การศึกษาสาหร่ายและคุณภาพน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

A STUDY OF FRESHWATER ALGAE AND WATER QUALITY IN KHLONG BANGSONGROI PHOTHARAM DISTRICT RATCHABURI PROVINCE

พรรดล โกฑรศรี

FUNLOP KOTSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-20-2

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การศึกษาสาหร่ายและคุณภาพน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

A STUDY OF FRESHWATER ALGAE AND WATER QUALITY IN KHLONG BANGSONGROI PHOTHARAM DISTRICT RATCHABURI PROVINCE

T064121

พรรลภา โคตรศรี
PUNLOP KOTSRI

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-9546-20-2

A STUDY OF FRESHWATER ALGAE AND WATER QUALITY IN KHLONG BANGSONGROI PHOTHARAM DISTRICT RATCHABURI PROVINCE

PUNLOP KOTSRI

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-9546-20-2

COPYRIGHT 2002
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาสาหร่ายและคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี
นักศึกษา	พรรลภ โคตรศรี
รหัสประจำตัว	40064209
ปริญญา	วิทยาศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	การศึกษาวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.มาลินี ตันติยาภรณ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาด้านอนุกรมวิธานและปริมาณของสาหร่ายที่แพร่กระจายในคลองบางสองร้อย และคุณภาพน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยได้แก่ สาหร่ายน้ำจืดที่ลอยอิสระในน้ำและน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เฉพาะในเขตอำเภอโพธาราม ระยะทางความยาวของคลองที่เก็บตัวอย่าง 1 กิโลเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่างสาหรายและน้ำสลับกันตลอดสองฝั่งคลอง ระยะห่างแต่ละจุดประมาณ 100 เมตร รวม 10 จุด โดยนำตัวอย่างน้ำและสาหร่ายมาทำการวิเคราะห์ เดือนละครั้ง ตลอด 9 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2544 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ.2544

สถานที่วิเคราะห์

1. นำตัวอย่างสาหร่ายมาวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของสาหร่ายที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. นำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาค่า pH, DO, BOD ที่ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสียบริษัท โกลบอลยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

3. ความขุ่นของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำวิเคราะห์ในขณะเก็บตัวอย่าง

สรุปผลการวิจัย

พบสาหร่ายทั้งหมด 4 ดิวิชั่น 18 จีนัสได้แก่ Division Chlorophyta พบทั้งหมด 10 จีนัสดังนี้ *Chlamydomonas sp.* ร้อยละ 33.33, *Chlorella sp.* ร้อยละ 38.15, *Costerium sp.* ร้อยละ 38.89, *Cosmarium sp.* ร้อยละ 32.22, *Desmidium sp.* ร้อยละ 31.11, *Roya sp.* ร้อยละ 21.11, *Scenedesmus sp.* ร้อยละ 37.78, *Spirogyra sp.* ร้อยละ 43.33 , *Tetraedron sp.* ร้อยละ 19.63,

Volvox sp. ร้อยละ 42.22 Division Euglenophyta พบทั้งหมด 4 จีนัสดังนี้ *Euglena sp.* ร้อยละ 43.33, *Lepocicclis sp.* ร้อยละ 24.81, *Phacus sp.* ร้อยละ 32.59, *Trachelomonas sp.* ร้อยละ 23.70 Division Chrysophyta พบทั้งหมด 3 จีนัสดังนี้ *Cymbella sp.* ร้อยละ 27.41, *Mallomonas sp.* ร้อยละ 22.96, *Melosira sp.* ร้อยละ 48.86 Division Cyanophyta พบทั้งหมด 1 จีนัสดังนี้ *Nostoc sp.* ร้อยละ 43.70

คุณภาพของน้ำสรุปได้ดังนี้ ความขุ่นของน้ำ 34.92 เซนติเมตร, อุณหภูมิของน้ำ 29.38 องศาเซลเซียส, ค่า DO 5.20 ppm., ค่า pH 7.53, ค่า BOD 4.72 ppm. สภาพของแหล่งน้ำเริ่มมีมลพิษเพียงเล็กน้อย แต่ยังมีคุณภาพดี

Thesis Title	A Study Of Freshwater Algae And Water Quality In Khlong Bangsongroi Photharam District Ratchaburi Province
Student	Mr. Punlop Kotsri
Student ID	40064209
Degree	Master Of Science
Programme	Science Education (Biology)
Year	2002
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Preeyaporn Wonganutaroat
Thesis Co-Advisor	Assoc. Prof. Malinee TanTriyaporn

ABSTRACT

The purposes of this study were : 1) to count on the species of algae in Bangsongroi Canal located in Amphur Photharam, Ratchaburi Province ; 2) to measure water quality of both sites by implication of algae as indicator. The samples were collected from fresh water algae which floated on the water and also the water from the canal. The collections had been made in each 100 metre along 1 kilometre on both sites of the canal, totally 10 places during January and September 2001. The following tasks had been done :

1. Identification and water analysis had been made at the laboratory of Applied Biology Department, Faculty of Science, King Mongkut's Institute of Technology.

2. Water analysis had been made to imply the pH, DO and BOD at wasted-water laboratory at Global Utility Service Company Limited at Industrial Complex Ladkrabang.

3. Turbidity and water temperature were analyzed while they were collected.

It was found that :

1. There were 18 genera of fresh water algae, 4 divisions including Chlorophyta, Euglenophyta, Chrysophyta and Cyanophyta. They were found 10 genera in Division Chlorophyta including *Chlamydomonas sp.* 33.33%, *Chlorella sp.* 38.15%, *Closterium sp.* 38.89%, *Cosmarium sp.* 32.22%, *Desmidium sp.* 31.11% *Roya sp.* 21.11% *Scenedesmus sp.* 37.78% *Spirogyra sp.* 43.33% *Tetraedron sp.* 19.63% and *Volvox sp.* 42.22%. In Division Euglenophyta, there were 4 genera comprising *Euglena sp.* 43.33%,

Lepocicclis sp. 24.81%, *Phacus sp.* 32.59% and *Trachelomonas sp.* 23.70%. There were 3 genera in Division Chrysophyta included *Cymbella sp.* 27.41%, *Mallomonas sp.* 22.96% and *Melosira sp.* 48.86%. Only one genus was found in Division Cyanophyta i.e. *Nostoc sp.* 43.70%.

2. The average of water quality during the time (January-September) could be concluded that : the turbidity was 34.92 centemetre, the water temperature was 29.38 °C, DO 5.20 ppm., pH 7.53 whereas the BOD was at 4.72 ppm.. Only a few division of fresh water could be implied to water quality.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ก็เพราะได้คำแนะนำจาก รศ.ดร.ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ และรศ.มาลินี ตันติยาภรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำแนวทางการจัดทำวิทยานิพนธ์ตลอดจนการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ จนสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์วีณา ชูโชติ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำการใช้เครื่องมือในการวิจัย ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบพระคุณ ผศ.วันชัย สุทธินุ่น ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ คุณสมบัติ สิทธิโชคธรรม ผู้จัดการงานนิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง บริษัท โกลบอลยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย ในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทำให้การวิจัยครั้งนี้มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ คุณอโนทัย บัวแก้ว ที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำและสาธิตการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำ และเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอลยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแนะนำทุกครั้งขณะทำการวิเคราะห์ ทำให้การวิจัยครั้งนี้มีประสิทธิภาพดียิ่ง ขอขอบพระคุณอาจารย์รัตนา ชุลิตาภรณ์ ที่ให้ความกรุณาในการแนะนำแปลบทคัดย่อ

ขอขอบพระคุณ ผู้อำนวยการพิเศก ศรีทองใบ และครอบครัวที่ให้ความอนุเคราะห์ที่พักอาศัยขณะผู้วิจัยศึกษาระดับปริญญาโทปีที่ 1 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ วิชาเอกชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในทุก ๆ ด้านด้วยดีเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่เป็นผลประโยชน์จากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อ คุณแม่ ครู อาจารย์ทุกท่านด้วยความเคารพยิ่ง

พรรลภา โคตรศรี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง..... VIII

สารบัญรูป.....X

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2

1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....4

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....4

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....5

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....8

2.1 อนุกรมวิธานของสาหร่ายน้ำจืด.....8

2.2 ลักษณะทั่วไปของสาหร่าย.....14

2.3 ชนิดของสาหร่าย.....14

2.4 คุณภาพของน้ำ.....36

2.5 คลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี.....37

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....48

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....48

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง....48

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....49

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล....51

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....55

4.1 อนุกรมวิธานและปริมาณสาหร่ายในคลองบางสองร้อย....55

4.2 คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย....62

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ....64

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย....64

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง....64

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย....64

5.4 การดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล....66

5.5 สรุปผลการวิจัย....70

5.6 อภิปรายผล....71

5.7 สัณฐานวิทยาของสาหร่ายที่พบ....73

5.8 ข้อเสนอแนะ....77

บรรณานุกรม....78

ภาคผนวก....85

ประวัติผู้เขียน....115

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงคุณค่าทางอาหารของสาหร่ายเทา (Spirogyra sp.) ที่พบในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย.....32

2.2 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2516-2517.....42

2.3 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2517-2518.....43

2.4 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2518-2520.....44

2.5 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2521-2524.....45

2.6 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2529.....46

2.7 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ.1971-1974.....47

4.1 แสดงชนิดและปริมาณของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย บริเวณจุดที่สำรวจทั้ง 10 จุด จุดละ 3 ซ้ำ ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค.-ก.ย. 2544).....59

4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544).....63

6.1 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมกราคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....86

6.2 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกุมภาพันธ์ 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....87

6.3 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมีนาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....88

6.4 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนเมษายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....89

6.5 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนพฤษภาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....90

6.6 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมิถุนายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ.....91

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกรกฎาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ....92

6.8 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนสิงหาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ....93

6.9 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกันยายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ....94

6.10 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมกราคม 2544....95

6.11 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกุมภาพันธ์ 2544....96

6.12 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมีนาคม 2544....97

6.13 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนเมษายน 2544....98

6.14 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนพฤษภาคม 2544....99

6.15 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมิถุนายน 2544....100

6.16 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกรกฎาคม 2544....101

6.17 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนสิงหาคม 2544....102

6.18 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกันยายน 2544....103

6.19 แสดงการเจือจางน้ำตัวอย่างเพื่อหาค่า BOD....112

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1.1 แสดงแผนที่อำเภอโพธาราม.....7

2.1 ก. *Chlamydomonas* (X 2250).....16

ข. *Chlorococcum* (X 1500).....16

ค. *Closterium* (X 250).....16

ง. *Cosmarium* (X 880).....16

2.2 ก. โคโลนีของ *Conium* (X 780).....17

ข. *Volvox* (X 40).....17

ค. *Pediastrum* (X 333).....17

ง. *Scenedesmus* (X 770).....17

จ. *Spirogyra* (X 2000).....17

ฉ. *Ulothrix* (X 1000).....17

2.3 ก. *Cladophora* (X 770).....19

ข. *Oedogonium* (X 325).....19

ค. *Monostroma* (X 1/3).....19

ง. *Ulva* (X 1/4).....19

2.4 ก. *Acaetabularia* (X 1/2).....19

ข. *Codium* (X 1/2).....19

ค. *Euglena* (X 2000).....19

ง. *Phacus* (X 1000).....19

จ. *Trachelomonas* (X 2000).....19

2.5 ก. *Chara* (X 1/2).....21

ข. *Nitella* (X 1/2).....21

2.6 แสดงสาหร่ายสีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ 23

2.7 แสดงไดอะตอมชนิดต่าง ๆ 24

2.8 แสดงเซลล์ของไดโนแฟลเจลเลตชนิดต่าง ๆ.....26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.9 ก. *Polysiphonia* (X 2).....27

ข. *Porphyra* (X 0.18).....27

2.10 สัดส่วนของรายชื่อเอกสารเกี่ยวกับสาหร่ายในประเทศไทย.....40

2.11 การจัดอันดับหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยที่มีผลงานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาหร่าย 15 อันดับแรก.....40

4.1 *Chlamydomonas sp.* X600.....56

4.2 *Chlorella sp.* X1,000.....56

4.3 *Cloterium sp.* X600.....56

4.4 *Cosmarium sp.* X600.....56

4.5 *Desmidium sp.* X600.....56

4.6 *Roya sp.* X600.....56

4.7 *Scenedesmus sp.* X600.....57

4.8 *Spirogyra sp.* X600.....57

4.9 *Tetraedron sp.* X600.....57

4.10 *Volvox sp.* X600.....57

4.11 *Euglena sp.* X600.....57

4.12 *Lepocinclis sp.* X600.....57

4.13 *Phacus sp.* X600.....58

4.14 *Trachelomonas sp.* X600.....58

4.15 *Cymbella sp.* X600.....58

4.16 *Mallomonas sp.* X600.....58

4.17 *Melosira sp.* X600.....58

4.18 *Nostoc sp.* X600.....58

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.19 กราฟแสดงชนิดและปริมาณของสาหร่ายในบริเวณคลองบางสองร้อย ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544).....61

6.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายทั้ง 10 จุดบริเวณคลองบางสองร้อย ระยะเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544).....104

6.2 แสดงการวิเคราะห์หาชนิดของสาหร่าย ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....106

6.3 แสดงการวิเคราะห์หาค่า DO BOD ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอลยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง.....107

6.4 แสดงการเขย่ากลับไปกลับมา 15-20 ครั้ง จนตะกอนละลายหมด.....108

6.5 แสดงการตวงสารละลาย 201 มิลลิลิตรใช้แทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำ.....108

6.6 แสดงเครื่องมือเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) กรดซัลฟุริก ครั้งละ 1 มิลลิลิตร โดยผ่านคอขวดไป.....109

6.7 แสดงการไทเตรทตัวอย่างน้ำกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล.....109

6.8 แสดงตู้ Incubate และขวด BOD.....110

6.9 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องมือ pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic) ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอลยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง.....110

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในธรรมชาติรามักจะพบว่าสิ่งมีชีวิตหลายชนิดอาศัยอยู่รวมกันเป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิต หรือเป็นสังคมของสิ่งมีชีวิตกระจัดกระจายในแหล่งที่อยู่ต่างกัน กลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งที่อยู่ต่างกันนั้นมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ทั้งในลักษณะพึ่งพาอาศัยกันในรูปแบบต่าง ๆ และการแก่งแย่งแข่งขันกันนั้นเป็นความสัมพันธ์ทางชีวภาพ นอกจากนั้นกลุ่มสิ่งมีชีวิตยังมีความสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมของแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งเป็นความสัมพันธ์กันในทางกายภาพ ได้แก่ ดิน น้ำ แร่ธาตุ แสงสว่าง และอื่น ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต

สาหร่ายเป็นสิ่งมีชีวิตชนิดหนึ่งในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญและมีประโยชน์ต่อมนุษย์นานาประการ เช่น ใช้เป็นอาหารและเพิ่มคุณค่าทางอาหาร เพิ่มผลผลิตทางด้านเกษตรกรรม นำผลิตภัณฑ์จากสาหร่ายใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ใช้ในการปรับปรุงสภาพแวดล้อม และในการศึกษาวิจัยในด้านอื่น ๆ การวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายจัดว่าเหมาะสมกับสภาวะการณ์ปัจจุบันของประเทศไทย การศึกษาข้อมูลพื้นฐานของสาหร่ายในประเทศไทย เปรียบเทียบกับพื้นที่ของประเทศไทยได้เริ่มขึ้นเมื่อไม่นานมานี้ และพื้นที่ศึกษายังไม่มากและกว้างขวางพอ เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ของประเทศไทยพบว่า พื้นที่ที่ยังไม่ได้ศึกษาข้อมูลพื้นฐานของสาหร่ายยังมีอีกมาก เพราะสภาพพื้นที่ของประเทศไทยแต่ละบริเวณมีลักษณะของระบบนิเวศที่แตกต่างกัน จึงควรส่งเสริมและสนับสนุนการวิจัยที่เกี่ยวกับสาหร่ายเพิ่มมากขึ้น ดังที่ อักษร ศรีเปล่ง ได้กล่าวไว้ว่า

สาหร่ายเป็นพืชที่มนุษย์รู้จักกันมาช้านานแล้ว แต่คนไทยยังนำมาใช้ประโยชน์กันน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับประเทศอื่น ๆ ปัจจุบันการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ทำให้มนุษย์เห็นความสำคัญของสาหร่ายกันมากขึ้น จึงเป็นที่คาดหมายกันว่าในอนาคตอันใกล้นี้จะมีการพัฒนานำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น สาหร่ายมีความสำคัญหลายประการ เช่น ใช้เป็นอาหาร ใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตร ด้านการแพทย์ ด้านอุตสาหกรรม (อักษร ศรีเปล่ง. 2532 : 69-80)

อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เป็นแหล่งที่ควรศึกษาสาหร่ายเพราะมีแหล่งน้ำมากมาย ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่ของสาหร่าย คือสภาพภูมิประเทศตอนใต้เป็นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำแม่กลองไหลผ่านจากทางเหนือไปทางตะวันออก ทางตะวันตกมีภูเขา 10 ลูก และพื้นที่บริเวณใกล้เชิงเขามีคลองที่สำคัญ คือคลองบางสองร้อย มีความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร กว้างประมาณ 50 เมตร เป็นคลองธรรมชาติไหลผ่าน 3 อำเภอ ได้แก่ อำเภอบ้านโป่ง อำเภอโพธาราม อำเภอเมือง (สำราญ อายุวัฒนะ อ้างใน นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 2) ปริมาณน้ำในคลองมีการเปลี่ยนแปลง

อยู่ตลอดเวลาในฤดูกาลต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อความสมดุลของแหล่งน้ำ ทำให้ลักษณะทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำมีความแตกต่างกัน แต่เดิมคลองบางสองร้อยมีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์มาก เช่น พืชน้ำ สัตว์น้ำ นกน้ำ มีความสวยงามตามธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญทางด้านการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของอำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี มีคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา ประชาชนที่อยู่อาศัยบริเวณรอบ ๆ มีอาชีพทางการประมงและการเกษตร และเป็นเส้นทางคมนาคม แต่ปัจจุบันนี้ความสมบูรณ์ของทรัพยากรในคลองลดลง โดยเฉพาะปลาพันธุ์ต่าง ๆ ลดลงอย่างมาก แสดงว่าสภาพแหล่งน้ำในคลองขาดความสมดุล ปัญหาดังกล่าวจะลดได้ถ้าเพิ่มปริมาณสาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็กที่เรียกว่า แพลงก์ตอน (Plangton) เพราะแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้น (Primary producer) ที่สำคัญของแหล่งน้ำคือ เป็นอาหารของปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ ปัจจุบันมีการเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กหลายชนิดเพื่อเป็นอาหารลูกกุ้ง ลูกหอย และลูกปลาวัยอ่อน (กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527 : 40) ทำให้สัตว์น้ำดังกล่าวมีการเจริญเติบโต และมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นการลดปัญหาการประมงน้ำจืดได้

สาเหตุอีกประการหนึ่ง คือเกษตรกรและประชาชนที่อาศัยอยู่ริมฝั่งคลองทิ้งของเสียจากกิจกรรมต่าง ๆ ลงในคลอง ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของน้ำ จากสาเหตุดังกล่าวผู้วิจัยมีความสนใจที่จะศึกษาชนิดและจำนวนของสาหร่ายและคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย ซึ่งเป็นแนวทางในการจำแนกสาหร่ายที่เป็นดัชนีชี้สภาพของน้ำ และเท่าที่ผ่านมายังมีผู้ศึกษาเรื่องนี้ค่อนข้างน้อยจึงควรศึกษาให้กว้างขวางยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาด้านอนุกรมวิธาน และปริมาณของสาหร่ายที่แพร่กระจายอยู่ในแหล่งน้ำคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

1.3 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.3.1 ผู้วิจัยได้อาศัยกรอบแนวความคิดเกี่ยวกับอนุกรมวิธานของสาหร่ายน้ำจืดของ G.W Prescott (Prescott. 1978 : 17-267) ได้จำแนกสาหร่ายน้ำจืด 6 Divisions ดังนี้

1. Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) เจริญได้ดีทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม สำหรับน้ำจืดทั่วไปพบตามแหล่งน้ำที่มีแสงสว่างส่องถึง พบบนต้นไม้และดินชื้น ๆ ก็ขึ้นได้ สาหร่ายสีเขียวมีความทนทานต่อสภาพมลพิษได้น้อยกว่าสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน

2. Division Euglenophyta (ยูกลีนอยด์) สาหร่ายกลุ่มน้ำมีการแพร่กระจายมาก พบทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย หรือตามที่ชื้นแฉะ แต่จะพบมากตามแหล่งน้ำจืดที่มีสารอินทรีย์และฟอสเฟตสูง

3. Division Chrysophyta (ไดอะตอม) พบในน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย ส่วนมากชอบตามพื้นทรายน้ำใสสะอาดไหลเร็ว แต่ก็พบบางสกุลที่ทนต่อสภาพมลพิษได้

4. Division Pyrrophyta (ไฟโตแพลงก์ตอน) พบทั้งน้ำจืด น้ำเค็ม และน้ำกร่อย มีบางสกุลพบในแหล่งน้ำเสีย

5. Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) พบได้ตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนองบึง แอ่งน้ำ ใต้ถุนบ้าน และแหล่งน้ำเสียต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ซึ่งมีความเป็นด่างเล็กน้อย น้ำพุร้อน และสามารถทนต่อสภาพความแห้งแล้งได้ดี จึงใช้ชนิดและปริมาณของสาหร่ายชนิดนี้ชี้คุณภาพของน้ำได้

6. Division Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิดมีขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า ลักษณะทัลลัสภายนอกคล้ายรากต้นไม้พบในธารน้ำที่ค่อนข้างเย็น

1.3.2 ผู้วิจัยได้อาศัยกรอบแนวคิดเกี่ยวกับคุณภาพน้ำดังนี้

1. ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) หมายถึง ความสามารถของแสงที่ส่องผ่านสารแขวนลอยในน้ำที่มีหน่วยวัดเป็นเซนติเมตร ถ้าแสงส่องผ่านสารแขวนลอยในน้ำได้ลึกเท่าใด จะทำให้ออกซิเจนละลายในน้ำมากเท่านั้น เนื่องจากแสงเป็นพลังงานที่ช่วยให้พืชในน้ำปล่อยออกซิเจนออกมา ทำให้น้ำในแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพดี (ธีรพันธ์ ภูคาสวรรค์. 2523 : 156)

2. อุณหภูมิของน้ำ (Temperature) มีความสำคัญต่อการเพิ่มหรือลดอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Smith. 1950 : 718) เช่น ที่อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียสมีไดอะตอมมากที่สุด ที่อุณหภูมิ 30-35 องศาเซลเซียสจะมีสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด และที่อุณหภูมิ 35-45 องศาเซลเซียสจะมีสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมากที่สุด (Welch. 1952 : 471)

3. ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น (Maitland. 1978 : 243) ตามปกติออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงของพืชในน้ำเกิดขึ้นประมาณ 10 เท่าของสิ่งมีชีวิตในน้ำที่หายใจ ซึ่งนับว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีส่วนสำคัญในการผลิตออกซิเจน (Shirota. 1966 : 462)

ซึ่งตามปกติน้ำในธรรมชาติจะมีออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ 8 ppm. ถ้าวัด DO ในแหล่งน้ำใด ๆ ได้ต่ำกว่า 3 ppm. ถือว่าเป็นน้ำเสีย

4. ความเป็นกรดด่าง (pH) ตามปกติแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5-9 (EPA. 1973 : 125) ถ้าความเป็นกรดด่างของน้ำในช่วง 7.00-8.30 สิ่งมีชีวิตในน้ำจะเจริญเติบโตได้ดี (Pinkayan. 1978 : 10-19) สาหร่ายชนิดต่าง ๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรดด่างต่างกัน เช่น *Euglena sp.* มีความสามารถทนต่อสภาวะของน้ำที่มีความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 3-5 ได้ (Round. 1973 : 278)

5. ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ในสภาวะที่มีออกซิเจน BOD (Biochemical Oxygen Demand) ค่า BOD สามารถบอกความสกปรกของแหล่งน้ำได้ นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการออกแบบในการกำจัดน้ำเสียด้วย โดยถือว่าน้ำที่มีค่า BOD ประมาณ 1-3 ppm. เป็นน้ำสะอาด ถ้ามีค่า BOD ถึง 5 ppm. ถือว่าน้ำเริ่มสกปรก และถ้ามีค่า BOD สูงถึง 100 ppm. จัดว่าเป็นน้ำเสีย (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534 : 12)

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาเฉพาะสาหร่ายในพื้นที่อำเภอโพธาราม ระยะความยาวของคลอง 1 กิโลเมตร จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 เริ่มตั้งแต่หมู่บ้านโคกทอง หมู่ที่ 1 ตำบลเตาปูน ถึงจุดเก็บตัวอย่างที่ 10 หมู่บ้านเกาะตาปิ่น หมู่ที่ 1 ตำบลธรรมเสน

2. ศึกษาสาหร่ายในด้านอนุกรมวิธานโดยจำแนกหมวดหมู่ระดับ Division ถึงระดับ Genus

3. ศึกษาคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย

1. ความขุ่นของน้ำ (Turbidity)
2. อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)
3. ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (DO)
4. ความเป็นกรดด่าง (pH)
5. ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

1.5 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

1. ชนิดและปริมาณของสาหร่ายที่แพร่กระจายในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

2. คุณภาพของน้ำบางประการในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. สาหร่าย หมายถึง สาหร่ายน้ำจืดที่ลอยอิสระในแหล่งน้ำคลองบางสองร้อย มีสารสีในการสังเคราะห์แสง อาจประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ มีทั้งหมด 6 Division คือ

1. Division Chlorophyta
2. Division Euglenophyta
3. Division Chrysophyta
4. Division Pyrrophyta
5. Division Cyanophyta
6. Division Rhodophyta

2. อนุกรมวิธาน หมายถึง การศึกษาการจัดหมวดหมู่ของสาหร่ายน้ำจืด ในคลองบางสองร้อย ตั้งแต่ระดับ Division ถึง Genus

3. คุณภาพของน้ำ หมายถึง มาตรฐานการจัดแบ่งประเภทของน้ำ ซึ่งทำการวิเคราะห์เรื่องต่อไปนี้

1. ความขุ่นของน้ำ (Turbidity)
2. อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)
3. ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)
4. ความเป็นกรดด่าง (pH)
5. ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

4. คลองบางสองร้อย เป็นคลองธรรมชาติ ไหลผ่านตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง ตำบลเตาปูน ตำบลท่าชุมพล ตำบลนางแก้ว ตำบลธรรมเสน อำเภอโพธาราม ตำบลเขาแร้ง อำเภอเมือง และไหลลงแม่น้ำแม่กลอง ที่ตำบลหลุมดิน อำเภอเมืองราชบุรี ระยะทางของความยาวประมาณ 10 กิโลเมตร กว้างประมาณ 50 เมตร แต่ใน การวิจัยครั้งนี้จะวิจัยเฉพาะบริเวณที่ไหลผ่านอำเภอโพธารามเท่านั้น แบ่งเป็นสี่ตำบลคือ ตำบลเตาปูน ตำบลท่าชุมพล ตำบลนางแก้ว ตำบลธรรมเสน ตามแผนที่ที่แนบมาท้ายบทที่ 1

5. ระยะทางที่ศึกษาตัวอย่างสาหร่าย หมายถึง ระยะทางของคลองบางสองร้อยที่เก็บตัวอย่างมาศึกษา 1 กิโลเมตร เริ่มตั้งแต่ตำบลเตาปูนถึงตำบลธรรมเสน โดยศึกษาทั้งหมด 10 จุด ดังนี้

จุดที่ 1 บ้านโคกทอง หมู่ที่ 1 ตำบลเตาปูน

จุดที่ 2 บ้านท่าชุมพล หมู่ที่ 9 ตำบลท่าชุมพล

จุดที่ 3 บ้านดอนแฉลบ หมู่ที่ 9 ตำบลท่าชุมพล

จุดที่ 4 บ้านเขาดิน หมู่ที่ 1 ตำบลนางแก้ว

จุดที่ 5 บ้านโรงนาก หมู่ที่ 1 ตำบลนางแก้ว

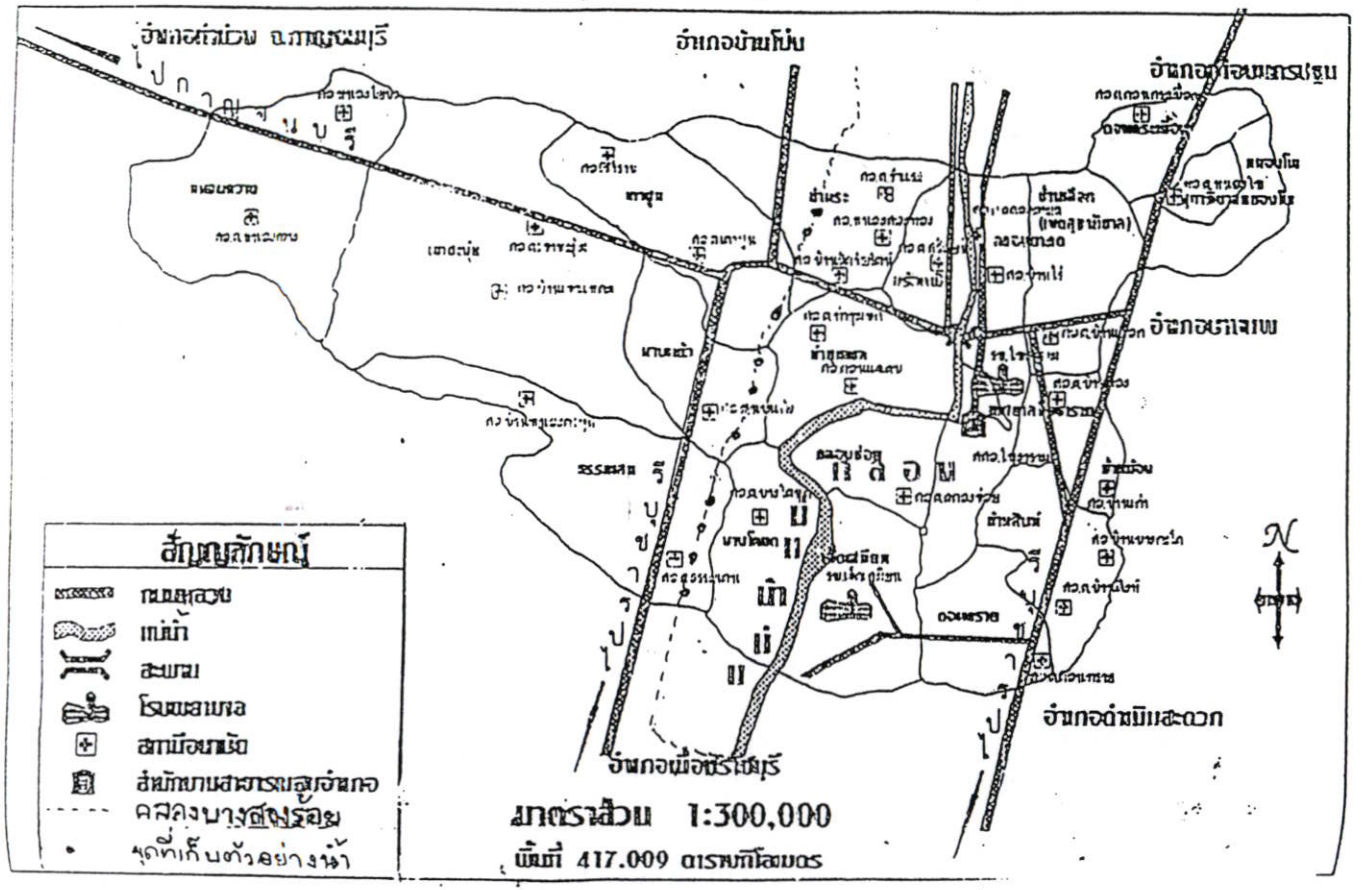
จุดที่ 6 บ้านโรงนาก หมู่ที่ 3 ตำบลนางแก้ว

จุดที่ 7 บ้านเกาะแก้ว หมู่ที่ 9 ตำบลธรรมเสน

จุดที่ 8 บ้านเตาอิฐ หมู่ที่ 2 ตำบลธรรมเสน

จุดที่ 9 บ้านวังกะทะ หมู่ที่ 1 ตำบลธรรมเสน

จุดที่ 10 บ้านเกาะตาปิ่น หมู่ที่ 1 ตำบลธรรมเสน



รูปที่ 1.1 แสดงแผนที่อำเภอโพธารามและจุดสำรวจสาหร่ายทั้ง 10 จุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การศึกษาชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า และแนวคิดจากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องตามหัวข้อต่อไปนี้

2.1 อนุกรมวิธานของสาหร่ายน้ำจืด

2.2 ลักษณะทั่วไปของสาหร่าย

2.3 ชนิดของสาหร่าย

2.4 คุณภาพของน้ำที่ใช้ศึกษา

2.5 คลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อนุกรมวิธานของสาหร่ายน้ำจืด

โดยเรียงลำดับตั้งแต่ Division และ Genus ต่าง ๆ ตามแบบของ Gilbert M.Smith (Smith. 1950 : 39-659) และ Prescott (Prescott. 1970 : 65-963) และ G.W.Prescott Taylor (Taylor. 1972 : 44-636) และ (Prescott. 1978 : 17-267) ดังนี้

I. DIVISION CHLOROPHYTA

Class 1. Chlorophyceae

Order 1. Volvocales

Family 1. Chlamydomodaceae

Genus 1. *Chlamydomonas sp.*

2. *Platymonas sp.*

Family 2. Volvocaceae

Genus 1. *Eudorina sp.*

2. *Gonium sp.*

3. *Pandorina sp.*

4. *Pleodorina sp.*

5. *Volvox sp.*

Family 3. Spondylomoraceae

Genus 1. *Pyrobotrys sp.*

Order 2. Tetrasporales

Family 1. Palmellaceae

Genus 1. *Asterococcus sp.*

2. *Gloeocystis sp.*

3. *Palmella sp.*

4. *Sphaerocystis sp.*

Family 2. Tetrasporaceae

Genus 1. *Tetraspora sp.*

Order 3. Oedogoniales

Family 1. Oedogoniaceae

Genus 1. *Oedogonium sp.*

Order 4. Chlorococcales

Family 1. Chlorococcaceae

Genus 1. *Chlorococcum sp.*

Family 2. Micractiniaceae

Genus 1. *Golenkinia sp.*

2. *Micractinium sp.*

Family 3. Dictyosphaeriaceae

Genus 1. *Dictyosphaerium sp.*

2. *Dimorphococces sp.*

Family 4. Hydrodictyaceae

Genus 1. *Euastropsis sp.*

2. *Pediastrum sp.*

3. *Sorastrum sp.*

Family 5. Coelastraceae

Genus 1. *Coelastrum sp.*

Family 6. Oocystaceae

Genus 1. *Ankistrodesmus sp.*

2. *Chlorella sp.*

3. *Closteriopsis sp.*

4. *Gloeotaenium sp.*

5. *Kirchneriella sp.*
6. *Nephrocytium sp.*
7. *Oocystis sp.*
8. *Palmellococcus sp.*
9. *Planktosphaeria sp.*
10. *Radiococcus sp.*
11. *Selenastrum sp.*
12. *Tetraedron sp.*
13. *Westella sp.*

Family 7. Scenedesmaceae

Genus 1. *Crucigenia sp.*

2. *Scenedesmus sp.*

Order 5. Zygnematales

Family 1. Zygnemataceae

Genus 1. *Mougeotia sp.*

2. *Sirogonium sp.*

3. *Spisogyra sp.*

Family 2. Mesotaeniaceae

Genus 1. *Cylindrocystis sp.*

2. *Gonatozygon sp.*

3. *Roya sp.*

Family 3. Desmidiaceae

Genus 1. *Arthrodesmus sp.*

2. *Closterium sp.*

3. *Cosmarium sp.*

4. *Desmidium sp.*

5. *Eusatrum sp.*

6. *Micrasterias sp.*

7. *Onychonema sp.*

8. *Penium sp.*

9. *Phymatodocis sp.*

10. *Pleurotaenium sp.*

11. *Spondylosium sp.*

12. *Straurastrum sp.*

II. DIVISION EUGLENOPHYTA

Class 1. Euglenophyceae

Order 1. Euglenales

Family 1. Euglenaceae

Genus 1. *Euglena sp.*

2. *Lepocinclis sp.*

3. *Phacus sp.*

4. *Trachelomonas sp.*

III. DIVISION CHRYSOPHYTA

Class 1. Chrysophyceae

Order 1. Chrysomonadales

Family 1. Mallomonadaceae

Genus 1. *Mallomonas sp.*

Class 2. Bacillariophyceae (Diatomaceae)

Order 1. Centrales

Family 1. Coscinodiscaceae

Genus 1. *Cyclotella sp.*

2. *Melosira sp.*

Family 2. Biddulphiaceae

Genus 1. *Biddulphia sp.*

Order 2. Pennales

Family 1. Fragilariaceae

Genus 1. Fragilaria sp.

2. Synedra sp.

Family 2. Naviculaceae

Genus 1. *Amphiprora sp.*

2. *Navicula sp.*

3. *Pleurosigma sp.*

Family 3. Gomphonemaceae

Genus 1. *Gomphonema sp.*

Family 4. Cymbellaceae

Genus 1. *Amphora sp.*

2. *Cymbella sp.*

Family 5. Nitzschiaceae

Genus 1. *Bacillaria sp.*

2. *Nitzschia sp.*

Family 6. Surirellaceae

Genus 1. *Cymatopleura sp.*

IV. DIVISION PYPROPHYTA

Class 1. Dinophyceae

Order 1. Peridiniales

Family 1. Ceratiaceae

Genus 1. *Ceratium sp.*

V. DIVISION CYANOPHYTA

Class 1. Cyanophyceae

Order 1. Chroococcales

Family 1. Chroococcaceae

Genus 1. *Aphanocapsa sp.*

2. *Aphanothece sp.*

3. *Chroococcus sp.*

4. *Coelosphaerivium sp.*

5. *Eucapsis sp.*

6. *Merismopedia sp.*

7. *Polycystis sp.*

Order 2. Oscillatoriales

Sub Order 1. Oscillatorineae

Family 1. Oscillatoriaceae

Genus 1. *Arthrospira sp.*

2. *Borzia sp.*

3. *Hydrocoleum sp.*

4. *Lyngbya sp.*

5. *Oscillatoria sp.*

6. *Phormidium sp.*

7. *Spirulina sp.*

Sub Order 2. Nostochineae

Family 1. Nostocaceae

Genus 1. *Anabaena sp.*

2. *Aphanizomenon sp.*

3. *Cylindrospermum sp.*

4. *Nodularia sp.*

5. *Nostoc sp.*

Family 2. Scytonemataceae

Genus 1. *Microchaete sp.*

2. *Tolypothrix sp.*

Family 3. Rivulariaceae

Genus 1. *Gloeotrichia sp.*

2. *Raphidiopsis sp.*

VI. DIVISION RHODOPHYTA

Class 1. Rhodophyceae

Order 1. Bangiales

Family 1. Goniotrachaceae

Genus 1. *Asterocystis sp.*

2. *Porphyridum sp.*

Family 2. Erythrotrichaceae

Genus 1. *Compsopogon sp.*

Family 3. Bangiaceae

Genus 1. *Bangia sp.*

2. *Chroothece sp.*

3. *Cyanoderma sp.*

4. *Kyliniella sp.*

2.2 ลักษณะทั่วไปของสาหร่าย

สาหร่ายเป็นพืชที่กำเนิดมาตั้งแต่ยุค Paleonic สมัยเริ่มต้นของ Precambrain โดยเฉพาะสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินจัดว่าเป็นพืชเริ่มแรกที่กำเนิดมาบนโลก ในช่วงระยะนั้นพื้นผิวโลกมีภูเขาไฟระเบิดอยู่เสมอ มีการตกตะกอนของชั้นหินและการเซาะกร่อน มีธารน้ำแข็งเกิดขึ้นมาก ต่อมาในสมัย Cambrain และ Ordovician ซึ่งจัดอยู่ในระยะ 480-550 ล้านปี ก็มีสาหร่ายสีเขียวและสาหร่าย บรรดาสาหร่ายเหล่านี้ มีสาหร่ายสีเขียวพวกเดียวเท่านั้นที่เชื่อกันว่ามีวิวัฒนาการเปลี่ยนแปลงไปเป็นพืชอื่น ๆ มากมายในกาลเวลาต่อมา สาหร่ายมีจำนวนสปีชีส์ที่รู้จักกันแล้วโดยประมาณ 26,000 สปีชีส์ ส่วนมากสาหร่ายสังเคราะห์อาหารเองได้ ภายในเซลล์นอกจากจะมีสารสีคลอโรฟิลล์เอแล้วยังมีสารอื่น ๆ เช่น พลาสติก ส่วนมากสาหร่ายอยู่ในน้ำ บางชนิดอาจอยู่บนบกที่มีความชื้นมาก ๆ มีรูปร่างได้หลายแบบ สาหร่ายบางชนิดเป็นเซลล์เดียวมีขนาดเล็กอยู่เป็นอิสระ อยู่เป็นกลุ่ม เป็นสาย บางพวกที่เจริญมากขึ้นจะประกอบด้วยหลายเซลล์ และมีโครงสร้างภายในซับซ้อนขึ้นตามลำดับ มีส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่คล้ายราก ลำต้น ใบของพืชชั้นสูง ส่วนมากมักเป็นสาหร่ายทะเล บางชนิดมีความยาวมากกว่า 60 เมตร สาหร่ายมีหลายขนาด ตั้งแต่ขนาดเล็กมากจนต้องมองผ่านกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายสูง ๆ เช่น *Chlorella vulgaris* มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.6-8.1 ไมโครเมตร บางชนิดมีขนาดใหญ่มองเห็นด้วยตาเปล่า เช่น *Cladophora glomerata* มีความกว้างของเซลล์ 28.8 ไมโครเมตร ความยาวของเซลล์ 2.34-3.60 ไมโครเมตร สาหร่ายบางชนิดมีขนาดใหญ่คล้ายพืชที่มีระบบท่อลำเลียง เช่น *Macrocystis pyriffera* (Giant Help) มีทัลลัสยาวถึง 700 ฟุต สาหร่ายมีสารสีที่สำคัญคือ คลอโรฟิลล์คาโรทีนอย (Carotenoids) และไฟโคบิลิน (Phycobilin) ทำให้สาหร่ายสร้างอาหารเองได้ จัดเป็นผู้ผลิตเบื้องต้น ผลิตสารอินทรีย์ซึ่งเป็นอาหารของพืชและสัตว์น้ำต่าง ๆ (Alexopoulous and Bold. 1967 : 25)

2.3 ชนิดของสาหร่าย

สาหร่ายมีลักษณะแตกต่างจากพืชที่สำคัญ 2 ประการคือ 1) โครงสร้างที่ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ยังคงเป็นเซลล์เดียว แต่อาจมีบางชนิดที่โครงสร้างดังกล่าวประกอบด้วยหลายเซลล์ หากเป็นเช่นนี้ทุกเซลล์จะสมบูรณ์ สามารถทำหน้าที่เป็นเซลล์สืบพันธุ์ได้หมดโดยไม่มีกลุ่มเซลล์ที่เป็นหมันห่อหุ้ม ยกเว้นสาหร่ายในดิวิชั่นแคโรไฟตา 2) หลังจากปฏิสนธิแล้วไซโกตของสาหร่ายทุกชนิดจะเจริญต่อไปโดยไม่มีระยะที่เป็นเอ็มบริโอหลายเซลล์เหมือนพืชชั้นสูง

สาหร่ายจำแนกเป็น 7 ดิวิชั่น โดยอาศัยหลักเกณฑ์ดังนี้

ชนิดของสารสี

ชนิดอาหารที่เก็บสะสมใช้ภายในเซลล์

ส่วนประกอบทางเคมีของผนังเซลล์

วิธีการสืบพันธุ์

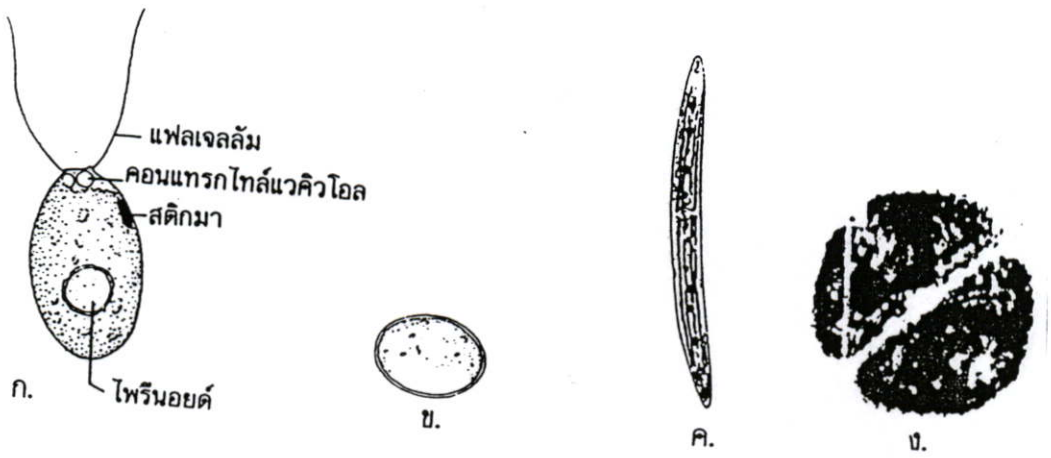
1. Division Chlorophyta หรือสาหร่ายสีเขียว เป็นดิวิชั่นที่ใหญ่ที่สุด และมีจำนวนสาหร่ายมากกว่า 450 จีนัส และ 7,500 สปีชีส์ พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำ ทั้งน้ำจืด น้ำทะเล น้ำกร่อย และที่ชื้นแฉะ บางชนิดเป็นอิสระลอยอยู่ตามผิวน้ำ ซึ่งถ้ามีจำนวนมากพอทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า Water bloom ขึ้นได้ เช่นเดียวกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน หรือสาหร่ายเซลล์เดียวชนิดอื่น ๆ บางชนิดเป็นพวกที่เกาะอยู่ตามพื้นน้ำหรือก้อนหิน บางชนิดเช่น Chlorella นอกจากจะอยู่เป็นอิสระแล้วอาจอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ เช่น อยู่ภายในเซลล์ของโพรโทซัว ไฮดรา หรือฟองน้ำได้ สาหร่ายสีเขียวนับว่ามีความสำคัญมาก และเชื่อว่าเป็นผู้ผลิตสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดในน้ำ ปัจจุบันได้มีการสังเคราะห์โปรตีนจากสาหร่ายเซลล์เดียวหลายชนิด เช่น *Scenedesmus* และ *Chlorella* ซึ่งมีประโยชน์ต่อมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม

รูปร่างและขนาดของสาหร่ายสีเขียวมีความแตกต่างกันมาก บางชนิดมีขนาดเล็กและเป็นเซลล์เดียวได้แก่ *Chlorella* บางชนิดมีขนาดใหญ่และมีโครงสร้างซับซ้อนได้แก่ Codium พวกที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์เดี่ยวมีการเจริญขั้นต่ำสุด และจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปสู่ความซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ คือ จากเซลล์เดี่ยวหลาย ๆ เซลล์มาอยู่ร่วมกันในลักษณะเป็นโคโลนี หรือเซลล์แบ่งตัวในระนาบเดียวกันทำให้เกิดเป็นเส้นสาย หรือจากการแบ่งเซลล์ 2 ระนาบ ทำให้ได้โครงสร้างเป็นแผ่นบาง มีความหนาเพียง 1-2 แถวของเซลล์ (membranous blade) หรือจากการแบ่งนิวเคลียสของเซลล์เดียวโดยไม่มีผนังมากั้นทำให้เกิดเป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายนิวเคลียส เรียกโครงสร้างในลักษณะเช่นนี้ว่า ซีโนไซติก (coenocytic) เพื่อความสะดวกในการศึกษา จะได้กล่าวถึงสาหร่ายแต่ละชนิดที่มีโครงสร้างแตกต่างกันพอสังเขป ดังนี้

ชนิดเซลล์เดี่ยวเคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลเจลลัม ตัวอย่างของสาหร่ายที่พบได้ง่ายที่สุดทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็มคือ *Chlamydomonas* (รูปที่ 2.1) ถือว่าเป็นโพรทิสต์ที่มีรูปร่าง โครงสร้างภายในเซลล์ เป็นรูปแบบพื้นฐานของสาหร่ายอื่น ๆ อีกหลายชนิด แม้แต่เซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศของสาหร่ายสีเขียวเกือบทุกชนิดก็มีรูปร่างลักษณะของเซลล์คล้าย *Chlamydomonas*

Chlamydomonas มีรูปร่างเซลล์คล้ายรูปไข่ ทางด้านหน้าของเซลล์มีแฟลเจลลัมที่มีความยาวเท่ากัน 2 เส้น ส่วนประกอบภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์รูปถ้วย ทางด้านหลังของเซลล์จะพบไพรีนอยด์เป็นรูปคล้ายวงแหวน 1 อัน และมีนิวเคลียส 1 อัน อยู่ค่อนไปทางกลางเซลล์ มีสติกมาและคอนแทรกไทล์แวคิวโอลอยู่ที่โคนแฟลเจลลัม

เป็นเซลล์เดี่ยวเคลื่อนที่ไม่ได้ พวกนี้ไม่มีแฟลเจลลัม โครงสร้างภายในเซลล์ส่วนมากคล้าย *Chlamydomonas* สาหร่ายในกลุ่มนี้บางชนิดจะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศที่เรียกว่า แกมีท และเซลล์สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศที่เรียกว่า ซูโอสปอร์ ซึ่งเคลื่อนที่ได้แก่ *Chlorococcum* เป็นสาหร่ายเซลล์เดี่ยวที่พบตามกระถางต้นไม้ที่มีคราบสีเขียว ตามพื้นดินที่ชื้นแฉะ และลอยปะปนกับสาหร่ายชนิดอื่นในน้ำ เซลล์มีขนาดใหญ่ และขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้นเมื่อเซลล์มีอายุมากขึ้น แต่สาหร่ายบางชนิดเช่น *Closterium* และ *Cosmarium* (รูปที่ 2.1) ในช่วงชีวิตที่มีการสืบพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศก็จะไม่มีการสร้างเซลล์ที่เคลื่อนที่เลย



รูปที่ 2.1 ก. *Chlamydomonas* (X 2250)

ข. *Chlorococcum* (X 1500)

ค. *Closterium* (X 250)

ง. *Cosmarium* (X 880)

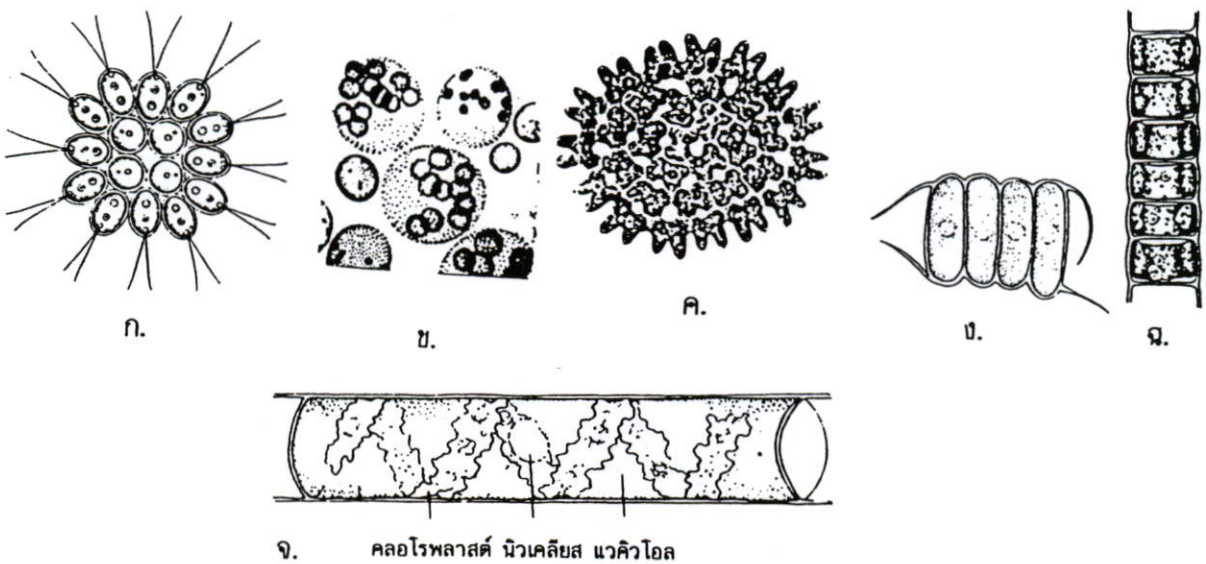
(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

ชนิดอยู่รวมกันเป็นโคโลนีเคลื่อนที่ได้ โคโลนีของสาหร่ายชนิดนี้มักเคลื่อนที่เป็นอิสระอยู่ตามผิวน้ำ พบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม แต่ละโคโลนีประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวที่มีรูปร่างคล้าย *Chlamydomonas* บางโคโลนีมีขนาดเล็กประกอบด้วยเซลล์เพียง 4 เซลล์ ได้แก่ *Gonium* บางโคโลนีมีจำนวนเซลล์มากกว่า 1,000 เซลล์ ได้แก่ *Volvox* โคโลนีที่มีจำนวนเซลล์คงที่เรียกว่า ซีโนบิกโคโลนี บางโคโลนีจำนวนเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น จึงทำให้ขนาดของโคโลนีใหญ่ขึ้นด้วย รูปร่างของโคโลนีแตกต่างกันไป อาจเป็นแผ่นกลมกลวงคล้ายลูกบอลหรือรูปรี

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Chlamydomonas บางโคโลนีมีขนาดเล็กประกอบด้วยเซลล์เพียง 4 เซลล์ ได้แก่ *Gonium* บางโคโลนีมีจำนวนเซลล์มากกว่า 1,000 เซลล์ ได้แก่ *Volvox* โคโลนีที่มีจำนวนเซลล์คงที่เรียกว่า ซีโนบิกโคโลนี บางโคโลนีจำนวนเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นเมื่อมีอายุมากขึ้น จึงทำให้ขนาดของโคโลนีใหญ่ขึ้นด้วย รูปร่างของโคโลนีแตกต่างกันไป อาจเป็นแผ่นกลมกลวงคล้ายลูกบอลหรือรูปรี โคโลนีทั่วไปมีเมือกหุ้มและแต่ละเซลล์จะมีสายในไซโทพลาซึม (cytoplasmic strand) ยึดเซลล์ให้ติดกัน (รูปที่ 2.2)

ชนิดอยู่เป็นโคโลนีเคลื่อนที่ไม่ได้ แต่ละโคโลนีประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวที่เคลื่อนที่ไม่ได้ โดยมากจำนวนเซลล์ในโคโลนีคงที่ พบได้ทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม บางชนิด เช่น *Pediastrum* ในช่วงที่มีการสืบพันธุ์สร้างซูโอสปอร์และแกมีทที่เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลเจลลัม แต่มีบางชนิด เช่น *Scenedesmus* ไม่สามารถสร้างซูโอสปอร์หรือแกมีทได้ มีการสืบพันธุ์เฉพาะแบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น โดยแต่ละเซลล์สามารถสร้างโคโลนีใหม่ที่มีลักษณะเหมือนโคโลนีเดิมทุกประการ (รูปที่ 2.2)



รูปที่ 2.2 ก. โคโลนีของ *Conium* (X 780)

ข. *Volvox* (X 40)

ค. *Pediastrum* (X 333)

ง. *Scenedesmus* (X 770)

จ. *Spirogyra* (X 2000)

ฉ. *Ulothrix* (X 1000)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

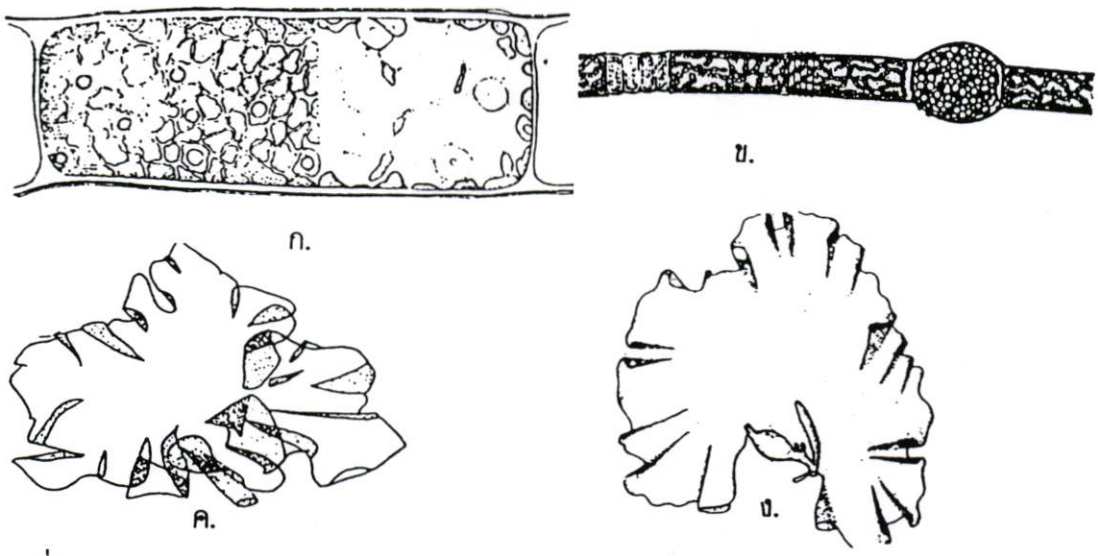
64121

ชนิดเป็นสายไม่แตกแขนงแต่ละสายประกอบด้วยเซลล์เพียงแถวเดียว พบในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็มเป็นพวกที่ยึดเกาะอยู่กับที่ โดยมีเซลล์ตรงปลายสุดของสายทำหน้าที่เกาะยึด เมื่อสายยาวมากขึ้นก็จะลอยอยู่บนผิวน้ำส่วนใหญ่ จะมีการสร้างซูโอสปอร์และแกมีทในช่วงที่มีการสืบพันธุ์ เช่น *Ulothrix* แต่มีบางชนิดที่ไม่สร้างซูโอสปอร์ เช่น *Spirogyra* (รูปที่ 2.2) ซึ่งเป็นสาหร่ายที่นำมาเป็นอาหารได้

ชนิดเป็นสายแตกแขนง พบมากทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม แต่ละสายประกอบด้วยเซลล์แถวเดียวและมีแขนงแตกออกตรงบริเวณใกล้ผนังที่กั้นเซลล์ แขนงที่แตกออกไปมีขนาดและลักษณะเซลล์เช่นเดียวกับเซลล์ที่มีส่วนประกอบของสายแกน ได้แก่ *Cladophora* (รูปที่ 2.3) ปกติสาหร่ายชนิดนี้มีผนังเซลล์ค่อนข้างแข็ง หยาบ และมีสารประกอบเพกทินผสมอยู่ด้วย จึงเป็นเหตุให้มีสาหร่ายชนิดอื่นมาเกาะอยู่ตามผนังเซลล์ได้

ชนิดเป็นแผ่นบาง พวกนี้มีโครงสร้างซับซ้อนขึ้น ส่วนมากอยู่ในน้ำเค็ม บางชนิดมีความหนาเพียงเซลล์ชั้นเดียว เช่น *Monostroma* บางชนิดหนามากขึ้นเป็น 2-3 ชั้น เช่น *Ulva* (รูปที่ 2.3) เป็นสาหร่ายที่ยึดติดอยู่กับที่ โดยมีเซลล์ที่ทำหน้าที่ในการยึดเกาะเรียกว่า โฮลด์ฟาสต์ (Holdfast) อยู่ตรงปลายสุดของแผ่นซึ่งเป็นบริเวณที่ภายในเซลล์ไม่มีสีเขียวอยู่เลย ตามขอบของแผ่นมีกลุ่มเซลล์ที่เปลี่ยนไปทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์โดยเฉพาะ สาหร่ายพวกนี้เกิดเฉพาะฤดูกาล เช่น *Monostroma* จะพบในอ่าวไทยฝั่งตะวันออกตอนช่วงฤดูฝนต่อฤดูหนาวเท่านั้น

ชนิดเป็นท่อไม่มีผนังเซลล์กั้น โครงสร้างเป็นท่อกลวงยาวติดต่อถึงกันตลอด มีรูปร่างต่าง ๆ กัน ส่วนใหญ่เป็นสาหร่ายน้ำเค็มมากกว่าน้ำจืด สาหร่ายพวกนี้จะมีผนังเซลล์เกิดขึ้นชั่วคราวเฉพาะช่วงระยะเวลาที่ทำการสืบพันธุ์เท่านั้น ทั้งนี้เพื่อให้ส่วนที่มีผนังเซลล์มากั้นได้ทำหน้าที่สร้างซูโอสปอร์และแกมีท สาหร่ายพวกนี้จึงอาจนับได้ว่าเป็นพวกเซลล์เดี่ยวหลายนิวเคลียสที่มีขนาดใหญ่ที่สุด สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ตัวอย่างที่พบทั่วไปในอ่าวไทย ได้แก่ *Codium*, *Bryopsis*, *Caulerpa* และ *Acetabularia* (รูปที่ 2.4) เป็นต้น



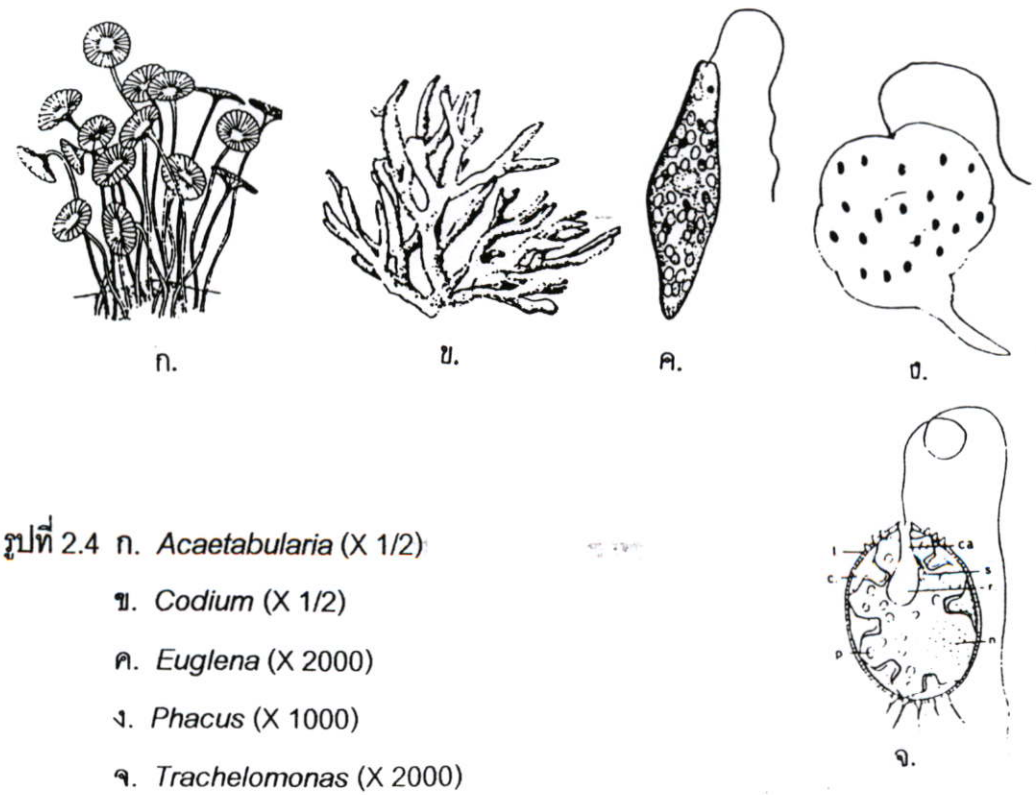
รูปที่ 2.3 ก. *Cladophora* (X 770)

ข. *Oedogonium* (X 325)

ค. *Monostroma* (X 1/3)

ง. *Ulva* (X 1/4)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)



รูปที่ 2.4 ก. *Acaetabularia* (X 1/2)

ข. *Codium* (X 1/2)

ค. *Euglena* (X 2000)

ง. *Phacus* (X 1000)

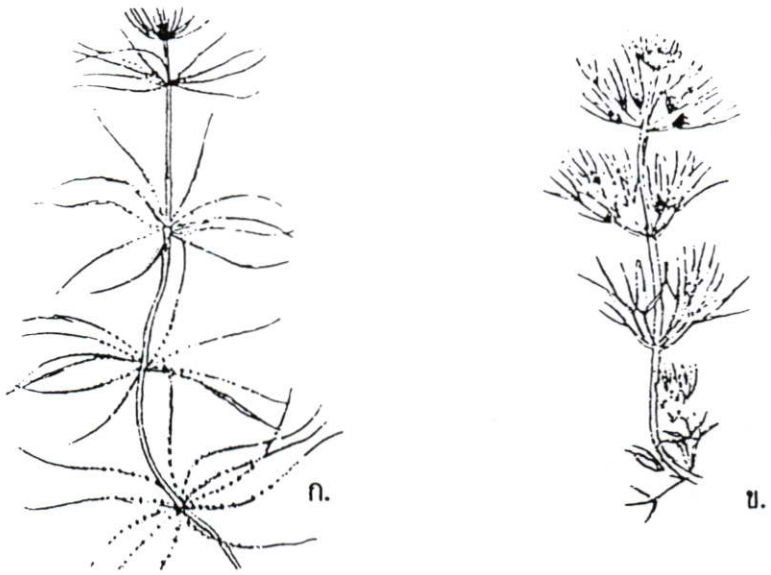
จ. *Trachelomonas* (X 2000)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

2. Division Euglenophyta หรือยูกลีนอยด์ (Euglenoid) พบในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็ม พวกนี้จะเจริญได้ดีในแหล่งน้ำที่มีอินทรีย์สาร จึงอาจทำให้เกิดวอเตอร์บลูมได้เช่นเดียวกับสาหร่ายอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้ว แบ่งเป็น 2 พวก คือ พวกที่สังเคราะห์อาหารเองได้ มีประมาณ 11 จีนัส และพวกที่สังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ มีประมาณ 25 จีนัส ซึ่งมีลักษณะคล้ายโพรโทซัว รูปร่างเป็นเซลล์เดี่ยวค่อนข้างยาว เคลื่อนที่ได้โดยใช้แฟลเจลลัม มีลักษณะคล้ายสัตว์ คือ ไม่มีผนังเซลล์ที่เป็นสารประกอบพวกเซลลูโลสเหมือนสาหร่ายทั่ว ๆ ไป ด้วยเหตุนี้จึงทำให้รูปร่างไม่คงที่ในขณะที่เคลื่อนที่ จีนัสที่พบทั่วไปได้แก่ *Euglena* และ *Phacus* บางชนิดมีสารประกอบพวกเพกทินห่อหุ้มเซลล์ไว้ ส่วนที่ห่อหุ้มเซลล์นี้เรียกว่า ลอริกา (lorica) ได้แก่ *Trachelomonas* (รูปที่ 2.4)

ถึงแม้ว่าพวกที่สร้างอาหารเองได้ ในขณะเดียวกันก็สามารถกินอาหารสำเร็จรูปได้เช่นเดียวกับโพรโทซัวอื่น ๆ ยูกลีนอยด์มีวิธีการสืบพันธุ์เฉพาะแบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น และยังแตกต่างจากสาหร่ายเซลล์เดี่ยวอื่น ๆ เพราะการแบ่งเซลล์แบ่งตามความยาวและเกิดขึ้นในขณะที่เซลล์เคลื่อนที่

3. Division Charophyta หรือสโตนเวิร์ตส (Stoneworts) เช่น *Chara* และ *Nitella* (รูปที่ 2.5) ชอบขึ้นในบ่อน้ำจืด ในทะเลสาบที่มีพื้นดินเป็นทราย หรือตามลำธารที่มีหินปูนละลายอยู่ในน้ำ มีลักษณะแตกต่างไปจากสาหร่ายน้ำจืดชนิดอื่น ๆ คือ มีลักษณะบางอย่างคล้ายพืชชั้นสูงมาก เช่น มีส่วนที่ทำหน้าที่คล้ายลำต้น มองเห็นข้อและปล้องชัดเจน มีแขนงแตกออกไปโดยรอบที่บริเวณข้อ บางแขนงมีความยางจำกัดทำหน้าที่คล้ายใบ ส่วนปลายสุดของลำต้นประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีสีเขียวแตกแขนงเป็นเส้นมากมาย เป็นที่ยึดเกาะติดกับพื้น ทำหน้าที่คล้ายราก ตามผนังเซลล์ของสาหร่ายทั้งสองชนิดนี้นอกจากมีสารประกอบพวกเซลลูโลสแล้ว ยังมีพวกแคลเซียมคาร์บอเนตสะสมอยู่มาก จึงทำให้มีลักษณะแข็งและหยาบ สามารถคงสภาพอยู่ได้นานเมื่อสาหร่ายตายลง ซากเหลือในสมัยโบราณที่พบส่วนมากคือ โอโอโกเนียม (Oogonium) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เซลล์สืบพันธุ์ของเพศเมีย ลักษณะอีกอย่างหนึ่งที่คล้ายพืชชั้นสูงมาก และแตกต่างจากสาหร่ายทุกชนิดก็คือ มีส่วนประกอบของกลุ่มเซลล์ที่เป็นหมันห่อหุ้มแอนเทอริเดียมและโอโอโกเนียม



รูปที่ 2.5 ก. Chara (X 1/2)

ข. Nitella (X 1/2)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

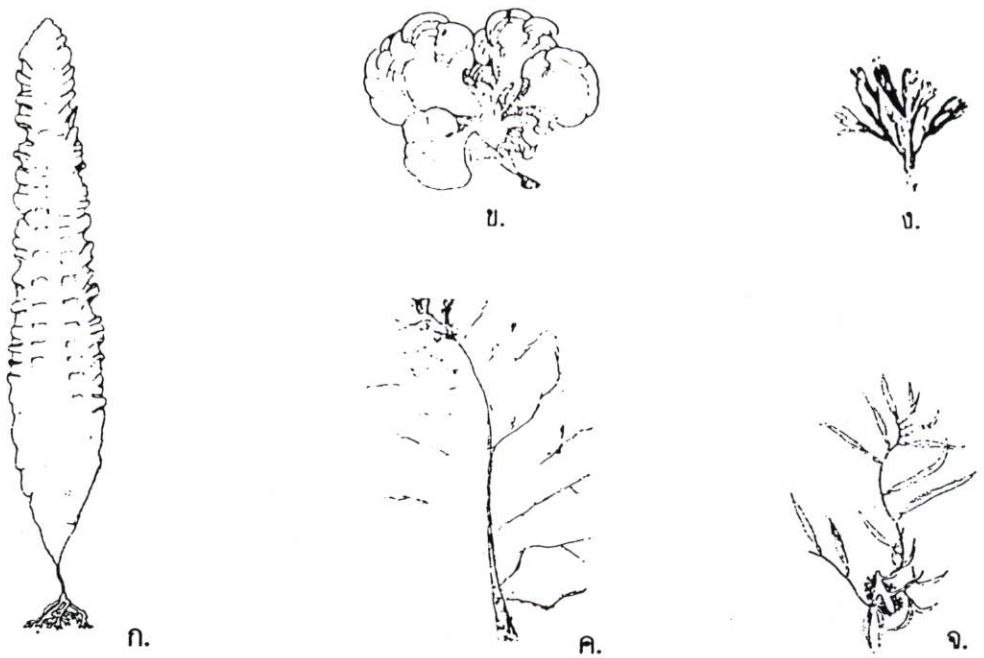
4. Division Phaeophyta หรือสาหร่ายสีน้ำตาล (brown algae) มีสารสีชนิดที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล คือ ฟิวโคแซนติน (fucoxanthin) อยู่มากกว่าสารสีชนิดอื่น นอกจากนี้ผนังเซลล์ยังมีสารประกอบกรดแอลจินิก (algenic acid) สะสมอยู่มาก โครงสร้างภายในซับซ้อนขึ้น ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน ขนาดของสาหร่ายสีน้ำตาลแตกต่างกันมาก พวกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดได้แก่ ไจแอนต์เคลป์ (giant kep) ส่วนมากเกาะติดอยู่กับก้อนหินตามชายฝั่งทะเล ในเขตอบอุ่นมีสาหร่ายสีน้ำตาลมากกว่าในทะเลเขตร้อน และในน้ำจืดมีเพียง 2-3 สปีชีส์เท่านั้น เท่าที่สำรวจแล้วพบว่ามีรวมกันทั้งสิ้นประมาณ 250 จีนัส 1,500 สปีชีส์

สาหร่ายสีน้ำตาลเป็นสาหร่ายที่มีโครงสร้างประกอบด้วยหลายเซลล์ จำแนกตามขนาดรูปร่าง และโครงสร้างภายในได้เป็น 2 พวก คือ พวกที่มีขนาดเล็ก มีรูปร่างเป็นสายแตกแขนง ทั้งสายแกนและแขนงที่แตกออกไปประกอบด้วยเซลล์แถวเดียว ส่วนใหญ่เกาะติดอยู่กับสาหร่ายชนิดอื่นหรือก้อนหินได้แก่ *Ectocarpus* อีกพวกหนึ่งมีขนาดใหญ่ บางชนิดมีความยาวมากกว่า 60 เมตร มีโครงสร้างภายในซับซ้อนขึ้น คือมีเซลล์พิเศษที่ทำหน้าที่ช่วยในการลำเลียงเรียกว่า ทรัมเพตไฮฟี (trumpethyphae) สาหร่ายพวกนี้ประกอบด้วยส่วนที่ทำหน้าที่ยึดเกาะเรียกว่า โฮลด์ฟาสต์ ส่วนที่คล้ายลำต้นเรียกว่า สไตป์ (stipe) และส่วนที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนคล้ายใบเรียกว่า เบลด (blade) ได้แก่ *Laminaria*, *Macrocystis*, *Nereocystis* (รูปที่ 2.6) สาหร่ายเหล่านี้มีมากในมหาสมุทรแปซิฟิคและแอตแลนติค และพบว่ามีกรดแอลจินิกมากกว่าพวกที่เป็น

พุ่มไม้เตี้ย ๆ ตามบริเวณสไตป์มีถุงลม (air bladder) ที่ทำหน้าที่ช่วยในการลอยตัวมีอยู่ทั่วไป นอกจากนี้ยังมี *Padina* และ *Dictyota* เป็นต้น

สาหร่ายสีน้ำตาลมีประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ นอกจากจะใช้เป็นอาหารโดยตรงซึ่งนิยมรับประทานกันมากในประเทศญี่ปุ่น บางประเทศในยุโรป และภาคใต้ของประเทศไทยแล้ว พวกเคลป์ซึ่งมีกรดแอลจินิกสามารถนำมาสกัดเอากรดนี้ออกมาใช้ประโยชน์ในการอุตสาหกรรมหลายอย่างในรูปของสารประกอบแอลจิน (algin) เช่น การทำสี การทำยา และการทำขนมหวานบางชนิด เพราะแอลจินมีลักษณะเหนียว และมีคุณสมบัติพิเศษช่วยไม่ให้สารตกตะกอนได้ง่าย ช่วยไม่ให้น้ำแข็งตัวเมื่อถูกความเย็นจัด สมัยก่อนได้นำสาหร่ายทะเลมาเผาเพื่อแยกเอาไอโอดีน และโพแทสเซียมออก แต่ปัจจุบันสามารถที่จะผลิตธาตุทั้งสองจากวิธีอื่นได้ดีกว่า นอกจากนี้สาหร่ายสีน้ำตาลยังสามารถนำมาใช้เป็นปุ๋ยธรรมชาติได้ ในประเทศญี่ปุ่นได้เพาะเลี้ยงสาหร่ายสีน้ำตาลเพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์มากกว่าประเทศอื่น ๆ

5. Division Chrysophyta เป็นสาหร่ายที่มีสารฟิวโคแซนทินเหมือนสาหร่ายสีน้ำตาล แต่มีสัดส่วนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีสารสีลูเทอิน (lutain) อยู่ด้วย มีทั้งหมดประมาณ 725 จีนัส 10,000 สปีชีส์ แบ่งเป็น 3 พวกคือ สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (yellow-green algae) สีน้ำตาลแกมเหลือง (goldenbrown algae) และไดอะตอม (*diatom*) ทั้งสามพวกนี้ไดอะตอมมีมากที่สุด มีถึง 200 จีนัส และ 5,000 สปีชีส์ เซลล์ของไดอะตอมส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยว อยู่เป็นอิสระตามผิวน้ำ มีบางชนิดที่เซลล์ต่อกันเป็นสายสั้น ๆ หรือรวมกันเป็นกลุ่ม ซึ่งมีน้อยมากพบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม จึงนับว่ามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ



รูปที่ 2.6 แสดงสาหร่ายสีน้ำตาลชนิดต่าง ๆ

ก. Laminaria

ข. Padina

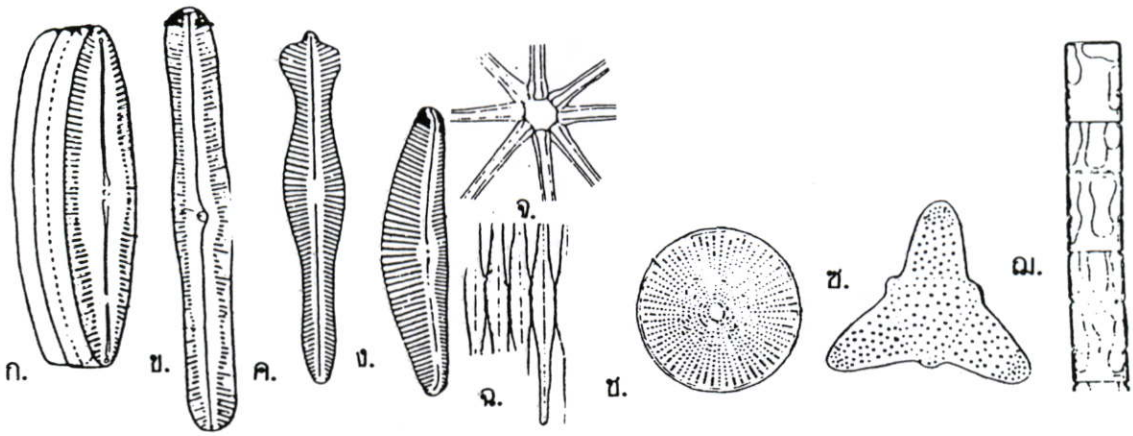
ค. ส่วนหนึ่งของ Sargassum

ง. Dictyota

จ. ส่วนหนึ่งของ Macrocystis

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

การจำแนกชนิดของไดอะตอม อาศัยลักษณะสมมาตร (symmetry) เป็นหลักเกณฑ์ซึ่งจำแนกได้เป็น 2 พวกคือ พวกที่มีลักษณะสมมาตรครึ่งซีก (bilateral symmetry) เรียกว่า เพนเนตไดอะตอม (pennate diatom) ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำจืด ที่พบมากที่สุดคือ *Navicular* อีกพวกหนึ่งมีลักษณะสมมาตรรัศมี (redial symmetry) เรียกว่า เซนตริกไดอะตอม (centric diatom) ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำทะเล เช่น *Coscinodescus* และ *Triceratium* (รูปที่ 2.7)



รูปที่ 2.7 แสดงไดอะตอมชนิดต่าง ๆ

ก. – ฉ. เพนเนตไดอะตอม

ช. – ฌ. เซนตริกไดอะตอม

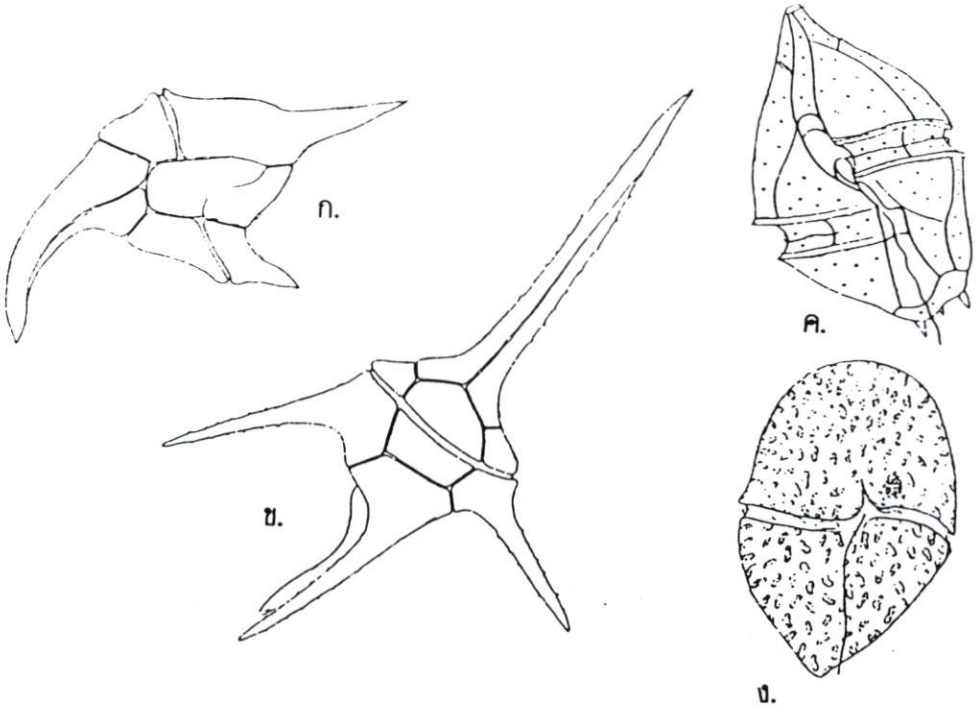
(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

เซลล์ของไดอะตอมประกอบด้วยฝา 2 ฝาครอบกันสนิท มีลักษณะคล้ายตัวกล่องและฝากล่อง เพนเนตไดอะตอมเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ส่วนเซนตริกไดอะตอมเซลล์เป็นรูปทรงกลมหรือสามเหลี่ยม ผนังเซลล์มีสารประกอบพวกซิลิคอนเคลือบและสะสมอยู่ทั้งบนส่วนที่เป็นตัวกล่องและฝากล่อง ทำให้เกิดเป็นลวดลายที่สวยงามต่าง ๆ กัน ซิลิคอนช่วยให้ผนังเซลล์แข็งและคงรูปไม่สลายตัวได้ง่าย ดังนั้นเมื่อเซลล์ตาย ซากของไดอะตอมจึงทับถมอยู่มากและเป็นเวลานานนับเป็นพัน ๆ ปีในท้องทะเล และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาตามธรรมชาติเกิดขึ้น ซากของไดอะตอมที่ทับถมอยู่เป็นเวลานานนี้จะกลายเป็นส่วนของพื้นดิน เรียกว่า ไดอะตอมเอเชียสเอิร์ท (diatomaceous earth) บางแห่งมีความสูงถึง 300 เมตร เป็นแหล่งรวมของแร่ธาตุและน้ำมัน ซึ่งนับว่ามีประโยชน์และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก ไดอะตอมเอเชียสเอิร์ทที่ใหญ่ที่สุดอยู่ที่เมืองลอมพอก (Lompoc) ในรัฐแคลิฟอร์เนีย สหรัฐอเมริกา

ประโยชน์ที่ได้รับส่วนใหญ่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำยาขัดต่าง ๆ เช่น ยาขัดเครื่องเงิน ทองเหลือง ยาสีฟัน ใช้ในการฟอกสี เป็นฉนวน และเป็นตัวช่วยกรอง

6. Division Pyrrophyta ส่วนใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยวที่มีจำนวนสปีชีส์ไม่มากนัก พบในน้ำเค็มมากกว่าน้ำจืด เป็นองค์ประกอบหลักของไฟโตแพลงก์ตอน สาหร่ายพวกนี้เรียกว่า ไดโนแฟลเจลเลต ซึ่งมีรูปร่างแปลกตา ผนังเซลล์มีลักษณะเป็นแผ่นหลาย ๆ แผ่นประกอบกัน เรียก อาร์เมอร์เพลต (armour plate) ตรงกลางเซลล์มีร่องลึก พวกที่เป็นปรสิตจะไม่มีผนังเซลล์ ไดโนแฟลเจลเลตมีแฟลเจลลัม 2 เส้น เส้นหนึ่งอยู่ในร่องพันอยู่โดยรอบเซลล์ อีกเส้นหนึ่งจะยื่นออกมาในแนวตั้งฉากกับเส้นแรก ช่วยในการเคลื่อนที่ของเซลล์ ไดโนแฟลเจลเลตหลายชนิดเป็นพวกที่เรืองแสงได้ (bioluminescent)

ไดโนแฟลเจลเลตส่วนมากมีสีแดง สารสีที่พบในเซลล์เช่นเดียวกับไดอะตอม นอกจากนี้ยังสีสารสีเพริตินิน (peridinin) และไดโนแซนทิน (dinoxanthin) อยู่ด้วย ไดโนแฟลเจลเลตที่มีสีแดงนี้เมื่อมีจำนวนมากจนเกิดปรากฏการณ์ที่เรียกวอเตอร์บลูมขึ้นในทะเล ทำให้น้ำทะเลเปลี่ยนเป็นสีแดง หรือที่ชาวทะเลเรียกว่า "ขี้ปลาวาฬ" (red tide) จากการสำรวจพบว่ามักเกิดจากไดโนแฟลเจลเลตที่มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Gessnerium catenellum* นอกจากจะทำให้เห็นน้ำทะเลเป็นสีแดงแล้ว ขณะเดียวกันก็ปล่อยสารพิษออกมาทำอันตรายต่อสัตว์น้ำจำนวนมากด้วย จากการศึกษาพบว่า สารพิษที่ปล่อยออกมานี้ 1 กรัม มีผลต่อระบบประสาทสามารถฆ่าหนูได้ถึง 5 ล้านตัวในเวลา 15 นาที ปรากฏการณ์ดังกล่าวมักเกิดขึ้นทางแถบมหาสมุทรแปซิฟิกและอ่าวเม็กซิโก พวกหอยแมลงภู่และสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ ที่กินไดโนแฟลเจลเลตพวกนี้เป็นอาหารจึงมีพิษสะสมอยู่ในตัวด้วย และพิษเหล่านี้เป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ (รูปที่ 2.8)



รูปที่ 2.8 แสดงเซลล์ของไดโนแฟลเจลเลตชนิดต่าง ๆ

ก. และ ข. *Ceratium* (X 4000)

ค. *Gonyaulax* (X 4000)

ง. *Gymnodinium* (X 429)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

7. Division Rhodophyta หรือสาหร่ายสีแดง (red algae) มีสารสีไฟโคบิลินที่คล้ายกับสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน สีของสาหร่ายชนิดนี้ถ้าอยู่ในระดับผิวน้ำจะปรากฏเป็นสีเขียวแกมน้ำเงิน เนื่องจากมีสารสีอาร์ไฟโคไซแอนนินมาก เมื่ออยู่ในระดับน้ำลึกจะปรากฏเป็นสีแดง เนื่องจากมีอาค์ไฟโคอิริทรินมาก และมีคลอโรฟิลด์ดีซึ่งไม่พบในสาหร่ายชนิดอื่น มีทั้งหมดประมาณ 400 จีนัส 4,000 สปีชีส์ พบในน้ำทะเลมากกว่าในน้ำจืดเช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาล ปกติผนังเซลล์มีสารที่มีลักษณะเป็นเมือกเหนียวเคลือบอยู่ สารนี้สามารถสกัดนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมได้หลายอย่างเช่นเดียวกับแอลจินที่ได้จากสาหร่ายสีน้ำตาล แต่ก็มีบางชนิดที่ผนังเซลล์มีสารพวกหินปูนสะสมอยู่มาก ทำให้ลักษณะแข็งคล้ายพวกปะการัง เช่น *Corallina* สาหร่ายสีแดงน้ำจืดมีเพียง 2-3 สปีชีส์ พบตามลำธารที่มีน้ำค่อนข้างเย็น พวกนี้ถ้าดูด้วยตาเปล่าจะเห็นสีและรูปร่างภายนอกคล้ายสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมาก แต่โครงสร้างภายในซับซ้อนกว่า

มีช่องทางติดต่อกันระหว่างเซลล์เรียกว่า พิตคอนเนกชัน (pit connection) ซึ่งมีความสำคัญเทียบได้เท่ากับพิตในพืชชั้นสูง ตัวอย่างเช่น *Batrachospernum*

สาหร่ายสีแดงแบ่งตามลักษณะรูปร่างที่ปรากฏได้เป็น 2 พวก เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาลคือ พวกที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ที่รู้จักกันทั่วไปได้แก่ *Porphyra* (รูปที่ 2.9) พวกนี้มีความเจริญทั้งในแง่โครงสร้างและวงชีวิตต่ำกว่าพวกที่มีลักษณะเป็นสายแตกแขนงซึ่งมีพิตคอนเนคชั่นตรงรอยต่อระหว่างเซลล์ ตัวอย่างเช่น *Poiysiphonia* และ *Batrachospernum* ทั้งสองพวกเป็นสาหร่ายที่เกาะติดอยู่กับสิ่งยึดเกาะต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมีสาหร่ายสีแดงเซลล์เดียวได้แก่ *Porphyridium*

สาหร่ายสีแดงมีลักษณะแตกต่างไปจากสาหร่ายพวกอื่น ๆ ที่ได้กล่าวถึงมาแล้ว คือไม่มีการสร้างเซลล์ที่มีแฟลเจลลัมเลยไม่ว่าจะเป็นการเจริญระยะใดของวงชีวิต

สาหร่ายสีแดงเป็นสาหร่ายที่มีประโยชน์ต่อมนุษย์เช่นเดียวกับสาหร่ายสีน้ำตาล สารเมือกซึ่งสกัดออกมาจากผนังเซลล์เรียกว่า คาร์แรกจีแนน (carrageenan) นำมาผลิตเป็นวุ้น ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง และการทำเครื่องสำอาง เป็นต้น นอกจากนี้สาหร่ายสีแดงยังนำมาประกอบเป็นอาหารได้โดยตรง นิยมรับประทานกันมากในประเทศอังกฤษ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน และไทย ได้แก่ *Porphyra* ซึ่งรู้จักกันดีในชื่อ "จีฉ่าย"

รูปที่ 2.9 ก. *Polysiphonia* (X 2)

ข. *Porphyra* (X 0.18)

(ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงใหม่ ทบวงมหาวิทยาลัย, 2530)

ความสำคัญของสาหร่าย

สาหร่ายเป็นพืชที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับมนุษย์เป็นอย่างมากทั้งทางตรงและทางอ้อม มีทั้งประโยชน์และโทษ ซึ่งอาจจำแนกเป็นด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. ด้านอาหาร

1.1 ใช้เป็นอาหารมนุษย์ สาหร่ายบางชนิดนำมาบริโภคเป็นอาหารเพื่อแก้ปัญหาการขาดสารอาหารโปรตีนและเกลือแร่ ในประเทศเม็กซิโกใช้สาหร่ายสกุล *Phormidiumtenue*, *Chroococcus turgidus* และ *Nostoc* ผสมกันเป็นอาหารชื่อ "Cocal de agua" สาหร่ายบางชนิดมีราคาแพง เพราะนิยมบริโภคกันมาก เช่น จีฉ่าย (*Porphyra*) จึงมีการเพาะเลี้ยงเป็นสินค้า เช่นในญี่ปุ่น ไต้หวัน ฟิลิปปินส์ โดยใช้ตาข่ายขึงกับเสาไม้ไผ่บริเวณปากอ่าว แล้วเก็บสาหร่ายมาทำความสะอาด ตากแห้ง อัดเป็นแผ่นส่งขายเป็นสินค้า ชาวญี่ปุ่นยังใช้สาหร่ายสกุล *Chlorella sp.* กับ *Scenedesmus sp.* ผสมลงในน้ำผลไม้และน้ำนมทำให้มีรสดีขึ้น สำหรับในประเทศไทยนั้น คนไทยทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้นำเทาน้ำหรือสาหร่ายสกุล *Spirogyra sp.* มาทำเป็นอาหารและผสมลงในแกงต่าง ๆ ส่วนชาวเชียงใหม่นำสาหร่ายสกุล *Nostochopsis sp.* ที่เรียกว่า "ดอกหิน" หรือ "ไข่หิน" มารับประทานโดยต้มใส่น้ำตาล เกลือ กุ้งแห้ง นอกจากนี้สาหร่ายบางชนิดยังใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ เช่น *Spirulina sp.* โดยนำมาอัดเม็ด (Tablet) เหมือนยา และสารสีฟ้าที่สกัดได้จากสาหร่ายสกุลนี้ยังนำมาใช้เป็นสีผสมอาหารได้อีกด้วย (บัญญัติ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 29-30 และกาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527 : 41-80)

คุณค่าทางอาหารที่ได้จากสาหร่าย ได้แก่ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต เกลือแร่ โดยเฉพาะธาตุไอโอดีนและวิตามิน ในปัจจุบันทั่วโลกกำลังประสบปัญหาการขาดแคลนอาหาร โดยเฉพาะอาหารโปรตีนเพราะประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว จึงมีการศึกษาวิจัยคุณค่าทางอาหารจากสาหร่ายหลายชนิดที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็ว เพื่อใช้เป็นอาหารแทนเนื้อสัตว์ในสหรัฐอเมริกา เยอรมัน ญี่ปุ่น และอิสราเอล ได้วิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในสาหร่ายหลายชนิด เช่น *Chlorella sp.* พบว่ามีโปรตีน 40-50% *Ulva sp.* มีโปรตีน 20-80% ที่พบว่าปริมาณสูงสุดคือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินชื่อ *Spirulina maxima* มีโปรตีนถึง 63-68% (Zajic. 1970 : 67)

สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เคยทดลองใช้สาหร่ายสีเขียวชื่อ *Scenedesmus sp.* เป็นอาหารเสริมโปรตีน เพราะมีโปรตีนถึง 50% ของน้ำหนักแห้งโดยนำสาหร่ายชนิดนี้ผสมในเส้นบะหมี่และขนมคุกกี้ออกจำหน่าย (บุหลัน พิทักษ์ผล. 2517 : 9 และบัญญัติ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 29-30)

ในพื้นที่เท่ากันการเพาะเลี้ยงสาหร่ายจะให้โปรตีนได้ถึง 20 เท่าของถั่วเหลือง และประมาณ 500-1,000 เท่าของโปรตีนจากเนื้อสัตว์ (บุหลัน พิทักษ์ผล. 2517 : 9) ในประเทศเยอรมันตะวันตกใช้สาหร่ายสกุล *Scenedesmus sp.* เป็นอาหารของคนและสัตว์ พบว่าโปรตีนน้อยกว่าโปรตีนในไข่และนม แต่มากกว่าโปรตีนในข้าวโพดและข้าวสาลี ส่วนในประเทศไทยได้ทดลองเลี้ยงสาหร่ายสกุล *Scenedesmus sp.* และ *Chlorella sp.* ใช้น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนำมาทำเป็นอาหาร ทำให้ได้โปรตีนสูง ซึ่งมีคุณภาพดีเท่ากับโปรตีนในถั่วเหลือง (บัญญัติ สุขศรีงาม. ม.ป.ป. : 29)

สาหร่ายนอกจากจะมีโปรตีน มีคุณภาพสูง เพราะมีกรดอะมิโนครบถ้วนแล้วยังมีวิตามินเอ วิตามินบี และวิตามินซี คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และแร่ธาตุต่าง ๆ อีกด้วย สาหร่ายให้ผลิตผลที่รับประทานได้ทั้งหมด ไม่มีกากหรือส่วนที่ต้องทิ้งมีกรดนิวคลีอิคต่ำ มีประมาณ 3.7% ดังนั้นจึงไม่มีปัญหาในระบบขับถ่ายของมนุษย์ สาหร่ายที่ผ่านความร้อนหรือทำให้แห้งแล้วจะย่อยได้ถึง 80% และเมื่อผสมลงในอาหารจะเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้สูงขึ้น (บุหลัน พิทักษ์ผล. 2517 : 9-10)

1.2 ใช้เป็นอาหารสัตว์ สาหร่ายที่ใช้เป็นอาหารสัตว์ได้แก่ สาหร่ายสีน้ำตาลและสีแดง เช่น *Alaria sp.*, *Ascophyllum sp.*, *Fucus sp.*, *Laminaria sp.*, *Sargassum sp.* ใช้เลี้ยงแกะ วัว ม้า หมู อาจใช้กินสด ๆ โดยต้อนสัตว์ลงไปตามชายหาดเวลาน้ำลด หรือนำมาตากแห้ง หรือบดผสมเป็นอาหารสำเร็จรูป ใช้แทนหญ้าหรือฟาง ประเทศที่นิยมใช้สาหร่ายเป็นอาหารสัตว์ ได้แก่ อังกฤษ ฝรั่งเศส นอร์เวย์ เดนมาร์ก ออสเตรเลีย จีน ฮ่องกง จากการทดลองเลี้ยงสัตว์พบว่า คุณภาพของสาหร่ายจะดีกว่าโปรตีนจากถั่วเหลือง และถ้ามีการเติมกรดอะมิโนบางตัว โปรตีนจากสาหร่ายจะมีคุณภาพใกล้เคียงกับโปรตีนที่ได้จากนมวัว (วิเชียร ยงมานิตชัย. 2524 : 20)

2. ด้านเกษตรกรรม

สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวบางพวก เช่น สกุล *Anabaena sp.*, *Nostoc sp.*, *Cylindrospemum sp.*, *Calothrix sp.*, *Anabaenopsis sp.* มีประสิทธิภาพในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้ดี (Alexopoulous and Bold. 1967 : 65) ในประเทศญี่ปุ่นได้มีผู้ศึกษาทดลองสาหร่ายหลายชนิดในนาข้าว และประสบความสำเร็จในการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวในการเพิ่มปริมาณไนโตรเจนในนาข้าว โดยพบว่าสาหร่ายสกุล *Tolypothrix tenuis* เหมาะสมที่สุด (Trainor. 1979 : 62 และจงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524 : 46) ส่วนประเทศไทยได้มีผู้ศึกษาเกี่ยวกับการผลิตข้าวโดยใช้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวชนิดต่าง ๆ พบว่า เมื่อนำสาหร่ายสกุล *Oscillatoria rubescens*, *Lyngbya limnetica*, *Anabaena sp.* และ *Tolypothrix sp.*

มาเลี้ยงในนาข้าว ทำให้ผลผลิตข้าวเพิ่มสูงกว่าปกติ (พงศ์เทพ อันตะริกานนท์ และคณะ. ม.ป.ป. : 9)

3. ด้านอุตสาหกรรม

พวกไดอะตอมจะมีผนังเซลล์ประกอบด้วยสารซิลิกา (Silica) เมื่อตายทับถมกันนาน ๆ ในปริมาณมาก ๆ จะทำให้เกิดซากดึกดำบรรพ์ของสาหร่ายที่เรียกว่า "ซากทับถมของไดอะตอม" (Diatomaceous earth) สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มาก เช่น ใช้กรองน้ำมันและของเหลวอื่น ๆ ให้บริสุทธิ์ ขัดมันโลหะ ทำฉนวนป้องกันความร้อนในตู้เย็น เตาอบ และเตาหลอมโลหะ ใช้เป็นส่วนผสมของยาสีฟัน และใช้ทำอิฐที่มีน้ำหนักเบา นอกจากนั้นนักธรณีวิทยาเชื่อว่า ซากของไดอะตอมเป็นแหล่งกำเนิดของน้ำมันปิโตรเลียมและก๊าซธรรมชาติด้วย (Fuller. 1972 : 342, Round. 1973 : 211-228, Dittmer. 1964 : 112)

4. ด้านการแพทย์

สาหร่ายพวกไดอะตอมมีวิตามินเอ วิตามินดีสะสมอยู่ เมื่อสัตว์พวกครัสตาเซียน (Crustaceans) ซึ่งเป็นอาหารของปลากินไดอะตอมเหล่านี้เข้าไป วิตามินจะสะสมในตัวปลา มนุษย์สามารถสกัดออกมาใช้ในรูปของน้ำมันตับปลา (Carpenter. 1967 : 152) ส่วนสาหร่ายสกุล *Chlorella sp.* ได้มีการสกัดสารคลอเรลลิน (Chlorellin) ซึ่งเป็นสารที่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียได้ (Alexpoulous and Bold. 1967 : 64)

5. ด้านนิเวศวิทยา

5.1 สาหร่ายเป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้นที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ผลิตสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่มีพลังงานสะสม และพลังงานนี้จะถ่ายทอดไปยังสัตว์น้ำและสัตว์บกอื่น ๆ จัดได้ว่าสาหร่ายเป็นต้นกำเนิดห่วงโซ่อาหาร เพราะสามารถสังเคราะห์แสงประมาณ 90% ของการสังเคราะห์แสงที่เกิดขึ้นบนโลกได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่าย โดยเฉพาะพวกที่ดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอน (Bold and others. 1980 : 40)

5.2 สาหร่ายเป็นผู้ผลิตก๊าซออกซิเจนสำหรับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ และทำให้เกิดความสมดุลย์ระหว่างก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศ เพราะในกระบวนการสังเคราะห์แสงสาหร่ายใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นวัตถุดิบ และผลของการสังเคราะห์แสงนอกจากได้สารอาหารแล้วยังได้ก๊าซออกซิเจนออกมาด้วย (Bold. 1964 : 99)

5.3 สาหร่ายใช้เป็นดรรชนีบอกคุณภาพของน้ำได้ สาหร่ายบางชนิดสามารถใช้ทำนายการเน่าเสียของน้ำได้ เช่น *Oscillatoria sp.*, *Spirulina sp.* และ *Euglena sp.* เพราะเป็นสาหร่ายที่เจริญได้ดีในน้ำที่มีออกซิเจนเพียงเล็กน้อยหรือปราศจากออกซิเจน (Round. 1973 : 228) *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flosaquae* มีการเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว (Bloom) ในน้ำเสีย และทำให้เกิดการใช้แร่ธาตุอาหาร ทำให้ปริมาณอาหารลดลงจึงมี

ผลทำให้มีอัตราการตายของสาหร่ายนี้สูง เป็นผลให้น้ำเน่าเป็นพิษและมีกลิ่น (APHA, AWWA and WPCF. 1975 : 683) นอกจากนี้สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวที่เจริญเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว และเป็นอันตรายต่อสัตว์ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ *Nodularia sp.*, *Rivularia sp.*, *Anabaena sp.*, *Microcystis sp.*, *Coelosphaerium sp.*, *Nostoc sp.*, *Aphanizomenon sp.*, *Oscillatoria sp.*, *Gleotrichia sp.* (สุภาจรี นิยะมานนท์. 2526 : 83, Palmer. 1969 : 78-82) ได้รายงานว่า สาหร่ายที่เป็นดรรชนีของน้ำสะอาดได้แก่ *Melosira islandica*, *Cyclotella ocellata*, *Dinobryon sp.*, *Meridion sp.*, *Micrasterias sp.*, *Staurastrum sp.*, *Pinnularia sp.* และ *Surirella sp.* แหล่งน้ำจืดใดที่มีสภาพดีสาหร่ายในแหล่งน้ำนั้น ๆ จะประกอบด้วยไดอะตอมเป็นส่วนใหญ่ อาจมีสาหร่ายสีเขียวและสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวปนอยู่ด้วยก็ได้ ประการที่สำคัญคือ ปริมาณของสาหร่ายแต่ละชนิดจะมีน้อย ในทางตรงกันข้ามถ้าแหล่งน้ำใดมีสาหร่ายสีเขียว โดยเฉพาะที่เป็นเส้นสายปนอยู่กับสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวและจำนวนน้อยชนิด แต่ปริมาณของแต่ละชนิดกลับมีมาก หรือเกิดอย่างรวดเร็วแล้ว ก็หมายความว่า สภาวะของแหล่งน้ำนั้นเป็นสภาวะน้ำเสีย (Patrick. 1949 : 277-341)

5.4 ใช้กำจัดน้ำเสีย โดยช่วยเพิ่มออกซิเจนในน้ำ โดยธรรมชาติได้มีการนำสาหร่ายสกุล *Chlorella* มาใช้แก้ไขสภาพน้ำเสียให้ดีขึ้น เช่น ในสหรัฐอเมริกาและนิวซีแลนด์ ได้นำมาใช้ในการกำจัดน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม โดยสาหร่ายเป็นผู้ผลิตออกซิเจนให้กับแบคทีเรีย ซึ่งทำหน้าที่ย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำให้น้ำสะอาด แก้ไขปัญหาน้ำเสียได้ (Chapman. 1969 : 432)

5.5 ใช้สาหร่ายช่วยป้องกันไม่ให้หน้าดินเกิดการพังทลาย สาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวบางสกุล เช่น *Horminium sp.*, *Zygogonium sp.*, *Chroococcus sp.*, *Phormidium sp.* ที่เจริญบนพื้นดินจะช่วยรักษาความชุ่มชื้นและเพิ่มอินทรีย์วัตถุให้แก่ดิน (Round. 1973 : 229-230)

สาหร่ายที่พบในประเทศไทย

สาหร่ายที่ขึ้นในน้ำจืดและในทะเลเป็นอาหารที่สำคัญของคนในหลายประเทศ ในประเทศไทยมีสาหร่ายที่เป็นที่รู้จักกันดีคือจีฉ่าย (*Porphyra*) ที่ใช้เป็นส่วนประกอบของแกงจืดและอาหารอีกหลายชนิด แต่ยังมีสาหร่ายอีกหลายชนิดที่ประชาชนบางท้องถิ่นที่นิยมนำมาบริโภคจากการศึกษาของกาญจนภาชน์ (2521) ได้รวบรวมชนิดของสาหร่ายที่ใช้รับประทานได้ในภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยสรุปไว้ดังนี้

ก. สาหร่ายน้ำจืด

ไข่หิน, ดอกหิน (*Nostochopsis*) เป็นสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน มีลักษณะเป็นก้อนกลมหรือรีขนาด 0.5-2 เซนติเมตร เมื่อยังอ่อนผิวเรียบ โตขึ้นผิวขรุขระ ฉีกออกดูจะมีลักษณะเหมือนวุ้น พบที่จังหวัดเชียงใหม่และจันทบุรี ขึ้นเกาะบนก้อนหินในลำธารน้ำไหลหรือบริเวณน้ำตก ชาวบ้านนิยมรับประทานโดยต้มกับน้ำตาล รับประทานร้อน ๆ หรือต้มยำใส่เนื้อปลา ปลาร้า พริกป่น น้ำปลา มะนาว และผงชูรส

เทา, ผักไก (*Spirogyra*) เป็นสาหร่ายสีเขียวที่มีลักษณะเป็นเส้นสีเขียวขนาดเท่าเส้นผม จับดูจะรู้สึกลื่นมือเนื่องจากมีเมือก พบขึ้นอยู่ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด ถ้าขึ้นในแหล่งน้ำสะอาดสามารถเก็บมารับประทานได้ พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำนิ่งหรือน้ำไหลเอื่อย ๆ ชาวบ้านนิยมนำมาใช้ทำลาบ โดยนำสาหร่ายมาล้างน้ำจืดให้สะอาด หรือแช่ค้างคืน แล้วสับเป็นท่อน ๆ ใส่เครื่องปรุงแบบลาบ หรือต้มปลากับปลาร้า แกะแต่เนื้อโขลกรวมกับมะเขือขื่น ซอยกระเทียมเผา พริกสดเผา ปรุงด้วยน้ำปลา น้ำตาล มะนาว รับประทานกับข้าวเหนียว สำหรับชาวบ้านในภาคอีสานมักรับประทานสด เป็นผักจิ้มกับน้ำพริก หรือทำเป็นยำหรือซุป (เยาวลักษณ์, 2520) การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายเทาโดยบุญมี (2530) และ Peerapornpisal *et al.* (1997)

ตารางที่ 2.1 คุณค่าทางอาหารของสาหร่ายเทา (*Spirogyra sp.*) ที่พบในบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย (หน่วย : ร้อยละของน้ำหนักแห้ง)

คุณค่าทางอาหาร	บุญมี (2530)	Peerapornpisal *et al.* (1997)
โปรตีน	23.82	18.65
ไขมัน	3.08	5.21
คาร์โบไฮเดรต	52.04	56.31
เถ้า	14.34	7.66
เส้นใย	6.72	11.78

ทางภาคเหนือของประเทศไทย มีสาหร่ายที่ชาวบ้านเรียกว่า "ไก" ซึ่งก็คือสาหร่ายสีเขียว *Cladophora sp.* มักพบเกาะอยู่ตามก้อนหินในบริเวณน้ำไหล ลักษณะเป็นเส้นยาวแตกแขนงสีเขียวสด ไกที่อยู่ในแม่น้ำโขงเชื่อว่าน่าจะเป็นอาหารของปลาบึก ซึ่งชาวบ้านก็ได้นำมารับประทานเป็นอาหาร

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารโดยอาจารย์คณะอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาเขตดอยคำ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบว่าสาหร่ายไกอบแห้งมีคุณสมบัติดังนี้

ความชื้น	ร้อยละ 13.19
โปรตีนรวม	ร้อยละ 28.22
ไขมันรวม	ร้อยละ 6.81
เถ้า	ร้อยละ 20.80
เยื่อใย (Neutral detergent fibre)	ร้อยละ 19.29
(Acid detergent fibre)	ร้อยละ 19.06
แคลเซียม	ร้อยละ 1.20
ฟอสฟอรัส	ร้อยละ 0.36

ข. สาหร่ายทะเล

สาหร่ายพวงองุ่น, สายเม็ดพริก, สายลูกพริก, สายน้ำพริก, สาหร่ายหิน, สาหร่ายเม็ดพริกไทย เป็นชื่อของสาหร่ายสีเขียว (*Caulerpa racemosa var. macrophysa*) ที่ชาวบ้านจังหวัดจันทบุรี ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และภูเก็ต นำมารับประทานได้ทั้งต้น หรือเด็ดเฉพาะส่วนยอดใช้รับประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริก

สาย, สาหร่ายเขากวาง (*Caulerpa racemosa var. corynephora*) ชาวบ้านจังหวัดตรังใช้รับประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริก อย่างไรก็ตามผู้ที่รับประทาน *Caulerpa* บางครั้งอาจได้รับสารพิษ caulerpicin และ caulerpin ที่ทำให้เกิดอาการชาที่ปลายลิ้น และบางครั้งชาตามมือและเท้า หากแพ้มาก ๆ จะหายใจขัดและเสียการทรงตัว แต่อาการจะหายไปภายในไม่กี่ชั่วโมงหรือภายในหนึ่งวัน ขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป (Doty and Santos, 1996 : Santos and Doty, 1968 อ้างใน กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2521 : 119-129)

สาหร่ายวุ้น (*Chaetomorpha crassa*) เป็นสาหร่ายสีเขียวเป็นเส้นยาว ไม่แตกแขนง พบทั่วไปในอ่าวไทย โดยเฉพาะที่เกาะสมุย ชาวบ้านใช้เคี่ยวทำวุ้น ไม่ใช้รับประทานสด เพราะจะทำให้คันคอ

สาหร่ายวุ้น, สาหร่ายผมนาง, สายจิ้ม, สายไหม, สายหางม้า, สายโกน, วุ้นทะเล, สาหร่ายหิน (*Gracilaria verrucosa*) เป็นสาหร่ายสีแดงที่พบได้ทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน บางครั้งจะพบกองขายในตลาด ใช้รับประทานสด หรือลวกจิ้มน้ำพริก และน้ำจิ้มที่ประกอบด้วยน้ำส้ม เกลือ พริก หรือยำใส่มะพร้าวคั่ว กุ้งแห้งป่น น้ำตาล น้ำปลา มะนาวหรือมะม่วงซอย และพริก หรือนำมาแช่น้ำส้มสายชูจาง ๆ แล้วยำใส่มะพร้าวคั่ว ตะไคร้ซอยละเอียด และพริกซอย นอกจากรับประทานสดแล้วยังสามารถนำมาสกัดวุ้นได้ด้วย

สาหร่ายวุ้น, สาหร่ายเขากวาง (*Gracilaria salicornia*) พบตามชายทะเลตามภาคตะวันออกของอ่าวไทย ใช้รับประทานสดหรือจิ้มน้ำพริก หรือยำ เช่นเดียวกับสาหร่ายผมนาง แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยม นำมาสกัดวุ้นได้แต่คุณภาพของวุ้นไม่ดีนัก

สาหร่ายข้อ (*Gracilaria crassa*) พบที่จังหวัดตราด ระยอง ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ สุราษฎร์ธานี และภูเก็ต บางครั้งมีกองขายตามตลาดสด ใช้ลวกจิ้มน้ำพริก ยำใส่มะพร้าวคั่ว

สาหร่ายฝอย (*Hypnea cervicornis, H. hamulosa, H. charoides*) เป็นสาหร่ายสีแดง มีลักษณะต้นที่แตกแขนงเป็นพุ่ม แขนงย่อยสุดท้ายมีลักษณะคล้ายหนาม ที่พบเกาะบนก้อนหิน เปลือกหอยในน้ำที่คลื่นไม่แรงจัด พบทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ใช้รับประทานสด ๆ เป็นผักจิ้มหรือนำมาสกัดวุ้นแต่คุณภาพของวุ้นไม่ดีนัก

สาย, สายใบ (*Porphyra vietnamensis*) เป็นสาหรายสีแดงที่ต้นเป็นแผ่นแบนบาง ที่โคนต้นมีส่วนคล้ายรากยึดเกาะกับก้อนหิน บริเวณขอบเป็นรอยจีบย่น พบที่จังหวัดสงขลาและนราธิวาส วางขายสด ๆ ตามตลาดหรือทำเป็นแผ่นกลมตากแห้ง ใช้ทำแกงจืดต้มกับหมูสับหรือใส่ในก๋วยเตี๋ยว เป็นที่รู้จักกันดี

สาย (*Porphyra crispata*) พบที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์และภูเก็ต แต่ไม่ค่อยนิยมนำมาบริโภคเท่าไร

สาหร่ายแดง, สาหร่ายเหงือกปลา (*Laurencia obtusa, L. papillosa*) เป็นสาหร่ายสีแดง พบได้ในจังหวัดชลบุรี ระยอง ตราด จันทบุรี และสุราษฎร์ธานี ใช้รับประทานสดเป็นผักจิ้ม หรือยำแบบสาหร่ายวุ้น หรือนำไปทำยาแก้คอพอก

สาหร่ายหางม้า, สาหรายเหงือกปลา (*Acanthophora spicifera*) เป็นสาหร่ายสีแดง ลำต้นค่อนข้างแข็ง เปราะและหักง่าย แตกเป็นแขนงโดยที่แขนงย่อยสุดท้ายเป็นแฉกปลายแหลม พบได้ทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ใช้รับประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริก

สาหร่ายวุ้น (*Gelidium*) สาหร่ายสีแดง ต้นค่อนข้างแบน แตกแขนงออก 2 ข้างเหมือนขนนก เกาะตามก้อนหิน พบที่จังหวัดระยองและภูเก็ต ไม่นิยมรับประทานสดแต่นำมาสกัดวุ้นได้วุ้นคุณภาพดีมาก

สาหร่ายทุ่น, สาหร่ายใบ (*Sargassum*) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่มีรูปร่างคล้ายพืชชั้นสูง คือมองเห็นเป็นใบ ต้น และรากได้อย่างชัดเจน ที่โคนใบมีถุงลมช่วยให้สาหร่ายชนิดนี้ลอยอยู่ในน้ำได้ แม้ว่าจะขาดลอยในน้ำไม่มีรากก็ยังเจริญเติบโตได้เป็นปกติ พบได้ทั่วไปในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ชาวบ้านใช้ส่วนยอดมารับประทานสด หรือลวกจิ้มน้ำพริก นำมายำ หรือ

นำทั้งต้นมาแกงส้มหรือแกงเหลืองได้ และยังนำมาตากแห้งแล้วใช้ต้มน้ำรับประทานแก้ร้อนในหรือแก้ไข้ มีขายตามร้านขายยาจีนบางแห่ง

เห็ดหิน, เห็ดหูหนูทะเล (*Padina australia, P. gymnospora, P. distromatica*) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่มีลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ รูปร่างเหมือนพัดหรือเหมือนต้นผักกาด ส่วนชนิดที่มีขนาดเล็กจะดูคล้ายเห็ดหูหนู ขึ้นเกาะบนหินทั่ว ๆ ไปในอ่าวไทย ใช้รับประทานสดเป็นผักจิ้ม แต่ต้องล้างให้สะอาดก่อนเพราะอาจมีไข่ปลาหรือสัตว์น้ำบางชนิดที่เป็นพิษเกาะอยู่ อาจทำให้ท้องเสียได้

สาย, สาหร่ายเขากวาง (*Dictyota dichotoma*) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่มีต้นแบนบางแตกแขนงเป็นคู่ พบได้ทั่วไปทั้งในอ่าวไทยและทะเลอันดามัน ใช้รับประทานสดหรือลวกจิ้มน้ำพริก

สาย, สาหร่ายรังบวบ, สาหร่ายร่างแห (*Hydroclathrus clathrathrus*) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาล ที่ต้นพอมีอายุมากขึ้นจะเกิดมีรูที่ขยายใหญ่ขึ้นจนมีลักษณะเหมือนร่างแหโปร่งสีน้ำตาลปนเหลือง พบมากทางชายฝั่งตะวันออกของอ่าวไทย เช่น จังหวัดตราด ระยอง ชลบุรี และจังหวัดทางภาคใต้ เช่น สุราษฎร์ธานี ใช้รับประทานเป็นผักจิ้ม หรือใช้ทำยำ

สาหร่ายจอก (*Turbinaria conoides, T. decurrens, T. ornata*) เป็นสาหร่ายสีน้ำตาลที่มีลำต้นเป็นแกนกลางเส้นเดียว มีใบอยู่รอบโดยที่ใบจะมีถุงลมฝังอยู่ตรงกลาง มักขึ้นอยู่ในบริเวณที่มีซากปะการัง การรับประทานใช้ส่วนยอดจิ้มน้ำพริก

นอกจากนี้ กาญจนภาชน์ (2521) ยังได้กล่าวถึงสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ที่พบในประเทศไทยแต่คนไทยไม่นิยมรับประทาน แต่มีผู้รับประทานในต่างประเทศ ได้แก่

Caulerpa peltatal เป็นผักสลัดหรือทำให้สุกเป็นของหวานหลังอาหารในฟิลิปปินส์และอินโดนีเซีย

Caulerpa serrulata เป็นผักสลัดในสิงคโปร์ มาเลเซีย และฟิลิปปินส์

Chaetomorpha antennina ใช้รับประทานกันในแถบหมู่เกาะฮาวาย

Codium tenue, C. tementosum ใช้รับประทานเป็นผักสลัดในฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย และมาเลเซีย

Enteromorpha compressa ใช้รับประทานในฟิลิปปินส์และมาเลเซีย

E. intestinalis (สาหร่ายไส้ไก่) ใช้เป็นผักสลัดในฟิลิปปินส์และฮาวาย ใช้รับประทานเป็นแผ่นแห้งในมาเลเซีย และทำเป็นแผ่นแห้งใช้รับประทานกับข้าวเป็นอาหารเสริมในญี่ปุ่น

Monostroma sp. ทำเป็นแผ่นตากแห้งคล้ายสายใบ ใช้ทำซุป มีการเพาะเลี้ยงกันในญี่ปุ่น

Bostrychia radicans ใช้ได้ทั้งลวกและรับประทานสดในประเทศพม่า

Catenella nipae ใช้สาหร่ายสดหรือลวกผสมกับน้ำมันงา เกลือป่น พริกป่น ขิงคั่วหอม และกระเทียม รับประทานในประเทศพม่า

Gelidium sp. ใช้รับประทานสดหรือนำมาสกัดวุ้นในมาเลเซีย อินโดนีเซีย ฮาวาย และญี่ปุ่น

Helymenia durvilliae ใช้รับประทานในฟิลิปปินส์และฮาวาย

Bangia fuscopurpurea ชาวจีนใช้ประกอบอาหารรวมกับผักอื่น ๆ นิยมรับประทานในกลุ่มมังสะวิรัติ (สรวิศ เผ่าทองสุข. 2543 : 84-90)

2.4 คุณภาพของน้ำ

เกณฑ์จัดคุณภาพของน้ำเป็นข้อสรุปในการจัดคุณภาพของแหล่งน้ำที่ใช้ในการศึกษา แต่การวิจัยในครั้งนี้จะกล่าวเฉพาะสภาวะทางกายภาพและสภาวะทางเคมีของน้ำที่ใช้ในการศึกษา

2.4.1 สภาวะทางกายภาพ

2.4.1.1 แสง (Light) มีความสำคัญมากต่อการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายอัตราการสังเคราะห์แสงจะมากที่สุดในบริเวณผิวน้ำ และจะลดลงไปตามลำดับเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น (Mass. 1980 : 332) ถ้าความเข้มของแสงพอเหมาะสาหร่ายจะมีปริมาณมาก แต่ถ้าความเข้มของแสงมากเกินไปสาหร่ายจะมีปริมาณน้อยมาก (Ignatiades. 1969 : 196-200)

2.4.1.2 ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) น้ำในแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำลำธารจะมีความขุ่นมากกว่าน้ำในแหล่งน้ำนิ่ง (Hynes. 1970 : 555) ในเขตร้อนปริมาณแพลงก์ตอนของพืชจะสูงสุดหลังฤดูฝนและฤดูหนาว แต่จะมีน้อยมากในฤดูฝนเนื่องจากมีฝนตกในฤดูฝนทำให้น้ำขุ่น (ธีรพันธ์ ภูคาสวรรค์. 2523 : 156)

2.4.1.3 อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำจะเปลี่ยนแปลงโดยตรงตามปริมาณแสงที่ส่องลงสู่แหล่งน้ำนั้น (Rcid and Wood. 1976 : 485) อุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเพิ่มหรือการลดลงของอัตราการเจริญเติบโตของสาหร่าย (Smith. 1950 : 719) สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในอุณหภูมิต่างกัน เช่น อุณหภูมิ 20-28 องศาเซลเซียส มีไดอะตอมมากที่สุด ที่ 30-35 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด และที่ 35-45 องศาเซลเซียส จะมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวมากที่สุด (Welch. 1952 : 471) ในเขตร้อนแพลงก์ตอนพืชมีความชุกชุมในเดือนมีนาคมและเดือนเมษายน (Soumia. 1969 : 287-303)

2.4.2 **สภาวะทางเคมี**

2.4.2.1 **ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ** (Dissolved Oxygen) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ความเร็วของกระแสน้ำ อุณหภูมิของน้ำ และอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น เป็นต้น (Maitland. 1978 : 243) โดยปกติแล้วออกซิเจนที่เกิดจากการสังเคราะห์แสงจะเกิดขึ้นประมาณ 10 เท่าของสิ่งมีชีวิตในการหายใจ ซึ่งนับว่าปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญมากในการผลิตออกซิเจน (Shirota. 1966 : 462) ซึ่งตามปกตินำ้ในธรรมชาติจะมีออกซิเจนละลายอยู่ปริมาณ 8 ppm. ถ้าวัดค่า DO ในแหล่งน้ำใด ๆ ได้ต่ำกว่า 3 ppm. ถือว่าน้ำเสีย

2.4.2.2 **ความเป็นกรดด่าง** (pH) โดยปกติแหล่งน้ำตามธรรมชาติมีค่าความเป็นกรดด่างอยู่ระหว่าง 5-9 (EPA. 1973 : 125) ถ้าความเป็นกรดด่างของน้ำในช่วง 7.00-8.30 สิ่งมีชีวิตในน้ำเจริญเติบโตเป็นอย่างดี (Pinkayan. 1978 : 10-19) สาหร่ายชนิดต่าง ๆ สามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงความเป็นกรดด่างต่าง ๆ กัน เช่น *Euglena sp.* (Roud. 1973 : 278)

2.4.2.3 **ปริมาณ BOD** (Biochemical Oreygen Demand) คือปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากกระบวนการนี้แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งตัวต่อไป ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดส์ สารอาหารเหล่านี้จะเป็น CO_2 น้ำแอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อม. 2531 : 7)

ค่า BOD จะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในเทอมของออกซิเจนซึ่งต้องใช้เมื่อปล่อยน้ำเสียนั้นลงสู่แม่น้ำลำคลอง ซึ่งมีสภาพที่มีออกซิเจนอยู่ การหาค่า BOD ยังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของแม่น้ำลำธาร เพราะค่า BOD จะบอกถึงองศาของความสกปรกของแหล่งน้ำได้ทันที นอกจากนี้ยังใช้เพื่อการออกแบบในการกำจัดน้ำเสียด้วย โดยทั่วไปถึงว่าน้ำมีค่า BOD ถึง 5 ppm. ถือว่าน้ำเริ่มสกปรก และถ้ามีค่า BOD สูงถึง 10 ppm. จัดว่าเป็นน้ำเสีย (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534 : 12)

2.5 แหล่งน้ำที่ใช้ศึกษาทดลอง คลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

ข้อมูลจากสำนักงานจังหวัดราชบุรีเพื่อศึกษาแหล่งน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี คลองบางสองร้อยเป็นคลองธรรมชาติไหลผ่านตำบลหนองปลาหมอ อำเภอบ้านโป่ง ตำบลเตาปูน, ตำบลท่าชุมพล, ตำบลนางแก้ว, ตำบลธรรมเสน อำเภอโพธาราม ตำบลเขาแร้ง อำเภอเมืองราชบุรี และไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลองที่ตำบลหลุมดิน อำเภอเมือง จาก

ลักษณะ ภูมิอากาศทั่วไป มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 27.7 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝน

เฉลี่ยตลอดปีประมาณ 1000-1250 มิลลิเมตร และฝนตกน้อยที่สุดในเดือนมกราคมเฉลี่ย 19.2 มิลลิเมตร ฝนตกมากที่สุดในเดือนกันยายนเฉลี่ยประมาณ 258.3 มิลลิเมตร (สำนักงานจังหวัดราชบุรี อ้างใน นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 2) ในปีหนึ่งมี 3 ฤดู คือฤดูร้อนเริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ฤดูฝนเริ่มตั้งแต่เดือนมิถุนายนถึงเดือนตุลาคม และฤดูหนาวเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ จากลักษณะภูมิประเทศที่มีสภาพพื้นที่เป็นเทือกเขาและที่ราบต่ำแตกต่างกันนี้ ทำให้มีแหล่งน้ำธรรมชาติเกิดขึ้นมากมาย รวมทั้งมีคลองไหลลงสู่แม่น้ำแม่กลองเป็นจำนวนหลายสาย และได้รับการชลประทานเกือบเต็มพื้นที่ จึงทำให้มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาในฤดูกาลต่าง ๆ ซึ่งมีผลต่อความสมดุลของแหล่งน้ำ ทำให้ลักษณะทางนิเวศวิทยาของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำแตกต่างกัน แต่เดิมแหล่งน้ำต่าง ๆ มีทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์มาก เช่น พืชน้ำ สัตว์น้ำ นกน้ำ และมีความสวยงามตามธรรมชาติ ซึ่งมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดราชบุรี มีคุณค่าทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา ประชาชนอาศัยเป็นแหล่งทำการประมงและเกษตร แต่ปัจจุบันนี้ความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากรในแหล่งน้ำต่าง ๆ นับวันจะลดลงเพราะสัตว์น้ำที่จับได้ขนาดเล็กลงมากกว่าเดิม และจำนวนสัตว์ที่จับได้น้อยลง เช่น ปลายี่สก ซึ่งเป็นปลาที่มีชื่อเสียงของแม่น้ำแม่กลองนั้น ปริมาณลดลงมากจนกำลังจะสูญพันธุ์ (บัญชา คูเจริญไพบูลย์ อ้างใน นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 4) แสดงว่าสภาพแหล่งน้ำธรรมชาติในบริเวณนี้ขาดความสมดุล ปัญหาดังกล่าวจะลดลงได้ ถ้าเพิ่มปริมาณสาหร่ายน้ำจืดขนาดเล็กที่เรียกว่า แพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เพราะแพลงก์ตอนพืชเป็นผู้ผลิตอาหารเบื้องต้นที่สำคัญของแหล่งน้ำ คือเป็นอาหารของปลาและสัตว์น้ำต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กหลายชนิดเพื่อเป็นอาหารของลูกกุ้ง ลูกหอย และลูกปลาวัยอ่อน

ปัจจุบันคลองบางสองร้อย สองฝั่งคลองตลอดแนวยาวมีการทำเกษตรกรรมโดยปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์เป็นบริเวณกว้างขวางทั่วไป และบางส่วนก็จะทิ้งเศษขยะสิ่งปฏิกูลลงไปในลำคลอง แต่ก็มีบางช่วงของคลองที่ไม่มีการทำเกษตรกรรม

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รัชนี เขียวเงิน (2535 : 2-100) ได้ทำการศึกษาชนิดของสาหร่ายและคุณภาพของน้ำในสระแก้วและบึงราชนก จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่า สาหร่ายในสระแก้วทั้งหมด 92 สกุล ในบึงราชนกทั้งหมด 91 สกุล และความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาหร่ายกับคุณภาพน้ำ พบว่าปริมาณสาหร่ายในบางดิวิชั่นเท่านั้นที่มีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำทางด้านอุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความโปร่งแสง DO และ BOD คุณภาพน้ำบึงราชนกพบว่าเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่ยังมีคุณภาพน้ำดี สาหร่ายที่ใช้เป็นดรรชนีชี้คุณภาพน้ำได้แก่ สาหร่ายสกุล

Micrasterias sp., *Phymatodocis sp.*, *Roya sp.*, *Biddulphia sp.*, *Ceratium sp.* และมีความสอดคล้องกับน้ำซึ่งมีค่า DO เท่ากับ 7.0 ppm. และ BOD เท่ากับ 4.3 ppm. ส่วนในสระแก้วพบว่า เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับมลพิษน้อย สาหร่ายที่ใช้เป็นดรรชนีชี้คุณภาพน้ำได้แก่ *Pyrobotrys sp.*, *Bacillaria sp.*, *Arthrospira sp.*, *Tetraspora sp.* และมีความสอดคล้องกับคุณภาพน้ำซึ่งมีค่า DO เท่ากับ 5.6 ppm. และ BOD เท่ากับ 7.1 ppm.

กุศยา สุวรรณวิหก (2529 : 103) ได้ศึกษาปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการของลำน้ำแม่กวง เป็นแหล่งน้ำที่สะอาดอยู่ในสภาพดี เนื่องจากพบสาหร่ายใน Division Chlorophyta อยู่หลายสกุลและเป็นจำนวนมาก ตลอดจนพบได้ตลอดทั้งลำน้ำอีกด้วย ส่วนการใช้สาหร่ายเป็นดรรชนีชี้คุณภาพของน้ำในลุ่มน้ำชีพบว่าสอดคล้องกับการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ยกเว้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เท่านั้นที่ไม่สอดคล้อง เนื่องจากการใช้ประโยชน์ที่ดินยังไม่ถูกต้อง

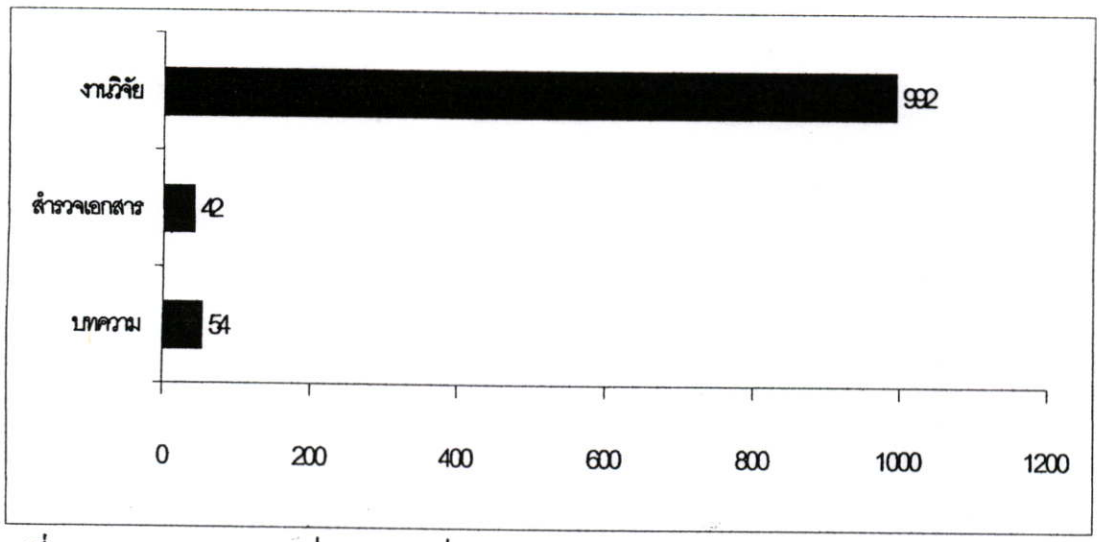
Zajic (1970 : 637) ได้ทำการศึกษาสาหร่าย *Spirulina maxima* พบว่ามีปริมาณโปรตีนสูงถึงร้อยละ 63.68 ของน้ำหนักแห้ง ดังนั้น พิมพรรณ ตันสกุล และอารักษ์ จันทศิลป์ (อ้างในรัชนี เขียวเงิน. 2535 : 2) จึงได้ทดลองเลี้ยง *Spirulina sp.* ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางพาราแล้วเติมธาตุอาหารหลักบางตัว เพื่อเป็นแนวทางลดต้นทุนในการผลิตสาหร่ายชนิดนี้ให้เหมาะสมสำหรับนำมาเป็นอาหารสัตว์ และยังช่วยบำบัดน้ำเสียอีกทางหนึ่งด้วย และการเพาะเลี้ยง *Spirulina sp.* ในอาหารที่เตรียมจากดิน ความเข้มข้นร้อยละ 80 *Spirulina sp.* มีการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด

Palmer (1979 : 78-82) ได้รวบรวมงานวิจัยของนักพฤกษศาสตร์ ที่ได้ทำการศึกษาเรื่องของสาหร่ายที่เป็นเครื่องชี้สภาพน้ำ โดยเฉพาะน้ำเสียที่เกิดจากสารอินทรีย์จำนวน 269 เรื่อง พบว่า ในจำนวนสาหร่าย 60 สกุล *Euglena sp.* สามารถทนต่อสภาวะน้ำเสียได้สูงที่สุด อันดับสองคือ *Oscillatoria sp.* ส่วน *Nitzschia sp.*, *Navicula sp.*, *Phacus sp.*, *Melosira sp.*, *Cyclotella sp.*, *Closterium sp.*, *Anabaena sp.* และ *Trachelomonas sp.* เป็นสกุลที่สามารถทนทานน้ำเสียเป็นอันดับรองลงมา

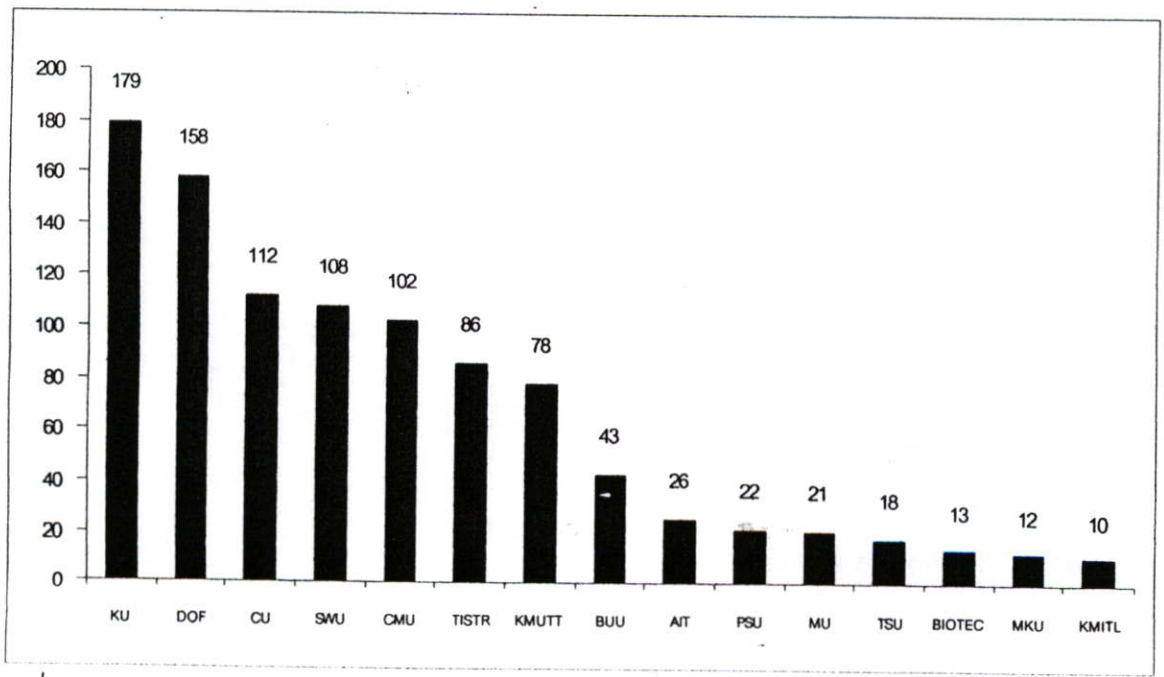
การวิจัยและพัฒนาเกี่ยวกับสาหร่ายในประเทศไทยจากอดีตจนถึงปี พ.ศ.2543

การรวบรวมรายชื่อเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาหร่ายมีจำนวนดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยมีทั้งที่ได้รวบรวมมาจากเอกสารต้นฉบับในห้องสมุด ซึ่งมีบางส่วนที่ได้ทำสำเนาเก็บไว้สำหรับการเขียนสำรวจ และมีเอกสารบางส่วนที่ไม่ได้ทำสำเนาแต่ได้จดชื่อไว้ เอกสารจำนวนหนึ่งมาจากการรวบรวมเอกสารอ้างอิงท้ายงานวิจัย โดยรายชื่อเอกสารที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลในที่นี้จะไม่รวม

เอกสารที่เป็นบทคัดย่อ การประชุมเชิงวิชาการที่ไม่มีเรื่องเต็ม ยกเว้นการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วทท.) ซึ่งมีบทคัดย่อและส่วนเนื้อหาอีก 1 หน้า สามารถนำมาใช้อ้างอิงได้ และพยายามเลี่ยงบทความที่ไม่ได้เป็นการวิจัย โดยบทความจำนวน 54 เรื่อง และงานสำรวจเอกสารจำนวน 42 เรื่องจะไม่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเนื่องจากไม่ใช่งานวิจัย (สรวิศ เผ่าทองศุข. 2543 : 262)



รูปที่ 2.10 สัดส่วนของรายชื่อเอกสารเกี่ยวกับสาหร่ายในประเทศไทย



รูปที่ 2.11 การจัดอันดับหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยที่มีผลงานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาหร่าย 15 อันดับแรก

จากรูปที่ 2.11 แสดงการจัดอันดับหน่วยงานต่าง ๆ ในประเทศไทยที่มีผลงานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับสาหร่าย 15 อันดับแรก ส่วนหน่วยงานอื่นที่ไม่มีชื่อปรากฏแสดงว่ามีเอกสารวิจัยเกี่ยวกับสาหร่ายน้อยกว่า 10 เรื่อง คำอธิบายตัวย่อ KU มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, DOF กรมประมง, CU จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, SWU มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร และพลศึกษา, CMU มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, TISTR สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, KMUTT มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี, BUU มหาวิทยาลัยบูรพา, AIT สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, PUS มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, MU มหาวิทยาลัยมหิดล, TSU มหาวิทยาลัยทักษิณ, BIOTEC ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ, MKU มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, KMITL สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง (สรวิศ เผ่าทองศุข. 2543 : 263)

การสำรวจการแพร่กระจายพันธุ์ของสาหร่ายน้ำจืดในแหล่งน้ำต่าง ๆ ทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ ได้รายงานผลการสำรวจในตารางที่ 2.2-2.7 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2516-2517

(นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 22)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ											ชื่อผู้ศึกษา
	คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	ยังไม่มีกลุ่มแน่นอน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	รวมทั้งหมด	
ปี 2516-2517												
บางเขน กทม.	67	6	3*	3	31	1	-	51	73	28	111	เครือทิพย์ เจียระวานิช
พญาไท ดุสิต	45	5	3*	2	21	-	-	56	69	60	76	จิรา จันทรโรทัย
พระโขนง กทม.	65	5	1*	3	23	1	-	80	61	90	96	ดาววิภา ดาบแกว
บางกะปิ	38	5	3*	3	24	-	-	53	68	72	123	พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์
บางกอกใหญ่ ภาษีเจริญ	52	5	1*	1	19	2	-	56	60	69	80	บุญยัง ขันธะกาด
ฝั่งขวา ม.เจ้าพระยา นนทบุรี	68	10	1*	3	23	1	-	65	95	97	106	มันฑนา เลาหบรรจง
มีนบุรี	72	8	7*	4	23	1	-	85	88	105	115	สนอง จอมเกาะ

* ไม่รวมไดอะตอม

ตารางที่ 2.3 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2517-2518

(นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 23)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ											
	คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	ยังไม่มีกลุ่มแน่นอน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	รวมทั้งหมด	ชื่อผู้ศึกษา
ปี 2517-2518												
ตลิ่งชัน กทม.	78	6	15*	5	21	2	1	112	126	73	128	สมศักดิ์ โชคนุกูล
หนองแขม กทม.	58	5	5*	5	26	2	1	80	84	94	101	วันทนี สุขสมัย
เขตราษฎร์บูรณะ กทม.	60	8	8*	6	26	2	1	96	96	106	111	สุนันทา มนัสมงคล
บางบัวทอง นนทบุรี	79	5	4*	7	28	4	1	99	109	110	128	สุมลวรรณ นันทกากุล
อ.เมือง อ.ปากเกร็ด นนทบุรี	73	7	6*	8	34	2	2	114	96	105	132	พเยาว์ กุฏาคาร
อ.บางใหญ่ นนทบุรี	59	6	4*	6	28	2	1	85	84	84	105	สมภพ อินทรสุวรรณ
อ.พระประแดง สมุทรปราการ	65	5	24*	4	27	4	1	95	89	108	131	สำราญ ขวัญเกื้อ
อ.เมือง สมุทรปราการ	73	7	6*	4	36	1	2	99	99	116	132	นภาศรี ธรรมครองอาตม์
อ.คลองหลวง ปทุมธานี	64	4	5*	6	24	-	-	77	85	81	103	นรินทร์ ไทยฟัก

* ไม่รวมไดอะตอม

ตารางที่ 2.4 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2518-2520

(นฤมล วิบูลย์สุข. 2529 : 24)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ											
	คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	ยังไม่มีกลุ่มแน่นอน	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	รวมทั้งหมด	ชื่อผู้ศึกษา
ปี 2518-2519												
อ.ลำลูกกา ปทุมธานี	82	6	7*	6	28	2	1	82	109	107	130	เชาว์ ทวีผล
อ.ธัญบุรี ปทุมธานี	80	6	5*	6	28	1	1	70	106	115	127	จงรักษ์ ผลประพฤติ
อ.เมือง สกลนคร	66	5	2*	4	22	-	1	68	10	76	100	อนันต์ ปานศุภวัชร
ปี 2519-2520												
อ.บางพลี สมุทรปราการ	68	6	6*	5	23	2	1	72	105	94	111	มานี เตื้อสกุล

* ไม่รวมไดอะตอม

ตารางที่ 2.5 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2521-2524

(รัชนี เขียวเงิน. 2535 : 19-20)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ							
	คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	รวมทั้งหมด	ชื่อผู้ศึกษา
ปี 2521								
อ.เมืองจังหวัดเชียงใหม่ สำรวจ 40 แห่ง	-	-	-	-	25	-	25	ศิริวรรณ วงศ์จันต๊ะ
ปี 2522								
แหล่งน้ำบางแห่งในจังหวัดเชียงใหม่ สำรวจ 22 แห่ง	67	-	-	-	-	-	67	อิสระ ทับสีสด
ปี 2523								
ในน้ำพุร้อนโป่งฮ่อม ตำบลออนหลวย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่	4	-	-	-	6	-	10	สระบุรี ไชยมงคล
ปี 2524								
แหล่งน้ำที่มีมลภาวะบางแห่งในจังหวัดเชียงใหม่	15	3	4	-	5	-	27	อรัสสา สาหร่ายสุวรรณ

ตารางที่ 2.6 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ.2529

(รัชนี เขียวเงิน. 2535 : 2)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ							
	คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	รวมทั้งหมด	ชื่อผู้ศึกษา
ปี 2529 ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี	78	5	5	7	26	1	122	นฤมล วิบูลย์สุข
ปี 2529 บ่อ บึง สระ และคูน้ำในกรุงเทพมหานคร สำรวจ 40 แห่ง	23	2	12	-	9	-	46	พรพรรณ เลิศทวีพันธ์

ตารางที่ 2.7 แสดงการสำรวจสาหร่ายในประเทศไทยระหว่างปี ค.ศ. 1971-1974

(รัชนี เขียวเงิน. 2535 : 22-23)

ปีที่สำรวจ / เขตที่สำรวจ	ประเทศ	ค.ศ.ที่สำรวจ	จำนวนจีนัสของสาหร่ายในดิวิชั่นต่าง ๆ ที่สำรวจ							
			คลอโรไฟตา	ยูกลีโนไฟตา	คริสโซไฟตา	ไพโรไฟตา	ไซยาโนไฟตา	โรโดไฟตา	รวมทั้งหมด	ชื่อผู้ศึกษา
เมืองทาสเคนท์บริเวณทะเลสาบ 6 แห่ง สระ 5 แห่ง และแหล่งน้ำในคู	รัสเซีย	1971	123	-	159	-	111	-	393	Taclyhibave
เมืองเบคเคลมเบอร์	เยอรมัน	1973	3	-	13	-	8	2	26	Doll
ในบ่อและสระของเกาะฮอกไกโด	ญี่ปุ่น	1973	75	10	3	2	22	-	112	Yamagishi
ประเทศบังคลาเทศ	บังคลาเทศ	1974	7	-	-	-	-	-	7	Islam
รวบรวมผลงานของบาร์คิดส์	อินเดีย	1972	246	-	-	-	13	-	259	Carter

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การศึกษาชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey research) โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาชนิด ปริมาณของสาหร่าย และคุณภาพน้ำบางประการ ในคลองบางสองร้อย ซึ่งมีขั้นตอนการวิจัยดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้แก่ สาหร่ายและน้ำ ในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยในครั้งนี้ได้แก่ สาหร่ายและน้ำในคลองบางสองร้อย เฉพาะในเขตอำเภอโพธาราม ระยะความยาวของคลองประมาณ 1 กิโลเมตร โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้งในสัปดาห์สุดท้ายของทุก ๆ เดือน ระยะเวลาในการเก็บ 9 เดือน

3.2 วิธีการเก็บตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างนั้นจะเริ่มเก็บตัวอย่างเริ่มตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 เป็นต้นไป จนถึงเดือนกันยายน 2544 จะเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สาหร่ายและวิเคราะห์น้ำดังนี้

3.2.1 การเก็บตัวอย่างสาหร่าย

จุดแรกที่ทำการเก็บตัวอย่างสาหร่ายคือ บริเวณหมู่ที่ 1 ตำบลโคกทอง บริเวณฝั่งขวาของคลองโดยทำเครื่องหมายเป็นทุ่นลอย (ดูภาพจากสารบัญภาพ) จุดตักห่างจากฝั่งระหว่าง 1-2 เมตร ใช้อุปกรณ์ตักน้ำใส่ลงในขวดพลาสติกขุ่นขนาด 1 ลิตรจนเต็ม ปิดฝาให้แน่น ความลึกของการตักน้ำทุกครั้งที่ตักจะตักจากบริเวณผิวน้ำลงไปไม่เกิน1 ฟุต ใช้กระดาษเทปเขียนจุดที่ 1 ติด

ด้านข้างของขวดแล้วนำมาใส่ลงในถังแช่น้ำแข็ง ปิดฝาถังให้แน่น การเก็บตัวอย่างในจุดต่อ ๆ ไป ก็ทำเช่นเดียวกันเพียงแต่ทำคนละฝั่งกันกับจุดเดิมสลับกันไปจนครบทั้งหมด 10 จุด

3.2.2 **การเก็บตัวอย่างน้ำ**

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปทดลองในห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง จะเก็บบริเวณเดียวกับการเก็บตัวอย่างสาหร่าย แบ่งออกเป็น 2 ตัวอย่างดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างเพื่อหาค่าออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) ทำการเก็บตัวอย่างดังนี้ นำขวด BOD ขนาดความจุ 300 มิลลิลิตร จุกเป็น ground joint พร้อม cap ตักน้ำตัวอย่างใส่ให้เต็มขวด BOD จำนวนจุดละ 1 ขวด เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟตและสารละลายอัลคาไล – ไอโอไดด์ – เอไซด์ (AIA) อย่างละ 1 มิลลิลิตร ตามลำดับ โดยการเติมใต้น้ำ (ใช้ปิเปตต์ดูดสารละลาย) ปิดจุกเขย่ากลับไปมาประมาณ 15 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนนอนก้น สวม cap ให้เรียบร้อย ปิดกระดาษกาว เขียนชื่อจุดที่เก็บตัวอย่าง บรรจุใส่ลังนำไปทดลองในห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่า DO การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ปฏิบัติโดยระมัดระวังไม่ให้น้ำสัมผัสอากาศ โดยการเก็บตัวอย่างให้เต็มขวด BOD แล้วเคาะข้างขวดเบา ๆ 10-12 ครั้ง ไล่อากาศที่อยู่ในขวดออกให้หมดก่อนแล้วปิดจุกโดยการบิดให้แน่น แล้วสวม cap จึงบรรจุใส่ลัง

2. การเก็บตัวอย่างเพื่อหาค่าการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำโดยจุลินทรีย์ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน (BOD) ทำได้โดยนำขวดพลาสติกชนิดขาวขุ่นขนาด 1 ลิตร เติมน้ำให้เต็มขวด ปิดฝาขวดให้แน่น ติดชื่อจุดเก็บตัวอย่างด้วยกระดาษกาวให้เรียบร้อย นำมาเก็บในถังน้ำแข็งเพื่อทดลองหาค่า BOD

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่า DO และ BOD

1. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. ปิเปตต์ 20 มิลลิลิตร
3. ขวดพลาสติกขาวขุ่นขนาดความจุ 1 ลิตร
4. กระบอกตวง ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
5. บีกเกอร์ ขนาด 1,000 500 และ 100 มิลลิลิตร
6. ฟลาสก์ ขนาด 500 มิลลิลิตร
7. ชุดให้ออกซิเจน
8. เครื่องมือสำหรับเติมกรดกำมะถันเข้มข้น, แมงกานีสซัลเฟต, สารละลายอัลคาไล-ไอโอได-เอไซด์ (AIA) ครั้งละ 1 มิลลิลิตร

9. หลอดดูดสารขนาดเล็ก
10. เครื่องมือไทเตรท
11. ตู้ Incubate

3.3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่า DO และ BOD

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
2. สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA)
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
4. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล
5. น้ำแป้ง
6. น้ำกลั่นบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพดี
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
8. สารอาหารฟอสเฟสบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, เฟอริกคลอไรด์

3.3.3 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ชนิดของสาหร่าย

1. กล้องจุลทรรศน์ชนิดกำลังขยายสูง รุ่น Leica AMS 60 ติดกล้องถ่ายรูป
2. แผ่นสไลด์, กระจกปิดสไลด์, น้ำยาเคลือบสไลด์
3. หลอดดูดน้ำขนาด 5 มิลลิลิตร, สีย้อมสไลด์
4. น้ำมันหยอดหัวเลนส์ที่มีกำลังขยายสูง
5. เครื่องปั่นทำให้น้ำตกตะกอน (เซนติฟิวส์)
6. ตัวอย่างน้ำเป็นที่อยู่ของสาหร่าย
7. กระดาษทำความสะอาดเลนส์
8. หลอดทดลองขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร
9. กล้องจุลทรรศน์ชนิดกำลังขยายสูงแบบธรรมดา

3.3.4 เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์อุณหภูมิ, ความขุ่น, ความเป็นกรดด่างของน้ำ

1. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบชนิดธรรมดาทั่วไป หน่วยเป็นองศาเซลเซียส
2. เครื่องมือ Secchi-disc, สายวัดขนาดยาว 100 เซนติเมตร
3. ชุดเครื่องมือ pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูล แบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วง ช่วงแรกวิเคราะห์บริเวณที่เก็บข้อมูล และช่วงที่สองวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

3.4.1 การวิเคราะห์บริเวณที่เก็บข้อมูล ได้แก่ การวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ

1. การวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำ

นำเครื่องมือทำด้วยแผ่นโลหะทรงกลม เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร หนา 0.6 เซนติเมตร ด้านบนทาสีขาว ตรงกลางเจาะร้อยเชือกยาวประมาณ 10 เมตร ทำเครื่องหมายบนเชือกทุก ๆ 10 เซนติเมตร หย่อนเชือกลงไปจุดที่ต้องการ ใช้ตาสังเกตสีขาว หย่อนลงไปจนถึงจุดสุดท้ายที่ตาเห็นสีขาว ตาจะต้องสังเกตบริเวณผิวน้ำตรงกับเชือกในแนวไหน พอได้ตำแหน่งแล้วดึงเชือกขึ้นมาทำการวัดตำแหน่งของเชือกอีกครั้งหนึ่ง จดบันทึกข้อมูล

2. การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิของน้ำ

นำขวดเก็บตัวอย่างน้ำใส่น้ำลงในขวดจนเต็มขวดขนาด 1 ลิตร นำเทอร์โมมิเตอร์ที่เตรียมไว้วัดอุณหภูมิ โดยให้ปลายปรอทจมในขวดประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาณน้ำในขวด จับเทอร์โมมิเตอร์ให้ตั้งฉากกับบริเวณผิวน้ำประมาณ 2-3 นาที ตาที่สังเกตให้อยู่ในระดับแนวเดียวกับระดับปรอท อ่านค่าอุณหภูมิ จดบันทึกข้อมูล

3.4.2 การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ แบ่งเป็น 4 ตอนคือ วิเคราะห์หาค่า DO, BOD, วิเคราะห์หาชนิดของสาหร่าย และวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดเป็นเบส

1. วิเคราะห์หาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

สถานที่ ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ใช้วิธี The Azide Modification of The Winker Method นำน้ำตัวอย่างที่เก็บในขวด BOD มาเปิดจุกเติมกรดซัลฟุริก 1 มิลลิลิตรใต้น้ำให้ไหลผ่านคอขวดลงไป ปิดจุกให้แน่น รินของเหลวส่วนที่เกินทิ้งเขย่ากลับไปกลับมาประมาณ 15-20 ครั้ง จนตะกอนละลายหมด ตวงสารละลายที่ได้ 201 มิลลิลิตร (ปริมาณจำนวนนี้จะแทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำจริง ๆ) ไทเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต จนได้สารละลายสีฟางข้าว เติมน้ำแป้ง 2-3 หยด ไทเตรทต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้

การคำนวณ

1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต = 0.2 มิลลิกรัมของออกซิเจนละลาย (DO) ดังนั้น 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต = 1 มิลลิกรัม/ลิตรของออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตร (ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต จะมีค่าสมมูลย์พอดีกับ 1 มิลลิกรัม/ลิตรของ DO)

2. วิเคราะห์หาค่าปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ (BOD)

สถานที่ ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ด้วยวิธี Dilution ของ Lenore S., Arnoid E. และ Andrew D. 1990 : 150-155

2.1 การเตรียมน้ำกลั่น (น้ำใช้เจือจาง)

2.1.1 ปรับอุณหภูมิของน้ำกลั่นให้ได้ 20 ± 1 องศาเซลเซียส

2.1.2 เติมออกซิเจนในน้ำกลั่นให้อิ่มตัว อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

2.1.3 เติมสารอาหาร 4 ตัวคือ ฟอสเฟสบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, เฟอริกคลอไรด์ (1 มิลลิลิตร ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร)

2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ BOD

2.2.1 ปรับ pH ของน้ำตัวอย่าง ถ้า pH เป็นกรดหรือเบสมากเกินไป ควรปรับ pH ให้อยู่กลาง ๆ ด้วยกรดซัลฟุริก 0.5 นอร์มัล หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล

2.2.2 สังเกตตัวอย่างน้ำทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น และสัมผัส ถ้ามีความสกปรกมาก ใช้ตัวอย่างน้ำตั้งแต่ 0.01% ขึ้นไป จนถึง 0.50% สกปรกปานกลาง 1% ขึ้นไป จนถึง 10% สำหรับการวิจัยในครั้งนี้น้ำค่อนข้างดี ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ใช้ 50% คาดว่าเป็น Dilution ที่เหมาะสม

2.2.3 เทน้ำกลั่นที่ใช้ประมาณ 500 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1,000 มิลลิลิตร แล้วเติมตัวอย่างน้ำลงไป 500 มิลลิลิตร คิดเป็น 50% ของ 1,000 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงให้ครบ 1,000 มิลลิลิตร แล้วกวนให้ผสมกันดี

2.2.4 เทตัวอย่างน้ำในข้อ 2.2.3 ลงในขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร 3 ขวด

2.2.5 ขวดแรก นำมาเติมแมงกานีสซัลเฟต, สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) และกรดซัลฟุริกเข้มข้น อย่างละ 1 มิลลิลิตร เพื่อหาออกซิเจนละลายวันแรก โดยนำไปไทเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล แล้วบันทึกปริมาตรไว้เรียกว่า DO_0

2.2.6 อีก 2 ขวดที่เหลือ ปิดจุกและ Cap นำไปบ่ม (Incubate) ที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน

2.2.7 เมื่อครบ 5 วัน นำมาเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต, สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) และกรดซัลฟุริกเข้มข้น อย่างละ 1 มิลลิลิตร เพื่อหาออกซิเจนละลายในวันที่ 5 เรียกว่า DO_5

2.2.8 นำมาไทเตรทเพื่อหาค่าด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล แล้วบันทึกปริมาตรไว้

การคำนวณ

$$\text{BOD (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = \frac{DO_0 - DO_5 \times 100}{\% \text{ dilution}} \quad \text{(ppm.)}$$

3. การวิเคราะห์หาชนิดของสาหร่าย

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาปรับให้เข้ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำมาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำขวดเก็บสาหร่ายมาเขย่าให้เซลล์กระจายอย่างสม่ำเสมอ โดยการเทตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิตร ลงในหลอด (Centifuge Tube) นำไปปั่นให้ตกตะกอนด้วยความเร็ว 500 รอบ/วินาที นาน 1 นาที แล้วรินน้ำส่วนบนทิ้ง 9 มิลลิลิตร ส่วนที่เหลือเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วใช้หลอดดูดน้ำตัวอย่างหยดบนสไลด์โดยใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดู เมื่อพบสาหร่ายวาดรูปสาหร่ายที่พบทุก ๆ สไลด์ที่พบ เมื่อครบทุกจุด จุดละ 3 ซ้ำ (จีนัส/มิลลิลิตร) แล้วนำไปเทียบเคียงกับตัวอย่างสาหร่ายที่ใช้เป็นเกณฑ์จัดชนิดของสาหร่ายในหนังสือของ Prescott. 1978 : 65-963, Taylor. 1972 : 44-636

หลังจากได้วาดรูปจนครบทุกจุดทั้ง 9 ครั้งแล้ว ครั้งสุดท้ายเก็บในเดือนกันยายน จากนั้นเดือนตุลาคมนำตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์หาสาหร่ายอีกครั้ง โดยเก็บตัวอย่างที่เดิมอีกครั้งหนึ่งเพื่อถ่ายรูปจนครบที่พบ โดยจัดทำสไลด์เคลือบน้ำยา พร้อมบันทึกผลแต่ละครั้งที่พบสาหร่ายในรูปของการนำเสนอข้อมูลโดยใช้หน่วยที่นับเป็นจีนัสต่อมิลลิลิตร

4. การวิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นเบส

สถานที่วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง โดยใช้เครื่อง pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic) ก่อนจะใช้เครื่องมือทุกครั้งต้องทำการ Calibrate pH meter ก่อนทุกครั้ง มีวิธีการดังนี้

1. ปรับปุ่ม pH/mv บริเวณจอเครื่องจะขึ้น pH
2. กด Set up แล้วกด Enter เพื่อ Clear Buffer เก่า ๆ ที่บันทึกอยู่ในเครื่อง

3. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 4.00 แล้วกด Standardize เครื่องจะขึ้น % Slope อยู่ที่ 95-105% ถ้า %Slope อยู่ในช่วงนี้เครื่องจะขึ้น Good Electrode และพร้อมบอก % Slope มาด้วย หลังจากนั้นเครื่องจะโชว์ Measuring (สามารถนำเครื่องทดสอบกับ Buffer ตัวอื่นต่อไปได้)

4. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 7.00 แล้วกด Standardize หน้าจอจะโชว์เหมือนข้อ 3. และโชว์ Measuring 4 7

5. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 10.00 แล้วกด Standardize หน้าจอจะโชว์เหมือนข้อ 4. และโชว์ Measuring 4 7 10 กด Enter เป็นการเสร็จสิ้นการ Calibrate และสามารถนำเครื่องไปใช้งานต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (การเก็บรักษา Probe เก็บรักษาใน KCl)

ขั้นตอนการใช้งาน

1. นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร ประมาณ 400 มิลลิลิตร แล้วนำ Probe จุ่มลงในน้ำตัวอย่างในแนวตั้งฉาก ให้ Probe อยู่ใต้ผิวน้ำ

2. อ่านตัวเลขบนจอให้ตัวเลขคงที่ไม่เปลี่ยน แล้วจดบันทึก

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการศึกษาชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล โดยแบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

4.1 อนุกรมวิธานและปริมาณสาหร่ายในคลองบางสองร้อย

4.2 คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย

4.1 อนุกรมวิธานและปริมาณสาหร่ายในคลองบางสองร้อย

จากการศึกษาด้านอนุกรมวิธานและปริมาณสาหร่ายที่พบในคลองบางสองร้อยสามารถจำแนกได้ดังนี้

4.1.1 Division Chlorophyta

พบทั้งหมด 10 จีนัส ได้แก่ *Chlamydomonas sp.* ร้อยละ 33.33 (รูปที่ 4.1), *Chlorella sp.* ร้อยละ 38.15 (รูปที่ 4.2), *Costerium sp.* ร้อยละ 38.89 (รูปที่ 4.3), *Cosmarium sp.* ร้อยละ 32.22 (รูปที่ 4.4), *Desmidium sp.* ร้อยละ 31.11 (รูปที่ 4.5), *Roya sp.* ร้อยละ 21.11 (รูปที่ 4.6), *Scenedesmus sp.* ร้อยละ 37.78 (รูปที่ 4.7), *Spirogyra sp.* ร้อยละ 43.33 (รูปที่ 4.8), *Tetraedron sp.* ร้อยละ 19.63 (รูปที่ 4.9), *Volvox sp.* ร้อยละ 42.22 (รูปที่ 4.10)

4.1.2 Division Euglenophyta

พบทั้งหมด 4 จีนัส ได้แก่ *Euglena sp.* ร้อยละ 43.33 (รูปที่ 4.11), *Lepocicclis sp.* ร้อยละ 24.81 (รูปที่ 4.12), *Phacus sp.* ร้อยละ 32.59 (รูปที่ 4.13), *Trachelomonas sp.* ร้อยละ 23.70 (รูปที่ 4.14)

4.1.3 Division Chrysophyta

พบทั้งหมด 3 จีนัส ได้แก่ *Cymbella sp.* ร้อยละ 27.41 (รูปที่ 4.15), *Mallomonas sp.* ร้อยละ 22.96 (รูปที่ 4.16), *Melosira sp.* ร้อยละ 48.86 (รูปที่ 4.17)

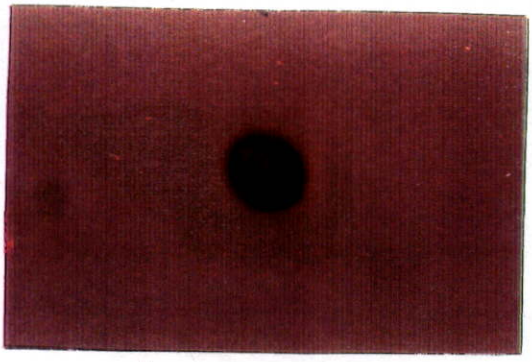
4.1.4 Division Cyanophyta

พบทั้งหมด 1 จีนัส ได้แก่ *Nostoc sp.* ร้อยละ 43.70 (รูปที่ 4.18)

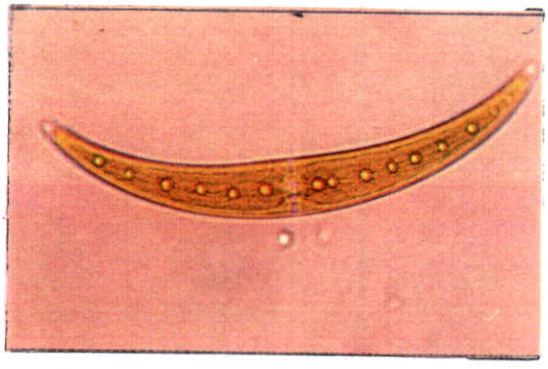
รูปแสดงชนิดของสาหร่ายที่พบในบริเวณคลองบางสองร้อยช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค.-ก.ย. 2544)

รูปแสดงชนิดของสาหร่ายที่พบในบริเวณคลองบางสองร้อยช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค.-ก.ย. 2544)

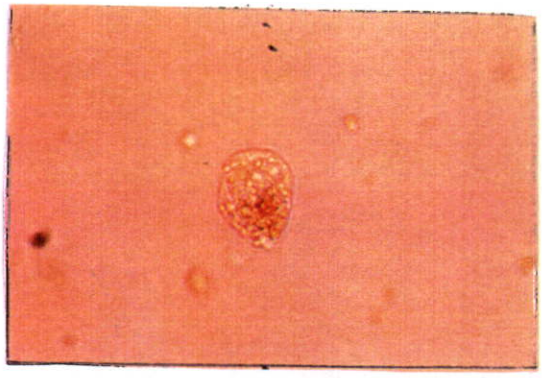
รูปที่ 4.1 *Chlamydomonas sp.* X600



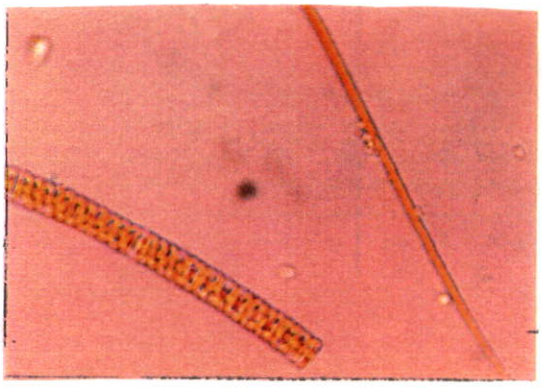
รูปที่ 4.2 *Chlorella sp.* X1,000



รูปที่ 4.3 *Cloterium sp.* X600

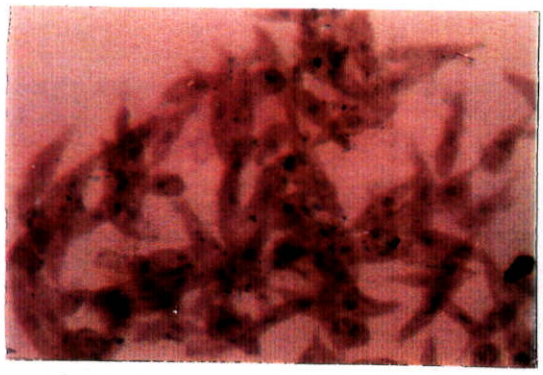


รูปที่ 4.4 *Cosmarium sp.* X600

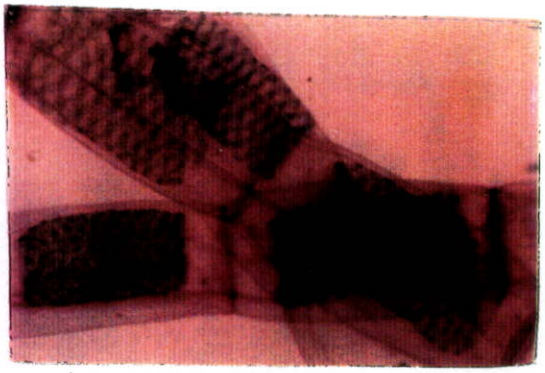


รูปที่ 4.5 *Desmidium sp.* X600

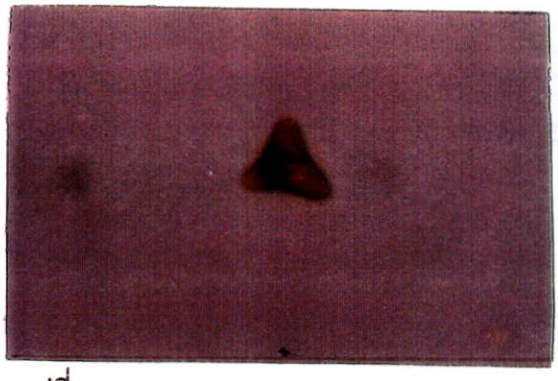
รูปที่ 4.6 *Roya sp.* X600



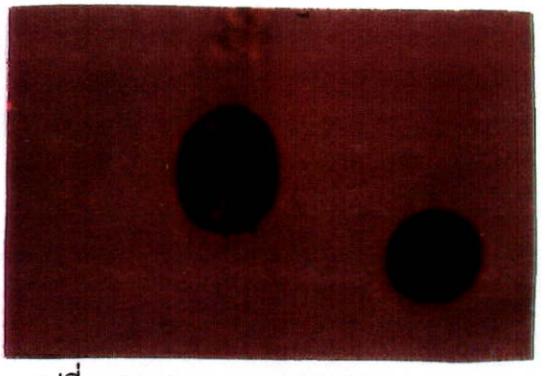
รูปที่ 4.7 *Scenedesmus sp.* X600



รูปที่ 4.8 *Spirogyra sp.* X600



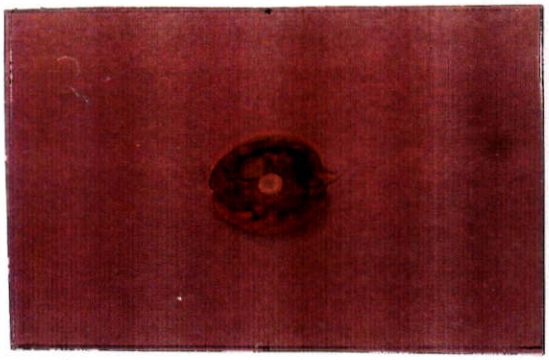
รูปที่ 4.9 *Tetraedron sp.* X600



รูปที่ 4.10 *Volvox sp.* X600

รูปที่ 4.11 *Euglena sp.* X600

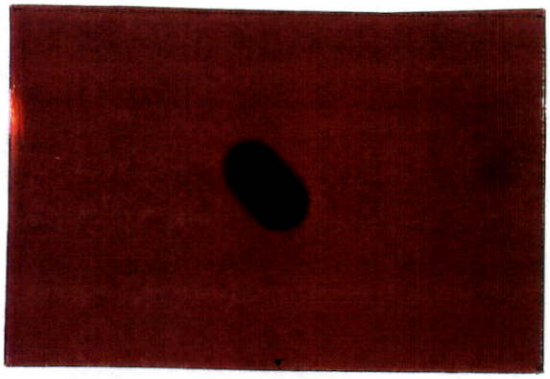
รูปที่ 4.12 *Lepocinclis sp.* X600



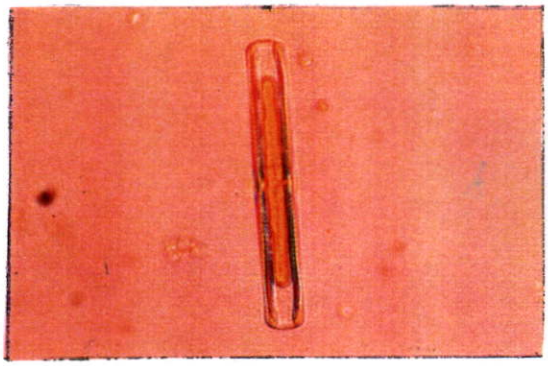
รูปที่ 4.13 *Phacus sp.* X600

รูปที่ 4.14 *Trachelomonas sp.* X600

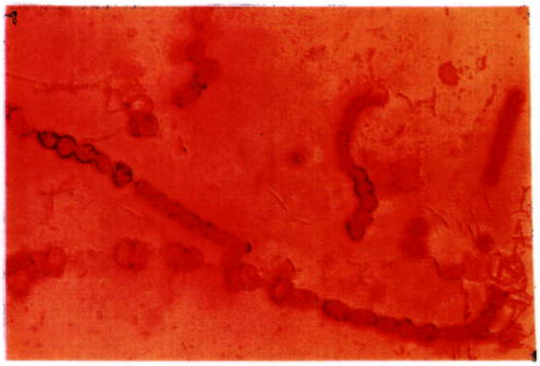
รูปที่ 4.15 *Cymbella sp.* X600



รูปที่ 4.16 *Mallomonas sp.* X600



รูปที่ 4.17 *Melosira sp.* X600



รูปที่ 4.18 *Nostoc sp.* X600

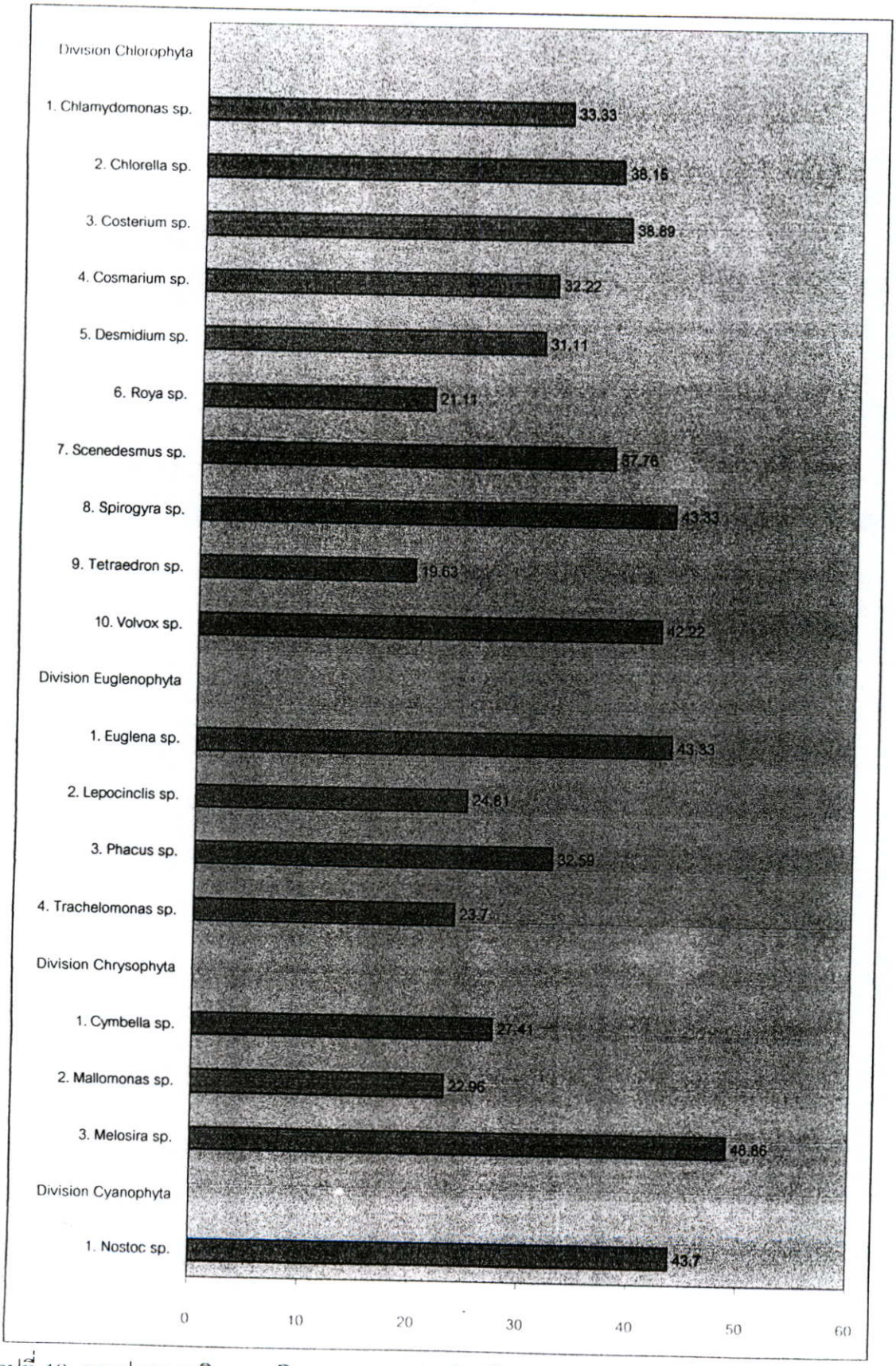
ตารางที่ 4.1 แสดงชนิดและปริมาณของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย บริเวณจุดที่สำรวจทั้ง 10 จุด จุดละ 3 ซ้ำ ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)

จุดสำรวจ / จีนัสสาหร่ายที่พบ	ปริมาณของสาหร่าย (ครั้ง)										ปริมาณเฉลี่ย (ร้อยละ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Division Chlorophyta											
1. *Chlamydomonas sp.*	15	13	11	10	11	6	10	10	2	2	33.33
2. *Chlorella sp.*	13	12	11	11	9	11	10	9	9	8	38.15
3. *Costerium sp.*	12	11	9	13	14	12	8	8	9	9	38.89
4. *Cosmarium sp.*	11	8	12	9	10	11	8	7	5	6	32.22
5. *Desmidium sp.*	11	10	10	10	9	8	7	5	8	6	31.11
6. *Roya sp.*	11	7	8	4	5	6	5	4	5	2	21.11
7. *Scenedesmus sp.*	13	12	11	11	10	10	12	10	7	6	37.76
8. *Spirogyra sp.*	17	16	13	13	11	10	9	11	9	8	43.33
9. *Tetraedron sp.*	11	5	8	8	6	5	5	3	1	1	19.63
10. *Volvox sp.*	15	10	14	11	13	15	11	10	6	9	42.22
Division Euglenophyta											
1. *Euglena sp.*	14	15	15	13	14	10	8	9	11	8	43.33
2. *Lepocinclis sp.*	11	8	6	5	9	9	7	5	4	3	24.81
3. *Phacus sp.*	12	13	12	8	10	6	7	7	8	5	32.59
4. *Trachelomonas sp.*	11	10	8	8	6	6	6	6	2	1	23.70

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

จุดสำรวจ / จีนัสสาหร่ายที่พบ	ปริมาณของสาหร่าย (ครั้ง)										ปริมาณเฉลี่ย (ร้อยละ)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Division Chrysophyta											
1. *Cymbella sp.*	10	12	10	10	6	7	7	5	4	3	27.41
2. *Mallomonas sp.*	9	10	9	7	6	7	5	6	2	1	22.96
3. *Melosira sp.*	16	12	11	12	16	12	16	14	13	10	48.86
Division Cyanophyta											
1. *Nostoc sp.*	13	14	14	11	10	13	12	11	12	8	43.70

ค่าตัวเลขแต่ละจุดที่ได้ในตาราง มาจากการทดลองทำซ้ำจุดละ 3 ครั้ง ปริมาณสาหร่ายที่พบแต่ละจีนัสหาได้จากการนำจำนวนครั้งมารวมกันในแต่ละจุดตลอดระยะเวลา 9 เดือน แล้วนำค่าที่ได้มาคิดเป็นร้อยละ โดยจีนัสที่พบมากที่สุดได้แก่ Melosira sp. คิดเป็นร้อยละ 48.96 อันดับรองลงมาคือ Nostoc sp. คิดเป็นร้อยละ 43.70 ส่วนจีนัสที่พบน้อยที่สุดคือ Tetraedron sp. คิดเป็นร้อยละ 19.63



รูปที่ 19 กราฟแสดงชนิดและปริมาณของสาหร่ายในบริเวณคลองบางสองร้อย ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)

4.2 คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย

วิเคราะห์ข้อมูลโดยคิดค่าเฉลี่ยตลอดปีได้ดังนี้ ความขุ่นของน้ำ 34.92 เซนติเมตร, อุณหภูมิ 29.38 องศาเซลเซียส, ค่า DO 5.20 ppm., ค่า pH 7.52, ค่า BOD 4.72 ppm. คุณภาพของน้ำจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่เริ่มมีมลพิษเพียงเล็กน้อย แต่น้ำยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ดี (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534 : 12) ได้จำแนกไว้ในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย ช่วงเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)

บริเวณที่สำรวจ / คุณภาพน้ำ	คุณภาพน้ำบริเวณจุดสำรวจตลอด 9 เดือน (ม.ค. - ก.ย. 2544)										เฉลี่ย
	จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3	จุดที่ 4	จุดที่ 5	จุดที่ 6	จุดที่ 7	จุดที่ 8	จุดที่ 9	จุดที่ 10	
ความขุ่น (เซนติเมตร)	31.39	33.94	30.11	31.12	33.61	35.06	39.17	38.94	38.30	37.60	34.92
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.94	29.28	29.28	28.89	29.17	29.17	31.39	29.12	29.26	29.33	29.38
DO (ppm.)	5.08	5.78	4.47	5.97	5.19	3.60	4.63	4.89	6.74	5.60	5.20
PH	7.54	7.53	7.47	7.44	7.45	7.45	7.47	7.53	7.68	7.67	7.52
BOD (ppm.)	6.22	4.67	4.78	5.78	4.00	3.56	3.11	4.22	6.89	4.00	4.72

ค่าตัวเลขแต่ละจุดที่ได้ในตารางได้มาจากการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละจุดตลอดระยะเวลา 9 เดือน แล้วนำแต่ละจุดมารวมกันทั้ง 10 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ย ความขุ่นของน้ำ 34.92 เซนติเมตร อุณหภูมิ 29.38 องศาเซลเซียส ค่า DO 5.20 ppm. ค่า pH 7.52 ค่า BOD 4.72 ppm.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงสำรวจที่มุ่งศึกษาด้านอนุกรมวิธาน ปริมาณของสาหร่าย และคุณภาพของน้ำ ในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ผู้วิจัยเสนอขั้นตอนการศึกษาโดยสรุปดังนี้

5.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาอนุกรมวิธาน และปริมาณของสาหร่ายที่แพร่กระจายในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

2. เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

5.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรที่ใช้ศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ สาหร่ายและน้ำในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี

2. กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ สาหร่ายและน้ำในคลองบางสองร้อยเฉพาะในเขตอำเภอโพธาราม ระยะความยาวของคลองประมาณ 1 กิโลเมตร โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือน

5.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้วิเคราะห์ชนิดของสาหร่าย

1. กล้องจุลทรรศน์ชนิดกำลังขยายสูงรุ่น Leica AMS60 ติดกล้องถ่ายรูป
2. แผ่นสไลด์, กระจกปิดสไลด์, น้ำยาเคลือบสไลด์
3. หลอดดูดน้ำขนาด 5 มิลลิเมตร, สีย้อมสไลด์
4. น้ำมันหยดหัวเลนส์ที่มีกำลังขยายสูง
5. เครื่องปั่นทำให้น้ำตกตะกอน
6. ตัวอย่างน้ำเป็นที่อยู่ของสาหร่าย
7. กระดาษทำความสะอาดเลนส์
8. หลอดทดลองขนาดความจุ 10 มิลลิลิตร

9. กล้องจุลทรรศน์ชนิดกำลังขยายสูงแบบธรรมดา

5.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่า DO และ BOD

1. ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. ปิเปตต์ขนาด 20 มิลลิลิตร
3. ขวดพลาสติกขาวขุ่นขนาด 1 ลิตร
4. กระบอกตวงขนาด 1,000 ลิตร
5. บีกเกอร์ขนาด 1000, 500, 100 มิลลิลิตร
6. ฟลาสก์ขนาด 500 มิลลิลิตร
7. ชุดให้ออกซิเจน
8. เครื่องมือสำหรับเติมกรดกำมะถันเข้มข้น, แมงกานีสซัลเฟต, สารละลาย อัลคาไล-ไอโอได-เอไซด์ (AIA) ครั้งละ 1 มิลลิลิตร
9. หลอดดูดสารขนาดเล็ก
10. เครื่องมือไทเตรท
11. ตู้ Incubate

5.3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อหาค่า DO และ BOD

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
2. สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA)
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
4. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล
5. น้ำแป้ง
6. น้ำกลั่นบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพดี
7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์
8. สารอาหารฟอสเฟสบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, เฟอริกคลอไรด์

5.3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์อุณหภูมิ, ความขุ่นของน้ำ, ความเป็นกรดด่างของน้ำ

1. เทอร์โมมิเตอร์วัดอุณหภูมิแบบชนิดธรรมดาทั่วไปหน่วยเป็นองศาเซลเซียส
2. เครื่องมือ Secchi-disc, สายวัดขนาดยาว 100 เซนติเมตร
3. ชุดเครื่องมือ pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic)

5.4 การดำเนินการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล

5.4.1 ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาที่ใช้ศึกษา 9 เดือน เริ่มทำการทดลองตั้งแต่เดือนมกราคม 2544 ถึงเดือนกันยายน 2544 โดยเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง ในสัปดาห์สุดท้ายของเดือน

5.4.2 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาสาหร่ายในคลองบางสองร้อยเฉพาะที่ลอยอิสระในน้ำ
2. ศึกษาคุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อยเฉพาะคุณสมบัติดังนี้
   - 2.1 ความขุ่นของน้ำ (Turbidity)
   - 2.2 อุณหภูมิของน้ำ (Temperature)
   - 2.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ DO (Dissolved Oxygen)
   - 2.4 ความเป็นกรด ด่าง (pH)
   - 2.5 ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ BOD (Biochemical Oxygen Demand)

5.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งการวิเคราะห์เป็น 2 ช่วง ช่วงแรกวิเคราะห์บริเวณที่เก็บข้อมูล และช่วงที่สองวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

5.4.3.1 การวิเคราะห์บริเวณที่เก็บข้อมูล

การวิเคราะห์บริเวณที่เก็บข้อมูลได้แก่ วิเคราะห์ความขุ่นของน้ำ, อุณหภูมิของน้ำ

1. การวิเคราะห์ความขุ่นของน้ำ

นำเครื่องมือทำด้วยแผ่นโลหะทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 เซนติเมตร หนา 0.6 เซนติเมตร ด้านบนสีขาวตรงกลางเจาะร้อยเชือกยาวประมาณ 10 เมตร ทำเครื่องหมายบนเชือกทุก ๆ 10 เซนติเมตร หย่อนเชือกลงไปจุดที่ต้องการใช้ตาสังเกตสีขาว หย่อนลงไปจนถึงจุดสุดท้ายที่ตาเห็นสีขาว ตาจะต้องสังเกตบริเวณผิวน้ำตรงกับเชือกในแนวหนึ่ง พอได้ตำแหน่งแล้วดึงเชือกขึ้นมาทำการวัดตำแหน่งของเชือกอีกครั้งหนึ่ง จดบันทึกข้อมูล

2. การวิเคราะห์หาค่าอุณหภูมิของน้ำ

นำขวดเก็บตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดจนเต็มขวดขนาด 1 ลิตร นำเทอร์โมมิเตอร์ที่เตรียมไว้วัดอุณหภูมิ โดยให้ปลายปรอทจมในขวดประมาณ 2 ใน 3 ของปริมาณน้ำในขวด จับเทอร์โมมิเตอร์ให้ตั้งฉากกับบริเวณผิวน้ำประมาณ 2-3 นาที ตาที่สังเกตให้อยู่ในระดับแนวเดียวกับระดับปรอท อ่านค่าอุณหภูมิ จดบันทึกข้อมูล

5.4.3.2 วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 4 ตอนคือ การวิเคราะห์ชนิดของสาหร่าย การวิเคราะห์หาค่า DO การวิเคราะห์หาค่า BOD และการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด่าง

1. การวิเคราะห์ชนิดของสาหร่าย

นำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาปรับให้เข้ากับอุณหภูมิห้อง แล้วนำมาที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง นำขวดเก็บสาหร่ายมาเขย่าให้เซลล์กระจายอย่างสม่ำเสมอ และเทตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตรลงในหลอด (Centrifuge Tube) นำไปปั่นให้ตกตะกอนด้วยความเร็ว 500 รอบ/วินาที นาน 1 นาที แล้วรินน้ำส่วนบนทิ้ง 9 มิลลิลิตร ส่วนที่เหลือเขย่าให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วใช้หลอดดูดน้ำตัวอย่างหยดบนสไลด์ปิดด้วย Covergrass ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูงส่องดู เมื่อพบสาหร่ายวาดรูปสาหร่ายที่พบทุก ๆ สไลด์ที่พบ เมื่อครบทุกจุด จุดละ 3 ซ้ำ (จีนัส/มิลลิลิตร) แล้วนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างสาหร่ายที่ใช้เป็นเกณฑ์จัดชนิดของสาหร่ายตามแบบอย่างของ Prescott (Prescott. 1978 : 65-963, Taylor. 1972 : 44-636)

หลังจากได้วาดรูปจนครบทุกจุดทั้ง 9 ครั้งแล้ว ครั้งสุดท้ายเก็บในเดือนกันยายน จากนั้นเดือนตุลาคมนำตัวอย่างนั้นมาวิเคราะห์หาสาหร่ายอีกครั้งโดยเก็บตัวอย่างที่เดิมอีกครั้งหนึ่งเพื่อถ่ายรูปจนครบที่พบ พร้อมบันทึกผลแต่ละครั้งที่พบสาหร่ายในรูปของการนำเสนอข้อมูลโดยใช้หน่วยที่นับเป็นจีนัสต่อมิลลิลิตร

2. การวิเคราะห์หาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (DO)

สถานที่ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง ใช้วิธี The Azide Modification of The Winkler Method นำน้ำตัวอย่างที่เก็บในขวด BOD มาเปิดจุกเติมกรดซัลฟิวริก 1 มิลลิลิตรใต้น้ำให้ไหลผ่านคอขวดลงไป ปิดจุกให้แน่น รินของเหลวส่วนที่เกินทิ้งเขย่ากลับไปกลับมาประมาณ 15-20 ครั้ง จนตะกอนละลายหมด ตวงสารละลายที่ได้ 201 มิลลิลิตร (ปริมาณจำนวนนี้จะแทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำจริง ๆ) ไทเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตจนได้สารละลายสีฟางข้าว เติมน้ำแป้ง 2-3 หยด ไทเตรทต่อจนสารละลายเปลี่ยนจากสีน้ำเงินเป็นไม่มีสี บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้

การคำนวณ

1 มิลลิลิตร ของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต = 0.2 มิลลิกรัมของออกซิเจนละลาย (DO) ดังนั้น 1 มิลลิลิตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต = 1 มิลลิกรัม/ลิตรของออกซิเจนละลายในน้ำ (DO) เมื่อใช้ตัวอย่างน้ำ 200 มิลลิลิตร (ปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต จะมีค่าสมมูลย์พอดีกับ 1 มิลลิกรัม/ลิตรของ DO)

3. การวิเคราะห์หาค่าปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ (BOD)

สถานที่วิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

วิธี Dilution ของ Lenore S.Amold และ Andrew (Lenore S.Amold และ Andrew. 1990 : 150-155)

3.1 การเตรียมน้ำกลั่น (น้ำใช้เจือจาง)

3.1.1 ปรับอุณหภูมิของน้ำกลั่นให้ได้ 20 ± 1 องศาเซลเซียส

3.1.2 เติมออกซิเจนในน้ำกลั่นให้อิ่มตัวอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3.1.3 เติมสารอาหาร 4 ตัวคือ ฟอสเฟสบัฟเฟอร์, แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมคลอไรด์, เฟอริกคลอไรด์ (1 มิลลิลิตรต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร)

3.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ BOD

3.2.1 ปรับ pH ของน้ำตัวอย่าง ถ้า pH เป็นกรดหรือเบสมากเกินไป ควรปรับ pH ให้อยู่กลาง ๆ ด้วยกรดซัลฟุริก 0.5 นอร์มัล หรือโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 นอร์มัล

3.2.2 สังเกตตัวอย่างน้ำทางกายภาพ เช่น สี กลิ่น และสัมผัส ถ้ามีการสกปรกมากใช้ตัวอย่างน้ำตั้งแต่ 0.01% ขึ้นไป จนถึง 0.50% สกปรกปานกลาง 1% ขึ้นไปจนถึง 10% สำหรับการวิจัยในครั้งนี้น้ำค่อนข้างดี ตัวอย่างน้ำที่ใช้ในการวิเคราะห์ใช้ 50% คาดว่าเป็น Dilution ที่เหมาะสม

3.2.3 เทน้ำกลั่นที่ใช้ประมาณ 500 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงขนาด 1000 มิลลิลิตร แล้วเติมตัวอย่างน้ำลงไป 500 มิลลิลิตร คิดเป็น 50% ของ 1000 มิลลิลิตร ลงในกระบอกตวงให้ครบ 1000 มิลลิลิตรแล้วกวนให้ผสมกันดี

3.2.4 เทตัวอย่างน้ำในข้อ 3.2.3 ลงในขวด 300 มิลลิลิตร 3 ขวด

3.2.5 ขวดแรกนำมาเติมแมงกานีสซัลเฟต, สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) และกรดซัลฟุริกเข้มข้นอย่างละ 1 มิลลิลิตร เพื่อหาออกซิเจนละลายวันแรกโดยนำไปไทเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล แล้วบันทึกปริมาตรไว้เรียกว่า DO_0

3.2.6 อีก 2 ขวดที่เหลือปิดจุกและ Cap นำไปบ่ม (Incubate) ที่ 20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน

3.2.7 เมื่อครบ 5 วันนำมาเติมแมงกานีสซัลเฟต, สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) และกรดซัลฟุริกอย่างละ 1 มิลลิลิตร เพื่อหาค่าออกซิเจนที่ละลายในวันที่ 5 เรียกว่า DO_5

3.2.8 นำมาไทเตรทเพื่อหาค่าด้วย สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล แล้วบันทึกปริมาตรไว้

การคำนวณ

$$BOD = \frac{DO_0 - DO_5}{\% \text{ dilution}} \times 100 \text{ มิลลิกรัม / ลิตร (ppm.)}$$

4. การวิเคราะห์หาความเป็นกรดเป็นเบส

สถานที่วิเคราะห์ ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง โดยใช้เครื่อง pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic) ก่อนจะใช้เครื่องมือทุกครั้งต้องทำการ Calibrate pH Meter ก่อนทุกครั้งมีวิธีการดังนี้

1. ปรับปุ่ม pH/mv บริเวณจอเครื่องจะขึ้น pH
2. กด Set up แล้วกด Enter เพื่อ Clear Buffer เก่า ๆ ที่บันทึกอยู่ในเครื่อง
3. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 4.00 แล้วกด Standardize เครื่องจะขึ้น % Slope อยู่ที่ 95-105% ถ้า %Slope อยู่ในช่วงนี้เครื่องจะขึ้น Good Electrode และพร้อมบอก % Slope มาด้วย หลังจากนั้นเครื่องจะโชว์ Measuring (สามารถนำเครื่องทดสอบกับ Buffer ตัวอื่นต่อไปได้)
4. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 7.00 แล้วกด Standardize หน้าจอจะโชว์เหมือนข้อ 3. และโชว์ Measuring 4, 7
5. นำ Probe จุ่มลงใน Buffer 10.00 แล้วกด Standardize หน้าจอจะโชว์เหมือนข้อ 4. และโชว์ Measuring 4, 7, 10 กด Enter เป็นการเสร็จสิ้นการ Calibrate และสามารถนำเครื่องไปใช้งานต่อไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ (การเก็บรักษา Probe เก็บรักษาใน KCl)

ขั้นตอนการใช้งาน

1. นำน้ำตัวอย่างใส่ในบีกเกอร์ขนาดความจุ 500 มิลลิลิตร ประมาณ 400 มิลลิลิตร แล้วนำ Probe จุ่มลงในน้ำตัวอย่างในแนวตั้งฉาก ให้ Probe อยู่ใต้ผิวน้ำ
2. อ่านตัวเลขบนจอให้ตัวเลขคงที่ไม่เปลี่ยน แล้วจดบันทึก

5.5 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายและคุณภาพของน้ำ ในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ผลการศึกษาสรุปได้ดังนี้

5.5.1 อนุกรมวิธานและปริมาณของสาหร่ายที่พบทั้งหมด

ประกอบด้วย 18 จีนัส 4 ดิวิชั่น ดังนี้

(1) Division Chlorophyta ได้แก่ จีนัส *Chlamydomonas sp.* ร้อยละ 33.33, *Chlorella sp.* ร้อยละ 38.15, *Costerium sp.* ร้อยละ 38.89 , *Cosmarium sp.* ร้อยละ 32.22, *Desmidium sp.* ร้อยละ 31.11, *Roya sp.* ร้อยละ 21.11, *Scenedesmus sp.* ร้อยละ 37.78, *Spirogyra sp.* ร้อยละ 43.33, *Tetraedron sp.* ร้อยละ 19.63, *Volvox sp.* ร้อยละ 42.22

(2) Division Euglenophyta ได้แก่ จีนัส *Euglena sp.* ร้อยละ 43.33 , *Lepocicclis sp.* ร้อยละ 24.81, *Phacus sp.* ร้อยละ 32.59, *Trachelomonas sp.* ร้อยละ 23.70

(3) Division Chrysophyta ได้แก่ จีนัส *Cymbella sp.* ร้อยละ 27.41, *Mallomonas sp.* ร้อยละ 22.96, *Melosira sp.* ร้อยละ 48.86

(4) Division Cyanophyta ได้แก่ จีนัส *Nostoc sp.* ร้อยละ 43.70

5.5.2 คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย

คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อยค่าเฉลี่ยตลอดปี (ม.ค.-ก.ย.) ทำการวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

ความขุ่นของน้ำ 34.92 เซนติเมตร, อุณหภูมิของน้ำ 29.38 องศาเซลเซียส, ค่า DO 5.20 ppm., ค่า pH 7.53, ค่า BOD 4.72 ppm. เป็นแหล่งน้ำที่ได้รับมลพิษเพียงเล็กน้อย คุณภาพของน้ำจากค่า DO และ BOD อยู่ในเกณฑ์ดี (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534 : 12)

5.5.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายน้ำจืดที่พบในคลองบางสองร้อย

ลักษณะสัณฐานวิทยาของสาหร่ายที่ศึกษาพบว่า มีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ สาหร่ายพวกที่เป็นเซลล์เดียวมีรูปร่างหลายแบบตั้งแต่รูปร่างกลม รูปร่างครึ่งวงกลม รูปไข่ รูปทรงกระบอก รูปเหลี่ยม เป็นแท่งยาว และรูปแฉก เซลล์มีลักษณะตรง โค้ง หยักเป็นรอยคอด มีหนามหรือขนยื่นออกมา สาหร่ายเซลล์เดียวดังกล่าวมีทั้งชนิดเดี่ยว ๆ เป็นอิสระ และว่ายน้ำอิสระ ส่วนสาหร่ายที่ทัลลัสหลายเซลล์ มีการกระจัดกระจายเรียงตัวหลายแบบ เช่นเรียงกันเป็นสายยาว แถวเดียว หลายแถว หรืออยู่เป็นกลุ่ม มีรูปร่างกลม รี และเป็นท่อนกลวง ทัลลัสมีสายเท่ากันตลอด หรือเรียวเล็กทางด้านปลาย อาจจะมีวุ้นหรือไม่มีวุ้น ทัลลัสรวมกันเป็นแพลอย

น้ำอิสระ สีของสาหร่ายน้ำจืดที่ศึกษาพบตั้งแต่สีน้ำตาล สีเขียวอ่อน สีเขียวเข้ม สีเขียวแกมน้ำเงิน และสีเขียวแกมเทา

5.6 อภิปรายผล

จากการศึกษาอนุกรมวิธานของสาหร่ายน้ำจืดในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี พบว่า

ชนิดของสาหร่ายที่พบ พบทั้งหมด 4 ดิวิชั่น 18 จีนัส ได้แก่ Division Chlorophyta มีจีนัส *Chlamydomonas sp.*, *Chlorella sp.*, *Costerium sp.*, *Cosmarium sp.*, *Desmidium sp.*, *Roya sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Spirogyra sp.*, *Tetraedron sp.*, *Volvox sp.* Division Euglenophyta มีจีนัส *Euglena sp.*, *Lepocicclis sp.*, *Phacus sp.*, *Trachelomonas sp.* Division Chrysophyta มีจีนัส *Cymbella sp.*, *Mallomonas sp.*, *Melosira sp.* Division Cyanophyta มีจีนัส *Nostoc sp.*

จากการศึกษาพบว่า สาหร่ายใน Division Chlorophyta จะพบมากกว่าสาหร่ายในดิวิชั่นอื่น อาจจะเป็นเพราะว่ามีสิ่งแวดล้อมบางประการเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายในดิวิชั่นนี้ จากการศึกษาคุณภาพของน้ำพบว่า น้ำในคลองบางสองร้อยจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่เริ่มมีมลพิษเพียงเล็กน้อย น้ำยังมีคุณภาพค่อนข้างดี ความขุ่นของน้ำอยู่ที่ 34.92 เซนติเมตร แสงแดดสามารถส่องไปได้ลึกพอเหมาะต่อการเจริญของสาหร่าย pH 7.53 เป็นช่วงที่เหมาะต่อการเจริญของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ DO 5.20 ppm. และ BOD 4.72 ppm. (เสริมพล รัตนสุข และไชยยุธ กลิ่นสุคนธ์. 2518 : 89) ซึ่งไปสอดคล้องกับการศึกษาของรัชนี เขียวเงิน พบว่า ปริมาณของสาหร่ายใน Division Chlorophyta จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำ อันได้แก่ ความขุ่นของน้ำ, pH, DO, BOD ซึ่งมีอิทธิพลโดยตรงต่อการเพิ่มหรือลดลงของปริมาณสาหร่ายในดิวิชั่นนี้ แต่อุณหภูมิไม่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดลงของสาหร่าย (รัชนี เขียวเงิน. 2535 : 88) และคาดว่าการเพิ่มจำนวนของสาหร่ายในดิวิชั่นนี้คงมีปริมาณไม่มากพอที่จะทำให้เกิด Water Bloom เนื่องจากคุณภาพของน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ดี (สรวิศ เผ่าทองศุข. 2543 : 7) และจากการศึกษายังพบว่า ชนิดของสาหร่ายในช่วง 9 เดือน แต่ละเดือนจำนวนจีนัสของสาหร่ายไม่แตกต่างกันมากนัก ในจุดที่ 9 และ 10 จะพบสาหร่ายน้อยสุด เพราะกระแสน้ำบริเวณนั้นไหลค่อนข้างแรงกว่าบริเวณจุดอื่น ๆ การกระจายของสาหร่ายในคลองบางสองร้อยพบว่า สาหร่ายใน Division Chlorophyta มีการกระจายมากกว่าในดิวิชั่นอื่น ๆ ในช่วง 9 เดือน เนื่องจากสาหร่ายพวกนี้มีความสามารถในการปรับตัวให้ทนทานต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี จีนัส *Spirogyra sp.*, *Chlamydimonas sp.*, *Cosmarium sp.*, *Scenedesmus sp.*, *Tetraedron sp.* นอกจากนี้ยังพบ

ว่า แหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์สูงเป็นสาเหตุให้การปรากฏของสาหร่าย Division Chlorophyta และ Division Cyanophyta เด่นชัดขึ้น โดยเฉพาะถ้าน้ำมีกลิ่นเหม็นจะมีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียมปรากฏมาก ทำให้เกิดสภาพน้ำเสียได้ การเจริญของสาหร่ายยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ อีกหลายประการเช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด ด่าง แสง ตลอดจนปริมาณของออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Smith. 1950 : 16) ส่วนสาหร่ายใน Division Cyanophyta จะพบมากที่สุดในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน (Smith. 1950 : 539 และ Round. 1996 : 99) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า สาหร่ายดิวิชั่นนี้ในเดือนมีนาคมถึงเดือนเมษายน สาหร่าย Division Euglenophyta พบมากในบริเวณจุดที่ 1, 2, 3, 4, 5 ที่ทำการศึกษาได้แก่ จีนัส *Euglena sp.*, *Phacus sp.*, *Lepocinclis sp.*, *Trachelomonas sp.* พบว่าแหล่งน้ำบริเวณจุด 1, 2, 3, 4, 5 สองข้างคลองมีการเลี้ยงสุกร น้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรได้ไหลลงบริเวณคลองตลอดเวลา จึงมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่มาก จัดว่าเป็นสาหร่ายที่ทำนายสภาพน้ำเสียได้ เพราะสามารถเจริญอยู่ได้ในแหล่งน้ำเสีย (Smith. 1950 : 301) จากการศึกษาของกุศยา สุวรรณวิหก และจันทนา สุขปรีดิ์ (กุศยา สุวรรณวิหก และจันทนา สุขปรีดิ์. 2526 : 14) พบว่า สาหร่ายในดิวิชั่นนี้พบมากที่สุดในช่วงเดือนสิงหาคม และมีแสงแดดจัด ฟ้าโปร่ง ไม่มีฝน ซึ่งแตกต่างจากการศึกษาในครั้งนี้ ที่พบมากที่สุดในช่วงเดือนเมษายนและเดือนพฤษภาคม แต่ไปสอดคล้องกับการศึกษาของรัชนี เขียวเงิน (รัชนี เขียวเงิน. 2535 : 99) พบสาหร่ายในดิวิชั่นนี้มากที่สุดในเดือนเมษายน ส่วนสาหร่ายใน Division Chrysophyta และ Division Cyanophyta พบน้อยกว่าชนิดอื่น ๆ อาจเป็นเพราะว่าสาหร่ายพวกนี้มีการเพิ่มจำนวนประชากรได้ช้ากว่าสาหร่ายชนิดอื่น ๆ ส่วนสาหร่ายจีนัส *Melosira sp.* จัดเป็นสาหร่ายที่พบมากในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน ซึ่งตรงกับมีผู้ศึกษาพบว่าสาหร่ายจีนัส *Melosira sp.* เจริญสูงสุดในเดือนมกราคมถึงเดือนเมษายน (Round. 1973 : 64)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสาหร่ายน้ำจืดที่พบในคลองบางสองร้อย อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี ตลอด 9 เดือนพบว่า มีรูปร่างลักษณะหลายแบบ เช่น สาหร่ายเซลล์เดียวมีเกือบทุกดิวิชั่น ชนิดเคลื่อนที่ได้ได้แก่ จีนัส *Chlamydomonas sp.*, *Euglena sp.* และ *Phacus sp.* บางชนิดเคลื่อนที่ไม่ได้ได้แก่ จีนัส *Closterium sp.*, *Cosmarium sp.* บางชนิดอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เช่น จีนัส *Volvox sp.* เป็นต้น บางชนิดเรียงกันเป็นสายยาว เช่น จีนัส *Nostoc sp.* บางชนิดเรียงตัวแบบไม่แตกแขนง เช่น จีนัส *Spirogyra sp.* ส่วนจีนัส *Phacus sp.* พบว่ามีชนิดที่เซลล์บิดเป็นเกลียวและไม่บิดเป็นเกลียว ซึ่งจากการศึกษาของ Smith ที่ไม่พบบิดเป็นเกลียว (Smith. 1950 : 355) ส่วนจีนัส *Scenedesmus sp.* ที่พบนั้นจะเรียงตัวในระนาบเดียวกันและแนวเดียวกัน

คุณภาพของน้ำในคลองบางสองร้อย จากการศึกษาพบว่า ความขุ่นของน้ำ 34.92 เซนติเมตร อุณหภูมิ 29.38 องศาเซลเซียส DO 5.20 ppm. pH 7.53 BOD 4.72 ppm. เป็นแหล่งน้ำที่เริ่มมีมลพิษเพียงเล็กน้อย จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพค่อนข้างดี (เสริมพล รัตนสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2518 : 89) เมื่อเทียบจากเกณฑ์จัดคุณภาพของน้ำที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสาหร่ายเจริญเติบโตได้ดีในช่วง 20-45 องศาเซลเซียส (Smith. 1950 : 718) ความเป็นกรด ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 7-8.30 สิ่งมีชีวิตในน้ำจะเจริญเติบโตได้ดี (Pinkayan. 1978 : 10 – 19) ค่า BOD อยู่ในช่วง 1-3 ppm. เป็นน้ำสะอาด ถ้ามีค่า BOD ถึง 5 ppm. ถือว่าน้ำเริ่มสกปรก ตามธรรมชาติในแหล่งน้ำจะมีออกซิเจนละลายอยู่ประมาณ 8 ppm. ถ้าวัด DO ในแหล่งน้ำใด ๆ ได้ต่ำกว่า 3 ppm. ถือว่าน้ำเสีย (ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534 : 12)

5.7 สัณฐานวิทยาของสาหร่ายที่พบ

สัณฐานวิทยาของสาหร่ายน้ำจืดที่พบในคลองบางสองร้อยมีดังนี้

5.7.1 Division Chlorophyta

(1) *Chlamydomonas sp.* (ภาพที่ 4.1) เซลล์มีรูปร่างกลมรีแบบรูปไข่ ส่วนท้ายของเซลล์กลมกว้าง มี 2 แฟลเจลลา ผนังเซลล์มีเซลลูโลสหุ้ม บางชนิดมีเมือกหรือวุ้นหุ้มอยู่ภายนอกผนังเซลล์อีกชั้นหนึ่ง คลอโรพลาสต์รูปถ้วย ปกติมี 1 ไพรีนอยด์ บางชนิดอาจมีมากกว่า 1 ไพรีนอยด์ มี 2 คอนแทรคไทแวคิวโอล (contractile) มีสติกมาหรืออายสปอต (eye spot) ช่วยรับแสงอยู่ทางส่วนหน้าของเซลล์บริเวณฐานของแฟลเจลลา เซลล์มีสีเขียวใบไม้ อยู่เดี่ยว ๆ ว่ายน้ำเป็นอิสระ พบในแหล่งน้ำนิ่งใสสะอาด

(2) *Chlorella sp.* (ภาพที่ 4.2) เซลล์มีรูปร่างกลมหรือค่อนข้างกลม ขนาดเล็ก มักพบเจริญอยู่ในที่เดียวกันเป็นจำนวนมาก และเซลล์จะเบียดกันเป็นรูปหลายเหลี่ยม เซลล์ที่อ่อนจะมีผนังเซลล์บางและขนาดเล็ก มี 1 คลอโรพลาสต์เป็นรูปถ้วยอยู่ชิดผนังเซลล์ และมี 1 ไพรีนอยด์ เซลล์ที่โตเต็มที่แล้วจะมีคลอโรพลาสต์เต็มเซลล์ และมีไพรีนอยด์เป็นจำนวนมาก เซลล์มีสีเขียวอ่อนถึงสีเขียวเข้ม เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ ลอยอยู่ในน้ำเป็นอิสระ หรือเจริญอยู่บริเวณตื้น ๆ พบในแหล่งน้ำนิ่งใสสะอาด

(3) *Closterium sp.* (ภาพที่ 4.3) เซลล์มีรูปร่างยาว ปลายทั้งสองข้างเรียวแหลมหรือมน บางชนิดปลายจะเป็นเส้นยาวชี้ออกไปนอกเซลล์ เซลล์มีทั้งยาวแบบกระสวยและเซลล์โค้งแบบคันธนู ปลายเซลล์มีช่องว่าง ไม่มีรอยคอดกลางเซลล์ ผนังเซลล์เรียบ ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นจำนวน 2 แผ่น แยกกันตรงกลางเซลล์ แต่ละแผ่นเต็มครึ่งของเซลล์

มีหลายไพรีนอยด์ อาจเรียงเป็นแถวตามความยาวของเซลล์ หรืออาจกระจายทั่วไปในคลอโรพลาสต์ บริเวณปลายเซลล์ทั้งสองข้างมีแวคิวโอล เซลล์มีสีเขียวใบไม้เป็นเซลล์เดี่ยว ๆ ลอยน้ำอิสระอยู่ปนกับสาหร่ายอื่น ๆ ทั่วไปตามแหล่งน้ำ

(4) *Cosmarium sp.* (ภาพที่ 4.4) เซลล์มีลักษณะแบนเล็กน้อย ด้านยาวของเซลล์ยาวกว่าด้านกว้าง บริเวณกลางเซลล์มีรอยคอดเว้าลึกเข้าไปในตัวเซลล์และแบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ส่วนเท่า ๆ กัน มองดูคล้ายเป็น 2 เซลล์อยู่ชิดกัน แต่ละส่วนของเซลล์อาจมีรูปร่างกลม รูปไข่ รูปสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยมผนังเซลล์เรียบ เซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่น 2 แผ่น อยู่เต็มในแต่ละส่วนของเซลล์ มี 2 ไพรีนอยด์ขนาดใหญ่อยู่ตรงกลางในแต่ละส่วนของเซลล์ข้างละ 1 ไพรีนอยด์ เซลล์มีสีเขียวอ่อนจนถึงสีเขียวใบไม้ และลอยน้ำอิสระ

(5) *Desmidium sp.* (ภาพที่ 4.5) เซลล์มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม อาจเป็นสามเหลี่ยมหรือสี่เหลี่ยม ด้านกว้างของเซลล์มีความยาวกว่าด้านยาว ผนังเซลล์ด้านยาวมีรอยคอดกลางเซลล์เล็กน้อยหรือไม่มีเลย เซลล์เรียงต่อกันแถวเดียวเป็นสายยาว สายไม่แตกแขนง สายอาจบิดเป็นเกลียวเล็กน้อย เซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นจำนวน 1 แผ่น มีลักษณะเป็นพูอยู่ตรงกลางของแต่ละเซลล์ และมี 1 ไพรีนอยด์ในแต่ละพูของคลอโรพลาสต์ สายสีเขียวอ่อนจนถึงเขียวใบไม้ ลอยน้ำอิสระ

(6) *Roya sp.* (ภาพที่ 4.6) เซลล์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกปลายมน คลอโรพลาสต์อาจมีลักษณะเว้าตรงกลางและเป็นแผ่นเกือบเต็มเซลล์มี 4-6 ไพรีนอยด์ที่เรียงตามยาว ส่วนปลายเซลล์ทั้ง 2 ด้านมีแวคิวโอล เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ มีสีเขียวอ่อนและลอยน้ำอิสระ

(7) *Scenedesmus sp.* (ภาพที่ 4.7) เซลล์มีรูปร่างยาวเรียวหลายแบบ เช่น รูปไข่ รูปกระสวย เซลล์แบนเล็กน้อยมีหลายขนาด เซลล์อาจตรงหรือโค้ง ผนังเซลล์มีทั้งเรียบหรือขรุขระ บางชนิดอาจมีหนามยื่นออกมาจากมุมของเซลล์ทั้งสองด้าน เซลล์มี 1 คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นเต็มเซลล์ มี 1 ไพรีนอยด์ เซลล์เรียงตัวกันเป็นกลุ่มโดยเอาด้านยาวเรียงต่อกันเป็นแถวหรือแตะกันเหลื่อม ๆ แต่อยู่ในระนาบเดียวกัน จำนวนเซลล์ในกลุ่มมีจำนวน 2, 4, 6 หรือ 16 เซลล์ กลุ่มเซลล์มีสีเขียวใบไม้และลอยน้ำอิสระ

(8) *Spirogyra sp.* (ภาพที่ 4.8) เซลล์มีรูปร่างเป็นทรงกระบอกยาว ด้านยาวของเซลล์ยาวกว่าด้านกว้างหลายเท่า ผนังเซลล์เรียบและหนา ส่วนหัวและท้ายเซลล์ตัดตรง เซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นแบนยาวคล้ายริบบิ้นขอบเรียบหรือหยัก อาจมีแถวเดียวหรือหลายแถวบิดพันกันเป็นเกลียวตามความยาวของเซลล์อยู่ชิดผนัง เซลล์ด้านในมีไพรีนอยด์จำนวนมากเรียงเป็นแถวอยู่บนคลอโรพลาสต์ เซลล์เรียงต่อกันเป็นสายยาวไม่แตกแขนง เซลล์ในสายมีขนาดเท่ากันตลอดสาย พบรวมกันเป็นแพบนผิวน้ำ หรือเกาะติดกับดินและวัตถุในน้ำด้วยเซลล์ฐาน

สายมีขนาดเล็กและขนาดใหญ่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อจับสายดูมีลักษณะลื่นมือ สาหร่ายชนิดนี้มีชื่อสามัญว่า "เทาน้ำ" เซลล์มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวใบไม้

(9) *Tetraedron sp.* (ภาพที่ 4.9) เซลล์มีรูปร่างเป็นรูปสามเหลี่ยมหรือเป็นเหลี่ยมมุม มีแฉกคล้ายรูปดาว อาจมีสามแฉก สี่แฉก หรือหลายแฉกอยู่ต่างระนาบกัน ที่ปลายแฉกมีส่วนยื่นออกมาคล้ายหนามมีขนาดเล็กสั้น 1-2 อัน ผนังเซลล์บางเรียบ มี 1 หรือหลายคลอโรพลาสต์ เป็นแผ่นเต็มเซลล์ อาจมีหรือไม่มีไพรีนอยด์ เซลล์มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวใบไม้ เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ และลอยน้ำอิสระ

(10) Volvox sp. (ภาพที่ 4.10) เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่คล้ายกับจีนัส Chlamydomonas แต่เซลล์ขนาดเล็กกว่ามาก เซลล์มี 2 แฟลเจลลา คลอโรพลาสต์เป็นรูปถ้วยอยู่ชิดผนังเซลล์ มี 1 ไพรีนอยด์ทางด้านหน้ามีสติกมารับแสง เซลล์เรียงตัวกันเป็นกลุ่มมีความหนา 1 ชั้นของเซลล์ แต่ละเซลล์อยู่ห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กัน กลุ่มเซลล์มีรูปร่างกลมกลวง มีวุ้นใสหุ้มโดยรอบ กลุ่มเซลล์ประกอบด้วยเซลล์จำนวนมากประมาณ 2500 เซลล์ โดยเรียงตัวกันเฉพาะขอบนอก ภายในกลุ่มอาจพบโคโลนีลูกจำนวน 6-8 กลุ่ม และภายในโคโลนีลูกอาจมีโคโลนีเล็ก ๆ ซ้อนกันอยู่ได้อีก กลุ่มเซลล์มีสีเขียวอ่อนและว่ายน้ำเป็นอิสระ พบมากในฤดูฝน

5.7.2 Division Euglenophyta

(1) *Euglena sp.* (ภาพที่ 4.11) เซลล์มีรูปร่างหลายแบบ ตั้งแต่กลมรีจนถึงยาวแบบกระสวยที่มีความยาวเป็นหลายเท่าของความกว้าง เซลล์ทางส่วนหน้ากลมมนหรือเรียวเล็กน้อย ทางส่วนท้ายเรียวแหลม เมื่อมองทางด้านบนเซลล์อาจแบนหรือกลมเล็กน้อย เซลล์ที่แบนอาจบิดเป็นเกลียวเล็กน้อย บางชนิดรูปร่างของเซลล์อาจยืดหยุ่นได้หรือรูปร่างคงที่ มี 1 แฟลเจลลา มีสติกมารับแสงเห็นได้ชัดทางส่วนหน้าของเซลล์ใกล้โคนแฟลเจลลา เยื่อหุ้มเซลล์บางเซลล์อาจมี 1 คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นเต็มเซลล์ หรือเป็นเม็ดรี ๆ เรียงต่อกันเป็นสายพันเป็นเกลียวอยู่ชิดเยื่อหุ้มเซลล์หรือคลอโรพลาสต์เป็นเม็ดกระจายเต็มเซลล์ มีพาราไมลัม (paramyrum) เห็นได้ชัด เซลล์มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวแก่ เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ ว่ายน้ำอิสระค่อนข้างเร็วหรือเคลื่อนที่ช้าแบบอะมีบาคือ มีการเคลื่อนที่แบบยืดและหดตัวไปช้า ๆ แบบที่เรียกว่า ยูกลีนอยด์ มูฟเมนท์ (euglenoid movement)

(2) *Lepocinclis sp.* (ภาพที่ 4.12) เซลล์มีรูปร่างเป็นรูปไข่ ปลายเซลล์ด้านท้ายแหลม ส่วนปลายเซลล์ด้านหน้าค่อนข้างกลมมนคล้ายลูกดิ่ง มี 1 แฟลเจลลายื่นออกไปและมีสติกมารับแสงบริเวณส่วนหัวใกล้โคนแฟลเจลลา เซลล์มีรูปร่างคงที่ เซลล์มีคลอโรพลาสต์เป็นเม็ดรูปไข่เล็ก ๆ อยู่ชิดเยื่อหุ้มเซลล์หรือกระจายเต็มเซลล์ มีพาราไมลัมเป็นรูปแหวน เซลล์มีสีเขียวใบไม้และว่ายน้ำอิสระ

(3) *Phacus sp.* (ภาพที่ 4.13) เซลล์มีลักษณะแบนคล้ายใบโพธิ์ ส่วนหน้ากลมกว้างและมีรอยหยักเว้าลงไปในเซลล์ ส่วนท้ายเรียวแหลม เซลล์อาจบิดเป็นเกลียว เซลล์มีรูปร่างคงที่ มี 1 แฟลเจลลายื่นออกจากทางส่วนหน้าของเซลล์ มีอวัยวะรับแสงใกล้โคนแฟลเจลลา มีคลอโรพลาสต์เป็นแผ่นรูปจานจำนวนมาก มีพาราไมลัมรูปร่างแหลมขนาดใหญ่อยู่กลางเซลล์ เซลล์มีสีเขียวอ่อนถึงเขียวใบไม้ เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ ว่ายน้ำอิสระ โดยการพลิกตัวกลับด้านหน้าหลังทางเดียวไปเรื่อย ๆ มักพบในแหล่งน้ำทั่ว ๆ ไป

(4) *Trachelomonas sp.* (ภาพที่ 4.14) เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ เซลล์มีเกราะหรือเปลือกแข็งห่อหุ้มเกราะ มีสีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลแกมแดง เปลือกอาจเรียบหรือมีหนามสั้น ๆ ยื่นออกมาโดยรอบเปลือก บางชนิดมีหนามยาวโค้งคล้ายเขี้ยวสัตว์เรียงเป็นวง 1 แถว ทางส่วนท้ายของเซลล์บางชนิดมีปลอกสั้น ๆ หุ้มโคนแฟลเจลลา ปลอกนี้ยื่นพันผิดของเปลือกแข็งออกมา เซลล์มี 1 แฟลเจลลาเห็นได้ชัด มี 2-15 คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นรูปจานอยู่ชิดเยื่อหุ้มเซลล์ เซลล์มีสีน้ำตาลแกมแดงหรือสีเขียวใบไม้ เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ และว่ายน้ำอิสระค่อนข้างเร็ว พบปนอยู่กับสาหร่ายอื่น และพบได้ทั่ว ๆ ไป

5.7.3 Division Chrysophyta

(1) *Melosira sp.* (ภาพที่ 4.15) (Diatom) เซลล์มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม สี่เหลี่ยม ยาว ตรง หรือโค้งแบบคันธนูหรืออาจพองออกมาเป็นกระเปาะที่กลางเซลล์หรือปลายเซลล์ ผนังเซลล์เกิดจากธาตุซิลิกินมีลักษณะเป็นฝา 2ฝาครอบกัน ผนังเซลล์อาจเรียบหรือมีลวดลายแตกต่างกันออกไป ฝาบนมีขนาดใหญ่เรียกว่า อิพิติกา (epitheca) ฝาล่างเรียกว่า (hypotheca) เซลล์อาจมีหรือไม่มีผนังกั้นเป็นห้อง ๆ ถ้ามีผนังเซลล์เป็นห้อง ๆ ผนังมีลักษณะเป็นแผ่นจำนวน 2-3 แผ่นหรือ 20 แผ่นหรือมากกว่า เซลล์อาจอยู่เดี่ยว ๆ หรือเกาะกับที่โดยมีก้านวุ้นหรือลอยน้ำอิสระ เซลล์อาจเรียงต่อกันเป็นแถวเป็นสายยาว สายไม่แตกแขนง เซลล์อาจเรียงชิดติดกันเป็นแพและเคลื่อนที่ไปมาได้ ภายในเซลล์มีโครมาโตฟอร์เป็นเม็ดรูปไข่หรือเป็นแผ่นรูปจานหรือเป็นแผ่นเต็มเซลล์หรือไม่เต็มเซลล์ เซลล์มีสีน้ำตาลทองหรือสีเขียวแกมทอง พบทุกแหล่งน้ำ

(2) *Cymbella sp.* (ภาพที่ 4.16) เซลล์ด้านบนเป็นรูปพระจันทร์เสี้ยวหรือรูปปาก คือเป็น 2 ซีกที่มีขนาดไม่เท่ากันประกับกัน ปลายเซลล์มนหรือแหลม ซีกด้านที่มีพื้นที่มากจะโค้ง ส่วนซีกตรงข้ามอาจเว้าหรือตรง แต่ตรงกลางจะโค้งออกเล็กน้อย ลวดลายผนังเกิดบริเวณขอบชี้เข้าหาร่อยแบ่งซีกตรงกลาง ด้านข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่โค้งงอ เซลล์อาจอยู่เดี่ยว ๆ ลอยน้ำอิสระ

(3) *Mallomonas sp.* (ภาพที่ 4.17) เซลล์มีรูปร่างโค้งมนแบบกระสวยหรือรูปไข่ ส่วนหัวป้าน ส่วนท้ายเรียวเกือบแหลม ผนังเซลล์ประกอบด้วยแผ่นซิลิกอนขนาดเล็กอาจเท่ากันหรือไม่เท่ากัน มองดูคล้ายเกล็ดปลา เซลล์มีหนามเรียวเล็กคล้ายเป็นขน หนามมีลักษณะแข็ง

และมีความยาวเท่ากับความยาวของเซลล์ หนามแทรกอยู่ที่แผ่นซิลิการอบเซลล์ ปลายหนามชี้ไปทางส่วนท้ายของเซลล์ เซลล์มีแฟลเจลลา 1 เส้น ทางส่วนหน้ามีโครมาโตฟอร์เป็นแผ่นแบน จำนวน 2 แผ่น แต่ละแผ่นอยู่ชิดผนังเซลล์คนละด้านและยาวไปตามเซลล์ เซลล์มีสีน้ำตาลทอง เซลล์อยู่เดี่ยว ๆ และว่ายน้ำอิสระค่อนข้างเร็ว

5.7.4 Division Cyanophyta

(1) *Nostoc sp.* (ภาพที่ 4.18) เซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ เซลล์เรียงต่อกันแถวเดียวเป็นสายยาว มีลักษณะคล้ายโซ่สาย มีลักษณะคล้ายกับจีนัส *Anabaena* มากแต่ต่างกันตรงที่สายของจีนัส *Nostoc* จะรวมกันสร้างเฮทเทอโรซิสต์เป็นระยะ และอาจพบอะคินีท เซลล์มีเม็ดสีกระจายเต็มเซลล์ เซลล์มีสีน้ำเงินแกมเขียวหรือสีน้ำเงินจาง กลุ่มลอยน้ำเป็นอิสระหรือติดอยู่กับพืชน้ำ

5.8 ข้อเสนอแนะ

1. การนำผลการวิจัยไปใช้ ผู้วิจัยประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนที่ตั้งบ้านเรือนอาศัยอยู่บริเวณสองฝั่งคลองไม่ทิ้งเศษขยะและน้ำเสียลงในคลอง เพราะจะทำให้น้ำในคลองเสีย เป็นผลให้สิ่งมีชีวิตในน้ำไม่สามารถอาศัยอยู่ได้ โดยเฉพาะสาหร่ายซึ่งมีความสำคัญแก่แหล่งน้ำสามารถสร้างออกซิเจนที่ละลายน้ำได้ ถ้ามีการทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์ชนิดต่าง ๆ เช่น สุกร กุ้ง ควรจะมีบ่อบำบัดน้ำเสียก่อนทิ้งน้ำลงในคลอง

2. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาอิทธิพลของผลตกค้างของสารเคมีที่อาจมีต่อพืชและสัตว์น้ำในคลองบางสองร้อย

3. ควรมีการศึกษาคุณภาพน้ำถึงปริมาณธาตุอาหารที่มีผลต่อการดำรงชีพของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย

4. ควรมีการศึกษาสาหร่ายน้ำจืดในคลองบางสองร้อยที่มีความสำคัญในด้านการผลิตโปรตีนเซลล์เดียว

5. ควรมีการศึกษาอิทธิพลของโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่ว แคดเมี่ยม สารหนู ซึ่งเกิดขึ้นจากบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามกรามและกุ้งกุลาดำบริเวณสองฝั่งคลองบางสองร้อย

บรรณานุกรม

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. "สาหร่าย." หน้า 40. ในคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2521. "สาหร่ายบางชนิดของไทยที่รับประทานได้." The Kasetsart Journal. 12(2) : 119–129.

กุศยา สุวรรณวิหค. 2529. "ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการของลำน้ำแม่กลางและแม่กลอง จังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กุศยา สุวรรณวิหค และจันทนา สุขปรีดี. 2526. "ความสัมพันธ์ของสิ่งแวดล้อมกับแพลงก์ตอนพืช." **วารสารวิทยาศาสตร์**. 2(3) : 9-17.

เครือทิพย์ เจียระวาณิช. 2517. "สำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตบางเขนกรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524. **สาหร่ายวิทยา**. เชียงใหม่ : สำนักพิมพ์ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จงรักษ์ ผลประพฤติ. 2519. "การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอธัญบุรี ปทุมธานี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

จิรา จันทโรทัย. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตพญาไทและดุสิต กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ชาญณรงค์ แก้วเล็ก. 2532. "การใช้สาหร่ายเป็นดรรชนีชี้คุณภาพน้ำในลุ่มน้ำชี." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เชาว์ ทวีผล. 2519. "การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

ดาววิภา ดาบแก้ว. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ทบวงมหาวิทยาลัย. 2530. **ชีววิทยา ฉบับปรับปรุงแก้ไขใหม่**. พิมพ์ครั้งที่ 4 กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนการพิมพ์.

ธีรพันธ์ ภูคาสวรรค์. 2523. **การพัฒนาและการบริหารทรัพยากรประมงน้ำจืดกรุงเทพ**. กองน้ำจืด กรมประมง.

นพรัตน์ ฏาชา. 2528. "การสำรวจแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นภาศรี ธรรมครองอาตย์. 2518. "การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นรินทร์ ไทรฟัก. 2518. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตอำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

นฤมล วิบูลย์สุข. 2529. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตอำเภอเมือง จังหวัดราชบุรี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บัญญัติ สุขงามศรี. **จุลชีววิทยา (2)**. ชลบุรี : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน. ม.ป.ป.

บุญยัง ธันธะกาด. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตบางกอกใหญ่และภาษีเจริญ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

บุหลัน พิทักษ์พล. 2517. "สาหร่ายสีเขียว (Green Algae). " **อาหาร** Food. 2 : 9-10.

พงษ์เทพ บุญศรีโรจน์. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พงษ์เทพ อันตะริกานนท์และคณะ. 2535. **ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับสาหร่ายเพื่อประโยชน์ใช้ในการเกษตรและอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ม.ป.ป.

พเยาว์ กุฎคาร. 2518. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตอำเภอเมืองและปากเกร็ดจังหวัดนนทบุรี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

พรพรรณ เลิศทวีพันธุ์ และคณะ. 2529. **สายพันธุ์ของสาหร่ายขนาดเล็กในแหล่งน้ำจืด.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พลศึกษา.

พิมพรรณ ตัณสกุล และอารักษ์ จันทศิลป์. 2531. "การเพาะเลี้ยง Spirulina sp. ในน้ำทิ้งจากโรงงานยางพารา." **สงขลานครินทร์.** 10(2) : 148-155.

รัชนี เขียวเงิน. 2535. "การศึกษาชนิดของสาหร่ายและคุณภาพของน้ำในสระแก้วและบึงราชนกจังหวัดพิษณุโลก." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกวิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยนเรศวร.

มัณฑนา เลาบรรจง. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาในจังหวัดนนทบุรี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

มานี เตื้อสกุล. 2520. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตอำเภอบางพลี จังหวัดสมุทรปราการ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วันทนี สุขสมัย. 2518. "การสำรวจสาหร่ายในเขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

วิเชียร ยงมานิตชัย. 2524. "การเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวเพื่อนำมาใช้เป็นอาหารโปรตีน." **พืชสวน.** 13(4) : 15-20.

ศรีวรรณ วงศ์จันต๊ะ. 2524. "การสำรวจและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สนอง จอมเกาะ. 2517. "การสำรวจสาหร่ายน้ำจืดในเขตมีนบุรี กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมภพ อินทรสุวรรณ. 2518. "การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สมศักดิ์ โชคนุกูล. 2518. "การศึกษาการกระจายของสาหร่ายชนิดต่าง ๆ ในเขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สรวิศ เผ่าทองศุข. 2543. สาหร่าย ศักยภาพการวิจัยและพัฒนาเพื่อการใช้ประโยชน์จากสาหร่ายในประเทศไทย. เอกสารเผยแพร่ชุดอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ สกว. ชุดที่ 2 สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สระบุรี ไชยมงคล. 2523. "จุลินทรีย์ในน้ำพุร้อนโป่งอ้อม ตำบลออนหลวย อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุนันทา มนัสมงคล. 2518. "การสำรวจสาหร่ายเขตราษฎร์บูรณะ กรุงเทพมหานคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุภาจรี นิยะมานนท์. 2526. **รายงานการวิจัยการสำรวจสาหร่ายทะเลชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลาและเกาะใกล้เคียง.** มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

สุมลวรรณ นันทภากุล. 2518. การสำรวจสาหร่ายในเขตบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

เสริมพล รัตนสุข และไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์. 2518. **การกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและแหล่งชุมชน.** สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ประยุกต์แห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม. 2531. **การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่กลอง 2529.** กรุงเทพฯ : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม. 2534. **การศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่กลอง 2532.** กรุงเทพฯ : กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและพลังงาน.

สำราญ ขวัญเกื้อ. 2518. "การศึกษาสัณฐานวิทยาและการกระจายของสาหร่ายในเขตอำเภอพระประแดง จังหวัดสมุทรปราการ." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อนันท์ ปานศุภวัชระ. 2519. "การสำรวจสาหร่ายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร." ปริญญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

อริสสา สาหร่ายสุวรรณ. 2524. "การกระจายของโฟโตแพลงก์ตอนในน้ำที่มีมลสภาวะบางแห่งในจังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อักษร ศรีเปล่ง. 2532. "เอกสารประกอบการสัมมนาความหลากหลายทางชีวภาพในประเทศไทย เรื่อง สาหร่าย." กรุงเทพฯ : ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. บริษัทประชาชน.

อิสระ ทับสีสด. 2522. "การสำรวจและการเพาะเลี้ยงสาหร่ายสีเขียวที่พบในแหล่งน้ำบางแห่งในจังหวัดเชียงใหม่." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Alexopoulous, C.J. and H.C. Bold. 1967. **Algae and Fungi.** New York : Macmillan Company.

APHA, AWWA and WPCF. 1975. **Standard Method for Ereanination of Water and Waste Water.** New York : APHA Inc.

Certer, N. 1972. "Fresh Water Algae from India." **Botancal Abstract.** 1(2-3) : 355.

Doll, Heide and Reinhard Doll. 1973. "Notes Concerning the Algae Flora in Macklenbrvuy." **Biological Abstract.** 55(4).

Fuller, Henry J. 1972. **The Plant Worid.** 3rd ed. New York : Hold, Reinbert and Winston.

Hirano, M. 1975. **Phytoplankton from lake Boraphet in Central Plain of Thailand.** Kyoto : Contribution from the Biological Laboratory Kyoto University.

Isiam, A.K.M. and Mural. 1975. "Fresh Water Algae of Bangladesh." **Biological Abstract.** 60(4) : 1941.

Ignatisds. 1969. "Annual Cycles, Species Diversity and Succession of Phytoplankton in Lower Suonicos Bay, Acgean Sea." **Marine Bio.** 3(3) : 196-200.

Jao, Chin-Chin. 1961. "Sone Fresh Water Algae from Southern Tibet." **Biological Abstract.** 48 : 9178.

Joly, Aython Brandao. 1968. "General of Fresh-water Algae from the City of Sao Paulo and Environs." **Biological Abstract.** 45 : 2287.

Lenore S. Clesceri, Anold E. Greenberg and Andrew D. Eation. 1990. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 150-155.

Martiney and others.1975. "Direct Phytoplankton Counting Techniques Using the Haemacytometer." **Philippine Agriculturist.** 59 : 43-50.

Maitland, PS. 1978. **Biology of Fresh Water.** London : Blackie & Son Ltd.

Moss, B. 1980. **Ecology of Fresh Waters.** Oxford : Blackwell Scientific Publications.

Noda, Mitsuyo. 1964. "Fresh Water Algae of Northeastem China." **Biological Abstract.** 45 : 43330.

Palmer, C.M. 1969. "A Composite Rating of Algae Tderling Organic Pollution." **Journal Phycol.** 5 : 78-82.

Palmer, C.M. and R.S.P.A. 1977. **Algae and Water Pollution.** U.S. Department Commerce National Technical Information Service.

Patrick, R. 1949. **Aproposed Biological Measure of Stream Conditions Based on s Swrey of the Conestoga Basin, Lancaster Country, Pennsylvania.** Proc.Acad.Nat.Sci.Phila. 101 : 277-341.

Prescott, G.W. 1978. **How to Know Fresh Water WMC.** Brown Company.

Pinkayan, S. 1978. "Evaluation of Environmental Chang." **Study of Environmental Impact at Nam Pong Project Northeast Thailand in Prepared for National Energy Administration.** P.784 : SEATC Consultiong Engineers.

Round, F.E. 1973. **The Biology of the Algae.** 2nd ed. New York : St. Martin' Press.

Smith, Gilbert M. 1950. **The Fresh-Water of the United States.** 2nd ed. New York : McGraw-Hill Book Company.

Shirota, A. 1966. **The Plankton of South Vietnam.** Japan : Overseas Technical Cooperation Agency.

Tadyhivaev, S.K. 1971 "The Algae Flora of the Island Water around Tashkert." **Biological Abstract.** 52 : 12857.

Tambian, N.N. 1964. "Surver of Algae of the Ararat Phain." **Biological Abstract.** 45 : 6338.

Taylor, W.R. 1972. **Marine Algae of the Eastern Tropical and Subtropical Coasts of the America.** The University of Michigan Press.

Tiffany, H. and M.E. Britton. 1952. **The Algae of Illinois**. The University of Chicago Press.

Trainor, F.R. 1979. **Introductory Phycology**. New York : John Willey and Sons.

Welch, P.S. 1952. **Limnology**. New York : Mcgrow-Hill Book Company.

Yamagishi, T. 1973. "A Checklist of Fresh Water Algae Collect from the Bog and Ponds of Mt. Poroshiy." **Biological Abstract**. 56(4) : 1840.

Yoneda, Yuichi. 1952. "Some Fresh Water Algae from the Vioimity of Tsubosaka in the Province of Yamato." **Biological Abstract**. 26 : 3141.

Zajic, J.E. 1970. **Properties and Product of Algae**. London : Prenum Press.

ภาคผนวก

ตารางที่ 6.1 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมกราคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	+	+	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	-	-
3. *Costerium sp.*	-	+	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+
4. *Cosmarium sp.*	+	-	-	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. *Desmidium sp.*	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	+	-	+	+
6. *Roya sp.*	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	-
8. *Spirogyra sp.*	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+
9. *Tetraedron sp.*	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2. *Lepocinclis sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+
4. *Trachelomonas sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-
2. *Mallomonas sp.*	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
3. *Melosira sp.*	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	-	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6.2 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกุมภาพันธ์ 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	-	-	+	+	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-
3. *Costerium sp.*	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+
4. *Cosmarium sp.*	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
5. *Desmidium sp.*	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+
6. *Roya sp.*	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	+
7. *Scenedesmus sp.*	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
8. *Spirogyra sp.*	+	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-
9. *Tetraedron sp.*	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-
10. *Volvox sp.*	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+
2. *Lepocinclis sp.*	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-
3. *Phacus sp.*	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+

ตารางที่ 6.3 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมีนาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง / จีนัสของสาหร่ายที่พบ	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+
3. *Costerium sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-
4. *Cosmarium sp.*	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. *Desmidium sp.*	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. *Roya sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. *Spirogyra sp.*	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. *Tetraedron sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
2. *Lepocinclis sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-
2. *Mallomonas sp.*	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
3. *Melosira sp.*	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+

ตารางที่ 6.4 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนเมษายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-
3. *Costerium sp.*	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+
4. *Cosmarium sp.*	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-
5. *Desmidium sp.*	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-
6. *Roya sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-
8. *Spirogyra sp.*	+	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+
9. *Tetraedron sp.*	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-
2. *Lepocinclis sp.*	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	+	-	-	+
3. *Phacus sp.*	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-
2. *Mallomonas sp.*	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	-

ตารางที่ 6.5 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนพฤษภาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-
2. *Chlorella sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Costerium sp.*	+	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-
4. *Cosmarium sp.*	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-
5. *Desmidium sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+
6. *Roya sp.*	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-
8. *Spirogyra sp.*	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	+
9. *Tetraedron sp.*	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	+	-	+
2. *Lepocinclis sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	+	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	-	+	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	-	+	+	-	-

ตารางที่ 6.6 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนมิถุนายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	-
2. *Chlorella sp.*	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-
3. *Costerium sp.*	+	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
4. *Cosmarium sp.*	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
5. *Desmidium sp.*	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-
6. *Roya sp.*	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
8. *Spirogyra sp.*	+	-	+	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. *Tetraedron sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	-	+	+	+	-	-	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	+	+	+	-	-	-	+	+	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Lepocinclis sp.*	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	-	+	-	+	+	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-

ตารางที่ 6.7 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกรกฎาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-
3. *Costerium sp.*	-	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+
4. *Cosmarium sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-
5. *Desmidium sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-
6. *Roya sp.*	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8. *Spirogyra sp.*	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. *Tetraedron sp.*	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Lepocinclis sp.*	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+
3. *Phacus sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
4. *Trachelomonas sp.*	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-

ตารางที่ 6.8 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนสิงหาคม 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	+	-	-	+	+
3. *Costerium sp.*	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
4. *Cosmarium sp.*	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-
5. *Desmidium sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. *Roya sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+
8. *Spirogyra sp.*	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	-	+
9. *Tetraedron sp.*	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	-	+	+	-	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
2. *Lepocinclis sp.*	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	+	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	-	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	+	-

ตารางที่ 6.9 แสดงผลการวิเคราะห์ชนิดของสาหร่ายในคลองบางสองร้อย (จีนัส/มิลลิเมตร) เดือนกันยายน 2544 วิเคราะห์ 3 ซ้ำ (พบสาหร่าย +, ไม่พบสาหร่าย -)

จุดเก็บตัวอย่าง	จุดที่ 1			จุดที่ 2			จุดที่ 3			จุดที่ 4			จุดที่ 5			จุดที่ 6			จุดที่ 7			จุดที่ 8			จุดที่ 9			จุดที่ 10		
จีนัสของสาหร่ายที่พบ	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Division Chlorophyta																														
1. *Chlamydomonas sp.*	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-
2. *Chlorella sp.*	-	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-
3. *Costerium sp.*	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. *Cosmarium sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5. *Desmidium sp.*	-	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6. *Roya sp.*	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7. *Scenedesmus sp.*	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
8. *Spirogyra sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9. *Tetraedron sp.*	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10. *Volvox sp.*	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Euglenophyta																														
1. *Euglena sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Lepocinclis sp.*	-	+	+	-	+	+	-	+	-	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Phacus sp.*	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4. *Trachelomonas sp.*	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Division Chrysophyta																														
1. *Cymbella sp.*	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2. *Mallomonas sp.*	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3. *Melosira sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	+	-	+	+	-	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-
Division Cyanophyta																														
1. *Nostoc sp.*	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	-	+	-	+	-	-	+	-	-

ตารางที่ 6.10 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมกราคม 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	35	21.5	10.8	7.40	29
2	50	22.0	20.6	7.45	13
3	33	22.0	7.1	7.48	13
4	32	20.5	17.3	7.20	13
5	37	21.5	7.3	7.31	5
6	58	22.0	6.4	7.28	3
7	85	21.0	7.6	7.43	1
8	74	20.5	5.6	7.44	3
9	20	21.0	13.9	7.41	17
10	26	22.0	6.7	7.48	5

ตารางที่ 6.11 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกุมภาพันธ์ 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	40	25.0	4.0	7.45	4
2	50	24.5	3.8	7.59	3
3	35	26.0	6.0	7.49	7
4	33	25.5	5.9	7.48	11
5	47	26.0	4.8	7.35	5
6	44	25.0	4.2	7.33	6
7	40	25.0	5.8	7.41	5
8	38	26.0	9.5	7.46	11
9	52	26.0	4.4	7.47	6
10	33	25.5	4.7	7.50	5

ตารางที่ 6.12 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมีนาคม 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	25.0	30.0	2.5	7.60	3
2	25.0	31.0	2.7	7.50	3
3	27.0	30.5	2.7	7.41	1
4	27.0	30.5	3.0	7.40	3
5	26.0	31.0	4.8	7.30	4
6	24.0	29.5	1.3	7.67	2
7	23.0	30.5	3.0	7.80	2
8	32.0	30.0	2.1	7.88	2
9	48.7	30.5	7.3	7.94	5
10	48.9	31.0	7.5	7.83	4

ตารางที่ 6.13 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนเมษายน 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	31	31.0	4.1	7.41	2
2	32	31.5	4.2	7.20	5
3	31	31.0	3.8	7.28	2
4	31	30.5	4.6	7.29	4
5	32	31.0	5.3	7.27	3
6	31	31.5	4.0	7.30	3
7	31	31.0	4.1	7.21	3
8	31	31.0	2.7	7.23	2
9	33	31.0	3.7	7.54	2
10	31	31.0	3.5	7.78	2

ตารางที่ 6.14 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนพฤษภาคม 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	32.5	30.0	4.8	7.51	4
2	31.5	31.0	3.3	7.60	2
3	31.0	31.0	4.0	7.58	3
4	31.0	30.5	4.6	7.49	3
5	33.5	30.5	4.8	7.34	3
6	32.5	31.0	4.0	7.27	3
7	40.0	31.0	4.2	7.51	2
8	40.5	31.0	2.7	7.77	3
9	38.5	31.0	6.4	7.80	4
10	38.5	31.0	6.0	7.75	3

ตารางที่ 6.15 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนมิถุนายน 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	33	28.0	4.3	7.60	3
2	35	28.5	4.6	7.58	5
3	34	29.0	4.8	7.42	3
4	33	29.0	5.5	7.38	6
5	35	28.5	4.1	7.59	3
6	37	28.5	3.3	7.42	3
7	39	29.0	5.0	7.38	4
8	30	30.0	8.9	7.46	6
9	31	29.0	5.3	7.80	6
10	31	29.5	6.1	7.75	3

ตารางที่ 6.16 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกรกฎาคม 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	28	33.0	4.6	7.53	5
2	31	32.5	3.1	7.48	5
3	32	32.0	3.0	7.44	5
4	34	32.0	3.4	7.45	5
5	36	32.5	4.9	7.60	7
6	35	32.0	2.0	7.55	4
7	36	31.5	4.1	7.48	5
8	38	31.6	5.1	7.53	5
9	55	31.8	7.3	7.46	11
10	64	31.5	6.0	7.51	7

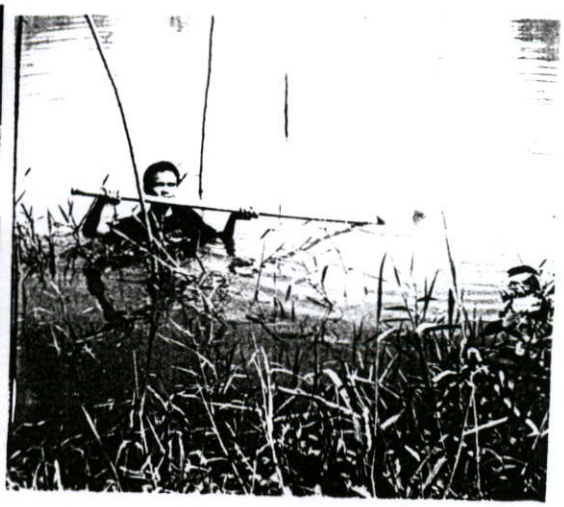
ตารางที่ 6.17 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนสิงหาคม 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	25	31.0	5.9	7.63	4
2	20	31.0	5.1	7.50	3
3	15	31.0	4.6	7.34	5
4	30	31.0	4.6	7.34	5
5	23	31.0	5.4	7.39	3
6	27	31.5	3.2	7.34	5
7	26	31.5	3.7	7.25	4
8	30	31.0	4.0	7.26	4
9	36	31.0	8.4	8.00	8
10	33	30.5	6.2	7.73	4

ตารางที่ 6.18 แสดงค่าความขุ่นของน้ำ อุณหภูมิของน้ำ DO ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) BOD ในคลองบางสองร้อย เดือนกันยายน 2544

จุดเก็บตัวอย่าง	ความขุ่น (cm.)	อุณหภูมิ (°c)	DO	pH	BOD
1	33.0	31.0	4.7	7.79	2
2	31.0	31.5	4.6	7.88	3
3	33.0	31.0	4.2	7.75	4
4	30.0	30.5	4.8	7.92	2
5	33.0	30.5	5.3	7.87	3
6	27.0	31.5	4.0	7.87	3
7	32.5	31.0	4.2	7.76	2
8	37.0	31.0	3.4	7.70	2
9	30.5	32.0	4.0	7.72	3
10	31.0	32.0	3.7	7.72	3

จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1

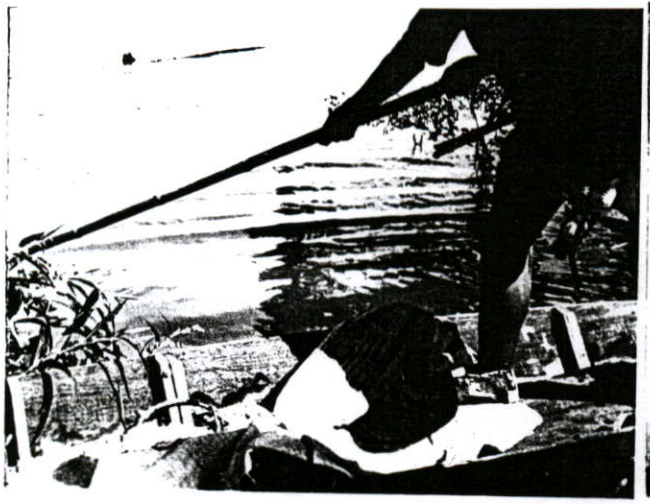


จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 2

จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 3

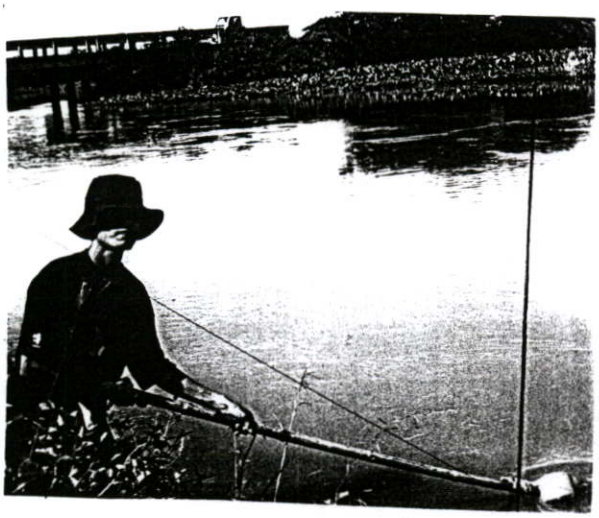
จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 4

รูปที่ 6.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายทั้ง 10 จุดบริเวณคลองบางสองร้อย ระยะเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)

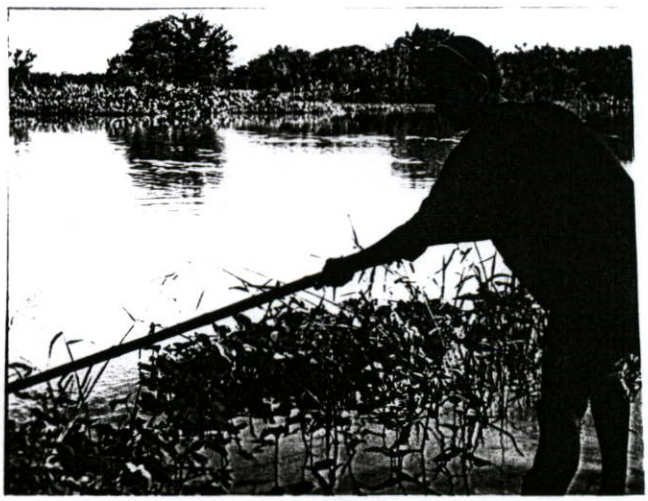


จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 5

จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6



จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 7



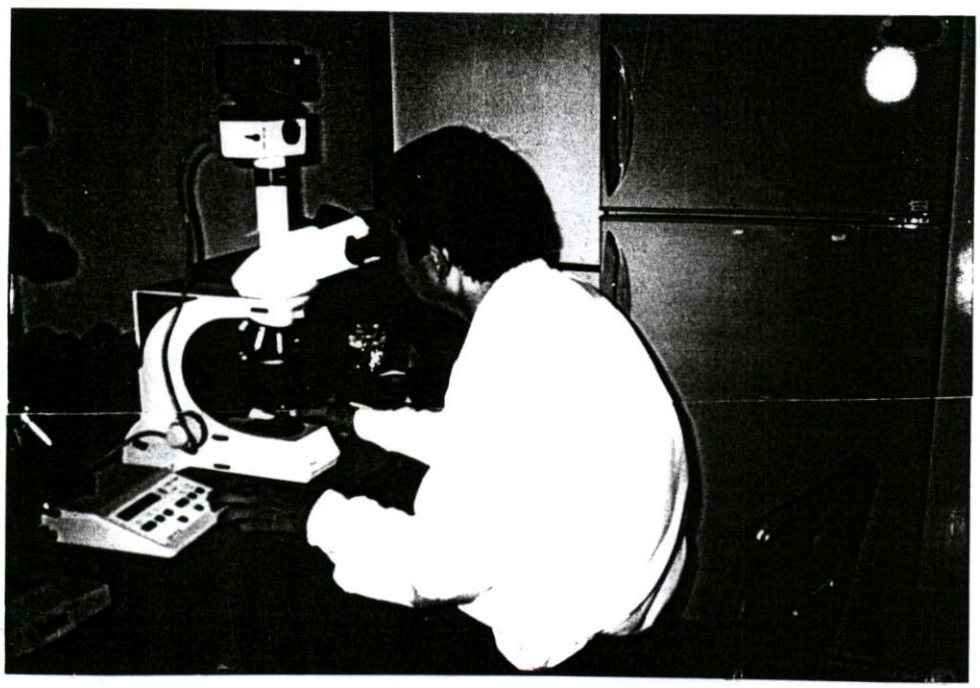
จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 8

รูปที่ 6.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายทั้ง 10 จุดบริเวณคลองบางสองร้อย ระยะเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)

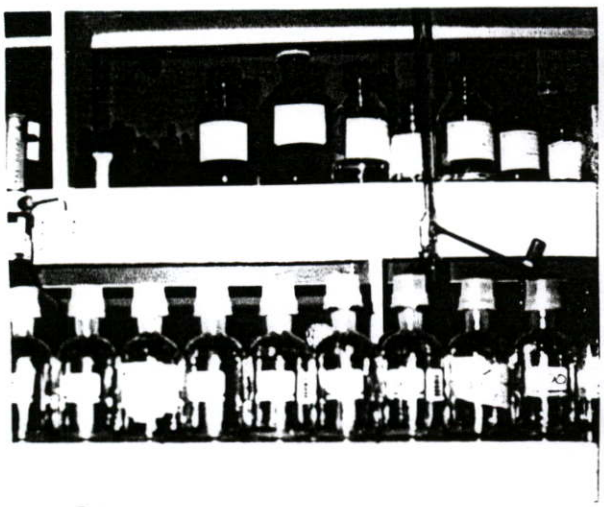
จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 9

จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 10

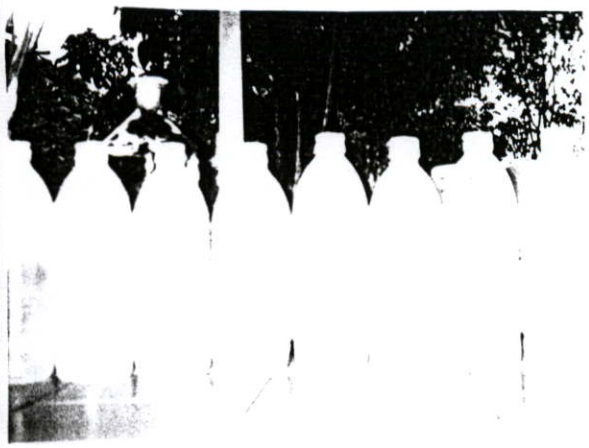
รูปที่ 6.1 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและสาหร่ายทั้ง 10 จุดบริเวณคลองบางสองร้อย ระยะเวลา 9 เดือน (ม.ค. – ก.ย. 2544)



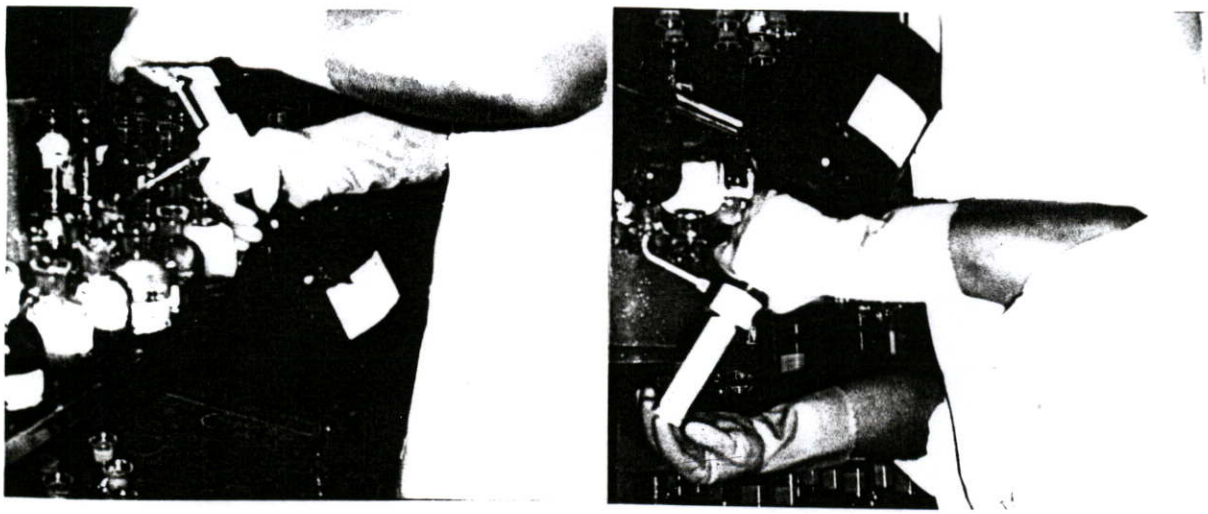
รูปที่ 6.2 แสดงการวิเคราะห์หาชนิดของสาหร่าย ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



ตัวอย่างน้ำที่เก็บในขวด BOD หาค่า DO BOD



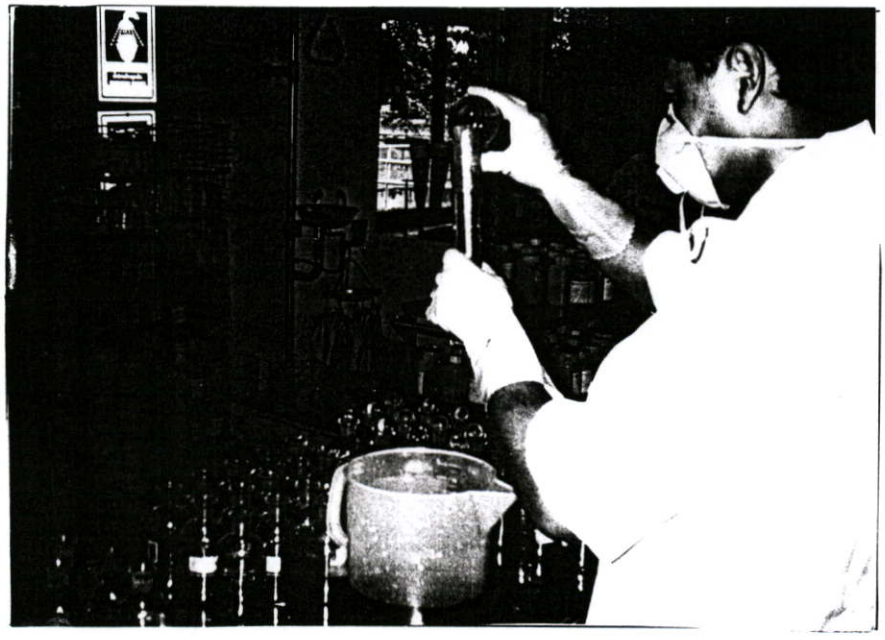
ตัวอย่างน้ำที่เก็บใส่ขวดขนาด 1 ลิตรหาค่า



การเติมกรดซัลฟุริก 1 มิลลิลิตรไหลผ่านคอขวดลงไปด้วยเครื่องมือชนิดพิเศษ

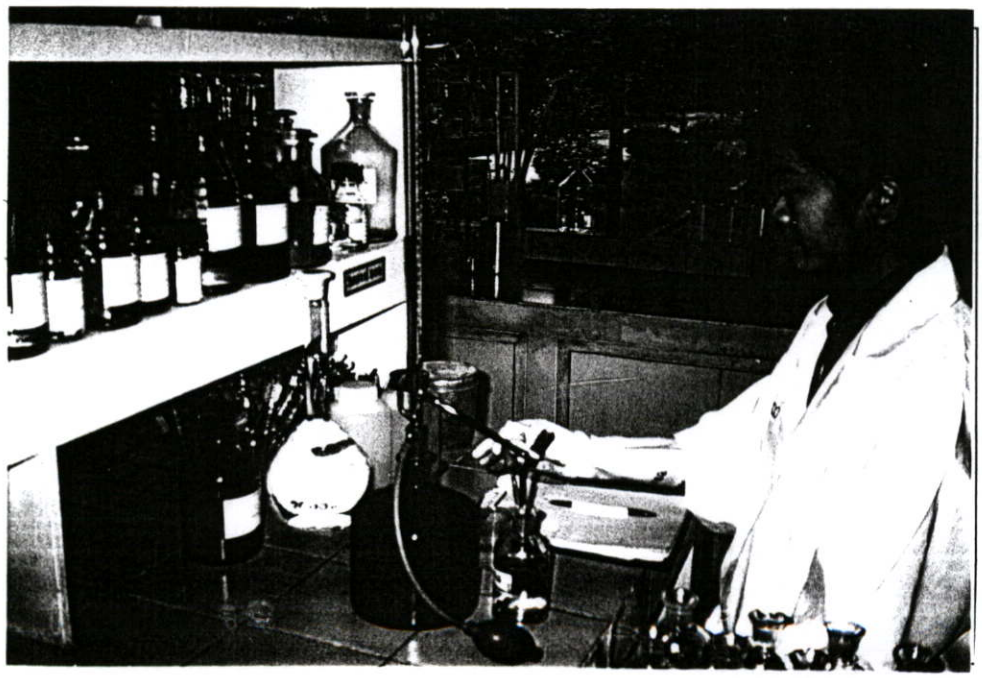
รูปที่ 6.3 แสดงการวิเคราะห์หาค่า DO BOD ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง

รูปที่ 6.4 แสดงการเขย่ากลับไปกลับมา 15 – 20 ครั้ง จนตะกอนละลายหมด

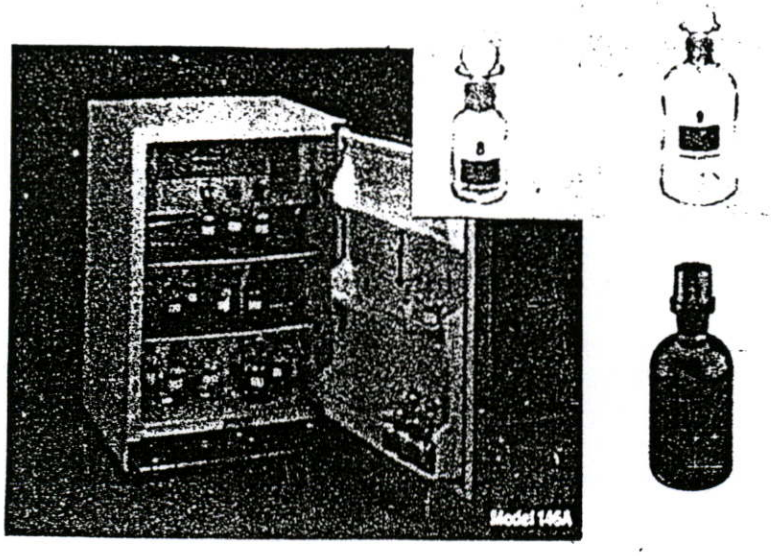


รูปที่ 6.5 แสดงการตวงสารละลาย 201 มิลลิลิตรใช้แทนปริมาตรของตัวอย่างน้ำ

รูปที่ 6.6 แสดงเครื่องมือเติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต สารละลายอัลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (AIA) กรดซัลฟุริก ครั้งละ 1 มิลลิลิตร โดยผ่านคอขวดไป

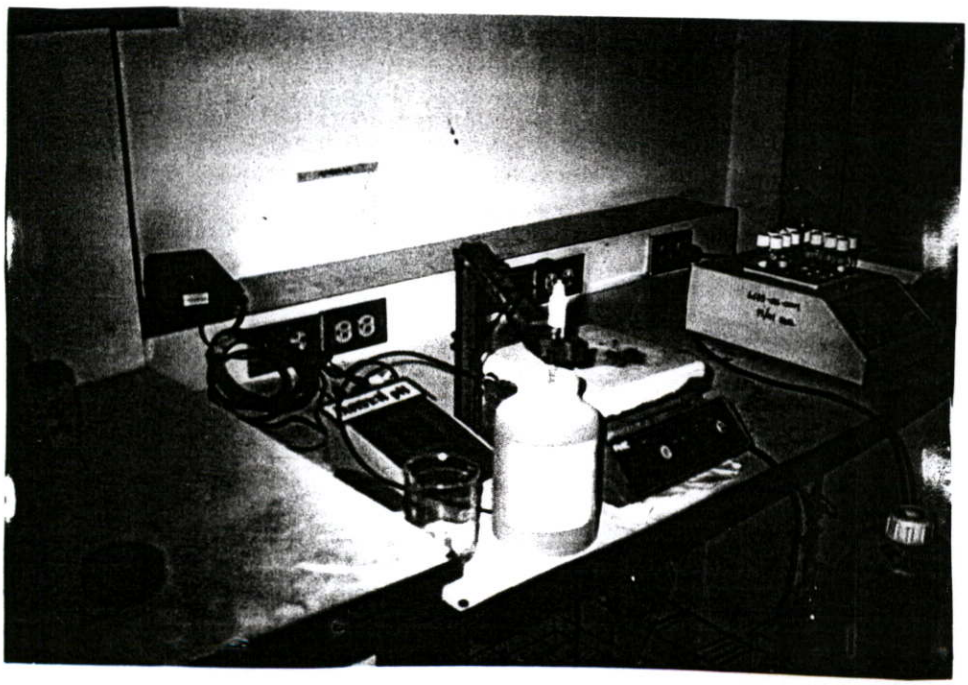


รูปที่ 6.7 แสดงการไทเตรทตัวอย่างน้ำกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตเข้มข้น 0.025 นอร์มัล



รูปที่ 6.8 แสดงตู้ Incubate และขวด BOD

(Lenore S. Clesceri, Anold E. Greenberg and Andrew D. Eation. 1990 : 150-155)



รูปที่ 6.9 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่องมือ pH Meter Denrer Instrument (รุ่น Basic) ห้องปฏิบัติการบำบัดน้ำเสีย บริษัท โกลบอล ยูทิลิตี้ เซอร์วิส จำกัด นิคม อุตสาหกรรมลาดกระบัง

การคำนวณเปรียบเทียบหน่วย ppm. และมิลลิกรัมต่อลิตร

ppm. คือ หน่วยวัดความเข้มข้นของสารละลาย หมายถึง จำนวนส่วนของสารในล้านส่วนของสารละลาย ใช้เป็นหน่วยวัดความเข้มข้นของสารละลายที่เจือจางมาก

$$ppm. = \frac{\text{น้ำหนักสาร } (g \times 10^6)}{\text{ปริมาตรของสารละลาย } (cm^3)} \quad ①$$

แทนค่าใน ①

$$ppm. = \frac{(\mu g / 10^6) \times 10^6}{cm^3}$$

แปลงหน่วย $\mu g \longrightarrow g$

$$\therefore \quad ppm. = \frac{\mu g}{cm^3} = \frac{\mu g}{ml}$$

$$\therefore \quad ppm. = \frac{mg}{dm^3} = \frac{mg}{\text{Lit (ลิตร)}}$$

(1 mg = 1,000 μg)

(Lenore S. Clesceri, Anold E. Greenberg and Andrew D. Eation. 1990 : 150-155)

ตารางที่ 6.19 แสดงการเจือจางน้ำตัวอย่างเพื่อหาค่า BOD

Percent Mixture		Direct Pipeting	
% Sample	BOD Ranges	ml. Sample	BOD Ranges
0.01	20,000-70,000	0.02	30,000-105,000
0.02	10,000-35,000	0.05	12,000-42,000
0.05	4,000-14,000	0.10	6,000-21,000
0.10	2,000-7,000	0.20	3,000-10,500
0.20	1,000-3,500	0.50	1,200-4,200
0.50	400-1,400	1.00	600-2,100
1.00	200-700	2.00	300-1,050
2.00	100-350	5.00	120-420
5.00	10-140	10.00	60-210
10.00	20-70	20.00	30-105
20.00	10-35	50.00	12-42
50.00	4-14	100.00	6-21
100.00	0-7	300.00	0-7

(วันชัย สุทธินุ่น. 2544 : 3)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – สกุล	นายพรรลภ โคตรศรี
วัน เดือน ปี เกิด	19 ตุลาคม 2496
สถานที่เกิด	อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	41/1 หมู่ 6 ตำบลวัดแก้ว อำเภอบางแพ จังหวัดราชบุรี
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนวัดหนองอ้อ ตำบลบ้านสิงห์ อำเภอโพธาราม จังหวัดราชบุรี
ตำแหน่ง	อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2524 สำเร็จการศึกษา ครุศาสตรบัณฑิต จากวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี พ.ศ.2535 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรบัณฑิต จากวิทยาลัยครูหมู่บ้านจอมบึง จังหวัดราชบุรี พ.ศ.2545 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง