (phosphorus)

ฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยจะนำไปใช้ในการสังเคราะห์สารต่าง ๆ และสร้างโปรโตพลาสซึม ฟอสฟอรัสในธรรมชาติที่สาหร่ายนำมาใช้จะอยู่ในรูปของสารประกอบฟอสเฟตที่ละลายในน้ำ (soluble reactive phosphorus) หรือสารประกอบออร์โธฟอสเฟต (orthophosphate) ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะพบในรูปของไดไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (H_2PO_4^-) และไฮโดรเจนฟอสเฟตไอออน (HPO_4^{2-}) ส่วนสารประกอบโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) ซึ่งพบมากในน้ำทิ้งที่มาจากอาคารบ้านเรือน และอินทรีย์ฟอสเฟต (organic phosphate) ที่มาจากขบวนการทางชีวภาพนั้น สาหร่ายไม่สามารถนำมาใช้ได้ (พงศ์เชษฐ, 2551; Dodds, 2002) ถ้ามีฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำมากเกินไปส่งผลให้สาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไดโนแฟลเจลเลต เป็นต้น และยังทำให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำลดลงด้วย ฟอสเฟตจึงเป็นดัชนีสำหรับการจำแนกประเภทของแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณฟอสเฟตน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีอาหารน้อย (oligotrophic) ถ้าแหล่งน้ำมีปริมาณฟอสเฟตมากกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นแหล่งน้ำที่

มีอาหารมาก (eutrophic) ในการที่จะควบคุมและป้องกันปัญหาการเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำจึงได้มีการกำหนดมาตรฐานไม่ควรมีปริมาณฟอสฟอรัสสูงเกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร (van Haandel *et al.*, 2007)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณฟอสฟอรัสเพียงเล็กน้อยจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Raynolds, 2006) ถ้าปริมาณฟอสฟอรัสเกินกว่า 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร มีแนวโน้มทำให้พืชน้ำและโดยเฉพาะสาหร่ายเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วซึ่งเป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ แต่ถ้าหากมากเกินไปก็จะเกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ ในแหล่งน้ำที่มีปริมาณฟอสฟอรัสสูงจะพบสาหร่ายปริมาณมากแต่มีจำนวนชนิดน้อย สาหร่ายที่พบ ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สกุล *Microcystis*, *Oscillatoria* และ *Anabaena* พบไดโนแฟลเจลเลต *Peridinium bipes* และ *Ceratium* ปริมาณสูง พบสาหร่ายสีเขียวเพียงไม่กี่ชนิด และพบสาหร่ายสีทองแกมเหลืองสกุล *Dinobryon* ส่วนน้อยหรือไม่พบเลย สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจะเจริญเติบโตได้ดีที่ฟอสฟอรัสมีค่าเท่ากับ 0.45 ส่วนในล้านส่วน (ppm) (Graham *et al.*, 2009; Canter-Lund and Lund, 1995)

ความสำคัญของสาหร่ายน้ำจืด

สาหร่ายนอกจากจะมีความสำคัญพื้นฐาน คือ มีหน้าที่เป็นผู้ผลิตที่สำคัญในระบบนิเวศของแหล่งน้ำเนื่องจากสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ และผลิตออกซิเจนลงสู่แหล่งน้ำแล้ว ยังมีความสำคัญต่อมนุษยชาติในด้านต่าง ๆ อีกหลายประการ (วันเพ็ญ, 2549) ได้แก่

1. อาหารของมนุษย์

สาหร่ายน้ำจืดหลายชนิดมีประโยชน์และคุณค่าทางอาหารสูงจึงมีคนนำมาบริโภคเป็นจำนวนมาก เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* ที่อุดมไปด้วยโปรตีนสูงถึง 50-70% ของน้ำหนักแห้ง นำมาผลิตในรูปแบบเม็ดหรือแคปซูล เป็นผลิตภัณฑ์รับประทานเสริมเพื่อสุขภาพ สาหร่ายสีเขียวสกุล *Spirogyra* ที่เรียกว่า เต้า หรือเต้าน้ำ ในทางภาคเหนือและตะวันออกเฉียงเหนือของไทยนำมาประกอบอาหารประเภทยำ และแกง รวมทั้งสาหร่ายทอดกรอบ สาหร่ายสีเขียวสกุล *Cladophora* และ *Microspora* หรือไก่อที่พบในแม่น้ำโขง และแม่น้ำน่านมีการนำมาทำเป็นอาหารพื้นบ้านเช่นกัน สาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* มีโปรตีนสูงเช่นเดียวกันนำมาผลิตในรูปแบบเม็ดหรือแคปซูล เป็นผลิตภัณฑ์รับประทานเสริมเพื่อสุขภาพ รวมทั้งสาหร่ายสีเขียวสกุล *Scenedesmus*

ยูกลีนาออกซิเจน *Euglena* ที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีปริมาณโปรตีน และคาร์โบไฮเดรตสูง และสาหร่ายสีเขียวสกุล *Dunaliella* มีเบตาแคโรทีนสูง (ยูวดี, 2548, 2549; อาภารัตน์, 2551, 2552; Graham *et al.*, 2009)

2. อาหารสัตว์

การนำเอาสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* มาเป็นอาหารผสมเลี้ยงปลาในตู้พบว่าปลามีสีสดใสใสมากกว่าเดิม เนื่องจากมีเบตาแคโรทีนสูง เมื่อนำมาผสมกับเนื้อปลาใช้เป็นอาหารสำหรับอนุบาลลูกปลาระยะฟักไข่ พบว่าลูกปลามีอัตราการรอดและเจริญเติบโตได้ดีและเร็วกว่าอาหารผสมชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังนำมาผสมกับอาหารปกติเพื่อเลี้ยงไก่และนกกระทา พบว่ามีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น เนื้อมีสีชมพูสดขึ้น และไข่แดงมีสีสดแดงกว่าการเลี้ยงอาหารปกติ สาหร่ายสีเขียวสกุล *Scenedesmus* นำมาเป็นอาหารผสมเลี้ยงปลาตะเพียน พบว่าปลาตั้งท้องเร็วกว่าปกติ อัตราการอยู่รอดของลูกปลาสูงกว่าปกติ สาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* นำมาเลี้ยงไรแดงและไรดิฟเฟอร์ พบว่าไรแดง และไรดิฟเฟอร์เจริญและเพิ่มประชากรสูงกว่าเมื่อเลี้ยงในธรรมชาติ (ยูวดี, 2549)

3. ยารักษาโรค

ในประเทศญี่ปุ่นมีการสกัดสารจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Spirulina* นำมารักษาโรคเมเร็งบางชนิด และโรคเบาหวาน สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Nostochopsis* หรือที่เรียกว่าลอนหรือไข่หิน นำมาแก้โรคร้อนใน สาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* มีสาร chlorellin สามารถสร้างสารต้านการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบได้ (ยูวดี, 2548) นอกจากนี้สาหร่ายสีเขียวสกุล *Cladophora* และ *Microspora* มีผลในการบำบัดโรคกระเพาะอาหาร ไคอะตอม *Nitzschia palea* ใช้ต่อต้านแบคทีเรียได้เช่นเดียวกัน (ยูวดี, 2549)

4. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินหลายชนิดสร้างสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) เช่น สกุล *Oscillatoria*, *Tolypothrix*, *Hapalosiphon*, *Lyngbya*, *Microcystis*, *Anabaena*, *Nodularia* และ *Nostoc* เป็นต้น เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compounds) หรือสารประกอบอัลลิโลเคมี

(allelochemical compounds) ที่มีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใกล้เคียง โดยมีผลแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxin) ตับ (hepatotoxin) ระบบประสาท (neurotoxin) ฤทธิ์ต่อต้านไวรัส (antiviral activity) เชื้อรา (antifungal activity) แบคทีเรีย (antibacterial activity) และยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย (antialgal activity) และพืชบางชนิดได้ (Camacho, 2008) จึงมีการนำมาใช้ประโยชน์ เช่น การศึกษาของ Padmavathi and Veeraiah (2009) พบว่า *Microcystis aeruginosa* ทำให้อัตราการตายของปลาในบ่อเลี้ยงเพิ่มขึ้น รวมทั้งลดการเจริญเติบโตของสาหร่ายชนิดอื่น ๆ และแพลงก์ตอนสัตว์ด้วย และศิริพรรณ (2552) พบว่าสารสกัดหยาบจากสาหร่ายสกุล *Hapalosiphon* มีผลทำให้เกิดลิพิดเปอร์ออกซิเดชัน (lipid peroxidation) ในใบหญ้าจรจบและไมยราบยักษ์ที่เป็นวัชพืช ทำให้การเจริญเติบโตลดลง

5. ปุ๋ยชีวภาพ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดสามารถตรึงไนโตรเจนจากอากาศแล้วเปลี่ยนมาเป็นแอมโมเนีย ซึ่งเป็นปุ๋ยในนาข้าว หรือแหล่งเกษตรกรรมอื่น ๆ ได้ ทำให้ได้ปุ๋ยชีวภาพซึ่งช่วยให้ผลผลิตดีขึ้น เช่น *Anabaena azollae* อาศัยอยู่ในช่องว่างในใบแห่นางแมว จึงใช้แห่นางแมวเป็นปุ๋ยพืชสดในนาข้าวเช่นเดียวกัน ดินที่มีสกุล *Nostoc* ปกคลุมอยู่มาก ๆ จะพบว่าการเพิ่มสารอินทรีย์และไนโตรเจนให้กับดินบริเวณนั้น (ยุวดี, 2548, 2549)

6. บำบัดน้ำเสีย

ในกระบวนการบำบัดน้ำเสียนั้น สารอินทรีย์ซึ่งมากับน้ำเสียจะถูกจุลินทรีย์ย่อยสลายเป็นสารอนินทรีย์ เช่น ฟอสเฟต ไนเตรต แอมโมเนีย และอื่น ๆ สาหร่ายสามารถใช้สารอนินทรีย์เหล่านี้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม ทำให้น้ำเสียมีปริมาณสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ลดลงพร้อมกันนั้นแหล่งน้ำจะมีออกซิเจนเพิ่มขึ้นจากกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย มีผลให้คุณภาพน้ำดีขึ้น (ยุวดี, 2548) เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Spirulina platensis*, *Oscillatoria obscura*, *Oscillatoria okeni* และ *Phormidium angustissimare* เป็นต้น (ปิยนุตร, 2550)

7. การศึกษาและทดลองทางวิทยาศาสตร์

สาหร่ายหลายชนิดที่มีขนาดเซลล์ค่อนข้างใหญ่ นักวิทยาศาสตร์มักจะนำมาศึกษาและทดลองทางด้านชีววิทยา และสรีรวิทยาของเซลล์ เช่น สาหร่ายไฟสกุล *Chara* และ *Nitella* เป็นต้น (ยูวดี, 2548) นอกจากนี้สาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชหลายชนิดนำมาศึกษาด้วย โดยเฉพาะชนิดที่สามารถเลี้ยงง่ายในห้องปฏิบัติการ เช่น สาหร่ายสีเขียวสกุล *Chlorella* และ *Scenedesmus* เป็นต้น (ลัดดา, 2544; Graham *et al.*, 2009) และการศึกษาพันธุกรรมสาหร่าย เช่น สาหร่ายสีเขียว *Clamydomonas reinhardtii* และ *Chlorella vulgaris* เป็นต้น (Graham *et al.*, 2009)

8. อุตสาหกรรม

ไดอะตอมไมท์หรือไดอะโดมาเซียสเอิร์ธ (diatomite หรือ diatomaceous earth) ได้มาจากไดอะตอมที่ตายแล้วมาทับถมกันกลายเป็นซากเหลือของผนังเซลล์ซึ่งเป็นซิลิกาที่ไม่สลาย เกิดในสมัยเทอเทียรี (tertiary) และควอเทอนารี (quaternary) นำมาเป็นเครื่องกรองในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานน้ำตาล โรงงานดักกลั่นสุรา ฉนวนกันความร้อนในอุปกรณ์ไฟฟ้า หม้อต้มน้ำ ผสมสีทาบ้าน ผงขัดเงาโลหะต่าง ๆ หรือส่วนประกอบของยาสีฟัน (ยูวดี, 2548) และน้ำมันเป็นอาหารสะสมที่พบได้ในสาหร่าย โดยพบน้ำมันในเซลล์สูงถึง 75% ของน้ำหนักแห้งในสาหร่ายบางชนิด ซึ่งในสภาวะปัจจุบันที่โลกใกล้ขาดแคลนทรัพยากรธรรมชาติ เช่น น้ำมันจากฟอสซิลที่เหลือน้อยลง ส่งผลให้สาหร่ายมีการนำมาผลิตเป็นน้ำมันที่เป็นพลังงานทดแทนได้ โดยการนำไขมันหรือน้ำมันในเซลล์มาผลิตน้ำมันไบโอดีเซลโดยผ่านกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน (transesterification) หรือใช้สาหร่ายผสมโดยตรงกับน้ำมันดีเซลหรือไบโอดีเซล โดยสาหร่ายหลายชนิดมีศักยภาพ เช่น สาหร่ายสีน้ำเงินสกุล *Spirulina* สาหร่ายสีเขียว *Neochloris oleoabundans*, *Scenedesmus dimorphus*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Isochrysis galbana*, *Botryococcus braunii*, *Dunaliella tertiolecta*, *Chlorella vulgaris*, *Chlorella protothecoides* ยูกลินอยด์ *Euglena gracilis* และไดอะตอมหลายชนิด เป็นต้น (รัตนภรณ์, 2550; Graham *et al.*, 2009; Scragg *et al.*, 2003)

9. ดัชนีคุณภาพน้ำ

สาหร่ายแต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่อาศัยและช่วงของความทน (range of tolerance) ต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะสาหร่ายแต่ละชนิดไวต่อสภาพริคิวิซ์หรือออกซิไดซ์ใน

แหล่งน้ำต่าง ๆ ได้ง่าย ดังนั้นในแหล่งน้ำต่างกันจึงมีสาหร่ายแต่ละชนิดเจริญเติบโตไม่เหมือนกัน จึงใช้เป็นดัชนี (indicator) แสดงสภาพของแหล่งน้ำนั้นได้ว่ามีลักษณะเช่นใด (ยูวดี, 2549)

ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย (oligotrophic) พบสาหร่ายสีเขียวกลุ่มเคสมีดส์ เช่น สกุล *Staurostrum*, *Staurodesmus*, *Cosmarium* และ *Closterium* เป็นต้น เซนทริกไดอะตอม (centric diatom) เช่น สกุล *Cyclotella* เป็นต้น และสาหร่ายสีแดง ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic) พบไดโนแฟลเจลเลต เช่น สกุล *Peridinium*, *Gymnodinium* และ *Ceratium* เป็นต้น แหล่งน้ำที่มีสารอาหารมาก (eutrophic) พบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เช่น สกุล *Oscillatoria* และ *Phormidium* เป็นต้น และยูกลีโนยด์ เช่น สกุล *Euglena*, *Phacus* และ *Trachelomonas* เป็นต้น ในแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารมากมักจะพบสาหร่ายน้อยชนิด แต่ละชนิดจะมีจำนวนมาก บางครั้งอาจพบสาหร่ายเพียงชนิดเดียว แต่ปริมาณมากก็เป็นไปได้ (ยูวดี, 2549)

นอกจากสาหร่ายจะมีประโยชน์อย่างมากต่อระบบนิเวศและมนุษย์ แต่สาหร่ายบางชนิดอาจมีโทษเมื่อพบและมีจำนวนมากเกินไปในธรรมชาติ

1. พาราสิต (parasite) และเชื้อโรคในพืชและสัตว์

สาหร่ายหลาย ๆ ชนิดสามารถเป็นพาราสิตและเป็นเชื้อโรคที่ทำให้สิ่งมีชีวิตชนิดอื่น ๆ ตายไปได้ เช่น สาหร่ายสีเขียวสกุล *Rhodochytrium*, *Synchytrium* และ *Phyllosiphon* เป็นพาราสิตในใบไม้ทำให้เกิดโรคใบเหลือง (yellowing) สาหร่ายสีเขียวสกุล *Cephaleuros* เจริญเติบโตในใบไม้หลายร้อยชนิด รวมทั้งพืชปลูก เช่น กาแฟ ชา เป็นต้น สาหร่ายสีเขียว *Prototheca wickerhamii* และ *Prototheca zopfii* เข้าไปอยู่ในร่างกายมนุษย์และสัตว์เลี้ยงได้ ทำให้เกิดการติดเชื้อในผิวหนัง เกิดโรคเยื่อช่องท้องอักเสบ (peritonitis) และ bursitis (Graham *et al.*, 2009)

2. ปลดปล่อยสารพิษลงสู่แหล่งน้ำ

สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสามารถเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว เรียกว่า การบลูม (bloom) ซึ่งหลายชนิดสร้างสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) มีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใกล้เคียง ดังนั้นการเจริญเติบโตที่มากจะปลดปล่อยสารออกมาในปริมาณที่มากส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำตายลง (Camacho, 2008) ชนิดของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เกิดการบลูมได้ที่

สำคัญ ๆ คือ *Microcystis aeruginosa*, *Anabaenopsis elenkinii*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Nodularia spumigena*, *Spirulina platensis* และ *Osillatoria agardhii* เป็นต้น (ลัดดา, 2544; Graham *et al.*, 2009; Bellinger and Sigeo, 2010) โดย *Microcystis aeruginosa* พบการบลูมมากที่สุดในประเทศไทย จะปลดปล่อยสารพิษ Microcystins (Seekhao, 2006)

การศึกษาสาหร่ายน้ำจืดในต่างประเทศ

การศึกษาเกี่ยวกับสาหร่ายน้ำจืดในต่างประเทศมีการศึกษาอย่างแพร่หลาย อาทิ

Piirsoo (2001) ศึกษาสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำเอสโตเนียน (Estonian river) ประเทศเอสโตเนีย ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคม ค.ศ. 1991-ค.ศ. 1997 ผลการศึกษาพบสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 402 ชนิด โดยพบไดอะตอมมากที่สุด 180 ชนิด รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียว 125 ชนิด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 45 ชนิด กลุ่มเพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) ให้ปริมาณชีวมวลมากที่สุด โดยในแม่น้ำนี้มีค่าปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ย 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตรต่อจุด ความหนาแน่นเฉลี่ย 0.6×10^6 เซลล์ต่อลิตรต่อจุด และพบสาหร่ายเฉลี่ย 23 ชนิดต่อจุด และพบว่าสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชที่พบไม่มีความสัมพันธ์กับทิศทางการไหลของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ พีเอช ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และคุณสมบัติทางเคมีในแม่น้ำ

Barinova *et al.* (2004) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายรูปแบบการเกาะกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ และแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำนาฮาลควิชอน (Nahal Qishon river) ประเทศอิสราเอล ในช่วง ค.ศ. 2002-ค.ศ. 2003 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 178 ชนิด โดยมีไดอะตอมสกุล *Nitzschia* และสกุล *Navicula* มีจำนวนมากที่สุด โดยทุก ๆ ชนิดนั้นจะพบได้ตลอดช่วงของการศึกษา ยกเว้นสาหร่ายสีทองแกมเหลือง *Lagynion janei* โดยจำนวนสาหร่ายที่พบมีความสัมพันธ์กับค่าการนำไฟฟ้า พีเอช และไนเตรทในแม่น้ำ

Muzaffar and Ahmed (2007) ศึกษาความหลากหลายและการกระจายของสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในพื้นที่ชุ่มน้ำอนุสัญญาแรมซาร์แทนเกร์ฮาร์ (Tanguar Haor) ประเทศบังกลาเทศ ช่วงเดือนมิถุนายนถึงธันวาคม ค.ศ. 2005 ผลการศึกษาพบสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 107 สกุล พบการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Microcystis* ในเวลาที่มีระดับน้ำขึ้นสูงสุด ไดอะตอมสกุล *Melosira* มีค่าดัชนีความมากชนิดสูงสุด

Hamed (2008) ศึกษาความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และไดอะตอมในแหล่งน้ำ 7 แห่งในประเทศอียิปต์ ช่วงปี ค.ศ. 1990-ค.ศ. 2005 ผลการศึกษาพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินทั้งหมด 353 ชนิด และไดอะตอม 128 ชนิด โดยไดอะตอมมีการพบกระจายพันธุ์ในทุก ๆ แหล่งน้ำมากกว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

Ariya *et al.* (2009) ศึกษาสาหร่ายน้ำจืดในเมืองการาจี (Karachi) ประเทศปากีสถาน จากแหล่งน้ำต่าง ๆ ได้แก่ บ่อน้ำ ลำธาร อ่างเก็บน้ำ ในช่วงเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 2004 ถึงเดือนกันยายน ค.ศ. 2005 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 214 ชนิด ซึ่งประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ร้อยละ 38.32 สาหร่ายสีเขียวร้อยละ 47.12 ไดอะตอมร้อยละ 17.76 ยูกลีโนยด์ร้อยละ 1.87 และสาหร่ายสีเขียวแกมทองร้อยละ 0.93

การศึกษาสาหร่ายน้ำจืดในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีการศึกษาสาหร่ายน้ำจืดอย่างแพร่หลายเช่นเดียวกับต่างประเทศ โดยเป้าหมายของการศึกษาในแต่ละแหล่งน้ำนั้นจะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับระบบนิเวศของแหล่งน้ำนั้น ๆ เช่น การศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายเป็นดัชนีคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่มีชุมชนหรืออุตสาหกรรมโดยรอบ การศึกษาศักยภาพการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในแหล่งน้ำที่สะอาด เป็นต้น ตัวอย่างการศึกษาสาหร่ายน้ำจืดในไทย อาทิ

พรรลก (2545) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายและคุณภาพน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอบัวชุม จังหวัดราชบุรี ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2544 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 18 สกุล โดยพบสาหร่ายสีเขียว 10 สกุล สกุลโดดเด่น เช่น สกุล *Clamydomonas*, *Chlorella*, *Closterim* และ *Cosmarium* ยูกลีโนยด์ 4 สกุล คือ สกุล *Euglena*, *Lepocicclis*, *Phacus* และ *Trachelomonas* สาหร่ายสีเขียวแกมทอง 3 สกุล คือ สกุล *Cymbella*, *Mallomonas* และ *Melosira* และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 1 สกุล คือ สกุล *Nostoc* มีคุณภาพของแหล่งน้ำเริ่มมีมลพิษเพียงเล็กน้อย แต่ยังมีคุณภาพดี

พิมพ์ลัญช์ (2546) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการแพร่กระจายของสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำเวฬุในรอบปี ช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2544 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2545 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 87 สกุล 152 ชนิด แบ่งเป็นไดอะตอม

มากที่สุด 97 ชนิด รองลงมาคือ สาหร่ายสีเขียว 41 ชนิด และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 14 ชนิด มีค่าดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความมากชนิด และดัชนีความเท่าเทียมของสาหร่ายอยู่ในช่วง 3.19-3.78, 1.81-3.27 และ 0.89-0.99 ตามลำดับ พบว่าความหนาแน่นของสาหร่ายมีความสัมพันธ์กับค่าอุณหภูมิ ค่าความเค็ม ค่าความโปร่งแสงของน้ำ ค่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน และค่าปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในทิศทางตรงกันข้าม และมีทิศทางเดียวกันกับปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอน

ธนิสรา (2549) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำในลุ่มน้ำคำ ครอบคลุมอำเภอแม่จัน และอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2546 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 21 สกุล 52 ชนิด โดยเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุดถึงร้อยละ 52 รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียวร้อยละ 35 และสาหร่ายสีแดงร้อยละ 13 พบชนิดที่เด่น คือ สกุล *Batrachospermum*, *Audouinella*, *Spirogyra*, *Stigeoclonium* และ *Phormidium* ส่วนไดอะตอมพื้นท้องน้ำพบทั้งหมด 167 ชนิด และพบความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น สกุล *Phormidium* มีความสัมพันธ์กับปริมาณของแอมโมเนีย และฟอสเฟต เป็นต้น

อภิรดี (2547) ศึกษาองค์ประกอบชนิดและความชุกชุมของสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัดลพบุรี ช่วงเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2545 ผลการศึกษาพบสาหร่ายเด่น คือ สาหร่ายสีเขียว รองลงมาคือ ยูกลีนาอยด์ และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน คิดเป็นร้อยละ 54, 17 และ 14 ตามลำดับ โดยพบจำนวนชนิดสูงสุดในเดือนธันวาคม (124 ชนิด) ต่ำสุดในเดือนเมษายน (102 ชนิด) ความชุกชุมของสาหร่ายผันแปรในช่วง 1,123 ถึง 2,379,380 หน่วยต่อลิตร สูงสุดในเดือนเมษายน 2,379,380 หน่วยต่อลิตร ทั้งนี้ขึ้นกับความผันแปรความชุกชุมของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria limnetica*, *Cylindrospermopsis raciborskii* และ *Microcystis aeruginosa* และไดอะตอม *Aulacoseira granulate* ปัจจัยที่มีผลต่อการเพิ่มจำนวนสาหร่าย ได้แก่ อุณหภูมิ น้ำ ความขุ่น และปริมาณธาตุอาหาร ปริมาณชีวมวลให้ผลตรงกันข้ามกับความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืช พบปริมาณชีวมวลสูงสุดในเดือนสิงหาคม (0.966 มิลลิกรัมต่อลิตร)

ศิริพร (2549) ทำการศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม ในช่วงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2547 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2548 ผลการศึกษาพบสาหร่ายทั้งหมด 259 ชนิด โดยพบไดอะตอมมากที่สุดและพบเป็นกลุ่ม

เด่นตลอดปี รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียว เดือนพฤษภาคมพบจำนวนชนิดของสาหร่ายมากที่สุด และน้อยที่สุดในเดือนเมษายน พบไดอะตอมมีปริมาณมากที่สุด ที่โคคเค่น คือ *Chaetoceros pseudocurvisetus*, *Thaassiosira* sp., *Skeletonema costatum* และ *Cylindrotheca closterium* และพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินตามมา ที่โคคเค่น คือ *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria limnetica* และ *Spirulina platensis* ปัจจัยทางกายภาพ คือ อุณหภูมิ มีผลต่อคุณภาพน้ำในบริเวณที่ศึกษา โดยเฉพาะความเค็มของน้ำ

สรนัตร และคณะ (2550) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในแหล่งน้ำของภาคเหนือและภาคใต้ ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2549 จากผลการศึกษาพบสาหร่ายสีแดงทั้งหมด 10 สกุล 16 ชนิด สาหร่ายในสกุลที่มีจำนวนชนิดสูงสุด คือ สกุล *Batrachospermum* (4 ชนิด) สกุล *Caloglossa* (3 ชนิด) และสกุล *Bostrychia* (2 ชนิด) ที่เหลือพบสกุลละ 1 ชนิด คุณภาพน้ำโดยรวมอยู่ในระดับปานกลางถึงดี

สุภัทรริธา (2551) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในแม่น้ำโขงส่วนที่ผ่านประเทศไทย จากกลุ่มสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำเพื่อใช้ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำครอบคลุมจังหวัดที่ไหลผ่านประเทศไทย 5 จังหวัด คือ เชียงราย เลย นครพนม อุดมหาริธา และอุบลราชธานี ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 ผลการศึกษาพบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 11 สกุล 14 ชนิด โดยส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายสีเขียวร้อยละ 50 รองลงมาคือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินร้อยละ 43 และสาหร่ายสีแดงร้อยละ 7 โดยพบสาหร่ายชนิดเด่นได้แก่สกุล *Cladophora*, *Microspora* และ *Stigeoclonium* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียว สกุล *Nostoc*, *Oscillatoria* และ *Phormidium* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน และสกุล *Compsopogon* ซึ่งเป็นสาหร่ายสีแดง โดยแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบชนิดของสาหร่ายแตกต่างกันออกไป ส่วนไดอะตอมพื้นท้องน้ำพบทั้งหมด 42 สกุล 168 ชนิด โดยไดอะตอมพื้นท้องน้ำชนิดเด่นที่พบ ได้แก่ สกุล *Achnanthes*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Nitzschia* และ *Synedra* พบว่าน้ำในแม่น้ำโขงมีคุณภาพดีถึงปานกลาง มีสารอาหารน้อยถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) จนถึงคุณภาพน้ำปานกลาง มีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) ผลการศึกษาพบสาหร่ายขนาดใหญ่สกุล *Spirogyra*, *Oscillatoria princeps* และ *Oscillatoria rubescens* มีความสัมพันธ์กับการนำไฟฟ้า ความเร็วของกระแสในส่วนของไดอะตอมพื้นท้องน้ำพบ *Achnanthes minutissima*, *Cymbella turgidula*, *Nitzschia dissipata*, *Cyclotella stelligera*, *Gomphonema lagenula* และ *Aulacoseira granulata*

สามารถนำมาใช้เป็นแนวโน้มบอกคุณภาพน้ำโดยใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ถึงปานกลางจนถึงคุณภาพน้ำปานกลางได้

Yana and Peerapornpisal (2009) ศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายรูปแบบอยู่พื้นล่าง (benthic algae) ได้แก่ สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมก้นน้ำ และคุณภาพน้ำในแม่น้ำสาขาบางแห่งของแม่น้ำโขงในประเทศไทยและลาว ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2551 ผลการศึกษาพบสาหร่ายขนาดใหญ่ทั้งหมด 11 ชนิดประกอบด้วยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายไฟ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่พบโดดเด่นคือ สกุล *Phormidium* และ *Nostoc* ส่วนสกุล *Spirogyra* และ *Cladophora* พบโดดเด่นของสาหร่ายสีเขียว และสกุล *Nitella* จะโดดเด่นในส่วนสาหร่ายไฟ ไดอะตอมก้นน้ำพบทั้งหมด 127 ชนิด โดยส่วนมากจะเป็นกลุ่มเพนเนตไดอะตอม เช่น สกุล *Navicula*, *Gomphonema*, *Nitzschia* และ *Acanthes* โดยมีคุณภาพน้ำปานกลาง และมีสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)

ปณิธิ (2552) ศึกษาสาหร่ายในแหล่งน้ำจืด บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลั่ว จังหวัดจันทบุรี จำนวน 4 แหล่งน้ำ ระหว่างเดือนตุลาคม 2551 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2552 ผลการศึกษาพบสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน 11 สกุล สาหร่ายสีเขียว 17 สกุล และสาหร่ายสีแดง 2 สกุล โดยพบว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินสกุล *Oscillatoria* และสาหร่ายสีเขียวสกุล *Spirogyra* พบได้ในทุกแหล่งน้ำ

ข้อมูลพื้นฐานของคลองกำพวน

ที่ตั้ง

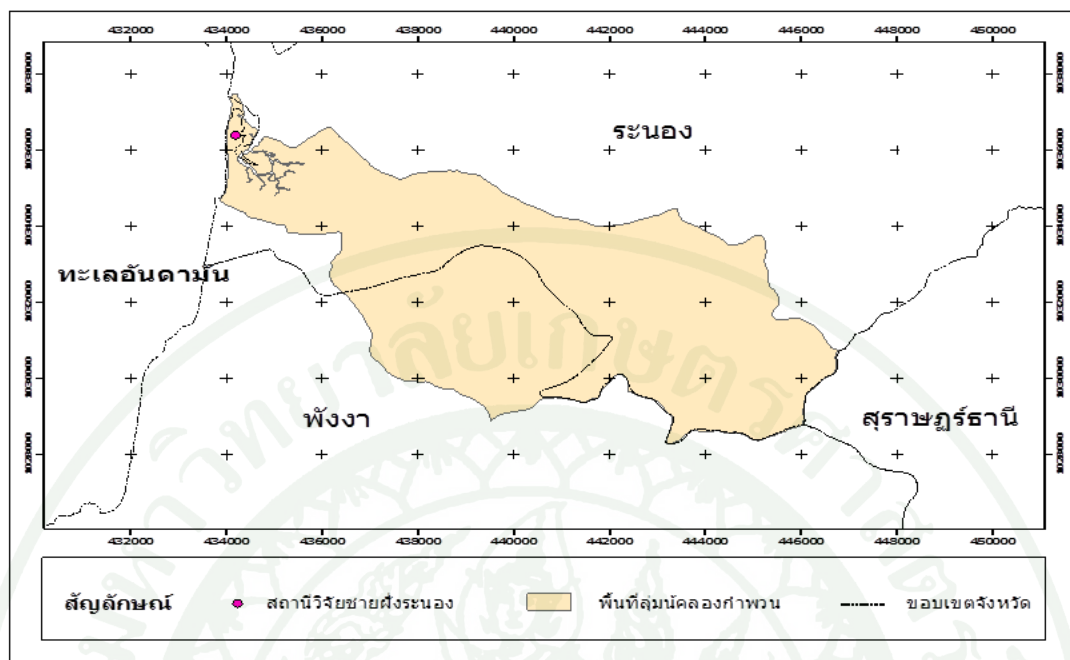
พื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวนครอบคลุมพื้นที่ของตำบลกำพวน ตำบลนาคา อำเภอสุขสำราญ จังหวัดระนอง มีแหล่งต้นกำเนิดน้ำจากเขาพระหมี่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา ไหลลงสู่ทะเลอันดามันที่บ้านกำพวน ความยาวประมาณ 19 กิโลเมตร (เดชา และคณะ, 2551)

ลักษณะภูมิประเทศ

ลุ่มน้ำคลองกำพวน เป็นลุ่มน้ำที่มีลักษณะทางภูมิประเทศเป็นภูเขาสูงสลับซับซ้อน โดยเฉพาะพื้นที่ต้นน้ำทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ และลาดเอียงไปยังบริเวณสถานีวิจัยชายฝั่งระนองทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ มีขนาดพื้นที่ลุ่มน้ำ 74.02 ตารางกิโลเมตร หรือ 42,260.65 ไร่ รูปร่างลุ่มน้ำเป็นรูปพัด (fan shape) ทิศด้านลาดด้านตะวันตกเฉียงเหนือ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลสูงสุดที่ยอดเขาแดน ความสูง 1,350 เมตร และต่ำสุดบริเวณ outlet ใกล้สถานีวิจัยชายฝั่งระนอง ความสูงจากระดับน้ำทะเลน้อยกว่า 5 เมตร ความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ย 7.27 เปอร์เซ็นต์ ลักษณะของลำธารเป็นแบบเหมือนเส้นใบของใบไม้ (dendritic) เป็นลำธารประเภทที่มีน้ำไหลในลำธารตลอดทั้งปี (perennial stream) ซึ่งจากสภาพความลาดชันของพื้นที่จึงมีการระบายน้ำลงมาทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ โดยมีการระบายน้ำในระดับปานกลาง โดยมีลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ (ภาพที่ 1) (กาญจน์เขจร, 2548; เดชา และคณะ, 2551)

ลักษณะภูมิอากาศ

จังหวัดระนองตั้งอยู่ทางภาคใต้ของไทย ดินชายฝั่งทะเลอันดามัน ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมที่พัดผ่านประจำ และจากทะเลอันดามัน ทำให้มีฤดูฝนที่ยาวนานและมีฝนตกชุกเกือบตลอดปี โดยแบ่งเป็น 3 ฤดูกาล ได้แก่ ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม ระยะนี้เป็นช่วงว่างของฤดูมรสุม จะมีลมจากทิศตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุม ทำให้อากาศร้อนทั่วไป อากาศจะร้อนที่สุดในเดือนเมษายน แต่ไม่ร้อนมากนัก เนื่องจากภูมิประเทศเป็นคาบสมุทรอยู่ใกล้ทะเล กระแสลม และไอน้ำจากทะเลทำให้อากาศคลายความร้อนลงไปมาก ฤดูฝน



ภาพที่ 1 ลักษณะทางภูมิศาสตร์กายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน

ที่มา: กาญจน์เขจร (2548)

เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม จะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทย และร่องความกดอากาศต่ำจะพัดผ่านภาคใต้เป็นระยะ ๆ อีกด้วย จึงทำให้มีฝนตกมากตลอดฤดู และเดือนกรกฎาคมถึงเดือนสิงหาคมจะมีฝนตกชุกที่สุดในรอบปี ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ ในระยะนี้จะมีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเย็นและแห้งจากประเทศจีนพัดปกคลุมประเทศไทย ทำให้อุณหภูมิลดลงทั่วไปและมีอากาศหนาวเย็น แต่เนื่องจากจังหวัดระนองอยู่ใกล้ทะเลอุณหภูมิจึงลดลงเล็กน้อยเป็นครั้งคราว อากาศไม่หนาวเย็นมากนัก และตามชายฝั่งจะมีฝนตกทั่วไปแต่มีปริมาณไม่มากนัก จังหวัดระนองมีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 28.01 องศาเซลเซียส ร้อนที่สุดในเดือนเมษายน มีอุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 35.13 องศาเซลเซียส ต่ำที่สุดในเดือนพฤศจิกายน มีอุณหภูมิเฉลี่ย 22.26 องศาเซลเซียส มีปริมาณน้ำฝน (พ.ศ. 2550-พ.ศ. 2553) เฉลี่ยรวม 3901.5 มิลลิเมตรต่อปี โดยปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมากสุดในเดือนมิถุนายน 624.2 มิลลิเมตร และปริมาณน้ำฝนน้อยสุดในเดือนมกราคม 10.6 มิลลิเมตร (ตารางที่ 3) ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 77.05% ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดเฉลี่ย 95% และต่ำสุดเฉลี่ย 46.90% ความกดอากาศเฉลี่ย 1,009.49 เฮกเพา (HPA) (สำนักงานเกษตรจังหวัดระนอง, 2550; สำนักงานสถิติจังหวัดระนอง, 2551)

ตารางที่ 3 ปริมาณน้ำฝนในพื้นที่คลองกำพวนช่วงปี พ.ศ. 2550-พ.ศ. 2553 (หน่วยมิลลิเมตร)

เดือน	(พ.ศ. 2550)	(พ.ศ. 2551)	(พ.ศ. 2552)	(พ.ศ. 2553)
เดือนมกราคม	0.2	1.2	10.4	30.7
เดือนกุมภาพันธ์	4.0	33.3	0.1	10.2
เดือนมีนาคม	91.0	64.9	141.3	1.3
เดือนเมษายน	80.2	201.9	305.4	29.7
เดือนพฤษภาคม	556.6	1,043.1	586.4	307.1
เดือนมิถุนายน	598.3	621.1	777.6	453.6
เดือนกรกฎาคม	698.3	374.8	809.2	614.5
เดือนสิงหาคม	697.8	284.9	683.9	614.9
เดือนกันยายน	628.7	729.2	641.3	296
เดือนตุลาคม	665.3	296.2	360.2	539.5
เดือนพฤศจิกายน	117.1	137.2	74.3	210.7
เดือนธันวาคม	5.5	0.0	14.8	162.1
รวม	4,143.0	3,787.8	4,404.9	3,270.3

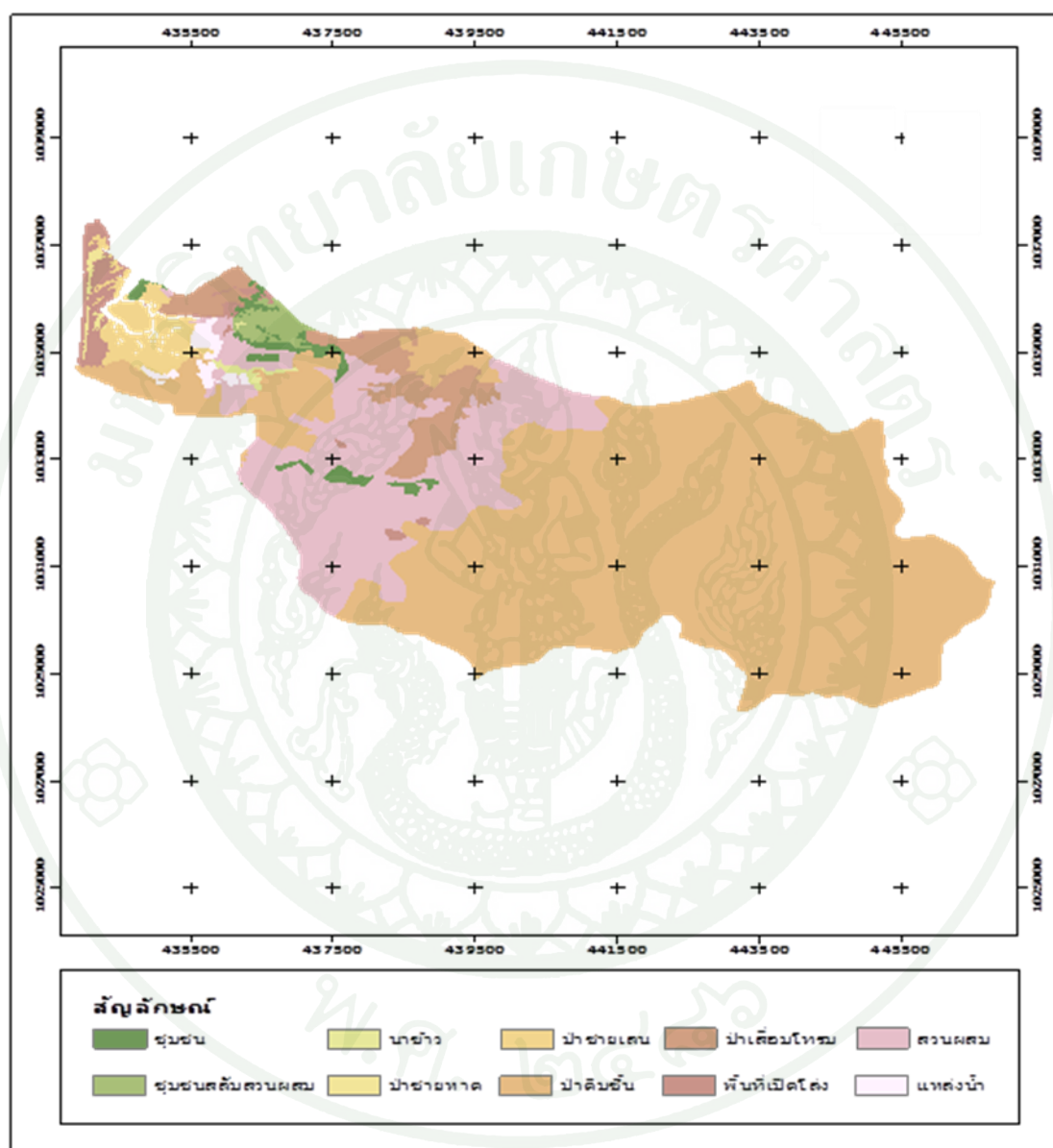
ที่มา: สถานีตรวจวัดน้ำฝนอัตโนมัติระนอง

การใช้ประโยชน์และปัญหาที่เกิดขึ้นจากการใช้ที่ดินและพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวนส่วนใหญ่มีสภาพเป็นพื้นที่ป่าดิบชื้น (66.48 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ) โดยพบกระจายเกือบทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำในบริเวณซึ่งเป็นพื้นที่ภูเขาสูงสลับซับซ้อน ส่วนพื้นที่ที่เหลือนั้นมีสภาพเป็นที่เนิน และที่ราบซึ่งมีพื้นที่ไม่มาก (ภาพที่ 2) (กาญจน์เขจร, 2548)

กาญจน์เขจร (2548) ได้สรุปสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวนพิจารณาได้เป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ปัญหาด้านภูมิศาสตร์กายภาพ เมื่อพิจารณาสภาพภูมิศาสตร์กายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน พบว่าพื้นที่กว่าครึ่งหนึ่งมีสภาพเป็นพื้นที่ภูเขาสูงชันที่สลับซับซ้อน และสภาพการใช้



ภาพที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาลุ่มน้ำคลองกำพวน

ที่มา : กาญจน์เขจร (2548)

ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งพื้นที่ที่มีความสูงชันย่อมมีปัญหาในเรื่องของการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งส่งผลกระทบต่อพื้นที่ลุ่มน้ำตอนล่างจากตะกอนดินที่ถูกพัดพาลงมา และทับถมในพื้นที่ตอนล่าง แต่อย่างไรก็ตามจากการพิจารณาสภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ พบว่ามีความถูกต้องตามมาตรการการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ดังนั้นหากพิจารณาถึงปัญหาเชิงภูมิศาสตร์กายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำแล้วถือว่า ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศลุ่มน้ำ

2. ปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ถือเป็นองค์ประกอบของระบบนิเวศลุ่มน้ำ ยังมีสภาพอยู่ในระดับปกติ กล่าวคือ มีพื้นที่ป่าปกคลุมถึงกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งจากสภาพดังกล่าว ได้ส่งผลต่อเนื่องมายังทรัพยากรหรือองค์ประกอบอย่างอื่น ๆ ในระบบลุ่มน้ำ ไม่ว่าจะเป็นทรัพยากรน้ำ ซึ่งมีปริมาณที่เพียงพอตลอดทั้งปี ส่วนทรัพยากรดินถึงแม้ว่าจะพบปัญหาในด้านการชะล้างพังทลายของดิน แต่ไม่ใช่อันตรายที่รุนแรง ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ ในระบบนิเวศลุ่มน้ำของคลองกำพวน โดยเฉพาะกิจกรรมที่เกิดจากมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ชุมชน และพื้นที่เกษตรกรรมรูปแบบต่าง ๆ ถือว่าเป็นองค์ประกอบที่เกิดขึ้นจากการใช้ หรือพัฒนาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งสร้างให้เกิดปัญหา หรือผลกระทบต่าง ๆ นั้น พบว่าการใช้ประโยชน์ยังอยู่ภายใต้กรอบ หรือมาตรการควบคุม ทำให้สภาพของทรัพยากรต่าง ๆ ยังอยู่ในสภาพตามธรรมชาติ ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบนิเวศลุ่มน้ำ ไม่ว่าจะเป็นปัญหาปริมาณ คุณภาพ และช่วงระยะเวลาของการมีน้ำ ปัญหาด้านการชะล้างพังทลาย และทับถมของตะกอนในแหล่งน้ำ ปัญหาการทำลายพื้นที่ป่าต้นน้ำลำธาร และอื่น ๆ สำหรับในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน ถือว่าเป็นปัญหาที่ไม่รุนแรง และสามารถควบคุมให้อยู่ในระดับที่ไม่สร้างปัญหาได้ ภายใต้มาตรการการใช้ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งสภาพต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนี้ส่งผลให้การทำหน้าที่ของระบบลุ่มน้ำยังอยู่ในสภาพตามธรรมชาติ

3. ปัญหาด้านการบริหารจัดการลุ่มน้ำ จากกรอบแนวคิดในการจัดการลุ่มน้ำซึ่งพิจารณาในด้านการจัดการพื้นที่ การจัดการองค์ประกอบ และหน้าที่ของระบบนิเวศ และวัตถุประสงค์ในการจัดการลุ่มน้ำ มีข้อพิจารณาสำหรับพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวน คือ

3.1 ด้านการจัดการเชิงพื้นที่ จากสภาพพื้นที่ของลุ่มน้ำพิจารณาประกอบกับการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าการใช้ที่ดินในปัจจุบันมีความสอดคล้องกับชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ซึ่งแสดงถึงสภาพการใช้ประโยชน์ กับทรัพยากรในพื้นที่ลุ่มน้ำยังมีความเหมาะสมสอดคล้องกันตามหลักเกณฑ์ของการอนุรักษ์

3.2 การจัดการองค์ประกอบ และหน้าที่ของระบบนิเวศลุ่มน้ำ ยังถือว่าองค์ประกอบ และการทำหน้าที่ของระบบนิเวศลุ่มน้ำคลองกำพวน ยังมีองค์ประกอบครบถ้วนสมบูรณ์ รวมทั้งการทำหน้าที่ขององค์ประกอบต่าง ๆ รวมทั้งการทำหน้าที่ของระบบนิเวศของลุ่มน้ำโดยรวมยังทำหน้าที่ได้ครบถ้วนสมบูรณ์

3.3 วัตถุประสงค์ในการจัดการลุ่มน้ำ โดยพิจารณาในส่วนที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำ ในด้านปริมาณ คุณภาพ และช่วงเวลาการไหลของน้ำ รวมทั้งปัญหาอุทกภัย และภัยแล้ง ปัญหาที่เกิดขึ้นต่อทรัพยากรดินในด้านการชะล้างพังทลายของดิน และปัญหาที่เกิดขึ้นต่อทรัพยากรอื่น ๆ ที่ส่งผลถึงการดำเนินกิจกรรมของมนุษย์ ซึ่งพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำพวนยังถือว่าเป็นลุ่มน้ำที่ยังไม่ได้รับผลกระทบหรือปัญหามาก

การศึกษาสาหร่ายในคลองกำพวน

สุวรรณ (2536) ศึกษาการแพร่กระจายของธาตุอาหารและคลอโรฟิลล์เอในบริเวณน้ำกร่อยปากคลองกำพวน ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2534 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2535 พบว่าในฤดูแล้ง การแพร่กระจายของแอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ และฟอสเฟตตามสถานีต่าง ๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้อย ในขณะที่ไนเตรทและไนโตรเจนรวมในสารแขวนลอยมีความเข้มข้นไม่แน่นอนสำหรับซิลิกอนจะลดลงตามลำดับเมื่อออกสู่ปากคลอง ในฤดูฝน การแพร่กระจายจากต้นน้ำออกสู่ปากคลองของแอมโมเนียไนโตรเจน ไนเตรท ไนไตรท์ และซิลิกอนมีความเข้มข้นลดลง ในขณะที่ไนโตรเจนรวมในสารแขวนลอยมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ส่วนฟอสเฟตมีความเข้มข้นสูง ในบริเวณต้นน้ำที่มีความเค็มต่ำ ปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจน ไนไตรท์ และฟอสเฟต มีปริมาณที่เพิ่มหรือลดทั้งในฤดูแล้งและฤดูฝน ไนเตรทมีปริมาณที่เพิ่มหรือลดในฤดูแล้ง แต่มีทั้งปริมาณคงที่ และมีปริมาณที่เพิ่มหรือลดในฤดูฝน ส่วนซิลิกอนมีพฤติกรรมทั้ง 2 แบบในฤดูแล้ง แต่มีปริมาณคงที่ในฤดูฝน การกระจายของธาตุอาหารตามวัฏจักรของน้ำขึ้นน้ำลง ในฤดูแล้งช่วงน้ำขึ้น ความเข้มข้นของธาตุอาหารมีค่าสูงในขณะที่น้ำลงและลดลงในขณะที่น้ำขึ้น ยกเว้นฟอสเฟตที่มีความเข้มข้นไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนช่วงน้ำลง ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ ทั้งในขณะที่น้ำขึ้นและน้ำลง ในฤดูฝน ทั้งช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย ธาตุอาหารส่วนใหญ่มีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นในขณะที่น้ำลง และลดลงในขณะที่น้ำขึ้น ส่วนปริมาณของคลอโรฟิลล์เอในฤดูแล้ง พบว่าการกระจายของคลอโรฟิลล์เอจะลดลงตามลำดับสู่ปากคลอง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีความสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณอินทรีย์ไนโตรเจนรวมที่ละลายในน้ำและซิลิกอน ในฤดูฝน การกระจายของคลอโรฟิลล์เอจะเพิ่มขึ้น

ตามลำดับออกสู่ปากคลอง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอมีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับปริมาณอินทรีย์
ไนโตรเจนรวมที่ละลายในน้ำและซิลิกอน ซึ่งตรงข้ามกับฤดูแล้ง ปริมาณคลอโรฟิลล์เอไม่มี
ความสัมพันธ์กับฟอสเฟตทั้ง 2 ฤดูกาล



อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์สำหรับเลือกพื้นที่และบันทึกข้อมูล
 - 1.1 ตารางบันทึกผล
 - 1.2 แผนที่
 - 1.3 เครื่องวัดพิกัดจุดทางภูมิศาสตร์ (GPS)
 - 1.4 อุปกรณ์การเขียน ได้แก่ ปากกา ดินสอ และยางลบ
 - 1.5 คอมพิวเตอร์พกพา และกล้องถ่ายรูปดิจิทัล
2. อุปกรณ์สำหรับการเก็บตัวอย่างสาหร่าย
 - 2.1 ถังแพลงก์ตอน (plankton net) ขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร (μm)
 - 2.2 กระจกตักน้ำปริมาตร 3 ลิตร
 - 2.3 กระจกเก็บน้ำปริมาตร 300 มิลลิลิตร
 - 2.4 น้ำยา Lugol (Lugol's solution)
 - 2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น น้ำกลั่น กระจกน้ำกลั่น ถังมือ กระจกชำระ กล่องบรรจุ กระจกเก็บน้ำ ถังพลาสติก ขางยัด ถังพลาสติก มีดขูด เป็นต้น
3. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการ
 - 3.1 แผ่นเซคคิดีสค์ (Secchi disc) T. Science รุ่น model #SD-20
 - 3.2 เครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำ waterproof PCD รุ่น 650 (Eutech)
 - 3.3 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น น้ำกลั่น กระจกน้ำกลั่น กระจกชำระ เป็นต้น
4. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการ
 - 4.1 เครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำ waterproof PCD 650 (Eutech)
 - 4.2 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวัดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen) ตามวิธี ultraviolet spectrophotometric screening method ของ APHA *et al.* (2005)
 - 4.3 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวัดค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (ammonia-nitrogen) ตามวิธี phenate method ของ APHA *et al.* (2005)

4.4 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวัดค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (orthophosphate-phosphorus) ตามวิธี ascorbic acid ของ APHA *et al.* (2005)

4.5 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น เช่น ปิเปต หลอดทดลอง ไมโครปิเปต ปีกเกอร์ ชี้นวาทลดทดลอง น้ำกลั่น กระจกบอกล้างน้ำกลั่น ถังมือ เป็นต้น

5. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ปริมาณชีวมวลในน้ำ ได้แก่ อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ของสาหร่ายตามวิธีของ Hiscox and Israelstam (1978)

6. อุปกรณ์สำหรับจำแนกสกุลสาหร่าย

6.1 สไลด์ และกระจกปิดสไลด์ (slides and cover slides)

6.2 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยายสูงชนิดสองตา (compound light microscope) พร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพและระบุขนาดสาหร่ายอัตโนมัติ

6.3 คู่มือสำหรับจำแนกสกุลสาหร่าย

6.4 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น พลาสเจอร์ปิเปต น้ำกลั่น กระจกบอกล้างน้ำกลั่น กระจกยาระคายเคืองเช็ดเลนส์ เป็นต้น

7. อุปกรณ์สำหรับนับความชุกชุมของสาหร่าย

7.1 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงกำลังขยายสูงชนิดสองตา

7.2 สไลด์นับแฟล็กเคตอน (Sedgwick-Rafter counting cell) ความจุ 1 มิลลิลิตร

7.3 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น น้ำกลั่น กระจกบอกล้างน้ำกลั่น กระจกยาระคายเคืองเช็ดเลนส์ สมุดบันทึก เป็นต้น

8. อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์การกระจายพันธุ์ของสาหร่าย ได้แก่ เครื่องคิดเลขและโปรแกรมสถิติ

9. อุปกรณ์สำหรับการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่าย ได้แก่ เครื่องคิดเลขและโปรแกรมสถิติ

10. อุปกรณ์สำหรับการศึกษาคุณภาพของน้ำ ได้แก่ คู่มือการใช้ AARL-PC score ตาม Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2011) และ AARL-PP score ตามขุติ และคณะ (2550)

วิธีการ

1. การเลือกพื้นที่และจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย

พื้นที่ที่ศึกษา คือ บริเวณคลองกำพวน ในช่วงบริเวณที่น้ำไหลผ่านชุมชนระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตรก่อนไหลลงสู่ทะเลอันดามัน โดยแบ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างเพื่อให้ครอบคลุมตามความยาวของคลอง (ภาพที่ 3) โดยกำหนดระยะห่างของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างให้ใกล้เคียงกัน กำหนดพิกัดที่แน่นอนด้วยเครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ดังตารางที่ 4 และบันทึกความสูงจากระดับน้ำทะเล ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งจุดเก็บตัวอย่างออกเป็น 10 จุด ในแต่ละจุดมีลักษณะของพื้นที่ที่แตกต่างกันออกไป (ภาพที่ 4) และมีลักษณะที่สำคัญ ดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 บริเวณสะพานข้ามทางหลวงชนบท รน. 1002 จุดเริ่มต้นการเก็บตัวอย่าง เป็นบริเวณแรกของคลองที่ไหลออกมาจากเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคาสู่เขตชุมชน

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 บริเวณรอบ ๆ เป็นสวนยางพารา สวนผลไม้ และมีบ้านเรือนไม่หนาแน่น

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 บริเวณใต้ฝายน้ำล้น ดิถนนวนเพชรเกษม มีการกักเก็บน้ำไว้ใช้และลดความรุนแรงของกระแสน้ำ เนื่องจากเป็นพื้นที่ลาดชัน

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 บริเวณรอบ ๆ เป็นป่า ด้านข้างดิถนนวนเพชรเกษม เป็นพื้นที่ราบ ทำให้ลักษณะของคลองบริเวณนี้กว้างมาก

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 บริเวณรอบ ๆ เป็นบ้านเรือนไม่หนาแน่น และสวนยางพารา ด้านข้างดิถนนวนเพชรเกษม

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 บริเวณโดยรอบเป็นชุมชนและโรงเรียน มีการเลี้ยงสัตว์โดยรอบคูลิ่งของคลอง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 บริเวณโดยรอบเป็นบ้านเรือนไม่หนาแน่น และสวนยางพารา มีสะพานเหนือจุดเก็บตัวอย่าง บริเวณนี้ตลิ่งของคลองพังทลายเป็นแนวยาว

จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 บริเวณโดยรอบมีบ้านเรือนหนาแน่น มีการใช้ประโยชน์ทั้งการอุปโภค และบริโภค รวมทั้งมีการทิ้งน้ำเสียจากชุมชนลงสู่คลอง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 อยู่ใต้บ้านกำพวนซึ่งมีบ้านเรือนหนาแน่น บริเวณโดยรอบเป็นสวนมะพร้าว และมีวัดสถิตธรรมารามตั้งอยู่บริเวณนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 บริเวณโดยรอบเป็นสวนมะพร้าว การทำนาทุ่ง ป่าชายเลน และใกล้ปากคลอง ทำให้ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงเป็นอย่างมาก

ทำการเก็บตัวอย่างให้ครบรอบปี ทุก ๆ 2 เดือน รวมทั้งหมด 6 ครั้ง เริ่มจากเดือนตุลาคม เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน เดือนมิถุนายน สิ้นสุดเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3



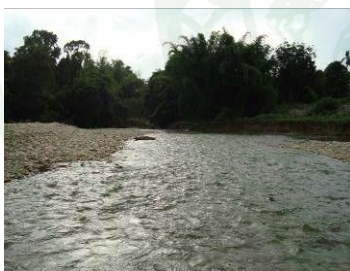
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8



จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9

จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย
จุดที่ 10

ภาพที่ 4 ภาพถ่ายลักษณะทางกายภาพของพื้นที่คลองกำพวน

2. การเก็บตัวอย่างสาหร่าย

2.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในเชิงคุณภาพ เพื่อศึกษาชนิดของสาหร่าย รวมทั้งน้ำตัวอย่างนี้มาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการด้วย โดยใช้กระบอกตักน้ำ 3 ลิตร กรองผ่านถุงแพลงก์ตอนขนาดช่องตา 20 ไมโครเมตร หน้าตัด 26 เซนติเมตร กรองให้ได้ปริมาตรประมาณ 300 มิลลิลิตรใส่ขวดพลาสติกบรรจุใส่กล่องบรรจุเพื่อรักษาความชุ่มชื้น ทุกครั้งที่เปลี่ยนจุดเก็บตัวอย่างล้างถุงลากแพลงก์ตอนด้วยน้ำกลั่น ส่วนสาหร่ายรูปแบบเกาะที่เกาะบนก้อนหินและใบไม้ เก็บตัวอย่างก้อนหินและใบไม้แต่ละจุดเก็บตัวอย่างโดยสุมก๊อบหรือชูดสาหร่ายที่ติดก้อนหินและใบไม้ออกมาบรรจุถุงพลาสติก เพื่อนำมาระบุสกุลที่พบเท่านั้น

2.2 การเก็บตัวอย่างสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในเชิงปริมาณเพื่อศึกษาปริมาณใช้วิธีเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชเพื่อศึกษาชนิด แต่มีการเติมน้ำยาถูกลบปริมาณ 0.5 มิลลิลิตรต่อกระบอกเก็บน้ำ (ลัดดา และ โสภณา, 2546) เพื่อกดสภาพให้สาหร่ายไม่มีการเพิ่มจำนวนและหยุดการเคลื่อนไหว

บันทึกช่วงเวลา วัน เดือน ปีที่เก็บ จุดที่เก็บ และสภาพแวดล้อมรอบจุดที่เก็บ ลงบนป้ายกำกับขวดเก็บน้ำทุกขวด

เก็บตัวอย่างทั้ง 3 แบบไว้ในห้องเย็นและมีด ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส

3. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการ

3.1 วัดค่าความโปร่งใสของน้ำ ในหน่วยเซนติเมตร ด้วยแผ่นวัดความโปร่งใสของน้ำ โดยหย่อนลงไปใต้น้ำจนกระทั่งมองไม่เห็น จดบันทึกค่าที่ได้แล้วค่อย ๆ ดึงแผ่นวัดความโปร่งใสอีกครั้ง จดบันทึกค่าที่ได้ หาค่าเฉลี่ยที่ได้ ซึ่งจะเป็นค่าความโปร่งใส และเป็นข้อในการจำกัดการมองเห็น หรือดัชนีของความโปร่งใส ถ้าแผ่นวัดความโปร่งใสถึงก้นแหล่งน้ำและยังสามารถมองเห็นแผ่นวัดความโปร่งใสอยู่ ระบุว่าความโปร่งใสของน้ำมากกว่าความลึกของน้ำ (Cole, 1994)

3.2 วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ ในหน่วยของศาเซลเซียส ที่จุดเก็บน้ำตัวอย่าง โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำ waterproof PCD รุ่น 650 (Eutech) และลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4. การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการ

4.1 วัดค่าพีเอชของน้ำ โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำและลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4.2 วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ในหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำ และลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4.3 วัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ในหน่วยพีพีที โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำและลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4.4 วัดค่าความเค็มของน้ำ ในหน่วยพีพีที โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำและลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4.5 วัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ในหน่วยมิลลิซีเมนต์ต่อตารางเซนติเมตร โดยเครื่องวัดคุณสมบัติของน้ำ และลงในระดับผิวน้ำช่วงความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร

4.6 การวัดค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ ตามวิธี ultraviolet spectrophotometric screening method ของ APHA *et al.* (2005)

4.7 การวัดค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ ตามวิธี phenate method ของ APHA *et al.* (2005)

4.8 การวัดค่าออร์โทฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ ตามวิธี ascorbic acid method ของ APHA *et al.* (2005)

5. การวิเคราะห์ปริมาณชีวมวลในน้ำโดยการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำที่สาหร่ายผลิตได้ เป็นตัวอย่างผลผลิตที่ได้จากสาหร่ายในรูปของแพลงก์ตอนพืช ปริมาณคลอโรฟิลล์เอเป็นค่าที่นิยมใช้เพื่อประเมินชีวมวลของสาหร่าย โดยวิเคราะห์ปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง คัดแปลงจากวิธีการของ Hiscox and Israelstam (1978) โดยนำน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างมาเขย่าเบา ๆ เพื่อให้สาหร่ายกระจายตัวเท่า ๆ กัน นำน้ำมาปริมาตร 10 มิลลิลิตรใส่หลอดเหวี่ยง ทำให้สาหร่ายตกตะกอนด้วยเครื่องเหวี่ยง ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที เทสารละลายใสส่วนบนทิ้ง เหลือเฉพาะสาหร่ายที่เป็นตะกอนอยู่ก้นหลอด สกัดคลอโรฟิลล์ด้วย DMSO (dimethyl sulfoxide) โดยใส่สาร DMSO ไปในหลอดทดลองที่เหลือเฉพาะสาหร่ายก่อนหน้า ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมามี้นเหวี่ยงอีกครั้งในความเร็วและเวลาเท่าเดิม เพื่อนำเอาเฉพาะสารละลายใสตอนบนที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 648 และ 664 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอตามสูตร

$$\text{Chlorophyll a} = 12.25A_{664} - 2.79A_{648} \quad \text{①}$$

(Chappelle and Kim, 1992)

A_{664} = ค่าดูดกลืนแสงที่อ่านได้ที่ความยาวคลื่น 664 นาโนเมตร

A_{648} = ค่าดูดกลืนแสงที่อ่านได้ที่ความยาวคลื่น 648 นาโนเมตร

ปริมาณ Chlorophyll a มิลลิกรัมต่อลิตร = Chlorophyll a จาก ① $\times \frac{a}{b}$

โดยที่

a = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (ลิตร)

b = ปริมาตรน้ำก่อนผ่านถุงกรอง (ลิตร)

6. การศึกษาองค์ประกอบสกุลของสาหร่าย

6.1 การศึกษาองค์ประกอบสกุลของสาหร่ายในรูปแบบแพลงก์ตอนพืชใช้วิธีนำน้ำจากขวดเก็บน้ำตัวอย่าง 300 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ นำน้ำมาปริมาตร 5 มิลลิลิตร มาเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็ว 2,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที นำตัวอย่างน้ำที่ได้เป็นตะกอนมาหยดตัวอย่าง

บนสไลด์ ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์นำไปศึกษาใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ทำจำนวน 3 ซ้ำ วัดขนาดสาหร่ายโดยใช้โปรแกรมถ่ายรูปพร้อมทำสเกลอัตโนมัติบนที่กล้องของสาหร่ายในรูปของแพลงก์ตอนพืช เช่น สี ขนาด องค์ประกอบภายในเซลล์ รูปร่าง เป็นต้น

6.2 การศึกษาองค์ประกอบสกลของสาหร่ายรูปแบบเกาะใช้วิธีการเช่นเดียวกับการศึกษาองค์ประกอบสกลของสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืช

จำแนกลักษณะสาหร่ายในรูปแบบแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายรูปแบบเกาะตาม ลัดดา (2544); ยูวดี (2548, 2549); Yamagishi (1992); John *et al.* (2002); Wehr and Sheath (2003) และ Bellinger and Sigeo (2010)

การศึกษารังนี้ใช้ระบบการจำแนกหมวดหมู่ตามระบบที่เสนอโดย Bold and Wynne (1978) ซึ่งอ้างอิงจากยูวดี (2549)

7. การนับความชุกชุมของสาหร่าย

ใช้วิธีการศึกษาตาม ลัดดา และ โสภณา (2546); APHA *et al.* (2005) และ Bellinger and Sigeo (2010) เป็นการวัดปริมาณตัวอย่างสาหร่ายในรูปแบบแพลงก์ตอนพืชในขวดเก็บตัวอย่าง โดยใช้น้ำตัวอย่างจากขวดเก็บน้ำและทำการสุ่มตัวอย่างใส่ลงในสไลด์นับจำนวนที่มีความจุ 1 มิลลิตร เริ่มจากการเขย่าขวดเก็บน้ำในสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชปริมาตร 300 มิลลิตร เขย่าเบา ๆ เพื่อให้สาหร่ายกระจายได้ทั่วกัน แล้วเปิดน้ำตัวอย่างขึ้นมาใส่ลงในสไลด์นับแพลงก์ตอน Sedgwick-Rafter counting cell ปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ วางสไลด์ทิ้งไว้ 15 นาทีเพื่อให้สาหร่ายตกตะกอนลงสู่พื้นสไลด์ทั้งหมด ทำการนับภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง โดยนับสาหร่ายที่พบตลอดทุกช่อง ทำการศึกษาจำนวน 3 ซ้ำต่อจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย การรายงานผลจะใช้หน่วยเป็น หน่วยต่อลิตร (unit/l) ซึ่งรูปแบบของแพลงก์ตอนพืชที่นับแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

นับเป็นเซลล์เดี่ยว สำหรับสาหร่ายที่มีรูปร่างแบบเซลล์เดี่ยว (unicellular form) โดย 1 เซลล์ เท่ากับ 1 หน่วย

นับเป็นกลุ่มเซลล์ (colony) สำหรับสาหร่ายที่มีรูปร่างแบบกลุ่มเซลล์ (colonial form) โดย 1 กลุ่มเซลล์ เท่ากับ 1 หน่วย

นับเป็นเส้นสาย (filament) สำหรับสาหร่ายที่มีรูปร่างแบบสายเซลล์ (filamentous form) โดย 1 เส้นสาย เท่ากับ 1 หน่วย

แล้วหาค่าเฉลี่ยปริมาณสาหร่ายต่อ 1 มิลลิลิตร นำข้อมูลที่ได้มาคำนวณเพื่อหาปริมาณสาหร่าย ดังนี้

$$\text{ความชุกชุมของสาหร่ายหน่วยต่อลิตร (unit/l)} = ab/c$$

โดยที่

- a = ปริมาตรน้ำในขวดเก็บตัวอย่าง (มิลลิลิตร)
- b = ค่าเฉลี่ยของปริมาณแฟลกก์ตอนพืชที่นับได้ต่อ 1 มิลลิลิตร
- c = ปริมาตรน้ำก่อนผ่านถุงกรอง (ลิตร)

8. การประเมินการกระจายพันธุ์ของสาหร่าย

การประเมินการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายโดยการนำความชุกชุมของสาหร่ายมาศึกษาการกระจายพันธุ์โดยทำการวิเคราะห์หาค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาจากการพิจารณาค่าดัชนีต่างๆ ดังนี้

8.1 ดัชนีความหลากหลาย (diversity index) เป็นค่าดัชนีที่ใช้ประกอบเพื่อพิจารณา ลักษณะความหลากหลายของประชาคมสาหร่าย แสดงถึงความหลากหลายของสกุลของสาหร่ายในแต่ละเดือน จะมีค่าน้อยเมื่อสกุลของสาหร่ายมีน้อย และมากเมื่อมีสกุลของสาหร่ายมากในพื้นที่สำรวจ คำนวณค่า diversity index โดยคำนวณตาม Shannon-Wiener index (H') (Shanon and Weaver, 1998)

$$H' = -\sum_{i=1}^S (p_i) (\ln p_i)$$

โดยที่

- H' = ดัชนีความหลากหลายแต่ละเดือน
- S = จำนวนสกุลของสาหร่ายในแต่ละเดือน

$$P_i (ni/N) = \text{สัดส่วนระหว่างจำนวนสาหร่ายแต่ละสกุล (n_i) ต่อจำนวนสาหร่ายทั้งหมด (N) ในแต่ละเดือน}$$

8.2 ดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิด (richness index) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความหลากหลายของสาหร่ายที่พบในแต่ละเดือนของช่วงทำการสำรวจ มีพื้นฐานการคำนวณจากจำนวนสกุลที่พบทั้งหมดและจำนวนที่พบทั้งหมด คำนวณค่า richness index โดยคำนวณตาม Margalef index (Gordon *et al.*, 2004)

$$D = (S - 1) / \ln(n)$$

โดยที่

D = ดัชนีความชุกชุมในแต่ละเดือน

S = จำนวนสกุลของสาหร่ายที่พบในแต่ละเดือน

n = จำนวนสาหร่ายที่พบทั้งหมดในแต่ละเดือน

8.3 ดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียม (equitability index or evenness index) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายแต่ละสกุลของแต่ละเดือน เมื่อคำนวณแล้วมีค่าสูงแสดงว่าในแต่ละเดือนที่สำรวจนั้นประกอบด้วยสกุลที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน และมีการกระจายที่สม่ำเสมอ คำนวณค่า equitability index or evenness index โดยคำนวณตาม Pielou index (J') (Bellinger and Sigee, 2010)

$$J' = H' / \ln S$$

โดยที่

J' = ดัชนีความสม่ำเสมอในแต่ละเดือน

H' = ดัชนีความหลากหลายในแต่ละเดือน

S = จำนวนสกุลของสาหร่ายในแต่ละเดือน

8.4 ดัชนีความคล้ายคลึง (similarity index) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับความคล้ายคลึงกันของสกุลและจำนวนหน่วย (unit) ภายในสกุลของสาหร่ายจากการเปรียบเทียบตัวอย่างกลุ่ม 2 ตัวอย่าง ว่ามีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ทำให้ทราบว่าการสร้างสาหร่ายที่พบในแต่ละบริเวณที่นำมาเปรียบเทียบกันมีองค์ประกอบของจำนวนสกุล และจำนวนหน่วยภายใน

สกุลที่คล้ายคลึงกันหรือไม่ และมีค่าอยู่ในระดับใด ใช้วิธีการคำนวณตามค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงตามวิธีของ Bray-Curtis (Clarke and Warwick, 1994) ซึ่งค่าที่ได้ถ้ามีค่าสูงแสดงถึงสาหร่ายที่พบนั้นมีความคล้ายคลึงกันมาก สูตรที่ใช้อยู่ในรูปเมทริกซ์ของแถวในแนวนอนและในแนวนอน ดังนี้

$$S = 100 \left[1 - \left(\sum_{(j=1 \rightarrow n)} |Y_{ij} - Y_{lj}| / \sum_{(j=1 \rightarrow n)} (Y_{ij} + Y_{lj}) \right) \right]$$

โดยที่

S = ค่าดัชนีความคล้ายคลึง มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100

S = 0 แสดงว่าทั้งสองตัวอย่างไม่มีสกุลและปริมาณสาหร่ายที่เหมือนกันเลย

S = 100 แสดงว่าทั้งสองตัวอย่างมีสกุลและปริมาณสาหร่ายที่เหมือนกัน

i = จำนวนชนิด j ที่พบในตัวอย่างเดือนสำรวจแรก

l = จำนวนชนิด j ที่พบในตัวอย่างเดือนสำรวจที่สอง

j = ชนิดที่พบในตัวอย่างเดือนสำรวจที่เปรียบเทียบกัน (1 ... n)

นำผลการวิเคราะห์ที่ได้ในรูปร้อยละของความคล้ายคลึงกันมาเปรียบเทียบกันและจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายเพื่อแสดงถึงโครงสร้างทางสังคมของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis และวิธี multi-dimensional scaling (MDS)

การวิเคราะห์การจัดกลุ่มประชาคมสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis เป็นวิธีวิเคราะห์สถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate statistical analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของสาหร่ายโดยมีพื้นฐานการคำนวณและการเปรียบเทียบจากค่า Bray-Curtis similarity index ของประชาคมของสาหร่ายที่พบในแต่ละเดือนที่สำรวจ ก่อนการคำนวณข้อมูลบางค่าได้ปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันด้วยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป $\log(x+1)$ เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายที่เท่าเทียมกันโดยแสดงผลการวิเคราะห์ในรูปของภาพ dendrogram ซึ่งมีระดับการจัดกลุ่มแบบ hierarchical clustering ด้วยค่า Bray-Curtis similarity ที่ระดับต่างๆ กัน (Clarke and Warwick, 1994)

การวิเคราะห์การจัดลำดับความคล้ายคลึงของประชากรสาหร่ายด้วยวิธี multidimensional scaling (MDS) ซึ่ง Clarke and Warwick (1994) กล่าวว่า เป็นวิธีวิเคราะห์สถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate statistical analysis) เพื่อใช้แสดงลักษณะการแพร่กระจายของข้อมูลด้วยภาพ 2 มิติ จากการเปรียบเทียบความหลากหลายและความชุกชุมของประชากรสาหร่าย โดยมีพื้นฐานการคำนวณและการเปรียบเทียบจากค่า Bray-Curtis similarity index ของประชากรของแพลงก์ตอนพืชที่พบในแต่ละเดือนที่สำรวจ ก่อนการคำนวณข้อมูลบางค่าได้ปรับข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกันด้วยการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูป $\log(x+1)$ เพื่อให้ข้อมูลมีการกระจายที่เท่าเทียมกัน ภาพการกระจายที่ได้จะมีระยะใกล้ไกลของแต่ละกลุ่มจุดสำรวจซึ่งบ่งบอกถึงระดับความคล้ายคลึงกันว่ามีอยู่มากหรือน้อย ตำแหน่งของกลุ่มที่อยู่ใกล้จะมีความคล้ายคลึงมากกว่ากลุ่มที่อยู่ไกลออกไป และมีค่า stress value ที่เป็นตัวบ่งชี้ระดับความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ ดังนี้

stress < 0.05 ภาพการวิเคราะห์ที่ได้จะมีความแม่นยำสูงมากและมีความน่าเชื่อถือ
อย่างยิ่ง

stress < 0.10 ภาพการวิเคราะห์ที่ได้จะมีความแม่นยำสูงและมีความน่าเชื่อถือไม่
ทำให้แปลผลผิดพลาด

stress < 0.20 ภาพการวิเคราะห์ที่ได้ยังมีความแม่นยำและมีศักยภาพในการ
นำไปใช้

stress > 0.20 ภาพการวิเคราะห์ที่ได้แสดงความแม่นยำน้อย จุดต่าง ๆ ที่แสดงมี
ระดับความน่าเชื่อถือต่ำ

9. การศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่าย โดยใช้วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และ canonical correspondence analysis (CCA)

10. การศึกษาคุณภาพของน้ำ โดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำมาประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AAPC-PP score (applied algal research

laboratory physical and chemical score) ของ Leelahakriengkrai and Peerapornpisal (2011) และใช้สำหรับรูปแบบแฟลงก์ตอนพืชที่พบเป็นดัชนีชี้วัดมาประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนจากแฟลงก์ตอนพืชตามหลักการของ AARL-PP score (applied algal research laboratory-phytoplankton score) ของยูวดี และคณะ (2550)



ผลและวิจารณ์

ผล

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการ

ผลการศึกษาค้นสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการในคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ได้ผลการศึกษาในแต่คุณสมบัติมีดังต่อไปนี้

1. ความโปร่งใสของน้ำ

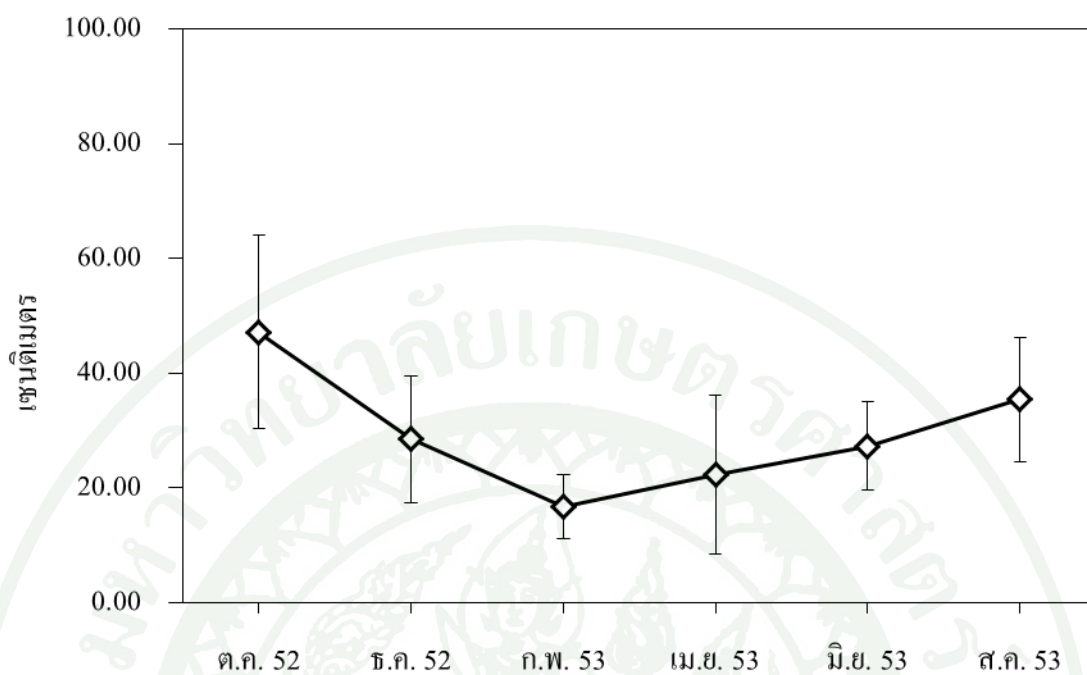
พบว่าค่าความโปร่งใสของน้ำมีค่าเท่ากับค่าความลึกของคลองตลอดทั้งคลอง และตลอดรอบปีที่ศึกษา ซึ่งค่าความโปร่งใสของน้ำที่ได้จะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 5) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าความโปร่งใสของน้ำอยู่ระหว่าง 7.00-87.00 เซนติเมตร และค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 29.47 ± 15.32 เซนติเมตร โดยในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 47.20 ± 16.93 เซนติเมตร ซึ่งสูงที่สุดในรอบปี จากนั้นค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดลงในเดือนธันวาคมซึ่งค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 28.50 ± 10.99 เซนติเมตร และลดลงต่ำสุดในรอบปีในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 16.70 ± 5.60 เซนติเมตร จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะสูงอีกครั้งในเดือนเมษายนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 22.30 ± 13.83 เซนติเมตร เดือนมิถุนายนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 27.30 ± 7.74 เซนติเมตร และเดือนสิงหาคมมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 35.44 ± 10.82 เซนติเมตรตามลำดับ (ตารางผนวกที่ ข1)

2. อุณหภูมิของน้ำ

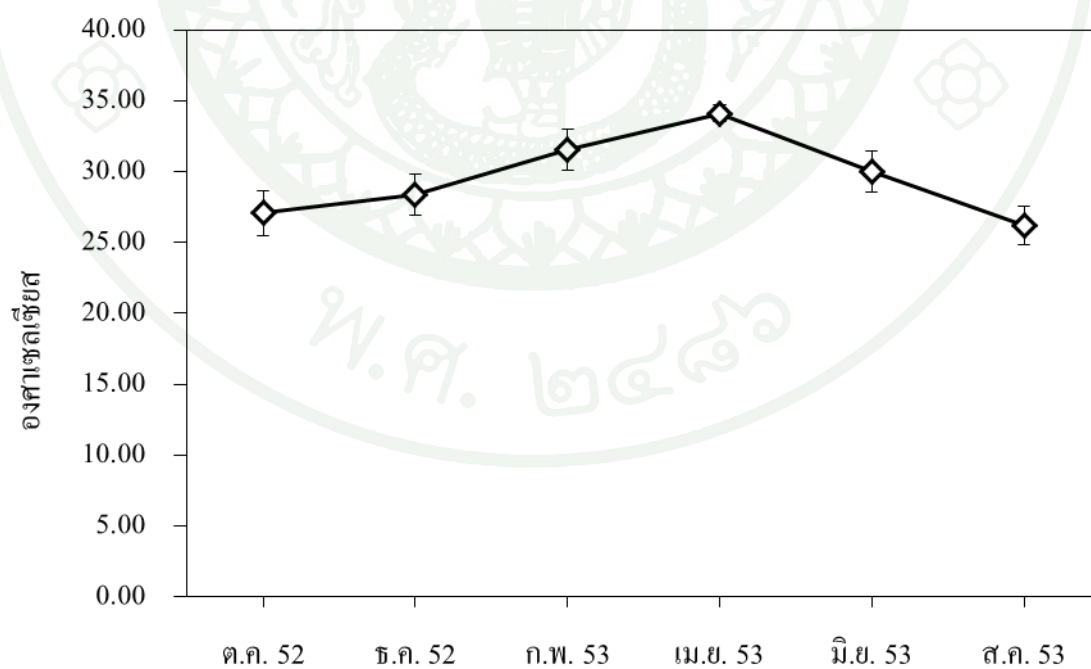
พบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 6) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ระหว่าง 24.30-35.30 องศาเซลเซียส และค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 29.61 ± 3.01 องศาเซลเซียส ในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงปลายฤดูฝนมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยต่ำ โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 27.09 ± 1.59 องศาเซลเซียส จากนั้นค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้นในเดือนธันวาคมมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ย

28.37±1.47 องศาเซลเซียส เดือนกุมภาพันธ์มีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 31.55±1.46 องศาเซลเซียส และสูงที่สุดของรอบปีในเดือนเมษายนซึ่งเป็นฤดูร้อนมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 34.12±0.58 องศาเซลเซียส จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดต่ำอีกครั้งในเดือนมิถุนายนมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 30.02±1.47 องศาเซลเซียส และลดลงต่ำสุดของรอบปีในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 26.19±1.33 องศาเซลเซียส (ตารางผนวกที่ ข2)





ภาพที่ 5 ค่าเฉลี่ยความโปร่งใสของน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 6 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการ

ผลการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ได้ผลการศึกษาในแต่คุณสมบัติดังต่อไปนี้

1. พีเอชของน้ำ

พบว่าค่าพีเอชของน้ำของคลองกำพวนแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 7) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าพีเอชของน้ำอยู่ระหว่าง 5.39-7.53 และค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 6.36 ± 0.52 ในเดือนตุลาคมมีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 5.58 ± 0.13 ซึ่งต่ำสุดในรอบปี จากนั้นค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยจะสูงขึ้นเล็กน้อยในเดือนธันวาคมที่มีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยสูงสุดในรอบปี ซึ่งมีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 6.86 ± 0.30 จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะมีค่าใกล้เคียงกัน โดยในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 6.56 ± 0.35 เดือนเมษายนมีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 6.50 ± 0.33 เดือนมิถุนายนมีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 6.72 ± 0.17 และลดลงอีกครั้งในเดือนสิงหาคม ซึ่งมีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ย 5.92 ± 0.16 (ตารางผนวกที่ ข3)

2. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน แต่ไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 8) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ระหว่าง 5.45-10.34 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 8.08 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคมมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูง โดยเดือนตุลาคมมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 8.17 ± 0.15 มิลลิกรัมต่อลิตร และในเดือนธันวาคมมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุดของรอบปี อยู่ที่ 9.18 ± 0.56 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดลงในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.51 ± 0.89 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำที่สุดของรอบปีในเดือนเมษายนมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 7.37 ± 0.53 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้นอีกครั้งในเดือนมิถุนายนซึ่งมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 8.01 ± 0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนสิงหาคมมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 8.28 ± 0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข4)

3. ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด

พบว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 9) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดอยู่ระหว่าง 0.010-15.080 พีพีที และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.330 ± 1.968 พีพีที ในเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคมมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยต่ำ โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.036 ± 0.062 พีพีที และ 0.044 ± 0.084 พีพีที ตามลำดับ จากนั้นค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้น และสูงที่สุดของรอบปีในเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 1.671 ± 4.733 พีพีที จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดต่ำลงในเดือนเมษายนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.139 ± 0.258 พีพีที เดือนมิถุนายนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.028 ± 0.046 พีพีที และลดต่ำสุดของรอบปีในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยอยู่ที่ 0.015 ± 0.002 พีพีที (ตารางผนวกที่ ข5)

4. ความเค็มของน้ำ

พบว่าค่าความเค็มของน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด (ภาพที่ 10) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าความเค็มของน้ำในอยู่ระหว่าง 0.018-12.290 พีพีที และค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.270 ± 1.600 พีพีที ในเดือนตุลาคมมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยต่ำโดยมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.034 ± 0.046 พีพีที จากนั้นค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้นในเดือนธันวาคม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.039 ± 0.054 พีพีที และสูงที่สุดของรอบปีในเดือนกุมภาพันธ์ โดยมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.331 ± 3.857 พีพีที จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดต่ำลงในเดือนเมษายนซึ่งมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.124 ± 0.219 พีพีที เดือนมิถุนายนมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.033 ± 0.038 พีพีที และลดต่ำสุดของรอบปีในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.019 ± 0.001 พีพีที (ตารางผนวกที่ ข6)

5. การนำไฟฟ้าของน้ำ

พบว่าค่าการนำไฟฟ้าของน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด และค่าความเค็มของน้ำ (ภาพที่ 11) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำอยู่ระหว่าง 0.017-19.780 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.443 ± 2.583 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในเดือนตุลาคม และเดือนธันวาคมมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยต่ำ อยู่ที่ 0.035 ± 37.70 และ 0.058 ± 0.106 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ จากนั้นค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้น และสูงที่สุดของรอบปีในเดือนกุมภาพันธ์ ซึ่งมีเฉลี่ยอยู่ที่ 2.197 ± 6.209 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ ลดต่ำลงในเดือนเมษายน โดยมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.260 ± 0.524 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร เดือนมิถุนายนมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.041 ± 0.066 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และลดลงต่ำสุดของรอบปีในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าการนำไฟฟ้าของน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.024 ± 0.002 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ตารางผนวกที่ ข7)

6. ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ

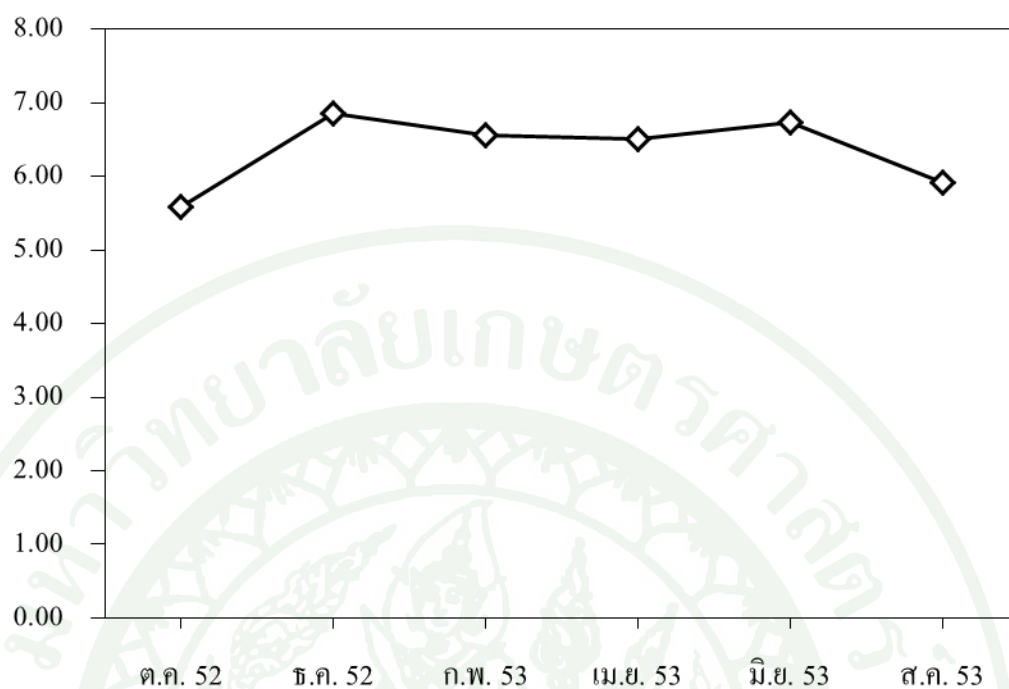
พบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 12) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำอยู่ระหว่าง 0.049-0.363 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.175 ± 0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในเดือนตุลาคมมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.161 ± 0.035 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนในเดือนธันวาคมมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุดของรอบปีอยู่ที่ 0.216 ± 0.053 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำที่สุดของรอบปีในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.117 ± 0.077 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นระดับค่าเฉลี่ยจะใกล้เคียงกัน โดยในเดือนเมษายนมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.190 ± 0.088 มิลลิกรัมต่อลิตร เดือนมิถุนายนมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.212 ± 0.057 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนสิงหาคมมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.153 ± 0.063 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข8)

7. แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ

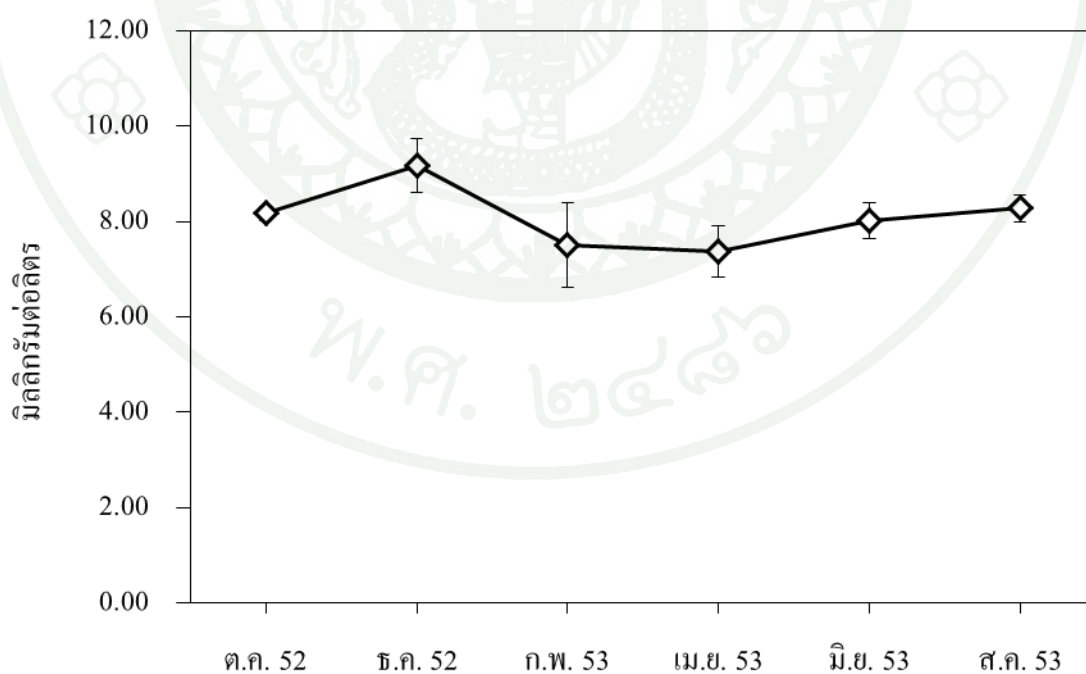
พบว่าค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 13) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำอยู่ระหว่าง 0.007-0.513 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.057 ± 0.088 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยในเดือนตุลาคมมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.037 ± 0.019 มิลลิกรัมต่อลิตร และต่ำที่สุดของรอบปีในเดือนธันวาคมมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.034 ± 0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ สูงขึ้นในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.040 ± 0.014 มิลลิกรัมต่อลิตร เดือนเมษายนมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.055 ± 0.050 มิลลิกรัมต่อลิตร และเดือนมิถุนายนมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุดของรอบปีอยู่ที่ 0.121 ± 0.199 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าเฉลี่ยลดลงในเดือนสิงหาคมซึ่งมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.049 ± 0.033 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข9)

8. ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ

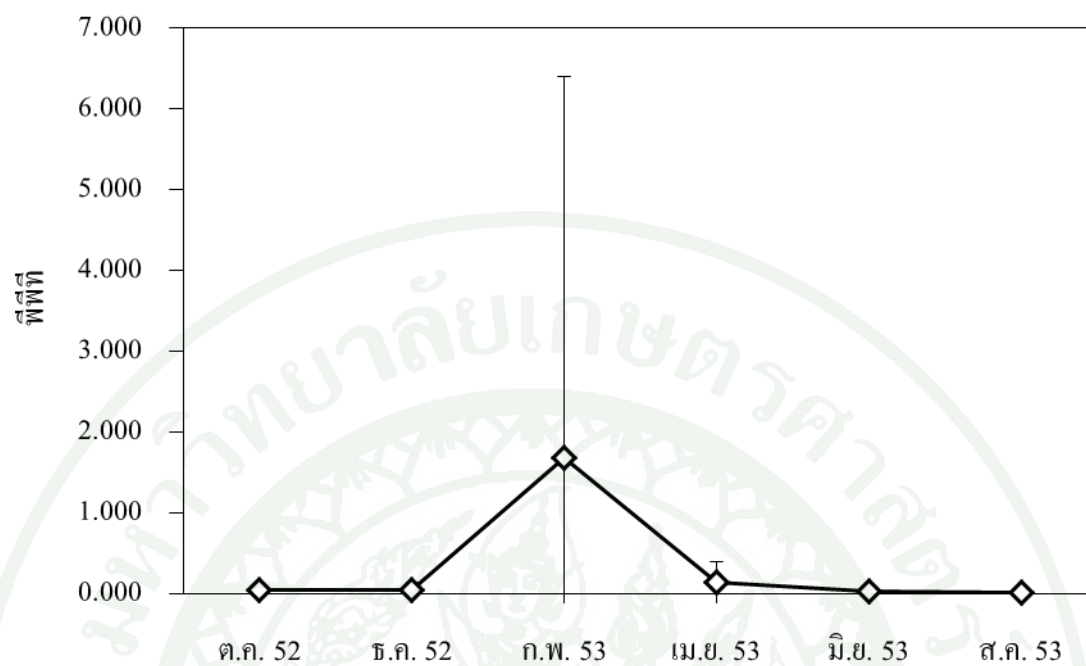
พบว่าค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 14) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำอยู่ระหว่าง 0.084-2.885 ไมโครกรัมต่อลิตร และค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 1.010 ± 0.765 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยในเดือนตุลาคมมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยต่ำที่สุดของรอบปีอยู่ที่ 0.728 ± 0.467 ไมโครกรัมต่อลิตร และสูงที่สุดของรอบปีในเดือนธันวาคมมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 1.821 ± 0.738 ไมโครกรัมต่อลิตร จากนั้นค่าเฉลี่ยจะค่อย ๆ ต่ำลงในเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.972 ± 0.193 ไมโครกรัมต่อลิตร เดือนเมษายนมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.896 ± 0.591 ไมโครกรัมต่อลิตร เดือนมิถุนายนมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ย 0.812 ± 0.693 ไมโครกรัมต่อลิตร และเดือนสิงหาคมมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ย 0.784 ± 1.066 ไมโครกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข10)



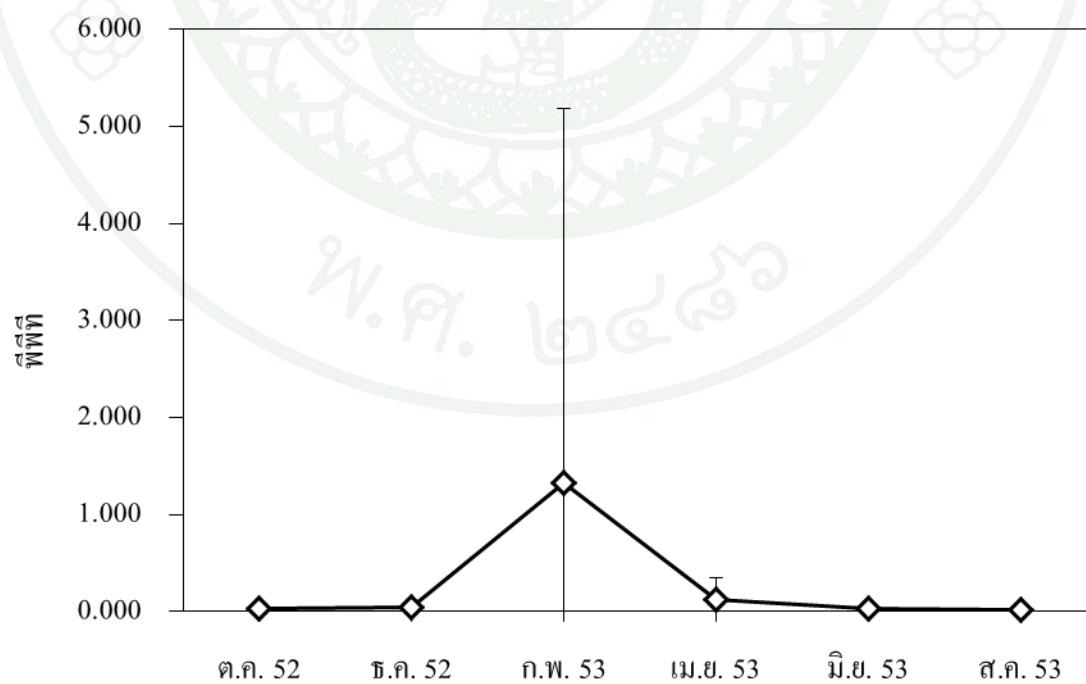
ภาพที่ 7 ค่าเฉลี่ยพีเอชของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



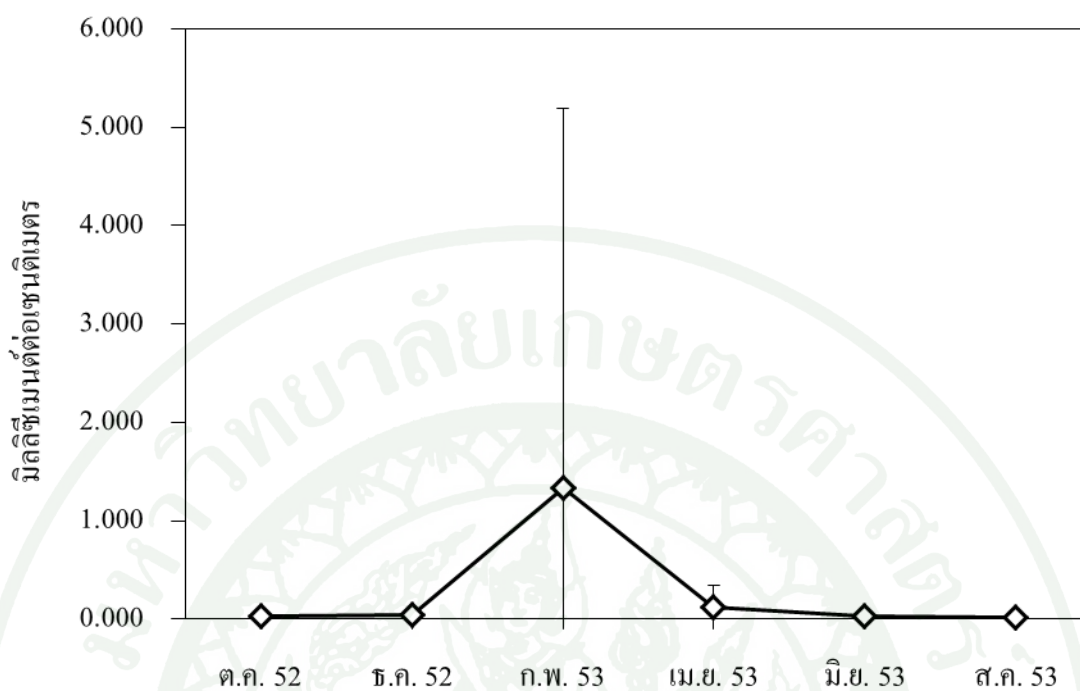
ภาพที่ 8 ค่าเฉลี่ยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



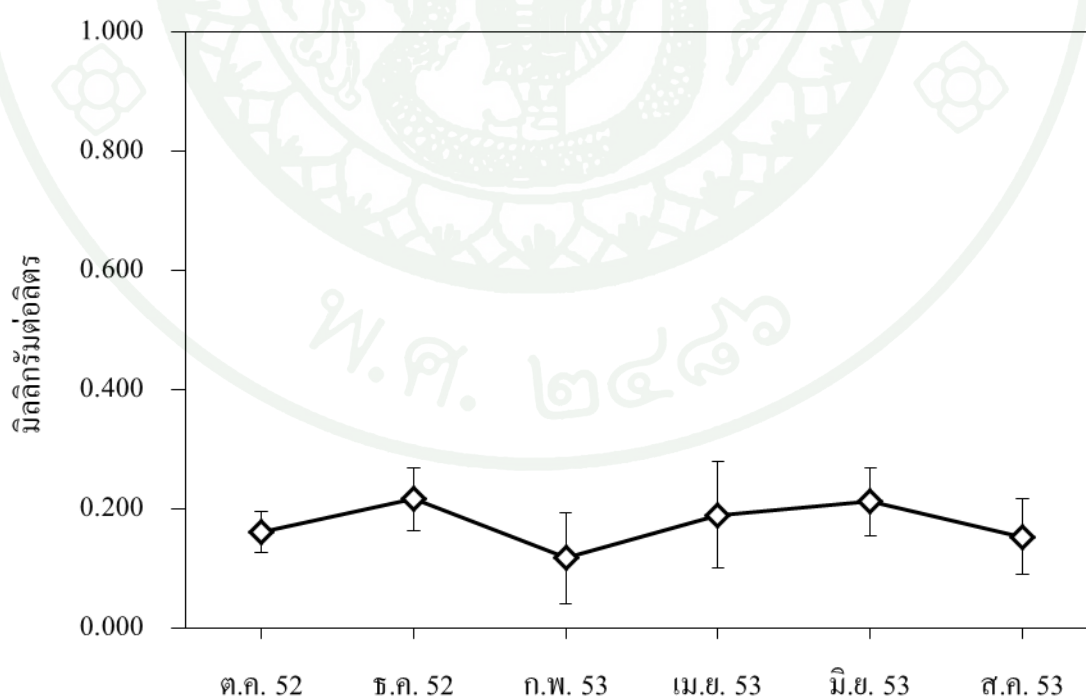
ภาพที่ 9 ค่าเฉลี่ยปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



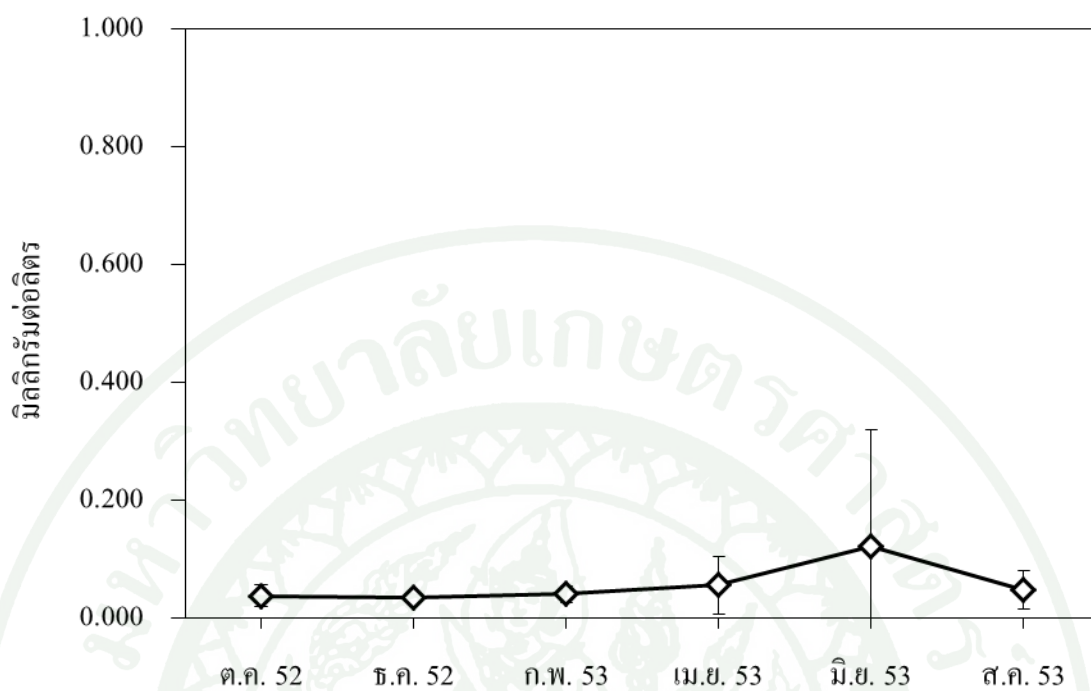
ภาพที่ 10 ค่าเฉลี่ยความเค็มของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



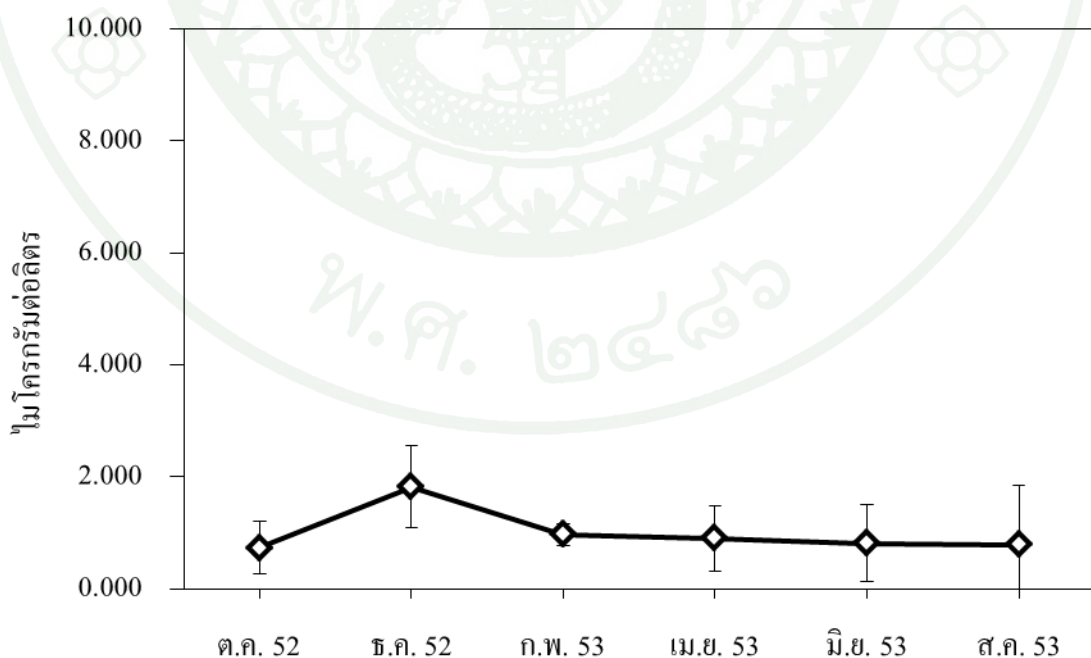
ภาพที่ 11 ค่าเฉลี่ยการนำไฟฟ้าของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 12 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยของน้ำในคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



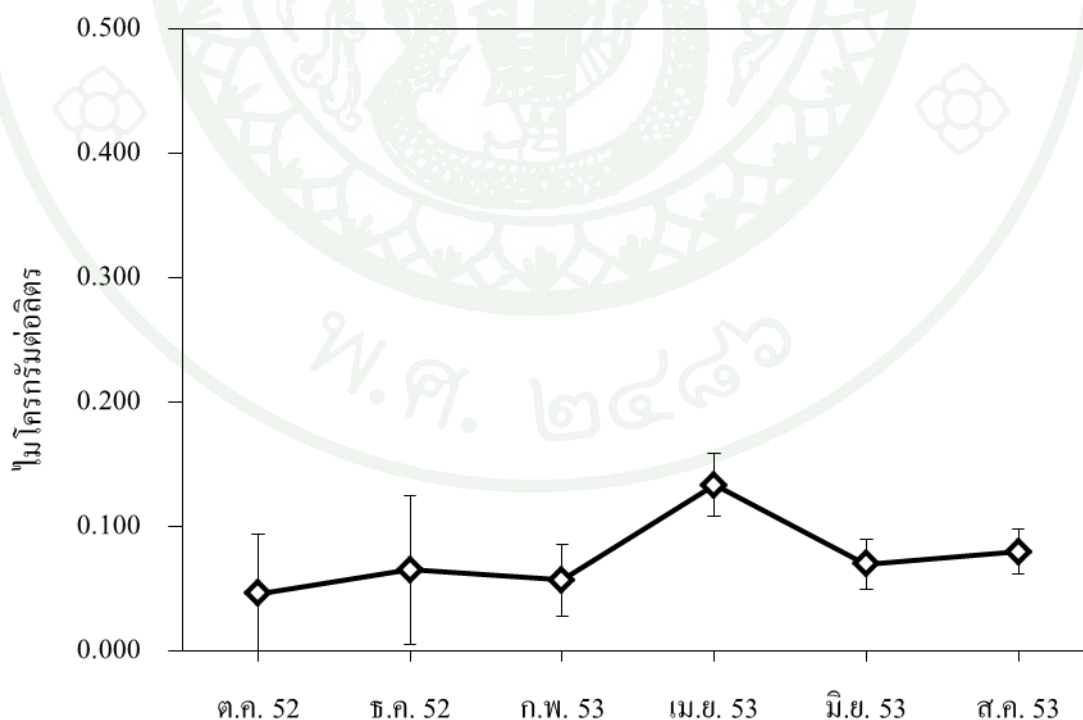
ภาพที่ 13 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของน้ำเฉลี่ยของคลองกำพานในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 14 ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำเฉลี่ยของคลองกำพานในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

ปริมาณชีวมวลในน้ำ

ชีวมวล คือ น้ำหนักของสิ่งมีชีวิตในพื้นที่หรือปริมาตรน้ำที่ศึกษาอาจเป็นมวลของประชากรใดประชากรหนึ่งหรือชุมชนใดชุมชนหนึ่ง ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอเป็นตัวแทนค่าปริมาณชีวมวลในแหล่งน้ำ จากการศึกษาพบว่าค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอที่สาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชผลิตได้ในน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ภาพที่ 15) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่าแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอยู่ระหว่าง 0.004-0.185 ไมโครกรัมต่อลิตร และค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.075 ± 0.045 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยในเดือนตุลาคม เดือนธันวาคม และเดือนกุมภาพันธ์มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยต่ำอยู่ที่ 0.046 ± 0.048 , 0.065 ± 0.060 และ 0.057 ± 0.029 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ในเดือนเมษายนซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อนมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยสูงที่สุดของรอบปีอยู่ที่ 0.133 ± 0.025 ไมโครกรัมต่อลิตร และกลับมีค่าเฉลี่ยลดลงในเดือนมิถุนายน โดยมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.070 ± 0.020 ไมโครกรัมต่อลิตร และเดือนสิงหาคมมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยอยู่ที่ 0.080 ± 0.018 ไมโครกรัมต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข11)

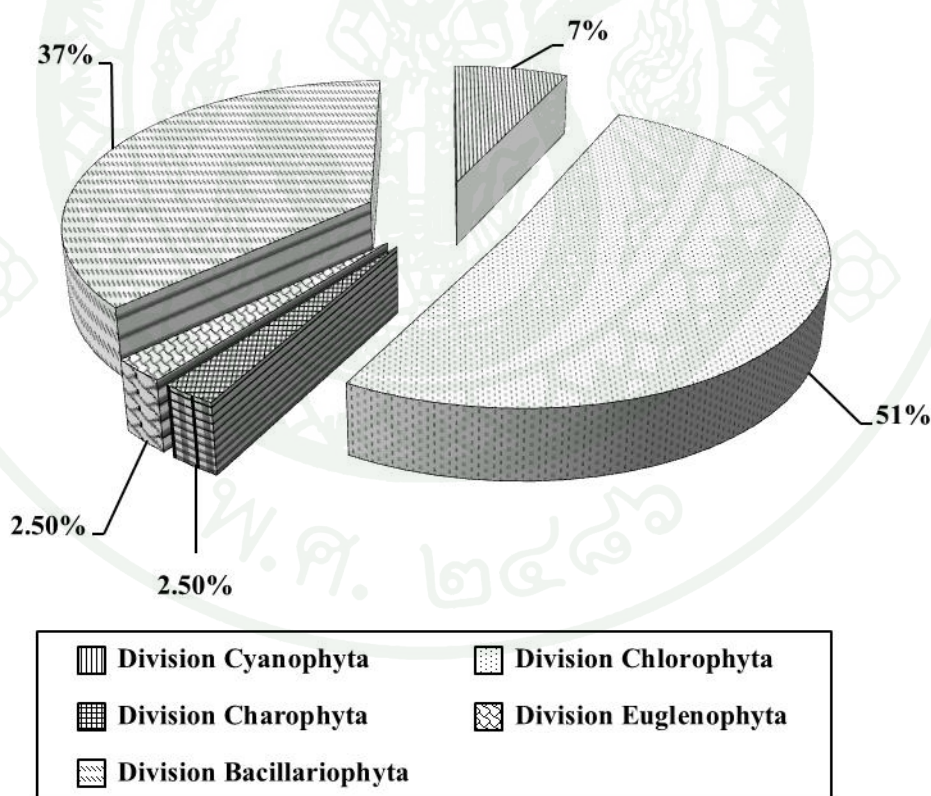


ภาพที่ 15 ค่าเฉลี่ยปริมาณชีวมวล (คลอโรฟิลล์เอ) ของสาหร่ายในน้ำของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ต.ค. 2553)

ความหลากหลายของสาหร่าย

1. จำนวนสกุลสาหร่ายในแต่ละหมวด

ผลการศึกษารายการประกอบของสกุลของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย 10 จุด พบสาหร่ายอยู่ใน 5 หมวด รวมทั้งหมด 41 สกุล ประกอบด้วยสาหร่ายกลุ่มที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดคือ หมวด Chlorophyta 21 สกุล คิดเป็นร้อยละ 51 ของสาหร่ายที่พบทั้งหมด รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta 15 สกุล คิดเป็นร้อยละ 37 ของสาหร่ายที่พบทั้งหมด ตามด้วยหมวด Cyanophyta 3 สกุล คิดเป็นร้อยละ 7 ของสาหร่ายที่พบทั้งหมด ส่วนหมวด Charophyta และหมวด Euglenophyta หมวดละ 1 สกุล คิดเป็นร้อยละ 2.50 ของสาหร่ายที่พบทั้งหมด (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 จำนวนร้อยละสกุลในแต่ละหมวดของสาหร่ายที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 52-ส.ค. 53)

จากการจัดลำดับหมวดหมู่ตามหลักอนุกรมวิธานของสาหร่ายตาม Bold and Wynne (1978) ซึ่งอ้างอิงจากยูวดี (2549) ผลการศึกษาสามารถจัดลำดับได้ดังต่อไปนี้

หมวด Cyanophyta

ชั้น Cyanophyceae

อันดับ Chroococcales

วงศ์ Merismopediaceae

1) สกุล *Gomphosphaeria* Kützing

อันดับ Oscillatoriales

วงศ์ Oscillatoriaceae

2) สกุล *Oscillatoria* (Vaucher) Gomont

วงศ์ Pseudanabaenaceae

3) สกุล *Pseudanabaena* Lauterborn

หมวด Chlorophyta

ชั้น Chlorophyceae

อันดับ Chlorococcales

วงศ์ Oocystaceae

4) สกุล *Monoraphidium* Komárková-Legnerová

วงศ์ Scenedesmaceae

5) สกุล *Coelastrum* Nägeli

6) สกุล *Scenedesmus* Meyen

อันดับ Chaetophorales

วงศ์ Chaetophoraceae

7) สกุล *Stigeoclonium* Kützing

อันดับ Oedogoniales

วงศ์ Oedogoniaceae

8) สกุล *Oedogonium* Link

อันดับ Zygnematales

วงศ์ Zygnemataceae

9) สกุล *Mougeotia* C. Agardh

10) สกุล *Spirogyra* Link

11) สกุล *Zygnema* C. Agardh

วงศ์ Mesotaniaceae

12) สกุล *Cylindrocystis* Meneghini ex de Bary13) สกุล *Netrium* (Nägeli) Itzigsohn et Rothe

วงศ์ Desmidiaceae

14) สกุล *Closterium* Nitzsch ex Ralfs15) สกุล *Cosmarium* Corda ex Ralfs16) สกุล *Desmidium* C. Agardh17) สกุล *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs18) สกุล *Gonatozygon* de Bary19) สกุล *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs20) สกุล *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs21) สกุล *Pleurotaenium* Nägeli22) สกุล *Spondylosium* Brébisson ex Kützing23) สกุล *Stauroastrum* (Meyen) Ralfs24) สกุล *Staurodesmus* Teiling

หมวด Charophyta

ชั้น Charophyceae

อันดับ Charales

วงศ์ Characeae

25) สกุล *Chara* L.

หมวด Euglenophyta

ชั้น Euglenophyceae

อันดับ Euglenales

วงศ์ Euglenaceae

26) สกุล *Euglena* Ehrenberg

หมวด Bacillariophyta

ชั้น Bacillariophyceae

อันดับ Biddulphiales (อันดับย่อย Coscinodiscinae)

วงศ์ Melosiraceae

27) สกุล *Melosira* C. Agardh

อันดับ Bacillariales (อันดับย่อย Flagilariineae)

วงศ์ Fragilariaceae

28) สกุล *Synedra* Ehrenberg

อันดับ Bacillariales (อันดับย่อย Bacillariineae)

วงศ์ Eunotiaceae

29) สกุล *Eunotia* Ehrenberg

วงศ์ Achnanthaceae

30) สกุล *Achnanthes* Bory de Saint-Vincent

วงศ์ Cymbellaceae

31) สกุล *Cymbella* C. Agardh

32) สกุล *Gomphonema* Ehrenberg

วงศ์ Naviculaceae

33) สกุล *Amphora* Ehrenberg ex Kützing

34) สกุล *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve

35) สกุล *Navicula* Bory

36) สกุล *Pinnularia* Ehrenberg

37) สกุล *Pleurosigma* Wm. Smith

38) สกุล *Stauroneis* Ehrenberg

วงศ์ Bacillariaceae

39) สกุล *Nitzschia* Hassall

วงศ์ Surirellaceae

40) สกุล *Entomoneis* Ehrenberg

41) สกุล *Surirella* Turpin

2. ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสาย

จากผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายที่พบในการศึกษาครั้งนี้มีความหลากหลายของสกุลอยู่ในระดับสูง โดยแต่ละสกุลมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันไป เช่น ลักษณะทางอนุกรมวิธาน การดำรงชีวิต ขนาด สี โครงสร้างของเซลล์ รูปร่าง ลักษณะพิเศษ ลักษณะการอาศัย ตลอดจนการใช้ประโยชน์จากสาหร่าย เป็นต้น สิ่งเหล่านี้จึงเป็นลักษณะสำคัญของสาหร่ายแต่ละสกุลที่แตกต่างกัน ดังจะได้อธิบายลักษณะสำคัญของแต่ละสกุลที่พบดังต่อไปนี้

สกุล *Gomphosphaeria* Kützing

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นกลุ่มเซลล์ (colony) กลุ่มเซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน มีเซลล์จำนวนไม่แน่นอนอยู่ภายในเมือกหุ้มเซลล์ใส ตรงกลางเซลล์มีก้านยื่นออกมาต่อกับเซลล์ เซลล์รูปไข่กลับ (obovate) ไม่มีคลอโรพลาสต์ แต่คลอโรฟิลล์กระจายทั่วเซลล์ สีเขียวอมน้ำเงินหรือสีเขียวมะกอก สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (cell division) (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Gomphosphaeria* Kützing

สกุล *Oscillatoria* (Vaucher) Gomont

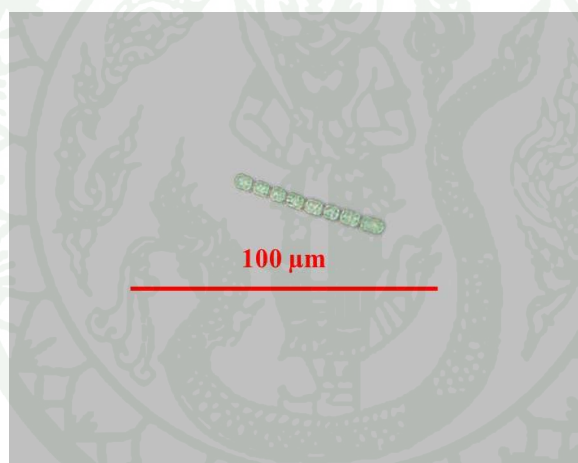
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบยึดเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์แบบไม่แตกแขนง อยู่เดี่ยว ๆ หรือรวมกลุ่มกันในบางสภาพ บางชนิดมีแคลิพทรา (calyptra) หุ้ม แต่สาขเซลล์ไม่มีเมือกหุ้ม (sheath) หุ้ม แต่มีสารกลุ่มเจลาตินหุ้ม ปลายเส้นสาขเซลล์มีลักษณะกลมมน ไม่มีเฮเทอโรซิสต์ (heterocyst) ไม่มีคลอโรพลาสต์ แต่คลอโรฟิลล์กระจายทั่วเซลล์ ส่วนมากเซลล์มีความกว้างมากกว่าความยาว และส่วนมากขนาดของเซลล์สม่ำเสมอตลอดสาขเคลื่อนที่ได้แบบเลื่อนไถล (gliding) หรือแกว่งซ้ายขวา (oscillating) สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการหลุดเป็นส่วน (fragmentation) บริเวณเซเพอเรชันดิส (separation disc) หรือเซลล์ตาย (ภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Oscillatoria* (Vaucher) Gomont

สกุล *Pseudanabaena* Lauterborn

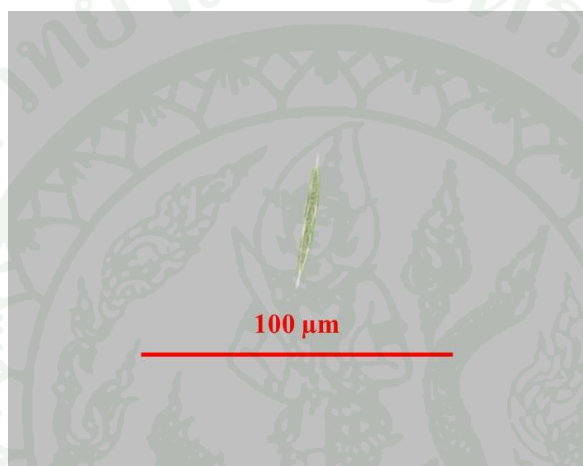
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบซิคเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสายเซลล์อยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่รวมกันเป็นแผ่นบาง ๆ เป็นสายเซลล์โค้งหรือตรง ไม่มีลักษณะเป็นคลื่น มีรอยคอดระหว่างเซลล์สังเกตเห็นได้ชัดเจน ไม่มีเมือกหุ้ม ปลายสายไม่มีแคลิพตรา เซลล์รูปถังเบียร์ (barrel-shape) ปลายมน ปกติเซลล์ยาว (ความยาวของเซลล์มากกว่าความกว้าง) ไม่มีการเคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ได้อย่างช้า ๆ ไม่มีแอโรโทป (aerotop) บริเวณปลายสายเซลล์ ไม่มีคลอโรพลาสต์ แต่คลอโรฟิลล์กระจายทั่วเซลล์ สายเซลล์เคลื่อนที่ได้แบบเลื่อนไหล เส้นสายมีการแตกหักเป็นท่อนหรือโฮโมโกเนีย (homogonia) ไม่พบเซลล์ตาย สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Pseudanabaena* Lauterborn

สกุล *Monoraphidium* Komárková-Legnerová

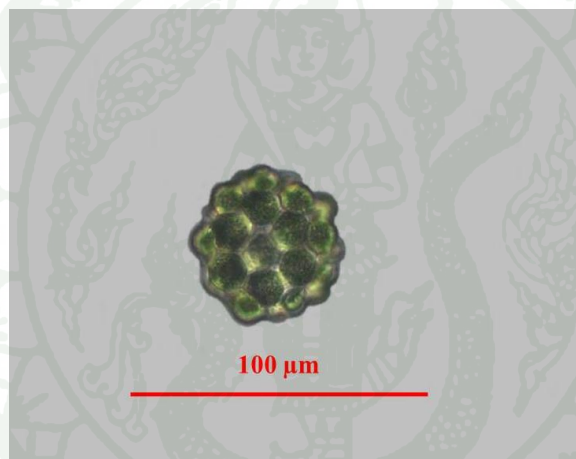
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์รูปร่างเรียวยาว หัวและท้ายแหลม (spindle-shaped with acute apices) โค้งเล็กน้อยคล้ายรูปพระจันทร์เสี้ยว ไม่มีเมือก มีนิวเคลียสตรงกลาง มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นอยู่ด้านข้าง (parietal) ไม่มีไพรีนอยด์ สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างออโตสปอร์ 2-16 เซลล์ (ภาพที่ 20)



ภาพที่ 20 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Monoraphidium* Komárková-Legnerová

สกุล *Coelastrum* Nägeli

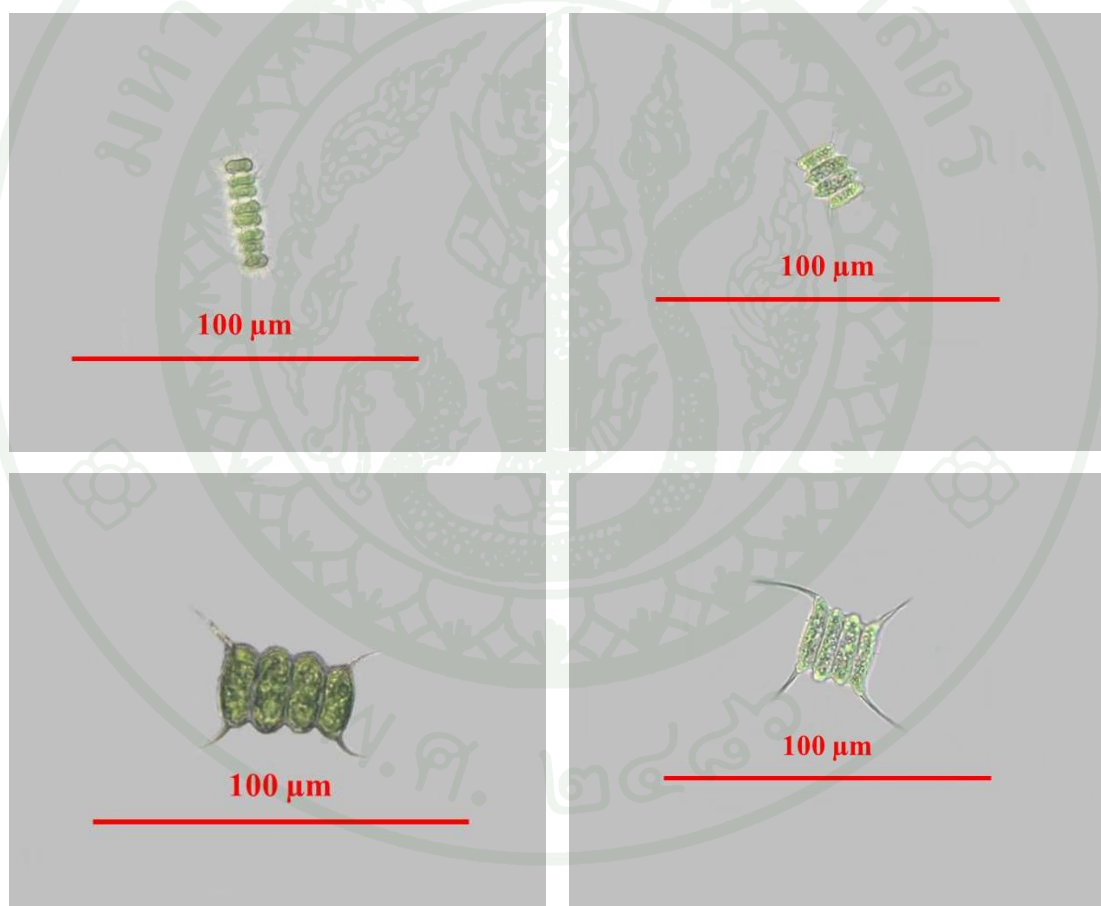
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นกลุ่มเซลล์ แบบซีโนเปียม (coenobium) เซลล์ 4-128 เซลล์ ลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยม (many-sided) ตรงกลางกลวง เซลล์รูปกลมหรือรูปหลายเหลี่ยม (polygonal) เชื่อมโยงด้วยท่อเล็ก ๆ สั้น ๆ เรียกว่าโปรทิวเบอแรนซ์ (protuberance) ซึ่งเป็นส่วนของเมือก หรือเรียงกันแน่นจนมองไม่เห็นรูกลวง คลอโรพลาสต์รูปแผ่นหรือรูปถ้วย มีไฟรีนอยด์ 1 อันอยู่บนคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์ (gamete) แบบไอโซแกมี (isogamy) และแบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างออโตโคโลนี (autocolony) และอะคิเน็ต (akinete) (ภาพที่ 21)



ภาพที่ 21 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Coelastrum* Nägeli

สกุล *Scenedesmus* Meyen

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นกลุ่มเซลล์ แบบซีโนเปียม ประกอบด้วยเซลล์ 4 หรือ 8 เซลล์เรียงต่อกันด้านข้างตามความยาวของเซลล์เป็นแถวเดียว เซลล์รูปรี (elliptic) ผนังเซลล์ที่ด้านริมสุดทั้งสองด้านมีหนาม (spine) ยื่นออกมา มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นเต็มเซลล์หรือเกือบเต็มเซลล์ มีไฟรีโนยด์ และนิวเคลียสเซลล์ละ 1 อัน สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยเมื่อเซลล์แก่เซลล์ลูกจะหลุดออกมาจากเซลล์แม่แล้วมาจับกันเป็นกลุ่มเซลล์ใหม่ (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Scenedesmus* Meyen

สกุล *Stigeoclonium* Kützing

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบเกาะและแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสายเซลล์แตกแขนงแบบไม่มีเมือกหุ้ม ปลายมน แตกแขนงตรง เรียกว่า อีเรคซิสเต็ม (erect system) ออกมาจากแขนงหลัก เรียกว่า โพรสเตรทซิสเต็ม (prostrate system) และแตกแขนงจำนวนมากเห็นเป็นพุ่ม หรือฝอยละเอียดคล้ายขนนก การแตกแขนงแบบสลับหรือ (alternate) หรือแบบตรงข้าม (opposite) เซลล์รูปทรงกระบอก ผนังเซลล์บางหรือหนา คลอโรพลาสต์เป็นแถบอยู่ข้างเซลล์ ประกอบด้วยไพรีนอยด์หลายอัน สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างซูโอสปอร์ (ภาพที่ 23)



ภาพที่ 23 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Stigeoclonium* Kützing

สกุล *Oedogonium* Link

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบเกาะและแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์ แบบไม่แตกแขนง เซลล์รูปทรงกระบอกสั้นหรือยาว เซลล์ล่างสุดพัฒนาเป็นส่วนยึด (holdfast) สำหรับยึดเกาะ มีไฟรีโนยด์หลายอันอยู่บนคลอโรพลาสต์แบบร่างแหหรือแบบตาข่าย (net-like) กระจายบริเวณขอบเซลล์ แควิวโอล 1 อันหรือมากกว่า และนิวเคลียสข้างเซลล์ 1 อัน การแบ่งเซลล์ภายในเซลล์ทำให้เกิดวงแหวนหนาซ้อนกันหลายชั้น เรียกว่า อะพิคอลแคป (apical cap) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบโอโอแกมี (oogamy) และแบบไม่อาศัยเพศโดยการหลุดเป็นส่วน และชูโอสปอร์ (ภาพที่ 24)



ภาพที่ 24 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Oedogonium* Link

สกุล *Mougeotia* C. Agardh

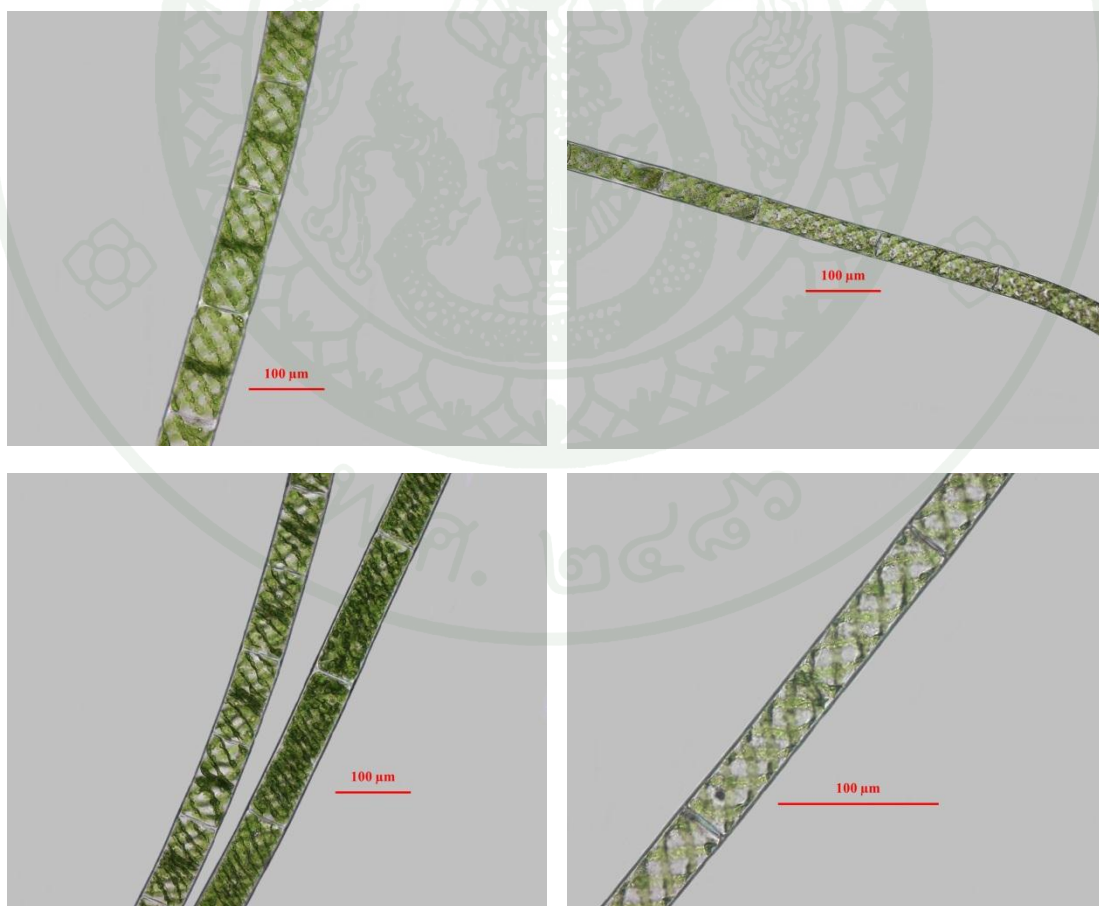
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์ ไม่แตกแขนง เซลล์รูปทรงกระบอกยาว ผนังเซลล์บาง มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นยาวจรดด้านทั้ง 2 ด้าน (axial ribbon) และมีไพรีนอยด์ 2-3 อันหรือมากกว่า เรียงเป็นสายบนคลอโรพลาสต์ แต่ละเซลล์มีนิวเคลียส 1 อันอยู่กลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีโดยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ (conjugation) (ภาพที่ 25)



ภาพที่ 25 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* C. Agardh

สกุล *Spirogyra* Link

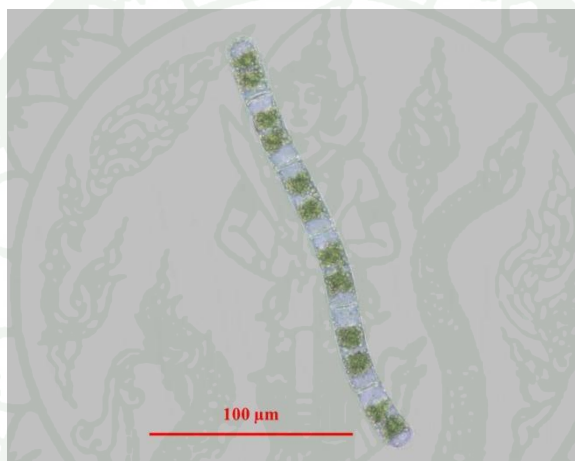
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสายเซลล์ ไม่แตกแขนง มีเมือกเคลือบหุ้มภายนอก เซลล์สีเขียวรูปทรงกระบอก มีขนาดตั้งแต่ความยาวเท่าความกว้างจนถึงความยาวมากกว่าความกว้างของเซลล์หลายเท่า ผนังเซลล์ 3 ชั้นหรือ 2 ชั้น เรียบ ภายในเซลล์มีแวคิวโอลตรงกลางขนาดใหญ่ มีนิวเคลียสแขวนอยู่ ชัดเจน โดยมีสายไซโทพลาสซึม (cytoplasmic strand) เชื่อมโยงและยึดนิวเคลียสไว้กับผนังเซลล์ แต่ละเซลล์มีคลอโรพลาสต์รูปเกลียว (spiral) ตลอดเซลล์ตั้งแต่หนึ่งถึงหลายคลอโรพลาสต์ ขึ้นอยู่กับอายุและชนิด มีไฟรีโนยด์เรียงเป็นแถวบนคลอโรพลาสต์ ผนังเซลล์ด้านข้างจะเชื่อมโยง โดยมีความกว้างระหว่างเซลล์ต่อเซลล์เป็นรูปตัว H สาหร่ายสกุลนี้เคลื่อนที่ได้แบบเลื่อนไหล (gliding) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Spirogyra* Link

สกุล *Zygnema* C. Agardh

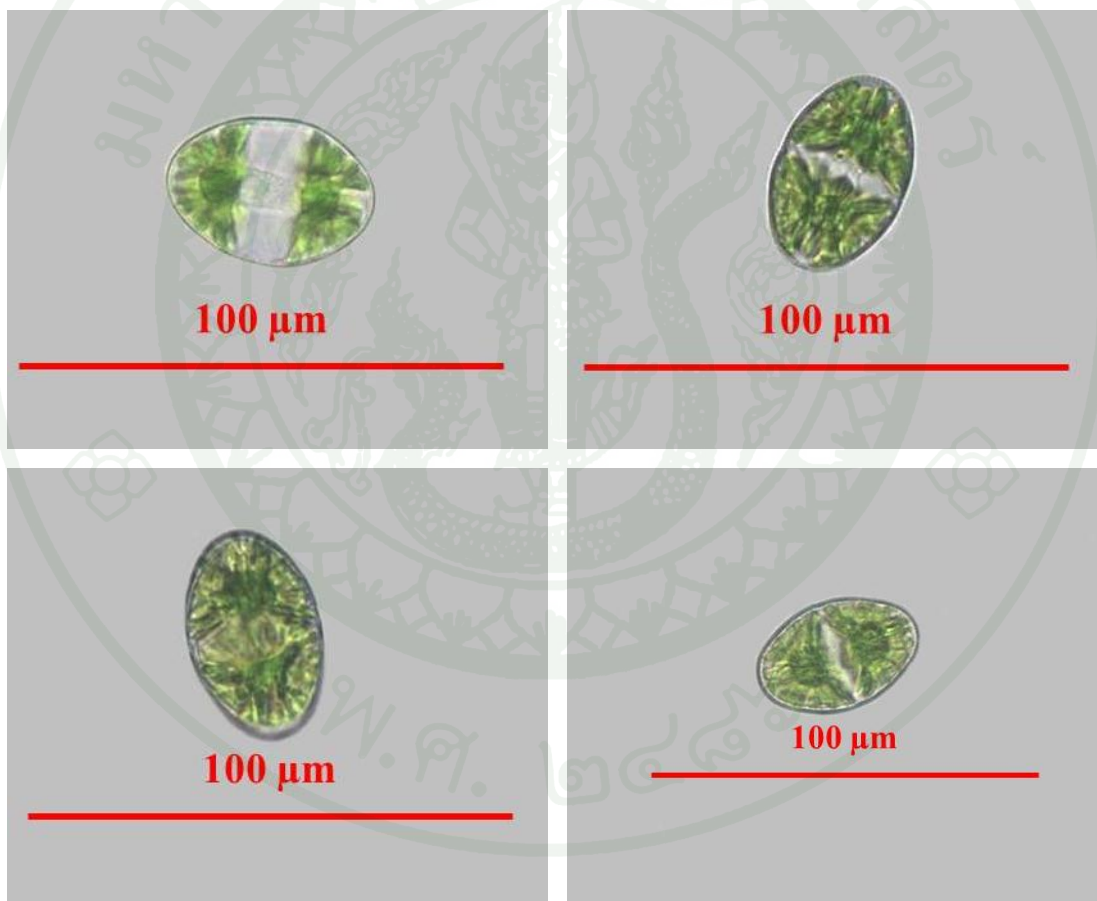
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์แบบไม่แตกแขนง เซลล์รูปทรงกระบอก มีคลอโรพลาสต์ลักษณะรูปคล้ายดาว (stellate) แต่ละเซลล์มี 2 คลอโรพลาสต์เรียงกันอยู่ตามความยาวของเซลล์ แต่ละคลอโรพลาสต์มีไพรีนอยด์ 1 อัน นิวเคลียส 1 อันอยู่กลางเซลล์ สาขเซลล์มีเมือกหุ้มซึ่งเป็นสารพวกเจลาตินหุ้มภายนอก สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีต์ด้วยการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างอะคิเน็ต (akinete) และการสร้างอพลาโนสปอร์ (aplanospore) (ภาพที่ 27)



ภาพที่ 27 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Zygnema* C. Agardh

สกุล *Cylindrocystis* Meneghini ex de Bary

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด เซลล์แบ่งเป็น 2 ครึ่งเซลล์ (semicell) เซลล์รูปรี ยาว 2-3 เท่าของความกว้าง หัวและท้ายมนกลม กึ่งกลางระหว่างครึ่งเซลล์ไม่มีรอยคอด (sinus, isthmus หรือ median constriction) ผนังเซลล์ 2 ชั้น มีคลอโรพลาสต์รูปดาว 2 อัน แต่ละคลอโรพลาสต์มีไพริโนยด์ 1 อัน และมีนิวเคลียส 1 อันอยู่ตรงกลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ตามขวาง (ภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Cylindrocystis* Meneghini ex de Bary

สกุล *Netrium* (Nägeli) Itzigsohn et Rothe

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด เซลล์รูปกระสวย (fusiform) ยาว 3 เท่าของความกว้างหรือมากกว่า และโค้งมนหรือปลายตัด (truncate ends) ไม่มีรอยคอดกลางเซลล์ ผนังเซลล์มี 2 ชั้น ใน 1 เซลล์มีคลอโรพลาสต์ 2 แบบ (ประกอบไปด้วย 2-4 แผ่น) แบบแรกคลอโรพลาสต์เป็นแถบ 2 แถบเรียงกันตามความยาวของเซลล์ มีไฟรินอยด์เรียงบนแถบคลอโรพลาสต์ แบบที่ 2 คลอโรพลาสต์กระจายอยู่ที่ขอบ 2 ข้างของเซลล์ มีไฟรินอยด์รูปกลม 1 อัน เซลล์มีนิวเคลียส 1 อันอยู่กลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ตามขวาง (ภาพที่ 29)



ภาพที่ 29 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Netrium* (Nägeli) Itzigsohn et Rothe

สกุล *Closterium* Nitzsch ex Ralfs

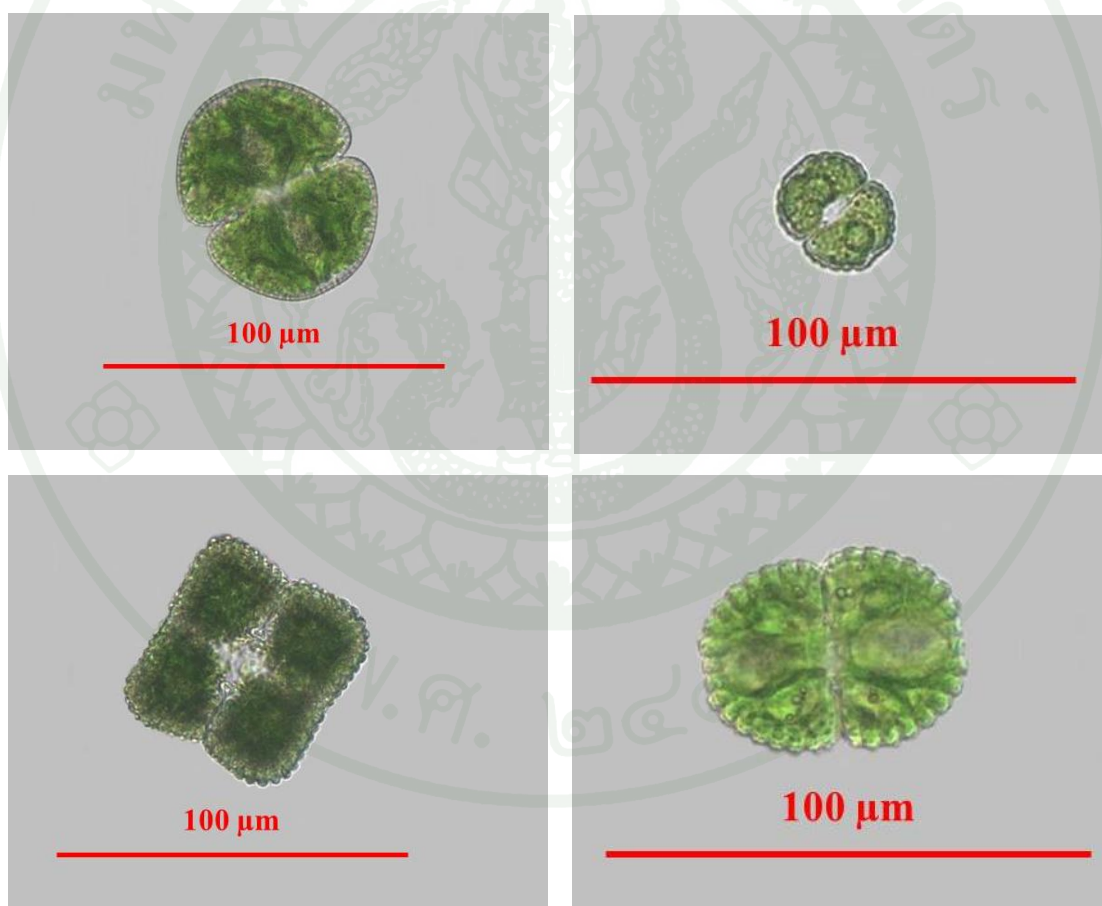
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด เซลล์รูปคล้ายกระสวยหรือรูปโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว ปลายเซลล์กลมหรือมน ไม่มีรอยคอดกลาง เซลล์ ผนังเซลล์เรียบหรือขรุขระ สีเหลือง สีน้ำตาล หรือไม่มีสี กึ่งกลางระหว่างคลอโรพลาสต์มี นิวเคลียส 1 อัน คลอโรพลาสต์มี 2 อันต่อเซลล์ รูปร่างเพ่งยาว เรียบหรือเป็นสัน ไพรีนอยด์ 2-3 อัน เรียงเป็นแถบหรือกระจายอยู่บนคลอโรพลาสต์ และบริเวณปลายทั้งสองของเซลล์มีแวคิวโอลข้างละ 1 อันซึ่งมีกรณูลของแคลเซียมซัลเฟตหรือเม็กเกลือจิปซัม (gypsum salts) ขนาดเล็กจำนวนมาก บรรจุอยู่ ผนังเซลล์มี 3 ชั้นและมีรูเล็ก ๆ ตามความยาวของเซลล์ ซึ่งเมื่อกจะถูกขับออกมาทำให้ เคลื่อนที่ได้ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับ คู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 30)



ภาพที่ 30 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Closterium* Nitzsch ex Ralfs

สกุล *Cosmarium* Corda ex Ralfs

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด มีรอยคอดกลางเซลล์สั้น เซลล์รูปค่อนข้างกลมหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส ผนังเซลล์เรียบ (smooth) หรือขรุขระที่เกิดจากกรานูล (granule) สัน (ridge) คลื่น (undulate) หรือรู (pit) แต่ละครึ่งเซลล์เป็นรูปไต (reniform) หรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า แต่ละครึ่งเซลล์มีคลอโรพลาสต์ 1-2 แผ่นเป็นสันและเป็นแผ่น มีไพร์นอยด์อยู่บนคลอโรพลาสต์ 2 อันต่อครึ่งเซลล์ มีนิวเคลียสตรงกลางระหว่างครึ่งเซลล์ทั้งสอง สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 31)



ภาพที่ 31 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Cosmarium* Corda ex Ralfs

สกุล *Desmidium* C. Agardh

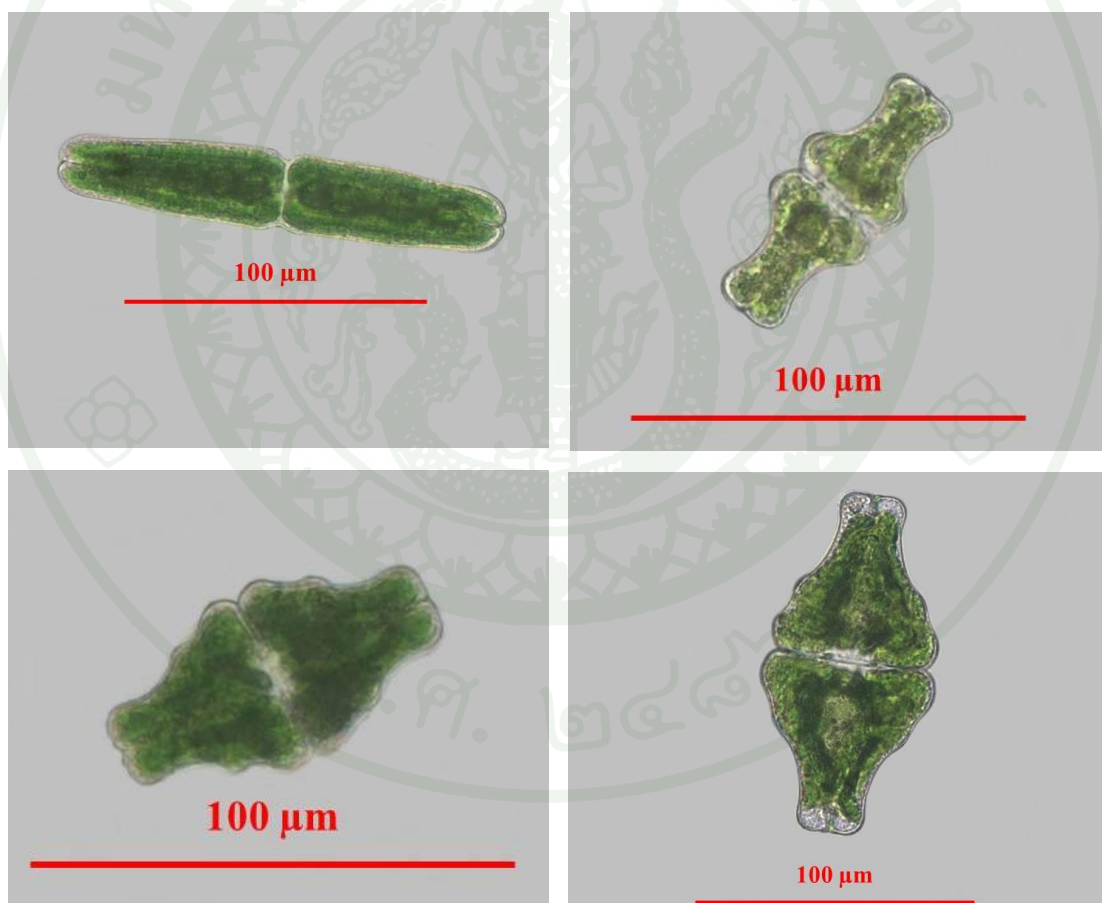
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสายเซลล์ กลุ่มเดสมิด รอยต่อระหว่างเซลล์เล็ก และแคบ เซลล์รูปทรงกระบอกสั้น มีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์ 1 ครั้ง ทำให้มองเห็นขอบของเซลล์ไม่เรียบ คลอโรพลาสต์ 2 อันเป็นแบบแกนหรือเป็นแถบเล็ก ๆ ตามความยาวของเซลล์ และมีไฟรีนอยด์อยู่บนคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์ สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 32)



ภาพที่ 32 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Desmidium* C. Agardh

สกุล *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิดเซลล์มีขนาดเล็กถึงใหญ่ มีความยาวมากกว่าหรือเท่ากับความกว้าง ครึ่งเซลล์รูปคล้ายพีระมิดปลายตัดและรูปทรงกระบอก รอยคอดของครึ่งเซลล์เว้าลึกและแคบ ผนังเซลล์เรียบหรือเป็นรูเล็ก ๆ บางครั้งพบแกรนูลขนาดใหญ่ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นแบบเต็มเซลล์ ส่วนบริเวณปลายข้างของแต่ละครึ่งเซลล์มีรอยคอดเว้าลึก คลอโรพลาสต์ 2 อันอยู่กลางครึ่งเซลล์ ไพรินอยด์อยู่บนคลอโรพลาสต์หลายอัน สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 33)



ภาพที่ 33 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs

สกุล *Gonatozygon* de Bary

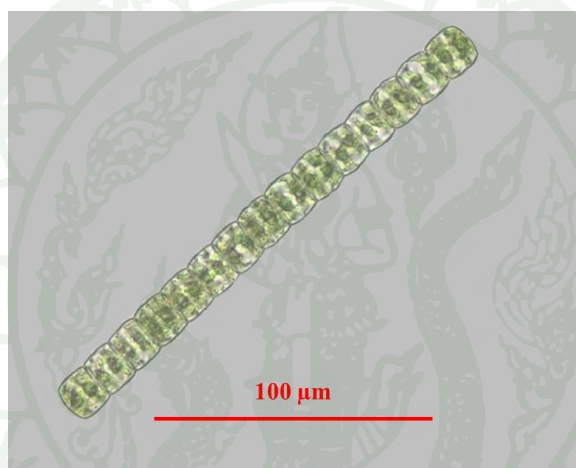
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด เซลล์รูปทรงกระบอกยาว ขอบเซลล์ส่วนปลายโป่งพองเล็กน้อย และตัดตรงปลายเซลล์ ไม่มีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์ ผนังเซลล์ชั้นนอกประกอบด้วยเม็ดกลมเล็ก ๆ หรือหนามเล็ก ๆ เรียบหรือขรุขระ คลอโรพลาสต์ 2 แผ่นเป็นแถบยาวจรดทั้ง 2 ด้าน มีไฟรินอยด์เรียงเป็นแถวอยู่ตรงกลางตลอดทั้งสาย มีนิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 34)



ภาพที่ 34 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Gonatozygon* de Bary

สกุล *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs

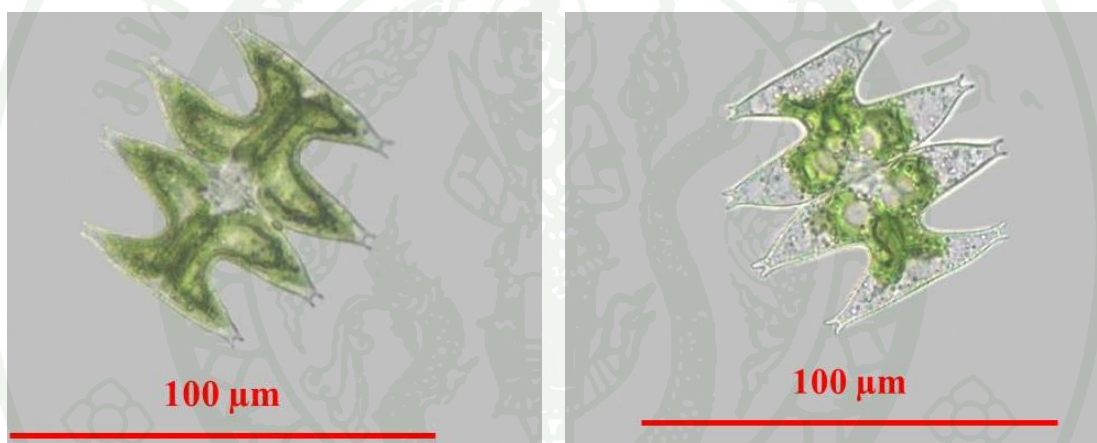
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์ กลุ่มเดสมิด รอยต่อระหว่างเซลล์สั้น ผนังเซลล์เรียบ เซลล์รูปถังเบียร์ ผนังเซลล์เรียบยกเว้นใกล้ขั้วเซลล์ ทั้งสาขามีเมือกหุ้มพวกเจลาติน คลอโรพลาสต์ 2 แผ่นต่อเซลล์ มีลักษณะเป็นแกนหรือเป็นแถบเล็ก ๆ ตามความยาวของเซลล์ และมีไพรีนอยด์ 1 อันอยู่บนคลอโรพลาสต์ มีนิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ การหลุดเป็นส่วน และการสร้างอะพลาโนสปอร์ (ภาพที่ 35)



ภาพที่ 35 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs

สกุล *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิดเซลล์ขนาดใหญ่และมีลักษณะแบน รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์ลึกมาก ผนังเซลล์เรียบ และมีหนามบางแห่ง ในแต่ละครึ่งเซลล์มีร่องเว้าลึกเป็นพู ทำให้มองเห็นเป็นแฉก บริเวณรอยคอดนี้ลึกและกว้างมาก แต่ละครึ่งเซลล์มีคลอโรพลาสต์ลักษณะเป็นก้อนและมีไฟรินอยด์กระจายอยู่ทั่ว มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางบริเวณรอยต่อของครึ่งเซลล์ทั้งสองหรือตรงกลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์และการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 36)



ภาพที่ 36 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs

สกุล *Pleurotaenium* Nägeli

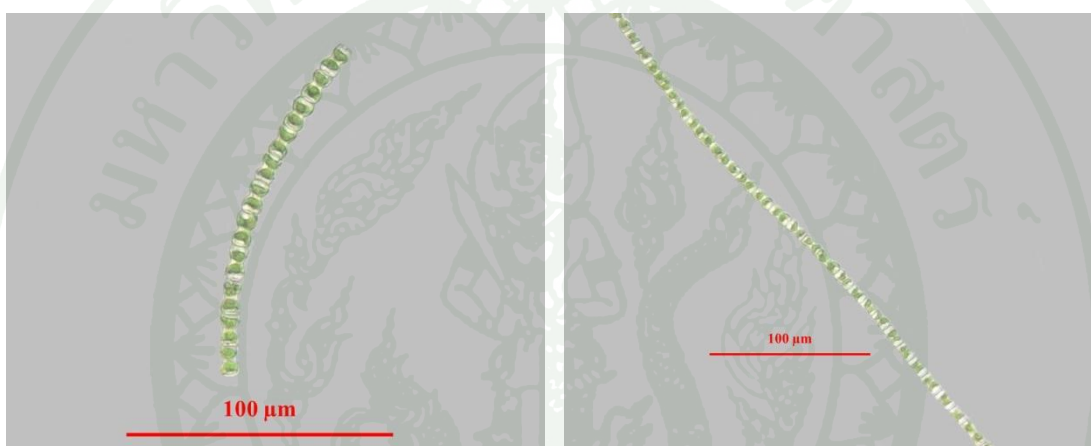
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเดสมิด เซลล์รูปทรงกระบอกยาว 10-20 เท่าของความกว้าง มีรอยคอดเล็กน้อยตรงกลางระหว่างครึ่งเซลล์ ทั้งสอง บริเวณครึ่งเซลล์ที่เชื่อมกันตรงกลางมีลักษณะโป่งพอง ผนังเซลล์เป็นคลื่น ปลายเซลล์โค้งมน มีปุ่มโดยรอบ คลอโรพลาสต์เป็นคลื่นหลายแผ่นต่อเซลล์ และมีไฟริโนยด์ 7-8 อันกระจายอยู่บนแผ่นคลอโรพลาสต์ ปลายเซลล์มีถุงแวคิวโอล สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์ สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์และการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 37)



ภาพที่ 37 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Pleurotaenium* Nägeli

สกุล *Spondylosium* Brébisson ex Kützing

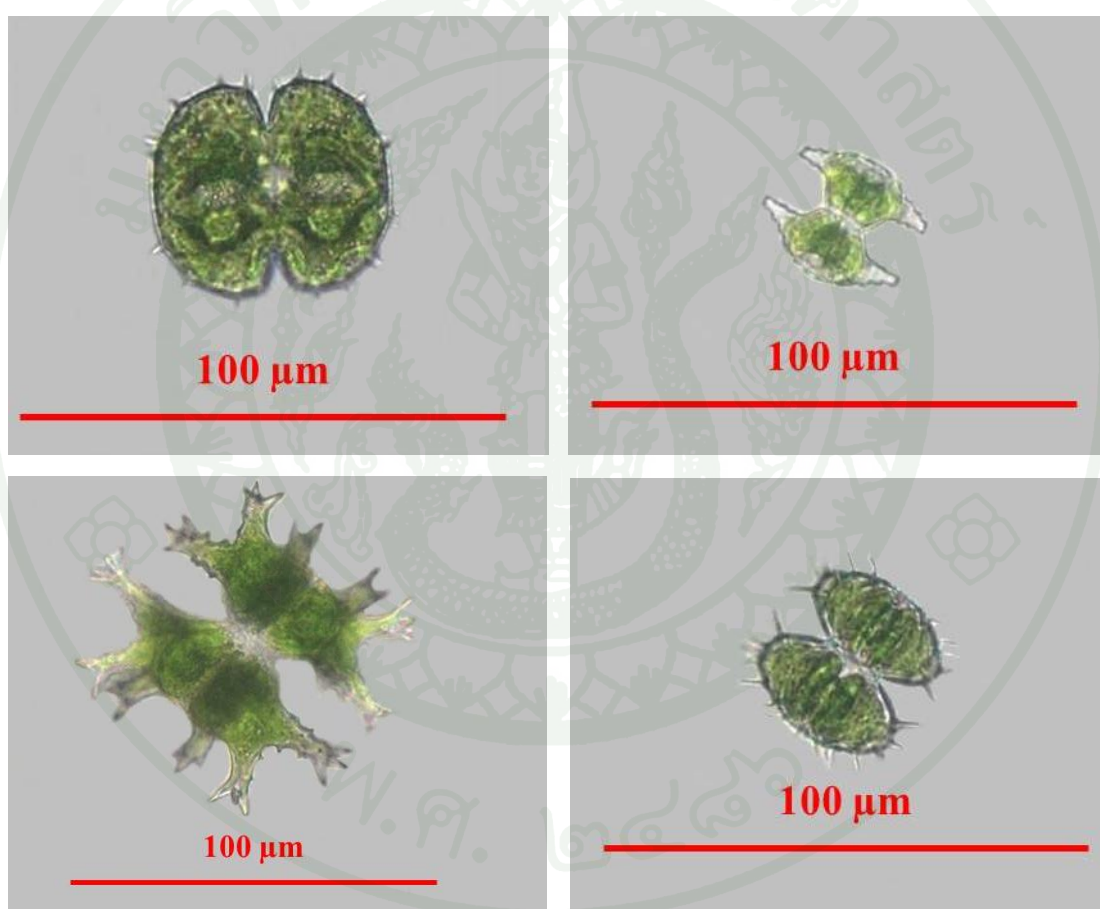
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเส้นสาย กลุ่มเดสมิด มีเมือกล้อมรอบ รอยต่อระหว่างเซลล์มีรอยคอดลึก และกว้าง ครึ่งเซลล์รูปวงกลมและรูปทรงกระบอกสั้น มีรอยคอดของครึ่งเซลล์สั้น คลอโรพลาสต์หลายแผ่นอยู่กลางเซลล์ มีไฟรีนอยด์บนคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยวิธีการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์และการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 38)



ภาพที่ 38 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Spondylosium* Brébisson ex Kützing

สกุล *Staurastrum* (Meyen) Ralfs

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเคสมิด รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์เล็กและกว้าง ครึ่งเซลล์มีรูปครึ่งวงกลม รูปไต และรูปวงรี ผนังเซลล์เป็น รอยนูนหรือเป็นตุ่ม และมีรยางค์ยื่นออกมา มีคลอโรพลาสต์ 1 แผ่นต่อครึ่งเซลล์ มีไฟรินอยด์บน คลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยการ จับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์และการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 39)



ภาพที่ 39 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Staurastrum* (Meyen) Ralfs

สกุล *Staurodesmus* Teiling

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว กลุ่มเซลล์เดี่ยว รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์เล็กและกว้าง ครึ่งเซลล์รูปคล้ายสามเหลี่ยม (deltoid) บริเวณมุมของแต่ละครึ่งเซลล์มีปุ่มหรือหนามยื่นยาวออกมามุมละ 1 อัน ผนังเซลล์เรียบหรือมีรูเล็ก ๆ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นตรงกลางครึ่งเซลล์ และมีไพรีนอยด์ 2 อัน นิวเคลียสอยู่ตรงกลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมีด้วยการจับคู่ผสมพันธุ์ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์และการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 40)



ภาพที่ 40 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Staurodesmus* Teiling

สกุล *Chara* L.

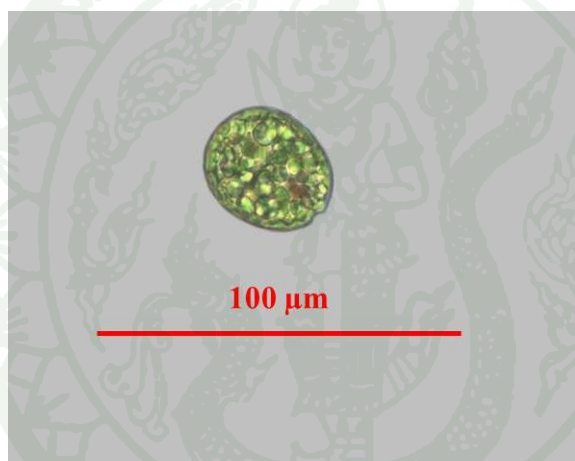
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นสาขเซลล์ แดกแขนง ขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีส่วนคล้ายราก ส่วนคล้ายลำต้นซึ่งมีข้อและปล้อง และส่วนคล้ายใบ และมีคอร์ติเคชัน (cortication) ทั้งในส่วนของแกนกลางและแขนงย่อยที่แตกออกไป แขนงย่อยนี้ไม่แตกแขนงออกไปอีก และแขนงย่อยนี้เกิดเป็นวงรอบบริเวณแกนกลาง 6-16 แขนง แต่ละแขนงมีสติปูลอด (stipulode) รองรับอยู่ 1-2 อัน และอาจเกิดปุ่มเล็กบนวงรอบข้อแทนสติปูลอด แขนงย่อยแตกออกมีอยู่ 4-15 ข้อ แต่ละข้อมีแบรคท์ (bract) อยู่ 1 อันหรือหลายอัน สาขเซลล์มีสีเขียวใส สีเขียวอมน้ำตาล หรือสีเขียวอมเทา สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบเฮเทอโรแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการหลุดเป็นส่วน (ภาพที่ 41) (การศึกษารั้วนี้ สกุล *Chara* ศึกษาเฉพาะความหลากหลายและลักษณะพื้นฐานวิทยาเท่านั้น ไม่ได้กล่าวในเรื่องความชุกชุมของสาหร่าย และความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพของน้ำบางประการ)



ภาพที่ 41 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Chara* L.

สกุล *Euglena* Ehrenberg

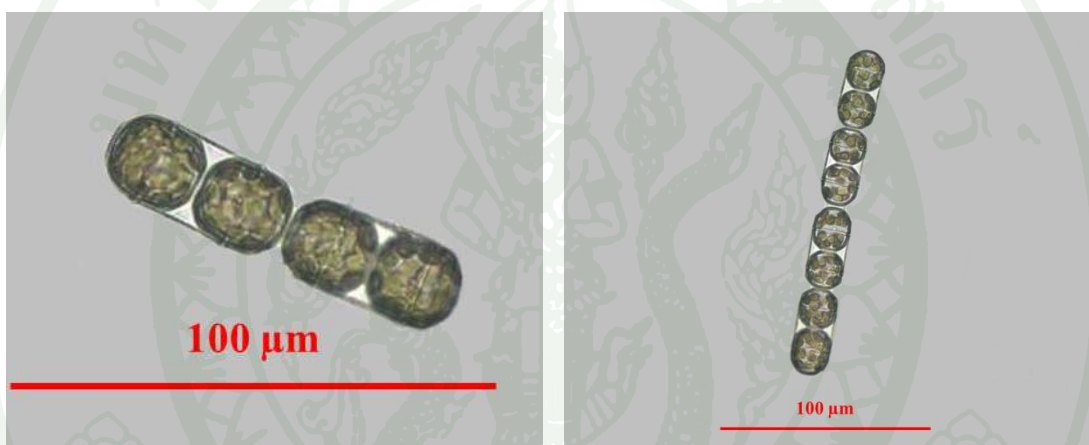
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดียว เซลล์รูปไข่ ไม่มีผนังเซลล์ มีเพลลิเคิล (pellicle) ซึ่งมีทวดยตามยาวหรือวนเป็นเกลียว ทำให้ยืดหยุ่น ด้านหน้ามีอายสปอตหรือสติกมา (eye spot หรือ stigma) มีคลอโรพลาสต์สีเขียวสดจำนวนมากและมีรูปร่างหลายแบบ ด้านหน้าของเซลล์เป็นช่องเปิดไซโตสโตม (cytostome) ต่อลงเป็นไซโตฟาริงซ์ (cytopharynx) และรีเซอร์วัวร์ (reservoir) มีแฟลเจลลัม 2 เส้น มีไพร์นอยด์ มีพาราไมลอน 2 ก้อน หรือมากกว่า นิวเคลียสขนาดใหญ่ใต้อยู่กลางเซลล์ มีการเคลื่อนที่แบบยูกลีโนยด์ สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 42)



ภาพที่ 42 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Euglena* Ehrenberg

สกุล *Melosira* C. Agardh

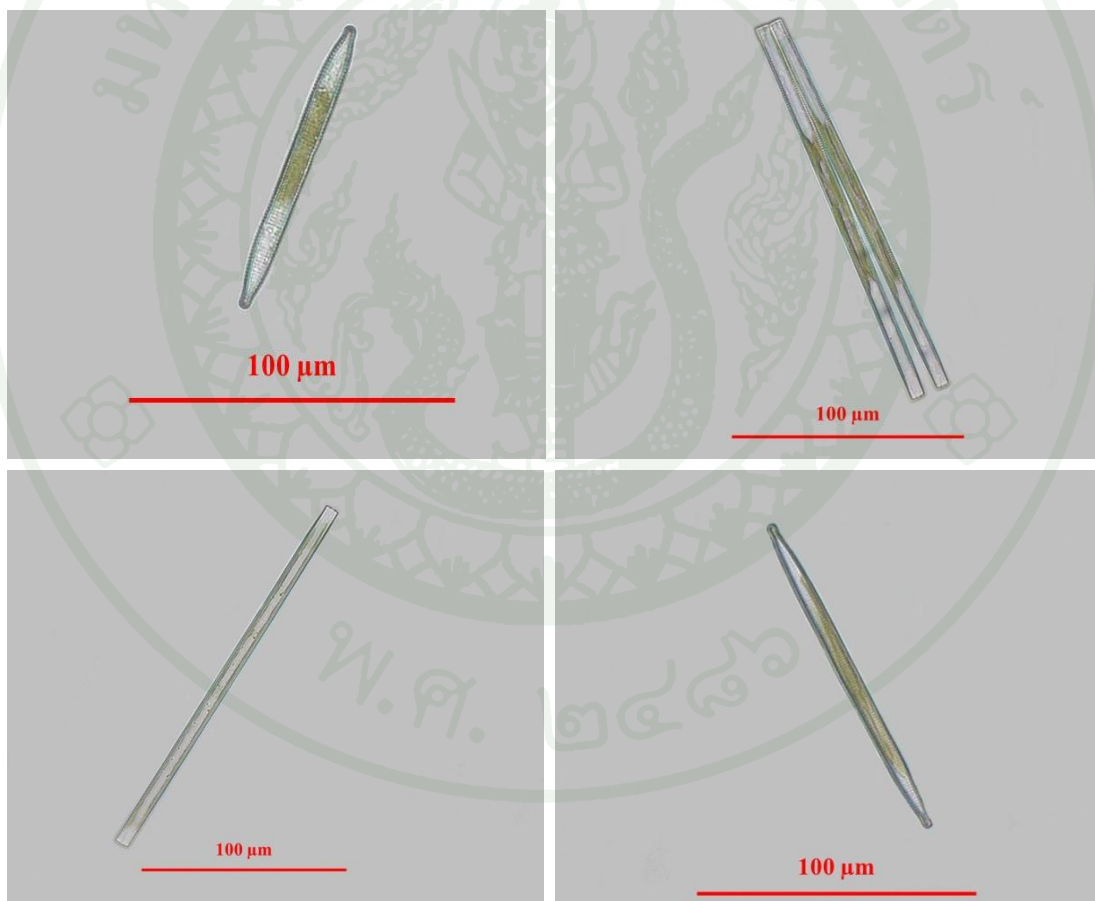
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว รูปกลม เรียงต่อกันเป็นสายโซ่หรือเป็นเส้นตรง โดยใช้ผิวพริตตุลของแต่ละเซลล์ที่อยู่ติดกันแตะกัน ลวดลายบนพริตตุลเป็นรูหรือเป็นรูสลับกับลายรูปหลายเหลี่ยม มีอินเตอร์คาลารีแบนด์ มีคลอโรพลาสต์รูปแผ่นกลมหรือเป็นจุดขนาดไม่เท่ากันจำนวนมากบริเวณขอบเซลล์ นิวเคลียสอยู่กลางเซลล์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 43)



ภาพที่ 43 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Melosira* C. Agardh

สกุล *Synedra* Ehrenberg

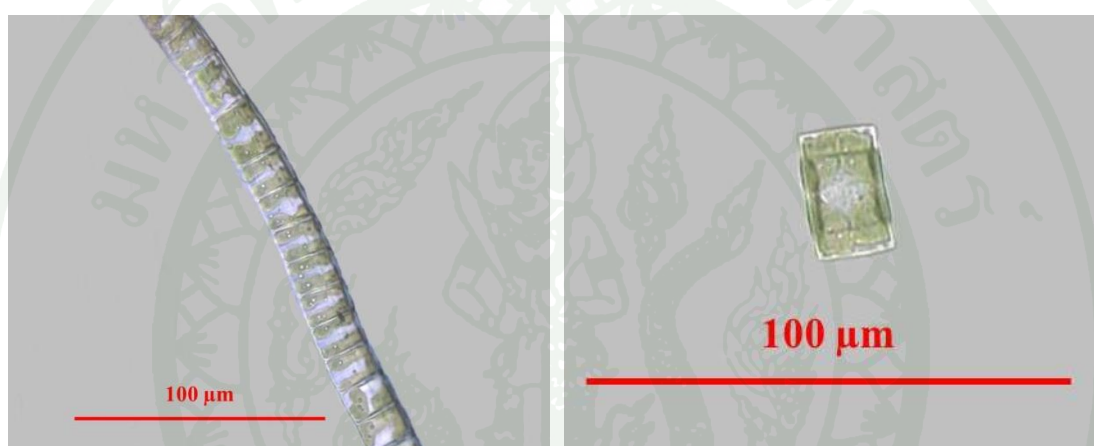
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว อยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ด้านวาล์ว (valve view) เห็นพรีสตูลรูปรียาววาล์วคล้ายเข็ม ด้านเกอเดิล (girdle view) เซลล์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาวกว่าด้านกว้างมาก ปลายตัดตรง ลวดลายบนฝาเป็นเส้นตั้ง ตันจากขอบทั้งสองด้านหรือเป็นเส้นพาดขวางตลอดความกว้างของพรีสตูล ราฟีเทียมเป็นเส้นในแนวของแกนอะพีกอล กึ่งกลางพรีสตูลมีพื้นที่ใส ๆ หรืออาจไม่มี คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นเล็ก ๆ จำนวนมาก สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 44)



ภาพที่ 44 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Synedra* Ehrenberg

สกุล *Eunotia* Ehrenberg

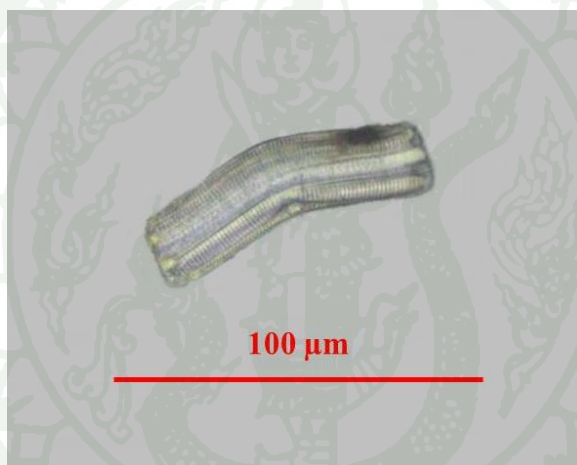
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว อยู่เดี่ยว ๆ หรือเรียงต่อกันเป็นเส้นสาย โดยใช้ผิวพริศตูลมาแตะกัน ด้านगेอดิเล เซลล์มีรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า อินเตอร์คาลาร์แบนด์เป็นวงหลายวง ลวดลายบนพริศตูลเป็นเส้นบาง เรียกว่า สไตรอิ (striae) พาดขวางตลอดความกว้างของเซลล์ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 2 แผ่น สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 45)



ภาพที่ 45 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Eunotia* Ehrenberg

สกุล *Achnanthes* Bory de Saint-Vincent

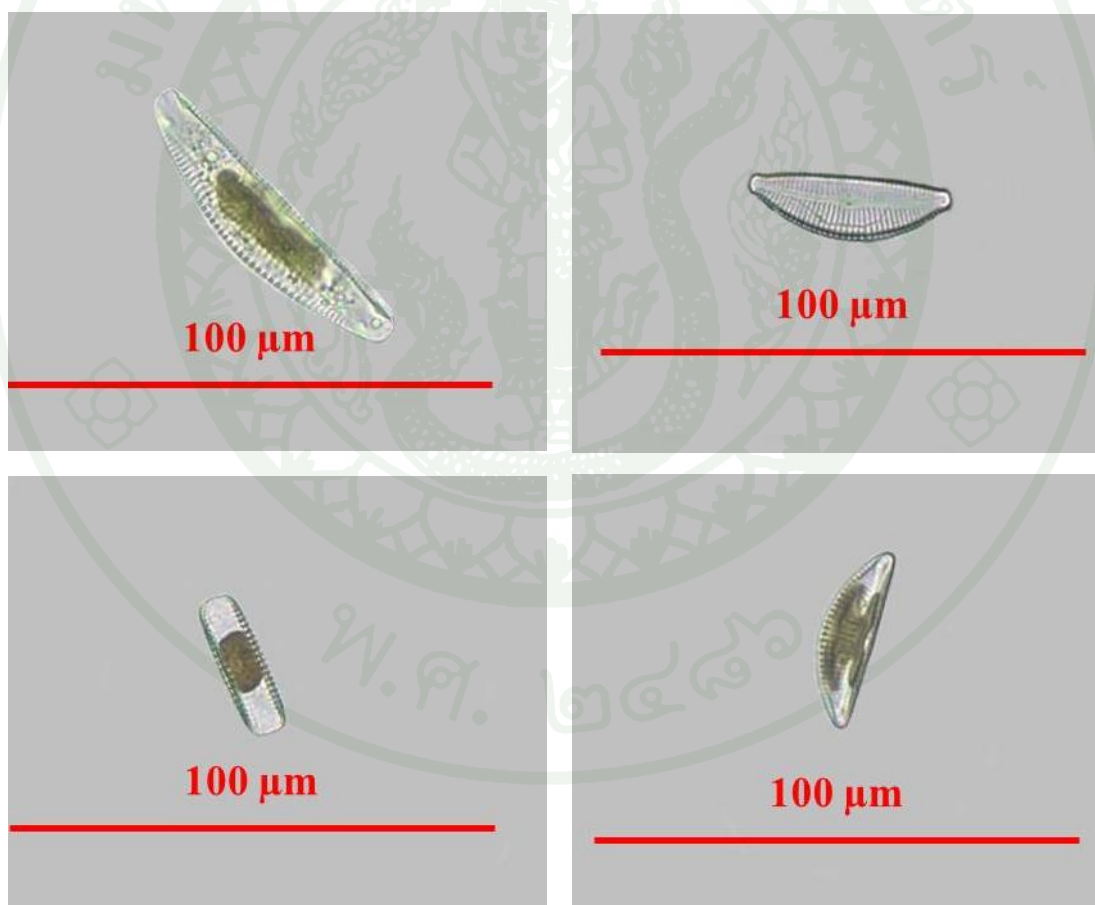
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว ด้านगेดเคิลเซลล์จะงอหรือโค้งตามแกนยาวของเซลล์ โดยฟาล้างอยู่ด้านในของรูปตัววี ฟริสตุลทั้งสองไม่เหมือนกัน ฟริสตุลบน (epitheca) หนูนและมีราฟิเทียมซึ่งแคบ ส่วนฟริสตุลล่าง (hypotheca) เว้าและมีราฟิจริงซึ่งมีแต่ปุ่มกลางหรือเซ็นทรัลโนคูล แต่ไม่มีโพลาโนคูลซึ่งอยู่ปลายเส้นราฟิ ลวดลายบนฟริสตุลทั้งสองอันเหมือนกันหรือต่างกัน มีอินเตอร์คาลาร์แบนด์ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นจำนวน 1-2 แผ่นหรือเป็นเม็ดกลมอยู่จำนวนมาก สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 46)



ภาพที่ 46 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Achnanthes* Bory de Saint-Vincent

สกุล *Cymbella* C. Agardh

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์สมมาตรกันในแนวนอน (transapical axis) แต่ไม่สมมาตรกันในแนวตั้ง (apical axis) ด้านगेอดเกิด เซลล์เป็นรูปรีปลายตัด ด้านวาล์ว เซลล์เป็นรูปวงเดือน รูปครึ่งวงกลม หรือคล้ายรูปเรือ เรียกว่า นาวิกวลอยด์ (naviculoid) ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นพาดขวางเซลล์ซึ่งขนานกันหรือพาดเฉียงแนวรัศมี พื้นที่กลางเซลล์มีจุด 1 จุดเรียกว่าไอโซเลทพังตา (isolate puncta) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 47)



ภาพที่ 47 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Cymbella* C. Agardh

สกุล *Gomphonema* Ehrenberg

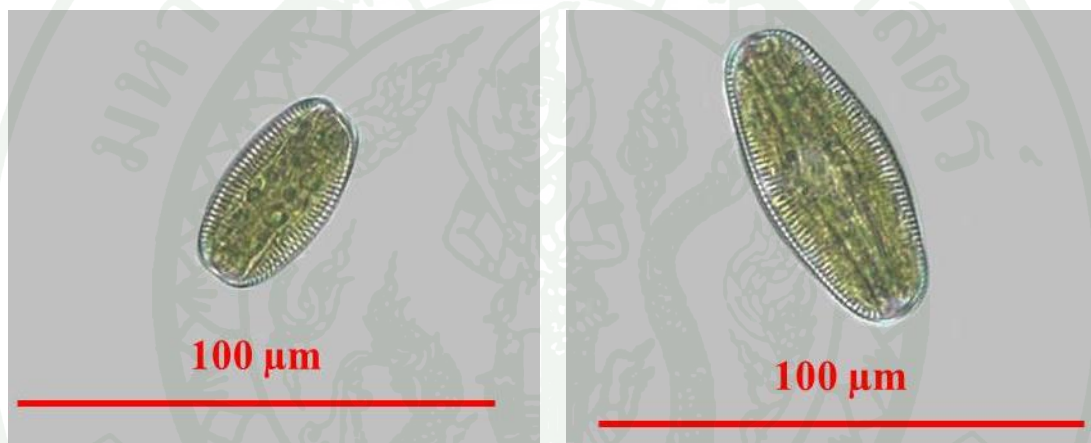
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบเกาะและแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว ด้านगेดเคิล เซลล์รูปรีม ปลายเซลล์ทั้งสองด้านขนาดไม่เท่ากัน ปลายสุดของเซลล์ตัดตรง ด้านยาว เซลล์รูปรี ใกล้เคียงปลายเซลล์มักแคบและปลายเซลล์กลมมน แนวกลางเซลล์แคบ ราบเป็นเส้นตรง มีเส้นทริคโนคูลและโพลาไรโนคูลชัดเจน ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นพาดขวางเรียงแบบขนานหรือเส้นรัศมี พื้นกลางเซลล์ (central area) กลมใสหรือยาวจรดขอบเซลล์ มีรู 1 จุดกลางเซลล์ คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นมีขอบหยัก 1 แผ่น ไพรินอยด์บนคลอโรพลาสต์ 1 อัน สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 48)



ภาพที่ 48 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Gomphonema* Ehrenberg

สกุล *Amphora* Ehrenberg ex Kützing

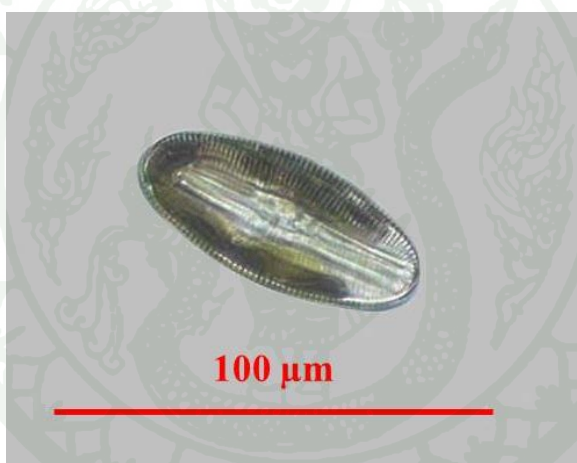
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนและแบบเกาะ **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว มองเห็นเซลล์ทางด้านगेดเคิลเสมอ เนื่องจากด้านหลังและด้านท้องของเซลล์สั้น ด้านगेดเคิลเซลล์เป็นรูปรี มีอินเตอร์คาลารีแบนด์หลายแถบและมีลวดลายเป็นจุดเป็นเส้น ราฟีเป็นเส้นตรง ปลายราฟีโค้งเข้าหาด้านหลังเซลล์เสมอ มีโนดูลตรงปลายเซลล์ (terminal nodule) ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นหนา (punctae) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 49)



ภาพที่ 49 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Amphora* Ehrenberg ex Kützing

สกุล *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว ด้านวาล์วเซลล์เป็นรูปรี เซ็นทรัลโนดูลเป็นรูปสี่เหลี่ยมและยื่นยาวออกไปทั้งสองด้านจึงมีลักษณะเป็นซี่ (rib) หรือเขา (horn) กึ่งกลางซึ่งเป็นราฟีมีร่องตามยาว (longitudinal furrow) แถบใสหรือรูขนาดเล็กเรียงกันเป็นแถว บริเวณปลายสุดของร่องทั้งสองด้านโค้งเป็นรูปวงเดือน เรียกว่า ลูนูลา (lunula) ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นหนาหรือร่องพาดตามขวางเซลล์ (alveoli) และมีเส้นตามยาวลากผ่านอีก คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 2 แผ่นอยู่ระหว่างเกอเคิล และมีไพร์นอยด์อยู่บนคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 50)



ภาพที่ 50 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Diploneis* Ehrenberg ex Cleve

สกุล *Navicula* Bory

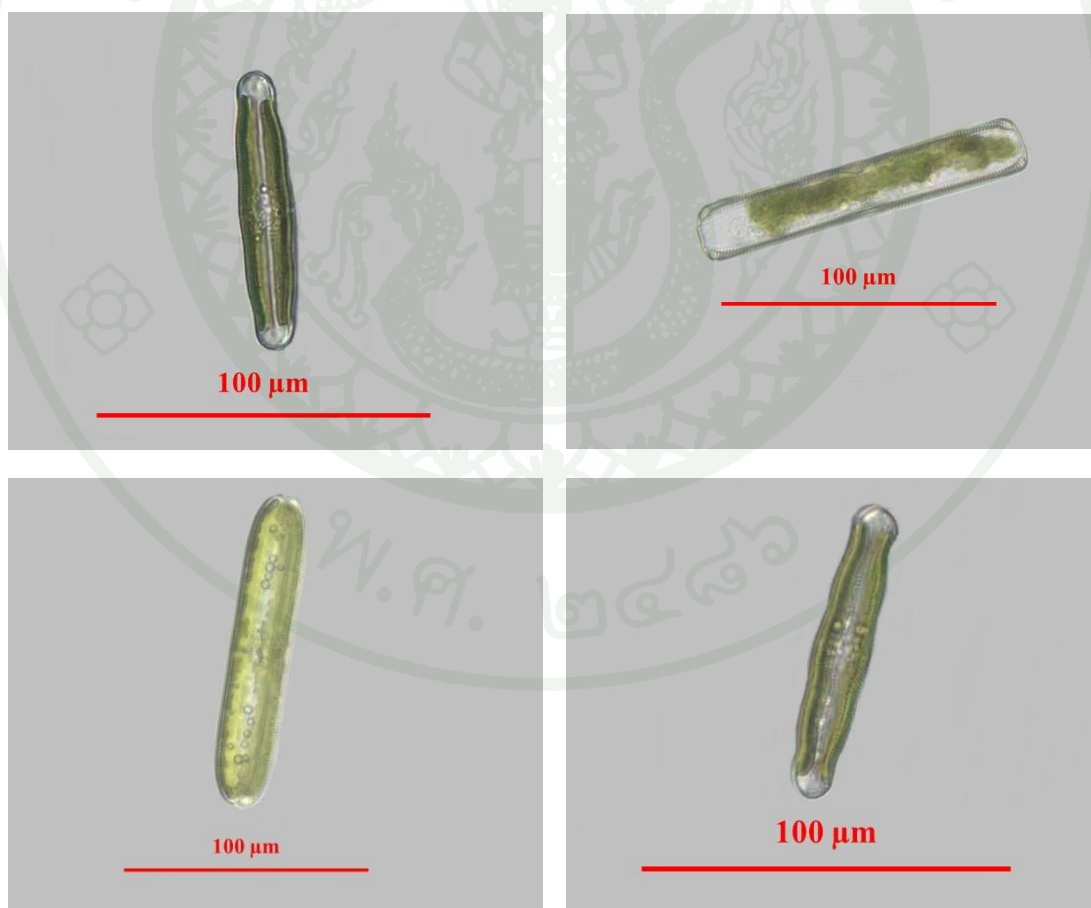
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์รูปร่างสมมาตรทั้งในแนวนอน และในแนวตั้ง เซลล์รูปคล้ายเรือ รูปรี ปลายทั้งสองด้านกลมมน ราฟีแท้ (raphe-sternum) กว้างหรือแคบเห็นชัดเจน ราฟีตรงเส้นทรัลโนดูลและโพลาร์โนดูลมีลวดลายเป็นเส้นที่เกิดจากการเรียงตัวของรูเล็ก ๆ ทำให้เกิดเส้นบาง ๆ หรือรูใหญ่ ๆ ทำให้เกิดเส้นหนา เส้นอาจขาดขวางเป็นรัศมีหรือตัดกัน คลอโรพลาสต์หยักเป็นแผ่น 1-2 แผ่นหรือมากกว่าใกล้ด้านเกอเดิลสองข้างราฟีที่ปลายสุดเซลล์มีหยดน้ำมัน สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 51)



ภาพที่ 51 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Navicula* Bory

สกุล *Pinnularia* Ehrenberg

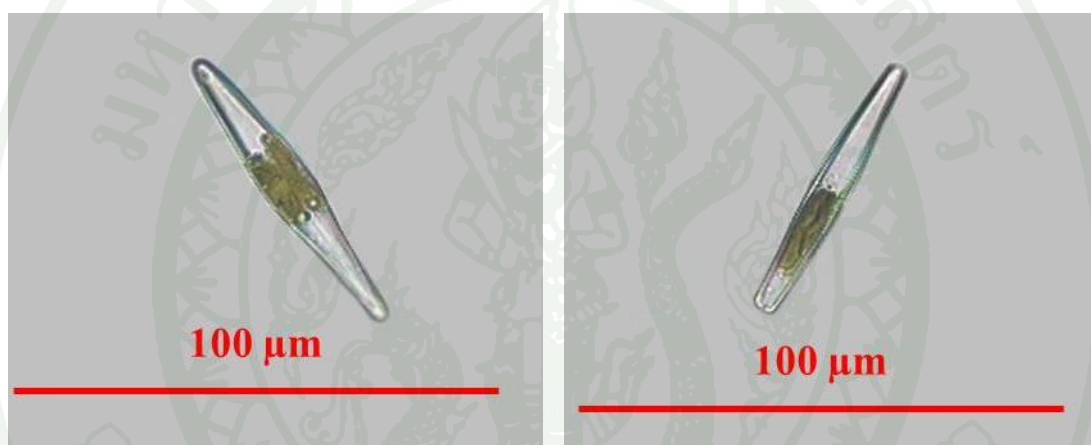
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์รูปร่างสมมาตรทั้งในแนวนอน และในแนวตั้ง ด้านวาล์ว เซลล์รูปแถบ ปลายทั้งสองด้านกลมมน หรือพองออกเป็นกลมมน ขอบเซลล์เรียบหรือเป็นคลื่น ผิวเซลล์มักแบนราบ เมื่อหันเซลล์ด้านข้างเห็นบริเวณมูมเซลล์ (valve mantle) หักลึก แนวกลางเซลล์เป็นแนวใสอย่างชัดเจน เซนทรัลโนดูลและโพลาร์โนดูลมีขนาดใหญ่ ราฟีเป็นร่องสองร่องเชื่อมระหว่างเซนทรัลโนดูลและโพลาร์โนดูล เมื่อตัดเซลล์ตามขวางเห็นราฟีเป็นรูปตัววี ลวดลายบนฟอสซิลเป็นซี่ เรียกว่า คอสเต (costae) ซึ่งพาดขวางหรือเฉียงในแนวรัศมี มีลักษณะเป็นช่องแคบ ๆ และยาว เรียงตัวกันเป็นหมากรุก (loculi หรือ alveoli) คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 2 แผ่นเรียงรอบเกอเดิล สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 52)



ภาพที่ 52 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Pinnularia* Ehrenberg

สกุล *Pleurosigma* Wm. Smith

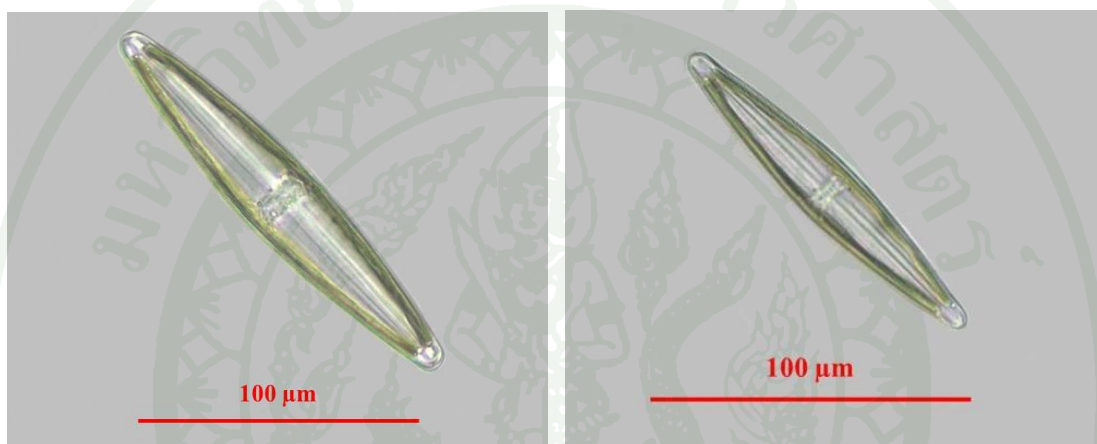
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว เซลล์แบน ด้านเกอเดิล เซลล์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแคบ ด้านวาล์ว เซลล์รูปเรียวบิดเล็กน้อย หน้าพริศตุลแบน ราฟีอยู่กลางเซลล์ เป็นเส้นตรงหรือโค้งเป็นรูปตัวเอส ลวดลายบนเซลล์มีเส้นบาง 3 แบบ คือ พาดขวาง 1 เส้นและตัดเฉียงอีก 2 เส้น คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นรูปรีขอบหยัก และอยู่ใต้หน้าพริศตุล 2-4 แผ่น มีไพรีนอยด์หลายอันอยู่บนคลอโรพลาสต์ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 53)



ภาพที่ 53 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Pleurosigma* Wm. Smith

สกุล *Stauroneis* Ehrenberg

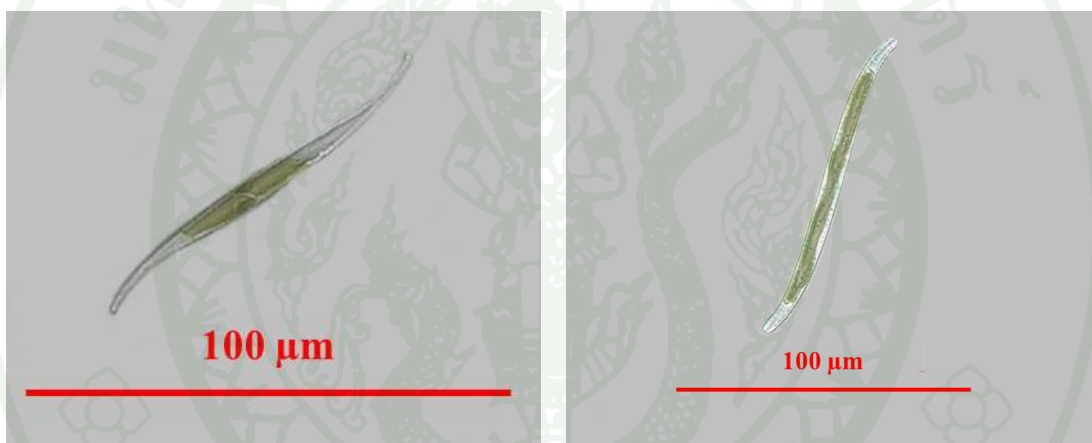
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว ด้านยาวเซลล์รูปคล้ายเรือ มีแนวใสพาดขวางแนวราฟิตรงกลางเซลล์ เรียกว่า สตอร์รอส (stauros) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 54)



ภาพที่ 54 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Stauroneis* Ehrenberg

สกุล *Nitzschia* Hassall

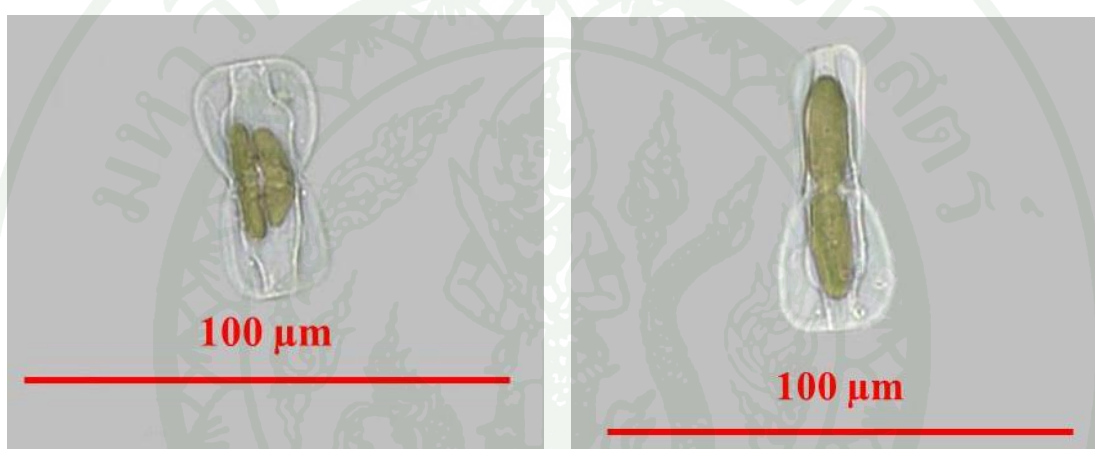
ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว รูปเข็มหรือโค้งแบบตัวเอส สันบนเซลล์อยู่กึ่งกลางฟรัสตูลทั้งสอง ตามขวางของฟรัสตูลเป็นรูปขนมเปียกปูน ดังนั้นสันที่อยู่บนฟรัสตูลบนจะอยู่เยื้องกับสันที่อยู่บนฟรัสตูลล่าง ราฟีนี้อยู่ด้านข้างสันและบนราฟีนีมีรู เรียกว่า ฟิบูละ (fibulae) เรียงกัน ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นพาดขวางและขนานกัน บริเวณกึ่งกลางเซลล์ใส เรียกว่า สเตอรัม (sternum) คลอโรพลาสต์เป็นแถบสั้น ๆ 2 แถบ อยู่เยื้องกันตรงกลางมีไฟริโนยด์หรือเป็นแผ่นกลมจำนวนมาก สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์ สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 55)



ภาพที่ 55 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Nitzschia* Hassall

สกุล *Entomoneis* Ehrenberg

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว ด้านगेดเคิลเซลล์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีรอยคอดอยู่กึ่งกลางเซลล์เหมือนนาฬิกาทราย (hourglass-shaped) ลวดลายบนเซลล์เป็นเส้นบางหรือเส้นหนา คลอโรพลาสต์มี 1-2 แผ่นขอบไม่เรียบ สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์สืบพันธุ์แบบไอโซแกมิ และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 56)



ภาพที่ 56 ลักษณะพื้นฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Entomoneis* Ehrenberg

สกุล *Surirella* Turpin

ลักษณะการอาศัย ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน **ลักษณะที่สำคัญ** เป็นเซลล์เดี่ยว รูปร่างหลายแบบ ด้านวาล์ว เซลล์รูปรี มีร่องเรียงเป็นแถวอยู่บนราฟีเทียมบริเวณขอบเซลล์ (wing canals) ราฟีจริงเป็นร่องลึกอยู่กลางเซลล์ ลายบนเซลล์เป็นซี่หนาชัดเจน เรียงตามขวางสองข้างของราฟีเทียม ส่วนมากแกนยาวมักตรง ขั้วเซลล์ทั้งสองด้านขนาดเท่ากันและลักษณะเหมือนกัน (isopole) หรือขนาดไม่เท่ากันและลักษณะต่างกัน (heteropole) สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการรวมกันของเซลล์ สืบพันธุ์แบบไอโซแกมี และแบบไม่อาศัยเพศโดยการแบ่งเซลล์ (ภาพที่ 57)



ภาพที่ 57 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสกุล *Surirella* Turpin

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายสามารถนำมาสร้างรูปวิธานระบุสกุล (key to genera) ได้ดังนี้

1. เซลล์เดี่ยว

2. เซลล์ยัดหยุ่น เนื่องจากไม่มีผนังเซลล์ และมีอายสปอต *Euglena* (ภาพที่ 42)

2. เซลล์ไม่ยัดหยุ่น เนื่องจากมีผนังเซลล์

3. ผนังเซลล์ปกคลุมด้วยซิลิกา เกิดเป็นฝา 2 ฝา เรียกว่า ฟรอสตูล ทำให้มองเห็น 2 ด้าน คือ ด้านวาล์วกับด้านเกอเดิล หมวด Bacillariophyta (เนื่องจากสาหร่ายกลุ่มนี้มีขนาดเล็กมาก การระบุระดับสกุลอย่างละเอียดจำเป็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จึงไม่นำสาหร่ายหมวด Bacillariophyta หรือกลุ่มไดอะตอมแต่ละสกุลสร้างรูปวิธานระบุสกุลได้)

3. ผนังเซลล์ประกอบด้วยเซลล์โลสคล้ายพืชชั้นสูง และมีสีเขียว

4. เซลล์เดี่ยว รูปรียาว หัวและท้ายแหลม *Monoraphidium* (ภาพที่ 20)

4. เซลล์เดี่ยว ประกอบด้วย 2 ครึ่งเซลล์ที่เหมือนกัน เรียกว่า เคสมิด

5. มีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์

6. รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์เซลล์ต้น

7. เซลล์รูปทรงกระบอกยาว ผนังเซลล์มีลักษณะเรียบหรือคลื่น ครึ่งเซลล์รูปทรงกระบอกยาว ปลายเซลล์ทั้งสองด้านตัดตรงหรือโค้งงอ มีลักษณะที่โป่งพอง *Pleurotaenium* (ภาพที่ 37)

7. เซลล์รูปค่อนข้างกลมหรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า ผนังเซลล์มีลักษณะเรียบหรือขรุขระ ครึ่งเซลล์รูปไตหรือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า *Cosmarium* (ภาพที่ 31)

6. รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์เล็ก

8. ครึ่งเซลล์ไม่มีรอยคอด

9. ขอบของครึ่งเซลล์มีรยางค์ออกมา ผนังเซลล์เป็นรอยปุ่มหรือเป็นคุ่ม

Staurostrum (ภาพที่ 39)

9. ขอบของครึ่งเซลล์มีรยางค์ออกมา 1 เส้น ผนังเซลล์เรียบ

Staurodesmus (ภาพที่ 40)

8. ครึ่งเซลล์มีรอยคอด

10. ปลายหัวของครึ่งเซลล์เว้าตื้น ครึ่งเซลล์รูปคล้ายพีระมิดปลายตัดหรือทรงกระบอก *Euastrum* (ภาพที่ 33)

10. ขอบของครึ่งเซลล์เป็นแฉกลึก แฉกลึกเกือบถึงกลางครึ่งเซลล์

Micrasterias (ภาพที่ 36)

5. ไม่มีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์

11. เซลล์รูปกระสวยหรือรูปโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว

12. เซลล์รูปกระสวยหรือรูปโค้งคล้ายพระจันทร์เสี้ยว คลอโรพลาสต์เป็นแถบหรือกระจายทั่วเซลล์ *Closterium* (ภาพที่ 30)

12. เซลล์รูปกระสวย คลอโรพลาสต์ 2 แถบเรียงตามความยาวของเซลล์ อีก 2 แถบกระจายอยู่ขอบ 2 ข้างของเซลล์ *Netrium* (ภาพที่ 29)

11. เซลล์มีรูปทรงกระบอกยาวหรือรูปรี

13. เซลล์รูปรี คลอโรพลาสต์รูปดาว 2 อัน *Cylindrocystis* (ภาพที่ 28)

13. เซลล์รูปทรงกระบอกยาว คลอโรพลาสต์แถบยาว ขอบเซลล์ส่วนปลายโป่งพองเล็กน้อย *Gonatozygon* (ภาพที่ 34)

1. หลายเซลล์

14. กลุ่มเซลล์

15. รูปร่างไม่แน่นอน และเซลล์เรียงไม่เป็นระเบียบ มีเมือกใสหุ้ม

Gomphosphaeria (ภาพที่ 17)

15. รูปร่างแน่นอนและเซลล์เรียงเป็นระเบียบ

16. เซลล์รูปกลมหรือรูปหลายเหลี่ยม กลางกลุ่มเซลล์กลวง *Coelastrum* (ภาพที่ 21)

16. เซลล์รูปทรงกระบอกเรียงต่อกันตามความยาวเป็นแถวเดียว มีหนาม

Scenedesmus (ภาพที่ 22)

14. สายเซลล์

17. สายเซลล์แตกแขนง

18. แตกแขนงแบบสลับหรือตรงข้าม คลอโรพลาสต์อยู่แถบข้างของเซลล์

Stigeoclonium (ภาพที่ 23)

18. แตกแขนงแบบวงรอบ มีส่วนคล้ายราก ส่วนคล้ายลำต้นมีข้อและปล้อง และส่วนคล้ายใบ คล้ายพืชชั้นสูง

Chara (ภาพที่ 41)

17. สายเซลล์ไม่แตกแขนง

19. เซลล์ในสายเซลล์ประกอบด้วยเซลล์เดียวเรียงต่อกัน

20. ไม่มีคลอโรพลาสต์ คลอโรฟิลล์กระจายทั่วเซลล์

21. รอยต่อระหว่างเซลล์เล็ก เซลล์รูปถังเบียร์ *Pseudanabaena* (ภาพที่ 19)

21. ไม่มีรอยต่อระหว่างเซลล์ เซลล์รูปทรงกระบอก

Oscillatoria (ภาพที่ 18)

20. มีคลอโรพลาสต์

22. เซลล์มีเมือกหุ้ม คลอโรพลาสต์รูปเกลียว *Spirogyra* (ภาพที่ 26)

22. เซลล์ไม่มีเมือกหุ้ม คลอโรพลาสต์แบบตาข่าย แผ่นยาว หรือคล้ายดาว

23. เซลล์ล่างสุดพัฒนาเป็นส่วนยึด คลอโรพลาสต์แบบตาข่าย

Oedogonium (ภาพที่ 24)

23. เซลล์ล่างสุดไม่พัฒนาเป็นส่วนยึด

24. คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นยาวจรดด้านทั้ง 2 ด้าน

Mougeotia (ภาพที่ 25)

24. คลอโรพลาสต์รูปคล้ายดาว

Zygnema (ภาพที่ 27)

19. เซลล์ในสายเซลล์ประกอบด้วยเซลล์เดียวที่มี 2 ครึ่งเซลล์เรียงต่อกัน

25. รอยต่อระหว่างเซลล์เว้าตื้น และไม่มีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์

Hyalotheca (ภาพที่ 35)

25. รอยต่อระหว่างเซลล์เว้าลึก และมีรอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์

26. รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์ลึกและกว้าง *Spondylosium* (ภาพที่ 38)

26. รอยคอดระหว่างครึ่งเซลล์ลึกและแคบ *Desmidium* (ภาพที่ 32)

3. ความหลากหลายของสกุลสาหร่าย

ผลการศึกษาความหลากหลายของสกุลสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุด พบว่าในแต่ละเดือน พบความหลากหลายของสาหร่ายแตกต่างกัน (ภาพที่ 58) ดังนี้

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 พบสาหร่ายจำนวน 24 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวน 13 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวน 8 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 2 สกุล และหมวด Charophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบสาหร่ายจำนวน 33 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มากที่สุด จำนวน 15 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta จำนวน 14 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 2 สกุล หมวด Charophyta จำนวน 1 สกุล และหมวด Euglenophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบสาหร่ายจำนวน 35 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มากที่สุด จำนวน 18 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta จำนวน 13 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 2 สกุล หมวด Charophyta จำนวน 1 สกุล และหมวด Euglenophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

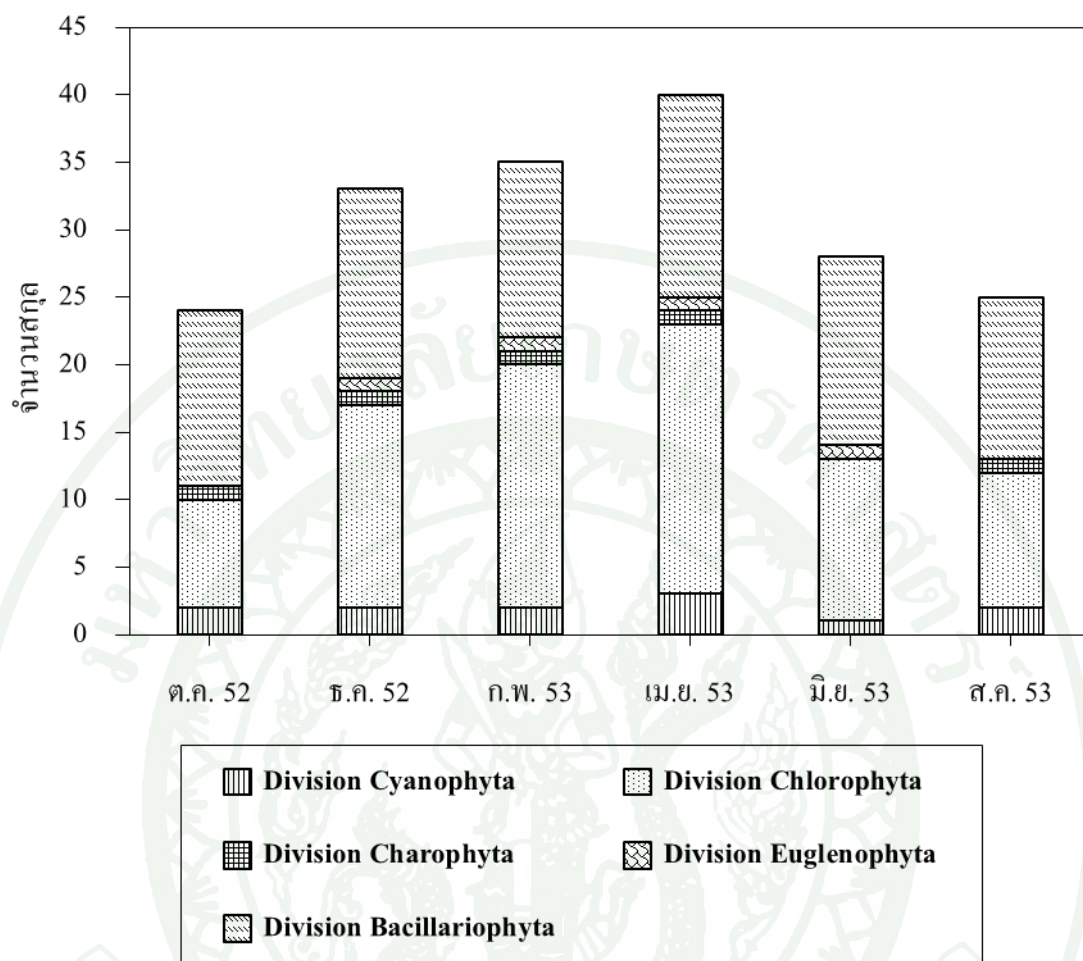
เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 พบสาหร่ายจำนวน 40 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มากที่สุด จำนวน 20 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta จำนวน 15 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 3 สกุล หมวด Charophyta จำนวน 1 สกุล และหมวด Euglenophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 พบสาหร่ายจำนวน 28 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวน 14 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวน 12 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 1 สกุล และหมวด Euglenophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบสาหร่ายจำนวน 25 สกุล โดยพบสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวน 12 สกุล ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวน 10 สกุล หมวด Cyanophyta จำนวน 2 สกุล และหมวด Charophyta จำนวน 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของสกุลสาหร่ายของคลองกำพวนในรอบปีพบว่าคลองกำพวนมีความหลากหลายของสกุลสาหร่ายใน 5 หมวด รวมทั้งหมด 41 สกุล ประกอบด้วยสาหร่ายกลุ่มที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดคือ หมวด Chlorophyta 21 สกุล รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta 15 สกุล หมวด Cyanophyta 3 สกุล ส่วนหมวด Charophyta และหมวด Euglenophyta พบหมวดละ 1 สกุล (ตารางผนวกที่ ข12)

เมื่อพิจารณาความหลากหลายของสกุลสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดในรอบปี พบว่าคลองกำพวนมีความหลากหลายของสกุลสาหร่ายที่พบทุกเดือนที่ศึกษาในรอบปีอยู่ใน 3 หมวด รวมทั้งหมด 16 สกุล ประกอบด้วย หมวดสาหร่ายที่มีจำนวนสกุลที่พบมากที่สุดตลอดรอบปี คือ หมวด Bacillariophyta พบ 10 สกุล ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Eunotia*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Stauroneis*, *Nitzschia* และ *Surirella* รองลงมาคือ หมวด Chlorophyta พบ 5 สกุล ได้แก่ สกุล *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Cylindrocystis*, *Closterium* และ *Cosmarium* และหมวด Cyanophyta พบ 1 สกุล คือ สกุล *Oscillatoria* (ตารางผนวกที่ ข12)



ภาพที่ 58 จำนวนสกุลที่พบในแต่ละหมวดของสาหร่ายต่อเดือนที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

4. ความชุกชุมของสาหร่าย

ผลการศึกษาความชุกชุมของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุด พบว่าในแต่ละเดือนพบความชุกชุมของสาหร่ายแตกต่างกัน (ภาพที่ 59; ภาพที่ 60) ดังนี้

เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 1,363 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 1,136 หน่วยต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของสกุล *Synedra* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 428 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวนเฉลี่ย 208 หน่วยต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของสกุล *Cosmarium* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 132 หน่วยต่อลิตร และหมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 19 หน่วยต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของสกุล *Oscillatoria* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 16 หน่วยต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข13; ตารางผนวกที่ ข19)

เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 10,688 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 5,817 หน่วยต่อลิตร ซึ่งพบความชุกชุมของสกุล *Staurastrum* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 5,288 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta จำนวนเฉลี่ย 4,848 หน่วยต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของสกุล *Cymbella* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 3,389 หน่วยต่อลิตร หมวด Euglenophyta จำนวนเฉลี่ย 13 หน่วยต่อลิตร ซึ่งพบความชุกชุมของสกุล *Euglena* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 13 หน่วยต่อลิตร และหมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 9 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Oscillatoria* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 8 หน่วยต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข14; ตารางผนวกที่ ข19)

เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 12,156 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 7,566 หน่วยต่อลิตร ซึ่งมีความชุกชุมของสกุล *Cymbella* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 3,563 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวนเฉลี่ย 4,369 หน่วยต่อลิตร และพบความชุกชุมของสกุล *Staurastrum* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 1,683 หน่วยต่อลิตร หมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 210 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Oscillatoria* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 197 หน่วยต่อลิตร

และหมวด Euglenophyta จำนวนเฉลี่ย 10 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Euglena* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 10 หน่วยต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข15; ตารางผนวกที่ ข19)

เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 17,319 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 12,846 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Navicula* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 4,647 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวนเฉลี่ย 3,992 หน่วยต่อลิตร ซึ่งความชุกชุมของสกุล *Staurastrum* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 807 หน่วยต่อลิตร หมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 330 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Oscillatoria* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 280 หน่วยต่อลิตร และหมวด Euglenophyta จำนวนเฉลี่ย 150 หน่วยต่อลิตร โดยทั้งหมดเป็นสกุล *Euglena* (ตารางผนวกที่ ข16; ตารางผนวกที่ ข19)

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 14,576 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 13,067 หน่วยต่อลิตร ซึ่งมีความชุกชุมของสกุล *Synedra* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 3,230 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวนเฉลี่ย 1,470 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Cosmarium* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 793 หน่วยต่อลิตร หมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 27 หน่วยต่อลิตร โดยทั้งหมดเป็นสกุล *Oscillatoria* และหมวด Euglenophyta จำนวนเฉลี่ย 13 หน่วยต่อลิตร โดยทั้งหมดเป็นสกุล *Euglena* (ตารางผนวกที่ ข17; ตารางผนวกที่ ข19)

เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 3,400 หน่วยต่อลิตร (ภาพที่ 60) โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 3,085 หน่วยต่อลิตร ซึ่งพบความชุกชุมของสกุล *Gomphonema* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 944 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta จำนวนเฉลี่ย 278 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Cosmarium* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 122 หน่วยต่อลิตร และหมวด Cyanophyta จำนวนเฉลี่ย 37 หน่วยต่อลิตร พบความชุกชุมของสกุล *Oscillatoria* มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 22 หน่วยต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข18; ตารางผนวกที่ 19)

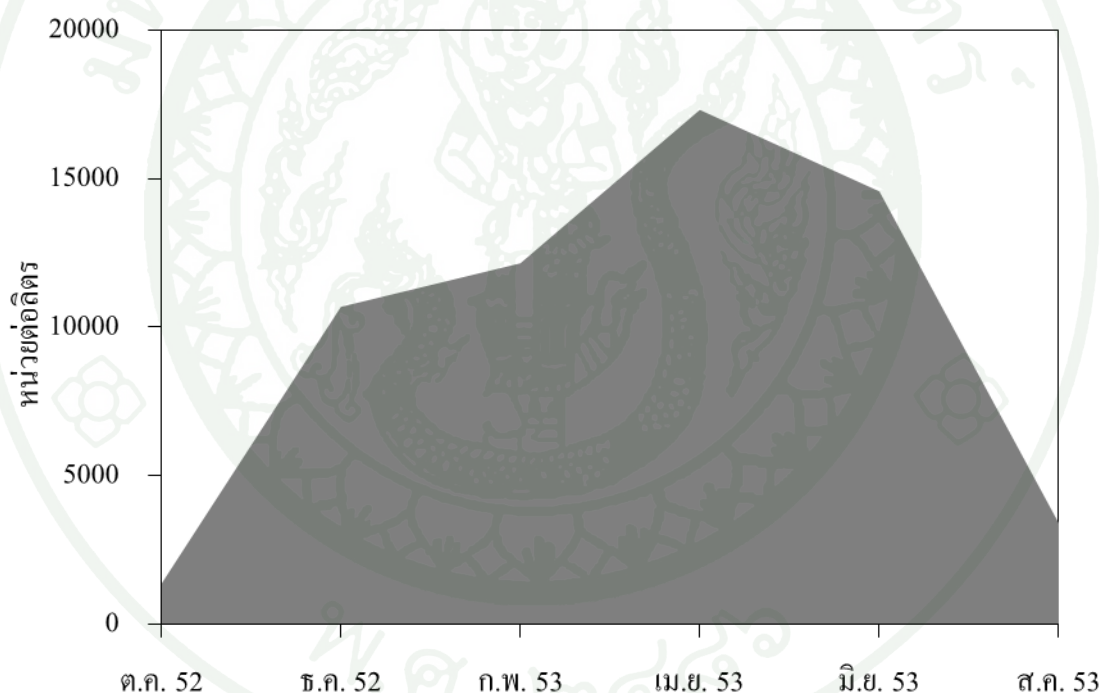
ในแต่ละเดือนพบความชุกชุมของปริมาณสาหร่ายแตกต่างกัน (ภาพที่ 59) โดยพบว่าความชุกชุมของสาหร่ายในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 มีจำนวนเฉลี่ยมากที่สุด โดยพบความชุกชุม

ของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 17,319 หน่วยต่อลิตร ตามมาด้วยเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 14,576 หน่วยต่อลิตร เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 12,156 หน่วยต่อลิตร เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 10,688 หน่วยต่อลิตร เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 3,400 หน่วยต่อลิตร และพบความชุกชุมของสาหร่ายในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 มีจำนวนเฉลี่ยน้อยที่สุด โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 1,363 หน่วยต่อลิตร (ตารางผนวกที่ ข 19)

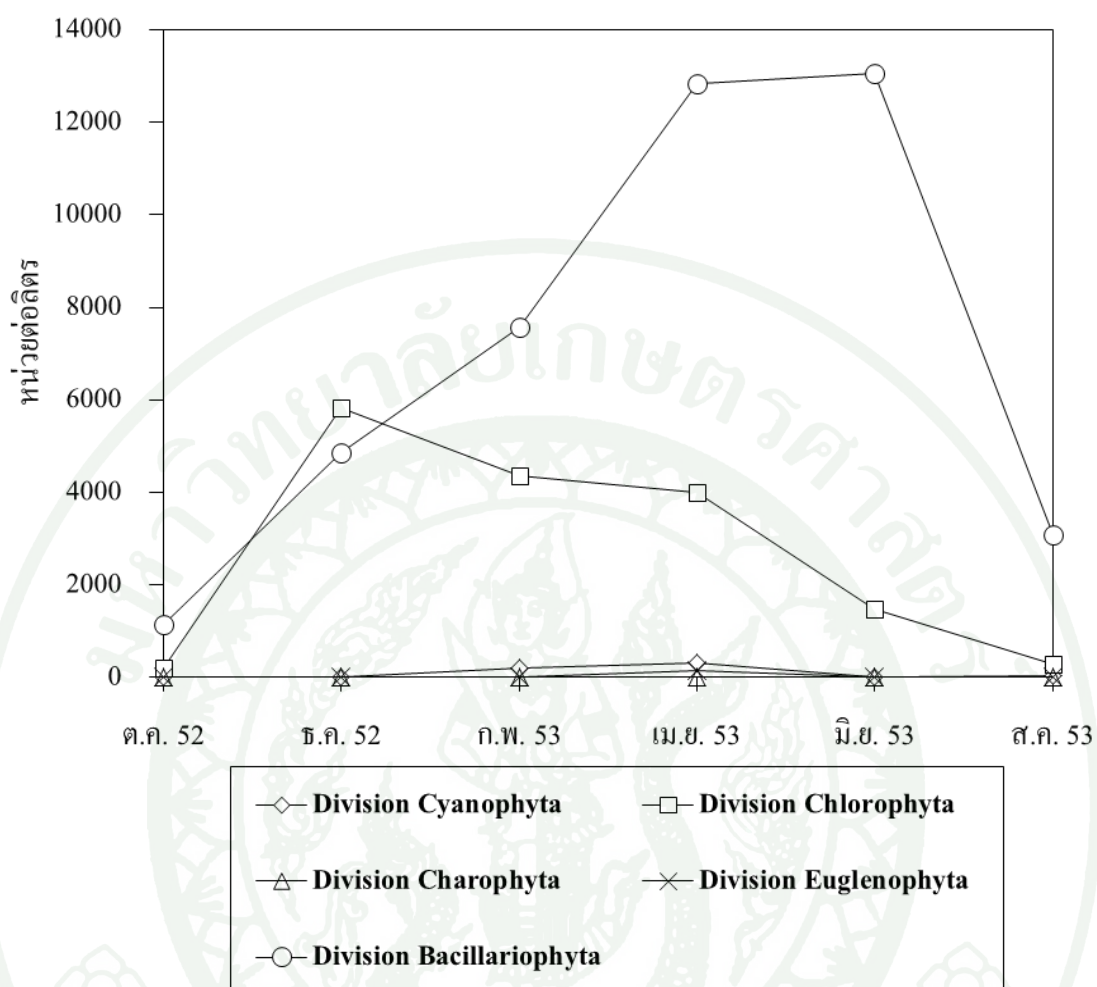
เมื่อพิจารณาความชุกชุมของปริมาณสาหร่ายในคลองกำแพงแก้วในรอบปี (ภาพที่ 59; ภาพที่ 60; ตารางผนวกที่ ข19) พบว่าคลองกำแพงแก้วมีความชุกชุมของสาหร่ายในรอบปีเฉลี่ย 9,917 หน่วยต่อลิตร โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด จำนวนเฉลี่ย 7,092 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 71.51 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 2,689 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 27.12 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด หมวด Cyanophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 105 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 1.06 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด และหมวด Euglenophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 31 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 0.31 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของปริมาณสาหร่ายของแต่ละสกุลที่โดดเด่นในคลองกำแพงแก้วในรอบปี (ภาพที่ 61) พบว่า สกุล *Cymbella* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมของจำนวนเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุด โดยมีความชุกชุมเฉลี่ย 2,149 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 21.67 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด ตามด้วยสกุล *Navicula* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 1,887 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 19.02 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Staurostrum* หมวด Chlorophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 1,310 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 13.21 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Synedra* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 1,115 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 11.24 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Gomphonema* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 768 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 7.74 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Pleurosigma* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 490 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 4.94 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Cosmarium* หมวด Chlorophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 324 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 3.27 ของความชุกชุมของ

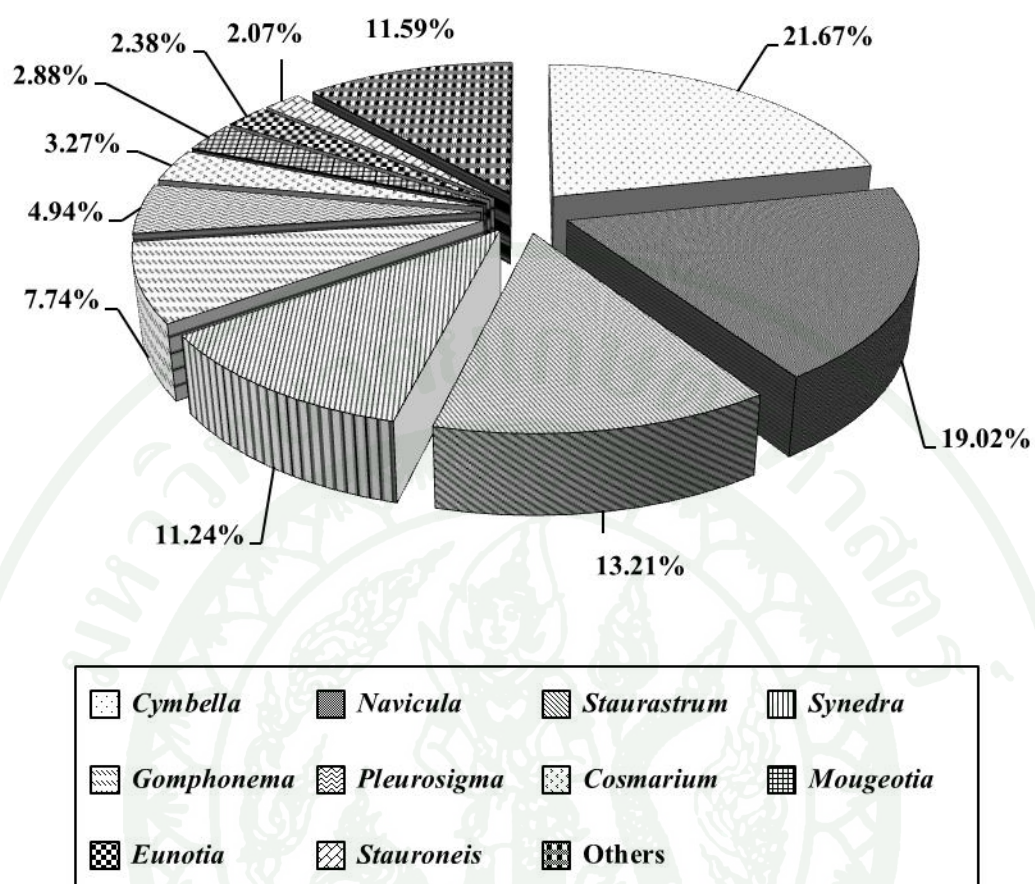
สาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Mougeotia* หมวด Chlorophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 285 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 2.88 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด สกุล *Eunotia* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 236 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 2.38 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมด และสกุล *Stauroneis* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมเฉลี่ย 205 หน่วยต่อลิตร คิดเป็นร้อยละ 2.07 ของความชุกชุมของสาหร่ายที่พบทั้งหมดตามลำดับ และอีก 11.59% เป็นสาหร่ายสกุลต่าง ๆ ที่พบ โดยมีความชุกชุมเพียงเล็กน้อย



ภาพที่ 59 ความชุกชุมของสาหร่ายเฉลี่ยทั้งหมด (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบในคลองกำพวน ในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 60 ความชุกชุมของสาหร่ายเจ็ดสายในแต่ละหมวด (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 61 ความชุกชุมของสาหร่ายเซลล์ในแต่ละสกุล (หน่วยต่อลิตร) ต่อเดือนที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

5. การกระจายพันธุ์ของสาหร่าย

ผลการศึกษาค่าดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียม และดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 จากจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 10 จุด พบว่าในแต่ละเดือนพบค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาของสาหร่ายแตกต่างกันในแต่ละเดือนดังนี้

ค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายตลอดปีอยู่ที่ 2.48 โดยในเดือนธันวาคมมีค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายต่ำที่สุดของรอบปีเท่ากับ 1.41 และเดือนเมษายนมีค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายมากที่สุดของรอบปีเท่ากับ 2.61 สำหรับเดือนเดือนตุลาคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคมมีค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายเท่ากับ 1.85, 2.31, 2.04 และ 2.03 ตามลำดับ

ดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิดของสาหร่ายจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายตลอดปีอยู่ที่ 4.35 โดยในเดือนมิถุนายนมีดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายต่ำที่สุดของรอบปีเท่ากับ 2.95 และเดือนเมษายนมีดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายมากที่สุดของรอบปีเท่ากับ 4.00 สำหรับเดือนตุลาคม เดือนธันวาคม เดือนกุมภาพันธ์ และเดือนสิงหาคมมีดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายเท่ากับ 3.19, 3.45, 3.61 และ 2.95 ตามลำดับ

ค่าดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียมของสาหร่ายจะแตกต่างกันไปในแต่ละเดือน (ตารางที่ 5) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายตลอดปีอยู่ที่ 0.68 โดยในเดือนธันวาคมมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายต่ำที่สุดของรอบปีเท่ากับ 0.37 และเดือนเมษายนมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายมากที่สุดของรอบปีเท่ากับ 0.70 เดือนตุลาคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนมิถุนายน และเดือนสิงหาคมมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายเท่ากับ 0.50, 0.62, 0.55 และ 0.55 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ค่าดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิด ดัชนีความสม่ำเสมอ หรือความเท่าเทียมของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ค.ศ. 2552-ค.ศ. 2553)

เดือน	ดัชนีความหลากหลาย	ดัชนีความชุกชุม	ดัชนีความสม่ำเสมอ
ตุลาคม พ.ศ. 2552	1.85	3.19	0.50
ธันวาคม พ.ศ. 2552	1.41	3.45	0.38
กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	2.31	3.61	0.62
เมษายน พ.ศ. 2553	2.61	4.00	0.70
มิถุนายน พ.ศ. 2553	2.04	2.82	0.55
สิงหาคม พ.ศ. 2553	2.03	2.95	0.55
รอบปี	2.48	4.35	0.67

ดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายบ่งบอกถึงปริมาณในแต่ละสกุลของสาหร่ายว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันมากเพียงใด จากการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายจะแตกต่างกันไปในแต่ละคู่ของเดือนที่ศึกษา (ตารางที่ 6) เมื่อพิจารณาโดยรวมพบว่า ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดปีอยู่ระหว่างร้อยละ 13.30-66.10 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ร้อยละ 35.40 โดยพบว่าเดือนกุมภาพันธ์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนเมษายนมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 66.10 ตามด้วยเดือนเมษายนที่พบว่ามีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนมิถุนายนอยู่ที่ร้อยละ 60.90 นอกจากนี้ยังพบว่าในเดือนธันวาคมมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนกุมภาพันธ์ และเดือนกุมภาพันธ์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนมิถุนายนอยู่ที่ร้อยละ 59.70 และ 50.40 ตามลำดับ

ตารางที่ 6 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

	ต.ค. 52	ธ.ค. 52	ก.พ. 53	เม.ย. 53	มิ.ย. 53	ส.ค. 53
ต.ค. 52	-	-	-	-	-	-
ธ.ค. 52	13.30	-	-	-	-	-
ก.พ. 53	17.80	59.70	-	-	-	-
เม.ย. 53	14.00	39.90	66.10	-	-	-
มิ.ย. 53	17.10	32.90	50.40	60.90	-	-
ส.ค. 53	37.60	32.90	30.90	29.00	35.40	-

เมื่อพิจารณาควบคู่ไปกับการนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ในรูปร้อยละของความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายมาเปรียบเทียบกันและนำมาจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายเพื่อแสดงถึงโครงสร้างทางสังคมของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis และวิธี multi-dimensional scaling (MDS) สามารถให้ผลการศึกษา ดังต่อไปนี้

การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis ของ Bray-Curtis และวิธี multi-dimensional scaling (MDS) พบว่า ลักษณะการจัดกลุ่มของสกุลสาหร่ายตามเดือนที่ศึกษาที่ระดับค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงแบบ Bray-Curtis ที่ร้อยละ 70 และ ค่า stress value ของ MDS เท่ากับ 0.005 ($\text{stress} < 0.05$) ซึ่งเป็นค่าการวิเคราะห์ที่มีความแม่นยำสูงมากและมีความน่าเชื่อถืออย่างยิ่ง สามารถแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายตามเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในรอบปีออกเป็น 3 กลุ่ม (ภาพที่ 62; ภาพที่ 63) ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

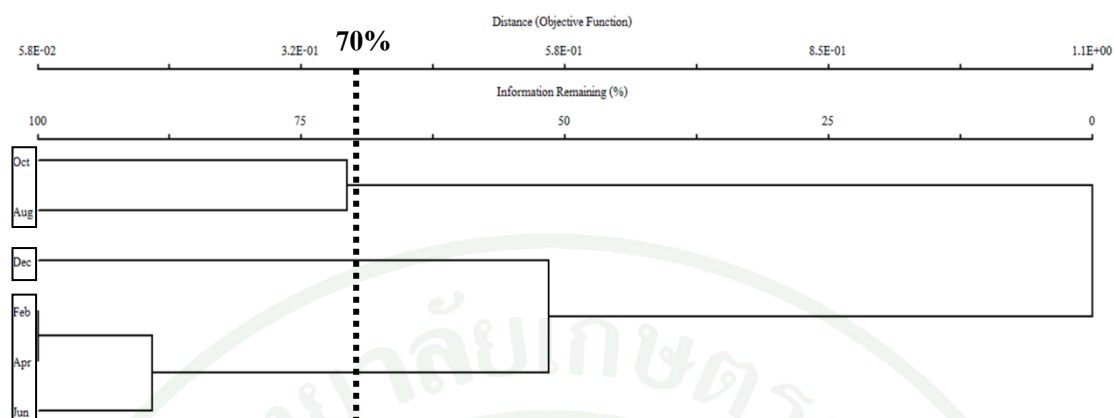
กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552

กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553

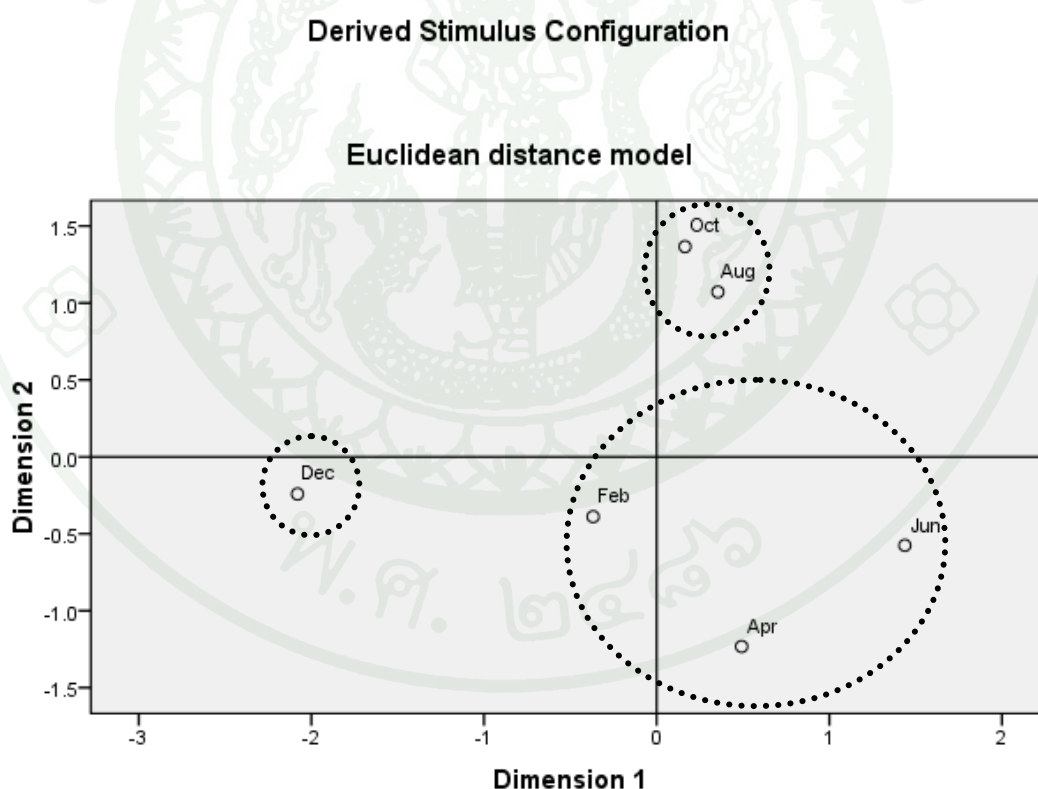
เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ จำนวนสกุลของสาหร่าย ความชุกชุมของสาหร่าย และดัชนีทางนิเวศวิทยาต่อการจัดแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี พบว่าปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีอิทธิพลต่อความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายในแต่ละกลุ่ม

พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ ได้แก่ ความลึกของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ความเค็มของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ การนำไฟฟ้าของน้ำ ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ ออร์โทฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละกลุ่ม (ภาพที่ 7)

จำนวนสกุลของสาหร่าย ความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวด ได้แก่ หมวด Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลที่โดดเด่น 10 สกุล ได้แก่ สกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* รวมทั้งค่าดัชนีทางนิเวศวิทยา ได้แก่ ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุม ดัชนีความสม่ำเสมอ และดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าแตกต่างกันอย่างชัดเจนในแต่ละกลุ่มเช่นกัน (ตารางที่ 8) โดยในกลุ่มที่ 3 พบว่ามีความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด รวมทั้งความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดทุกหมวด ยกเว้นความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มีจำนวนของสาหร่ายมากที่สุดจากทั้ง 3 กลุ่ม รวมทั้งความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลที่โดดเด่นที่พบความชุกชุมสูงที่สุดในกลุ่มที่ 3 นี้ถึง 8 สกุล ตามมาด้วยกลุ่มที่ 2 ที่มีความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลที่โดดเด่นที่พบความชุกชุมสูงที่สุดในกลุ่มที่ 2 นี้อยู่ 2 สกุล และตามมาด้วยกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ เช่นเดียวกับค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาที่พบว่าในกลุ่มที่ 3 มีดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุม ดัชนีความสม่ำเสมอสูงที่สุด ยกเว้นแต่ค่าดัชนีคล้ายคลึงกันของสาหร่าย เนื่องจากกลุ่มที่ 2 มีเฉพาะเดือนธันวาคมจึงมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงกันที่ 100.00 และตามมาด้วยกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ



ภาพที่ 62 การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาขาด้วยวิธี cluster analysis ของ Bray-Curtis ตามเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)



ภาพที่ 63 การจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของสาขาด้วยวิธี multi-dimensional scaling (MDS) ตามเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

(อธิบายคำย่อ Oct: เดือนตุลาคม; Dec: เดือนธันวาคม; Feb: เดือนกุมภาพันธ์; Apr: เดือนเมษายน; Jun: เดือนมิถุนายน; Aug: เดือนสิงหาคม)

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการต่อการจัดแบ่งกลุ่มความ
คล้ายคลึงกันของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

ปัจจัย	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
ความลึกของน้ำ (เซนติเมตร)	41.63±15.94	28.50±10.99	22.10±10.81
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)	26.66±1.50	28.37±1.47	31.90±2.10
พีเอช	5.74±0.22	6.86±0.30	6.60±0.30
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	8.22±0.23	9.18±0.56	7.63±0.67
ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (พีพีที)	0.026±0.045	0.044±0.084	6.179±2.750
ความเค็มของน้ำ (พีพีที)	0.0271±0.033	0.039±0.054	0.502±2.237
การนำไฟฟ้าของน้ำ (มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)	0.030±0.027	0.058±0.106	0.833±3.608
ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.154±0.071	0.216±0.053	0.173±0.083
แอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.058±0.033	0.034±0.010	0.073±0.120
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.753±0.876	1.821±0.738	0.894±0.517
ปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)	0.062±0.040	0.065±0.060	0.087±0.042

ตารางที่ 8 เปรียบเทียบจำนวนสกุลของสาหร่าย ความชุกชุมของสาหร่าย และดัชนีทางนิเวศวิทยา
ต่อการจัดแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ต.ค.
2552-ส.ค. 2553)

ปัจจัย	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3
จำนวนสกุลของสาหร่าย	30	33	41
ความชุกชุมสาหร่ายทั้งหมด (หน่วยต่อลิตร)	2,312	10,688	14,684
หมวด Cyanophyta (หน่วยต่อลิตร)	28	9	189
หมวด Chlorophyta (หน่วยต่อลิตร)	243	5,817	3,277
หมวด Euglenophyta (หน่วยต่อลิตร)	0	13	58
หมวด Bacillariophyta (หน่วยต่อลิตร)	2,111	4,848	11,160
สกุล <i>Cymbella</i> (หน่วยต่อลิตร)	389	3,389	2,909
สกุล <i>Navicula</i> (หน่วยต่อลิตร)	431	864	3,198
สกุล <i>Staurostrum</i> (หน่วยต่อลิตร)	1	5,288	858
สกุล <i>Synedra</i> (หน่วยต่อลิตร)	362	208	1,919
สกุล <i>Gomphonema</i> (หน่วยต่อลิตร)	476	10	1,214
สกุล <i>Pleurosigma</i> (หน่วยต่อลิตร)	186	56	838
สกุล <i>Cosmarium</i> (หน่วยต่อลิตร)	127	335	452
สกุล <i>Mougeotia</i> (หน่วยต่อลิตร)	1	38	558
สกุล <i>Eunotia</i> (หน่วยต่อลิตร)	210	64	310
สกุล <i>Stauroneis</i> (หน่วยต่อลิตร)	4	18	401
ดัชนีความหลากหลาย	1.94	1.41	2.32
ดัชนีความชุกชุม	3.07	3.45	3.48
ดัชนีความสม่ำเสมอ	0.53	0.38	0.62
ดัชนีความคล้ายคลึง	37.60	100.00	45.25

ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่าย

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่าย โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการกับความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด ความชุกชุมของสาหร่ายในแต่ละหมวด และความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นในแต่ละสกุลของแต่ละเดือนที่ศึกษา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) หรือค่า r ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 99 ($= 0.05$ และ 0.01) เพื่อหาข้อมูลความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ได้ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการต่อไปนี้

1. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าความลึกของน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าความลึกของน้ำ พบว่ามีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อความลึกของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = -0.843^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีความลึกของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณมาก และในเดือนที่ศึกษามีความลึกของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณต่ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อความลึกของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าความลึกของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.649, -0.712, -0.404$ และ -0.701 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อความลึกของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทุกสกุลที่โดดเด่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำ

โดยสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกันกับค่าความลึกของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = -0.884^*$) กล่าวคือ เดือนที่ศึกษาที่มีความลึกของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Cymbella* ปริมาณมาก สำหรับสกุล *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำโดยไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.668, -0.304, -0.378, -0.129, -0.286, -0.331, -0.762, -0.461$ และ -0.404 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

2. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าอุณหภูมิของน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าอุณหภูมิของน้ำ พบว่ามีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่ออุณหภูมิของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.886^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณสูง (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่ออุณหภูมิของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ โดยหมวด *Cyanophyta* และ *Bacillariophyta* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ ($r = 0.888^*$ และ 0.820^* ตามลำดับ) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายหมวด *Cyanophyta* และ *Bacillariophyta* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายหมวด *Cyanophyta* และ *Bacillariophyta* ปริมาณสูง ส่วนหมวด *Chlorophyta* และ *Euglenophyta* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.552$ และ 0.801 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่ออุณหภูมิของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทุกสกุลที่โดดเด่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ โดยสกุล *Navicula* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.896^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Navicula*

ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีอุณหภูมิของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Navicula* ปริมาณสูง ส่วนสกุล *Cymbella*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.699, 0.026, 0.462, 0.071, 0.683, 0.340, 0.761, 0.389$ และ 0.804 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

3. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าพีเอชของน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าพีเอชของน้ำ พบว่ามีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อพีเอชของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.837^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีพีเอชของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีพีเอชของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดปริมาณสูง (ตารางที่ 9) โดยค่าพีเอชของน้ำที่ศึกษาอยู่ระหว่าง 5.39-7.53 (ตารางผนวกที่ ข3)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อพีเอชของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำ โดยหมวด Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.223, 0.789, 0.241$ และ 0.671 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อพีเอชของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทุกสกุลที่โดดเด่นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำ โดยสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.907^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีพีเอชของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Cymbella* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีพีเอชของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Cymbella* ปริมาณสูง ส่วนสกุล *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.521, 0.610, 0.442, 0.279, 0.295, 0.636, 0.299, 0.138$ และ 0.184 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

4. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.397$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Chlorophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.123$) ส่วนหมวด Cyanophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.789, -0.525$ และ -0.530 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Staurastrum* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.636$) ส่วนสาหร่ายสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.099, -0.648, -0.428, -0.157, -0.565, -0.042, -0.712, -0.544$ และ -0.587 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

5. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่

ละลายในน้ำทั้งหมด หรือความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.217$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Cyanophyta, Chlorophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.442, 0.380$ และ 0.083 ตามลำดับ) ส่วนหมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.111$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.851^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษาปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณสูง สำหรับสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.512, 0.063, 0.092, 0.015$ และ 0.025 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ทิศทางตรงข้ามกับค่าของปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.273, -0.216, -0.216$ และ -0.053 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

6. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าความเค็มของน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าความเค็มของน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็มของน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อความเค็มของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.222$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อความเค็มของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Cyanophyta, Chlorophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.447, 0.380$ และ 0.089 ตามลำดับ) ส่วนหมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็มของน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.106$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อความเค็มของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.854^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษาที่มีความเค็มของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษาที่มีความเค็มของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณสูง สำหรับสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.513, 0.069, 0.088, 0.020$ และ 0.030 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็มของน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.270, -0.210, -0.213$ และ -0.047 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

7. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าของน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการนำไฟฟ้าของน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าของน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.243$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Cyanophyta, Chlorophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าของน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.475, 0.393$ และ 0.108 ตามลำดับ) ส่วนหมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการนำไฟฟ้าของน้ำและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.075$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อการนำไฟฟ้าของน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าของน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.870^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีการนำไฟฟ้าของน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีการนำไฟฟ้าของน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Mougeotia* ปริมาณสูง สำหรับสาหร่ายสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าของน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.525, 0.095, 0.089, 0.022$ และ 0.048 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ทิศทางตรงข้ามกับค่าการนำไฟฟ้าของน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.273, -0.192, -0.212$ และ -0.016 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

8. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.369$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Chlorophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.203, 0.241$ และ 0.372 ตามลำดับ) ส่วนหมวด Cyanophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.272$) (ตารางที่ 9)

และเมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ พบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.170, 0.269, 0.343, 0.327, 0.403, 0.438, 0.665$ และ 0.146 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Mougeotia* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.516$ และ -0.105 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

9. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.441$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.029$ และ 0.691 ตามลำดับ) ส่วนหมวด Cyanophyta และ Chlorophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.123$ และ -0.287 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Synedra* และ *Gomphonema* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.941^{**}$ และ 0.981^{**} ตามลำดับ) และสกุล *Cosmarium* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.908^{*}$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* ปริมาณสูง สำหรับสกุล *Cymbella*, *Navicula*, *Pleurosigma* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.031$, 0.487 , 0.719 และ 0.346 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Staurastrum*, *Mougeotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.410$, -0.230 และ -0.009 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

10. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำและไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.206$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Chlorophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.788$) ส่วนหมวด Cyanophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.191, -0.065$ และ -0.106 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Starastrum* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($r = 0.990^{**}$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษาออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Starastrum* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษาออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Starastrum* ปริมาณสูง สกุล *Cymbella* และ *Cosmarium* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.591$ และ 0.033 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Navicula*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ แต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.174, -0.345, -0.363, -0.374, -0.079, -0.408$ และ -0.127 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

11. ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกัน ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ และความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.597$) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ โดยหมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.927^{**}$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Euglenophyta ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำในน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายหมวด Euglenophyta ปริมาณสูง ส่วนหมวด Cyanophyta, Chlorophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเช่นกันแต่มีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.721, 0.225$ และ 0.613 ตามลำดับ) (ตารางที่ 9)

เมื่อพิจารณาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลต่อปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ พบว่าสกุล *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($r = 0.919^{**}$) และสกุล *Navicula* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอย่างมีนัยสำคัญ ($r = 0.814^*$) กล่าวคือ ในเดือนที่ศึกษามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำต่ำ จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Stauroneis* และ *Navicula* ปริมาณต่ำ และในเดือนที่ศึกษามีปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำสูง จะพบความชุกชุมของสาหร่ายสกุล *Stauroneis* และสกุล *Navicula* ปริมาณสูง สำหรับสกุล *Cymbella*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia* และ *Eunotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = 0.224, 0.170, 0.113, 0.598, 0.144, 0.280$ และ 0.727 ตามลำดับ) ส่วนสาหร่ายสกุล *Staurostrum* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($r = -0.120$) (ตารางที่ 9)

พิจารณาโดยรวมของความชุกชุมของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำ บางประการ พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ และพีเอชของน้ำ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความลึกของน้ำ ส่วนความชุก

ชุมชนของสาหร่ายแต่ละหมวดพบว่า หมวด Cyanophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับ อุณหภูมิของน้ำ หมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ ในน้ำ และหมวด Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ และความ ชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่น พบว่าสาหร่ายสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับ ความลึกของน้ำ สกุล *Navicula* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ และปริมาณ คลอโรฟิลล์เอในน้ำ สกุล *Staurastrum* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โทฟอสเฟต- ฟอสฟอรัสในน้ำ สกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน กับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ สกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณ ของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ความเค็มของน้ำ และการนำไฟฟ้าของน้ำ และสกุล *Stauroneis* มี ความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ

ตารางที่ 9 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) แสดงความสัมพันธ์ของความชุกชุมของสาหร่ายต่อ
คุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

สาหร่าย	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ		
	ความลึกของน้ำ	อุณหภูมิของน้ำ	พีเอชของน้ำ
สาหร่ายทั้งหมด	-0.843*	0.886*	0.837*
หมวด Cyanophyta	-0.649	0.888*	0.223
หมวด Chlorophyta	-0.712	0.552	0.789
หมวด Euglenophyta	-0.404	0.801	0.241
หมวด Bacillariophyta	-0.701	0.820*	0.671
สกุล <i>Cymbella</i>	-0.884*	0.699	0.907*
สกุล <i>Navicula</i>	-0.668	0.896*	0.521
สกุล <i>Staurastrum</i>	-0.304	0.026	0.610
สกุล <i>Synedra</i>	-0.378	0.462	0.442
สกุล <i>Gomphonema</i>	-0.129	0.071	0.279
สกุล <i>Pleurosigma</i>	-0.286	0.683	0.295
สกุล <i>Cosmarium</i>	-0.331	0.340	0.636
สกุล <i>Mougeotia</i>	-0.762	0.761	0.299
สกุล <i>Eunotia</i>	-0.461	0.389	0.138
สกุล <i>Stauroneis</i>	-0.404	0.804	0.184

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาหร่าย	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ		
	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด	ความเค็มของน้ำ
สาหร่ายทั้งหมด	-0.397	0.217	0.222
หมวด Cyanophyta	-0.789	0.442	0.447
หมวด Chlorophyta	0.123	0.380	0.380
หมวด Euglenophyta	-0.525	-0.111	-0.106
หมวด Bacillariophyta	-0.530	0.083	0.089
สกุล <i>Cymbella</i>	-0.099	0.512	0.513
สกุล <i>Navicula</i>	-0.648	0.063	0.069
สกุล <i>Staurastrum</i>	0.636	0.092	0.088
สกุล <i>Synedra</i>	-0.428	0.015	0.020
สกุล <i>Gomphonema</i>	-0.157	-0.273	-0.270
สกุล <i>Pleurosigma</i>	-0.565	-0.216	-0.210
สกุล <i>Cosmarium</i>	-0.042	-0.216	-0.213
สกุล <i>Mougeotia</i>	-0.712	0.851*	0.854*
สกุล <i>Eunotia</i>	-0.544	0.025	0.030
สกุล <i>Stauroneis</i>	-0.584	-0.053	-0.047

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาหร่าย	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ		
	การนำไฟฟ้าของน้ำ	ไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ	แอมโมเนีย-ฟอสเฟตในน้ำ
สาหร่ายทั้งหมด	0.243	0.369	0.441
หมวด Cyanophyta	0.475	-0.272	-0.123
หมวด Chlorophyta	0.393	0.203	-0.287
หมวด Euglenophyta	-0.075	0.241	0.029
หมวด Bacillariophyta	0.108	0.372	0.691
สกุล <i>Cymbella</i>	0.525	0.170	0.031
สกุล <i>Navicula</i>	0.095	0.269	0.487
สกุล <i>Staurastrum</i>	0.089	0.343	-0.410
สกุล <i>Synedra</i>	0.022	0.327	0.941**
สกุล <i>Gomphonema</i>	-0.273	0.403	0.981**
สกุล <i>Pleurosigma</i>	-0.192	0.438	0.719
สกุล <i>Cosmarium</i>	-0.212	0.665	0.908*
สกุล <i>Mougeotia</i>	0.870*	-0.561	-0.230
สกุล <i>Eunotia</i>	0.048	-0.105	0.346
สกุล <i>Stauroneis</i>	-0.016	0.146	-0.009

ตารางที่ 9 (ต่อ)

สาหร่าย	คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการ	
	ออร์โธฟอสเฟต- ฟอสฟอรัสในน้ำ	คลอโรฟิลล์เอในน้ำ
สาหร่ายทั้งหมด	0.206	0.597
หมวด Cyanophyta	-0.191	0.721
หมวด Chlorophyta	0.788	0.225
หมวด Euglenophyta	-0.065	0.927**
หมวด Bacillariophyta	-0.106	0.613
สกุล <i>Cymbella</i>	0.591	0.224
สกุล <i>Navicula</i>	-0.174	0.814*
สกุล <i>Staurostrum</i>	0.990**	-0.120
สกุล <i>Synedra</i>	-0.345	0.170
สกุล <i>Gomphonema</i>	-0.363	0.113
สกุล <i>Pleurosigma</i>	-0.374	0.598
สกุล <i>Cosmarium</i>	0.033	0.144
สกุล <i>Mougeotia</i>	-0.079	0.280
สกุล <i>Eunotia</i>	-0.408	0.727
สกุล <i>Stauroneis</i>	-0.127	0.919**

* มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์หรือร้อยละ 95 (0.05)

** มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซนต์หรือร้อยละ 99 (0.01)

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการ โดยศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการกับความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดแต่ละสกุลของแต่ละเดือนที่ศึกษา โดยใช้วิธีการของ canonical correspondence analysis (CCA) เพื่อหาข้อมูลความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ได้ผลการศึกษาดังนี้

ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความลึกของน้ำ แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ (ภาพที่ 64) สำหรับสกุลของสาหร่ายที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนตุลาคมนี้ พบว่าไม่มีสาหร่ายสกุลใดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำ เดือนตุลาคม แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำ เดือนตุลาคมเกือบทั้งหมด (ภาพที่ 65)

ในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายไม่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำ (ภาพที่ 64) สำหรับสกุลของสาหร่ายที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนธันวาคมนี้ พบว่าไม่มีสาหร่ายสกุลใดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนธันวาคม แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนธันวาคมเกือบทั้งหมดดังภาพที่ 65

ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด การนำไฟฟ้าของน้ำ และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ (ภาพที่ 64) สำหรับสกุลของสาหร่ายที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนกุมภาพันธ์นี้ พบว่าสาหร่ายหลายสกุลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนกุมภาพันธ์ สกุลที่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Staurostrum* และ *Mougeotia* รวมทั้งสกุลที่ไม่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Achnanthes*, *Monoraphidium*, *Stigeoclonium*, *Spondylosium*, *Micrasterias*, *Surirella*, *Netrium* และ *Hyalotheca*

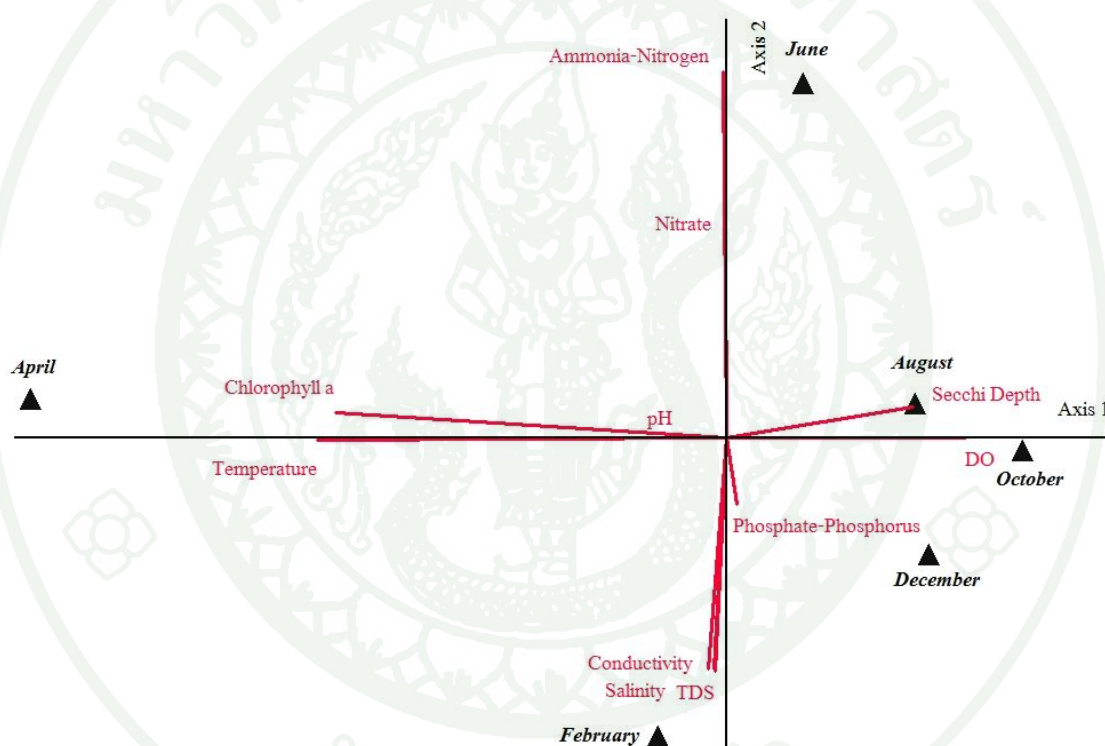
และมีสาหร่ายหลายสกุลมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 65)

ในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ รวมทั้งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความลึกของน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับคุณสมบัติของน้ำตรงกันข้ามกับเดือนตุลาคม (ภาพที่ 64) สำหรับสกุลของสาหร่ายที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนเมษายนนี้ พบว่าสาหร่ายหลายสกุลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนเมษายน สกุลที่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Stauroneis*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Cymbella* และ *Eunotia* รวมทั้งสกุลที่ไม่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Closterium*, *Pinnularia*, *Staurodesmus*, *Spirogyra*, *Oedogonium*, *Coelastrum*, *Scenedesmus*, *Diploneis*, *Euglena*, *Zygnema*, *Nitzschia*, *Melosira*, *Pseudanabaena*, *Euastrum*, *Oscillatoria*, *Desmidium* และ *Gonatozygon* แต่ไม่มีสาหร่ายสกุลใดมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนเมษายน (ภาพที่ 65)

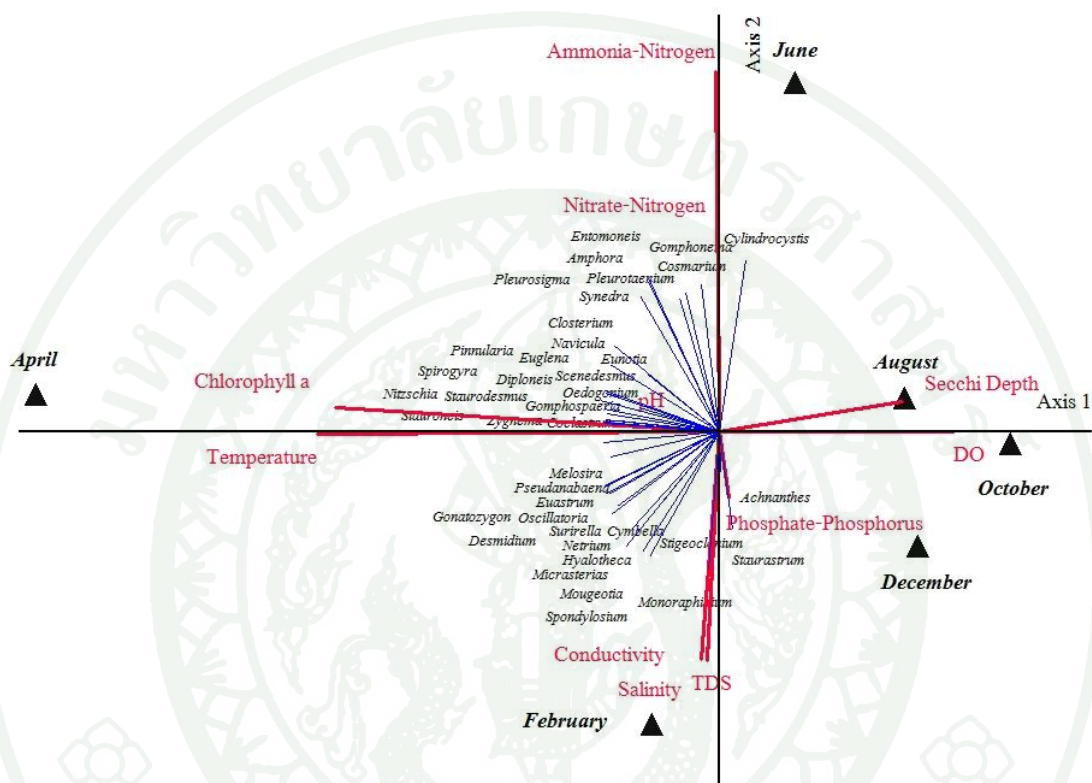
ในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ รวมทั้งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็มของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด การนำไฟฟ้าของน้ำ และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับคุณสมบัติของน้ำตรงกันข้ามกับเดือนกุมภาพันธ์ (ภาพที่ 64) สำหรับสกุลของสาหร่ายที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนมิถุนายนนี้ พบว่าสาหร่ายหลายสกุลมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนมิถุนายน สกุลที่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* รวมทั้งสกุลที่ไม่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Pleurosigma*, *Pleurotaenium*, *Amphora*, *Entomoneis* และ *Cylindrocystis* และมีสาหร่ายหลายสกุลมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนมิถุนายน (ภาพที่ 65)

ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความลึกของน้ำ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับคุณสมบัติของน้ำทิศทางเดียวกันกับเดือนตุลาคม (ภาพที่ 64) ส่วนสกุลของสาหร่าย

ที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำในเดือนสิงหาคมนี้ พบว่าไม่มีสาหร่าย
สกุลใดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนสิงหาคม
แต่จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำเดือนสิงหาคม
เกือบทั้งหมด (ภาพที่ 65)



ภาพที่ 64 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละเดือนที่ศึกษากับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำแพงแก้วในรอบปีระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ตามวิธี canonical correspondence analysis (CCA) แสดงในรูปของ ordination analysis



ภาพที่ 65 ความสัมพันธ์ระหว่างความชุกชุมของสาหร่ายในแต่ละสกุลของแต่ละเดือนกับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 ตามวิธีการของ canonical correspondence analysis (CCA) แสดงในรูปของ ordination analysis

การศึกษาคุณภาพของน้ำตาม AARL-PC score และ AARL-PP score

ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 โดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ โดยการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score และการใช้สาหร่ายที่พบเป็นดัชนีชี้วัด โดยการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนจากสาหร่ายตามหลักการของ AARL-PP score ให้ผลการศึกษาดังนี้

ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score ในแต่ละเดือน การศึกษาพบว่าสามารถจัดระดับคุณภาพน้ำในแต่ละเดือนได้ในสถานะใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 10) โดยในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 มีค่า AARL-PC score ที่ใกล้เคียงกัน ที่ 1.1, 1.2, 1.3 และ 1.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหาร (trophic status) อยู่ในระดับสารอาหารต่ำ (oligotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality) อยู่ในระดับดี (clean) ส่วนเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 มีค่า AARL-PC score ที่ใกล้เคียงกัน ที่ 1.9 และ 1.7 ตามลำดับ สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง (clean-moderate) และเมื่อพิจารณาตลอดรอบปีพบว่า มีค่า AARL-PC score ที่ 1.7 สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง (ตารางที่ 10)

ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยใช้สาหร่ายที่พบเป็นดัชนีชี้วัดด้วยระบบคะแนนจากสาหร่ายตามหลักการของ AARL-PP score ในแต่ละเดือน การการศึกษาพบว่าสามารถจัดระดับคุณภาพน้ำในแต่ละเดือนได้ในสถานะใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับ AARL-PC score (ตารางที่ 11) โดยในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบความชุกชุมของสกุล *Staurastrum*, *Cymbella* และ *Navicula* มากที่สุดตามลำดับ และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบความชุกชุมของสกุล *Cymbella*, *Navicula* และ *Staurastrum* มากที่สุดตามลำดับ มีค่า AARL-PP score เท่ากันที่ 4.3 ตามลำดับ สามารถจัดคุณภาพน้ำในช่วงนี้ตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับปานกลาง (moderate) ส่วนเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 (พบความชุกชุมของสกุล *Synedra*, *Pleurosigma* และ *Cosmarium* มากที่สุดตามลำดับ) เดือนเมษายน พ.ศ. 2553

(พบความชุกชุมของสกุล *Navicula*, *Cymbella* และ *Synedra* มากที่สุดตามลำดับ) เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (พบความชุกชุมของสกุล *Synedra*, *Navicula* และ *Gomphonema* มากที่สุดตามลำดับ) และเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (พบความชุกชุมของสกุล *Gomphonema*, *Navicula* และ *Cymbella* มากที่สุดตามลำดับ) มีค่า AARL-PP score ที่ใกล้เคียงกัน ที่ 5.5, 5.3, 5.6 และ 5.3 ตามลำดับ ถึงแม้ว่าจะมีค่าที่ต่างกับเดือนธันวาคมและเดือนกุมภาพันธ์ แต่ยังสามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับปานกลางเหมือนกัน และเมื่อพิจารณาตลอดรอบปี พบความชุกชุมเฉลี่ยของสกุล *Cymbella*, *Staurastrum* และ *Navicula* มากที่สุดตามลำดับ ซึ่งมีค่า AARL-PP score ที่ 4.3 จึงสามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับปานกลาง (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 10 การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

เดือนที่ศึกษา	AARL-PC score	ระดับคุณภาพน้ำตามสถานะอาหาร (trophic status)	ระดับคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality)
เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	1.1	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	1.2	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	1.9	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)
เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	1.7	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	1.3	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	1.1	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
รอบปี	1.7	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)

ตารางที่ 11 การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PP score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

เดือนที่ศึกษา	สาหร่าย โดดเด่น	AARL- PP score	ระดับคุณภาพน้ำตาม สถานะอาหาร (trophic status)	ระดับคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality)
เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	<i>Synedra</i>	5.5	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Pleurosigma</i>			
	<i>Cymbella</i>			
	<i>Cosmarium</i>			
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	<i>Staurastrum</i>	4.3	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Cymbella</i>			
	<i>Navicula</i>			
เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	<i>Cymbella</i>	4.3	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Navicula</i>			
	<i>Staurastrum</i>			
เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	<i>Navicula</i>	5.3	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Cymbella</i>			
	<i>Synedra</i>			
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	<i>Synedra</i>	5.6	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Navicula</i>			
	<i>Gomphonema</i>			
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	<i>Gomphonema</i>	5.3	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Navicula</i>			
	<i>Cymbella</i>			
รอบปี	<i>Cymbella</i>	4.3	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
	<i>Staurastrum</i>			
	<i>Navicula</i>			

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาคูณภาพของน้ำของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 โดยการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการตามหลักการของ AARL-PC score และการใช้การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนจากสาหร่ายตามหลักการของ AARL-PP score จากผลการศึกษา พบว่าสามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหาร และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปของคลองกำพวนในรอบปีได้ใกล้เคียงกันมาก โดยพบว่าตลอดปีคุณภาพน้ำทั่วไปในคลองกำพวนอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง ซึ่งมีสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลางนั่นเอง (ตารางที่ 12)

ตารางที่ 12 เปรียบเทียบผลการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score และ AARL-PP score ของคลองกำพวนในรอบปี ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553

เดือนที่ศึกษา	AARL-PC score	AARL-PP score
	ระดับคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality)	ระดับคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality)
เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	ดี (clean)	ปานกลาง (moderate)
เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	ดี (clean)	ปานกลาง (moderate)
เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)	ปานกลาง (moderate)
เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)	ปานกลาง (moderate)
เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	ดี (clean)	ปานกลาง (moderate)
เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	ดี (clean)	ปานกลาง (moderate)
รอบปี	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)	ปานกลาง (moderate)

วิจารณ์

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการ

จากผลการศึกษาค่าความโปร่งใสของน้ำในคลองกำพวน พบว่าในทุกเดือนที่ศึกษาความโปร่งใสของน้ำจะเท่ากับค่าความลึกของน้ำเสมอ เนื่องจากว่าคลองกำพวนเป็นลำธารประเภทที่มีน้ำไหลในลำธารตลอดทั้งปี และเป็นคลองที่ไหลลงจากเทือกเขาสูงลงสู่ทะเลอันดามันอย่างรวดเร็วด้วยความลาดชันของพื้นที่เฉลี่ย 7.27 เปอร์เซ็นต์ ทำให้น้ำในคลองมีอัตราการไหลของน้ำด้วยความเร็วสูง โดยมีการระบายน้ำในระดับปานกลาง (กาญจน์เขจร, 2548; เดชา และคณะ, 2551) ส่งผลให้ไม่มีการขังตัวของน้ำเกิดขึ้น ยกเว้นในช่วงที่มีปริมาณน้ำไหลลงมาจากแหล่งกำเนิดน้อย จะพบการขังตัวของน้ำในบางจุดเท่านั้น ในช่วงที่มีปริมาณน้ำมากพบว่าจะทำให้ความลึกของน้ำและอัตราการไหลของน้ำสูงขึ้น ส่งผลให้ความโปร่งใสของน้ำสูงตามไปด้วย (Cushing and Allan, 2001) โดยช่วงที่มีปริมาณน้ำมากคือเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝน และในช่วงที่มีปริมาณน้ำน้อยคือเดือนธันวาคม เดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของน้ำฝนในพื้นที่ (ตารางที่ 3) โดยคลองกำพวนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ 47.20 ± 16.93 เซนติเมตร (ภาพที่ 5; ตารางผนวกที่ ข1) แม้ว่าจะมีปริมาณและระดับของน้ำแตกต่างกัน แต่พบว่าความลึกของน้ำในคลองกำพวนมีระดับไม่เกิน 1 เมตรในทุกเดือนที่ศึกษา รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำส่งผลให้ความโปร่งใสของน้ำมีถึงระดับพื้นน้ำตลอดปี แม้จะมีการพัดพาของตะกอนเกิดขึ้นในช่วงที่มีน้ำมากก็ตาม รวมทั้งผลกระทบจากการทำเกษตรกรรมและน้ำเสียจากแหล่งชุมชนไม่ได้ส่งผลกระทบต่อความโปร่งใสของน้ำแต่อย่างใด และจากผลการศึกษาอุณหภูมิของน้ำในคลองกำพวน พบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล โดยระหว่างเดือนสิงหาคมและเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มีปริมาณน้ำมาก) น้ำในคลองมีอุณหภูมิที่ต่ำ ส่วนเดือนธันวาคม ซึ่งเป็นช่วงฤดูฝนจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ปริมาณน้ำน้อย เนื่องจากจังหวัดระนองตั้งอยู่บริเวณภาคใต้ฝั่งตะวันตก ทำให้ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมนี้้น้อย) และช่วงเดือนกุมภาพันธ์ เดือนเมษายน และเดือนมิถุนายน เป็นฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) มีอุณหภูมิสูงขึ้น แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละเดือนพบว่าค่าอุณหภูมิของน้ำไม่แตกต่างกันมากนัก มีค่าอยู่ในช่วง 24.30-35.30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 6; ตารางผนวกที่ ข2) โดยพบว่าในเดือนเมษายนที่มีอุณหภูมิสูงที่สุดอยู่ที่ 33.10-35.30 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่ร้อนที่สุดของปีในบริเวณนี้ สอดคล้องกับ Hauer and Lamberti (2006) ที่กล่าวว่าอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะแปรผันตามอุณหภูมิของอากาศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับตำแหน่ง

เส้นรุ้ง ความสูงจากระดับน้ำทะเล ฤดูกาล สภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับอีกหลายปัจจัย เช่น ต้นกำเนิดของแหล่งน้ำ การระบายน้ำ ความเข้มของแสง ปริมาณน้ำ ความลึก เวลา ปริมาณตะกอนแขวนลอยหรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมบริเวณแหล่งน้ำ เป็นต้น และค่าของอุณหภูมิของน้ำในคลองกำพวนเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 29.61 ± 3.01 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 6; ตารางผนวกที่ ข2) ตรงกับสิทธิชัย (2549) ที่ได้รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำสายสำคัญของประเทศไทยมีค่าแตกต่างกันและเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลโดยมีค่าระหว่าง 23.60-31.40 องศาเซลเซียส โดยภาคใต้จะมีอุณหภูมิสูงที่สุด นอกจากนี้ค่าอุณหภูมิของน้ำในคลองกำพวนยังเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส (กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2539) และเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำซึ่งอยู่ที่ 23-32 องศาเซลเซียส (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2555)

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการ

จากผลการศึกษาพีเอชของน้ำในคลองกำพวนพบว่าการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) มีค่าพีเอชของน้ำต่ำกว่าช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำน้อย) ทั้งนี้เนื่องมาจากว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากได้พัดพาสารอินทรีย์ลงสู่คลอง และเกิดการย่อยสลาย ทำให้ค่าพีเอชของน้ำลดลง ส่วนในช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำน้อย) มีค่าพีเอชของน้ำสูงขึ้นเนื่องจากในจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายโดยเฉพาะจุดที่ 9 และจุดที่ 10 ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นและน้ำลงของทะเล เนื่องจากบริเวณนี้อยู่ใกล้ป่าชายเลน รวมทั้งปริมาณน้ำน้อยและไหลช้า น้ำทะเลจึงหนุนสูงขึ้นกว่าปกติ ซึ่งในน้ำทะเลมีสารกลุ่มคลอไรด์ (Cl) โซเดียม (Na) แมกนีเซียม (Mg) แคลเซียม (Ca) โพแทสเซียม (K) และเหล็ก (Fe) เป็นจำนวนมาก (Speight and Henderson, 2010) สารเหล่านี้เป็นเกลือมีฤทธิ์เป็นด่าง และมีจำนวนมากในทะเล ส่งผลให้ค่าพีเอชของน้ำสูงขึ้น โดยเฉลี่ยคลองกำพวนมีค่าพีเอชของน้ำในรอบปีที่ 6.36 ± 0.52 (ภาพที่ 7; ตารางผนวกที่ ข3) สอดคล้องกับสิทธิชัย (2549) ที่กล่าวไว้ว่า พีเอชของน้ำในธรรมชาติมีค่าระหว่าง 5-9 อยู่ในระดับที่เหมาะสมแก่การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (6.0-9.0) (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2555) ค่าพีเอชของน้ำจากคลองกำพวนยังอยู่ในมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทย และมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ให้มีค่าพีเอชของน้ำอยู่ระหว่าง 5-9 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537; กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, 2539)

จากผลการศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในคลองกำพวน พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำน้อย) เนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณน้ำมาก และไหลเร็วส่งผลให้น้ำได้สัมผัสกับออกซิเจนในอากาศมากขึ้น ส่งผลให้ค่าปริมาณออกซิเจนที่จะละลายในน้ำเพิ่มสูงขึ้น (สิทธิชัย, 2549) รวมทั้งค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งเสมอ เพราะมีการเจือจางของน้ำ และช่วงฤดูแล้งพบว่ามีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อย เนื่องจากในจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นน้ำลงจากทะเลมากกว่าฤดูฝน ซึ่งในน้ำจืดจะมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากกว่าน้ำทะเล 2 มิลลิกรัมต่อลิตร เพราะความเค็มทำให้การละลายของออกซิเจนลดลง (Speight and Henderson, 2010) ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำมาก เนื่องจากสิ่งมีชีวิตในน้ำจะหายใจเพื่อดำรงชีวิต (Hauer and Lamberti, 2006) โดยคลองกำพวนมีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ 8.08 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 8; ตารางผนวกที่ ข4) เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทย (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) อยู่ที่ 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำที่ไม่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร (สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, 2555)

จากผลการศึกษาค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ค่าความเค็มของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าในน้ำของคลองกำพวนพบว่าการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลที่สัมพันธ์กันเสมอ โดยในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ค่าความเค็มของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำต่ำกว่าช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำน้อย) ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ค่าความเค็มของน้ำ และค่าการนำไฟฟ้าในน้ำจะแตกต่างกันมากในแต่ละฤดูโดยพบว่ามีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องขึ้นอยู่กับอิทธิพลหลายประการ เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดิน ปริมาณน้ำ ปริมาณน้ำฝน และอิทธิพลของน้ำทะเล เป็นต้น (สิทธิชัย, 2549) จากการศึกษาพบว่าในช่วงฤดูแล้ง (ปริมาณน้ำน้อย) บริเวณจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9 และจุดที่ 10 ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้นและน้ำลงของทะเลมากกว่าฤดูฝน เนื่องจากบริเวณนี้อยู่ใกล้ป่าชายเลนและด้วยเหตุที่ปริมาณน้ำในคลองน้อยทำให้น้ำทะเลหนุนขึ้นสูงมากกว่าส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดมีค่าสูง โดยที่น้ำทะเลประกอบด้วยเกลืออนิทรีย์โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ปริมาณสูงมาก เกลือชนิดนี้เป็นของแข็งที่ละลายน้ำอยู่ในน้ำทะเล (Speight and Henderson, 2010) ส่งผลให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดสูงมาก สำหรับคลองกำพวนมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยในรอบปี 0.322 ± 1.968 พีพีที (ภาพที่ 9; ตารางผนวกที่ ข5) สอดคล้อง

กับสิทธิชัย (2549) ที่กล่าวว่าในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดอยู่ระหว่าง 100-500 มิลลิกรัมต่อลิตรหรือพีพีเอ็ม (0.1-0.5 พีพีที) ส่วนค่าความเค็มของน้ำเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเช่นกัน ในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมาก ซึ่งมีอัตราการไหลของน้ำที่แรง ส่งผลให้น้ำทะเลออกไปทำให้ค่าความเค็มของน้ำลดลง ส่วนในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณน้ำน้อย ทำให้ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดและน้ำลงของทะเลมากขึ้น เนื่องจากน้ำทะเลประกอบด้วยเกลืออนิทรีย์ โซเดียมคลอไรด์ ปริมาณสูงและมีความเค็มมาก (สิทธิชัย, 2549) ส่งผลให้ค่าความเค็มของน้ำแปรผันตามน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยในบริเวณนั้น ค่าความเค็มของน้ำจึงสูงขึ้น โดยเฉพาะบริเวณจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายจุดที่ 9 และจุดที่ 10 เพราะบริเวณนี้อยู่ใกล้ป่าชายเลน โดยคลองกำพวนมีความเค็มของน้ำเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ 0.270 ± 1.600 พีพีที (ภาพที่ 10; ตารางผนวกที่ ข6) ยังคงอยู่ในระดับความเค็มของน้ำจืดซึ่งอยู่ที่ 0-0.5 พีพีที และบางช่วงคือจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายจุดที่ 9 และจุดที่ 10 อยู่ในระดับความเค็มของน้ำกร่อยซึ่งอยู่ที่ 0.5-25 พีพีที (Roth, 2009) และค่าการนำไฟฟ้าในน้ำในคลองกำพวนพบว่าการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลเช่นกัน ปัจจัยที่ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับลักษณะเคมีของดิน ภูมิประเทศ ปริมาณน้ำฝน (สิทธิชัย, 2549) โดยบริเวณต้นน้ำจะมีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำต่ำ และค่อย ๆ มีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงขึ้นเมื่ออยู่ติดกับทะเล เนื่องจากในระยะทางที่เพิ่มขึ้นน้ำจะชะล้างเอาสารต่าง ๆ ซึ่งเกิดจากธรรมชาติ หรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์สะสมเพิ่มขึ้นตามลำดับ และอีกเหตุผลสำคัญโดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) บริเวณจุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9 และจุดที่ 10 ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืดและน้ำลงของทะเล เพราะบริเวณนี้อยู่ใกล้ป่าชายเลน การนำไฟฟ้าของน้ำนั้นจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนในน้ำ น้ำทะเลโดยทั่วไปมีไอออนมากกว่าน้ำจืดโดยมีไอออนของโซเดียมคลอไรด์ จำนวนมากแตกตัวเป็นไอออนได้ ส่งผลให้ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำแปรผันตามน้ำทะเลหรือน้ำกร่อยในบริเวณนั้นไปด้วย (Speight and Henderson, 2010) ทำให้ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำสูงมาก โดยในคลองกำพวนมีค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเฉลี่ยในรอบปีที่ 0.443 ± 2.583 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (ภาพที่ 11; ตารางผนวกที่ ข7) ใกล้เคียงกับค่าการนำไฟฟ้าของแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ในช่วง 150-300 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (0.150-0.300 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) (สิทธิชัย, 2549) และน้อยกว่าค่าการนำไฟฟ้าในน้ำทะเลซึ่งอยู่ที่ 56,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (0.56 ซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) (Speight and Henderson, 2010)

จากผลการศึกษาธาตุอาหารในน้ำทั้งค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำในคลองกำพวน พบว่าการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลที่สัมพันธ์กัน ทั้งค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และ

ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ ในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) มีค่าต่ำกว่าช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) โดยพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำแตกต่างกันนั้นเกิดเนื่องจากในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมาก ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนที่ไหลมากับน้ำจะเจือจางลง และในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณน้ำน้อยค่าไนเตรท-ไนโตรเจนที่ไหลมากับน้ำจะมีความเข้มข้นมากขึ้น ในแหล่งน้ำนั้นค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำมาจากธรรมชาติ คือ ตะกอนดิน เกษตรกรรม เช่น ปุ๋ย ของเสียจากสัตว์ และน้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น แต่ตลอดปีพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำของคลองกำพวนมีปริมาณน้อยมาก โดยคลองกำพวนมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยในรอบปีที่ 0.175 ± 0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 12; ตารางผนวกที่ ข8) ซึ่งเป็นไปตามสถิติชัย (2549) กล่าวว่าไว้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีไนเตรทละลายอยู่โดยเฉลี่ยประมาณ 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทย (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำแตกต่างกันเช่นกัน เนื่องจากว่าในช่วงฤดูฝนมีปริมาณน้ำมาก ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ไหลมากับน้ำจะเจือจางลง และในช่วงฤดูร้อนมีปริมาณน้ำน้อย ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ไหลมากับน้ำจะมีความเข้มข้นมากขึ้น แหล่งกำเนิดแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำมาจากธรรมชาติ คือ ตะกอนดิน เกษตรกรรม เช่น ปุ๋ย ของเสียจากสัตว์ และน้ำเสียจากชุมชน เป็นต้น แต่พบว่าค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนของคลองกำพวนตลอดปีมีปริมาณน้อยมาก โดยคลองกำพวนมีค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ 0.057 ± 0.088 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 13; ตารางผนวกที่ ข9) เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทยที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) และเป็นภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และสุดท้ายค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำก็แตกต่างกันไปเช่นกัน เนื่องจากว่าในฤดูร้อนมีปริมาณน้ำน้อย ทำให้ความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำมีความเข้มข้นสูงขึ้น ส่วนในฤดูฝนมีปริมาณน้ำมากมาเจือจาง ส่งผลให้ความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำลดลง แหล่งกำเนิดออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำนี้มาจากตะกอนดินที่มีเกลือองค์ประกอบของฟอสเฟต เกษตรกรรม เช่น สารเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ เป็นต้น รวมทั้งน้ำเสียจากชุมชน (สถิติชัย, 2549) แต่พบว่าค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำของคลองกำพวนตลอดปีมีปริมาณน้อยมาก โดยคลองกำพวนมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยในรอบปีที่อยู่ 1.010 ± 0.765 ไมโครกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 13; ตารางผนวกที่ ข10) สามารถจัดคลองกำพวนเป็นแหล่งน้ำที่มีอาหารน้อย (oligotrophic) และมีปริมาณฟอสเฟตน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร (van Haandel *et al.*, 2007) และเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณชีวมวลในน้ำ

จากผลการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำในคลองกำพวนพบว่าการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาล โดยในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำต่ำกว่าช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) เนื่องจากว่าค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำนี้เป็นองค์ประกอบที่ได้มาจากสาหร่าย (Graham *et al.*, 2009) ดังนั้นจึงมีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของสาหร่ายด้วย (ภาพที่ 59) จะเห็นว่าความชุกชุมของสาหร่ายจะมีจำนวนมากในช่วงฤดูร้อน จึงส่งผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำสูงขึ้นด้วย ส่วนในฤดูฝน มีความชุกชุมของสาหร่ายน้อย จึงส่งผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำต่ำลง ปัจจัยที่ส่งผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำสูงในฤดูร้อน คือ แสง ซึ่งแสงแดดจัดในฤดูร้อนนี้จะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำสูงขึ้น รวมทั้งอัตราการไหลของน้ำที่ลดลงเนื่องจากปริมาณน้ำลดลงในฤดูร้อน เป็นภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายมากกว่าฤดูฝน ก็มีส่วนให้ความชุกชุมของสาหร่ายเพิ่มขึ้น และส่งผลให้ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำสูงขึ้นไปด้วย (Cushing and Allan, 2001) โดยในคลองกำพวนมีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยในรอบปีอยู่ที่ 0.075 ± 0.045 ไมโครกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 15; ตารางผนวกที่ ข11) ซึ่งสามารถจัดอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยมาก (ultra-oligotrophic status) ซึ่งมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำน้อยกว่า 1.00 ไมโครกรัมต่อลิตร (Malek *et al.*, 2011)

ความหลากหลายของสาหร่าย

จากผลการศึกษาองค์ประกอบของสกุลของสาหร่ายในคลองกำพวน (ภาพที่ 16; ตารางผนวกที่ ข12) พบสาหร่ายอยู่ใน 5 หมวด รวมทั้งหมด 41 สกุล ประกอบด้วยสาหร่ายกลุ่มที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดคือ หมวด Chlorophyta 21 สกุล รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta 15 สกุล หมวด Cyanophyta 3 สกุล หมวด Charophyta และหมวด Euglenophyta พบหมวดละ 1 สกุล สอดคล้องกับการศึกษาของเฉลิมศรี (2532) ที่ศึกษาองค์ประกอบของสกุลสาหร่ายในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน ในช่วงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2529 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2530 พบสาหร่ายทั้งหมด 6 หมวด 83 สกุล โดยหมวด Chrolophyta พบจำนวนสกุลมากที่สุดคือ 35 สกุล รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta 26 สกุล หมวด Cyanophyta 14 สกุล หมวด Euglenophyta 4 สกุล หมวด Pyrrophyta 3 สกุล และ หมวด Chrysophyta 1 สกุล การศึกษาของสมชาย (2539) ที่ศึกษาองค์ประกอบของสกุลสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี ช่วงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2536 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2537 พบสาหร่ายทั้งหมด 6 หมวด 105 สกุล โดย

หมวด Chlorophyta พบจำนวนสกุลมากที่สุดคือ 60 สกุล รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta 22 สกุล หมวด Cyanophyta 16 สกุล หมวด Euglenophyta 3 สกุล หมวด Pyrrophyta 2 สกุล และหมวด Chrysophyta 2 สกุล และการศึกษาของ Ariyadej *et al.* (2004) ศึกษาองค์ประกอบของสกุลสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำบางกลาง จังหวัดยะลา ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2543 ถึงเดือนเมษายน พ.ศ. 2544 พบสาหร่ายทั้งหมด 7 หมวด 135 สกุล โดยหมวด Chlorophyta พบจำนวนสาหร่ายมากที่สุด ร้อยละ 50 รองลงมาคือ หมวด Cyanophyta ร้อยละ 21 หมวด Bacillariophyta ร้อยละ 13 หมวด Pyrrophyta ร้อยละ 6 หมวด Chryptophyta ร้อยละ 4 หมวด Chrysophyta ร้อยละ 3 และหมวด Euglenophyta ร้อยละ 3 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบสาหร่ายทุกสกุลที่มีการรายงานไว้แล้วในการวิจัยต่าง ๆ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำไหลในรอบ 10 ปีล่าสุดในแหล่งน้ำของประเทศไทย ได้แก่ แม่น้ำโขง (สุภัทธีรา, 2551; เอกชัย, 2553) ลำน้ำคำ จังหวัดเชียงราย (ธนิสรา, 2549) แม่น้ำปิง ภาคเหนือ (พงษ์พันธุ์, 2550; Kunpradid, 2005) แม่น้ำน่าน ภาคเหนือ (Kunpradid, 2005)) หนองสระเรียม จังหวัดเชียงใหม่ (ขจรเกียรติ และคณะ, 2552) แม่น้ำแม่สา จังหวัดเชียงใหม่ (Ngearnpat and Peerapornpisal, 2007) แม่น้ำสะแกกรัง (สุรกิจ, 2550) ลุ่มน้ำอำเภothองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี (สุทธรธรรม, 2547) เขื่อนแก่งกระจาน (Meesukko *et al.*, 2007) แม่น้ำบางปะกง (ปรัชญา, 2545) แม่น้ำแม่กลอง (ศิริพร, 2549) คลองบางสร้อย จังหวัดเพชรบุรี (พรรณ, 2545) น้ำตกกระทิง และน้ำตกป่าละอู จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (พงศ์ธร, 2550) เขื่อนบางลาง (Ariyadej *et al.*, 2004) (ตารางผนวกที่ ข20)

จากผลการศึกษาครั้งนี้พบสาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชมากที่สุดเกือบทุกสกุล ยกเว้นสกุล *Chara* ของหมวด Charophyta เพียงสกุลเดียว เนื่องจากเป็นสาหร่ายที่มีทลัสต์คล้ายพืชชั้นสูงโดยมีส่วนคล้ายราก คล้ายลำต้น และคล้ายใบ ดำรงชีวิตโดยการเกาะกับหินหรือดินเท่านั้น (ดังนั้นการศึกษานี้ในส่วน of สกุล *Chara* จึงศึกษาได้เฉพาะความหลากหลายและลักษณะสัณฐานวิทยาเท่านั้น โดยไม่ได้กล่าวในเรื่องความชุกชุมของสาหร่าย และความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายภาพและคุณภาพของน้ำบางประการ) นอกจากนี้สาหร่ายในบางสกุลนอกจากจะดำรงชีวิตรูปแบบแพลงก์ตอนพืชแล้ว ยังสามารถดำรงชีวิตแบบเกาะด้วย ทั้งเกาะบนก้อนหิน กรวด ทราย พืช น้ำ และโคลน สาหร่ายในคลองกำพวนที่ดำรงชีวิตแบบเกาะ ได้แก่ สกุล *Oscillatoria*, *Pseudanabaena*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium*, *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*, *Cymbella*, *Gomphonema* และ *Amphora* โดยเฉพาะสกุล *Mougeotia*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium*,

Spirogyra, *Zygnema*, *Cymbella* และ *Gomphonema* จะสามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำไหลทั่วโลก (Naselli-Flores and Barone, 2010)

จากผลการศึกษาพบว่าหลาย ๆ สกุลของสาหร่ายที่พบในการศึกษาค้างนี้ พบว่ามีศักยภาพเหมาะสมที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้ในปัจจุบันเป็นอย่างมาก อาทิ สกุล *Scenedesmus* และ *Euglena* ที่มีศักยภาพสูงเนื่องจากมีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรตสูง (ยูวดี, 2548, 2549; อาภารัตน์, 2551, 2552; ยูวดี และจิรพร, 2552; Graham *et al.*, 2009) สกุล *Spirogyra* หรือที่เรียกว่าเทาน้ำ นำมาทำเป็นเมนูต่าง ๆ รับประทานได้ (ยูวดี และจิรพร, 2552) สกุล *Scenedesmus* นำมาเป็นอาหารผสมใช้เลี้ยงปลาตะเพียน พบว่าปลาตั้งท้องเร็วกว่าปกติ อัตราการอยู่รอดของลูกปลาสูงกว่าปกติ (ยูวดี, 2549) สกุล *Nitzschia* ใช้ต่อต้านแบคทีเรียได้เช่นเดียวกัน (ยูวดี, 2549; ยูวดี และจิรพร, 2552) สกุล *Oscillatoria* เป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมีของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ใกล้เคียง โดยมีผลแตกต่างกันออกไป เช่น เป็นพิษต่อเซลล์ (cytotoxin) ตับ (hepatotoxin) ระบบประสาท (neurotoxin) ฤทธิ์ต่อต้านไวรัส (antiviral activity) เชื้อรา (antifungal activity) แบคทีเรีย (antibacterial activity) และยังมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของสาหร่าย (antialgal activity) รวมทั้งพืชบางชนิดได้ (Camacho, 2008) รวมทั้งยังสามารถนำมาใช้ในกระบวนการบำบัดน้ำเสีย (ปิยบุตร, 2550) ใช้ในการศึกษาและทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่น สาหร่ายไฟ สกุล *Chara* (ยูวดี, 2548) นอกจากนี้สาหร่ายรูปแบบแพลงก์ตอนพืชโดยเฉพาะชนิดที่สามารถเลี้ยงง่ายในห้องปฏิบัติการ เช่น สกุล *Scenedesmus* เป็นต้น มาใช้ในการศึกษาและทดลองทางวิทยาศาสตร์ เช่นกัน (Graham *et al.*, 2009; ลัดดา, 2544) น้ำมันเป็นอาหารสะสมที่พบได้ในสาหร่ายหลายสกุล โดยพบน้ำมันในเซลล์สูงถึง 75% ของน้ำหนักแห้งในสาหร่ายบางชนิด โดยมีสาหร่ายหลายสกุลมีศักยภาพ เช่น สกุล *Scenedesmus*, *Euglena* และไดอะตอม (หมวด Bacillariophyta) เป็นต้น (รัตนภรณ์, 2550; Graham *et al.*, 2009; Scragg *et al.*, 2003) สาหร่ายในหมวด Bacillariophyta หรือไดอะตอมมีความสำคัญเนื่องจากเป็นหลักฐานการพิสูจน์ทางนิติวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะศพที่จมน้ำตาย เนื่องจากไดอะตอมมีซิลิกาที่ผนังเซลล์ ซึ่งมีความคงทน และไม่ย่อยสลาย จึงสามารถใช้เป็นหลักฐานได้สำหรับการพิสูจน์ศพที่จมน้ำ (ยูวดี และจิรพร, 2552; Graham *et al.*, 2009)

จากผลการศึกษาความหลากหลายของสกุลสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปี (ภาพที่ 58; ตารางผนวกที่ ข12) พบว่าเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 พบความหลากหลายของสกุลสาหร่ายมากที่สุด จำนวน 40 สกุล ตามด้วยเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 พบ 35 สกุล เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 พบ 33 สกุล เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 พบ 28 สกุล เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบ 25 สกุล และเดือน

ตุลาคม พ.ศ. 2552 พบ 24 สกุล โดยพบว่าความหลากหลายของสกุลสาหร่ายมีการกระจายแตกต่างกันตามฤดูกาล โดยช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) มีความหลากหลายของสกุลสาหร่ายมากกว่าช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) เนื่องจากว่าในคลองกำพวนช่วงฤดูร้อนนี้มีปริมาณการไหลของน้ำจากแหล่งกำเนิดน้ำและปริมาณน้ำฝนน้อย ทำให้อัตราการไหลของน้ำลดลง ส่งผลให้ตะกอนที่ไหลมาตามน้ำที่ก่อให้เกิดความขุ่นของน้ำลดลง รวมทั้งปริมาณน้ำที่น้อยลงทำให้แสงแดดจัดที่มีมากอยู่แล้วในช่วงฤดูร้อนส่องไปถึงพื้นของคลองพวนได้ตลอดทั้งคลอง สาหร่ายที่อยู่ในคลองกำพวนสามารถที่จะสังเคราะห์แสง เจริญเติบโตเต็มที่ และสืบพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และอัตราการไหลของน้ำที่ช้าลงในช่วงฤดูร้อนนี้ก็เป็นปัจจัยที่สำคัญ สาหร่ายหลายชนิดที่ไม่สามารถทนต่อกระแสน้ำที่แรงได้ จะชอบอยู่น้ำนิ่งหรือน้ำไหลช้า โดยจะพบสาหร่ายส่วนใหญ่ที่อยู่ในรูปแพลงก์ตอนพืชสามารถสามารถดำรงชีวิตได้เป็นอย่างดี ส่วนสาหร่ายแบบเกาะสามารถชอบดำรงชีวิตได้ทั้งน้ำนิ่งและน้ำไหลแรงมาก (Stevenson, 2010) โดยเฉพาะสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta และ Chlorophyta ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงฤดูร้อนนี้ เช่น สกุล *Oedogonium* และ *Mougeotia* กลุ่มเดสมิด และสกุล *Chara* ที่ชอบอยู่ในน้ำนิ่ง เป็นต้น ส่วนสาหร่ายบางชนิดสามารถทนกระแสน้ำที่แรงได้ดีในระดับหนึ่ง เช่น สกุล *Oscillatoria*, *Scenedesmus*, *Spirogyra* และกลุ่มไดอะตอม (หมวด Bacillariophyta) เป็นต้น (Bellinger and Sige, 2010)

จากผลการศึกษาความหลากหลายของสกุลสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดในรอบปี พบว่าคลองกำพวนมีความหลากหลายของสกุลสาหร่ายตลอดในรอบปีใน 3 หมวด รวมทั้งหมด 16 สกุล ประกอบด้วยสาหร่ายกลุ่มที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดตลอดรอบปี คือ หมวด Bacillariophyta พบ 10 สกุล ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Eunotia*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Stauroneis*, *Nitzschia* และ *Surirella* รองลงมา คือ หมวด Chlorophyta พบ 5 สกุล ได้แก่ สกุล *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Cylindrocystis*, *Closterium* และ *Cosmarium* หมวด Cyanophyta พบ 1 สกุล คือ สกุล *Oscillatoria* ซึ่งการที่พบสกุลของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุดสอดคล้องกับ Stevenson (2010) เนื่องจากว่าสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta (ไดอะตอม) เป็นกลุ่มสาหร่ายที่ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของแหล่งน้ำได้ (Bellinger and Sige, 2010) โดยเฉพาะสาหร่าย สกุล *Gomphonema*, *Navicula*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Nitzschia* และ *Synedra* สามารถพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำไหลทั่วโลก (Cushing and Allan, 2001; Moss, 2010) เนื่องจากมีโครงสร้างของผนังเซลล์ที่แข็งแรงจากซิลิกา และดำรงชีวิตได้ในพื้นที่ที่น้ำไหล ซึ่งมีสภาพน้ำไหลเอื่อยกว่าด้านบน รวมทั้งสกุล *Oscillatoria*, *Closterium*, *Oedogonium*, *Scenedesmus*, *Spirogyra* และ *Stigeoclonium* (Azim, 2010)

จากผลการศึกษาความชุกชุมของสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดในรอบปี (ภาพที่ 59; ตารางผนวกที่ ข19) พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายในฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) มากกว่าฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) สอดคล้องกับการศึกษาของสุรกิจ (2550) ที่ศึกษาการแพร่กระจายของสาหร่ายในแม่น้ำสะแกกรัง จังหวัดอุทัยธานี ที่พบความชุกชุมของสาหร่ายในฤดูร้อนมากกว่าฤดูฝนเช่นกัน โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายสูงสุดในเดือนเมษายน เนื่องจากในช่วงฤดูร้อน เป็นช่วงที่มีปริมาณน้ำฝนน้อยด้วยลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้ระดับน้ำในคลองลดลง อัตราการไหลของน้ำลดลง เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสาหร่ายมากที่สุด รวมทั้งแสงแดดที่จัดในช่วงฤดูร้อน สามารถส่องผ่านไปถึงพื้นล่างของน้ำได้ทั่วถึง สาหร่ายสามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้เต็มที่ โดย Roth (2009) กล่าวว่า การไหลของน้ำของแหล่งน้ำจืดที่เป็นแม่น้ำหรือลำธารเป็นปัจจัยสิ่งแวดล้อมสำคัญที่สุดที่กำหนดการเจริญเติบโตของสาหร่ายในบริเวณนี้ และในช่วงฤดูร้อนพบว่ามีธาตุอาหารในแหล่งน้ำอยู่มากกว่า ทำให้สาหร่ายนำธาตุอาหารเหล่านี้ไปใช้อย่างเต็มที่ จากการศึกษายังพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด ตามด้วยหมวด Chlorophyta หมวด Cyanophyta และหมวด Euglenophyta ตามลำดับ (ภาพที่ 60; ตารางผนวกที่ ข19) สอดคล้องกับการศึกษาของพิมพ์ลัญช์ (2546) ที่ศึกษาสาหร่ายในปากแม่น้ำเวฬุ สำหรับศิริพร (2549) ที่ศึกษาสาหร่ายในแม่น้ำแม่กลอง พบสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta หนาแน่นมากที่สุด เนื่องจากสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta สามารถปรับตัวได้ในทุกสภาวะของน้ำ พบว่าโครงสร้างของสาหร่ายหมวด Bacillariophyta แข็งแรง เนื่องจากประกอบด้วยซิลิกาปกคลุมผนังเซลล์ และมักจะหลบอยู่บริเวณพื้นท้องน้ำ เพื่อลดการกระแทก รวมทั้งสามารถจะดำรงชีวิตได้หลายแบบ ทั้งแบบแพลงก์ตอนพืชและแบบยึดเกาะ ทำให้พบสาหร่ายกลุ่มนี้ได้มากตลอดปี โดยความชุกชุมของสกุลสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีที่มีมากที่สุด คือ สกุล *Cymbella* ตามด้วยสกุล *Navicula*, *Staurastrum*, *Synedra*, *Gomphonema*, *Pleurosigma*, *Cosmarium*, *Mougeotia*, *Eunotia* และ *Stauroneis* ตามลำดับ (ภาพที่ 61; ตารางผนวกที่ ข19) จะเห็นว่าสกุลของสาหร่ายที่พบความชุกชุมมากที่สุดอยู่ในหมวด Bacillariophyta เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้สามารถปรับตัวต่อสภาวะแวดล้อมได้ดี ส่งผลให้มีการเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี ทำให้มีความชุกชุมมากที่สุดในรอบปี (Moss, 2010; Bellinger and Sigeo, 2010) โดยเฉพาะสาหร่ายสกุล *Gomphonema*, *Navicula*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Nitzschia* และ *Synedra* ที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำไหลทั่วโลก (Cushing and Allan, 2001; Moss, 2010) Sabater (2010) กล่าวว่า สาหร่ายหมวด Bacillariophyta พบในแหล่งน้ำจืดถึงร้อยละ 80 พบตามแหล่งน้ำไหล เช่น ลำธาร แม่น้ำ คลอง น้ำตก เป็นต้น

จากผลการศึกษาดัชนีทางนิเวศวิทยาของสาหร่ายในคลองกำพวนพบว่าให้ผลการศึกษาที่สอดคล้องกัน (ตารางที่ 5) ดัชนีความหลากหลายแสดงถึงความหลากหลายของสกุลสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษา จะมีค่าน้อยเมื่อสกุลของสาหร่ายน้อย และมีค่ามากเมื่อมีสกุลของสาหร่ายมาก โดยดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายในคลองกำพวนมีค่าสูงอยู่ในช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) และลดลงมาในช่วงฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก) โดยค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายอยู่ระหว่าง 1.41-2.61 (ตารางที่ 5) Chiangthong and Phalaraksh (2007) กล่าวว่าถ้าค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าต่ำกว่า 1 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณสมบัติไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต หรือน้ำได้รับมลพิษรุนแรง (heavy pollution) ถ้าค่าดัชนีความหลากหลายอยู่ระหว่าง 1-3 แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีคุณสมบัติที่สิ่งมีชีวิตพอจะอาศัยอยู่ได้ หรือได้รับมลพิษเล็กน้อยถึงปานกลาง (light or moderate pollution) และถ้าค่าดัชนีความหลากหลายมีค่ามากกว่า 3 ขึ้นไปแสดงว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมที่สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้อย่างดี หรือน้ำได้รับมลพิษน้อยมาก (slight pollution) จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายในคลองกำพวนอยู่ระหว่าง 1-3 แสดงว่าน้ำในคลองกำพวนนี้มีคุณสมบัติที่สิ่งมีชีวิตพอจะอาศัยอยู่ได้ และในฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) มีค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายสูงสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบมีจำนวนสกุลของสาหร่ายมีจำนวนมาก และความชุกชุมของสาหร่ายมากดังที่กล่าวไปแล้ว ส่วนดัชนีความชุกชุมหรือความมากชนิดเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราความชุกชุมของสาหร่ายที่พบในแต่ละเดือนที่ศึกษา โดยค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายในคลองกำพวนมีค่าสูงอยู่ในช่วงฤดูร้อน และลดลงมาในช่วงฤดูฝนเช่นกัน โดยค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายอยู่ระหว่าง 2.82-4.00 (ตารางที่ 5) Magurran (2004) กล่าวว่าถ้าดัชนีความชุกชุมสูง แสดงว่าบริเวณแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณหรือความชุกชุมของสาหร่ายในปริมาณที่สูง จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายในคลองกำพวนอยู่ระหว่าง 2-4 โดยในฤดูร้อนมีค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายสูงสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่ามีค่าความชุกชุมของสาหร่ายสูงมากอย่างชัดเจนในช่วงนี้ดังที่กล่าวไปแล้ว และดัชนีความสม่ำเสมอหรือความเท่าเทียมเป็นค่าที่บ่งบอกถึงอัตราการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายแต่ละสกุลของแต่ละเดือนที่ศึกษา เมื่อคำนวณแล้วมีค่าสูงแสดงว่าในแต่ละเดือนที่ศึกษานั้นประกอบด้วยสกุลที่มีจำนวนใกล้เคียงกัน และมีการกระจายของแต่ละสกุลสาหร่ายที่สม่ำเสมอ โดยค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายในคลองกำพวนมีค่าสูงอยู่ในช่วงฤดูร้อนและลดลงมาในช่วงฤดูฝนเช่นกัน โดยค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายอยู่ระหว่าง 0.38-0.70 (ตารางที่ 5) Bellinger and Sigee (2010) กล่าวว่า ถ้าค่าดัชนีความสม่ำเสมอยิ่งเข้าใกล้ 1 แสดงว่าบริเวณแหล่งน้ำนั้นมีความชุกชุมของแต่ละสกุลของสาหร่ายใกล้เคียงกันหรือเท่ากัน (ถ้าค่าดัชนีความสม่ำเสมอเท่ากับ 1 แสดงว่าบริเวณแหล่งน้ำนั้นมีความชุกชุมของแต่ละสกุลของสาหร่ายเท่ากัน) จากการศึกษาพบว่าค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายในคลองกำพวนอยู่ระหว่าง

0.38-0.70 โดยในฤดูร้อนมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายสูงสุดคล้อยกับผลการศึกษาที่พบว่ามีความชุกชุมของสาหร่ายสูงอย่างชัดเจนและแต่ละสกุลมีความชุกชุมของสาหร่ายใกล้เคียงกันมากที่สุดในช่วงนี้ ดังที่กล่าวไปแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถพิจารณาร่วมกันได้ระหว่างดัชนีความหลากหลายกับดัชนีความสม่ำเสมอ ตามที่จิตติมา (2544) กล่าวว่าถ้ามีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำแต่มีค่าดัชนีความสม่ำเสมอสูง แสดงว่าสาหร่ายในบริเวณนั้น ๆ มีจำนวนชนิดน้อย และความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลมีค่าใกล้เคียงกัน แต่ถ้ามีค่าดัชนีความหลากหลายต่ำ และมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอต่ำด้วย แสดงว่าสาหร่ายในบริเวณนั้น ๆ มีจำนวนชนิดน้อย และความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลมีค่าไม่สม่ำเสมอ ซึ่งจะพบว่าในบริเวณนี้จะมีสาหร่ายที่โดดเด่นขึ้นมาอย่างชัดเจนในความชุกชุมของสาหร่าย เรียกว่า dominance genus นั่นเอง ในขณะที่สาหร่ายในสกุลอื่น ๆ จะมีความชุกชุมต่ำ ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าต่ำลงไปด้วย จากผลการศึกษาพบว่าในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และสิงหาคม พ.ศ. 2553 ที่พบค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายต่ำ และมีค่าความสม่ำเสมอของสาหร่ายต่ำเช่นกัน ทำให้พบว่าในช่วงนี้ของปีจะมี dominance genus เกิดขึ้น ซึ่งลักษณะแบบนี้แสดงถึงการได้รับความเครียด หรือการรบกวนจากปัจจัยทางกายภาพหรือชีวภาพของสิ่งแวดล้อมขึ้น

ดัชนีความคล้ายคลึงเป็นค่าที่บอกถึงระดับความคล้ายคลึงกันของสกุล ภายในสกุลของสาหร่ายจากการเปรียบเทียบตัวอย่างสุ่ม 2 ตัวอย่าง ว่ามีความเหมือนกันหรือแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด ทำให้ทราบว่าโครงสร้างสาหร่ายที่พบในแต่ละบริเวณที่นำมาเปรียบเทียบกันมีองค์ประกอบของจำนวนสกุล และจำนวนหน่วยภายในสกุลที่คล้ายคลึงกันหรือไม่ และมีค่าอยู่ในระดับใด (Chao *et al.*, 2005) จากผลการศึกษา (ตารางที่ 6) พบว่าในเดือนกุมภาพันธ์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนเมษายนและเดือนมิถุนายนมากที่สุด โดยค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายเฉลี่ยของช่วงนี้ (3 เดือน) อยู่ที่ร้อยละ 59.07 ซึ่งช่วงนี้มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายมากที่สุดในรอบปี (มีความคล้ายคลึงกันเกิน 50%) เมื่อพิจารณาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการพบหลายปัจจัยที่มีค่าใกล้เคียงกัน สอดคล้องกับการผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis และ MDS

ผลการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis ของ Bray-Curtis และวิธี multi-dimensional scaling (MDS) สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายได้ 3 กลุ่ม (ภาพที่ 62; ภาพที่ 63) ประกอบไปด้วย กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยเดือน

กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 จากตารางที่ 8 จะเห็นว่ากลุ่มที่ 3 มีจำนวนสกุลของสาหร่าย ความชุกชุมสาหร่ายทั้งหมด ความชุกชุมสาหร่ายแต่ละหมวด ความชุกชุมสาหร่ายแต่ละสกุลโดดเด่น และค่าดัชนีทางนิเวศวิทยาสูงที่สุด ตามด้วยกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 1 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปัจจัยที่ส่งผลการความคล้ายคลึงกันของสาหร่ายจากตารางที่ 7 ได้แก่ ความโปร่งใสของน้ำ (ความลึกของน้ำ ปริมาณน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ) อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ความเค็มของน้ำ การนำไฟฟ้าในน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ โดยกลุ่มที่ 1 อยู่ในช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนมาก ทำให้น้ำในคลองมีปริมาณมากและมีอัตราการไหลที่สูง เป็นภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสาหร่าย กลุ่มที่ 2 อยู่ในช่วงต้นฤดูร้อน ปริมาณน้ำฝนเริ่มลดลง ทำให้น้ำในคลองเริ่มลดลงและอัตราการไหลของน้ำเริ่มลดลง สาหร่ายบางชนิดที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะน้ำไหลเอื่อยเริ่มเจริญเติบโตได้ รวมทั้งสาหร่ายที่ทนทานต่อน้ำไหลแรงอยู่แล้วสามารถเจริญเติบโตได้มากยิ่งขึ้นนั่นเอง ส่วนกลุ่มที่ 3 อยู่ในช่วงฤดูร้อน ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายทุกประเภทเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากช่วงนี้มีปริมาณน้ำฝนน้อย ทำให้น้ำในคลองลดลงและอัตราการไหลของน้ำช้าลง บางแห่งเกิดน้ำขังสาหร่ายโดยเฉพาะรูปแบบแพลงก์ตอนพืชจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และกลุ่มสาหร่ายที่ทนต่อน้ำไหลโดยเฉพาะพวกเกาะและไดอะตอมก็เจริญได้ดีเช่นกัน ทำให้ความชุกชุมของสาหร่ายในช่วงนี้มีปริมาณสูง อีกทั้งแสงแดดที่สูงจัดทำให้มีอัตราการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายเพิ่มขึ้นมาก สาหร่ายจึงเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว

ความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการ

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการกับความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวด และความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นแต่ละสกุลของแต่ละเดือนที่ศึกษา นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) หรือค่า r ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และร้อยละ 99 ($= 0.05$ และ 0.01) เพื่อหาข้อมูลความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการของคลองกำแพงนรในรอบปี ค่า r มีค่าน้อยที่สุด คือ -1 และมีค่ามากที่สุด คือ 1 ถ้าค่าที่ได้มีค่าเข้าใกล้ -1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม ยิ่งเข้าใกล้ -1 ยิ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามมาก ถ้าค่าที่ได้มีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าไม่มีแนวโน้มความสัมพันธ์กัน แต่ถ้ามีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน ยิ่งเข้าใกล้ 1 ยิ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันมาก (Stangor, 2010) จากผลการศึกษาพบว่าคุณสมบัติทางกายและ

ทางเคมีของน้ำบางประการกับความชุกชุมของสาหร่ายมีความสัมพันธ์กันทั้งในทิศทางตรงกันข้าม และทิศทางเดียวกัน เนื่องจากสาหร่ายแต่ละหมวด และแต่ละสกุลต้องการปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ต่างกัน (Stevenson, 2010)

จากผลการศึกษาพบว่าค่าความโปร่งใสของน้ำ (ค่าความลึกของน้ำ) มีความคล้ายคลึงกัน ทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9) โดยความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด และสาหร่ายโคเคนสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความลึกของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ความลึกในคลองกำพวนสอดคล้องกับอัตราการไหลของน้ำ และปริมาณแสงแดดที่ส่องถึงพื้นล่างของคลอง เมื่อมีความลึกมาก นั่นคือปริมาณน้ำมาก ทำให้อัตราการไหลของน้ำมากขึ้น และเกิดความขุ่นที่เกิดจากตะกอนขึ้น เป็นสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ทำให้มีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสง และการเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณของสาหร่าย ซึ่งตรงข้ามกับช่วงที่มีความลึกของน้ำน้อย ที่มีปริมาณน้ำน้อย ทำให้อัตราการไหลของน้ำต่ำ แสงแดดสามารถที่จะส่องไปได้ทั่วถึงพื้นล่างคลองมากขึ้น สภาวะนี้เป็นสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของสาหร่ายทุกประเภท (Stevenson, 2010)

จากผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าอุณหภูมิของน้ำ พบว่ามีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9) โดยความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมด สาหร่ายในหมวด Cyanophyta และ Bacillariophyta และสาหร่ายโคเคนสกุล *Navicula* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ Bellinger and Sigeo (2010) กล่าวว่าอุณหภูมิของน้ำมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของสาหร่าย เนื่องจากว่าสาหร่ายแต่ละสกุลสามารถแพร่พันธุ์ได้ในอุณหภูมิช่วงใดช่วงหนึ่งเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) อุณหภูมิมีค่าสูงขึ้น และมีแดดจัด ประกอบกับน้ำมีความโปร่งแสงสูง ทำให้แสงส่องลงไปในน้ำได้ดี สาหร่ายเจริญเติบโตเพิ่มปริมาณมากขึ้น อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของสาหร่ายหลายสกุลจะอยู่ในช่วง 20-29 องศาเซลเซียส ซึ่งสาหร่ายในแหล่งน้ำจืดสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 25-30 องศาเซลเซียส โดยเฉพาะสาหร่ายในหมวด Cyanophyta ที่ชอบเจริญเติบโตช่วงอุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียส (เปี่ยมศักดิ์, 2538)

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าพีเอชของน้ำ พบว่ามีความคล้ายคลึงกันทั้งหมด ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับพีเอชของน้ำเสมอ (ตารางที่ 9) โดยความชุกชุม

ของสาหร่ายทั้งหมด และสาหร่ายโคเคนสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับพีเอชของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าพีเอชของน้ำมีการผันแปรตามความชุกชุมของสาหร่าย นั่นคือเมื่อความชุกชุมของสาหร่ายมีค่าสูงจะพบว่าค่าพีเอชของน้ำมีค่าสูงขึ้น การที่พีเอชมีค่าสูงเนื่องมาจากสาหร่ายที่มีปริมาณมากนี้ต้องการคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ที่ละลายในน้ำเป็นปริมาณมากเช่นกัน เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง เมื่อปริมาณ CO_2 มีไม่เพียงพอกับปริมาณสาหร่ายที่เพิ่มขึ้น จึงต้องการรับ CO_2 ที่ได้จากไฮโดรเจนคาร์บอเนต (HCO_3^-) ซึ่งละลายอยู่ในน้ำ น้ำที่มีปริมาณสาหร่ายมากจึงมีปริมาณ CO_3^{2-} สูงทำให้พีเอชมีค่าสูงกว่า 8.3 หากปริมาณสาหร่ายมีปริมาณมากจน CO_2 ที่ได้จาก HCO_3^- ไม่เพียงพอ สาหร่ายจะดึง CO_2 จาก CO_3^{2-} ต่ออีกที ค่าพีเอชของน้ำก็จะสูงขึ้นอีก เพราะมีปริมาณ OH^- ซึ่งเกิดและเพิ่มสะสมจากการใช้ CO_3^{2-} ให้ CO_2 จนกระทั่งอาจมีค่าของพีเอชในช่วง 10-11 ได้ ซึ่งเป็นระดับที่สาหร่ายไม่สามารถเจริญเติบโตได้ การใช้ CO_2 ที่เพิ่มขึ้นจึงลดลง (Gürel and Pehlivanoglu-Mantas, 2010) และสกุล *Cymbella* จะพบจำนวนมากในช่วงฤดูร้อนช่วงเดือนธันวาคม และเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากมีระดับค่าพีเอชของน้ำสูงขึ้นในระดับหนึ่งที่ 6.86 และ 6.56 โดยสิทธิชัย (2549) กล่าวว่าระดับค่าพีเอชของน้ำที่มีค่าต่ำกว่า 7.4 มักจะพบสกุล *Cymbella* เป็นจำนวนมาก

จากผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 9) ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เนื่องจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสามารถได้มาจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของสาหร่าย ดังนั้นเมื่อสาหร่ายเพิ่มปริมาณขึ้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจึงเพิ่มขึ้นด้วย (Bellinger and Sigee, 2010) นอกจากนี้ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำยังขึ้นกับความกดบรรยากาศ อุณหภูมิ ระดับความลึก และการเน่าสลายของสารอินทรีย์ (สิทธิชัย, 2549) หรือความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ เนื่องจากสาหร่ายในบางหมวดชอบดำรงชีวิตในแหล่งน้ำที่มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำ เช่น หมวด Cyanophyta, Euglenophyta และ Bacillariophyta สามารถดำรงชีวิตได้ในน้ำที่มีค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยได้ (Graham *et al.*, 2009) แต่ในคลองกำพวนค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำยังคงสูงอยู่มาก จึงไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายมาก

จากผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 9) ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด เนื่องจากปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดจะทำหน้าที่

ควบคุมความสัมพันธ์ระหว่างธาตุอาหารกับสาหร่าย (มันสิน, 2540) หรือความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณของแฉ่งที่ละลายในน้ำทั้งหมด เนื่องจากปริมาณของแฉ่งที่ละลายในน้ำทั้งหมดไปบดบังแสงที่ส่องลงมายังน้ำ ส่งผลให้สาหร่ายหลายสกุลเจริญเติบโตได้ช้าลง (กรรณิการ์, 2549) พบว่ามีสาหร่ายโคเคนสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแฉ่งที่ละลายในน้ำทั้งหมดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ และความเค็มของน้ำนี้จะผันตามค่าปริมาณของแฉ่งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเสมอ Medeanic (2006) กล่าวว่าพบสกุล *Mougeotia* ได้ในบึงน้ำที่มีความเค็มได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากอาจมีการปรับตัวได้ดีกว่าสาหร่ายสกุลอื่น ทำให้พบสกุล *Mougeotia* มาก การที่สกุล *Mougeotia* ทนความเค็มได้ของน้ำในระดับหนึ่งได้ ดังนั้นสกุล *Mougeotia* จึงสามารถทนการนำไฟฟ้าในน้ำและปริมาณของแฉ่งที่ละลายในน้ำทั้งหมดได้ในระดับหนึ่งได้เช่นกัน

จากผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าความเค็มของน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 9) ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำ หรือความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับความเค็มของน้ำ เนื่องจากสาหร่ายแต่ละหมวดมีความทนทานต่อความเค็มของน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปแตกต่างกันไป เช่น หมวด *Euglenophyta* ไม่มีความทนทานต่อความเค็มที่เปลี่ยนแปลงได้มากนัก หมวด *Cyanophyta* และหมวด *Chlorophyta* มีความทนทานต่อความเค็มได้ระดับหนึ่ง ส่วนหมวด *Bacillariophyta* มีความทนทานต่อความเค็มที่เพิ่มขึ้นได้กว้างมาก สังเกตได้จากในน้ำทะเลและน้ำกร่อยพบสาหร่ายหมวดนี้ได้มากที่สุด (Graham *et al.*, 2009) ส่วนสาหร่ายโคเคนสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับความเค็มของน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าการนำไฟฟ้าในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 9) ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าในน้ำ เนื่องจากค่าการนำไฟฟ้าเกิดจากสารที่ละลายในน้ำแตกตัวเป็นไอออน ทำให้น้ำไฟฟ้าได้ โดยสาหร่ายสามารถนำสารละลายเหล่านี้มาใช้ในการเจริญเติบโตได้ในระดับหนึ่ง แต่ถ้ามากเกินไปจะทำให้สาหร่ายหยุดการเจริญเติบโต ซึ่งในคลองกำพวนระดับการนำไฟฟ้าในน้ำยังอยู่ในระดับปกติของธรรมชาติ ซึ่งไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย หรือความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับการนำไฟฟ้าในน้ำ เนื่องจากสาหร่ายแต่ละหมวดนั้นมีระดับความทนทานต่อการนำไฟฟ้าในน้ำได้แตกต่างกัน โดยสกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการนำไฟฟ้าในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งค่าการนำไฟฟ้าในน้ำผันตามค่าความเค็มของน้ำเสมอ Medeanic

(2006) กล่าวว่าพบสกุล *Mougeotia* ได้ในบึงที่มีน้ำเค็มได้ในระดับหนึ่ง เนื่องจากอาจมีการปรับตัวได้ดีกว่าสาหร่ายสกุลอื่น ดังนั้นจึงพบสกุล *Mougeotia* มาก

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อธาตุอาหารในแหล่งน้ำ ได้แก่ ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของสาหร่าย และถ้าธาตุอาหารเหล่านี้มีจำนวนมากจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย (Roth, 2009) จากการศึกษาพบว่าค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ และค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำของคลองกำพวนมีปริมาณน้อยมาก (ตารางที่ 9) ซึ่งไม่มีผลทำให้เกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย แต่พบว่าค่าที่ได้มีความแตกต่างกันออกไป โดยค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำจะไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับความชุกชุมของสาหร่ายใดๆ (ตารางที่ 9) เนื่องจากว่าในคลองกำพวนมีค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำน้อยมาก Stevenson (2010) กล่าวว่าแหล่งน้ำไหลมักจะมีไนเตรทในน้ำในปริมาณที่จำกัด และไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย ดังนั้นทำให้ไม่มีสภาพทำให้สาหร่ายบางสกุลเจริญเติบโตโดดเด่นขึ้นมาได้ จากการศึกษายังพบว่ามีสาหร่ายโดดเด่นสกุล *Synedra* และสกุล *Gomphonema* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และสกุล *Cosmarium* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) ยูดิ (2549) กล่าวว่าไนโตรเจนเป็นธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย โดยไนโตรเจนรูปแบบแอมโมเนีย-ไนโตรเจนถูกนำมาใช้เป็นอันดับแรกสุด ตามด้วยรูปแบบไนเตรท-ไนโตรเจน และรูปแบบไนไตรท์-ไนโตรเจนตามลำดับ โดยสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มีความไวในการตอบสนองต่อการใช้อะมโมเนียในน้ำได้เร็วกว่าสาหร่ายในหมวดอื่น ๆ (Sabater, 2010) และการศึกษาของ Vymazal *et al.* (2002) พบว่าสกุล *Cosmarium* จะมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่อมีปริมาณของไนโตรเจนเพิ่มขึ้น ส่วนออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำนั้น มีสาหร่ายโดดเด่นสกุล *Starastrum* ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดย Dodds and Whiles (2010) กล่าวว่าค่าของออร์โธฟอสเฟตเป็นแหล่งให้ฟอสฟอรัสแก่สาหร่ายโดยตรง แต่ความชุกชุมของสาหร่ายในธรรมชาติจะถูกจำกัดโดยปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่กระจายอยู่ในน้ำ การศึกษาของ Vymazal *et al.* (2002) พบว่าสกุล *Starastrum* จะมีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็วเมื่อมีปริมาณของออร์โธฟอสเฟตเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น

ผลการศึกษาของความสัมพันธ์ของสาหร่ายต่อค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ พบว่ามีความแตกต่างกันออกไป (ตารางที่ 9) ซึ่งมีทั้งความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ โดยเฉพาะสาหร่ายโคเคนสกุล *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอย่างมีนัยสำคัญเชิงทางสถิติ และสกุล *Navicula* ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ปริมาณของคลอโรฟิลล์เอในน้ำมีความสัมพันธ์ในทางเดียวกันกับความชุกชุมของสาหร่าย โดยมีการผันแปรตามความชุกชุมของสาหร่าย เนื่องจากสาหร่ายมีคลอโรฟิลล์เอเป็นรงควัตถุที่มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงในทุกสกุลทุกหมวด โดยมีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงพลังงานแสงมาเป็นพลังงานเคมี ส่วนรงควัตถุอื่น ๆ จะทำหน้าที่เสริมในกระบวนการสังเคราะห์แสงเท่านั้น โดยรับพลังงานแสงแล้วส่งต่อให้คลอโรฟิลล์เอ อีกทอดหนึ่ง (Barsanti and Gualtieri, 2006) โดยปกติเซลล์ของสาหร่ายมีคลอโรฟิลล์เออยู่ประมาณ 0.5-1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (ลัดดา, 2544) ดังนั้นเมื่อความชุกชุมของสาหร่ายเพิ่มขึ้นจึงทำให้คลอโรฟิลล์เอในแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณคลอโรฟิลล์เอจึงมีความสัมพันธ์กับความชุกชุมของสาหร่ายในทางแปรผันตามกัน (Graham *et al.*, 2009)

และจากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำบางประการกับความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดในแต่ละสกุลของแต่ละเดือนที่ศึกษา โดยใช้วิธีการของ canonical correspondence analysis (CCA) พบว่ามีความคล้ายคลึงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (ภาพที่ 64; ภาพที่ 65) โดยในแต่ละเดือนที่ศึกษามีปัจจัยสิ่งแวดล้อมเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย โดยเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความลึกของน้ำ (ภาพที่ 64) และไม่มีสาหร่ายโคเคนสกุลใดเลยที่พบในช่วงนี้ (ภาพที่ 65) เนื่องจากช่วงนี้เป็นฤดูฝน ปริมาณน้ำที่มากจะทำให้ออกซิเจนที่ละลายในน้ำมากตามไปด้วย และทำให้สาหร่ายหลายสกุลเพิ่มขึ้นมา แต่ในปริมาณที่ไม่มาก ตรงข้ามกับเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ (ภาพที่ 64) เนื่องจากช่วงนี้เป็นฤดูร้อน ประกอบกับปริมาณน้ำน้อย รวมทั้งอุณหภูมิของน้ำที่สูง ทำให้มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายได้เป็นอย่างดี และปริมาณคลอโรฟิลล์เอที่เพิ่มขึ้นนั้นจะมาจากความชุกชุมของสาหร่ายที่เพิ่มมากขึ้นนั่นเอง ซึ่งทำให้พบสกุลที่โคเคนหลายสกุล ได้แก่ สกุล *Stauroneis*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Cymbella* และ *Eunotia* อยู่จำนวนมากในเดือนนี้ (ภาพที่ 65) ส่วนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ไม่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติทางกายและทางเคมีของน้ำใด ๆ เลย รวมทั้งไม่มีสาหร่ายโคเคนสกุลใดเลยที่พบในช่วงนี้ (ภาพที่ 64; ภาพที่ 65) อาจเนื่องมาจากช่วงนี้เป็นช่วงปลายฤดูฝนต้นฤดูร้อน ทำให้ปัจจัย

สิ่งแวดล้อมไม่ชัดเจน และสาหร่ายยังคงดำรงชีวิตได้ เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 มีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด การนำไฟฟ้าในน้ำ และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ (ภาพที่ 64) โดยช่วงนี้เป็นช่วงฤดูร้อน มีปริมาณน้ำที่น้อย ส่งผลให้น้ำเค็มไหลเข้ามาภายในคลองได้มากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อสาหร่าย โดยสกุลที่โดดเด่นที่พบในช่วงนี้ ได้แก่ สกุล *Staurastrum* และ *Mougeotia* (ภาพที่ 65) ซึ่งตรงข้ามกับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ (ภาพที่ 64) ช่วงนี้เป็นต้นฤดูฝนมีการพัดพาตะกอนทำให้ปริมาณธาตุอาหารและทำให้มีสกุลที่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* (ภาพที่ 64)

การศึกษาคุณภาพของน้ำตาม AARL-PC score และ AARL-PP score

จากผลการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยใช้คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ โดยการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนตามหลักการของ AARL-PC score ในแต่ละเดือนสามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหาร (trophic status) อยู่ในระดับสารอาหารต่ำ (oligotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไป (general water quality) อยู่ในระดับดี (clean) เว้นแต่เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 และเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ซึ่งเป็นช่วงฤดูร้อน สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง (clean-moderate) และเมื่อพิจารณาตลอดรอบปี สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง (ตารางที่ 10) สอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่าความชุกชุมของสาหร่ายมีสูงในช่วงฤดูร้อน เนื่องจากมีปริมาณสารอาหารในน้ำสูงสุดในรอบปี Graham *et al.* (2009) กล่าวว่ายังมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายในแหล่งน้ำมากเพียงใด ความชุกชุมของสาหร่ายยิ่งสูงขึ้นมากเพียงนั้น และเมื่อเปรียบเทียบการกำหนดประเภทของแหล่งน้ำผิวดินของประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) จัดว่าน้ำในคลองกำพวนเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยไม่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน รวมทั้งสามารถใช้เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ประมง ว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำได้ และจากผลการศึกษาคุณภาพของน้ำโดยการใช้สาหร่ายที่พบเป็นดัชนีชี้วัด โดยการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำด้วยระบบคะแนนจากสาหร่ายตามหลักการของ AARL-PP score ในแต่ละเดือนและในรอบปี พบว่าสามารถจัดน้ำในคลองกำพวน

ของทุกเดือนศึกษาเหมือนกัน คือ จัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารปานกลาง (mesotrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับปานกลาง (moderate) (ตารางที่ 11)

เมื่อเปรียบเทียบผลการจัดคุณภาพน้ำจากการใช้ AARL-PC score กับ AARL-PP score มีความแตกต่างกันเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากว่าในบางช่วงหรือบางบริเวณที่ศึกษาเกิดการเปลี่ยนแปลงของน้ำจากน้ำไหลในช่วงฤดูฝนเป็นน้ำนิ่งในช่วงฤดูร้อน ผลการศึกษายังสอดคล้องกับสถิติชัย (2549) ที่กล่าวว่าในแหล่งน้ำจืดใดที่มีสภาพน้ำดีจะมีความชุกชุมสาหร่ายหมวด Bacillariophyta รวมทั้งสาหร่ายหมวด Chlorophyta กลุ่มเดสมิดจำนวนมาก โดยการศึกษาครั้งนี้พบสาหร่ายหมวด Bacillariophyta ถึง 15 สกุล และสาหร่ายกลุ่มเดสมิดถึง 13 สกุล และจากการศึกษาคุณภาพน้ำในครั้งนี้ทำให้เห็นว่าไม่ใช่เพียงแค่ใช้คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการเท่านั้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ แต่การใช้สาหร่ายก็มีประสิทธิภาพเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำได้เช่นเดียวกัน ชูชาติ (2549) กล่าวว่าการใช้คุณสมบัติทางชีวภาพนั้นมีข้อได้เปรียบคือ ไม่ต้องใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ ไม่ต้องใช้สารเคมีในราคาที่แพง และสามารถบอกถึงสถานะของสภาวะแวดล้อมนั้น ๆ ได้ เพราะสิ่งมีชีวิตจะสามารถเจริญเติบโตในสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมแตกต่างกัน และการใช้คุณสมบัติทางชีวภาพยังมีจุดเด่นในด้านความสะดวก รวดเร็ว แต่ผู้ที่ศึกษาจะต้องมีความรู้ความชำนาญเฉพาะด้านพอสมควร ในขณะที่คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีจะบอกคุณภาพน้ำได้ในขณะที่ทำการศึกษาเท่านั้น อย่างไรก็ตามการใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพน้ำที่มีประสิทธิภาพนั้น ควรจะบ่งบอกถึงบอกถึงระดับชนิดของสาหร่าย เพราะยังมีสาหร่ายอีกหลายกลุ่มที่ไม่สามารถบ่งบอกลักษณะคุณภาพของน้ำได้ชัดเจนในระดับสกุล เช่น สกุล *Oscillatoria* โดยปกติจะพบได้ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี แต่จากรายงานของทัตพร (2542) พบ *Oscillatoria meslini* ซึ่งเป็นสาหร่ายในหมวด Cyanophyta ในต้นแม่น้ำแม่สาซึ่งมีคุณภาพน้ำดีทุกครั้งที่ทำการสำรวจ หรือกลุ่มเดสมิด หมวด Chlorophyta โดยปกติจะพบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี แต่จากรายงานของ Peeraphornpisal (1996) พบสาหร่าย *Closterium lanceolatum* ในน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี ดังนั้นการใช้สาหร่ายบ่งบอกคุณภาพน้ำนั้น ควรจะบอกถึงระดับชนิดของสาหร่ายเพื่อให้มีความถูกต้องใกล้เคียงมากที่สุด

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำในรอบปี

คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำบางประการในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่าค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ยตลอดปีเท่ากับค่าเฉลี่ยของน้ำอยู่ที่ 29.47 ± 15.32 เซนติเมตร และค่าอุณหภูมิของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 29.61 ± 3.01 องศาเซลเซียส โดยค่าความโปร่งใสของน้ำ และค่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าสูงขึ้นในฤดูร้อน (ปริมาณน้ำน้อย) และต่ำลงในฤดูฝน (ปริมาณน้ำมาก)

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่ามีค่าพีเอชของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 6.36 ± 0.52 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 8.08 ± 0.78 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.322 ± 1.968 พีพีที ค่าความเค็มของน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.270 ± 1.600 พีพีที ค่าการนำไฟฟ้าในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.443 ± 2.583 มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.175 ± 0.071 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.057 ± 0.088 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 1.010 ± 0.765 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยคุณสมบัติทางเคมีของน้ำบางประการส่วนใหญ่ ยกเว้นค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีค่าสูงขึ้นในฤดูร้อน และต่ำลงในฤดูฝน

2. ปริมาณชีวมวลในน้ำในรอบปี

ปริมาณชีวมวลในน้ำโดยศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่าค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ 0.075 ± 0.045 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำมีค่าสูงขึ้นในฤดูร้อน และต่ำลงในฤดูฝน

3. ความหลากหลายของชนิด ปริมาณ และการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในรอบปี

องค์ประกอบของสกุลของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบสาหร่ายอยู่ใน 5 หมวด รวมทั้งหมด 41 สกุล โดยหมวดสาหร่ายกลุ่มที่มีจำนวนสกุลมากที่สุดคือ หมวด Chlorophyta พบ 21 สกุล รองลงมาคือ หมวด Bacillariophyta พบ 15 สกุล หมวด Cyanophyta พบ 3 สกุล ส่วนหมวด Charophyta และ Euglenophyta พบหมวดละ 1 สกุล ประกอบด้วยหมวดสาหร่ายที่มีจำนวนสกุลพบมากที่สุดในทุกเดือนที่ศึกษาตลอดรอบปี คือ หมวด Bacillariophyta พบ 10 สกุล ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Eunotia*, *Achnanthes*, *Cymbella*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Pleurosigma*, *Stauroneis*, *Nitzschia* และ *Surirella* รองลงมาคือ หมวด Chlorophyta พบ 5 สกุล ได้แก่ สกุล *Scenedesmus*, *Spirogyra*, *Cylindrocystis*, *Closterium* และ *Cosmarium* และหมวด Cyanophyta พบ 1 สกุล คือ สกุล *Oscillatoria*

ผลการศึกษาความชุกชุมของปริมาณสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่าคลองกำพวนมีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 432- 44,266 หน่วยต่อลิตร และมีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 9,917 หน่วยต่อลิตร โดยความชุกชุมของสาหร่ายในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 มีจำนวนเฉลี่ยมากที่สุด โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 17,319 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 พบความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 14,576, 12,156, 10,688, 3,400 และ 1,363 หน่วยต่อลิตรตามลำดับ โดยพบความชุกชุมของสาหร่ายในหมวด Bacillariophyta มากที่สุด โดยมีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 7,092 หน่วยต่อลิตร ตามด้วยสาหร่ายในหมวด Chlorophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 2,689 หน่วยต่อ ลิตร หมวด Cyanophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 105 หน่วยต่อลิตร และหมวด Euglenophyta มีความชุกชุมของสาหร่ายจำนวนเฉลี่ย 31 หน่วยต่อลิตร โดยสกุล *Cymbella* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมของจำนวนเฉลี่ยตลอดปีมากที่สุด โดยมีความชุกชุมจำนวนเฉลี่ย 2,149 หน่วยต่อลิตร ตามมาด้วยสกุล *Navicula* หมวด Bacillariophyta มีความชุกชุมจำนวนเฉลี่ย 1,887 หน่วยต่อลิตร สกุล *Staurastrum* หมวด Chlorophyta มีความชุกชุมจำนวนเฉลี่ย 1,310 หน่วยต่อลิตร

การศึกษาค่าดัชนีนิเวศวิทยาของสาหร่ายในคลองกำพวนในรอบปีช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบว่าค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดปีอยู่ที่ 2.48 เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดปีอยู่ที่ 4.35 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายในคลองกำพวนตลอดปีอยู่ที่ 0.68 ทั้งค่าดัชนีความหลากหลายของสาหร่าย ค่าดัชนีความชุกชุมของสาหร่าย และค่าดัชนีความสม่ำเสมอของสาหร่ายมีค่าสูงในฤดูร้อน ซึ่งมีความชุกชุมของสาหร่ายสูง และมีค่าต่ำลงในฤดูฝน ซึ่งมีความชุกชุมของสาหร่ายต่ำ ส่วนการศึกษาค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายพบว่ามีค่าเฉลี่ยตลอดปีอยู่ที่ร้อยละ 35.41 โดยพบว่าเดือนกุมภาพันธ์มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนเมษายนมากที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 66.10 ตามด้วยเดือนเมษายนที่พบว่ามีค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสาหร่ายกับเดือนมิถุนายนอยู่ที่ร้อยละ 60.90

การวิเคราะห์ความคล้ายคลึงของสาหร่ายด้วยวิธี cluster analysis ของ Bray-Curtis และวิธี MDS สามารถที่จะแบ่งกลุ่มความคล้ายคลึงของสาหร่ายตามเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในรอบปีได้ออกเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 เป็นช่วงที่มีความชุกชุมของสาหร่ายน้อย กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 เป็นช่วงที่มีความชุกชุมของสาหร่ายปานกลาง และกลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 เดือนเมษายน พ.ศ. 2553 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 เป็นช่วงที่มีความชุกชุมของสาหร่ายมากที่สุด โดยมีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการเกี่ยวข้องต่อความชุกชุมของสาหร่าย โดยเฉพาะความลึกหรือปริมาณน้ำในคลอง เนื่องจากมีอัตราการไหลของน้ำแตกต่างกัน

4. ความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่ายในรอบปี

การศึกษาค่าความสัมพันธ์ของคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการต่อสาหร่าย พบความชุกชุมของสาหร่ายทั้งหมดมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ และพีเอชของน้ำ และมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความลึกของน้ำ (ความโปร่งใสของน้ำ) ส่วนความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละหมวดพบว่า หมวด Cyanophyta และ Bacillariophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ หมวด Euglenophyta มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ และการศึกษาความชุกชุมของสาหร่ายที่โดดเด่นพบว่า สาหร่ายสกุล *Cymbella* มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับความลึกของน้ำ สกุล *Navicula* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ สกุล

Staurostrum มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ สกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ สกุล *Mougeotia* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด ความเค็มของน้ำ และการนำไฟฟ้าในน้ำ และสกุล *Stauroneis* มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ และการศึกษาด้วย CCA พบว่ามีความคล้ายคลึงกับค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน โดยเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และความลึกของน้ำ ตรงข้ามกับเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับอุณหภูมิของน้ำ พีเอชของน้ำ และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ โดยพบสกุลที่โดดเด่นหลายสกุล ได้แก่ สกุล *Stauroneis*, *Gomphonema*, *Navicula*, *Cymbella* และ *Eunotia* ส่วนเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 ไม่มีความสัมพันธ์ใดๆ และเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 มีความสัมพันธ์กับความเค็มของน้ำ ปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมด การนำไฟฟ้าของน้ำ และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ สกุลที่โดดเด่นที่พบในช่วงนี้ ได้แก่ สกุล *Staurostrum* และสกุล *Mougeotia* ตรงข้ามกับเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 ที่มีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำ มีสกุลสาหร่ายที่โดดเด่น ได้แก่ สกุล *Synedra*, *Gomphonema* และ *Cosmarium*

5. การศึกษาคุณภาพของน้ำตาม AARL-PC score และ AARL-PP score ในรอบปี

AARL-PC score และ AARL-PP score สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหาร และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปของคลองกำพวนในรอบปีได้ใกล้เคียงกัน โดยพบว่าคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ในระดับดีถึงปานกลาง ซึ่งมีสถานะอาหารอยู่ในระดับสารอาหารต่ำถึงปานกลาง และจัดคลองกำพวนเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท ซึ่งยังไม่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์เท่าที่ควร สามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภค โดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน ยังใช้เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ประมง ว่ายน้ำ และกีฬาทางน้ำได้

สรุปผลความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในคลองกำพวนจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าคลองกำพวนมีความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายอยู่ในระดับที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งน้ำไหลประเภทเดียวกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ในการศึกษาเรื่องคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบางประการควรศึกษาให้มีความถี่เพิ่มขึ้น อาจจะเก็บข้อมูลทุกเดือนหรือถ้าเป็นไปได้ให้เก็บข้อมูลทุก ๆ 15 วัน เพราะจะทำให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น เนื่องจากคลองกำพวนเป็นคลองที่มีน้ำไหลตลอดปี และมีปริมาณของน้ำแตกต่างกันมาก ส่งผลให้อัตราการไหลของน้ำเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งสองฝั่งคลองมีการทำสวนยางพารา สวนผลไม้ และมีชุมชนโดยรอบ และใกล้ปากคลองยังได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลด้วย ซึ่งอาจมีผลให้ค่าเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว อีกทั้งบางปีจะเกิดน้ำป่าไหลหลาก มีการพังทลายของตลิ่ง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างสิ้นเชิง ซึ่งภายในเวลา 10 ปีหลังพบวาเกิดขึ้นเกือบทุกปี

2. ในการเก็บตัวอย่างควรใช้ถุงพลาสติกที่มีขนาดตาเล็กกว่า 20 ไมโครเมตร เนื่องจากสามารถเก็บนาโนพลาสติกซึ่งเป็นกลุ่มสาหร่ายที่มีขนาดเล็ก และเป็นผู้ผลิตเบื้องต้นที่สำคัญของแหล่งน้ำ และทำให้ทราบข้อมูลการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรของสาหร่ายได้ดียิ่งขึ้น และในการเลือกเก็บจุดตัวอย่างสามารถทำเพิ่มเติมได้อีก เพราะการศึกษาค้างนี้เลือกเฉพาะบริเวณกึ่งกลางของความยาวคลองที่มีการทำเกษตรกรรม และแหล่งชุมชนเท่านั้น เพราะบริเวณเหนือจุดเก็บซึ่งเป็นต้นกำเนิดน้ำเป็นภูเขาสูงอยู่ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าคลองนาคา และจุดสิ้นสุดคลองเป็นป่าชายเลนที่ยังคงอุดมความสมบูรณ์อยู่ เพื่อให้ทราบชนิดและจำนวนชนิดและประชากรของสาหร่ายในสภาพพื้นที่ที่แตกต่างกัน จะทำให้ทราบสภาพของแหล่งน้ำในแต่ละพื้นที่ดีขึ้น

3. ในการศึกษาเรื่องความหลากหลายของสาหร่าย ควรระบุสาหร่ายให้ได้ระดับชนิด (species) เพื่อความแม่นยำของผลการศึกษา เพราะจะทำให้วิเคราะห์การความชุกชุมตามฤดูกาลกระจายของสาหร่าย ความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของน้ำได้ดียิ่งขึ้น รวมทั้งควรทำการศึกษาอย่างต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 3 ปี เพื่อทราบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน และสาหร่ายยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถเพิ่มและลดจำนวนได้อย่างรวดเร็วในเวลาเพียงไม่กี่วัน ดังนั้นการศึกษาสาหร่ายจึงควรมีความถี่ในการเก็บตัวอย่างสูง เพื่อข้อมูลที่ได้จะทำให้เข้าใจการเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรในรอบวัน ในแต่ละเดือน รวมถึงการทดแทนของสาหร่ายกลุ่มต่าง ๆ ได้ดีขึ้น

4. ในการศึกษาความหลากหลายและการกระจายพันธุ์ของสาหร่ายในแหล่งน้ำอื่น ๆ สามารถใช้นาฬิกาการศึกษาของวิทยานิพนธ์เล่มนี้ไปประยุกต์ในแหล่งน้ำอื่น ๆ ได้ ทั้งแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหล และสามารถเพิ่มหรือลดวิธีการศึกษาได้ตามวัตถุประสงค์ของการศึกษานั้น ๆ

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมควบคุมมลพิษ. 2540. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- กรรณิการ์ สิริหงษ์. 2549. **เคมีของน้ำ: น้ำโสโครก และการวิเคราะห์**. พิมพ์ครั้งที่ 4. วิชาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.
- กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม. 2539. **ประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม**. 13 กุมภาพันธ์ 2539.
- กาญจน์เขจร ชูชีพ. 2548. **รายงานทรัพยากรลุ่มน้ำคลองกำแพง กิ่งอำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดระนอง**. ภาควิชาการจัดการป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ขจรเกียรติ ศรีนวลสม, กิตติพงศ์ คำคง, ณัฐพงษ์ แก้วมงคล และ พีรวิศ ทรัพย์ประทานพร. 2552. การประเมินคุณภาพน้ำจากฐานข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำ: กรณีศึกษาพื้นที่หนองสระเรียม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (กรกฎาคม-ตุลาคม 2550). **วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร** 26 (1): 11-23.
- คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2537. **ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งผิวดิน**. 24 กุมภาพันธ์ 2537.
- จันทิมา ไตรบัญญัติกุล. 2545. **ชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายตัวของสัตว์หน้าดินและแพลงก์ตอนในป่าชายเลนธรรมชาติบริเวณโครงการวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมแหลมผักเบี้ยอันเนื่องมาจากพระราชดำริ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- จิตติมา อายุตะทะกะ. 2544. **การศึกษาเบื้องต้นประชาคมสิ่งมีชีวิตพื้นทะเล**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เฉลิมศรี พละพล. 2532. องค์ประกอบของชนิดและแพลงก์ตอนพืชในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบนของประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เดชา ดวงนามล, สุรินทร์ภรณ์ ศรีอินทร์, วิไลย คงแก้ว และ สหัฐ ราชเมืองขวาง. 2551. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำคลองกำแพงแก้วเพื่อการวางแผนการจัดการทรัพยากรชายฝั่ง. สถานีวิจัยเพื่อการพัฒนาชายฝั่งอันดามัน สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, ระนอง.

หัตถพร คุรประดิษฐ์. 2542. ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่, น. 56-60. ใน เอกสารการนำเสนอผลงานประจำปีขององค์การพัฒนาคความรู้ และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT) ครั้งที่ 3. 11-14 ตุลาคม 2542. โรงแรมเจ บี หาดใหญ่, สงขลา.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิสัทธิศักดิ์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ธนิตรา อินทโสติ. 2549. ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำในบริเวณลุ่มน้ำคำ จังหวัดเชียงราย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปณิธิ ยุทธวิสุทธิ. 2552. ความหลากหลายของไซยาโนแบคทีเรีย สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีแดงในแหล่งน้ำจืด บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลี จังหวัดจันทบุรี. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปรีชญา เจริญผล. 2545. พลวัตของแพลงก์ตอนในแม่น้ำบางปะกง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ปิยนุตร วิเชียรเพริศ. 2550. การใช้สาหร่ายน้ำจืด *Oscillatoria okeni* TISTR 8549 บำบัดน้ำเสียจากฟาร์มสุกรด้วยระบบ High Rate Algal Pond (HRAP). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เปี่ยมศักดิ์ มานะเสวต. 2538. แหล่งน้ำกับปัญหามลพิษ. พิมพ์ครั้งที่ 6. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

พงศ์เชษฐ พิชิตกุล. 2551. การวิเคราะห์น้ำ. ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พงษ์ธร เครือวนิชธรรม. 2550. ความหลากหลายของสาหร่ายสายพันธุ์สีเขียวที่ผลิตสารสีแคโรที
นอยด์จากน้ำตกกระทิงและน้ำตกป่าละอู. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พงษ์พันธุ์ สัพทเกรียงไกร. 2550. ความหลากหลายและการใช้สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้น
ท้องน้ำเพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของแม่น้ำปิงปี 2547-2548. วิทยานิพนธ์ปริญญา
โท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรรลก โคตรศรี. 2545. การศึกษาสาหร่ายและคุณภาพน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม
จังหวัดราชบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง.

พิมพ์ลัญช์ สังข์จำปา. 2546. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมต่อการแพร่กระจายของ
แพลงก์ตอนพืชบริเวณปากแม่น้ำแคว จังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มันสิน ตันกุลเวศม์. 2540. คู่มือวิเคราะห์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____ และ มันรัช ตันกุลเวศม์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. ภาควิชาวิศวกรรม
สิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ยุวดี พิรพรพิศาล. 2548. สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย. โชนาพรีนซ์, เชียงใหม่.

_____. 2549. สาหร่ายวิทยา. พิมพ์ครั้งที่ 2. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

ยูวดี พิรพรพิศาล และ จีรพร เพกเกาะ. 2552. ความหลากหลายของสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชน้ำจืด และการใช้ประโยชน์, น. 11-22. ใน สิริกุล บรรพพงศ์ และ ชัชชัย ศิลปะสุนทร, บรรณาธิการ. รายงานการประชุม เรื่อง การทบทวนทะเบียนรายการสาหร่ายและแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย. 13 กุมภาพันธ์ 2552. สำนักความหลากหลายทางชีวภาพ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

_____, _____ และ ทัดพร คุณประดิษฐ์. 2550. การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งด้วยระบบคะแนนจากแพลงก์ตอนพืช (AARL-PP score). วารสารวิจัยวิทยาศาสตร์ 6 (1): 301-309.

รัตนภรณ์ ลิ้มสิงห์. 2550. ไบโอดีเซลจากน้ำมันสาหร่ายขนาดเล็ก (Biodiesel from microalgal oil). ว. วิทย. มข. 35 (3): 135-143.

ราชบัณฑิตยสถาน. 2541. ศัพท์พจนานุกรม อังกฤษ-ไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. อรุณการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2544. แพลงก์ตอนพืช. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____ และ โสภณา บุญญาภิวัฒน์. 2546. คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. 2549. วิทยาสาหร่าย. โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ.

ศิริพร บุญดาว. 2549. ความสัมพันธ์ระหว่างชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชกับแพลงก์ตอนสัตว์บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริพรรณ สุขขัง. 2552. ผลของสารสกัดหยาบจากไซยาโนแบคทีเรีย *Hapalosiphon* sp. ต่อการเกิด Lipid Peroxidation, Ammonia Assimilation และปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องในกระบวนการสังเคราะห์แสงในพืชบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศิริเพ็ญ ตรีไชยพร. 2543. **สาหร่ายวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

สมชาย สุรวิตย์. 2539. **ความสัมพันธ์ระหว่างเพลงก่ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สรจักร เทียมดาว, มณฑนา นวลเจริญ, S. Kumano, สุทธวรรณ สุพรรณ, ธนิตรา อินทโสติ และ ยุติ พีรพรพิศาล. 2550. ความหลากหลายทางชีวภาพของสาหร่ายสีแดงน้ำจืดในแหล่งน้ำในภาคเหนือและในภาคใต้ของประเทศไทย, น. 22. ใน **รายงานการประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 3**. 21-23 มีนาคม 2550. คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดระนอง. 2550. **สภาพทั่วไปของจังหวัดระนอง**. แหล่งที่มา: <http://ranong.doae.go.th/sapap.htm>, 24 กันยายน 2552.

สำนักงานสถิติจังหวัดระนอง. 2551. **ข้อมูลสถิติจากการสำมะโนสำรวจ รายงานสถิติจังหวัดและสำรวจพิเศษ จังหวัดระนอง**. แหล่งที่มา: http://webhost.nso.go.th/nso/project/search_center/index.jsp?province_id=92, 24 กันยายน 2552.

สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. 2555. **ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำสำหรับสัตว์น้ำจืด**. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

สิทธิชัย ตันชนะสกุลย์. 2549. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธวรรณ สุพรรณ. 2547. **ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำในพื้นที่โครงการทองผาภูมิ 72 พรรษามหาราช อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุภัทรรีธา พดิวรนนท์. 2551. **ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำในแม่น้ำโขงที่ผ่านประเทศไทยและการประยุกต์เพื่อการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- สุรกิจ นาคแก้ว. 2550. ชนิด และการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนในแม่น้ำสะแกกรัง จังหวัด อุทัยธานี. สถาบันวิจัยและพัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด สำนักวิจัยและพัฒนาประมง น้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- สุวจัน ธีรุต. 2536. การแพร่กระจายของธาตุอาหารและคลอโรฟิลล์ เอ ในบริเวณน้ำกร่อยปาก คลองกำพวน จังหวัดระนอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิรดี หันพงศ์กิตติคุณ. 2547. การกระจายของแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำป่าสักชลสิทธิ์ จังหวัด ลพบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อารัตน์ มหาจันทร์. 2551. สหรัยเพื่อนร่วมโลกที่ควรรู้จัก. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- _____. 2552. สหรัยคำตอบสุดท้ายของพลังงาน. สถาบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่ง ประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- เอกชัย ญาณะ. 2553. ความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ และการ ประเมินคุณภาพน้ำในลำน้ำสาขาแม่น้ำโขงบางแห่งของไทยและลาวปี 2007-2008. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st ed. American Public Health Association, Washington D.C.
- Ariya, R., A. Zarina and M. Shameel. 2009. Survey of freshwater algae from Karachi, Pakistan. **Pak. J. Bot.** 41 (2): 861-870.
- Ariyadej, C., R.Tansakul, P. Tansakul and S. Angsupanich. 2004. Phytoplankton diversity and its relationships to the physico-chemical environment in the Banglang Reservoir, Yala Province. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 26 (5): 595-607.
- Azim, M. E. 2010. Photosynthetic periphyton and surfaces, pp. 175-182. In G. E. Likens, ed. **Plankton of Inland Waters: A Derivative of Encyclopedia of Inland Waters**. Academic Press, Amsterdam.

- Barinova, S. S., O. V. Anissimova, E. Nevo, M. M. Jarygin and S. P. Wasser. 2004. Diversity and ecology of algae from the Nahal Qishon river, northern Israel. **Plant Biosystem** 138 (3): 245-259.
- Barsanti, L. and P. Gualtieri. 2006. **Algae: Anatomy, Biochemistry, and Biotechnology**. CRC Press, Boca Roton, Florida.
- Bellinger, E. G. and D. C. Sige. 2010. **Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators**. Antony Rowe Ltd., Chippenham, Wilts.
- Bold, H. C. and M. J. Wynne. 1978. **Introduction to the Algae**. G. D. Makhija at India Offset Press, New Delhi.
- Camacho, F. A. 2008. Macroalgal and cyanobacterial chemical defenses in freshwater communities, pp. 105-119. In C. D. Amsler, ed. **Algal Chemical Ecology**. Springer, Heidelberg, Germany.
- Canter-Lund, H. and J. W. G. Lund. 1995. **Freshwater Algae: Their Microscopic World Explored**. Biopress, Bristol, England.
- Chapelle, E. W. and M. S. Kim. 1992. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): an algorithm for the remote estimation of the concentration of chlorophyll a, chlorophyll b, and carotenoids in soybean leaves. **Remote. Sens. Environ.** 39: 239-247.
- Chao, A., R. L. Chazdon, R. K. Colwell and T. Shen. 2005. A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. **Ecology Letters** 8: 148-159.
- Chiangthong, K. and C. Phalaraksh. 2007. Use of aquatic insects as bioindicators of water quality of Mae Kham watershed, Chiang Rai province. **KKU Res J** 12 (3): 277-288.
- Clarke, K. R. and Warwick, R.M. 1994. **Change in Marine Community: an Approach to Statistical Analysis and Interpretation**. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

- Cole, G. E. 1994. **Textbook of Limnology**. 4th ed. Waveland Press Inc., Long Grove, Illinois.
- Cushing, C. E. and J. D. Allan. 2001. **Streams: Their Ecology and Life**. Academic Press, San Diego.
- Dodds, W. K. 2002. **Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications**. Academic Press, San Diego.
- _____ and M. Whiles. 2010. **Freshwater Ecology: Concepts and Environmental Applications of Limnology**. 2nd ed. Academic Press, Amsterdam.
- Douglas, E. S., A. W. D. Larkum and J. A. Raven. 2003. **Photosynthesis in Algae**. Kluwer, Dordrecht, Netherland.
- Gordon, N. D., T. A. McMahon, B. L. Finlayson, C. J. Gippel and R. J. Nathan. 2004. **Stream Hydrology: An Introduction for Ecologists**. John Wiley & Sons, West Sussex, England.
- Graham, L., J. Graham and L. Wilcox. 2009. **Algae**. 2nd ed. Benjamin Cummings (Pearson), San Francisco.
- Gürel, M. and E. P. Pehlivanoglu-Mantas. 2010. Water quality requirements, pp. 1-27. In G. Krantzberg, A. Tanik, J. S. A. do Carmo, A. Indarto and A. Ekdal, eds. **Advances in Water Quality Control**. Scientific Research Publishing, Irvine, California.
- Hamed A. F. 2008. Biodiversity and distribution of blue-green algae/cyanobacteria and diatoms in some of the Egyptian water habitats in relation to conductivity. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences** 2 (1): 1-21.
- Hauer, F. R. and G. A. Lamberti. 2006. **Methods of Stream Ecology**. 2nd ed. Academic Press, Amsterdam.
- Hiscox, J. D. and G. F. Israelstam. 1978. A method for the extraction of chlorophyll from leaf tissue without maceration. **Can. J. Bot.** 57: 1332-1334.

- Kunpradid, T. 2005. **Diversity of Macroalgae and Benthic Diatoms and Their Relationships with Nutrient Compounds in the Ping and Nan River**. M.S. Thesis, Chiang Mai University.
- John, D. M., B. A. Whitton and A. J. Brook. 2002. **The Freshwater Algal Flora of the British Isles**. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lee, R. E. 1995. **Phycology**. 2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge.
- Leelahakriengkrai, P. and Y. Peerapornpisal. 2011. Water quality and trophic status in main rivers of Thailand. **Chiang Mai J. Sci.** 38 (2): 280-294.
- Lorraine, L. J. and R. A. Volleweider. 1998. **Summary Report: The OECD Cooperative Programme on Eutrophication**. National Water Research Institute, Burlington.
- Magurran, A. E. 2004. **Measuring Biological Diversity**. Blackwell Publishing, Oxford.
- Malek, S., S. M., S. Ahmad, S. K. K. Singh, P. Milow and A. Salleh. 2011. Assessment of predictive models for chlorophyll-a concentration of a tropical lake. **BMC Bioinformatics** 12 (Suppl. 13): 1-11.
- Medeanic, S. 2006. Freshwater algal palynomorph records from Holocene deposits in the coastal plain of Rio Grande do Sul, Brazil. **Review of Palaeobotany and Palynology** 141: 83-101.
- Meesukko, C., N. Gajaseeni, Y. Peerapornpisal and A. Voinov. 2007. Relationships between seasonal variation and phytoplankton dynamics in Kaeng Krachan Reservoir, Phetchaburi Province, Thailand. **The Natural History Journal of Chulalongkorn University** 7 (2): 131-143.
- Moss, B. 2010. **Ecology of Freshwaters: A View for the Twenty-First Century**. 4th ed. Wiley-Blackwell, Oxford.

- Muzaffar, S. B. and F. A. Ahmed. 2007. The effects of the flood cycle on the diversity and composition of the phytoplankton community of a seasonally flooded Ramsar wetland in Bangladesh. **Wetlands Ecology and Management** 15: 81–93.
- Naselli-Flores, L. and R. Barone. 2010. Green algae, pp. 157-164. In G. E. Likens, ed. **Plankton of Inland Waters: A Derivative of Encyclopedia of Inland waters**. Academic Press, Amsterdam.
- Ngearnpat, N. and Y. Peerapornpisal. 2007. Application of desmid diversity in assessing the water quality of 12 freshwater resources in Thailand. **J Appl Phycol** 19: 667–674.
- Padmavathi, P. and K. Veeraiah. 2009. Studies on the influence of *Microcystis aeruginosa* on the ecology and fish production of carp culture ponds. **African Journal of Biotechnology** 8 (9): 1911-1918.
- Parinet, B., A. Lhote and B. Legube. 2004. Principal component analysis: an appropriate tool for water quality evaluation and management application to a tropical lake system. **Ecol. Model.** 178: 295–311.
- Peerapornpisal, Y. 1996. **Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Three Reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand**. Ph.D. Thesis, Innsbruck University.
- Piirsoo, K. 2001. Phytoplankton of Estonian Rivers in midsummer. **Hydrobiologia** 444: 135-146.
- Prescott, G. W. 1970. **How to Know the Freshwater Algae**. W. M. C. Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa.
- Raynolds, C. 2006. **Ecology of Phytoplankton**. Cambridge University Press, London.
- Roth, R. A. 2009. **Freshwater Aquatic Biomes**. Greenwood Press, Westport, Connecticut.

- Sabater, S. 2010. Diatoms, pp. 149-156. In G. E. Likens, ed. **Plankton of Inland Waters: A Derivative of Encyclopedia of Inland Waters**. Academic Press, Amsterdam.
- Scragg, A. H., J. Morrison and S. W. Shales . 2003. The use of a fuel containing *Chlorella vulgaris* in a diesel engine. **Enzyme Microb. Technol.** 33: 884-889.
- Seekhao, I. 2006. **Monitoring of Microcystins from Toxic Blue-Green Algae and Water Quality in Mae Kuang Udomtara Reservoir, Chiang Mai Province, Year 2004-2005**. M.S. Thesis, Chiang Mai University.
- Shannon, C. E. and W. Weaver. 1998. **The Mathematical Theory of Communication**. University Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Smith, G. M. 1950. **Freshwater Algae of the United States**. Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York.
- Speight, M. R and P. A. Henderson. 2010. **Marine Ecology: Concepts and Applications**. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- Stangor, C. 2010. **Research Methods for the Behavioral Sciences**. Wadsworth, Belmont, California.
- Stevenson, R. J. 2010. Algae of river ecosystems, pp. 115-123. In G. E. Likens, ed. **Plankton of Inland Waters: A Derivative of Encyclopedia of Inland Waters**. Academic Press, Amsterdam.
- van Haandel, A. C. and J. G. M. van der Lubbe. 2007. **Handbook Biological Waste Water Treatment**. Quist Publishing, Leidschendam, Netherlands.
- Vymazal, J., J. Komárková, , K. Kubecková, and J. Kastovsky. 2002. Periphyton composition change along the phosphorus gradient in the Florida Everglades. **Czech Phycol.** 2: 83-92.

Wehr, J. D. and R. G. Sheath. 2003. **Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification**. Academic Press, Amsterdam.

Weiner, E. R. 2000. **Applications of Environmental Chemistry: A Practical Guide for Environmental**. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida.

Wetzel, R. E. 1983. **Limnology**. Saunders College Publishing, New Delhi.

Yamagishi, T. 1992. **Plankton Algae in Taiwan (Formosa)**. Uchida Rokakuho, Tokyo.

Yana, E. and Y. Peerapornpisal. 2009. Diversity of benthic algae and water quality in tributaries of the Mekong River passing Thailand and some parts of Lao PDR. **KKU Sci. J. (Supplement)** 37: 30-41.





ภาคผนวก ก
วิธีการศึกษาเพิ่มเติม

การวัดค่าไนเตรท-ไนโตรเจน ตามวิธี ultraviolet spectrophotometric screening method ตามวิธี
ของ APHA *et al.* (2005)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร

1.2 เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ ขวดปรับปริมาตร ปิกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ หลอดทดลอง
ปิเปต แท่งแก้วคน และกระบอกตวง

1.3 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ขั้ววางหลอดทดลอง กระดาษชำระ ปิเปต น้ำกลั่น ขวดแก้ว ขวด
ลีชา

2. สารเคมีที่ใช้

2.1 น้ำกลั่นปราศจากไนเตรท (nitrate free water)

ใช้น้ำกลั่นธรรมดา (redistilled or distilled water) และน้ำกลั่นปราศจากไอออน
(deionized water) ที่มีความบริสุทธิ์สูงสุด เพื่อผสมกับสารละลายและเจือจางสารเคมี

2.2 สารละลายไนเตรทเข้มข้น (stock nitrate solution)

ละลายโปตัสเซียมไนเตรทแห้ง (dry potassium nitrate; KNO_3) ที่อบในอุณหภูมิ
105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มาจำนวน 0.7218 กรัม ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น
1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม (CHCl_3) ปริมาตร
2.5 มิลลิลิตร สารละลายนี้เก็บไว้ได้ 6 เดือน (สารละลายมาตรฐานไนเตรทเข้มข้นนี้มีความเข้มข้น
ของไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^- -N) 100 มิลลิกรัมต่อลิตร)

2.3 สารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มัล (hydrochloric acid solution 1 N)

3. การเตรียมกราฟมาตรฐานไนเตรท (nitrate standard curve)

3.1 สารละลายไนเตรทระดับปานกลาง (intermediate nitrate solution)

นำสารละลายไนเตรทเข้มข้นปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด
100 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากนั้นเติมคลอโรฟอร์ม (CHCl_3)
ปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร สารละลายนี้เก็บไว้ได้ 6 เดือน ได้สารละลายไนเตรทมาตรฐานความเข้มข้น
2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร

3.2 เตรียมอนุกรมของสารละลายไนเตรท-ไนโตรเจน (NO_3^- -N) เพื่อทำกราฟมาตรฐาน
ตามความเข้มข้นต่อไปนี้

ใช้ปีเปิดดูปริมาณสารละลายไนเตรทระดับปานกลาง (ตารางผนวกที่ ก1)

ตารางผนวกที่ ก1 อนุกรมความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน

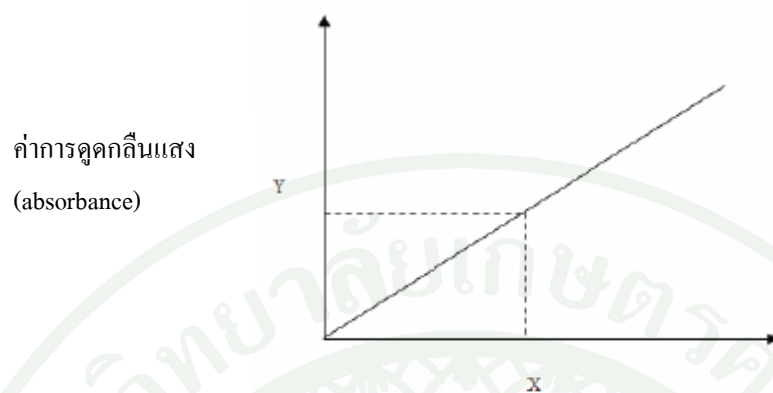
ไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนมิลลิลิตรของ 2.5 มิลลิกรัมต่อไนเตรท- ไนโตรเจนที่ปีเปิดมาแล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ เป็น 100 มิลลิลิตร
0.00	0.00
0.02	0.80
0.04	1.60
0.06	2.40
0.08	3.20
0.10	4.00
0.15	6.00
0.20	8.00

จากนั้นเติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มัลปริมาตร 2 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นแบล็ก จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ พลอทกราฟระหว่างความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (ภาพผนวกที่ ก1)

4. การวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 1 นอร์มัล 1 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 220 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นแบล็ก จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ เพื่อนำไปตัดกับกราฟสารละลายไนเตรท-ไนโตรเจนมาตรฐาน

การคำนวณหาปริมาณไนเตรท-ไนโตรเจนกับกราฟมาตรฐาน



ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจน ($\text{NO}_3\text{--N}$)
ที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

Y = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

X = ความเข้มข้นของไนเตรท-ไนโตรเจนที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพผนวกที่ ก1 กราฟมาตรฐานไนเตรท-ไนโตรเจน

การวัดค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ตามวิธี phenate method ตามวิธีการของ APHA *et al.* (2005)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1. สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร

1.2. เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ ขวดปรับปริมาตร ปิกเกอร์ ขวดรูปชมพู่

หลอดทดลอง ปิเปต แท่งแก้วคน และกระบอกตวง

1.3. อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ชั้นวางหลอดทดลอง กระดาษชำระ ปิเปต น้ำกลั่น ขวดแก้ว
ขวดสีชา

2. สารเคมีที่ใช้

2.1 สารละลายฟีนอล (phenol solution)

ผสมสารฟีนอล (liquefied phenol > 89%) ปริมาตร 11.1 มิลลิลิตร กับเอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร/ปริมาตร (ethyl alcohol 95% v/v) ให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บได้ประมาณ 1 สัปดาห์ (เตรียมใหม่ทุกสัปดาห์)

2.2 โซเดียมไนโตรปริสไซด์ 0.5% น้ำหนักต่อปริมาตร (sodium nitroprusside, 0.5 w/v)

ละลายโซเดียมไนโตรปริสไซด์จำนวน 0.5 กรัม ลงในน้ำกลั่นปราศจากไอออน 100 มิลลิลิตร เก็บรักษาสารละลายนี้ในขวดแก้วสีชา สารละลายนี้มีอายุ 1 เดือน

2.3 อัลคาไลน์ซิเตรท (alkaline citrate)

ละลายไตรโซเดียมซิเตรท (trisodium citrate) 200 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) จำนวน 10 กรัมลงในน้ำกลั่นปราศจากไอออน แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร

2.4 โซเดียมไฮโปคลอไรด์ (สารละลายเพื่อการค้า) 5% (sodium hypochloride; commercial solution 5%)

ข้อควรระวัง เนื่องจากการตกตะกอนอย่างช้าๆลงด้านล่างขวดต้องเปลี่ยนสารใหม่ทุกๆ 2 เดือน

2.5 สารละลายออกซิไดซิง (oxidizing solution)

ผสมสารละลายอัลคาไลน์ซิเตรท (ข้อ 2.3) ปริมาตร 25 มิลลิลิตรกับสารโซเดียมไฮโปคลอไรด์ 5% (ข้อ 2.4) ปริมาตร 25 มิลลิลิตร เตรียมใหม่ทุกวันเสมอ

2.6 สารละลายแอมโมเนียมเข้มข้น (stock ammonium solution)

ละลายแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ปราศจากน้ำ (anhydrous ammonium chloride) ที่อบแห้ง 100 องศาเซลเซียส มาจำนวน 0.3819 กรัม ลงไปในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้ได้ 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายแอมโมเนียมมาตรฐานมีความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) เก็บสารละลายนี้ไว้ในขวดสีชาสารละลายนี้มีอายุการ 6 เดือน ถึง 1 ปี

3. การเตรียมกราฟมาตรฐานแอมโมเนีย (ammonia standard curve)

3.1 สารละลายแอมโมเนียมมาตรฐาน (standard ammonium solution)

นำสารละลายแอมโมเนียมเข้มข้นมาปริมาตร 2.5 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร ปรับด้วยน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร (สารละลายแอมโมเนียมมาตรฐานมีความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.2 เตรียมอนุกรมของสารละลายแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) เพื่อทำการหาปริมาณตามความเข้มข้นต่อไปนี้

โดยใช้ปิเปตดูดปริมาณสารละลายแอมโมเนียมมาตรฐาน (ตารางผนวกที่ ก2)

ตารางผนวกที่ ก2 อนุกรมความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนมิลลิลิตรของ 2.5 มิลลิกรัมต่อ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ที่ปิเปตมาแล้วเจือจาง ด้วยน้ำกลั่นให้เป็น 100 มิลลิลิตร
0.00	0.00
0.02	0.80
0.04	1.60
0.06	2.40
0.08	3.20
0.10	4.00
0.15	6.00
0.20	8.00

จากนั้นเติมสารละลายฟีนอลปริมาตร 4 มิลลิลิตร โซเดียมไนโตรปริสต์ 0.5% ปริมาตร 4 มิลลิลิตร และสารละลายออกซิไดซิงปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเข้าให้เข้ากันโดยมีกระดาษฟรอนด์หรือพาราฟินมาห่อหุ้มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานอย่างน้อย

1 ชั่วโมง (22-27 องศาเซลเซียส) แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมงแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบล็กจذبบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ พลอทกราฟระหว่างความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (ภาพผนวกที่ ก2)

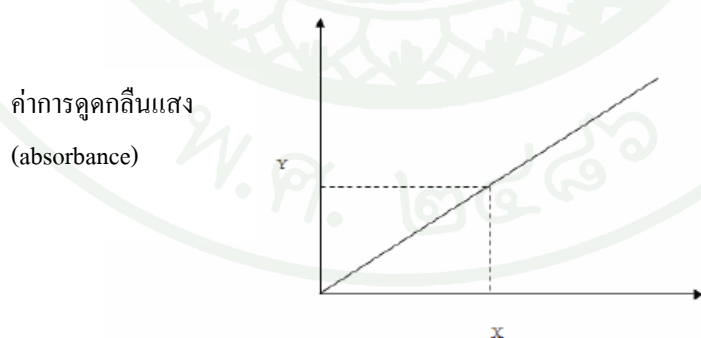
4. การวิเคราะห์ตัวอย่าง

ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 25 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมสารละลายฟีนอลปริมาตร 1 มิลลิลิตร สารละลายโซเดียมไนโตรปริสต์ไฮด์ปริมาตร 1 มิลลิลิตร และสารละลายออกซิไดซิงปริมาตร 2.5 มิลลิลิตรตามลำดับ หลังจากเติมน้ำยาเคมีแต่ละชนิดเข้าให้เข้ากันโดยมีกระดวยฟรอยด์หรือพาราฟินมาห่อหุ้มทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานอย่างน้อย 1 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 24 ชั่วโมงแล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบล็ก (blank) จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ (22-27 องศาเซลเซียส) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร โดยใช้น้ำกลั่นเป็นแบล็ก จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้เพื่อนำไปตัดกับกราฟสารละลายแอมโมเนีย-ไนโตรเจนมาตรฐาน

5. ข้อควรระวังและปฏิบัติในการวิเคราะห์แอมโมเนีย

ขั้นตอนการเตรียมสารละลายฟีนอลควรทำให้ตู้ระบายลม (air flow) เนื่องจากมีกลิ่นที่เป็นอันตราย รวมทั้งต้องใส่ถุงมือและแว่นตาป้องกันขณะจับสารฟีนอล

การคำนวณหาปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนกับกราฟมาตรฐาน



ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$)
ที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

$Y =$ ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

$X =$ ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพผนวกที่ ก2 กราฟมาตรฐานแอมโมเนีย-ไนโตรเจน

การวัดค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ตามวิธี ascorbic acid ตามวิธีการของ APHA *et al.* (2005)

1. เครื่องมือและอุปกรณ์

1.1 สเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร

1.2 เครื่องแก้วต่าง ๆ ได้แก่ ขวดปรับปริมาตร ปีกเกอร์ ขวดรูปชมพู่ หลอดทดลอง

ปิเปต แท่งแก้วคน และกระบอกตวง

1.3 อุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ขั้ววางหลอดทดลอง กระดาษชำระ ปิเปต น้ำกลั่น ขวดแก้ว ขวดสีชา

2. สารเคมีที่ใช้

2.1 สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ (phenolphthalein indicator)

ละลายฟีนอล์ฟทาลีน (phenolphthalein) จำนวน 0.5 กรัม เอทิลแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร/ปริมาตร (ethyl alcohol 95% v/v) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นอีก 50 มิลลิลิตร

2.2 สารละลายกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล (sulfuric acid solution, H_2SO_4 , 5N)

โดยเติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น (sulfuric acid; conc. H_2SO_4) ปริมาตร 70 มิลลิลิตร ลงในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรเป็น 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้วสีชา

2.3 สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนีตาร์เตรท (potassium antimonyl tartrate solution)

ละลายโพแทสเซียมแอนติโมนีตาร์เตรท (potassium antimonyl tartrate; $K(SbO)C_4H_4O_6 \cdot 1/2H_2O$) จำนวน 1.3715 กรัม ลงในน้ำกลั่นปริมาตร 400 มิลลิลิตรที่อยู่ในขวดปรับปริมาตร 500 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้วฝาแก้ว สารนี้ถ้ายังใสอยู่ก็ใช้ได้เรื่อย ๆ

2.4 สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate solution)

ละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต (ammonium molybdate; $NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$) จำนวน 20 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร เก็บในขวดพลาสติกที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส สารนี้ถ้ายังใสอยู่ก็ใช้ได้เรื่อย ๆ

2.5 แอस्कอร์บิกแอซิด 0.1 โมลาร์ (ascorbic acid 0.1 M)

ละลายแอสคอร์บิกแอซิด (ascorbic acid) จำนวน 1.76 กรัม ด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เก็บในขวดแก้วสีชาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะอยู่ได้ประมาณหนึ่งสัปดาห์

2.6 เตรียมน้ำยารวม (combined reagent) โดยผสมสารละลายข้อ 2.2-2.5 รวมกันให้ได้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

ผสมกรดซัลฟิวริก 5 นอมล ปริมาตร 50 มิลลิลิตรกับ สารละลายโพแทสเซียมแอนติโมนิเตต ปริมาตร 5 มิลลิลิตร สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ปริมาตร 15 มิลลิลิตร และ แอสคอร์บิกแอซิด 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 30 มิลลิลิตร โดยปรับอุณหภูมิของสารเคมีแต่ละอย่างให้เท่า อุณหภูมิห้องเสียก่อนและผสมเรียงลำดับ เมื่อเติมสารตัวหนึ่งลงไปให้ผสมให้เข้ากันก่อนค่อยเติม สารตัวใหม่ลงไป ถ้าเกิดความร้อนให้เขย่าและตั้งทิ้งไว้ 2-3 นาที ให้ความร้อนหายไก่อนจึงผสมต่อ น้ำยารวมที่ได้จะต้องมีสีเหลืองอ่อน (สารนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งทีวิเคราะห์เนื่องจากเสถียร เพียง 4 ชั่วโมง)

2.7 สารละลายฟอสเฟตเข้มข้น (stock phosphate solution)

ละลายโพตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) จำนวน 0.2195 กรัม แล้วเติมน้ำกลั่นปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะต้องเก็บไว้ในที่มืดในตู้เย็น และจะเก็บได้นาน 1 เดือน (สารละลายฟอสเฟตเข้มข้น มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3. การเตรียมกราฟฟอสเฟตมาตรฐาน (phosphate standard curve)

3.1 สารละลายฟอสเฟตมาตรฐาน (standard phosphate solution)

ปิเปตสารละลายฟอสเฟตเข้มข้นมาปริมาตร 25 มิลลิลิตร ลงในขวดปรับปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 500 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะเก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1-2 วัน (สารละลายฟอสเฟตมาตรฐานมีความเข้มข้น 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตร)

3.2 เตรียมอนุกรมของสารละลายฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) เพื่อทำกราฟมาตรฐานตามความเข้มข้นต่อไปนี้

โดยใช้ปิเปตดูดปริมาณสารละลายฟอสเฟตมาตรฐาน (ตารางผนวกที่ ก3)

ตารางผนวกที่ ก3 อนุกรมความเข้มข้นของฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร)	จำนวนมิลลิลิตรของ 2.5 มิลลิกรัมต่อ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่ปิเปตมาแล้วเจือจางด้วย น้ำกลั่นให้เป็น 50 มิลลิลิตร
0.00	0.00
0.02	0.80
0.04	1.60
0.06	2.40
0.08	3.20
0.10	4.00
0.15	6.00
0.20	8.00

เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นแบล็ก จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ พลอตกราฟระหว่างความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัมต่อลิตร) กับค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ (ภาพผนวกที่ ก 3)

4. การวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง

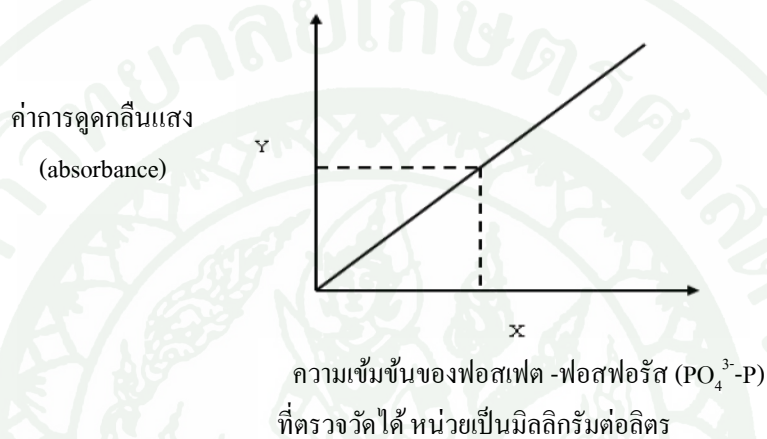
ตวงตัวอย่างน้ำมาปริมาตร 50 มิลลิลิตร ใส่ลงไปในขวดรูปชมพู่ขนาด 100 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาไลน์อินดิเคเตอร์ 1 หยด ถ้าเป็นสีชมพูหรือสีแดงให้หยดกรดซัลฟิวริก 5 นอร์มัล ลงไปที่ละหยดจนกระทั่งสีชมพูหรือสีแดงหายไปแล้วเติมน้ำยารวมใส่ลงในแต่ละขวด ขวดละ 8 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 880 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็นแบล็ก จดบันทึกค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ เพื่อนำไปตัดกับกราฟสารละลายออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมาตรฐาน

5. ข้อควรระวังและปฏิบัติในการวิเคราะห์ฟอสเฟต

5.1 เครื่องแก้วทุกชิ้นที่ใช้ในการทดลองให้ล้างด้วย กรดเกลือเจือจางขณะร้อน แล้วนำไปล้างด้วยน้ำกลั่นหลาย ๆ ครั้ง หรือนำมาล้างเครื่องแก้วที่ปราศจากฟอสเฟต

5.2 ในน้ำตัวอย่างที่มีสีเข้มหรือขุ่นมากๆ ให้เตรียมแบล็กโดยเติมสารเคมีทั้งหมด ยกเว้นแอสคอร์บิกแอซิด 0.1 โมลาร์ และสารละลายโพแทสเซียม แอนติโมนิเตรท แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงนำไปหักออกจากค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้จากน้ำตัวอย่าง

การคำนวณหาปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสกับกราฟมาตรฐาน



Y = ค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้

X = ความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่ตรวจวัดได้ หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ภาพผนวกที่ ก3 กราฟมาตรฐานออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

การประเมินคุณภาพน้ำด้วยระบบคะแนนจากคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ (AARL-PC score) (Leelahakriengkrai and Peerapornpisal, 2011)

วิธีการประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำตาม AARL-PC score (applied algal research laboratory physical and chemical score) นี้ ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ (applied algal research laboratory: AARL) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ประยุกต์มาจากมาตรฐานคุณภาพน้ำของ Lorraine and Volleweider (1998); Wetzel (1983) และจากมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 มาประเมินร่วมกันเป็นการใช้พารามิเตอร์หรือคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และชีวภาพของน้ำมาให้คะแนน คุณสมบัติที่ใช้ประกอบด้วย ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) การนำไฟฟ้า ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ โดยมีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. โดยแบ่งการให้คะแนนมาตรฐานของคุณสมบัติของน้ำที่ใช้ศึกษา ตั้งแต่ 0.1-1 ตามตารางผนวกที่ ก4 คุณสมบัติน้ำที่ใช้ ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO) ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) ค่าการนำไฟฟ้า ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำ ซึ่งจำนวนคุณสมบัติที่ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ทุกคุณสมบัติตามที่กล่าวมาข้างต้นเสมอไป สามารถเพิ่มหรือลดลงได้ตามการศึกษา แต่ไม่ควรน้อยกว่า 6 คุณสมบัติ

2. เมื่อเปรียบเทียบค่าของแต่ละคุณสมบัติของน้ำที่ใช้จริงกับคะแนนมาตรฐานแล้วให้นำมารวมกันเพื่อจัดคุณภาพของน้ำ โดยการเปรียบเทียบกับตารางผนวกที่ ก5

ตัวอย่างการศึกษา คุณสมบัติน้ำบางประการในอ่างเก็บน้ำ A พบว่ามี

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	4.80 mg/l	score = 0.5
ปริมาณ BOD	1.40 mg/l	score = 0.4
การนำไฟฟ้า	300 μ S/cm	score = 0.8
ไนเตรท-ไนโตรเจน	0.90 mg/l	score = 0.5
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน	1.20 mg/l	score = 0.5
ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส	0.30 mg/l	score = 0.3
คลอโรฟิลล์เอ	22.5 μ g/l	score = 0.8
		total = 3.8

สามารถจัดคุณภาพน้ำตามสถานะอาหารอยู่ระดับสารอาหารปานกลางถึงสูง (meso-eutrophic status) และจัดตามคุณภาพน้ำทั่วไปอยู่ระดับดีถึงปานกลางถึงไม่ดี (moderate-polluted)

ตารางผนวกที่ ก4 AARL-PC score ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ การนำไฟฟ้า ไนเตรท-ไนโตรเจน แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และคลอโรฟิลล์เอในน้ำ

DO (mg/l)	คะแนน	BOD (mg/l)	คะแนน	การนำไฟฟ้า (μ S/cm)	คะแนน	ไนเตรท- ไนโตรเจน (mg/l)	คะแนน
>8	0.1	<0.25	0.1	<10	0.1	<0.05	0.1
7-8	0.2	0.25-0.5	0.2	10-20	0.2	0.05-0.1	0.2
6-7	0.3	0.5-1	0.3	20-40	0.3	0.1-0.3	0.3
5-6	0.4	1-2	0.4	40-70	0.4	0.3-0.8	0.4
4-5	0.5	2-4	0.5	70-100	0.5	0.8-1.5	0.5
3-4	0.6	4-10	0.6	100-150	0.6	1.5-3.0	0.6
2-3	0.7	10-20	0.7	150-230	0.7	3.0-10.0	0.7
1-2	0.8	20-40	0.8	230-400	0.8	10.0-20.0	0.8
0.5-1	0.9	40-80	0.9	400-550	0.9	20.0-40.0	0.9
<0.5	1.0	>80	1.0	>550	1.0	> 40.0	1.0

แอมโมเนีย- ไนโตรเจน (mg/l)	คะแนน	ออร์โธฟอสเฟต- ฟอสฟอรัส (mg/l)	คะแนน	คลอโรฟิลล์เอในน้ำ (μ g/l)	คะแนน
<0.1 0	0.1	<0.05	0.1	<0.05	0.1
0.1-0.2	0.2	0.05-0.2	0.2	0.05-0.2	0.2
0.2-0.4	0.3	0.2-0.4	0.3	0.2-1	0.3
0.4-0.8	0.4	0.4-0.8	0.4	1-2.5	0.4
0.8-1.5	0.5	0.8-1.5	0.5	2.5-5	0.5
1.5-3.0	0.6	1.5-3.0	0.6	5-10	0.6
3.0-5.0	0.7	3.0-5.0	0.7	10-20	0.7
5.0-10.0	0.8	5.0-10.0	0.8	20-50	0.8
10.0-20.0	0.9	10.0-20.0	0.9	50-150	0.9
>20.0	1.0	>20.0	1.0	>150	1.0

ตารางผนวกที่ ก5 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PC score ตามสถานะของอาหารและ (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนน	คุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
0 -0.8	สารอาหารต่ำมาก (ultraoligotrophic status)	ดีมาก (very clean)
0.9-1.6	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
1.7-2.4	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)
2.5-3.2	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
3.3-4.0	สารอาหารปานกลางถึงสูง (meso-eutrotrophic status)	ปานกลางถึงไม่ดี (moderate-polluted)
4.1-4.8	สารอาหารสูง (eutrotrophic status)	ไม่ดี (polluted)
>4.8	สารอาหารสูงมาก (Hypereutrotrophic status)	ไม่ดีมาก (very polluted)

การประเมินคุณภาพน้ำด้วยระบบคะแนนจากสาหร่าย (AARL-PP score) (ยูวดี และคณะ, 2550)

โดยใช้หลักการของ AARL-PP score (applied algal research laboratory-phytoplankton score) ของห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ สาขาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งนำสาหร่ายที่พบมาใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำโดยการจัดทำเป็นคะแนนสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ชัดเจน

1. หลักเกณฑ์ของ AARL-PP score

AARL-PP score ประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ

1.1 ส่วนที่ 1 เป็นคะแนนคุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ คือ (1) ดี: สารอาหารต่ำ (2) ดีถึงปานกลาง: สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (3) ปานกลาง: สารอาหารปานกลาง (4) ปานกลางถึงไม่ดี: สารอาหารปานกลางถึงสูง (5) ไม่ดี: สารอาหารสูง (6) ไม่ดีมาก: สารอาหารสูงมาก โดยใช้คะแนน 1-10 แบ่งออกเป็นระดับย่อย ๆ 6 ระดับ (ตารางผนวกที่ ก6)

ตารางผนวกที่ ก6 คะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำของ AARL-PP score ตามสถานะสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนน	คุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
1.0 -2.0	สารอาหารต่ำ (oligotrophic status)	ดี (clean)
2.1 -3.5	สารอาหารต่ำถึงปานกลาง (oligo-mesotrophic status)	ดีถึงปานกลาง (clean-moderate)
3.6-5.5	สารอาหารปานกลาง (mesotrophic status)	ปานกลาง (moderate)
5.6-7.5	สารอาหารปานกลางถึงสูง (meso-eutrotrophic status)	ปานกลางถึงไม่ดี (moderate-polluted)
7.6-9.0	สารอาหารสูง (eutrotrophic status)	ไม่ดี (polluted)
9.1-10.0	สารอาหารสูงมาก (Hyperreutrophic status)	ไม่ดีมาก (very polluted)

1.2 ส่วนที่ 2 คือคะแนนของสาหร่ายที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งจะเป็นสาหร่ายสกุลเด่นที่เจริญอย่างมากในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกัน กำหนดคะแนนในช่วง 1-10 โดยคะแนนน้อยแสดงถึงสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนปานกลางบ่งชี้คุณภาพน้ำปานกลาง และคะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี (ตารางผนวกที่ ก7; ภาพผนวกที่ ก4)

ตารางผนวกที่ ก7 คะแนนของสาหร่ายแต่ละสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำต่าง ๆ (1-10 คะแนน)
(คะแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คะแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)

สกุล	คะแนน	สกุล	คะแนน	สกุล	คะแนน
<i>Achnanthes</i>	6	<i>Dimorphococcus</i>	7	<i>Oocystis</i>	6
<i>Acanthoceras</i>	5	<i>Dinobryon</i>	1	<i>Oscillatoria</i>	9
<i>Actinastrum</i>	5	<i>Elakalothrix</i>	3	<i>Pandorina</i>	6
<i>Amphora</i>	6	<i>Encyonema</i>	6	<i>Pediastrum</i>	7
<i>Anabaena</i>	8	<i>Epithemia</i>	6	<i>Peridiniopsis</i>	6
<i>Ankistrodesmus</i>	7	<i>Euastrum</i>	3	<i>Peridinium</i>	6
<i>Aphanocapsa</i>	5	<i>Eudorina</i>	6	<i>Phacus</i>	8
<i>Aphanothece</i>	5	<i>Euglena</i>	10	<i>Phormidium</i>	9
<i>Aulacoseira</i>	6	<i>Eunotia</i>	2	<i>Pinnularia</i>	5
<i>Bacillaria</i>	7	<i>Fragilaria</i>	5	<i>Planktolynghya</i>	7
<i>Botryococcus</i>	4	<i>Golenkinia</i>	5	<i>Pseudanabaena</i>	7
<i>Centritractus</i>	4	<i>Gomphonema</i>	6	<i>Rhizosolenia</i>	6
<i>Ceratium</i>	4	<i>Gonium</i>	6	<i>Rhodomonas</i>	8
<i>Chlamydomonas</i>	8	<i>Gyrosigma</i>	7	<i>Rhopalodia</i>	5
<i>Chlorella</i>	6	<i>Gymnodinium</i>	6	<i>Scenedesmus</i>	8
<i>Chroococcus</i>	6	<i>Hantzchia</i>	8	<i>Spirulina</i>	9
<i>Closterium</i>	6	<i>Isthmochloron</i>	5	<i>Staurastrum</i>	3
<i>Cocconeis</i>	6	<i>Kirchneriella</i>	5	<i>Staurodesmus</i>	3
<i>Coelastrum</i>	7	<i>Melosiera</i>	5	<i>Stauroneis</i>	5
<i>Cosmarium</i>	2	<i>Merismopedia</i>	9	<i>Strombomonas</i>	8
<i>Crucigenia</i>	7	<i>Micractinium</i>	7	<i>Surirella</i>	6
<i>Crucigeniella</i>	7	<i>Micrasterias</i>	2	<i>Synedra</i>	6
<i>Cryptomonas</i>	8	<i>Microcystis</i>	8	<i>Synura</i>	8
<i>Cyclotella</i>	2	<i>Monoraphidium</i>	7	<i>Tetraedron</i>	6
<i>Cylindrospermopsis</i>	7	<i>Navicula</i>	5	<i>Trachelomonas</i>	8
<i>Cymbella</i>	5	<i>Nephrocytium</i>	5	<i>Volvox</i>	6
<i>Dictyosphaerium</i>	7	<i>Nitzschia</i>	9		

2. วิธีการใช้ AARL-PP score

2.1 เก็บสาหร่ายในแหล่งน้ำที่ศึกษา ถ้ามีปริมาณมากใช้วิธีเก็บจากแหล่งน้ำโดยตรงโดยใช้ภาชนะตักขึ้นมาจากน้ำโดยตรง ถ้ามีปริมาณไม่มากใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอนที่มียขนาดตา 10-20 ไมโครเมตร

2.2 นำสาหร่ายในน้ำมาศึกษา โดยการระบุถึงระดับสกุล

2.3 นับจำนวนสาหร่ายในแต่ละสกุลทั้งหมดที่พบ สังเกตสกุลเด่น 3 สกุลแรกโดยแต่ละสกุลเด่นต้องมีปริมาณมากกว่า 30% ของสาหร่ายทั้งหมด ในกรณีบางแหล่งน้ำอาจเหลือเพียง 1-2 สกุลก็ว่าได้

2.4 นำสกุลที่เลือกแล้วในข้อ 2.3 ไปหาคะแนนของสาหร่ายที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางผนวกที่ ก7 รวมคะแนนที่ได้ทั้ง 3 สกุลหรือ 2 สกุล แล้วหาค่าเฉลี่ย

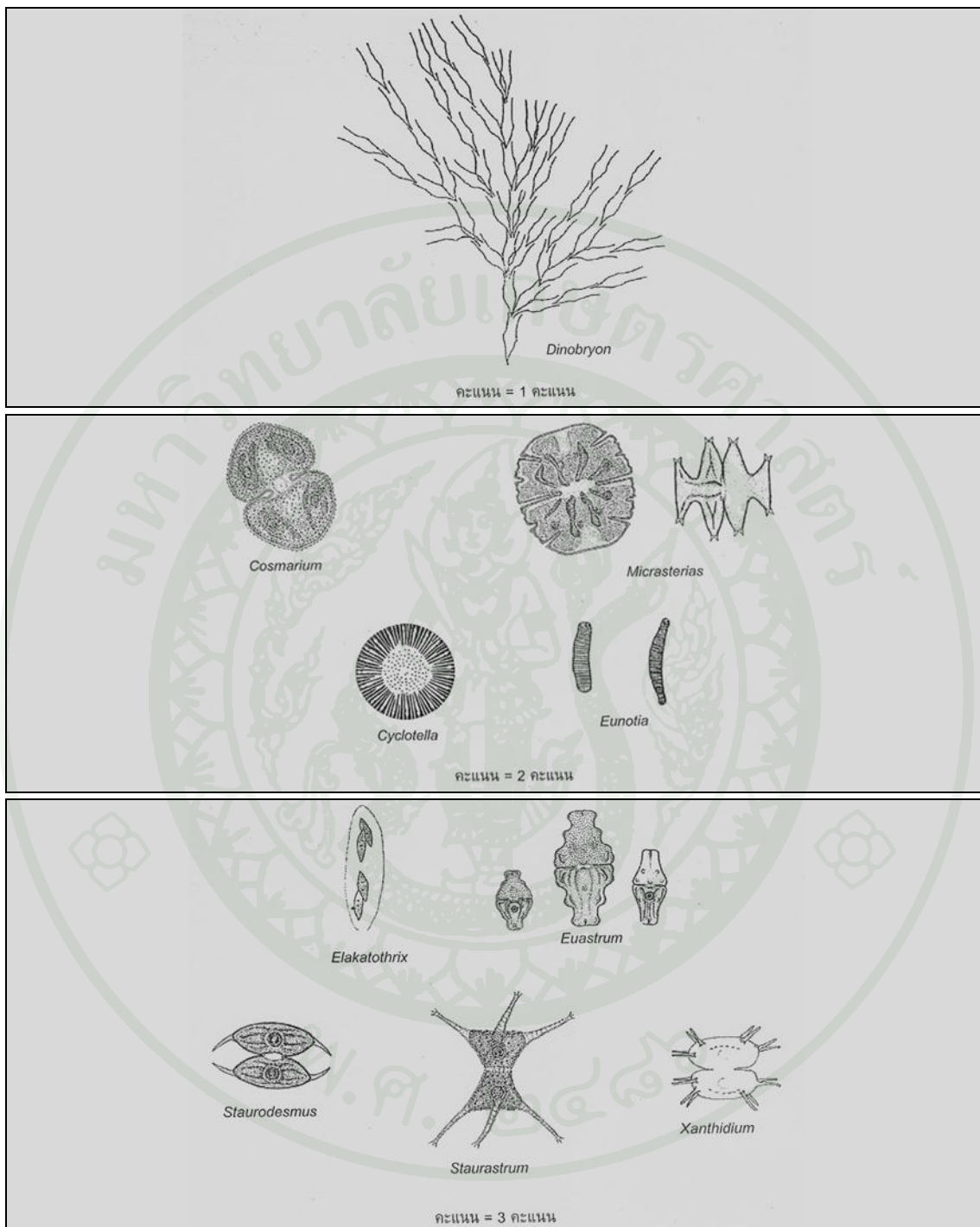
2.5 นำคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากข้อ 2.4 ไปหาคุณภาพน้ำจากตารางผนวกที่ ก6 จะได้คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่ศึกษา

ตัวอย่าง ในคูน้ำเมืองเชียงใหม่ช่วงเดือนตุลาคม 2549 พบสาหร่ายสกุลเด่น 3 สกุล ได้แก่ สกุล *Euglena*, *Trachelomonas* และ *Nitzschia* สามารถประเมินคุณภาพน้ำจาก AARL-PP score ได้ดังนี้

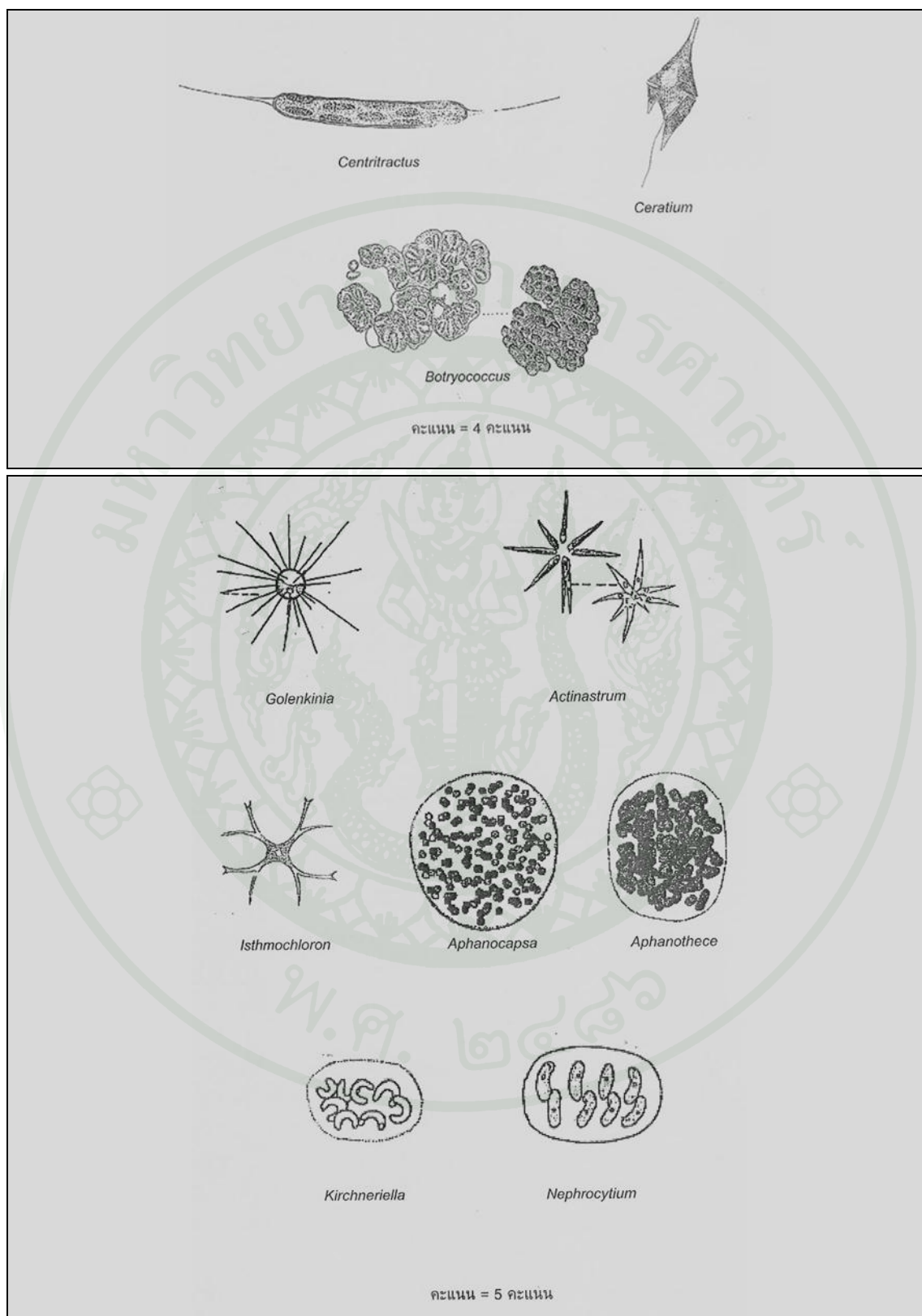
คะแนนของสาหร่ายที่บ่งชี้คุณภาพน้ำจากตารางผนวกที่ ก7 ได้ผลดังนี้

Euglena = 10 คะแนน *Trachelomonas* = 8 คะแนน *Nitzschia* = 9 คะแนน

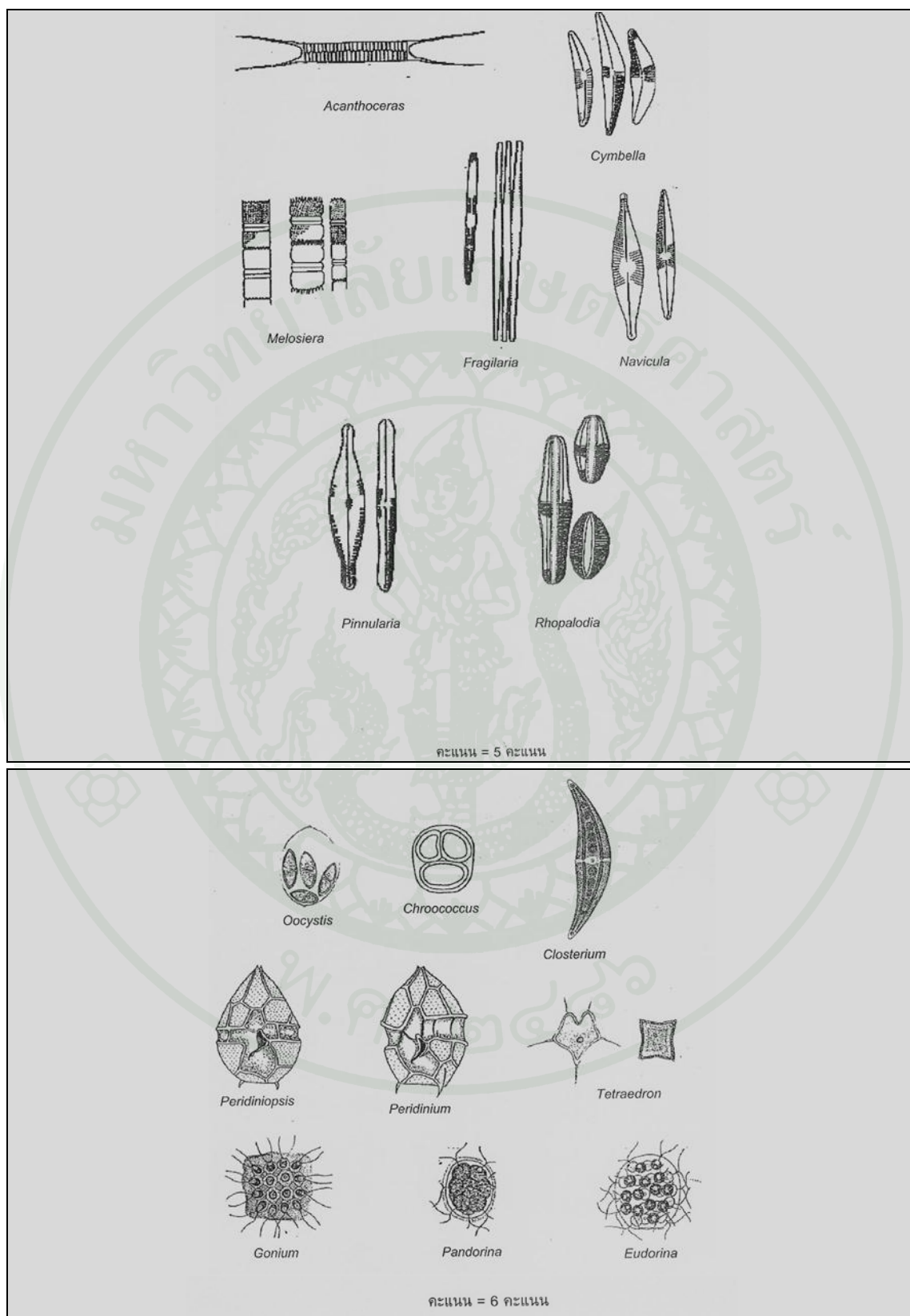
รวมคะแนนจาก 3 สกุลได้ 27 คะแนน คำนวณหาค่าเฉลี่ยได้ 9 คะแนน นำคะแนนที่เฉลี่ยได้ไปเทียบระดับคุณภาพน้ำจากตารางผนวกที่ ก6 พบว่าอยู่ในสถานะสารอาหารสูง (eutrophic status) หรือคุณภาพน้ำไม่ดี (polluted)



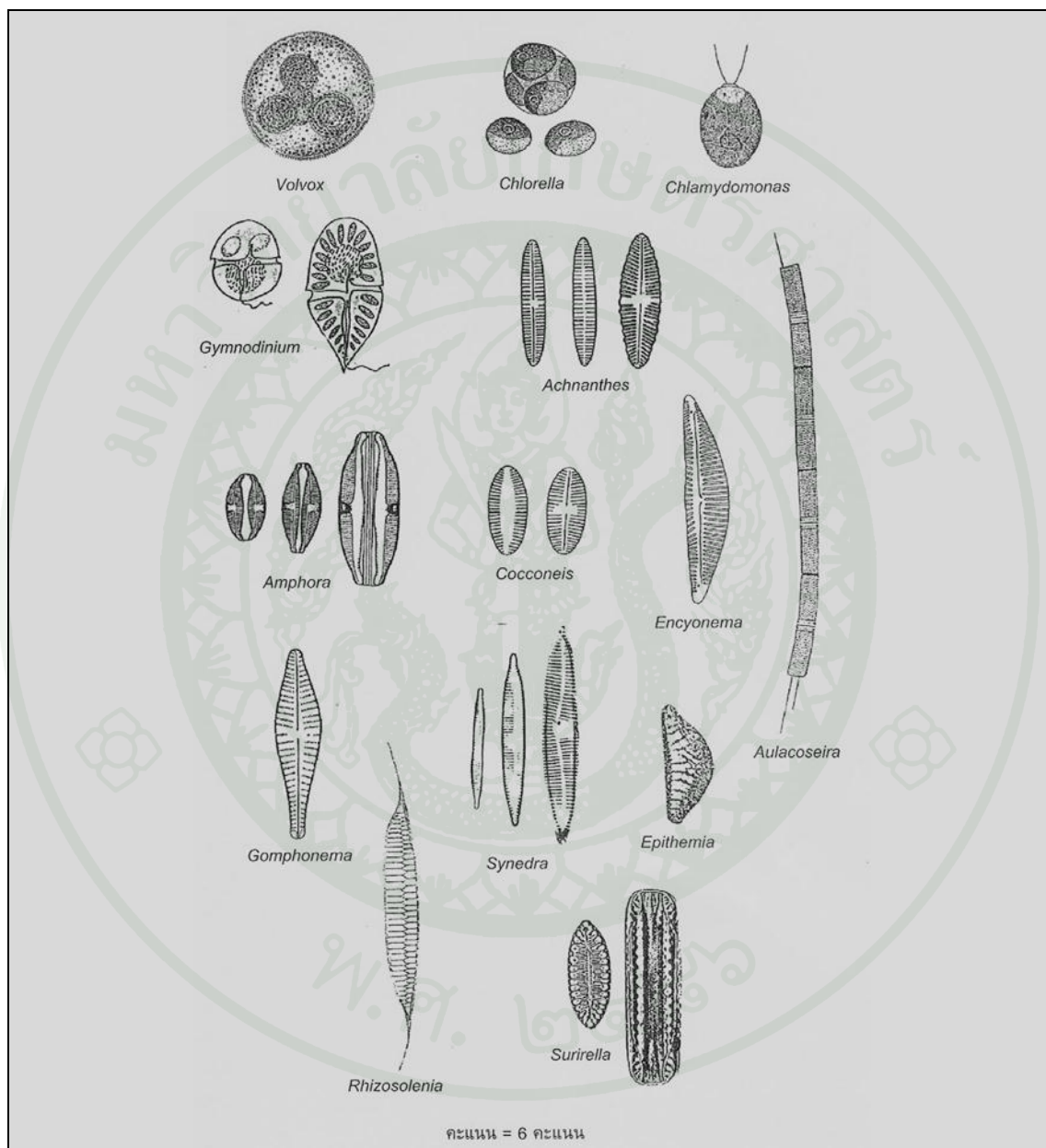
ภาพผนวกที่ ก4 สำหรับสกลเด่นบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระดับคระแนน (คระแนนน้อยบ่งชี้คุณภาพน้ำดี คระแนนมากบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี)



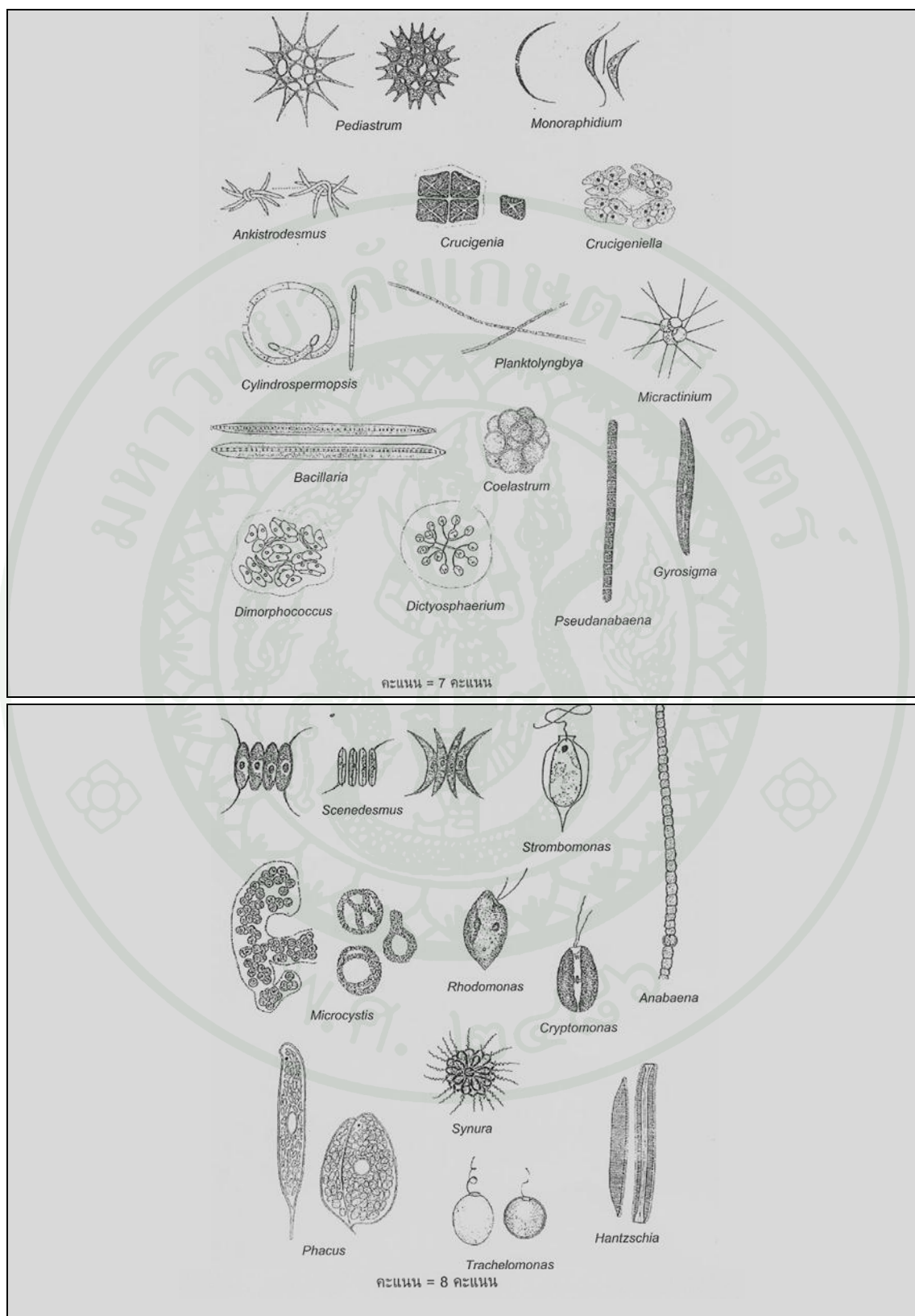
ภาพผนวกที่ ก4 (ต่อ)



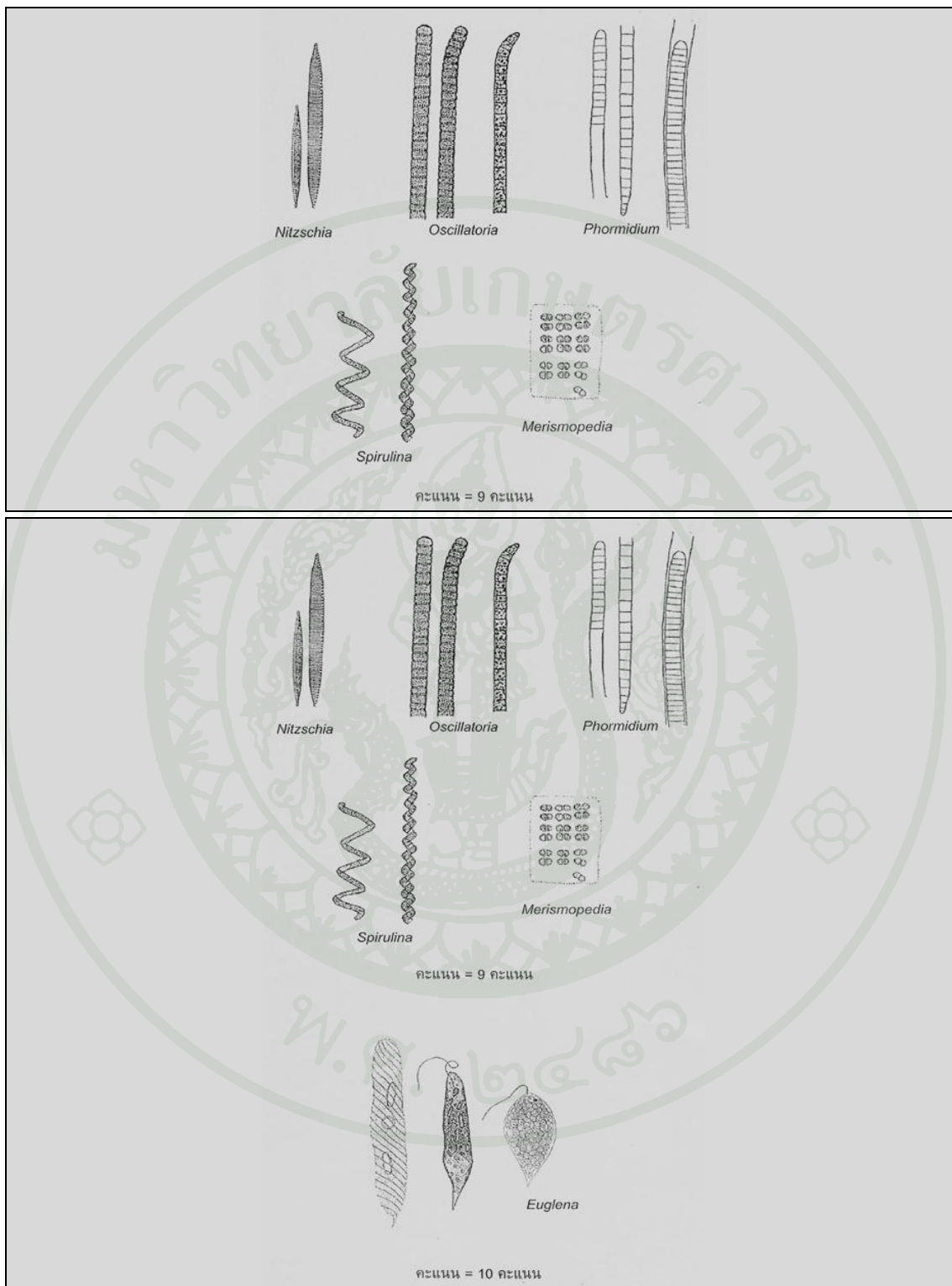
ภาพผนวกที่ ก4 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ ก4 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ ก4 (ต่อ)



ภาพผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ที่มา: ชูวดี และคณะ (2550)



ตารางผนวกที่ ข1 ค่าโปร่งใสของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
(หน่วยเซนติเมตร)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	38.00	27.00	18.00	15.00	30.00	41.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	44.00	19.00	11.00	26.00	26.00	30.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	65.00	39.00	11.00	10.00	24.00	23.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	28.00	17.00	14.00	17.00	24.50	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	30.00	44.00	22.00	18.00	18.00	23.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	40.00	22.00	26.00	11.00	40.00	25.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	87.00	37.00	22.00	30.00	17.00	37.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	37.00	16.00	18.00	19.00	21.50	42.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	49.00	19.00	7.00	17.00	32.00	40.00
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	54.00	45.00	18.00	60.00	40.00	58.00
เฉลี่ยรอบเดือน	47.20±16.93	28.50±10.99	16.70±5.60	22.30±13.83	27.30±7.74	35.44±10.82
เฉลี่ยรอบปี	29.57±15.32					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ข2 ค่าอุณหภูมิของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
(หน่วยองศาเซลเซียส)

	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	24.30	25.40	28.40	34.10	27.20	24.40
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	24.90	27.10	31.50	33.80	28.20	24.80
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	25.70	26.60	30.50	34.00	28.70	25.10
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	26.90	28.70	33.20	33.10	31.60	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	27.30	29.10	32.20	34.50	30.90	25.50
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	28.30	29.50	33.30	34.50	30.80	26.40
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	28.30	29.10	32.20	33.90	30.80	27.10
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	28.40	29.10	32.30	35.30	30.00	27.10
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	28.40	29.40	30.70	34.20	30.80	28.50
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	28.40	29.70	31.20	33.80	31.20	26.80
เฉลี่ยรอบเดือน	27.09±1.59	28.37±1.47	31.55±1.46	34.12±0.58	30.02±1.47	26.19±1.33
เฉลี่ยรอบปี	29.61±3.01					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ข3 ค่าพีเอชของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	5.81	6.61	6.19	6.17	6.46	5.94
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	5.69	6.70	6.16	6.32	6.56	5.98
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	5.51	6.79	6.21	6.30	6.60	6.02
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	5.48	7.18	6.49	6.65	6.89	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	5.49	6.71	6.55	6.34	6.72	5.85
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	5.57	7.53	7.27	7.29	7.02	5.60
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	5.61	6.87	7.00	6.74	6.75	5.81
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	5.51	6.83	6.63	6.46	6.78	5.89
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	5.39	6.83	6.58	6.30	6.62	6.07
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	5.69	6.52	6.56	6.45	6.84	6.11
เฉลี่ยรอบเดือน	5.58±0.13	6.86±0.30	6.56±0.35	6.50±0.33	6.72±0.17	5.92±0.16
เฉลี่ยรอบปี	6.36±0.52					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ๗4 ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)

	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	8.28	8.72	7.66	6.98	7.90	8.27
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	8.25	9.10	7.85	7.14	7.47	8.28
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	8.05	8.41	8.40	7.02	7.73	8.49
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	8.29	10.34	8.63	8.58	8.79	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	8.10	9.04	7.52	7.06	8.23	7.66
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	8.46	9.42	8.03	7.92	8.26	8.54
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	8.14	9.11	7.24	7.13	8.15	8.46
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	8.03	8.90	7.45	6.94	8.00	8.44
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	8.18	9.82	6.86	7.60	7.93	8.38
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	7.93	8.91	5.45	7.36	7.62	7.97
เฉลี่ยรอบเดือน	8.17±0.15	9.18±0.50	7.51±0.89	7.37±0.53	8.01±0.38	8.28±0.29
เฉลี่ยรอบปี	8.08±0.78					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ข5 ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายในน้ำทั้งหมดของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยพีพีที)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.014	0.014	0.015	0.014	0.010	0.013
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.014	0.016	0.016	0.015	0.010	0.013
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.015	0.016	0.017	0.016	0.011	0.014
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.016	0.018	0.021	0.017	0.012	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.016	0.018	0.021	0.017	0.012	0.017
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.017	0.019	0.022	0.019	0.012	0.015
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.017	0.018	0.023	0.018	0.013	0.015
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.017	0.018	0.023	0.018	0.013	0.015
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.023	0.025	1.631	0.597	0.028	0.018
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.212	0.282	15.080	0.659	0.158	0.016
เฉลี่ยรอบเดือน	0.036±0.062	0.044±0.084	1.671±4.733	0.139±0.258	0.028±0.046	0.015±0.002
เฉลี่ยรอบปี	0.322±1.968					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ๖ ค่าความเค็มของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
(หน่วยพีพีที)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.019	0.020	0.020	0.020	0.018	0.018
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.019	0.020	0.020	0.021	0.019	0.018
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.019	0.021	0.021	0.021	0.019	0.018
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.020	0.021	0.022	0.022	0.020	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.020	0.022	0.023	0.022	0.020	0.020
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.020	0.022	0.023	0.022	0.020	0.019
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.020	0.022	0.022	0.022	0.020	0.019
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.020	0.022	0.023	0.022	0.020	0.019
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.023	0.026	1.020	0.454	0.033	0.021
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.164	0.192	12.290	0.613	0.142	0.020
เฉลี่ยรอบเดือน	0.034±0.046	0.039±0.054	1.331±3.857	0.124±0.219	0.033±0.038	0.019±0.001
เฉลี่ยรอบปี	0.270±1.600					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ข7 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
(หน่วยมิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)

	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.021	0.022	0.022	0.024	0.017	0.022
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.027	0.023	0.022	0.024	0.017	0.022
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.022	0.023	0.024	0.025	0.018	0.022
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.022	0.024	0.025	0.025	0.018	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.022	0.024	0.027	0.026	0.018	0.026
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.023	0.025	0.027	0.026	0.018	0.023
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.023	0.024	0.029	0.026	0.019	0.023
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.020	0.024	0.029	0.026	0.019	0.023
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.030	0.033	1.983	0.835	0.043	0.028
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.142	0.361	19.780	1.565	0.227	0.025
เฉลี่ยรอบเดือน	0.035±0.038	0.058±0.106	2.197±6.209	0.260±0.524	0.041±0.066	0.024
เฉลี่ยรอบปี	0.443±2.583					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถลงเก็บตรงจุดนี้ได้ เพราะน้ำมีปริมาณสูงและไหลเชี่ยว

ตารางผนวกที่ ข8 ค่าไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำแพงวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)
(หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.228	0.216	0.157	0.363	0.190	0.189
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.158	0.278	0.112	0.289	0.163	0.113
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.153	0.262	0.072	0.271	0.159	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.138	0.232	0.049	0.200	0.126	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.100	0.223	0.076	0.119	0.239	0.099
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.202	0.232	0.107	0.157	0.224	0.107
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.142	0.182	0.101	0.143	0.312	0.186
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.166	0.192	0.103	0.124	0.259	0.103
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.161	0.251	0.074	0.107	0.259	0.147
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.163	0.091	0.318	0.124	0.188	0.281
เฉลี่ยรอบเดือน	0.161±0.035	0.216±0.053	0.117±0.077	0.190±0.088	0.212±0.057	0.153±0.063
เฉลี่ยรอบปี	0.175±0.071					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่มีตัวอย่างน้ำวิเคราะห์

ตารางผนวกที่ ข9 ค่าแอมโมเนีย-ไนโตรเจนในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.065	0.030	0.050	0.007	0.049	0.025
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.026	0.042	0.017	0.127	0.035	0.017
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.028	0.046	0.033	0.083	0.513	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.029	0.034	0.018	0.031	0.021	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.028	0.018	0.040	0.018	0.022	0.034
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.015	0.034	0.050	0.028	0.024	0.094
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.022	0.026	0.039	0.047	0.482	0.027
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.037	0.034	0.044	0.034	0.015	0.099
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.055	0.028	0.057	0.024	0.015	0.030
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.068	0.049	0.056	0.155	0.043	0.064
เฉลี่ยรอบเดือน	0.037±0.019	0.034±0.009	0.040±0.014	0.055±0.050	0.122±0.199	0.049±0.033
เฉลี่ยรอบปี	0.057±0.088					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่มีตัวอย่างน้ำวิเคราะห์

ตารางผนวกที่ ข10 ค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยไมโครกรัมกรัมต่อลิตร)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	2.605	1.765	0.973	1.205	0.084	0.084
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.084	1.765	0.952	0.084	0.084	0.084
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.644	2.325	0.632	0.924	1.485	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	1.205	1.765	0.952	1.765	1.765	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.084	0.924	0.973	0.924	0.364	0.924
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	1.205	2.885	0.958	0.084	0.084	0.924
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.084	1.484	0.913	0.924	0.364	0.364
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.644	2.885	0.915	0.364	0.924	0.644
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.084	1.485	1.378	1.205	1.765	0.084
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.644	0.924	1.074	1.485	1.205	3.166
เฉลี่ยรอบเดือน	0.728±0.467	1.821±0.738	0.972±0.193	0.896±0.591	0.812±0.693	0.784±1.066
เฉลี่ยรอบปี	1.010±0.765					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่มีตัวอย่างน้ำวิเคราะห์

ตารางผนวกที่ ข11 ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างสาหร่ายในแต่ละเดือนที่ศึกษาของคลองกำพวนในช่วงรอบปี
(ต.ค. 2552-ต.ค. 2553) (หน่วยไมโครกรัมกรัมต่อลิตร)

	เดือนตุลาคม	เดือนธันวาคม	เดือนกุมภาพันธ์	เดือนเมษายน	เดือนมิถุนายน	เดือนสิงหาคม
	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2552	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553	พ.ศ. 2553
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 1	0.004	0.022	0.014	0.135	0.072	0.097
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 2	0.004	0.012	0.030	0.128	0.073	0.098
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 3	0.020	0.004	0.048	0.136	0.027	0.091
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 4	0.031	0.172	0.096	0.115	0.087	nd*
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 5	0.151	0.116	0.076	0.185	0.066	0.050
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 6	0.024	0.011	0.063	0.147	0.093	0.084
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 7	0.020	0.130	0.050	0.105	0.073	0.093
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 8	0.089	0.067	0.107	0.160	0.055	0.082
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 9	0.088	0.093	0.046	0.114	0.059	0.068
จุดเก็บตัวอย่างสาหร่าย จุดที่ 10	0.029	0.022	0.040	0.110	0.093	0.057
เฉลี่ยรอบเดือน	0.046±0.048	0.065±0.060	0.057±0.029	0.133±0.025	0.070±0.020	0.080±0.018
เฉลี่ยรอบปี	0.075±0.045					

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากไม่มีตัวอย่างน้ำวิเคราะห์

ตารางผนวกที่ ๑๒ สกุนของสาหร่ายที่พบในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553)

	เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือน เมษายน พ.ศ. 2553	เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2553
Division Cyanophyta						
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pseudanabaena</i>	+	+	+	+	-	+
Division Chlorophyta						
<i>Monoraphidium</i>	-	-	+	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	+	-	-
<i>Scenedesmus</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Stigeoclonium</i>	+	-	+	+	+	+
<i>Oedogonium</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Mougeotia</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Spirogyra</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Zygnema</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Cylindrocystis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Netrium</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Closterium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cosmarium</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Desmidium</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Euastrum</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Hyalotheca</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Micrasterias</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	+	+	+
<i>Spondylosium</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Staurostrum</i>	+	+	+	+	+	-

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

	เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือน เมษายน พ.ศ. 2553	เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือน สิงหาคม พ.ศ. 2553
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	+	-	-
Division Charophyta						
<i>Chara</i>	+	+	+	+	-	+
Division Euglenophyta						
<i>Euglena</i>	-	+	+	+	+	-
Division Bacillariophyta						
<i>Melosira</i>	-	+	+	+	-	+
<i>Synedra</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Eunotia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Achnanthes</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Cymbella</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Gomphonema</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Amphora</i>	+	-	-	+	+	-
<i>Diploneis</i>	-	+	+	+	+	+
<i>Navicula</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Pinnularia</i>	+	+	+	+	+	-
<i>Pleurosigma</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Stauroneis</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Entomoneis</i>	+	+	-	+	+	-
<i>Surirella</i>	+	+	+	+	+	+

ตารางผนวกที่ ข13 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	11	13	20	19	30	67	9	8	11	1	19
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	11	12	11	18	20	66	9	7	7	1	16
<i>Pseudanabaena</i>	-	1	9	1	10	1	-	1	4	-	3
หมวด Chlorophyta	241	211	315	206	287	303	161	209	89	55	208
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	0
<i>Stigeoclonium</i>	11	11	9	16	7	32	15	12	8	12	13
<i>Oedogonium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mougeotia</i>	-	3	-	1	-	1	-	3	-	-	1
<i>Spirogyra</i>	1	-	7	3	-	13	3	4	3	-	3
<i>Zygnema</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrocystis</i>	49	44	68	55	83	93	25	51	23	21	51
<i>Netrium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i>	1	-	3	18	13	-	15	10	-	-	6
<i>Cosmarium</i>	179	153	228	112	183	163	103	125	56	21	132
<i>Desmidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข13 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalotheca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spondylosium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurastrum</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Euglenophyta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Bacillariophyta	926	1,012	1,339	807	1,227	1,789	1,340	1,416	827	681	1,136
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	547	588	688	304	433	619	403	385	183	124	427
<i>Eunotia</i>	-	4	13	-	13	10	3	-	-	-	4
<i>Achnanthes</i>	-	9	23	10	13	10	20	-	-	-	9
<i>Cymbella</i>	187	289	268	255	333	411	237	487	213	155	284
<i>Gomphonema</i>	-	17	23	-	7	23	3	-	-	-	7
<i>Amphora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1

ตารางผนวกที่ ข13 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Navicula</i>	33	12	117	53	47	47	53	71	51	63	55
<i>Pinnularia</i>	-	-	47	3	3	7	3	-	-	-	6
<i>Pleurosigma</i>	151	85	140	165	377	649	607	463	353	268	326
<i>Stauroneis</i>	-	1	-	7	-	-	-	-	-	-	1
<i>Nitzschia</i>	8	-	3	3	-	-	-	-	12	7	3
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	60	6
<i>Surirella</i>	-	5	17	7	-	13	9	8	7	4	7
รวม*	1,178	1,236	1,675	1,032	1,543	2,159	1,511	1,633	927	737	1,363

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

ตารางผนวกที่ ข14 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำแพงแก้วในเดือนธันวาคม พ.ศ. 2552 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	3	-	3	7	13	10	3	7	7	37	9
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	-	3	7	13	10	3	3	7	30	8
<i>Pseudanabaena</i>	3	-	-	-	-	-	-	3	-	7	1
หมวด Chlorophyta	157	660	727	1,577	3,690	8,153	9,020	15,553	16,910	1,727	5,817
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	-	7	-	7	3	3	-	3	-	2
<i>Stigeoclonium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i>	3	10	13	7	17	3	7	17	3	3	8
<i>Mougeotia</i>	7	-	10	17	27	97	30	60	33	100	38
<i>Spirogyra</i>	10	133	63	33	53	20	20	23	30	7	39
<i>Zygnema</i>	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	1
<i>Cylindrocystis</i>	3	10	-	3	10	-	17	10	3	-	6
<i>Netrium</i>	-	43	17	17	20	20	10	30	13	-	17
<i>Closterium</i>	10	33	17	47	57	63	40	97	90	10	46
<i>Cosmarium</i>	77	240	303	470	617	633	297	377	237	100	335
<i>Desmidium</i>	17	27	7	7	7	3	13	20	-	3	10

ตารางผนวกที่ ข14 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	3	7	7	-	7	-	-	2
<i>Hyalotheca</i>	-	7	33	20	23	30	17	43	30	-	20
<i>Micrasterias</i>	-	3	-	3	-	3	-	3	-	-	1
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spondylosium</i>	-	-	3	3	13	3	-	-	-	-	2
<i>Staurastrum</i>	30	153	253	940	2,833	7,267	8,567	14,867	16,467	1,503	5,288
<i>Stauroidesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Euglenophyta	-	-	-	-	120	3	-	7	-	-	13
<i>Euglena</i>	-	-	-	-	120	3	-	7	-	-	13
หมวด Bacillariophyta	350	1,007	2,063	5,190	8,593	10,967	6,497	7,547	4,090	2,180	4,848
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30	3
<i>Synedra</i>	30	60	110	157	210	397	220	297	160	443	208
<i>Eunotia</i>	40	100	140	43	53	133	23	83	13	10	64
<i>Achnanthes</i>	-	-	-	3	103	323	143	247	223	147	119
<i>Cymbella</i>	110	487	857	3,513	6,483	8,867	5,067	5,000	2,833	670	3,389
<i>Gomphonema</i>	-	13	20	7	20	3	-	-	27	7	10
<i>Amphora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข14 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	7	107	11
<i>Navicula</i>	140	270	650	1,307	1,550	1,133	933	1,667	700	293	864
<i>Pinnularia</i>	3	7	23	13	13	17	3	13	13	10	12
<i>Pleurosigma</i>	7	3	37	20	43	33	73	110	57	173	56
<i>Stauroneis</i>	-	3	13	3	17	27	23	60	23	7	18
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	3	-	13	3	3	13	213	25
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	1
<i>Surirella</i>	20	63	213	120	100	20	7	67	20	63	69
รวม*	510	1,667	2,793	6,774	12,416	19,133	15,520	23,114	21,007	3,944	10,688

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

ตารางผนวกที่ ข15 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	-	66	133	433	1,233	167	-	67	-	-	210
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	33	100	433	1,233	167	-	-	-	-	197
<i>Pseudanabaena</i>	-	33	33	-	-	-	-	67	-	-	13
หมวด Chlorophyta	10,666	9,332	11,399	6,301	1,732	1,699	466	1,766	266	66	4,369
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	33	-	-	-	-	3
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	33	-	-	67	33	67	-	67	100	-	37
<i>Stigeoclonium</i>	-	633	200	-	-	-	-	-	-	-	83
<i>Oedogonium</i>	33	-	67	267	33	-	-	-	-	-	40
<i>Mougeotia</i>	2,633	3,933	2,033	967	200	133	-	233	-	-	1,013
<i>Spirogyra</i>	67	133	33	-	67	-	-	167	-	-	47
<i>Zygnema</i>	67	100	33	33	-	-	-	67	-	-	30
<i>Cylindrocystis</i>	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Netrium</i>	133	-	200	133	33	100	-	267	-	-	87
<i>Closterium</i>	33	-	-	167	67	-	-	33	33	33	37
<i>Cosmarium</i>	267	133	400	367	433	333	100	100	-	-	213
<i>Desmidium</i>	33	100	100	67	33	-	-	33	-	-	37

ตารางผนวกที่ ข15 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	33	-	-	-	-	-	33	-	-	7
<i>Gonatozygon</i>	67	467	67	67	-	133	67	133	33	-	103
<i>Hyalotheca</i>	-	-	933	400	100	67	-	233	-	-	173
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	3
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spondylosium</i>	100	133	5,033	1,433	333	500	33	133	-	-	770
<i>Staurastrum</i>	7,200	3,667	2,267	2,333	400	333	233	267	100	33	1,683
<i>Stauroidesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Euglenophyta	-	-	-	33	-	-	-	67	-	-	10
<i>Euglena</i>	-	-	-	33	-	-	-	67	-	-	10
หมวด Bacillariophyta	4,333	4,033	5,700	32,301	7,933	9,932	5,834	4,733	499	366	7,566
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	10
<i>Synedra</i>	667	367	1,700	3,833	1,767	1,133	1,033	800	33	33	1,137
<i>Eunotia</i>	400	600	533	267	67	367	33	100	-	-	237
<i>Achnanthes</i>	-	-	33	-	-	33	-	-	-	-	7
<i>Cymbella</i>	1,000	1,167	1,167	19,300	3,267	5,033	3,167	1,433	100	-	3,563
<i>Gomphonema</i>	667	233	167	367	100	100	167	67	33	-	190
<i>Amphora</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข15 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	3
<i>Navicula</i>	933	1,300	1,567	7,033	2,233	2,700	1,167	2,000	233	100	1,927
<i>Pinnularia</i>	33	-	233	167	33	100	-	100	-	-	67
<i>Pleurosigma</i>	233	100	200	467	333	400	267	200	-	-	220
<i>Stauroneis</i>	-	233	67	567	133	33	-	-	-	-	103
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	100	-	-	-	-	-	200	30
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	400	33	33	200	-	33	-	33	-	-	73
รวม*	14,999	13,431	17,232	39,068	10,898	11,798	6,300	6,633	765	432	12,156

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

ตารางผนวกที่ ข16 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำพวนในเดือนเมษายน พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	267	634	267	367	500	333	233	267	133	300	330
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	-	10
<i>Oscillatoria</i>	267	567	267	367	467	300	133	100	33	300	280
<i>Pseudanabaena</i>	-	67	-	-	33	33	100	167	-	-	40
หมวด Chlorophyta	5,466	9,233	5,599	4,433	2,865	3,269	2,065	4,198	2,098	700	3,993
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	33	-	3
<i>Scenedesmus</i>	133	200	200	200	300	167	233	133	33	167	177
<i>Stigeoclonium</i>	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Oedogonium</i>	133	-	67	67	133	167	33	33	-	-	63
<i>Mougeotia</i>	1,567	1,500	733	600	500	467	133	633	267	67	647
<i>Spirogyra</i>	167	167	100	67	100	100	67	33	400	-	120
<i>Zygnema</i>	267	400	400	933	300	500	300	2,333	833	300	657
<i>Cylindrocystis</i>	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Netrium</i>	267	233	233	167	100	67	33	33	33	-	117
<i>Closterium</i>	200	900	400	100	233	133	100	33	-	-	210
<i>Cosmarium</i>	533	1,033	700	433	233	167	67	200	133	-	350
<i>Desmidium</i>	33	467	-	-	33	67	33	-	33	33	70

ตารางผนวกที่ ข16 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	-	-	67	67	-	-	-	-	-	13
<i>Gonatozygon</i>	600	300	133	233	100	300	100	100	-	33	190
<i>Hyalotheca</i>	167	233	233	233	133	33	200	67	33	-	133
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	3
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	33	-	-	-	3
<i>Spondylosium</i>	200	1,833	1,067	300	233	367	100	33	-	-	413
<i>Staurostrum</i>	1,133	1,967	1,333	1,000	400	667	600	567	300	100	807
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	33	-	67	-	-	-	-	10
หมวด Euglenophyta	100	100	67	267	433	367	100	33	33	-	150
<i>Euglena</i>	100	100	67	267	433	367	100	33	33	-	150
หมวด Bacillariophyta	22,467	34,299	16,333	8,334	11,633	7,599	10,834	7,399	2,566	7,000	12,846
<i>Melosira</i>	33	-	-	-	-	-	-	-	-	500	53
<i>Synedra</i>	1,100	2,267	1,567	1,133	1,767	1,700	2,067	1,033	200	1,067	1,390
<i>Eunotia</i>	567	1,233	767	400	500	300	100	233	-	-	410
<i>Achnanthes</i>	367	-	-	-	-	-	33	-	-	-	40
<i>Cymbella</i>	6,033	6,633	3,800	1,567	2,633	2,033	3,000	1,333	733	867	2,863
<i>Gomphonema</i>	1,300	2,433	900	300	267	67	367	167	-	-	580
<i>Amphora</i>	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3

ตารางผนวกที่ ข16 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	367	37
<i>Navicula</i>	7,600	13,033	5,433	2,667	4,433	1,933	4,033	3,633	1,400	2,300	4,647
<i>Pinnularia</i>	367	133	133	233	100	167	67	267	67	233	177
<i>Pleurosigma</i>	2,367	3,800	1,633	1,167	900	533	733	500	-	-	1,163
<i>Stauroneis</i>	2,300	4,367	1,833	633	700	433	200	133	33	-	1,063
<i>Nitzschia</i>	-	-	100	167	333	400	167	33	-	1,300	250
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	133	333	47
<i>Surirella</i>	400	400	167	67	-	33	67	67	-	33	123
รวม*	28,300	44,266	22,266	13,401	15,431	11,568	13,232	11,897	4,830	8,000	17,319

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

ตารางผนวกที่ ข17 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำแพงแก้วในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	-	-	67	33	33	33	33	-	33	33	27
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	-	67	33	33	33	33	-	33	33	27
<i>Pseudanabaena</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Chlorophyta	499	1,633	1,067	1,500	1,200	2,101	2,367	2,167	1,499	666	1,470
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	-	-	67	-	67	33	133	100	33	43
<i>Stigeoclonium</i>	-	100	-	67	-	67	100	-	-	-	33
<i>Oedogonium</i>	-	-	67	-	-	33	67	167	-	-	33
<i>Mougeotia</i>	-	-	-	-	-	33	-	67	33	-	13
<i>Spirogyra</i>	-	67	100	-	33	100	167	100	33	-	60
<i>Zygnema</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrocystis</i>	133	233	167	300	233	400	267	367	200	200	250
<i>Netrium</i>	-	-	33	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Closterium</i>	33	33	67	133	100	367	167	133	200	-	123
<i>Cosmarium</i>	333	1,100	633	900	767	800	1,233	1,067	800	300	793
<i>Desmidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข17 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalotheca</i>	-	67	-	-	-	67	133	-	33	-	30
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	3
<i>Spondylosium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroastrum</i>	-	33	-	33	67	167	200	133	100	100	83
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Euglenophyta	-	67	-	33	-	-	-	-	33	-	13
<i>Euglena</i>	-	67	-	33	-	-	-	-	33	-	13
หมวด Bacillariophyta	9,233	14,666	10,532	9,202	7,832	16,066	18,266	20,900	12,335	11,633	13,067
<i>Melosira</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Synedra</i>	867	1,300	2,033	1,167	1,433	4,133	6,067	8,033	3,700	3,567	3,230
<i>Eunotia</i>	-	-	33	67	33	667	700	600	267	467	283
<i>Achnanthes</i>	-	-	67	67	-	-	-	-	-	-	13
<i>Cymbella</i>	1,300	2,800	1,633	2,300	1,433	2,867	2,733	3,300	2,233	2,400	2,300
<i>Gomphonema</i>	3,866	6,367	3,400	2,667	2,033	2,600	2,533	2,267	1,767	1,233	2,873
<i>Amphora</i>	-	33	-	-	-	-	-	-	-	-	3

ตารางผนวกที่ ข17 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33	3
<i>Navicula</i>	3,000	3,633	2,700	2,300	2,467	3,700	3,800	4,333	2,300	1,967	3,020
<i>Pinnularia</i>	67	100	33	100	33	100	167	100	-	133	83
<i>Pleurosigma</i>	133	433	600	467	367	1,833	2,200	2,200	1,767	1,300	1,130
<i>Stauroneis</i>	-	-	-	67	33	133	33	-	67	33	37
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	-	-	-	33	-	67	67	17
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	100	433	53
<i>Surirella</i>	-	-	33	-	-	33	-	67	67	-	20
รวม*	9,732	16,366	11,666	10,768	9,065	18,200	20,666	23,067	13,900	12,332	14,576

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

ตารางผนวกที่ ข18 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของคลองกำแพงนาคในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 (หน่วยต่อลิตร)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
หมวด Cyanophyta	33	67	33	nd**	67	33	-	66	33	-	37
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oscillatoria</i>	-	67	-	nd**	67	33	-	33	-	-	22
<i>Pseudanabaena</i>	33	-	33	nd**	-	-	-	33	33	-	15
หมวด Chlorophyta	199	66	333	nd**	300	300	266	567	267	200	278
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	67	-	-	7
<i>Stigeoclonium</i>	33	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	4
<i>Oedogonium</i>	100	33	200	nd**	67	67	-	67	-	-	59
<i>Mougeotia</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	-	33	33	nd**	33	-	33	-	33	67	26
<i>Zygnema</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrocystis</i>	-	-	33	nd**	67	-	133	33	-	-	30
<i>Netrium</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	33	-	-	4
<i>Closterium</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	100	67	-	19
<i>Cosmarium</i>	33	-	67	nd**	100	233	100	267	167	133	122
<i>Desmidium</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข18 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Euastrum</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalotheca</i>	33	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	4
<i>Micrasterias</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	nd**	33	-	-	-	-	-	4
<i>Spondylosium</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroastrum</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Euglenophyta	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
หมวด Bacillariophyta	3,167	2,300	3,334	nd**	4,366	2,866	3,134	3,900	2,134	2,566	3,085
<i>Melosira</i>	-	-	-	nd**	-	-	33	-	-	-	4
<i>Synedra</i>	267	200	367	nd**	500	233	200	467	233	200	296
<i>Eunotia</i>	-	-	33	nd**	867	833	567	700	367	367	415
<i>Achnanthes</i>	-	-	67	nd**	-	-	-	-	-	-	7
<i>Cymbella</i>	233	400	467	nd**	800	467	400	800	433	433	493
<i>Gomphonema</i>	1,667	933	1,367	nd**	1,300	533	600	833	667	600	944
<i>Amphora</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข18 (ต่อ)

จุดเก็บตัวอย่างที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	เฉลี่ย
<i>Diploneis</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	67	67	15
<i>Navicula</i>	967	567	833	nd**	733	733	1,200	1,033	367	833	807
<i>Pinnularia</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurosigma</i>	-	100	67	nd**	67	67	67	-	-	33	45
<i>Stauroneis</i>	-	-	33	nd**	33	-	-	-	-	-	7
<i>Nitzschia</i>	-	-	-	nd**	33	-	-	-	-	33	7
<i>Entomoneis</i>	-	-	-	nd**	-	-	-	-	-	-	-
<i>Surirella</i>	33	100	100	nd**	33	-	67	67	-	-	44
รวม*	3,399	2,433	3,700	nd**	4,733	3,199	3,400	4,533	2,434	2,766	3,400

*หมวด Charophyta ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้

**nd (no data) ไม่มีข้อมูล

ตารางผนวกที่ ข19 ความชุกชุมของสาหร่ายแต่ละสกุลของทุกเดือนที่ศึกษาในคลองกำพวนในช่วงรอบปี (ต.ค. 2552-ส.ค. 2553) (หน่วยต่อลิตร)

สาหร่าย	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	เฉลี่ยรอบปี
หมวด Cyanophyta	19	9	210	330	27	37	105
<i>Gomphospaeria</i>	0	0	0	10	0	0	2
<i>Oscillatoria</i>	16	8	197	280	27	22	92
<i>Pseudanabaena</i>	3	1	13	40	0	15	12
หมวด Chlorophyta	208	5,817	4,369	3,992	1,470	278	2,689
<i>Monoraphidium</i>	0	0	3	0	0	0	1
<i>Coelastrum</i>	0	0	0	3	0	0	1
<i>Scenedesmus</i>	1	2	37	177	43	7	44
<i>Stigeoclonium</i>	13	0	83	3	33	4	23
<i>Oedogonium</i>	0	8	40	63	33	59	34
<i>Mougeotia</i>	1	38	1,013	647	13	0	285
<i>Spirogyra</i>	3	39	47	120	60	26	49
<i>Zygnema</i>	0	1	30	657	0	0	115
<i>Cylindrocystis</i>	51	6	3	3	250	30	57
<i>Netrium</i>	0	17	87	117	3	4	38

ตารางผนวกที่ ข19 (ต่อ)

สาหร่าย	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	เฉลี่ยรอบปี
หมวด Chlorophyta (ต่อ)							
<i>Closterium</i>	6	46	37	210	123	19	73
<i>Cosmarium</i>	132	335	213	350	793	122	324
<i>Desmidium</i>	0	10	37	70	0	0	19
<i>Euastrum</i>	0	0	7	13	0	0	3
<i>Gonatozygon</i>	0	2	103	190	0	0	49
<i>Hyalotheca</i>	0	20	173	133	30	4	60
<i>Micrasterias</i>	0	1	3	3	0	0	1
<i>Pleurotaenium</i>	0	0	0	3	3	4	2
<i>Spondylosium</i>	0	2	770	413	0	0	198
<i>Staurastrum</i>	1	5,288	1,683	807	83	0	1,310
<i>Staurodesmus</i>	0	0	0	10	0	0	2
หมวด Charophyta	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*
<i>Chara</i>	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*

ตารางผนวกที่ ข19 (ต่อ)

สาหร่าย	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	เฉลี่ยรอบปี
หมวด Euglenophyta	0	13	10	150	13	0	31
<i>Euglena</i>	0	13	10	150	13	0	31
หมวด Bacillariophyta	1,136	4,848	7,566	12,846	13,067	3,085	7,092
<i>Melosira</i>	0	3	10	53	0	4	12
<i>Synedra</i>	428	208	1,137	1,390	3,230	296	1,115
<i>Eunotia</i>	4	64	237	410	283	415	236
<i>Achnanthes</i>	9	119	7	40	13	7	33
<i>Cymbella</i>	284	3,389	3,563	2,863	2,300	493	2,149
<i>Gomphonema</i>	7	10	190	580	2,873	944	768
<i>Amphora</i>	1	0	0	3	3	0	1
<i>Diploneis</i>	0	11	3	37	3	15	12
<i>Navicula</i>	55	864	1,927	4,647	3,020	807	1,887
<i>Pinnularia</i>	6	12	67	177	83	0	57
<i>Pleurosigma</i>	326	56	220	1,163	1,130	45	490

ตารางผนวกที่ ข19 (ต่อ)

สาหร่าย	เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	เดือนธันวาคม พ.ศ. 2552	เดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2553	เดือนเมษายน พ.ศ. 2553	เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2553	เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553	เฉลี่ยรอบปี
หมวด Bacillariophyta (ต่อ)							
<i>Stauroneis</i>	1	18	103	1,063	37	7	205
<i>Nitzschia</i>	3	25	30	250	17	7	55
<i>Entomoneis</i>	6	1	0	47	53	0	18
<i>Surirella</i>	7	69	73	123	20	44	56
รวมต่อลิตร	1,363	10,688	12,156	17,319	14,576	3,400	9,917

*nd (no data) ไม่มีข้อมูล เนื่องจากสาหร่ายในหมวดนี้มีขนาดใหญ่คล้ายพืชชั้นสูงมองเห็นด้วยตาเปล่าและอยู่เป็นกลุ่ม จึงไม่สามารถนับได้ ใน การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาเพียงการระบุสกุลเท่านั้น โดยไม่ได้ศึกษาความชุกชุมและความสัมพันธ์กับคุณสมบัติของน้ำด้วย

ตารางผนวกที่ ข20 สกุลของสาหร่ายที่มีการรายงานพบในแหล่งน้ำไหลในรอบ 10 ปีล่าสุดในแหล่งน้ำของประเทศไทย

	แม่น้ำโขง	ลำน้ำคำ	แม่น้ำปิง	แม่น้ำน่าน	หนองสระเรียน	แม่น้ำตา	แม่น้ำตะแบกเรียง	คูน้ำอำเภอทองผาภูมิ	เขื่อนแก่งกระจาน	แม่น้ำบางปะกง	แม่น้ำแม่กลอง	คลองบางตร้าย	น้ำตกกระทิงและน้ำตกป่าละอู	เขื่อนบางลาง
<i>Gomphospaeria</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oscillatoria</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>Pseudanabaena</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Monoraphidium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Coelastrum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Scenedesmus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-
<i>Stigeoclonium</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Oedogonium</i>	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Mougeotia</i>	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Spirogyra</i>	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Zygnema</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cylindrocystis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Netrium</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Closterium</i>	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-

ตารางผนวกที่ ข20 (ต่อ)

	เมื่อน้ำโขง	ลำน้ำคำ	แม่น้ำปิง	แม่น้ำน่าน	หนองสระเรียน	แม่น้ำตา	แม่น้ำตะกั่ว	คู่มืออำเภอทองผาภูมิ	เขื่อนแก่งกระจาน	แม่น้ำบางปะกง	แม่น้ำแม่กลอง	คลองบางตร้าย	น้ำตกกระทิง และน้ำตกป่าละอู	เขื่อนบางลาง
<i>Cosmarium</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Desmidium</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-
<i>Euastrum</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Gonatozygon</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalotheca</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-
<i>Micrasterias</i>	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pleurotaenium</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Spondylosium</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stauroastrum</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Staurodesmus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Chara</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Euglena</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-
<i>Melosira</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Synedra</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-

ตารางผนวกที่ ข20 (ต่อ)

	แผ่นน้ำโขง	ลำน้ำคำ	แม่น้ำปิง	แม่น้ำน่าน	หนองสระริยม	แม่น้ำสา	แม่น้ำสะแกกรัง	ลุ่มน้ำอำเภอทองผาภูมิ	เขื่อนแก่งกระจาน	แม่น้ำบางปะกง	แม่น้ำแม่กลอง	คลองบางตร้าย	น้ำตกกระหิ งและน้ำตกป่าละอู	เขื่อนบางลาง
<i>Eunotia</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Achnanthes</i>	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Cymbella</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+	-	-
<i>Gomphonema</i>	-	+	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
<i>Amphora</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Diploneis</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Navicula</i>	+	+	+	-	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>Pinnularia</i>	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
<i>Pleurosigma</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Stauroneis</i>	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-
<i>Entomoneis</i>	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>Surirella</i>	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายสันติ สาระพล
เกิดวันที่	15 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2529
สถานที่เกิด	อำเภอวังหิน จังหวัดศรีสะเกษ
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) เกียรตินิยมอันดับ 2 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	- รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 1 การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงก์ตอนแห่งชาติครั้งที่ 5 - รางวัลรองชนะเลิศอันดับที่ 2 การนำเสนอแบบโปสเตอร์ การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5 - รางวัลเกียรติยศแก่นิสิตที่ได้รับรางวัลระดับชาติระดับปริญญาโทในการนำเสนอผลงานวิทยานิพนธ์ประจำปีการศึกษา 2553 วันคล้ายวันสถาปนาบัณฑิตวิทยาลัย ครบรอบปีที่ 45 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ - รางวัลนิสิตที่สร้างชื่อเสียงหรือได้รับรางวัลจากองค์การภายนอกปีการศึกษา 2554 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	โครงการพัฒนากำลังคนด้านวิทยาศาสตร์ (ทุนเรียนดีวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทย) สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา