การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ชนิดของสาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้

STUDY TREND OF EUTROPHICATION IN CHO-RA-KHE-KROB CANAL PRAWET DISTRICT BANGKOK PROVINCE BY USING SPECIECES OF ALGAE AS AN INDICATOR

นายเกียรติภูมิ นาควรรณกิจ
นางสาววรรณวิภา กตุดนิ่ม
นางสาววรวีย์ รัตนวราห

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ชนิดของสาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้

STUDY TREND OF EUTROPHICATION IN CHO-RA-KHE-KROB CANAL PRAWET DISTRICT BANGKOK PROVINCE BY USING SPECIECES OF ALGAE AS AN INDICATOR

นายเกียรติภูมิ นาควรรณกิจ
นางสาววรรณวิภา กลุดนิ่ม
นางสาววรวีย์ รัตนวราห

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY TREND OF EUTROPHICATION IN CHO-RA-KHE-KROB CANAL PRAWET DISTRICT BANGKOK PROVINCE BY USING SPECIECES OF ALGAE AS AN INDICATOR

MR. KIATTIPOOM NAKWANAKIT
MS. WANWIPA KLOODNIM
MS. WORAWEE RATTANAWARAHA

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE
IN ENVIRONMENTAL CHEMISTRY
FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACEDEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ชนิดของสาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้
STUDY TREND OF EUTROPHICATION IN CHO-RA-KHE-KROB CANAL PRAWET DISTRICT BANGKOK PROVINCE BY USING SPECIECES OF ALGAE AS AN INDICATOR

ชื่อนักศึกษา นายเกียรติภูมิ นาควรรณกิจ 55050887
นางสาววรรณวิภา กลุดนิ่ม 55050987
นางสาววรวีย์ รัตนวราห 55050989

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา เคมี
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. อุสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย กรรมการ	
อ.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ชนิดของสาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้		
ชื่อนักศึกษา	นายเกียรติภูมิ	นาควรรณกิจ	55050887
	นางสาววรรณวิภา	กลุดนิ่ม	55050987
	นางสาววรวีย์	รัตนวราห	55050989
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)		
ภาควิชา	เคมี		
ปีการศึกษา	2558		
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์		

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร โดยใช้ชนิดของสาหร่ายเป็นตัวบ่งชี้ โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 3 จุดครอบคลุมทั้งคลองจระเข้ขบในเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 โดยศึกษาจากปัจจัยที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน ประกอบด้วย ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน คลอโรฟิลล์ เอ ชนิดสาหร่ายและปริมาณของสาหร่าย ซึ่งผลการศึกษาแสดงดังนี้ ฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน เท่ากับ 19.68 – 21.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม คลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 49.11 – 57.26 ไมโครกรัมต่อลิตร ชนิดของสาหร่าย พบทั้งหมด 5 ดิวิชัน 19 สกุล ได้แก่ ดิวิชัน Cyanophyta มี 6 สกุล ดิวิชัน Chlorophyta มี 5 สกุล ดิวิชัน Euglenophyta มี 3 สกุล ดิวิชัน Chromophyta มี 3 สกุล ดิวิชัน Pyrrophyta มี 2 สกุล ปริมาณของสาหร่าย พบว่า ดิวิชัน Cyanophyta มีปริมาณสาหร่ายมากที่สุด รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta และ ดิวิชัน Euglenophyta ซึ่งมักพบในน้ำที่สารอาหารในปริมาณสูง เมื่อทำการประเมินด้วยวิธี AARL-PP Score พบว่าน้ำในคลองอยู่ในระดับที่มีสารอาหารสูง (Eutrophic status) คุณภาพน้ำไม่ดี มีแนวโน้มที่จะเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

คำสำคัญ : ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน แพลงก์ตอนพืช ระดับสารอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	STUDY TREND OF EUTROPHICATION IN CHO-RA-KHE-KROB CANAL PRAWET DISTRICT BANGKOK PROVINCE BY USING SPECIECES OF ALGAE AS AN INDICATOR		
Students	MR. KIATTIPOOM	NAKWANAKIT	55050887
	MS. WANWIPA	KLOODNIM	55050987
	MS. WORAWEE	RATTANAWARAHA	55050989
Degree	Bachelor of Science (B.Sc. Environmental Chemistry)		
Department	Chemistry, Faculty of Science KMITL		
Academic Year	2015		
Advisor	Associate Professor Glinsukol Suwannarat		

Abstract

Study trend of eutrophication in Cho-ra-khe-krob canal prawet district Bangkok province by using specieces of of algae as an indicator. Water sample from 3 station in September – Octerber 2015 were studied. 3 parameter of water quality including total Phosphorus in sediment soil, chlorophyll-a and phytoplankton were analyzed. As a result, The values of total Phosphorus in sediment soil were from 19.68 to 21.06 mg/kg and Cholorophyll-a were from 49.11 to 57.26 mg/L. The species of algae found 5 divisions 19 genus included Division Cyanophyta 6 genus, Division Chlorophyta 5 genus, Division Euglenophyta 3 genus, Division Chromophyta 3 genus and Division Pyrrophyta 2 genus. The volume of algae found Division Cyanophyta algal has the most, followed by the Division Chlorophyta and Division Euglenophyta. Three divisions were normally found at nutrient enrichment water. It was classified into Eutrophic status followed by AARL-PP Score (Applied Algal Research Phytoplankton) poor water quality and Eutrophication phenomenon might be accured.

Keywords : Eutrophication Phytoplankton Water quality Trophic level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆฝ่ายด้วยกัน ซึ่งผู้จัดโครงงานพิเศษนี้จึงใคร่ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ขอขอบพระคุณอาจารย์กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่กรุณาเสียสละเวลาในการให้คำปรึกษา คำแนะนำและตรวจสอบความถูกต้องเพื่อให้ผลงานสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. อุสารัตน์ ถาวรชัยสิทธิ์ และ ผศ.พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย อาจารย์กรรมการที่ช่วยให้คำแนะนำ ชี้แนะข้อบกพร่องสิ่งที่ควรแก้ไข รวมทั้งตรวจสอบผลงานอย่างละเอียดซึ่งทำให้ผลงานมีความสมบูรณ์มากขึ้น

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นแรงผลักดันในการสร้างแรงบันดาลใจในการดำเนินโครงงานพิเศษนี้ รวมถึงบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวที่คอยช่วยเหลือในการดำเนินงานครั้งนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

นายเกียรติภูมิ นาควรรณกิจ
นางสาววรรณวิภา กลุดนิ่ม
นางสาววรวีย์ รัตนวราห

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญรูป	ฉ
คำย่อและสัญลักษณ์	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช	4
2.2 ประโยชน์ของแพลงก์ตอนพืช	7
2.3 ข้อดีของการใช้แพลงก์ตอนพืชในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ	9
2.4 ลักษณะการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืช	9
2.4.1 การกระจายตัวในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนพืช	9
2.4.2 การลอยตัวของแพลงก์ตอนพืช	10
2.5 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ	10
2.5.1 ปัจจัยทางกายภาพ	10
2.6 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น	12
2.7 กระบวนการ และสาเหตุของยูโทรฟิเคชัน	14
2.8 วิธีตรวจวัด และประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชัน	15
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
2.9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษายูโทรฟิเคชันในประเทศไทย	21
2.9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษายูโทรฟิเคชันของในต่างประเทศ	23
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	25
3.1 สารเคมี	25
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 26
3.4 สภาพและพื้นที่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 26
3.5 การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 30
3.5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ 30
3.5.2 การเก็บแพลงก์ตอนพืช 30
3.5.2.1 การเตรียมน้ำยาในการตรึงแพลงก์ตอนพืช 30
3.5.2.2 การเก็บแพลงก์ตอนพืช 30
3.5.3 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน 30
3.6 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างและดินตะกอน 31
3.6.1 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 31
3.6.2 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างหาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน 32
3.6.2.1 การวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอน 32
3.6.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอน 32
3.6.3 การวิเคราะห์ดินตะกอน 33
3.6.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอน 33

บทที่ 4 ผลการวิจัย 34
4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย 34
4.2 ปัจจัยบ่งชี้สภาวะสารอาหารในแหล่งน้ำ 35
4.2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) 35
4.3 การศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 36
4.3.1 ความหลากหลายชนิดของสาหร่าย 36
4.3.2 ปริมาณสาหร่าย 43
4.4 การศึกษาสาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระบบ AARL-PP Score (Trophic status) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร 46
4.5 แนวทางการป้องกันการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน 48

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 50
5.1 สรุปผลการวิจัย 50
5.2 ข้อเสนอแนะ 51
เอกสารอ้างอิง 52
ภาคผนวก ก 57
ภาคผนวก ข 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การแบ่งสภาวะของแหล่งน้ำ 20
ตารางที่ 2.2 การแบ่งสภาวะของแหล่งน้ำตามกรมสิ่งแวดล้อมของรัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา 20
ตารางที่ 3.4 สภาพและพื้นที่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน 26
ตารางที่ 4.1 สาหร่ายที่พบทั้งหมดในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่าง เดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 37
ตารางที่ 4.2 ปริมาณสาหร่ายที่พบทั้งหมดในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 44
ตาราง ก-1 แสดงคะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตามระดับสารอาหาร 58
ตาราง ก-2.1 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 60
ตาราง ก-2.2 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 61
ตาราง ก-2.3 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 62
ตาราง ก-2.4 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 63
ตาราง ก-2.5 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 64
ตาราง ก-2.6 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 65
ตาราง ก-2.7 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 7 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ 66
ตาราง ข-1 ค่าปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดของดินตะกอน ที่จุดเก็บตัวอย่าง 67
ตาราง ข-2 ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่จุดเก็บตัวอย่าง 67
ตาราง ข-3 ปริมาณแพลงก์ตอนพืช ที่จุดเก็บตัวอย่าง 67
ตาราง ข-4 คะแนนคุณภาพน้ำสถานะสารอาหาร ที่จุดเก็บตัวอย่าง 68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง 27
รูปที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 บริเวณต้นน้ำคลองจระเข้ขบ 28
รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 บริเวณกลางลำคลองจระเข้ขบ 28
รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 บริเวณปลายลำคลองจระเข้ขบ 29
รูปที่ 4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2558 35
รูปที่ 4.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 36
รูปที่ 4.3 แพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง 38
รูปที่ 4.4 แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ กรุงเทพมหานคร ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง 39
รูปที่ 4.5 แพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง 40
รูปที่ 4.6 แพลงก์ตอนพืชใน Division Chromophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง 41
รูปที่ 4.7 แพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง 42
รูปที่ 4.8 จำนวนชนิดของสาหร่ายแต่ละดิวิชันในคลองจระเข้ขบ ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 42
รูปที่ 4.9 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในคลองจระเข้ขบ 45
รูปที่ 4.10 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในคลองจระเข้ขบ 45
รูปที่ 4.11 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในคลองจระเข้ขบ 45
รูปที่ 4.12 คุณภาพน้ำในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากการประเมินด้วยระบบ AARL-PP Score 46
รูปที่ 4.13 คุณภาพน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากการประเมินด้วยระบบ AARL-PP Score 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
mg/L	มิลลิกรัมต่อลิตร
mg/kg	มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
µg/L	ไมโครกรัมต่อลิตร
nm	นาโนเมตร
N	นอร์มอล
AARL-PP Score	Applied Algal Research Phytoplankton

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา

แม่น้ำ ลำคลองนับว่ามีความสำคัญมาแต่อดีต การตั้งถิ่นฐานของมนุษย์มักจะตั้งอยู่ตามแหล่งน้ำ และได้ใช้ประโยชน์มากมาย ทั้งด้านการคมนาคมขนส่ง การอุปโภคบริโภค การเป็นที่รองรับหรือระบายน้ำฝน และน้ำเสีย เป็นแหล่งผลิตอาหารจากพืชและสัตว์น้ำ แหล่งน้ำเพื่อการเกษตร การอุตสาหกรรม ตลอดจนเป็นสถานที่พักผ่อนหย่อนใจ ที่สืบทอดวัฒนธรรมและประเพณี เสริมสร้างภูมิทัศน์ให้แก่ชุมชน ที่โล่งสำหรับระบายอากาศของเมือง และก่อให้เกิดป่าชุมชน นอกจากนี้ แม่น้ำ ลำคลอง ยังเป็นแหล่งรวมของศิลปวัฒนธรรม ขนบธรรมเนียมประเพณี วิถีชีวิตที่สร้างสมสืบทอดต่อกันมาจากชุมชนที่ตั้งถิ่นฐานมาแต่โบราณ ซึ่งสิ่งเหล่านี้นับเป็นมรดกทางวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชนนั้นๆ และมีคุณค่าอย่างยิ่ง

ในปัจจุบัน แม่น้ำ ลำคลองยังคงมีความสำคัญต่อมนุษย์อย่างมาก ประโยชน์ของคลองในปัจจุบัน คือ เป็นพื้นที่เปิดโล่งในเมือง ปัจจุบันชุมชนเมืองมีอาคารร้านค้าแออัด และมีแนวโน้มที่จะหนาแน่นมากขึ้น ชุมชนที่มีลำคลองไหลผ่าน นับเป็นพื้นที่โล่งว่างที่มีในตัวเมือง เป็นการเปิดพื้นที่ให้มีธรรมชาติมากขึ้น เพื่อให้อากาศถ่ายเทให้ลมพัดเย็นสดชื่น ช่วยลดภาวะมลพิษของสิ่งแวดล้อม อาคารร้านค้าไม่แออัดคุณภาพชีวิตและความเป็นอยู่จะดีขึ้น เป็นเส้นทางคมนาคมทางเลือก คลองหลายแห่งในกรุงเทพฯ เช่น คลองแสนแสบ คลองลาดพร้าวเป็นเส้นทางคมนาคมทางน้ำที่เป็นทางเลือกของคนกรุงเทพฯ ซึ่งต้องประสบปัญหาการจราจรทางบกติดขัดอย่างรุนแรง คลองยังเป็นแหล่งระบายน้ำฝนอย่างดี และจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับบ้านเมืองที่ ตั้งอยู่ในเขตอากาศแบบมรสุม ฝนตกหนักเป็นฤดูกาล จำเป็นต้องมีคลองช่วยระบายน้ำ ทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆตามมาอีกมาก คลองเป็นแหล่งวัฒนธรรม วิถีชีวิตริมน้ำที่สงบ ร่มรื่น รวมทั้งตลาดน้ำที่ ปรากฏในคลองต่าง ๆ เช่นตลาดน้ำคลองดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรีที่ยังเป็นแหล่งดึงดูดนักท่องเที่ยวทั่วโลก สิ่งบอกเล่าทางประวัติศาสตร์ สิ่งก่อสร้างสำคัญ ๆ ที่ตั้งอยู่ริมคลอง ไม่ว่าจะเป็นวัดป้อม บ้านล้วนเป็นสิ่งบอกเล่าประวัติศาสตร์บริเวณนั้นให้กับคนรุ่นหลัง ๆ ได้อย่างดี นอกจากจะสะท้อนวิถีชีวิตคนไทยแล้วก็ยังช่วยกระตุ้นเศรษฐกิจของประเทศอีกด้วย คลองเป็นแหล่งน้ำอุปโภค ยังมีคลองอีกจำนวนหนึ่งที่ผู้คนสามารถใช้น้ำคลองเป็นน้ำใช้อุปโภคเพื่อการเกษตรและใช้เป็นเส้นทางคมนาคมอยู่

จากความสำคัญของแม่น้ำลำคลองที่ได้กล่าวมา มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดูแลรักษาแม่น้ำลำคลองให้มีคุณภาพดีอยู่เสมอ กิจกรรมต่างๆเช่น ชุมชน อุตสาหกรรม เกษตรกรรม เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ล้วนส่งผลต่อคุณภาพน้ำ เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่กระจายสู่แหล่งน้ำ นอกจากคุณภาพน้ำที่ต้องให้ความสำคัญแล้ว สาหร่าย นับว่ามีบทบาทสำคัญต่อคุณภาพน้ำ สาหร่ายเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในระบบนิเวศ ผลิตออกซิเจนให้กับน้ำด้วยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง แต่หากสาหร่ายเหล่านี้มีการเจริญมากเกินไป จะทำให้เกิดผลกระทบต่อน้ำ และสัตว์ที่อาศัยอยู่ในน้ำ การเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของสาหร่าย และพืชน้ำ เมื่อมีจำนวนมากขึ้นเรื่อยๆก็ปกคลุมผิวน้ำ เป็นการขัดขวางการส่องผ่านของแสงอาทิตย์ที่สิ่งมีชีวิตอื่นในแหล่งน้ำนั้นๆจะได้รับ การที่มีสาหร่าย และพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำปกคลุมนั้น มีผลต่อระดับออกซิเจนละลาย (Dissolved Oxygen : DO) ค่า DO ในแหล่งน้ำลดลงอย่างมาก เนื่องจากการหายใจ และการย่อยสลายของวัชพืช ทำให้ทัศนียภาพของแหล่งน้ำไม่ดี สาหร่ายบางชนิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น บางชนิดเป็นพิษต่อปลา อาจทำให้ประชากรปลาเสียสมดุล นอกจากนี้ยังทำให้แหล่งน้ำนิ่งกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ยุง มีกลิ่นและรสที่ไม่พึงประสงค์ สาหร่าย และพืชน้ำสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้ ในการแบ่งชั้นของทะเลสาบ พารามิเตอร์ที่สำคัญที่ใช้ในการแบ่งชั้นได้แก่ ฟอสฟอรัส,ไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ เอ โดยฟอสฟอรัส และไนโตรเจนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิด การบลูมของสาหร่ายขึ้นในแหล่งน้ำ จะเห็นได้ว่า สาหร่ายมีความสำคัญอย่างมากในการบ่งชี้คุณภาพแหล่งน้ำ ส่วนในด้านอุปโภค บริโภค น้ำที่มีการบลูมของสาหร่ายก็ไม่เหมาะกับการนำไปใช้ประโยชน์ทั้งในด้านอุปโภค และบริโภค

คลองจระเข้ขบ เป็นคลองที่มีสาขาจากคลองประเวศบุรีรมย์ และมีส่วนติดต่อกับคลองมะขามเทศ มีความยาวประมาณ 7-8 กิโลเมตร เกือบตลอดลำคลองน้ำในคลองมีสีเขียว มีการเลี้ยงปลาในกระชัง มีคนยังใช้เรือในการเดินทางอยู่บ้าง ส่วนมากจะเป็นเรือขายของ สองฝั่งของคลองจรเข้ขบเป็นชุมชนสุเหร่าจระเข้ขบ มีบ้านเรือน มัสยิด และโรงเรียน ในส่วนของชุมชนมีลักษณะเป็นชุมชนที่บ้านเรือนแยกเป็นหลังๆ ส่วนใหญ่เป็นชาวมุสลิม ยังมีการใช้น้ำในลำคลองสำหรับการอุปโภคอยู่บ้าง เช่น การใช้นำจากคลองมารดน้ำต้นไม้

ปัญหาสำหรับคลองจระเข้ขบ เช่น ปัญหาน้ำเสีย ปัญหาการตื้นเขิน เป็นต้น ล้วนส่งผลต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรสัตว์น้ำ และประชาชนที่อาศัยอยู่ตลอดแนวลำคลอง ซึ่งทางออกที่ดีที่สุดสำหรับการแก้ปัญหานี้คือ การขุดลอกคลอง แต่ต้องใช้งบประมาณสูง ทางผู้วิจัยจึงเห็นว่า เราควรให้ความสนใจในเรื่อง การเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน การเพิ่มขึ้นของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีผลกระทบอย่างมากต่อสัตว์น้ำ และคุณภาพน้ำ ทำให้น้ำในคลองไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ทางผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาถึงแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจรเข้ขบ หาปัจจัยที่จะส่งผลต่อการเกิดปรากฏการณ์นี้ รวมทั้งหาทางป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของสาหร่าย เพื่อจะเป็นผลดีต่อคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษาชนิดของสาหร่าย และใช้เป็นตัวบ่งชี้ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ
2. ศึกษาแนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ
3. ศึกษาสภาวะของสารอาหารในแหล่งน้ำ (Trophic status)

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง เก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง ตั้งแต่เดือนกันยายน ถึง ตุลาคม 2558

2. จุดเก็บตัวอย่าง ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและดินทั้งหมด 3 จุด คือ บริเวณต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ ของคลองจระเข้ขบ

3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์แนวโน้มการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน และหาแนวทางป้องกันเพื่อไม่ให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันของคลองจระเข้ขบ
2. ทราบถึงชนิด และปริมาณสาหร่ายที่อาจส่งผลต่อคุณภาพน้ำ
3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาวิเคราะห์แนวทางป้องกันการเกิดปรากฏกาณ์ยูโทรฟิเคชั่นคลองจระเข้ขบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับแพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ล่องลอยอยู่ในกระแสน้ำอย่างอิสระตามกระแสน้ำ และคลื่นลมจะพาไป (ลัดดา, 2546) เนื่องจากลักษณะทางกายภาพ และขนาดทำให้แพลงก์ตอนไม่สามารถรักษาการเคลื่อนที่ต้านต่อกระแสน้ำได้ แพลงก์ตอนพืชสามารถดูดซับพลังงาน และทำการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อเปลี่ยนสารอนินทรีย์ให้เป็นสารอินทรีย์ได้ เนื่องจากมีคลอโรฟิลด์จึงจัดเป็นผู้ผลิตขั้นปฐมภูมิในระบบนิเวศ มีความสำคัญอย่างมากต่อระบบนิเวศภาคพื้นน้ำ แพลงก์ตอนพืชสามารถพบได้ทั้งในน้ำทะเล น้ำกร่อย และน้ำจืด การกระจายตัวของแพลงก์ตอนพืชพบว่ามีการกระจายตัวอยู่ทั่วโลก พบได้ทั้งเขตอบอุ่น และเขตร้อน (ลัดดา, 2544) ดังนั้นในการจัดหมวดหมู่ของแพลงก์ตอนพืชตามระบบ (Bold and Wynn, 1985) สามารถจำแนกได้ทั้งหมด 9 ดิวิชัน คือ Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) Division Charophyta (สาหร่ายไฟ) Division Euglenophyta (สาหร่ายยูกลีนอยด์) Division Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) Division Chrysophyta (สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง) Division Pyrrhophyta (สาหร่ายไดโนแฟลเจลเลต) Division Cryptophyta (สาหร่ายคริพโตโมแนดส์) Division Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1.1 Division Cyanophyta (สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน) มีลักษณะโครงสร้างของนิวเคลียสคล้ายคลึงกับนิวเคลียสของแบคทีเรีย และบางชนิดมีคุณสมบัติตรึงไนโตรเจนจากอากาศได้เช่นเดียวกับแบคทีเรียที่สามารถตึงไนโตรเจนได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติทางชีวเคมีคล้ายแบคทีเรียด้วย แต่ได้ถูกจัดกลุ่มแยกออกมาจากแบคทีเรีย เพราะสาหร่ายมีคลอโรฟิลด์เอ และมีการปล่อยออกซิเจนสู่สิ่งแวดล้อมจากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ซึ่งไม่พบในแบคทีเรีย จากการพบซากดึกดำบรรพ์ (fossil) ในยุค Archaeozoic ซึ่งเป็นเวลามากกว่า 2 พันล้านปีมาแล้ว ทำให้เข้าใจว่าสาหร่ายดิวิชันนี้ เป็นสิ่งมีชีวิตที่โบราณที่สุดในบรรดาสิ่งมีชีวิตทั้งหลายที่มีคลอโรฟิลด์อยู่ในเซลล์ และพบสาหร่ายพวกนี้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงมาก เช่น ในบ่อน้ำพุร้อน หรือบริเวณที่อากาศหนาวเย็น เช่น ในหิมะ หรือบริเวณขั้วโลก ทั้งนี้อาจจะเนื่องมาจากเซลล์ของสาหร่ายชนิดนี้มีเมือก (gelatinous sheath) หุ้ม จึงสามารถเก็บความชื้นไว้ในเซลล์ และสามารถเป็นฉนวนกันความร้อน และความเย็นให้กับเซลล์ได้ อีกประการหนึ่งโมเลกุลของโปรตีนภายในโปรโตรพลาสซึมจับตัวกันแน่น จึงเป็นเหตุช่วยให้เซลล์มีชีวิตอยู่ได้นาน (ยุวดี, 2549)

2.1.2 Division Chlorophyta (สาหร่ายสีเขียว) สาหร่ายดิวิชันนี้ ส่วนใหญ่มีสีเขียวเหมือนหญ้า (grass-green algae) เพราะภายในมีคลอโรพลาสต์ที่มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลด์ เอ และบีจำนวนมาก ซึ่งจะบดบังรงควัตถุสีอื่นๆไว้ นอกจากนี้ก็มีรงควัตถุพวกแคโรทีน และเซนโธฟิลล์อีกหลายชนิด รงควัตถุทั้งหมดอยู่ในรูปคลอโรพลาสต์ ซึ่งมีรูปร่างหลายแบบ คุณสมบัติเหล่านี้สามารถนำมาจัดจำแนกสาหร่ายสีเขียวได้อย่างชัดเจน และสามารถพบสาหร่ายสีเขียวนี้ได้ทั่วไปแทบทุกหน ทุกแห่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณกันว่า 10 เปอร์เซ็นต์ของสาหร่ายสีเขียวทั้งหมดเป็นสาหร่ายทะเลซึ่งจะเจริญแตกต่างกันตามสภาพอุณหภูมิของน้ำ ความเข้มของแสง และความสมบูรณ์ของสารอาหาร สาหร่ายสีเขียวที่เป็นสาหร่ายทะเลมักจะพบบริเวณน้ำตื้นตามแนวชายฝั่ง อาจจะมีบ้างที่พบในระดับความลึกถึง 300 ฟุต ส่วนอีก 90 เปอร์เซ็นต์ของสาหร่ายสีเขียวที่เหลือเป็นสาหร่ายน้ำจืด หรือสาหร่ายที่ขึ้นอยู่ภายใต้สภาพแวดล้อมที่เป็นอากาศก็ได้ สาหร่ายที่อยู่ในน้ำจืดอาจจะเจริญอยู่ในน้ำตื้นๆ หรือน้ำลึกที่แสงส่องถึง และหลายชนิดมีสภาพเป็นแพลงก์ตอนพืช บางชนิดก็ขึ้นอยู่บนก้อนหิน ทราย โคลน เปลือกหอย บนพืช สัตว์อื่นๆ ในดิน เปลือกไม้ ในพืช ในหิมะ น้ำแข็ง หรือบางชนิด สปอร์อาจจะปนมากับฝุ่นละอองก็ได้ (ยุวดี, 2549)

2.1.3 Division Charophyta (สาหร่ายไฟ) สาหร่ายกลุ่มนี้มีลักษณะระหว่างสีเขียว และพืชพวกไบรโอไฟต์ ดังนั้น Bold and Wynne (1985) จึงได้จัดสาหร่ายไฟเป็นดิวิชันหนึ่งแยกออกมาจาก Division Chlorophyta ซึ่งสอดคล้องกับการอ้างของ Singh and Kashyap (1978) ที่กล่าวไว้ว่าสาหร่ายไฟไม่น่าจะอยู่ใน Division Chlorophyta เนื่องจากทัลลัสส่วนที่เป็นแกนกลางปกคลุมด้วยข้อ และปล้อง เซลล์สืบพันธุ์ล้อมด้วยเซลล์ที่เป็นหมัน เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือแอนเทอโรซอยด์มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น และตัวเซลล์ก็มีรูปร่างแบบเกลียว นอกจากนั้นยังไม่ทีซูโอสปอร์ และในระยะที่จะงอกใหม่เกิดจากเซลล์ที่เรียกว่า โปรโตนีมา (protonema) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ไม่พบในสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายไฟมีความใกล้เคียงกับพืชชั้นสูงมาก มองดูเหมือนสาหร่ายหางกระรอก มีส่วนที่เป็นข้อ (node) และปล้อง (internode) ชัดเจน เป็นสาหร่ายที่พบในน้ำจืด และมีน้อยชนิดที่พบในน้ำกร่อย (ยุวดี, 2549 อ้างถึง van den Hoek et al., 1998) มีไรซอยด์ยึดเกาะอยู่กับพื้น ซึ่งอาจเป็นดิน หรือทราย จึงพบได้ในแหล่งน้ำตื้นๆหรือริมฝั่ง คู คลอง หนอง บึง ซึ่งมีน้ำท่วมถึง และไม่ลึกนัก พบบ่อยในบ่อเลี้ยงปลาตื้นๆ มีพื้นเป็นดินโคลน มีการปลูกพืนน้ำ เช่น บัว หรือบางครั้งพบในนาข้าวในช่วงที่น้ำยังท่วม บางครั้งจึงถูกจัดเป็นวัชพืช (ยุวดี, 2549)

2.1.4 Division Charophyta (สาหร่ายไฟ) สาหร่ายกลุ่มนี้มีลักษณะระหว่างสีเขียว และพืชพวกไบรโอไฟต์ ดังนั้น Bold and Wynne (1985) จึงได้จัดสาหร่ายไฟเป็นดิวิชันหนึ่งแยกออกมาจาก Division Chlorophyta ซึ่งสอดคล้องกับการอ้างของ Singh and Kashyap (1978) ที่กล่าวไว้ว่าสาหร่ายไฟไม่น่าจะอยู่ใน Division Chlorophyta เนื่องจากทัลลัสส่วนที่เป็นแกนกลางปกคลุมด้วยข้อ และปล้อง เซลล์สืบพันธุ์ล้อมด้วยเซลล์ที่เป็นหมัน เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ หรือแอนเทอโรซอยด์มีแฟลกเจลลัม 2 เส้น และตัวเซลล์ก็มีรูปร่างแบบเกลียว นอกจากนั้นยังไม่ทีซูโอสปอร์ และในระยะที่จะงอกใหม่เกิดจากเซลล์ที่เรียกว่า โปรโตนีมา (protonema) ซึ่งลักษณะเช่นนี้ไม่พบในสาหร่ายสีเขียว สาหร่ายไฟมีความใกล้เคียงกับพืชชั้นสูงมาก มองดูเหมือนสาหร่ายหางกระรอก มีส่วนที่เป็นข้อ (node) และปล้อง (internode) ชัดเจน เป็นสาหร่ายที่พบในน้ำจืด และมีน้อยชนิดที่พบในน้ำกร่อย (ยุวดี, 2549) มีไรซอยด์ยึดเกาะอยู่กับพื้น ซึ่งอาจเป็นดิน หรือทราย จึงพบได้ในแหล่งน้ำตื้นๆหรือริมฝั่ง คู คลอง หนอง บึง ซึ่งมีน้ำท่วมถึง และไม่ลึกนัก พบบ่อยในบ่อเลี้ยงปลาตื้นๆ มีพื้นเป็นดินโคลน มีการปลูกพืนน้ำ เช่น บัว หรือบางครั้งพบในนาข้าวในช่วงที่น้ำยังท่วม บางครั้งจึงถูกจัดเป็นวัชพืช (ยุวดี , 2549)

2.1.5 Division Phaeophyta (สาหร่ายสีน้ำตาล) สาหร่ายดิวิชันนี้จะมีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงน้ำตาลเข้ม เนื่องจากภายในคลอโรพลาสต์มีรงควัตถุชนิดคลอโรฟิลล์ที่ทำให้เกิดสีเขียว ฟิวโคแซนธิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล และมีรงควัตถุอีกหลายชนิด สาหร่ายดิวิชันนี้เกือบทั้งหมดเป็นสาหร่ายทะเล และน้ำกร่อยมีเพียง 4 ชนิดที่พบในน้ำจืด ได้แก่ Heribaudiella, Pleurocladia, Bodanella และ Sphacelaria เป็นต้น ส่วนใหญ่จะเป็นสาหร่ายที่มีขนาดใหญ่ตั้งแต่ลักษณะที่เป็นเส้นสายจนถึงทัลลัส บางพวกอาจจะมีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อพาเรนไคมา มักพบบริเวณชายฝั่งจนกระทั่งถึงท้องทะเลที่มีระดับลึกถึง 200 เมตร และมักพบในบริเวณน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ เช่น ในน้ำทะเลเขตอบอุ่นมากกว่าในเขตร้อน (ยุวดี, 2549)

2.1.6 Division Chrysophyta (สาหร่ายสีน้ำตาลแกมทอง) สาหร่ายในดิวิชันนี้มีความหลากหลายของลักษณะรูปร่างแตกต่างกันมาก มีทั้งกลุ่มที่มีลักษณะเซลล์เดียว หรือเซลล์อาจอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม เซลล์อาจมีแฟลเจลลัม หรือไม่มีแฟลเจลลัม ผนังเซลล์มีลาย และอาจเป็นสารซิลิกา มีรงควัตถุแคโรทีนด์มากกว่าคลอโรฟิลล์ อาหารสะสมเป็นคริสโสลามินาแรน (ยุวดี, 2549)

2.1.7 Division Pyrrophyta (สาหร่ายไดโนแฟลเจลเลต) สาหร่ายดิวิชันนี้มีเซลล์เดียว และมีแฟลเจลลัม 2 เส้น ใช้ในการเคลื่อนที่ และยังมีตำแหน่งที่ต่างกัน โดยแต่ละเส้นอยู่คนละระนาบตั้งฉากซึ่งกันละกัน แฟลเจลลัมยาวไม่เท่ากัน ดำรงชีวิตอิสระ พบได้ทั้งน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำเค็ม บางสปีชีส์อยู่รวมกันเป็นโคโลนี แต่เป็นโคโลนีเทียม ลักษณะกลม บางสปีชีส์อยู่เป็นเส้นสายเชื่อมติดกับวัตถุ ไดโนแฟลเจลเลตมีความสำคัญมากในแง่การเป็นผู้ผลิตขั้นต้นในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในทะเล มีมากกว่า 130 จีนัส 2,000 สปีชีส์ นอกจากนั้นยังพบฟอสซิลอีกประมาณ 2,000 สปีชีส์ เมื่อมีการเจริญเติบโตอย่างมากมายมักก่อให้เกิดปัญหาในน้ำทะเล เช่น ปรากฏการณ์ขี้ปลาวาฬ (red tide) โดยมีผลทำให้น้ำทะเลเป็นสีแดง ทำให้สัตว์น้ำตายเป็นจำนวนมาก บางสปีชีส์สามารถเรืองแสงได้ในเวลากลางคืน (ยุวดี, 2549)

2.1.8 Division Cryptophyta (สาหร่ายคริพโตโมแนดส์) สาหร่ายดิวิชันนี้เป็นสาหร่ายกลุ่มเล็กๆ ลักษณะเซลล์เดี่ยว ว่ายน้ำอิสระ ส่วนใหญ่ดำรงชีวิตเป็นพลงก์ตอนพืช พบได้ทั้งในน้ำจืด และน้ำเค็ม ลักษณะเซลล์แบนจากด้านบนไปทางท้ายเซลล์ มีแฟลเจลลัม 2 เส้น และลักษณะเด่นชัดของคริพโตโมแนดส์ คือ การมีเซลล์พิเศษ เรียกว่า อีเจคโตโซม (ejectosome) เป็นเข็มพา ทำหน้าที่ป้องกันตัว และใช้จับเหยื่อ (ยุวดี, 2549)

2.1.9 Division Rhodophyta (สาหร่ายสีแดง) สาหร่ายสีแดงเป็นสาหร่ายที่พบในทะเลมากกว่าในน้ำจืด จำนวนสปีชีส์ที่พบทั้งหมดรวม 5,000-5,500 สปีชีส์ ซึ่งอยู่ใน 500-600 จีนัส ที่พบในน้ำจืดราว 150 สปีชีส์ และในพวกสาหร่ายทะเลด้วยกันแล้ว สาหร่ายสีแดงก็มีจำนวนสปีชีส์มากที่สุด (ยุวดี, 2549)สาหร่ายสีแดงมีความคล้ายคลึงสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในแง่ของรงควัตถุ คือจะมีกลุ่มไฟโคบิลิน ซึ่งประกอบไปด้วยไฟโคไซยานิน และไฟโคเออริธรินเป็นหลัก นอกจากนั้นในวงจรชีวิตทั้งแบบอาศัยเพศ และไม่อาศัยเพศ เซลล์สืบพันธุ์ยังไม่มีแฟลเจลลัมคล้ายสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน แต่สาหร่ายมีเขียวแกมน้ำเงินมีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเท่านั้น และสาหร่ายสีแดงก็คล้ายสาหร่ายสีน้ำตาล คือมีในเขตอบอุ่นมากกว่าเขตร้อน และมักจะมีขนาดใหญ่โต ส่วนในเขตร้อนมักจะมีขนาดค่อนข้างเล็ก นอกจากนั้นยังเป็นกลุ่มที่สามารถเจริญเติบโตได้ในความลึกที่ลึกกว่าสาหร่ายอื่นๆ คืออาจจะพบในระดับความลึกถึง 200 เมตร ซึ่งมีแสงน้อยมาก (ยุวดี, 2549) ทั้งนี้เนื่องมาจากสาหร่ายชนิดนี้มีรงควัตถุพวกไฟโคเออริธรินปริมาณมาก ซึ่งสามารถรับแสงสีเขียว และสีเหลือง ซึ่งจะลอดผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงไปยังทะเลส่วนที่ลึกได้ แล้วนำไปใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ในขณะที่แสงสีแดง และน้ำเงินจะถูกคลอโรฟิลล์เอ และบีของพวกแพลงก์ตอนพืชที่อยู่บริเวณผิวน้ำดูดไปใช้ปริมาณมาก ดังนั้นสาหร่ายสีแดงที่อยู่ในทะเลลึกจึงมีสีแดงเข้มกว่าที่อยู่บริเวณน้ำตื้น เนื่องจากต้องมีรงควัตถุพวกไฟโคเออริธรินปริมาณมาก (ยุวดี, 2549)

2.2 ประโยชน์ของแพลงก์ตอนพืช (ลัดดา, 2544)

2.2.1 เป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของห่วงโซ่อาหาร (food chain) ในแหล่งน้ำธรรมชาติ

2.2.2 เป็นตัวชี้ (indicator) ระดับความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ

การวัด แบ่งออกเป็น 3 แบบ ได้แก่ วัดปริมาณคลอโรฟิลล์เท่ากับปริมาณการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช หรือเป็นการวัดผลผลิตเบื้องต้น (primary productivity) ซึ่งมีหน่วยการวัดได้หลายแบบ ได้แก่ กรัมคาร์บอเนต/ต.ร.ม/วัน วัดเป็นกรัมคาร์บอน/ลบ.ม./วัน วัดอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีหน่วยเป็นกรัมคาร์บอน/วัน และวัดเป็นหน่วยกำลังกิโลแคลอรี่/ต.ร.ม/ปี

2.2.3 เป็นตัวชี้กระแสน้ำ (currents) ในทะเล และมหาสมุทร

นิยมใช้แพลงก์ตอนพืชที่มีขนาดใหญ่ หรือแพลงก์ตอนที่จำแนกชนิด หรือกลุ่มได้ง่ายๆ เช่น หนอนธนูบางชนิด ได้แก่ Sagittaelegans เป็นตัวชี้กระแสน้ำนอกฝั่ง (oceanic currents) และกระแสน้ำชายฝั่ง (coastal currents) ที่ไหลมาพบกัน Sagittaarctica เป็นหนอนธนูที่พบในบริเวณที่มีกระแสน้ำเย็นจากมหาสมุทรแอตแลนติค หรือไดอะตอมทะเล เช่น Thalassiosira hyaline จะพบในบริเวณที่มีกระแสน้ำเย็นจากขั้วโลกไหลผ่าน เป็นต้น

2.2.4 ชนิดของแพลงก์ตอนใช้เป็นตัวชี้ความอุดมสมบูรณ์ของน้ำธรรมชาติ

2.2.5 ชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนใช้ตรวจสอบมลภาวะ (pollution) ของแหล่งน้ำ

โดยสามารถใช้ได้ดีกับมลภาวะที่เกิดจากสารอินทรีย์ (organic pollution) ซึ่งมักจะมีแพลงก์ตอนหลายชนิด เช่น Euglena viridis, Nitzschiapalea, Oscillatoria limosa, Scenedesmus quadricauda, Oscillatoria tenuis เป็นต้น ใช้เป็นดัชนี (index) 5 อันดับแรกแสดงว่าเกิดมลภาวะจากสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำ (ลัดดา, 2544 อ้างถึง Palmer, 1969) หรือใช้ค่าดัชนีความหลากหลาย (diversity index) คำนวณโดยใช้ข้อมูลจำนวนแพลงก์ตอน ปริมาณของแพลงก์ตอนแต่ละชนิดประเมินสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำที่ต้องการศึกษา โดยมีหลักการง่ายๆว่า ในแหล่งน้ำปกติจะมีแพลงก์ตอนมากชนิด และปริมาณของแต่ละชนิดมีไม่มาก ในทางตรงกันข้าม หากน้ำเกิดมลภาวะ จำนวนชนิดแพลงก์ตอนจะลดลงเหลือเพียง 2-3 ชนิด หรืออาจเหลือเพียงชนิดเดียว และมีจำนวนมากมายมหาศาล ดังเช่นกรณีการเกิดการบลูมของน้ำ (water bloom) การเกิดน้ำแดง หรือขี้ปลาวาฬ (red water, brown water)

2.2.6 ใช้ในอุตสาหกรรม

แพลงก์ตอนที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาจแบ่งได้ 2 รูปแบบ คือแบบที่ 1 ใช้ในรูปของแพลงก์ตอนที่มีชีวิต (live form) อาจจะใช้ทั้งเซลล์ หรือโดยการสกัดผลผลิตที่เซลล์ผลิตขึ้นมา และแบบที่ 2 ใช้ในรูปของซากเกลือ (fossil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6.1 ใช้ในรูปของแพลงก์ตอนที่มีชีวิต (live form) ซึ่งนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการดังนี้

- เป็นอาหารสัตว์ โดยนำมาเพาะเลี้ยงเป็นอาหารสำหรับอนุบาลสัตว์น้ำ เช่น เลี้ยงแพลงกืตอนพืช (คลอเรลลา สไปรูไลน่า ฯนฯ) สำหรับอนุบาลลูกกุ้ง ระยะโปรโตโซเอีย และเลี้ยงแพลงก์ตอนสัตว์ (โรติเฟอร์ ไรแดง ฯลฯ) สำหรับอนุบาลลูกปลา ลูกกุ้ง ช่วงที่เปลี่ยนจากระยะโปรโตโซเอียเป็นไมซิส

- เป็นอาหารมนุษย์โดยใช้เป็นอาหารในชีวิตประจำวัน ใช้เป็นอาหารเสริมของมนุษย์และสัตว์ แพลงก์ตอนพืชที่นิยมนำมาใช้เป็นอาหารเสริมของมนุษย์ ในรูปของแคปซูล หรืออัดเม็ด ได้แก่ คลอเรลลา สาหร่ายเกลียวทอง (สไปรูไลนา) โดยเฉพาะสาหร่ายเกลียวทองนั้นมีโปรตีนสูงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง และมีวิตามินหลายชนิด เช่น วิตามิน เอ วิตามิน บี1 บี2 บี6 บี12 วิตามินดี วี และอี และยังมีแร่ธาตุอีกหลายชนิด เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก สังกะสี แมงกานีส ฯลฯ นอกจากจะใช้เป็นอาหารมนุษย์แล้วยังเหมาะที่จะนำมาเป็นอาหารสัตว์บางชนิดเช่น ปลาสวยงาม นิยมนำสาหร่ายเกลียวทองเป็นส่วนผสมของอาหารในการเลี้ยงปลา เพื่อเพิ่มสีสันให้แก่ปลาสวยงาม สีที่สกัดได้จากสาหร่ายบางชนิด เช่น Dunaliella spp. สามารถนำไปผสมผลิตภัณฑ์อาหารได้หลายชนิด ได้แก่ เนยเทียม เนยแข็ง เครื่องดื่ม และขนมปัง เป็นต้น เพราะนอกจากจะเพิ่มสีแก่ผลิตภัณฑ์แล้วยังปลอดภัยแก่สุขภาพด้วย

- เป็นยา โดยในปัจจุบันสามารถสกัดยาปฏิชีวนะได้จากสาหร่ายหลายชนิด แต่ยังไม่ได้ทำเป็นอุตสาหกรรม เนื่องจากมีปริมาณไม่มากพอ และค่าใช้จ่ายสูง จากการทดลองพบว่า สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิดโดยเฉพาะ สไปรูไลน่า ให้สารประกอบที่ใช้รักษาโรค เช่น ความดันโลหิตสูง โลหิตจาง โรคภูมิแพ้ มะเร็งในช่องปาก และไขมันในโลหิตสูง เป็นต้น (ลัดดา, 2544 อ้างถึง Okuda et al., 1975; Rolle and Pabst, 1980) แต่ผลการทดลองดังกล่าวยังอยู่ในขั้นทดสอบอีกระยะหนึ่งเพื่อยืนยันผลก่อนที่จะนำมาผลิตเป็นยาจำหน่าย นอกจากนี้กลีเซอรอลก็เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสาหร่ายสกุล Platymonas, Pyramimonas สามารถนำไปใช้ผสมในอาหาร เครื่องสำอาง และผลิตสารเคมีในอุตสาหกรรม

2.2.6.2 ใช้ในรูปของเกลือ (fossil form)

- ไดอะโตไมท์ (diatomite) หรือไดอะโตมาเซียสเอิธ เป็นซากเกลือที่เกิดจากผนังเซลล์ไดอะตอมที่ตายทับถมกันนานนับล้านปี แหล่งใหญ่ของไดอะโตไมท์อยู่ในทะเล ซากเกลือดังกล่าวนี้ประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ ประมาณ 95 เปอร์เซ็นต์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำผลิตภัณฑ์เครื่องกรองน้ำยาต่างๆได้ดี เนื่องจากไม่ทำปฏิกิริยากับสารที่กรอง สามารถใช้เป็นฉนวนกันความร้อนในอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น หม้อต้มน้ำ และเตาเผาที่ใช้ความร้อนสูงๆ และใช้เป็นผงขัดเงาโลหะต่างๆ

- หินปูน (carbonate rock) ประกอบด้วยแคลไซท์ ($CaCO_3$) ซึ่งเกิดจากส่วนของเซลล์ที่ตายแล้วของแพลงก์ตอนพืชหลายหลุ่ม เช่น แพลงก์ตอนในคลาส Chrysophyceae โดยเฉพาะในกลุ่ม coccolithophorids สาหร่ายสีเขียว และสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินบางชนิด เป็นต้น นอกจากนี้ยังประกอบด้วยแพลงก์ตอนสัตว์ในอันดับ Foraminferida พวกครัสตาเซียน รวมทั้งเปลือกหอยที่ตายแล้วทับถมกัน หินปูนนี้นำไปใช้ประโยชน์ในโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น เซรามิค ปุ๋ย ผงขัด แผ่นกรอง ซีเมนต์ พลาสติก ยาง และสี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- มีประโยชน์ในด้านอุตสาหกรรมน้ำมัน กล่าวคือ แพลงก์ตอนพืชบางชนิดสามารถสร้างแคโรเจน ซึ่งเป็นสารประกอบเคมีประเภทไฮโดรคาร์บอน ซึ่งมีโครงสร้างที่สลับซับซ้อน แต่ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยลิพิค (lipid) โดยทั่วไปแพลงก์ตอนพืชจะผลิตลิพิดได้ 4-28 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง แต่ถ้ามีสภาวะที่เหมาะสมจะสามารถผลิตได้เพิ่มขึ้นถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ไดอะตอมเป็นกลุ่มที่ผลิตลิพิดได้สูง ซึ่งมีปริมาณถึง 70 เปอร์เซ็นต์ สารประกอบเคโรเจนนี้จะเปลี่ยนสภาพเป็นน้ำมันปิโตรเลียมโดยขบวนการทางธรรมชาติ

- มีประโยชน์ในการสำรวจแหล่งน้ำมันโดยการจัดอายุของชั้นหินซึ่งเป็นซากเหลือของแพลงก์ตอน หรือที่เรียกว่า biostratigraphy โดยใช้หลักอนุกรมวิธาน และความลึกของชนิดแพลงก์ตอน เพื่อคำนวณหาปริมาณของแหล่งน้ำมัน ชั้นหินที่ว่านี้ประกอบด้วยแพลงก์ตอนสัตว์ในอันดับ Foraminiferida, Radiolarida และแพลงก์ตอนพืชกลุ่มที่สะสมอาหารประเภทน้ำมัน ได้แก่ coccolithophorids และไดอะตอม

2.2.7 ใช้ในการศึกษา และทดลองทางวิทยาศาสตร์

แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์หลายชนิด สามารถเลี้ยงได้ง่ายในห้องปฏิบัติการ นักเพาะเลี้ยงจึงนิยมนำมาศึกษา และทดลองด้านชีววิทยา สรีรวิทยา และพิษวิทยาได้แก่ Chlorella และ Chlamydomonas เป็นต้น

2.3 ข้อดีของการใช้แพลงก์ตอนพืชในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ

ข้อดีของการใช้แพลงก์ตอนพืชในการบ่งชี้คุณภาพน้ำ (Bioindicator) ภายในแหล่งน้ำมีหลายประการ ได้แก่

1. สะดวกในการตรวจสอบ และไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ยุ่งยาก หรือสารเคมีที่มีราคาแพง
2. สามารถทราบผลการประเมินคุณภาพน้ำขั้นต้นได้ทันที แต่ต้องอาศัยผู้ที่มีความเชี่ยวชาญมาช่วยตรวจสอบ
3. สามารถตรวจสอบสภาพแวดล้อมที่ดำเนินการมาก่อนวันที่จะศึกษาจริงได้
4. สิ่งมีชีวิตกลุ่มแพลงก์ตอนพืชมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอินทรียสารในแหล่งน้ำได้ดีและรวดเร็วกว่าการตรวจสอบโดยวิธีทางเคมี

2.4 ลักษณะการดำรงชีวิตของแพลงก์ตอนพืช

2.4.1 การกระจายตัวในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนพืช

ปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปในแหล่งน้ำเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แพลงก์ตอนพืชนั้นมีการแพร่กระจายในแนวดิ่ง โดยแพลงก์ตอนแต่ละชนิดจะตอบสนองต่อระดับของความเข้มแสงที่แตกต่างกัน ส่วนใหญ่จะพบแพลงก์ตอนพืชดำรงชีวิตเป็นจำนวนมากที่ระดับน้ำที่มีแสงส่องถึง (photic zone) ของแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่แสงส่องถึง และพบว่าปริมาณความเข้มแสงจะพอเหมาะ และปริมาณความเข้มแสงจะลดลงเมื่อระดับความลึกของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น นอกจากนี้การผสมกันของมวลน้ำยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการกระจายตัวในแนวดิ่งของแพลงก์ตอนพืช พบว่าการผสมกันของชั้นน้ำจะช่วยให้กลุ่มแพลงก์ตอนพืชที่ไม่สามารถลอยตัวในน้ำ สามารถขึ้นมาสังเคราะห์แสงในบริเวณผิวน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การลอยตัวของแพลงก์ตอนพืช

การลอยตัวของแพลงก์ตอนพืชในน้ำเกี่ยวข้องกับปัจจัยหลายประการ เช่น การดูดซึมอาหาร การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิน้ำ และกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช กลุ่มของแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่จะมีความหนาแน่นของเซลล์มากกว่าสารละลายภายนอก เนื่องจากมรสารประกอบบางชนิดในเซลล์ เช่น ซิลิกา แคลเซียม เซลลูโลส และคาร์บอเนต ส่งผลให้แพลงก์ตอนพืชมีน้ำหนักของเซลล์มากเกินไป ดังนั้นแพลงก์ตอนพืชจึงต้องมีออร์กาเนลอื่นๆ มาช่วยในการลอยตัว เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินมีแก๊สแวคคิวโอล (gas vacuole) อยู่ภายในเซลล์เป็นจำนวนมากที่ช่วยให้สามารถลอยตัวได้ ส่วนแพลงก์ตอนพืชชนิดอื่นๆอาจมีหนาม (spine) เช่น Scenedesmus spp. หรือหยดไขมัน (oil droplet) เช่น Botryococcus sp. ซึ่งจะช่วยในการลอยตัวของสาหร่าย ยอกจากนี้อัตราการจมขึ้นอยู่กับอายุเซลล์ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยา ซึ่งเพิ่มขึ้นตามความหนาแน่นของไซโทพลาซึม และการที่เซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่มจะช่วยให้เซลล์สามารถลอยตัวในน้ำได้ โคโลนีรูปทรงกลมซึ่งประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก และมีเมือกหุ้มโคโลนีจะช่วยในการปรับตัวให้เซลล์แพลงก์ตอนพืชสามารถลอยตัวได้ เช่น Microcystis sp. เป็นต้น

2.5 ปัจจัยทางสภาพแวดล้อมบางประการที่มีผลต่อคุณภาพน้ำ

2.5.1 ปัจจัยทางกายภาพ

2.5.1.1 ลักษณะของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำขนาดเล็กจะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชน้อยมากโดยเฉพาะเขตที่ห่างจากชายฝั่ง แต่ในแหล่งน้ำที่มีขนาดใหญ่ และเล็ก จะมีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของชนิดแพลงก์ตอนพืชมากทั้งบริเวณที่ห่างจากชายฝั่ง และบริเวณชายฝั่ง โดยเฉพาะองค์ประกอบในแนวตั้งตามความลึก (vertical stratification) ในช่วงที่มีการแบ่งชั้นน้ำตามอุณหภูมิ (มานิดา, 2541 อ้างถึง ลัดดา, ไม่ระบุปีที่พิมพ์) แหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนของสารอาหารจากแหล่งอื่น จะพบสารอาหารปริมาณมากที่ก้นของแหล่งน้ำเนื่องจากการตกตะกอน เมื่อมีกระแสลมแรงทำให้น้ำปั่นป่วน เกิดการหมุนเวียนของน้ำ และสารอาหารจากก้นแหล่งน้ำหมุนเวียนขึ้นมาชั้นผิวน้ำ ทำให้แพลงก์ตอนพืชเจริญเติบโตได้ดี

2.5.1.2 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำ เป็นปัจจัยสำคัญอันหนึ่งที่มีอิทธิพลโดยตรง และโดยอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ โดยปกติอุณหภูมิของน้ำจะแปรเปลี่ยนตามอุณหภูมิของอากาศ ซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูง และสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอย หรือความขุ่น และสภาพแวดล้อมทั่วๆไปของแหล่งน้ำในประเทศไทยอุณหภูมิจะผันแปรในช่วง 23 ถึง 32 องศาเซลเซียส ผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งมีชีวิตของอุณหภูมิน้ำที่สูงขึ้น คือ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะลดลงเมื่ออุณภูมิสูงขึ้น ดังนั้น จึงทำให้ต้องการปริมาณออกซิเจนมากขึ้น จึงอาจจะเกิดปัญหาการขาดแคลนออกซิเจนขึ้นได้ การทำงานของพวกจุลินทรีย์ต่างๆที่ย่อยสลายอินทรียวัตถุในน้ำจะเพิ่มขึ้น จึงต้องการออกซิเจนมากขึ้นเช่นเดียวกัน ก็จะทำให้แหล่งน้ำขาดแคลนออกซิเจน ซึ่งเป็นเหตุให้น้ำเน่าเสีย (จุไรรัตน์, 2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.3 แสง และความลึกที่แสงส่องถึง

แสงมีความสำคัญมากในกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช กระบวนการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นได้ดีในช่วงคลื่นความยาว 390-710 nm ความเข้มแสงที่ส่องลงมายังผิวน้ำจะแปรผันกับมุมที่แสงนั้นส่องลงมา ช่วงเวลา ฤดูกาล ระดับเส้นรุ้ง การส่องผ่านโมเลกุลของอากาศ ความสูงจากระดับน้ำทะเล และสภาพภูมิอากาศ (Goldman and Horne, 1983) ช่วงคลื่นของแสงจะแตกต่างกันในระดับความสูงที่แตกต่างกัน (นารี, 2529) แพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดมีความต้องการแสงในปริมาณที่แตกต่างกันโดยมีรงควัตถุที่เฉพาะต่อปริมาณแสงช่วงคลื่นที่แตกต่างกัน พวกที่เจริญในที่มีความเข้มข้นแสงต่ำมากๆจะปรับตัวแบบ chromatic adaptation ดังนั้น แพลงก์ตอนพืชจึงปรับตัวโดยการอาศัยอยู่ในระดับความลึกที่แตกต่างกันไป (Smith, 1950) แพลงก์ตอนพืชสามารถดูดกลืนแสงสีน้ำเงิน และแสงสีแดงได้มาก แต่จะดูดกลืนแสงสีเขียวได้น้อย โดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืชที่มีคลอโรฟิลด์ เอและบี หรือเอ และซี นอกจากนี้แพลงก์ตอนพืชยังสามารถดูดกลืน infrared ที่มีช่วงคลื่นยาวได้มากกว่าช่วงคลื่นสั้น (เปี่ยมศักดิ์, 2538) ระยะทางที่แสงสามารถส่องผ่าน และสะท้อนกลับในน้ำ ศึกษาได้จากการวัดความลึกที่แสงส่องถึง (Secchi depth) หรือการวัดความขุ่น (turbidity) ซึ่งค่าความลึกของการส่องผ่านของแสงมีความผันแปรขึ้นกับปริมาณแพลงก์ตอนพืช อนุภาคสารแขวนลอย และสารอินทรีย์ในน้ำ (นันทนา, 2539) บริเวณความลึกที่แสงส่องถึงพบแพลงก์ตอนมากกว่าบริเวณที่แสงส่องไม่ถึง (Kuosa, 1990) อัตราการสังเคราะห์แสงมีมากสุดในบริเวณผิวน้ำ และลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้นตามลำดับ (Moss, 1980) ถ้าความเข้มแสงพอเหมาะจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชมาก แต่ถ้าความเข้มแสงมากเกินไป แพลงก์ตอนพืชจะเคลื่อนย้ายลงไประดับที่ลึกลง (กุศยา, 2529; Lorenzen, 1963) แสงที่พอเหมาะที่สิ่งมีชีวิตต้องการ คือ 10 เปอร์เซ็นต์ของแสงที่ส่องลงมายังพื้นโลก ซึ่งเป็นปริมาณของแสงที่ส่องลงไปในน้ำลึกประมาณ 6 ฟุต (อรัสสา, 2524) ซึ่งแสงส่องลงไปในน้ำมีผลต่ออุณหภูมิของน้ำ และออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วย (เปี่ยมศักดิ์, 2538) นอกจากนี้ปริมาณแสงยังมีผลต่อจำนวนประชากรของแพลงก์ตอนพืช (จงจินต์, 2524) จะพบว่าช่วงฤดูหนาวจำนวนประชากรแพลงก์ตอนพืชจะมีน้อย เนื่องจากกลางวันสั้น ปริมาณแสงน้อย (Reynolds, 1984) ความเข้มแสงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอัตราการสังเคราะห์แสง (Welch, 1952) ถ้าความลึกที่แสงส่องถึงมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร อาจทำให้เกิดการขาดออกซิเจนได้ เนื่องจากปริมาณแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป แต่ถ้าค่าสูงเกิน 60 เซนติเมตร แล้วทำให้แสงส่องลงไปได้มาก เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณน้อยทำให้แหล่งน้ำไม่อุดมสมบูรณ์ (พจนีย์, 2536) และจากการศึกษาของ Bricher *et al.*, (1978) พบว่าบึงบอระเพ็ดเป็นแหล่งน้ำที่มีความลึกที่แสงส่องถึงประมาณ 15-60 เซนติเมตรจึงมีชนิดของแพลงก์ตอนพืชมาก ทำให้เป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ ความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำนอกจากจะมาจากแพลงก์ตอนพืชแล้ว การใช้ประโยชน์จากที่ดิน และกิจกรรมต่างๆของมนุษย์ยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความลึกที่แสงส่องถึงของน้ำอีกด้วย (EPA, 1973) เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินบนภูเขาสูง ทำให้เพิ่มสารแขวนลอย และตะกอนเพิ่มความขุ่นให้กับน้ำในลำธาร ความลึกที่แสงส่องถึงจึงลดลง ความลึกที่แสงส่องถึงมีผลต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชบางชนิด ทำให้ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ หรือเจริญเติบโตได้ไม่เต็มที่ หรือมีการเจริญเติบโตจำกัดอยู่เฉพาะบริเวณผิวน้ำเท่านั้น และยังจำกัดผลผลิตของแหล่งน้ำนั้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1.4 ความขุ่นของแหล่งน้ำ (Turbidity)

ความขุ่นของแหล่งน้ำเกิดจากในน้ำมีสารแขวนลอยซึ่งได้แก่ พวกดินเหนียว แพลงก์ตอนสารอินทรีย์ หรือพวกจุลินทรีย์ ซึ่งเมื่อแสงส่องกระทบสารพวกนี้เข้าจะเกิดการหักเหของแสงอย่างไม่เป็นระเบียบ หรือแสงนั้นอาจจะถูกกั้นไม่ให้ทะลุผ่านไปได้ (กรรณิการ์, 2525; ณรงค์, 2525; APHA, 1992) จึงทำให้มองเห็นน้ำนั้นขุ่นความขุ่นของน้ำมีความสำคัญต่อการเพิ่ม หรือลดจำนวนของแพลงก์ตอนพืชพวกไดอะตอม กล่าวคือ เมื่อความขุ่นของน้ำเพิ่มขึ้น จำนวนไดอะตอมลดลง แม้ว่าแหล่งน้ำนั้นมีธาตุอาหารอุดมสมบูรณ์ก็ตาม (Partrick, 1977) ในเขตร้อนปริมาณแพลงก์ตอนพืชจะสูงสุดในช่วงหลังฤดูฝน และหลังฤดูหนาว แต่ปริมาณน้อยมากในฤดูฝน และฤดูหนาว เนื่องจากในฤดูฝนฝนตกชุก น้ำจึงมีความขุ่นสูง นอกจากนี้ความขุ่นของน้ำยังมีผลทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสงของแพลงก์ตอนพืช การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืชปริมาณอาหารธรรมชาติ และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำลดลง

2.5.1.5 สีของน้ำ

สีของน้ำเกิดจากอินทรียสารที่ละลายอยู่ในน้ำ พวกเหล็กแมงกานีสซึ่งอยู่ในรูปของเฟอร์รัสฮิวเมต หรือเกิดจากการที่น้ำไหลผ่านอินทรียสารต่างๆ เช่น ซากพืชซากสัตว์ ซึ่งเมื่อสลายตัวได้สารพวกแทนนินฮิวมัส และกรดฮิวมิค ซึ่งเป็นสารมีสี โดยสีของน้ำแบ่งออกเป็น 2 อย่าง คือสีแท้ (truecolour) เกิดจากการที่ละลายในน้ำเพียงอย่างเดียว และสีปรากฏ (apparentcolour) เกิดจากสารแขวนลอย กับสารละลายในน้ำรวมกัน สีของน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมขึ้นกับชนิดของโรงงานอุตสาหกรรมนั้น (กรรณิการ์, 2525)

2.5.1.6 กลิ่นของน้ำ

กลิ่นของน้ำเกิดจากพวกจุลินทรีย์ต่างๆที่มีอยู่ในน้ำทำการย่อยสลายสารอินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเปื่อย ถ้าน้ำมีออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำจะเกิดกลิ่น นอกจากนี้กลิ่นของน้ำอาจเกิดมาจากสารที่พวกแพลงก์ตอนพืชพวกสีเขียวแกมน้ำเงินขับออกมาจะมีกลิ่นคล้ายดิน (gleomine) หรือกลิ่นของน้ำอาจเกิดจากการที่สารเคมีในการบำบัดน้ำ เช่น คลอรีน หรือสารเคมีที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรม และเกษตรกรรม (กรรณิการ์, 2525; ณรงค์, 2525) กลิ่นของน้ำเป็นตัวชี้ถึงสาเหตุของน้ำเสีย สารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำนั้น และชี้ถึงปัญหาของระบบบำบัด

2.6 ปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น

ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) มีความหมายค่อนข้างจะหลากหลาย โดย Harper (1992) ได้ให้ความหมายของยูโทรฟิเคชั่นว่า เป็นคำที่ใช้อธิบายผลกระทบ และการเปลี่ยนแปลงทางชีววิทยาจากการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารพืชต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ Sompongchaiyakul *et al*. (2004) กล่าวว่า ยูโทรฟิเคชั่น คือ ภาวะของธาตุอาหารพืชที่มีความเข้มข้นสูงในระบบนิเวศแหล่งน้ำ และเป็นปัญหาหลักในการจัดการคุณภาพน้ำของทะเลสาบ อย่างไรก็ตาม ยูโทรฟิเคชั่น เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในทะเลสาบ และแหล่งน้ำนิ่ง รวมทั้งแม่น้ำ การเพิ่มขึ้นของยูโทรฟิเคชั่นมาจากธาตุอาหารพืช และความอุดมสมบูรณ์ของสารอินทรีย์ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ ในขณะที่ Mason (1991) ได้ให้คำนิยามของยูโทรฟิเคชั่นไว้ว่าคือ ความอุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารของพืชที่อยู่ในรูปของสารอนินทรีย์ของแหล่งน้ำ และ Ospar (1999) ได้ให้ความหมายของยูโทรฟิเคชั่นว่าคือ ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุดมสมบูรณ์ไปด้วยธาตุอาหารพืชของแหล่งน้ำ อันเป็นสาเหตุให้การเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพืชชั้นสูงเพิ่มมากขึ้นจนส่งผลกระทบต่อสมดุลของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ และคุณภาพน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Clark *et al*. (1977) ที่กล่าวว่า ยูโทรฟิเคชั่นเป็นปรากฏการณ์ที่พืชน้ำและแพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างรวดเร็ว (plankton bloom) ทั้งนี้แล้วแต่รูปร่าง และขนาดของแหล่งน้ำ อัตราการรับสารอาหาร และความสามารถในการปรับสมดุลของแหล่งน้ำ Smith *et al*. (1999) กล่าวว่า ยูโทรฟิเคชั่น ทำให้สภาพแวดล้อมของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป เช่น ทำให้น้ำขุ่น น้ำมีสี และกลิ่นผิดไปจากปกติ อีกทั้งแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารมากเกินไป แสดงว่ากลไกปรับสภาวะสมดุลของแหล่งน้ำตามธรรมชาติถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง ทำให้ความต้องการใช้ออกซิเจนเพื่อย่อยสลายพืชน้ำส่วนที่ตายแล้วสูงขึ้น ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำลดลง จนในที่สุดเกิดสภาพขาดออกซิเจน แหล่งน้ำนั้นจะเกิดการเน่าเสีย องค์ประกอบทางชีวเคมีของแหล่งน้ำเปลี่ยนไป ทำให้แหล่งน้ำมีคุณภาพไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการอุปโภค บริโภค อุตสาหกรรม การเกษตร หรือแม้แต่การดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ Falkowski and Raven (1997) และ Sigee (2005) กล่าวว่า โดยทั่วไปสิ่งมีชีวิตพวกออโตโทรฟ (autotroph) ในระบบนิเวศแหล่งน้ำโดยส่วนใหญ่ คือ แพลงก์ตอนพืชที่มีสารคลอโรฟิลล์ เป็นองค์ประกอบสำคัญในการเก็บเกี่ยวพลังงานแสงจากดวงอาทิตย์ การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืช ส่งผลให้ปริมาณสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญแก่สิ่งมีชีวิตพวกเฮเตโรโทรฟ (heterotroph) ถูกเผาผลาญโดยผ่านทางกระบวนการหายใจในอัตราสูง อีกนัยหนึ่ง สภาวะยูโทรฟิเคชั่น คือ การเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแหล่งน้ำในองค์รวมทั้งเชิงโครงสร้าง และฟังก์ชั่นที่เชื่อมโยงผ่านกระบวนการชีวธรณีเคมี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของอัศมน และคณะ (2551) ที่กล่าวว่า กระบวนการชีวะธรณีเคมี เป็นกลไกที่สำคัญในการเชื่อมโยงโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบนิเวศ และเชื่อมโยงอย่างใกล้ชิดกับเส้นทางการหมุนเวียนระหว่างสิ่งมีชีวิต และสิ่งแวดล้อมของธาตุอาหารพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัส และสารอินทรีย์ ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงกระบวนการเผาผลาญอาหารเป็นพลังงานของทั้งระบบ รวมทั้งกระบวนการผลิตอาหารขึ้นเอง และจำเป็นต้องอาศัยสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อนในการผลิตอาหาร เส้นทางการหมุนเวียนในรูปอนาบอลิค (anabolism) หรือการเปลี่ยนสารอาหารให้เป็นเนื้อในเซลล์ และผนังเซลล์ และในรูปแคตตาบอลิค (catabolism) หรือการทำให้สารสลายตัวเป็นสารประกอบที่ง่ายลง โดยวงจรชีวะธรณีเคมี มีความเกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และกระบวนการหายใจ รวมทั้งย่อยสลาย

จากความหมายต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น อาจกล่าวในภาพรวมได้ว่า ยูโทรฟิเคชันเป็นสภาวะที่แหล่งน้ำมีความอุดมสมบูรณ์ของธาตุอาหารพืช ในระดับที่ส่งผลให้สิ่งมีชีวิตกลุ่มออโตโทรฟ (autotrop) เพิ่มปริมาณ และผลผลิตอย่างรวดเร็วผ่านการเพิ่ม และเร่งอัตราการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นปฏิกิริยาชีวเคมีขั้นพื้นฐานของระบบนิเวศที่เปลี่ยนแสงให้เป็นพลังงานเคมี โดยการรีดิวส์สารประกอบอนินทรีย์โมเลกุลเล็ก ในรูปของคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน ไนโตรเจน และฟอสฟอรัสให้เป็นสารอินทรีย์โมเลกุลใหญ่ประเภทแป้ง และน้ำตาลที่มีพลังงานสูง (Falkowski and Raven, 1997; Sigee, 2005) โดยปกติ การเกิดยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ การเกิดยูโทรฟิเคชันที่ปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในธรรมชาติ และสามารถกลับเข้าสู่ภาวะปกติได้เอง กับการเกิดยูโทรฟิเคชันจากกิจกรรมของมนุษย์ที่ปล่อยน้ำทิ้งจากบ้านเรือน อุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม และการเดินทะเล (Huang *et al*., 2003)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอินทรีย์ และธาตุอาหารจากกิจกรรมเหล่านี้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ และทำให้เกิดยูโทรฟิเคชันขึ้นอย่างรวดเร็ว และยากต่อการที่จะกลับเข้าสู่ภาวะปกติได้

2.7 กระบวนการ และสาเหตุของยูโทรฟิเคชัน

ในสภาวะปกติ และกระบวนการยูโทรฟิเคชันจะเกิดอย่างช้าๆ และเป็นปรากฏการณ์ตามธรรมชาติของระบบนิเวศแหล่งน้ำที่มีการเปลี่ยนแปลงตามอายุขัยของแหล่งน้ำนั้นๆ แหล่งน้ำที่มีปริมาณธาตุอาหารจำพวกสารประกอบฟอสฟอรัส และไนโตรเจนสูงนั้น ธาตุอาหารเหล่านี้จำเป็นต่อการเจริญเติบโตสำหรับแพลงก์ตอนพืช และสาหร่าย อันเป็นแหล่งอาหารขั้นต้นของห่วงโซ่อาหาร ซึ่งธาตุอาหารเหล่านี้ก็จะไปกระตุ้นให้พืชสีเขียวในลำน้ำ หนอง คลอง บึง มีการสังเคราะห์แสงได้มากขึ้น และเจริญเติบโตแพร่พันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งนับว่าเป็นการเพิ่มผลผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ และเป็นอาหารต่อปลา และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ แต่เมื่อมีในปริมาณที่มากเกินไปร่วมกับสารอินทรีย์แล้ว ในที่สุดก็ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศทางน้ำขึ้น โดยทั่วไปยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ สามารถบ่งชี้ได้จากปริมาณแพลงก์ตอนพืชที่วัดได้ในรูปของคลอโรฟิลล์ เอ หรือปริมาณผลผลิตขั้นต้น

อย่างไรก็ตาม การระบายน้ำทิ้งที่มีธาตุอาหารพืชในปริมาณที่สูงจากกิจกรรมของมนุษย์ทั้งจากแหล่งมลพิษที่ทราบตำแหน่งแน่นอน และไม่ทราบตำแหน่งที่แน่นอน นับเป็นสาเหตุหลักต่อระดับความรุนแรงของปัญหายูโทรฟิเคชันในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมา (Ministry of the Environment, Government of Japan, 2002) และแสดงให้เห็นถึงแหล่งกำเนิดของธาตุอาหารพืช (ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส) ที่ทำให้เกิดการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของธาตุอาหารพืชในแหล่งน้ำ ซึ่งประกอบด้วย 2 แหล่งหลักด้วยกัน คือ แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ (point sources) กับแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ (nonpoint sources) แหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ เป็นแหล่งที่ส่งผลโดยตรงกับแหล่งน้ำ โดยธาตุอาหารถูกส่งผ่านเข้าสู่แหล่งน้ำโดยตรงจากแหล่งกำเนิด ซึ่งแหล่งกำเนิดประเภทนี้ส่วนใหญ่ง่ายต่อการกำกับดูแล ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ คือ น้ำเสีย/น้ำทิ้งจากเทศบาล และอุตสาหกรรม น้ำท่วม/น้ำชะล้างจากระบบการกำจัดของเสีย น้ำเสีย และน้ำแทรกซึมจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ น้ำเสียจากเหมืองแร่ แหล่งน้ำมัน และโรงงานอุตสาหกรรม น้ำล้นจากท่อระบายน้ำสุขาภิบาล น้ำท่วมจากสถานที่ก่อสร้างที่มีพื้นที่น้อยกว่า 20,000 ตารางเมตร น้ำเสียที่ไม่ผ่านระบบบำบัด แหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ คือ ธาตุอาหารที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งที่ชัดเจนได้ ซึ่งธาตุอาหารที่เกิดมาจากแหล่งกำเนิดประเภทนี้ยากต่อการจัดการควบคุม และมีปริมาณที่แตกต่างกันในเชิงของเวลา ฤดูกาล และเชิงพื้นที่ ตัวอย่างแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ คือ น้ำท่วมที่ไหลผ่านแหล่งการเกษตร/การชลประทาน น้ำท่วมที่ไหลผ่านบริเวณทุ่งหญ้า น้ำเสียจากชุมชนที่ไม่ผ่านท่อระบายน้ำทิ้ง น้ำท่วมจากสถานที่ก่อสร้างที่มีพื้นที่มากกว่า 20,000 ตารางเมตร น้ำท่วมจากเหมืองร้าง น้ำฝน (Carpenter *et al*., 1998) เมื่อธาตุอาหาร (ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส) ทั้งจากแหล่งกำเนิดที่สามารถระบุตำแหน่งได้ และแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณมากก็จะนำไปสู่การเกิดยูโทรฟิเคชัน ผลกระทบที่เกิดจากยูโทรฟิเคชัน

ปัจจุบันยูโทรฟิเคชัน กำลังกลายเป็นปัญหาสำคัญของแหล่งน้ำทั่วโลกอันเนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากร การพัฒนาทางด้านเกษตรกรรม อุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลกระทบอย่างกว้างขวางต่อความอุดมสมบูรณ์ของระบบนิเวศ และคุณภาพของแหล่งน้ำ รวมทั้งความหลากหลายทางชีวภาพ ซึ่งเป็นปัจจัยจำกัดต่อการใช้ประโยชน์ด้านต่างๆจากระบบนิเวศที่ส่งผลกระทบโดยตรงต่อเศรษฐกิจ สังคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และสิ่งแวดล้อม อีกทั้งแพลงก์ตอนพืชบางชนิดโดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue-green algae) สามารถสร้างสารพิษในกลุ่ม (cyanotoxin) นอกจากนี้ ยังพบว่าสาหร่ายพิษหลายชนิดมีความสามารถสร้างสารพิษได้มากกว่า 1 ชนิด และสารพิษจากสาหร่ายเหล่านี้เมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำก็จะเป็นสาเหตุการตายของปลา และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ หากรับประทานปลาที่มีสารพิษในกลุ่มดังกล่าว ผลกระทบโดยทั่วไปของยูโทรฟิเคชันต่อระบบนิเวศมีความเชื่อมโยงกับสุขภาพของมนุษย์ กิจกรรมสันทนาการ ทัศนียภาพเชิงพื้นที่ และเศรษฐกิจ ผลกระทบของยูโทรฟิเคชันมีความสัมพันธ์ และความเชื่อมโยงต่อระบบนิเวศ มนุษย์ สันทนาการ ทัศนียภาพ และเศรษฐกิจเป็นอย่างมาก โดยเมื่อเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจะส่งผลให้ระบบนิเวศเปลี่ยนแปลงไป เพราะแพลงก์ตอนพืชบางชนิดจะสร้างสารพิษ และปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ปลา และสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำจะกินเข้าไป และสะสมสารพิษไว้ และตายในที่สุด ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของแหล่งน้ำนั้นๆลดลง และเมื่อมนุษย์นำปลา หรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นไปรับประทานก็จะได้รับสารพิษที่สะสมอยู่ในปลา หรือสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น ส่งผลต่อสุขภาพทำให้เกิดการเจ็บป่วยต้องเสียเงินในการรักษา ซึ่งเป็นการเสียค่าใช้จ่ายโดยไม่จำเป็น นอกจากนั้นเมื่อแพลงก์ตอนพืชสร้างสารพิษ และปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะทำให้ลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป (กลิ่นและสีของแหล่งน้ำ) ทำให้ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำเสีย ซึ่งเมื่อเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำแล้วไม่ส่งผลดีต่อสังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม (National Eutrophication Monitoring Programme Design)

2.8 วิธีตรวจวัด และประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชัน

การศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเกิดยูโทรฟิเคชัน เริ่มต้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 (Nijboer and Verdonschot, 2004; Hilton *et al.*, 2006) แม้ว่าความรู้ความเข้าใจเรื่องยูโทรฟิเคชันในปัจจุบันจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องก็ตาม แต่กลับพบว่าปัญหายูโทรฟิเคชันมีแนวโน้มที่รุนแรงขึ้นให้เห็นอยู่บ่อยครั้ง สาเหตุหนึ่ง เกิดจากการขาดความรู้ในเรื่องความสามารถในการรองรับธาตุอาหารของแหล่งน้ำที่มีศักยภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งส่งผลให้ธาตุอาหารเหลือตกค้างในแหล่งน้ำเพิ่มมากขึ้น (Marti et al., 2004) และมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันขึ้นซ้ำในแหล่งน้ำนั้นๆ นอกจากนี้ สภาวะยูโทรฟิเคชันยังขึ้นอยู่กับปัจจัยในเรื่องของแหล่งกำเนิดธาตุอาหารพืช สัณฐานวิทยา และระบบชีวภาพของแหล่งน้ำ (Tong and Chen, 2002; Nijboer and Verdonschot, 2004)

ในช่วงที่ผ่านมา ได้มีการพัฒนาวิธีตรวจวัด และประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชันในเชิงปริมาณหลายเทคนิค ซึ่งเทคนิคทางสถิติ การสร้างแบบจำลอง และดัชนีทางคุณภาพน้ำ เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์สถานการณ์ และระดับความรุนแรงของยูโทรฟิเคชัน (Phillips *et al.*, 2008) โดยเทคนิคเหล่านี้มีลักษณะความซับซ้อน และยุ่งยากต่อการนำไปประยุกต์ใช้ที่แตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายที่เหมือนกัน คือ การประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมจากการเพิ่มขึ้นของธาตุอาหารพืช จำนวนของแพลงก์ตอนพืช และระดับความโปร่งใสของน้ำ หรือการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพอื่นๆ (Lee and *et al.*, 1995) สำหรับการประเมินสภาวะยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำด้วยดัชนีคุณภาพน้ำ สามารถแบ่งเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การวิเคราะห์ลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแหล่งน้ำ ซึ่งบ่งชี้ถึงระดับความรุนแรงของยูโทรฟิเคชัน โดยการวัดความโปร่งใส และการส่งผ่านของแสงของแหล่งน้ำ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พารามิเตอร์ที่ใช้ติดตามตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันอย่างง่าย ตัวแปรดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลงตามสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำ จากการศึกษาของ Sigee (2005) และ Rast and Lee (1978) ได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแพลงก์ตอน และความลึกของความโปร่งใสของน้ำที่ตรวจวัดด้วย Secchi disc ในแหล่งน้ำหลายร้อยแห่งในประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่า ความลึกของ Secchi disc มีความสัมพันธ์ทางสถิติเชิงผกผันในรูปของ logarithmic ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของความโปร่งใสของน้ำในกรณีน้ำนิ่งที่สารแขวนลอยในชั้นน้ำตกตะกอนสู่ด้านล่าง จะบ่งชี้ถึงปริมาณของแพลงก์ตอนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ ซึ่งแสดงถึงสภาวะของแหล่งน้ำ และระดับความรุนแรงของยูโทรฟิเคชัน

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งพารามิเตอร์ที่บ่งชี้การเปลี่ยนแปลงของอัตราการสังเคราะห์แสง และการหายใจของประชาคมสิ่งมีชีวิต ซึ่งตัวแปรที่วิเคราะห์โดยทั่วไป ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน นอกจากนี้ ความเข้มข้นของสารไนโตรเจน และฟอสฟอรัสทั้งในรูปอนินทรีย์ และอินทรีย์ยังสามารถเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงระดับความรุนแรงและพลวัตของยุโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำได้ สอดคล้องกับการศึกษาของนิคม และคณะ (2547) ที่พบว่า ปริมาณฟอสฟอรัสอนินทรีย์ละลายน้ำเมื่อเกิดยูโทรฟิเคชันในทะเลสาบทุกบริเวณมีค่าสูงแตกต่างอย่างชัดเจนกับเมื่อไม่เกิดยูโทรฟิเคชัน ขณะที่ปริมาณไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำเมื่อเกิดยูโทรฟิเคชันและไม่เกิดยูโทรฟิเคชันส่วนใหญ่มีค่าไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเพิ่มสูงขึ้นของปริมาณฟอสฟอรัสอนินทรีย์ละลายน้ำเป็นตัวการสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดยูโทรฟิเคชันขึ้นในทะเลสาบสงขลา เนื่องจากฟอสฟอรัสเป็นธาตุอาหารหลักที่ควบคุมมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในทะเลสาบสงขลา (นิคม, 2547) ส่วนไนโตรเจนอนินทรีย์ละลายน้ำแม้มีปริมาณมากก็ไม่กระตุ้นให้เกิดยูโทรฟิเคชัน ผลจากการเกิดยูโทรฟิเคชันทำให้ค่าพีเอช และออกซิเจนละลายน้ำเพิ่มสูงขึ้น แต่ทำให้ความโปร่งใสของน้ำลดต่ำลง ขณะเดียวกันไนโตรเจน และฟอสฟอรัสอนินทรีย์ละลายน้ำก็จะถูกดูดมาเก็บไว้ในแพลงก์ตอนพืช ปริมาณไนโตรเจนอินทรีย์ในอนุภาคฟอสฟอรัส ในอนุภาคไนโตรเจนรวม และฟอสฟอรัสทั้งหมดในมวลน้ำเมื่อเกิดยูโทรฟิเคชันจึงเพิ่มสูงขึ้น และจากปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ในทะเลหลวงเมื่อเกิดยูโทรฟิเคชันสูงกว่าทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอกเกือบ 2 เท่า ชี้ให้เห็นว่ายูโทรฟิเคชันที่เกิดขึ้นในทะเลหลวงมีความรุนแรงกว่าทะเลสาบตอนกลาง และทะเลสาบตอนนอก ส่งผลให้ออกซิเจนละลายน้ำ และพีเอชของน้ำในช่วงกลางวันในทะเลหลวงมีค่าสูงเฉลี่ย 102% (จุดอิ่มตัว) และ 8.0 ตามลำดับ ขณะที่เมื่อไม่เกิดยูโทรฟิเคชันมีค่าเฉลี่ยเพียง 86% และ 7.4 ตามลำดับ ยูโทรฟิเคชันที่เกิดขึ้นส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของทะเลสาบสงขลาหลายประการด้วยกัน ที่สำคัญคือเป็นสาเหตุการตายของสัตว์น้ำในทะเลสาบสงขลาทั้งที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติ และที่เลี้ยงในกระชังอันเนื่องมาจากการขาดออกซิเจน และวันชัย มโนคุ้ม (2543) ทำการศึกษาสภาวะการเกิดยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำชุมชน โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ เช่น ระดับน้ำ และปริมาณน้ำ ความเข้มข้นของสารอาหารพืช ฟอสฟอรัส ฟอสเฟต การเกิดชั้นน้ำเนื่องจากอุณหภูมิ เพื่อพิจารณาถึงสาเหตุของการทำให้เกิดภาวะดังกล่าวในแหล่งน้ำ การศึกษานี้เลือกหนองเลิง ตำบลโคกสี อำเภอเมืองจังหวัดขอนแก่น เป็นแหล่งน้ำตัวอย่างเพื่อศึกษา โดยเก็บข้อมูล และตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาตรวจวิเคราะห์ทุก 1 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ผลการศึกษาพบว่า ในช่วงฤดูฝน และฤดูแล้ง ระดับและปริมาณน้ำมีความแตกต่างกันประมาณ 54.8 เซนติเมตร คิดเป็นปริมาณ 1,630,925.36 ลูกบาศก์เมตร ความเข้มข้นของสาร ฟอสฟอรัส ฟอสเฟต ในแหล่งน้ำช่วงฤดูฝนมีค่าประมาณ 3.2076 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะที่ในช่วงฤดูแล้งมีความเข้มข้นของ ฟอสฟอรัส ฟอสเฟต ประมาณ 0.6657

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อลิตร ระยะเชคกี ดิสก์ วิซิบิลีตี้ (secchi disc visibility) ในช่วงฤดูฝนมีค่าต่ำประมาณ 50 เซนติเมตร ขณะที่ฤดูแล้งมีค่าเป็น 2 เมตร และการเกิดชั้นน้ำเนื่องจากอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้งจะปรากฏชัดเจนกว่าในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นข้อสนับสนุนว่าปริมาณฝนเป็นปัจจัยสำคัญปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดภาวะยูโทรฟิเคชันของแหล่งน้ำที่เป็นสาเหตุของการทำให้เกิดการชะล้างหน้าดิน และการไหลบ่าของน้ำฝนจากพื้นที่ชุมชน และพื้นที่เกษตรกรรมลงสู่แหล่งน้ำ จนทำให้แหล่งน้ำเป็นที่สะสมของตะกอน และสารแขวนลอยต่างๆในช่วงฤดูฝน ทำให้ปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัส ฟอสเฟตของแหล่งน้ำสูง และจัดอยู่ในภาวะยูโทรฟิเคชัน

3. การวิเคราะห์ชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งแสดงถึงรายละเอียดของแพลงก์ตอนที่โดดเด่น และกลุ่มที่สร้างสารพิษ รวมทั้งสาเหตุ และกลไกการเกิดยูโทรฟิเคชัน โดยจากการศึกษาของพิมพรรณ ตันสกุล (2526) ได้ทำการศึกษาปริมาณมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในทะเลน้อย โดยใช้วิธีการหาปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ในช่วงเดือนเมษายน 2525 ถึงเดือนมีนาคม 2526 พบว่าปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยอยู่ในช่วง 141.47 ถึง 865.36 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าปริมาณมวลชีวภาพเฉลี่ยสูงสุดตลอดปีมีค่า 887.45 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบในสถานีที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชนในปี 2530 ได้ศึกษาแพลงก์ตอนพืชพบทั้งหมด 93 สกุล 252 ชนิด ทั้งชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืชพบมากในฤดูร้อน โดยเฉพาะเดือนมิถุนายน และลดลงในช่วงฤดูฝน สาหร่ายที่พบมากในเดือนมิถุนายน และกันยายน คือ Arthrodesmus susbulatus เดือนธันวาคม พบ Hyalotheca mucosa มาก ส่วน Cosmarium constractum var. minutum พบมากในเดือนมีนาคม การศึกษาคุณสมบัติของน้ำทางเคมี และกายภาพบางประการ พบว่า ปัจจัยต่างๆ เช่น ความโปร่งใส ความขุ่น การนำไฟฟ้า ความเป็นกรดด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีอิทธิพลต่อชนิด และปริมาณของสาหร่าย คือ ในช่วงฤดูร้อน ปัจจัยต่างๆมีค่าสูง ปริมาณ และชนิดของสาหร่ายมีค่าสูงด้วย ในฤดูฝนค่าต่างๆต่ำลง ปริมาณ และชนิดของสาหร่ายมีค่าน้อยลงเช่นกัน อัศมน และคณะ (2551) ศึกษาสภาพนิเวศในทะเลน้อย พบว่าจัดอยู่ในสภาวะยูโทรฟิเคชัน ตามการแบ่ง Ecosystem trophic state ของทะเลสาบในแง่ของปริมาณคลอโรฟิลด์ เอ ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงปริมาณ และจำนวนของแพลงก์ตอนพืช โดยความเข้มข้นของคลอโรฟิลด์ เอ ในสภาวะยูโทรฟิเคชันมีค่าอยู่ในช่วง 8 – 25 ไมโครกรัมต่อลิตร ผลการวิเคราะห์ค่าคลอโรฟิลด์ เอในทะเลน้อย พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 3.5 – 140.6 ไมโครกรัมต่อลิตรในเดือนมกราคม และมีค่าอยู่ในช่วง 3.6 – 41.8 ไมโครกรัมต่อลิตรในเดือนพฤษภาคม การเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่ของคลอโรฟิลด์ เอ มีลักษณะที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารฟอสฟอรัสทั้งหมด ซึ่งค่าคลอโรฟิลด์ เอ มีค่าสูงบริเวณใกล้คลองอุทยาน ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสารฟอสฟอรัสสูงกว่าบริเวณอื่น ในแง่การเปลี่ยนแปลงเชิงเวลา ค่าคลอโรฟิลด์ เอ ในเดือนมกราคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤษภาคม ซึ่งมีลักษณะที่เหมือนกับการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารพืช ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีสัดส่วนน้อยกว่า 2.5 ของตะกอนแขวนลอย โดยปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีสัดส่วนมากกว่า 1 อยู่ในบริเวณใกล้คลองอุทยาน

4. ตรวจวัดอัตราผลผลิตของแพลงก์ตอนพืช (primary productivity) ซึ่งเป็นดัชนีเชิงฟังก์ชันของระบบนิเวศแหล่งน้ำที่บ่งชี้ถึงอัตราของกระบวนการสราง และการทำลาย (metabolism) อินทรีย์สารจากกระบวนการสังเคราะห์แสง และการหายใจ จากการศึกษาในพื้นที่ทะเลน้อยของอัศมน และคณะ (2551) ดำการตรวจวัดเมตาบอลิซึมของระบบนิเวศด้วยเทคนิค Open water oxygen diurnal method ตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสง และอัตราการหายใจในชั้นน้ำด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิค Dark-light oxygen bottle และตรวจวัดบริเวณพื้นท้องน้ำด้วยเทคนิค Dark-light benthic chamber ในเดือนสิงหาคม และธันวาคม 2550 จำนวนเดือนละ 3 จุดในบริเวณตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของทะเลน้อย ซึ่งการตรวจวัดทั้งสามวีในเวลาเดียวกัน สามารถแยกเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตตามลำดับในห่วงโซ่อาหารออกเป็น 4 ระดับ คือ Benthos, Lower trophic level, Higher trophic level และ Whole ecosystem ผลการวิเคราะห์ พบว่า เมตาบอลิซึมสุทธิของทั้งระบบ (Net Ecosystem (NEM) = Gross Production (GP) – Respiration (R)) มีค่าต่ำกว่าศูนย์ (-266 mmol C m^{-3} day^{-1} ในเดือนสิงหาคม และ -54 mmol C m^{-3} day^{-1} ในเดือนธันวาคม) ส่งผลให้ความสมดุลระหว่างกระบวนการสร้าง และทำลายสารอินทรีย์ในรูปอัตราส่วนระหว่างผลผลิตต่อการหายใจ (GP/R หรือ P/R) มีค่าน้อยกว่า 1 ทั้งนี้เนื่องจากอัตราการหายใจทั้งหมดของระบบมีค่าสูงกว่าอัตราผลผลิตทั้งหมดของระบบประมาณสองเท่า ค่าของ NEM และ P/R ดังกล่าว แสดงให้เห็นว่าทะเลน้อยเป็นระบบนิเวศแบบ Heterotrophic ที่มีการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยกระบวนการหายใจของสังคมสิ่งมีชีวิตสูงกว่าการสังเคราะห์สารอินทรีย์ด้วยกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งบ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรม และการถูกรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์ ทำให้ระบบนิเวศมีการใช้ออกซิเจนในกระบวนการย่อยสลายในอัตราที่สูงกว่าปกติ โดยสารประกอบอินทรีย์จากแหล่งภายนอกระบบนิเวศ (allochthonous source) เป็นแหล่งพลังงานหลักของระบบ ผลการตรวจวัดอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการหายใจของประชาคมสิ่งมีชีวิตในชั้นน้ำ จำนวน 10 จุด ในช่วงฤดูแล้ง (มีนาคม 2550) ฤดูฝนตกเล็กน้อย (กรกฎาคม 2550) และฤดูฝนตกหนัก (พฤศจิกายน 2550) พบว่า เมตาบอลิซึมของ Lower trophic level มีการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงพื้นที่ และเวลาอย่างชัดเจน ซึ่งรูปแบบการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวค่อนข้างสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางกายภาพ และเคมีที่ควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อุณหภูมิ ความเข้มของแสง และธาตุอาหารพืชตลอดจนชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนพืช และประชาคมสิ่งมีชีวิต ในเดือนมีนาคม ผลผลิตขั้นปฐมภูมิรวมมีค่าอยู่ในช่วง 30.2 – 218.2 mmol C m^{-3} day^{-1} ในขณะที่อัตราการหายใจของประชาคมสิ่งมีชีวิตมีค่าอยู่ในช่วง 27.5 – 100.3 mmol C m^{-3} day^{-1} ทำให้ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิมีค่ามากกว่าศูนย์ ซึ่งอยู่ในช่วง 3.1 – 150.5 mmol C m^{-3} day^{-1} อัตรา P/R มีค่าเฉลี่ย 1.5 บ่งชี้ถึงระบบนิเวศขั้นปฐมภูมิ (lower trophic level) ของพื้นที่ทะเลน้อยในเดือนมีนาคมมีสถานะเป็น Autotrophic โดยสารประกอบอินทรีย์ที่ผลิตภายในระบบ (autochthonous source) เป็นแหล่งพลังงานส่วนหนึ่งของระบบนิเวศรวม ส่วนการเปลี่ยนแปลงในเชิงพื้นที่เมตาบอลิซึมในบริเวณตอนล่างของทะเลน้อยมีค่าที่สูงกว่าบริเวณตอนบน การสังเคราะห์แสง และอัตราการหายใจของระบบนิเวศขั้นปฐมภูมิมีอัตราที่ลดลงในเดือนกรกฎาคม และพฤศจิกายน โดยบางสถานีอัตราการหายใจมีค่ามากกว่าอัตราการสังเคราะห์แสง ทำให้ผลผลิตขั้นปฐมภูมิมีค่าน้อยกว่าศูนย์ ในเดือนกรกฎาคม อัตราเมตาบอลิซึมทุกสถานีมีค่าต่ำสุด เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้ว ระบบนิเวศพื้นที่ทะเลน้อยมีสถานะเป็น Autotrophic

การประเมิน และติดตามตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันในปัจจุบันมักประยุกต์ใช้ดัชนีสภาวะของแหล่งน้ำ (trophic status index) ซึ่งเป็นเครื่องมือที่อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำและสภาวะของระบบนิเวศในแง่ของระดับของธาตุอาหารพืช และความอุดมสมบูรณ์ (ผลผลิตขั้นปฐมภูมิ) โดยใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สภาวะของระบบนิเวศแหล่งน้ำ และระดับความรุนแรงของกระบวนการยูโทรฟิเคชัน โดยไพริน และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของสาหร่ายในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์ โดยพิจารณาจากการใช้ชนิดของสาหร่ายเพื่อบ่งบอกคุณภาพน้ำ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สาหร่ายสกุล Dinobryon เป็นสกุลเด่นที่พบเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีค่าความโปร่งใสของน้ำมากที่สุดเฉลี่ย 105 เซนติเมตร จากการสังเกตพบว่า น้ำในบึงจะมีปริมาณมาก น้ำมีลักษณะนิ่ง และตะกอนจากการขุดลอกบึงตกลงสู่พื้นท้องน้ำทำให้น้ำใส สำหรับในเดือนกันยายนมีค่าความโปร่งใสของน้ำเฉลี่ย 59 เซนติเมตร และเดือนกรกฎาคมมีค่าความโปร่งใสของน้ำต่ำสุดเฉลี่ย 41 เซนติเมตร ซึ่งจัดว่าระดับน้ำในบึงค่อนข้างต่ำ และมีความขุ่นอาจเนื่องมาจากการขุดลอกบึงอยู่สม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสารแขวนลอยในบึงบอระเพ็ด พบว่า เดือนกรกฎาคมมีค่าปริมาณสารแขวนลอยมากที่สุดเฉลี่ย 265.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น ในช่วงเดือนพฤศจิกายน ซึ่งน้ำจะมีค่าความโปร่งใสมากที่สุด จึงทำให้แสงสามารถส่งผ่าไปได้มาก และสภาพเช่นนี้อาจส่งเสริม หรือเหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และสาหร่ายสกุลนี้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำที่ดีได้ และการใช้ประเมินคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำนิ่งโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย AARL-PP Score (ยุวดี และคณะ 2550) พบว่า Dinobryon เป็นสาหร่ายที่ได้ลำดับคะแนนน้อยที่สุด ซึ่งคะแนนน้อยแสดงถึงสกุลที่บ่งชี้คุณภาพน้ำดี โดยการให้ลำดับคะแนนดูจากความสัมพันธ์ของการเจริญอย่างมากของแพลงก์ตอนพืชสกุลนั้นๆ กับคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมี และสำหรับสาหร่ายสกุล Cosmarium และ Staurastrum ที่พบการแพร่กระจายในเกือบทุกจุดเก็บตัวอย่าง ด้านยุวดี และคณะ (2550) ได้วิจัยเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ และความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช ซึ่งนำไปสู่การศึกษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่งได้อย่างง่าย ซึ่งการประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีนี้เรียกว่า AARL-PP Score (Applied Algal Research Laboratory, PP = Phytoplanktons) ซึ่งประกอบด้วยคะแนนจาก 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นการสร้างตะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำ โดยอิงระดับสารอาหาร ด้วยการแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ คุณภาพดี (oligotrophicstatus), ดีถึงปานกลาง (oligotrophic – mesotrophic status), ปานกลาง (mesotrophic status), ปานกลางถึงไม่ดี (mesotrophic – eutrophic status), ไม่ดี (eutrophic status), และไม่ดีมาก (hypertrophic status) โดยใช้คะแนน 1-10 เป็นเกณฑ์แบ่งในแต่ละระดับ ส่วนที่ 2 เป็นการให้คะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่ปรากฏในแหล่งน้ำ ซึ่งมีคุณภาพต่างกัน โดยให้คะแนน 1-10 คะแนนน้อยจะบ่งชี้คุณภาพน้ำดี ส่วนคะแนนมากจะบ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี จากนั้นนำค่าเฉลี่ยของคะแนนในส่วนที่ 2 ไปเทียบกับคะแนนมาตรฐานคุณภาพน้ำในส่วนที่ 1 ก็จะทราบถึงสภาวะของแหล่งน้ำ ส่วนการศึกษาของ Forsberg และ Ryding (1980) ได้เสนอแนะให้ใช้ทั้งความเข้มข้นของสารฟอสฟอรัสทั้งหมด และคลอโรฟิลด์ เอ ในการจัดแบ่งสถานะของระบบนิเวศ โดยแบ่งออกเป็น Oligotrophic, Mesotrophic, Eutrophic และ Hypertrophic วิธีการนี้ได้ถูกนำมาใช้การประเมินสถานะขอทะเลสาบ เช่น Kemka *et al*. (2006) ใช้ค่า Threshold ดังกล่าวในการเปรียบเทียบข้อมูลที่ตรวจวัดใน Yaounde Municipal Lake ในประเทศ Cameroon ส่วนอัศมน และคณะ (2551) ได้ทำการศึกษากับข้อมูลของทะเลน้อย โดยใช้ค่า Threshold ของ Forsberg และ Ryding (1980) พบว่า ปริมาณของคลอโรฟิลด์ เอ ในทะเลน้อย มีค่าสูงกว่าเกณฑ์ที่บ่งชี้ถึงการเกิดยุโทรฟิเคชัน (10 µg/L) โดยสถานะของทะเลน้อยในแง่ของความเข้มข้นสารฟอสฟอรัสทั้งหมด และคลอโรฟิลด์ เอ ส่วนใหญ่อยู่ในระดับยูโทรฟิเคชัน อย่างไรก้ตาม ทะเลน้อยบางช่สงเวลามีสถานะเป็น Hypertrophic เพราะมีค่าคลอโรฟิลด์ เอ สูงกว่า 40 µg/L โดยสรุปแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในทะเลน้อยสอดคล้องกับสถานการณ์การเปลี่ยนแปลงในปัจจุบันของทะเลสาบสงขลาที่สภาวะยุโทรฟิเคชันมีแนวโน้มความถี่ของการเกิด และความรุนแรงเพิ่มขึ้น และครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณทะเลหลวง (นิคม และคณะ, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีของ Walmsley (2000) และ Walmsley and Butty (1980) ได้ใช้ความเข้มข้นของคลอโรฟิลด์ เอ และฟอสฟอรัสทั้งหมดเป็นตัวแปรในการแบ่งสภาวะของแหล่งน้ำออกเป็น 4 ระดับคือ Oligotrophic, Mesotrophic, Eutrophic และ Hypertrophic ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 2.1 การแบ่งสภาวะของแหล่งน้ำ

		Trophic Status			
Variable	Unit	Oligotrophic	Mesotrophic	Eutrophic	Hypertrophic
Mean annual Chlorophyll a	µg/l	0<x≤10	10<x≤20	20<x≤30	>30
% of time Chlorophyll a > 30 µg/l	%	0	0<x≤8	8<x≤50	>50
Mean annual Total Phosphorus	mg/l	x≤0.015	0.015<x≤0.047	0.047<x≤0.130	>0.130

ที่มา: National Eutrophication Monitoring Programme Design

และการศึกษาของ Environmental Carrying Capacity Study ได้สรุปสภาวะของแหล่งน้ำตามหลักการของกรมสิ่งแวดล้อมของรัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา ออกเป็น 3 ระดับ คือ Oligotrophic, Mesotrophic และ Eutrophic ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.2 การแบ่งสภาวะของแหล่งน้ำตามกรมสิ่งแวดล้อมของรัฐมิชิแกน สหรัฐอเมริกา

LAKE CLASSIFICATION CRITERIA			
Lake Classification	Total Phosphorus (µg/L)[1]	Chlorophyll-a (µg/L)[1]	Secchi Transparency (feet)
Oligotrophic	Less than 10	Less than 2.2	Greater than 15.0
Mesophic	10 to 20	2.2 to 6.0	7.5 to 15.0
Eutrophic	Greater than 20	Greater than 6.0	Less than 7.5

[1] µg/L = micrograms per liter = parts per billon.

ที่มา: Environmental Carrying Capacity Study, 2005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการประเมินคุณภาพน้ำตามคุณสมบัติของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตาม AARL - PP Score

วิธีการศึกษามีรายละเอียดดังนี้

1. เก็บรวบรวมแพลงก์ตอนพืชจากแหล่งน้ำที่ศึกษาโดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน ซึ่งมีขนาดของช่องแต่ละช่องเท่ากับ 10 ไมโครเมตรกรองน้ำจากแหล่งน้ำนั้น 10-20 ลิตร ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของแพลงก์ตอนพืช
2. วินิจฉัยถึงแพลงก์ตอนพืชที่ศึกษาถึงระดับจีนัส และนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชแต่ละจีนัสที่เด่นที่สุด และรองลงมา 3-5 จีนัส
3. ดูคะแนนของแต่ละจีนัสที่บ่งบอกคุณภาพน้ำ
4. นำคะแนนของแต่ละจีนัสมารวมกัน และหาค่าเฉลี่ยออกมา
5. นำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบคะแนนในตาราง ก-1 จะทราบถึงคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหารและคุณภาพน้ำ

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษายูโทรฟิเคชันในประเทศไทย

Pongswat (2009) ศึกษาคุณภาพน้ำและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในสระน้ำพระรามเก้าจังหวัดปทุมธานีโดยทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2000 – มกราคม 2001 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำใน 2 ส่วน พบว่าคุณภาพน้ำในสระแรกเป็นแบบ mesotrophic ถึง eutrophic พบแพลงก์ตอนทั้งหมด 86 สปีชีส์ แบ่งเป็น 9 จีนัส ได้แก่ Chlorophyceae, Euglenophyceae, Cyanophyceae, Diatomophyceae, Dinophyceae, Crytophyceae, Zygnemaphyceae, Chrysophyceae และ Xanthophyceae ส่วนที่สองคุณภาพน้ำเป็นแบบ oilgothophic ถึง mesothophic พบ 59 สปีชีส์ แบ่งเป็น 8 กลุ่ม ได้แก่ Chlorophyceae, Cyanophyceae, Euglenophyceae, Diatomophyceae, Crytophyceae, Dinophyceae, Zygnemaphyceae และ Chrysophyceae ซึ่งมี Cylindrospermopsis raciborskii เป็นสปีชีส์เด่นและมีปริมาตรชีวภาพแพลงก์ตอนพืชสูงทั้ง 2 สระตลอดการวิจัย

อัศดร (2553) ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) เป็นปัญหาที่บ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศแหล่งน้ำที่สำคัญในประเทศไทยซึ่งนับวันจะทวีความรุนแรงเพิ่มขึ้นตามลำดับโดยวิธีการติดตามตรวจสอบยังไม่ได้ศึกษาวิจัยมากนักในการกำหนดและบ่งชี้ระดับความรุนแรงของยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำ ดังนั้นแนวทางพัฒนาชุดเครื่องมือตรวจสอบสภาวะยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำจืดอย่างง่าย จึงมีความจำเป็นต่อการสนับสนุน และติดตามตรวจสอบปัญหามลพิษในแหล่งน้ำธรรมชาติ การศึกษานี้ได้พัฒนาตัวชี้วัดที่บ่งชี้ถึงสภาวะของแหล่งน้ำจากดัชนีคุณภาพน้ำที่สำคัญ ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ระดับ คือ Oligotropic, Mesophic, Eutrophic และ Hypertropic โดยได้เลือกแหล่งน้ำที่สำคัญในจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายก จังหวัดละ 25 แห่ง รวมทั้งสิ้น 50 แห่ง เพื่อตรวจวัดและวิเคราะห์ความโปร่งใส ปริมาณคลอโรฟิลด์ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ผลการศึกษาพบว่า ดัชนีคุณภาพน้ำทั้งหมดที่ตรวจวัดมีความแปรปรวนเชิงพื้นสูง ซึ่งบ่งชี้ถึงสถานะและความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำโดยในภาพรวมแหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานี มีความเสื่อมโทรมและสภาวะยูโทรฟิเคชันสูงกว่าแหล่งน้ำในจังหวัดนครนายก นอกจากนี้ผลการศึกษาพบว่า

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณคลอโรฟิลด์ ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งชี้ถึงปริมาณแพลงก์ตอนพืชหรือสภาวะของแหล่งน้ำ มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับความโปร่งใสของแหล่งน้ำ ($r2=0.52$, $p<0.01$, $n=50$) และปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดสูง ซึ่งส่งผลให้ความโปร่งใสของแหล่งน้ำลดลง ความสัมพันธ์ดังกล่าวนำไปสู่การพัฒนาสมการพยากรณ์และกราฟแสดงดัชนีชี้วัดสภาวะยูโทรฟิเคชัน ซึ่งเป็นชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันอย่างง่าย สำหรับติดตามตรวจสอบปัญหาแหล่งน้ำในจังหวัดปทุมธานีและจังหวัดนครนายกและสามารถขยายผลการศึกษาเพื่อพัฒนาชุดตรวจสอบยูโทรฟิเคชันสำหรับประเทศไทย

รัชชา (2554) ศึกษาปริมาณและการแพร่กระจายของธาตุอาหารพืชที่ส่งผลต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันในอ่างเก็บน้ำบางพระ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี บริเวณเหนือและภายในท่อน้ำพุร้อน ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนสิงหาคม พ.ศ.2554 พบความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 หมวด 57 ชนิด แพลงก์ตอนพืชชนิดนี้ที่พบบริเวณเหนือท่อน้ำพุร้อนของอ่างเก็บน้ำบางพระ คือ Microcystis aeruginosa (Kützing) Kützing และ Pseudanabaena sp.1 ตามลำดับ ส่วนภายในท่อน้ำพุร้อนพบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 5 หมวด 23 ชนิด แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ Peridinium sp.1, Monoraphidium tortile (West et G.S. West) Komárková-Legnerová, Phacus sp.1, Cyanosarcina sp. และ Pseudanabaena sp.1 ตามลำดับ ซึ่งสามารถกล่าวได้ว่าช่วงเวลาดังกล่าวเกิดปรากฏการณ์ การบลูมของแพลงก์ตอนพืช

เบญจมาภรณ์ และคณะ (2555) การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำในบ่อน้ำพื้นที่พิพิธภัณฑ์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ระยะเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2554 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2555 (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2554 เกิดเหตุการณ์มหาอุทกภัย) ทั้งหมด 2 จุดเก็บตัวอย่าง พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น คือ Oscillatoria limosa C. Agardh ex Gomont, Closterium sp., Cyclotella meneghiniana Kützing, Nitzschia sp., Euglena acus (O.F. Müller) Ehrenberg, Phacus pleuronectes (O.F. Müller) Nitzsch ex Dujardin, Gymnodinium sp. และ Peridinium sp. ส่วนการศึกษาค่าสหสัมพันธ์ (correlation) ระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพกับแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วยวิธีการทางสถิติ พบว่า Euglena acus (O.F. Müller) Ehrenberg มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณไนเตรต - ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต สำหรับ Cyclotella meneghiniana Kützing มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับค่าการนำไฟฟ้า และมีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์กับค่าการนำไฟฟ้า ทั้งนี้พบว่า Nitzschia sp. มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่าความเป็นด่าง ในขณะที่ Gymnodinium sp. มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์และค่าความเป็นด่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพน้ำในบ่อบัวเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัวชนิดต่างๆ ยกเว้นในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2554 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 หลังเหตุการณ์มหาอุกภัย ที่พบปริมาณ ออร์โธฟอสเฟต และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนค่อนข้างสูง จึงไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของบัว

คณิน และคณะ (2555) ทำการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในสระมรกต มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี เพื่อศึกษาถึงความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 ดิวิชัน 31 สปีชีส์ โดยสาหร่ายดิวิชันเด่นที่พบบริเวณสระมรกต คือ Cyanophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Pyrrophyta ตามลำดับ จากการใช้โปรแกรม Multivariate Statistical Package (MVSP) เวอร์ชัน 3.1 เพื่อหาชนิดเด่น พบแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นดังนี้ Cylindrospermopsis raciborskill (wolosz) Seenayya & Subba, Cylindrospermopsis philippinensis (Taylor) Komárek, Euglena acus Ehrenberg nach Skuja, Planktolyngbya contoeta (Lemmermann) Anagnostidis & Komárek และ Monoraphidium contortum (Turet) Komàrková-Legerová เมื่อประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตาม AARL-PP Score (Applied Algae Research Laboratory Phytoplankton Score) พบว่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับที่มีสารอาหารปานกลางถึงสูง (Meso – eurtophic status) และเมื่อประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้คุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีและชีวภาพบางประการตาม AARL-PC Score (Appiled Algae Research Laboratory Physical and Chemical Properties Score) พบว่าคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี (Messo-eutrophic) เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินสามารถจัดคุณภาพน้ำอยู่ในประเภทที่ 3 สามารถใช้อุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อนสามารถนำมาใช้ในการเกษตรได้อีกด้วย

2.9.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษายูโทรฟิเคชันของในต่างประเทศ

Chu et al. (2007) ศึกษาปัจจัยของอุณหภูมิที่มีผลต่อการแข่งขันในการเจริญเติบโตของ Microcystis aeruginosa และ Oscillatoria mougeotii บนผิวน้ำในระบบจำลองทะเลสาบยูโทรฟิเคชันโดยสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน Microcystis aeruginosa และ Oscillatoria mougeotii โดยได้ใช้สาหร่ายทั้งสองชนิดนี้ นำมาทดลองในระบบจำลองทะเลสาบ ในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน พบ Oscillatoria เป็นจำนวนมาก ซึ่งไปแย่งการเจริญของ Microcystis เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจะตรงกันข้ามกับอุณหภูมิที่ 30 องศาเซลเซียส โดย Oscillatoria จะม่วงที่เจริญเติบโตที่ยาว (20วัน) และเจริญเติบโตอย่างช้าๆ อัตราที่ 0.22 ต่อวันและ 0.22 ต่อวันที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และ 20 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ในขณะที่ Microcystis มีช่วงการเจริญที่สั้น (2-3วัน) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว อัตราที่ 0.86 ต่อวัน โดยความสัมพันธ์ระหว่างสาหร่ายนั้นมีอิทธิพล และความซับซ้อนที่มาก ในระบบจำลองทะเลสาบยูโทรฟิเคชัน มากกว่าระบบในการเลี้งในขวด การเจริญเติบโตในระบบทะเลสาบจำลองจะมีจุดด้อยของ ความเข้มของแสง และการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างและปริมาณมวลชีวภาพของสาหร่ายปริมาณที่น้อยกว่าการเลี้ยงในขวดทดลอง ผลของการแข่งขันกัน ระหว่าง Microcystis และ Oscillatoria เจริญที่อุณหภูมิต่างกัน พร้อมด้วยการสำรวจประชากรสาหร่ายในพื้นที่จริง ในทะเลสาบไทฮู่ (ประเทศจีน) พบว่า อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลในการแข่งขันกันระหว่าง Microcystis และ Oscillatoria ที่เกิดขึ้นบนผิวน้ำของทะเลสาบ ยูโทรฟิเคชัน Melosira italic, Synechococcus sp. และ Crytomonas ovate พบการเจริญในฤดูร้อนดีที่สุด และมีปริมาณคลอโรฟิลล์สูงโดยคุณภาพน้ำจัดเป็นคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี

Malaiwan and Peerapornpisal (2009) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนน้ำงึม ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยลาว ระหว่างเดือนมิถุนายน 2007 ถึงเดือนเมษายน 2008 โดยทำการเก็บตัวอย่างที่ระดับในแนวลึก 5 เมตร จากผิวน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งจุดที่ลึกที่สุดของอ่างเก็บน้ำ โดยศึกษาจากข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวภาพ พบแพลงก์ตอนพืช ในอ่างเก็บน้ำทั้งหมด 6 ดิวิชัน ได้แก่ Chlorophyta (green algae), Cyanophyta (blue-green algae), Bacillariaophyta (diatoms),Pyrrophyta (dinoflagellate), Chrysophyta (Chrysophytes) และ Euglenophyta (Euglenoid) โดยสายพันธุ์ที่พบเด่นที่สุด คือ Staurastrum tetracerum Ralfs, S.Freemanii W.et.G.S. West var. nudicepsscott et Presott, S.crenulatrum (Nägeli) delponte, Cosmarium sp.1 และ Aulacoseina granulate (Ehrenberg) Simonsen โดยน้ำในอ่างเก็บน้ำนี้จัดอยู่ในช่วงสารอาหารน้อยถึงปานกลาง (Oligo-mesotrophic to mesotrophic) และจัดเป็นแหล่งน้ำคุณภาพดี-ปานกลาง

KaradŽic et al. (2010) ได้ศึกษาเรื่องแพลงก์ตอนพืชและการเกิดยูโทรฟิเคชันอ่างเก็บน้ำ Garaši and Bukulja ประเทศเซอร์เบีย โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนกันยายน ค.ศ. 2005 ถึงเดือนตุลาคม ค.ศ. 2006 โดยทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี การวิเคราะห์เชิงปริมาณและคุณภาพของอ่างเก็บน้ำแพลงก์ตอนพืชในแต่ระดับชั้นความลึกในฤดูที่แตกต่างกัน พบแพลงก์ตอนพืชไฟลัมต่างๆดังนี้ Bacillariophyta, Cyanobacteria และ Chlorophyta ได้สรุปว่าจากการทดสอบทางกายภาพและทางเคมี ความหนาแน่นและชีวมวลของแพลงก์ตอนพืช พบปริมาณคอลโรฟิลล์ที่เพิ่มสูงมาก ทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในอ่างเก็บน้ำ โดยชนิดเด่นที่พบ คือ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ได้แก่ Planktothrix agardhii, Aphanizomenon flos-aquae, Microcystis aeruginosa และ Anabaena affinis และพบสาหร่ายที่มีชีวมวลสูงที่สุดสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งอ่างเก็บน้ำ Garaši มีคุณภาพน้ำอยู่ระดับปานกลาง ขณะที่อ่างเก็บน้ำ Bukulja พบว่ามีคุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี

Medupin (2011) ได้ศึกษาเรื่องกลุ่มของแพลงก์ตอนพืช กับผลกระทบของคุณภาพน้ำในทะเลสาบฮอลลิ่งสวอทสหราชอาณาจักรซึ่งมีการประเมินสถานะภาพของทะเลสาบจากแพลงก์ตอนพืช และคุณภาพน้ำ ได้ตรวจสอบและทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึง ดือนสิงหาค ปี 2004 ณ 3 จุดของทะเลสาบที่ลึกที่สุด พบ 49 สายพันธุ์ จาก 7 คลาส ได้แก่ Dinophytes, Cyanophytes, Baccilariophytes, Chlorophytes, Eugkenophytes และ Crysophytes โดยมีการยกตัวอย่างในแต่ละคลาสที่พบ คือ Dinophyceae พบ 2 สายพันธุ์ พบสายพันธุ์ที่เด่นที่สุดคือ Ceratium hirudinella, Cyanobavteria พบ 13 สายพันธุ์ พบสายพันธุ์ที่เด่นที่สุด คือ Microcytis flosaquae, Baccilariophytes พบ 10 สายพันธุ์ Chlorophytes พบ 15 สายพันธุ์ Cryptophytes พบ 4 สายพันธุ์ Chrysophytes พบ 2 สายพันธุ์ และพบน้อยที่สุด คือ Euglenophytes ซึ่งมีความหนาแน่นของสาหร่ายในแหล่งน้ำที่น้อยที่สุด โดยพบชนิด Microcystis flosaquae และ Oscillatoria aghardii มากที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอยู่ที่ 17 องศาเซลเซียส ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 7.72 ค่าการนำไฟฟ้า 0.199 µS/cm และค่าออกซิเจนละลายน้ำ 87 เปอร์เซ็นต์ เมื่อค่าทางเคมีองค์ประกอบของแพลงก์ตอนพืช และมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชนำไปเทียบกับ ค่าการวัดมาตรฐานนานาชาติ รวมไปถึงมาตรฐานของคุณภาพน้ำ กรมอนามัยโลกและมาตรฐานของสภายุโรปและคณะมนตรียุโรป ในด้านคุณภาพน้ำที่ดี (EC Directive) จากผลการตรวจสอบพบว่าทะเลสาบฮอลลิ่งสวอทจัดอยู่ในคุณภาพน้ำปานกลางสารอาหารสูง (mesotropic - eutrophic)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 สารเคมี

3.1.1 กรดซัลฟิวริก เข้มข้น 5 นอร์มอล บริษัท Carlo ERBA Reagents SAS ประเทศฝรั่งเศส
3.1.2 กรดไนตริก 65% บริษัท Carlo ERBA Reagents SAS ประเทศฝรั่งเศส
3.1.3 สารละลายแอนติโมนีโพแทสเซียมทาเรต บริษัท Thai Poly Chemicals Co., Ltd.
3.1.4 สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต บริษัท Thai Poly Chemicals Co., Ltd.
3.1.5 สารละลายแอสคอบิก 1 โมลาร์ บริษัท Thai Poly Chemicals Co., Ltd.
3.1.6 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ บริษัท AGC Chemicals (Thailand) CO.,LTD.
3.1.7 สารละลายสต็อคฟอสเฟต
3.1.8 สารละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์ บริษัท Chemmaco
3.1.9 ไอโอดีน(Crystal) บริษัท Chemmaco
3.1.10 กรดอะซิติก บริษัท Chemmaco
3.1.11 สารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนต บริษัท Chemmaco
3.1.12 สารละลายอะซีโตน บริษัท Thomas Baker

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 10S
3.2.2 เครื่องชั่งแบบดิจิตอลยี่ห้อ SWISS QUALITY รุ่น PRECISA 205 A ความละเอียด 4 ตำแหน่ง
3.2.3 เครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
3.2.4 ชามกระเบื้อง
3.2.5 ขวดพอลิเอทธิลีน
3.2.6 กระดาษกรองใยแก้ว ขนาด 7 เซนติเมตร
3.2.7 ตะแกรงร่อนขนาดเบอร์ 20
3.2.8 อุปกรณ์เครื่องแก้ว
3.2.9 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน
3.2.10 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ
3.2.11 เครื่องกรองลดความดัน
3.2.12 ถุงแพลงก์ตอน (Plankton net) size 10 micron
3.2.13 เครื่องปั่นเหวี่ยง(Clinical centrifuge) ยี่ห้อ Thermo-Scientific รุ่น Heraeus-Megafuge 8R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.14 เครื่องปั่นผลไม้ Tefal รุ่น BL3071AD

3.2.15 กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope : LM) บริษัท Olympus รุ่น CH30 ประเทศญี่ปุ่น

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.3.1 การสำรวจและกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง ทำได้โดยทำการศึกษาข้อมูลและจุดเก็บตัวอย่างคลองจระเข้ขบ จากนั้นทำการสำรวจจุดเก็บตัวอย่างในภาคสนาม พร้อมทั้งกำหนดสถานที่เก็บตัวอย่าง โดยเริ่มจากสะพานข้ามคลองที่หลังหมู่บ้านจนถึงสะพานสุดท้ายไปชุมชนสวนดอกไม้

3.3.2 ทำการเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง คือ ช่วงเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2558

3.3.3 การตรวจวิเคราะห์หาชนิดแพลงก์ตอนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และหาปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอน

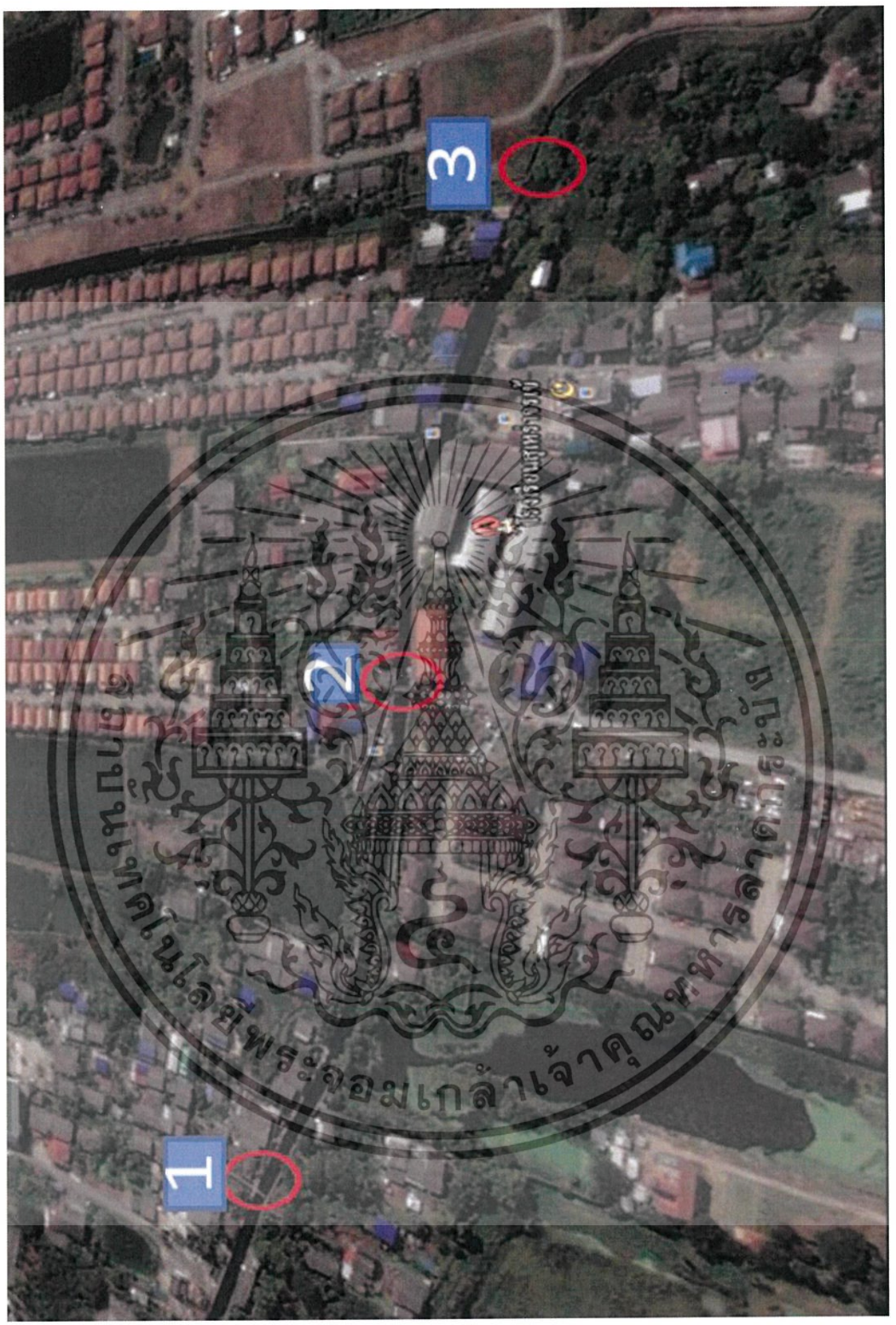
3.3.4 ประมวลผลการทดลองและสรุปผลวิจัย

3.4 สภาพและพื้นที่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

ตารางที่ 3.4 สภาพและพื้นที่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

จุดเก็บตัวอย่าง	พิกัด	ลักษณะทางกายภาพ
1	N 13° 42' 41" E 100° 41' 55"	เป็นสะพานข้ามคลองที่มีบ้านเรือนอย่างหนาแน่น (ต้นน้ำ)
2	N 13° 42' 22" E 100° 41' 42"	เป็นสะพานข้ามคลองอยู่บริเวณด้านหลังโรงเรียนจระเข้ขบ (กลางน้ำ)
3	N 13° 42' 17" E 100° 41' 38"	เป็นสะพานข้ามคลองจากชุมชนจระเข้ขบไปชุมชนสวนดอกไม้ เป็นสามเหลี่ยมปากแม่น้ำ คลอง สองสายมาเจอกัน (ท้ายน้ำ)

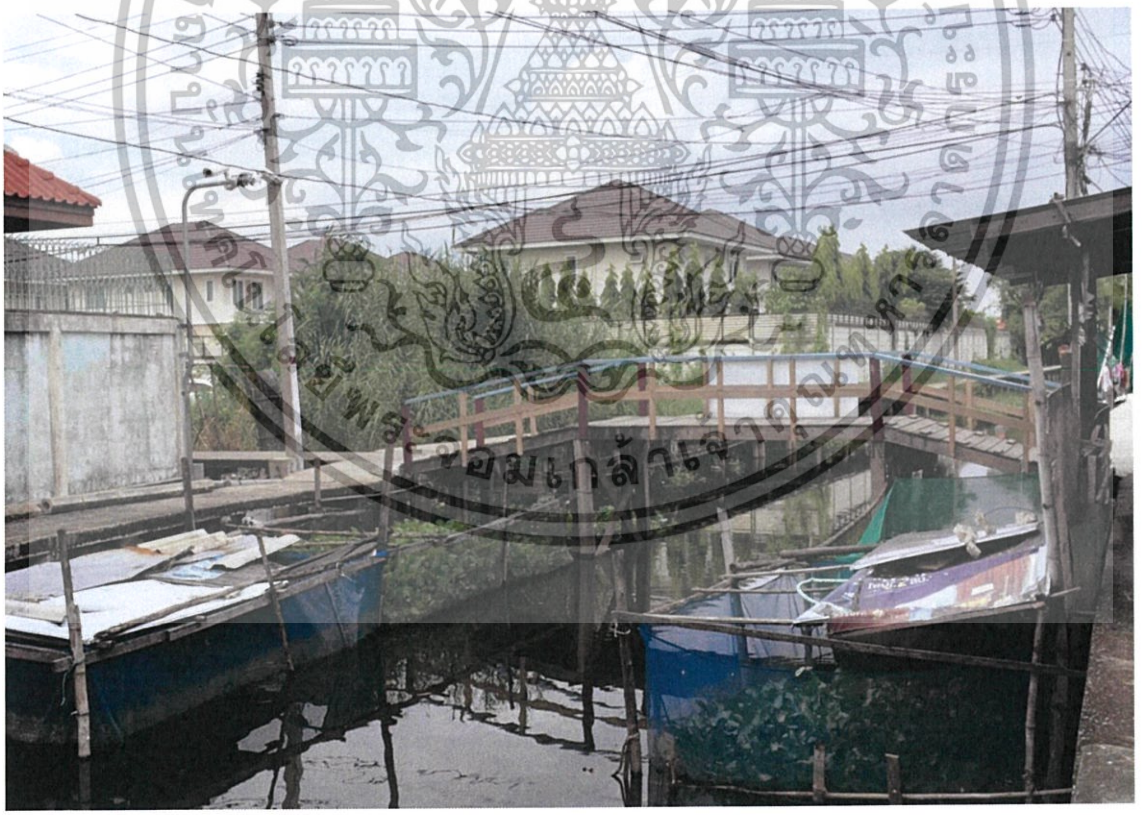
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1 แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 1 บริเวณต้นน้ำคลองจระเข้ขบ



รูปที่ 3.3 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 2 บริเวณกลางลำคลองจระเข้ขบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ 3 บริเวณปลายลำคลองจระเข้ขบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน

3.5.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

1. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน โดยการจ้วงใช้ถังตักน้ำที่บริเวณกึ่งกลางของลำน้ำ และระดับความลึกที่แสงส่องถึง ทำการเก็บจุดละ 1 ลิตร
2. ใส่ขวดน้ำพลาสติกโพลีเอทิลีน โดยใช้ฟรอยด์ห่อเพื่อป้องกันแสงแดด
3. นำไปวิเคราะห์หาคลอโรฟิลล์ เอ ทันทีเมื่อถึงห้องปฏิบัติการ

3.5.2 การเก็บแพลงก์ตอนพืช

3.5.2.1 การเตรียมน้ำยาในการตรึงแพลงก์ตอนพืช

1. เตรียมน้ำยาลูกอล โดยละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ ในน้ำกลั่น 250 มิลลิลิตร เมื่อละลายดีแล้วให้เติม ไอโอดีน (crystal) 25 กรัม ในสารละลายที่ได้ ต่อจากนั้นเติมกรดอะซิติก 25 มิลลิลิตร ใส่ในขวดสีชา

3.5.2.2 การเก็บแพลงก์ตอนพืช

1. เตรียมถุงแพลงก์ตอน (plankton net) ให้พร้อมใช้งาน
2. นำขวดพลาสติกสำหรับเก็บน้ำตัวอย่างมาเขียนตำแหน่ง และจุดที่เก็บตัวอย่าง พร้อมวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง จดรายละเอียด เกี่ยวกับ สภาพแวดล้อมและสภาพอากาศในขณะที่เก็บ
3. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน โดยการจ้วงใช้ถังตักน้ำที่ระดับกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำทำการเก็บจุดละ 20 ลิตร นำน้ำที่ตักมากรองผ่านถุงแพลงก์ตอน หลังจากกรองเสร็จนำน้ำที่กรองได้ใส่ขวดพลาสติก ขนาด 100 มิลลิลิตรจดปริมาตรที่กรองได้
4. หยดน้ำยาลูกอลใส่น้ำที่ผ่านการกรองจากถุงแพลงก์ตอน เพื่อทำการตรึงและรักษาแพลงก์ตอนพืช เติมจนได้สีชา หรือสีน้ำตาลอ่อน ปริมาตรที่เติมประมาณ 0.4 – 0.8 มิลลิลิตรในตัวอย่าง 200 มิลลิลิตร
5. นำตัวอย่างแช่ในถังน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 10 °C
6. นำตัวอย่างน้ำเก็บเข้าตู้เย็น โดยน้ำตัวอย่างวิเคราะห์หาแพลงก์ตอนเก็บที่อุณหภูมิ 10-15°C

3.5.3 การเก็บตัวอย่างดินตะกอน

1. นำถุงซิบพลาสติกสำหรับเก็บดินตะกอนมาเขียนตำแหน่งจุดที่เก็บ และวันที่ทำการเก็บตัวอย่าง
2. ทำการเก็บดินโดยใช้ Ekman Dredge ตักตะกอนดินประมาณ 1 กิโลกรัม บรรจุลงในถุงซิบพลาสติกเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุด ตามที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. นำมาตากบนถาดให้แห้ง แบ่ง 0.5 ส่วนใน 100 ส่วนไปอบแห้งหา % ความชื้นของดินตะกอน
4. ดินที่แห้งแล้วไปตำให้ละเอียดแล้วเก็บไว้ในภาชนะที่มีฝาปิดก่อนทำการวิเคราะห์

3.6 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างและดินตะกอน

3.6.1 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ประยุกต์ใช้ Standard Methods APHA, AWWA, and WEF)

1. นำน้ำตัวอย่างมากรองโดยใช้กระดาษกรองใยแก้ว ขนาด 7 เซนติเมตร
2. วางแผ่นกรองในเครื่องปั่น Tefal รุ่น BL3071AD เติม 90 % aqueous acetone solution 2 มิลลิลิตร
3. นำตัวอย่างที่ปั่นละเอียดแล้วใส่หลอด Centrifuge ชนิดฝาเกลียวขนาด 15 มิลลิลิตร ล้างที่ปั่นด้วย 90 % aqueous acetone solution 2 มิลลิลิตร เพื่อล้างตัวอย่างออกให้หมด ปรับปริมาตรตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ด้วย 90 % aqueous acetone solution เก็บตัวอย่างนี้ 2 ชั่วโมง ในที่มืดและเย็นที่อุณหภูมิ 4°C
4. นำตัวอย่างออกจากตู้เย็นไปปั่นเหวี่ยงนาน 20 นาที ที่ความเร็ว 500 รอบ/นาที
5. รินสารละลายส่วนใสใส่หลอด Cuvettes ชนิดแก้ว ขนาด 15 มิลลิลิตรและจดปริมาตรของตัวอย่าง
6. วัดปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 665 nm, 750 nm หลังจากวัดความยาวคลื่นทั้งสอง เติม HCl 0.1 N
7. ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ

<u>สูตรคำนวณ</u>

$$\text{Chlorophyll a } (\text{mg m}^{-3}) = \frac{26.7(665b-665a)\times V1}{V2\times L}$$

$$\text{Chlorophyll a } (\text{mg m}^{-3}) = \frac{26.7[1.7(665a-665b)\times V1}{V2\times L}$$

เมื่อ V_1 = ปริมาตรของตัวอย่าง (ลิตร)

V_2 = ปริมาตรของตัวอย่างที่นำมาสลัด(เมตร^2)

L = light path length หรือความกว้างของหลอด cuvette (เซ็นติเมตร)

และ 665b, 665a = optical densities ของ 90% acetone extract ก่อนและหลังการทำตัวอย่างให้เป็นกรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การวิเคราะห์น้ำตัวอย่างหาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอน

3.6.2.1 การวิเคราะห์ชนิดแพลงก์ตอน

1. นำน้ำตัวอย่างหยดลงสไลด์ โดยใช้ dropper
2. ใช้ cover glass ปิดลงโดยไม่ให้เกิดฟองอากาศ
3. ใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope : LM) กำลังขยาย 4 เท่า และปรับกำลังขยาย เพิ่มความชัดของภาพ
4. ถ่ายภาพและวิเคราะห์ว่าเป็นแพลงก์ตอนชนิดใด
5. ทำซ้ำข้อที่ 2-4 จนกว่าไม่เจอแพลงก์ตอนชนิดใหม่

3.6.2.2 การวิเคราะห์ปริมาณแพลงก์ตอน (ประยุกต์ใช้ Standard Methods APHA, AWWA, and WEF)

1. นำน้ำตัวอย่างหยดลง Haemacytometer แล้วใช้ cover glass ปิดลงโดยไม่ให้เกิดฟองอากาศ
2. ส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ ใช้กำลังขยาย 4, 10, 40 เท่า นับจำนวนแพลงก์ตอน จะได้แพลงก์ตอนต่อปริมาตรน้ำของตารางHaemacytometer
3. คำนวณจำนวนแพลงก์ตอนต่อปริมาตรน้ำ 1 มิลลิลิตร

<u>สูตรคำนวณ</u>

$$\text{ปริมาณมิลลิลิตร}^{-1} = \frac{C \times 1000\ \text{มม}^3}{A \times D \times F}$$

เมื่อ C = จำนวนสาหร่ายที่นับได้

A = พื้นที่ของ grids ; 0.004 มม^2

D = ความลึกของพื้นที่ที่นับ; 0.1 มิลลิเมตร

F = จำนวนช่องหรือตารางที่นับ

* หมายเหตุ : เหมาะสำหรับสาหร่ายที่เป็นพวกเซลล์เดียวที่มีขนาดเล็ก และไม่สามารถนับพวกที่อยู่เป็นโคโลนีได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การวิเคราะห์ดินตะกอน

3.6.3.1 การวิเคราะห์ปริมาณฟอสฟอรัสในดินตะกอน (ประยุกต์ใช้ Method of soil analysis part2)

1. ชั่งตัวอย่างดิน 1 – 2 กรัม ใส่ถ้วยกระเบื้อง
2. เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตรและกรดไนตริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร
3. นำไปวางบนเครื่องให้ความร้อน (Hot plate)
4. ย่อยจนแห้งแต่ไม่ถึงกับไหม้ ใส่ลงในขวดปรับปริมาตร 100 มิลลิลิตร
5. หยดฟีนอฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 1 – 2 หยด แล้วเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 6 นอร์มอล ปรับให้ pH 8.3
6. ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นจนถึง 100 มิลลิลิตร
7. ปิเปต 40 มิลลิลิตร ใส่ขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตร เติมน้ำยารวม 8 มิลลิลิตร แล้วปรับด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 50 มิลลิลิตร
8. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น880นาโนเมตรด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

<u>สูตรคำนวณ</u>

$$T\text{-}PO_4^{3-}\ (mg/kg soil) = \frac{P}{X}$$

เมื่อ P = ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในรูปฟอสเฟตที่อ่านได้จากกราฟ ($\mu g PO_4^{3-}$ - P)

X = น้ำหนักแห้งของดินตัวอย่าง (กรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

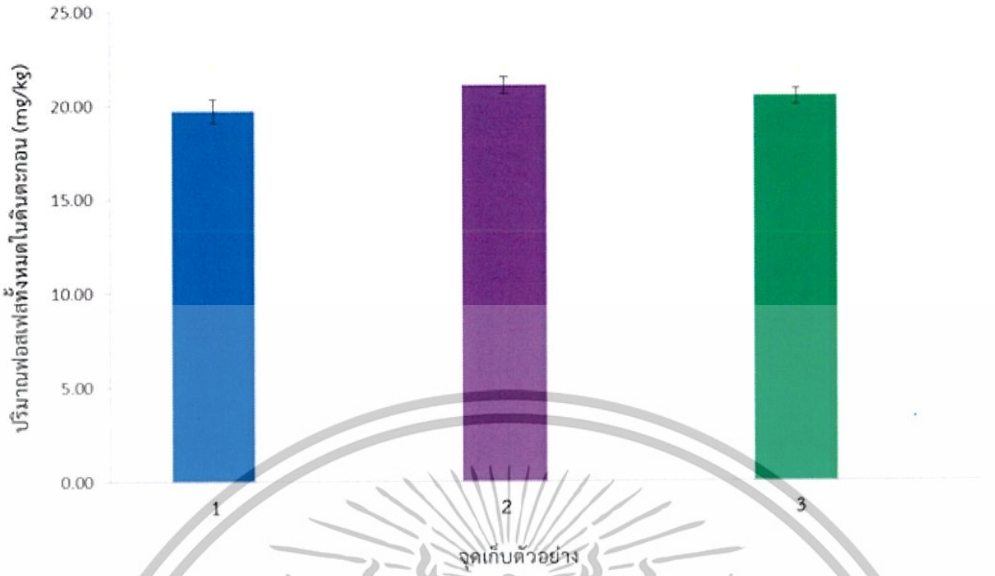
ผลการวิจัย

การศึกษาชนิดของสาหร่ายและปริมาณสาหร่าย ที่เป็นปัจจัยต่อการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้ทำการศึกษาชนิดของสาหร่ายและปริมาณสาหร่าย เพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำ พร้อมทั้งทำการศึกษา ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน (Total phosphorus) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) ดังตารางภาคผนวก ข ในการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ซึ่งแสดงผลดังต่อไปนี้

4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย

ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด หมายถึง ปริมาณของอินทรีย์ฟอสฟอรัส (organic P) รวมกับ อนินทรีย์ฟอสฟอรัส (inorganic P) จากการศึกษาปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 19.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม, จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเท่ากับ 21.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเท่ากับ 20.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในน้ำ ของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1มีค่าเท่ากับ 0.92 มิลลิกรัมต่อลิตร, จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.07 มิลลิกรัมต่อลิตร และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (ธนภรณ์และคณะ, 2558) จากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมดในดินตะกอนและน้ำ จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่ามากที่สุดแสดงให้เห็นว่าฟอสฟอรัสทั้งหมดมีอยู่ในดินตะกอนปริมาณที่มาก ซึ่งฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอนสามารถละลายน้ำได้แล้วเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของ ไดไฮโดรเจนฟอสฟอรัสไอออน และ ไฮโดรเจนฟอสฟอรัสไอออน สาหร่ายถึงสามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโตได้ (คณาจารย์ภาคปฐพีวิทยา, 2541) ฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญในการเจริญเติบโตของสาหร่ายเช่นกัน จำนวนที่ต้องการก็จะแตกต่างกันไปตามชนิดของสาหร่าย (Chapman and Chapman, 1973) ฟอสฟอรัสมีแหล่งกำเนิดที่หลากหลาย เช่น ผงซักฟอก หรือปุ๋ยใส่ต้นไม้ (ลัดดา, 2546) ดังแสดงในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



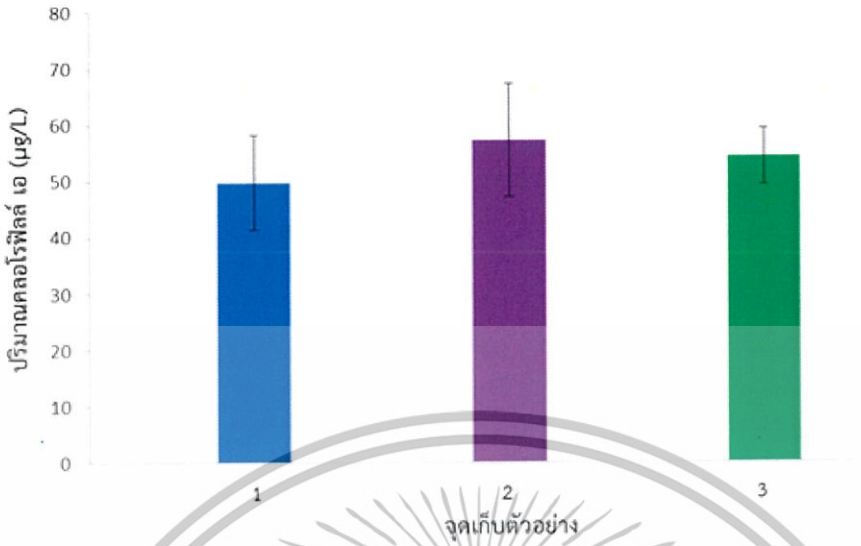
รูปที่ 4.1 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2558

4.2 ปัจจัยบ่งชี้สภาวะสารอาหารในแหล่งน้ำ

4.2.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a)

จากการศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง จุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 3 จุด ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 นำค่าที่ได้จากการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยของแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีค่าเท่ากับ 49.77 ไมโครกรัมต่อลิตร, จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีค่าเท่ากับ 57.26 ไมโครกรัมต่อลิตร และ จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีค่าเท่ากับ 54.30 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่ง คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่สำคัญของสาหร่าย ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่เพิ่มสูงขึ้น แสดงว่ามีการเจริญเติบโตของสาหร่าย จากปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้งจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด พบว่า จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ สูงที่สุด เนื่องจากในจุดนี้มีปริมาณสาหร่ายในน้ำมาก มีการสังเคราะห์ของสาหร่ายสูงกว่าจุดเก็บตัวอย่างอื่นๆ ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้โรงเรียน และ มีความหนาแน่นของชุมชนสูง มีการปล่อยของเสียจากครัวเรือน เช่น ผงซักฟอก น้ำยาล้างจาน เป็นต้น ซึ่งเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้สาหร่ายเจริญเติบโตได้ ดังที่กล่าวมาข้างต้น ดังแสดงในรูปที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

4.3 การศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่ายในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

4.3.1 ความหลากหลายชนิดของสาหร่าย

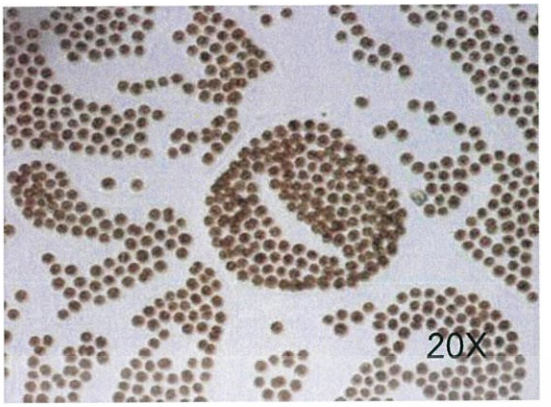
จากการศึกษาในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร การเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 พบสาหร่ายทั้งหมด 5 ดิวิชัน 19 สกุล (ตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.8) ดิวิชันที่มีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายมากที่สุดคือ ดิวิชัน Cyanophyta มี 6 สกุล คิดเป็น 32% รองลงมา คือ ดิวิชัน Chlorophyta มี 5 สกุล คิดเป็น 26%, ดิวิชัน Euglenophyta มี 3 สกุล คิดเป็น 16%, ดิวิชัน Chromophyta มี 3 สกุล คิดเป็น 16%, ดิวิชัน Pyrrophyta มี 2 สกุล คิดเป็น 10%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 สาหร่ายที่พบทั้งหมดในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

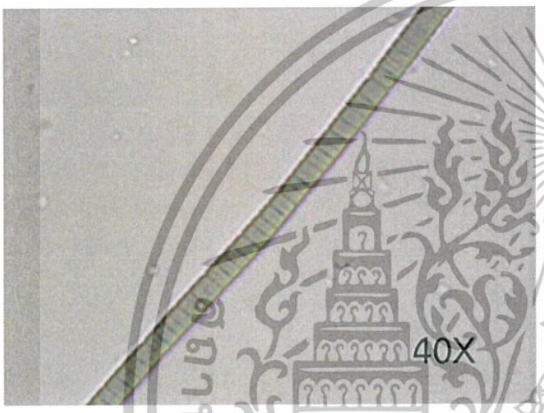
Taxon
Division Cyanophyta (Blue green algae)
Chroococcus sp.
Microcystis sp.
Oscillatoria sp.
Spirulina sp.
Anabaena sp.
Cylindrosperinopsis sp.
Division Chlorophyta (Green algae)
Eudorina sp.
Scenedesmus sp.
Closterium sp.
Spirogyra sp.
Coelastrum sp.
Division Euglenophyta
Euglena sp.
Phacus sp.
Trachelomonas sp.
Division Chromophyta
Chattonella sp.
Bacillaria sp.
Nitzschia sp.
Division Pyrrophyta
Ceratium sp.
Gymnodinium sp.

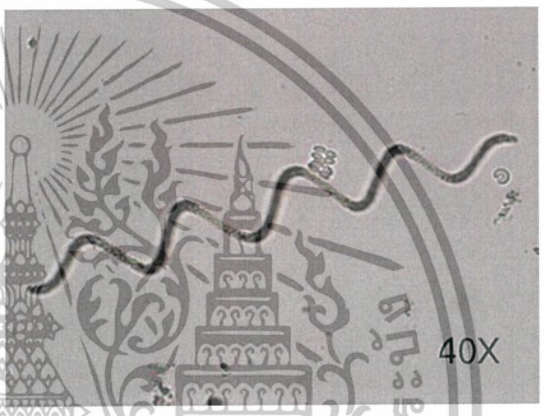
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Chroococcus sp.

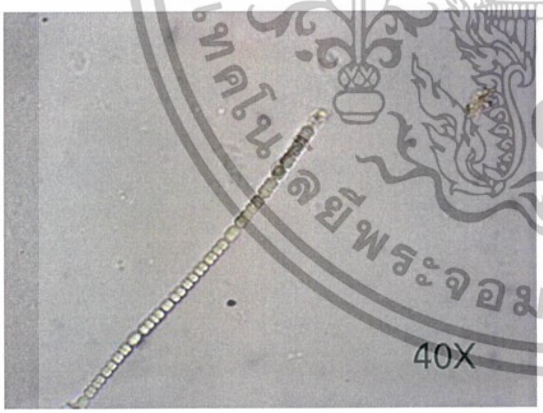
Microcystis sp.

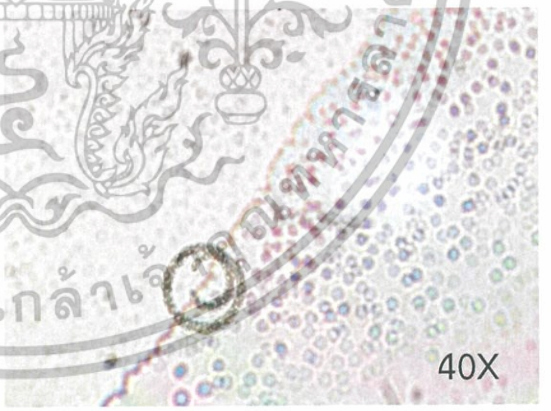




Oscillatoria sp.

Spirulina sp.



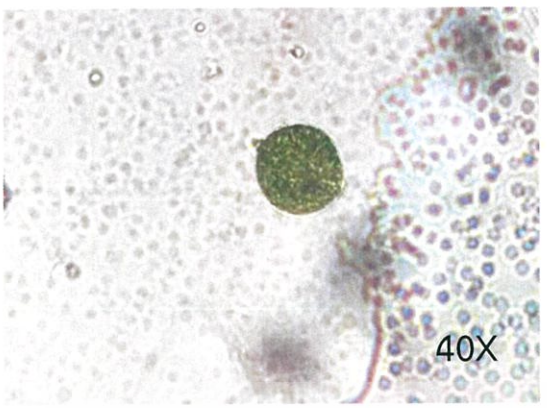


Anabaena sp.

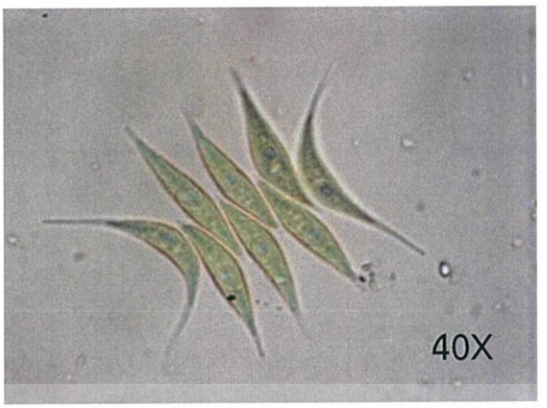
Cylindrosperinopsis sp

รูปที่ 4.3 แพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

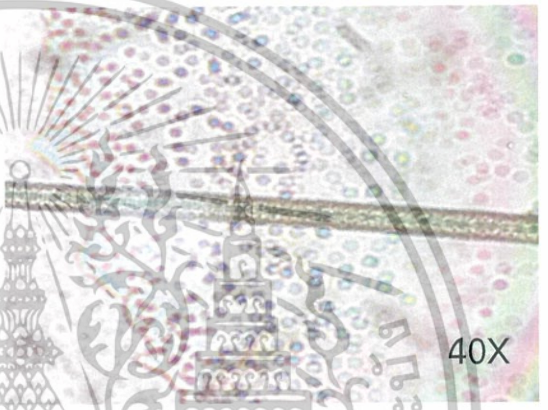


Euglena sp.

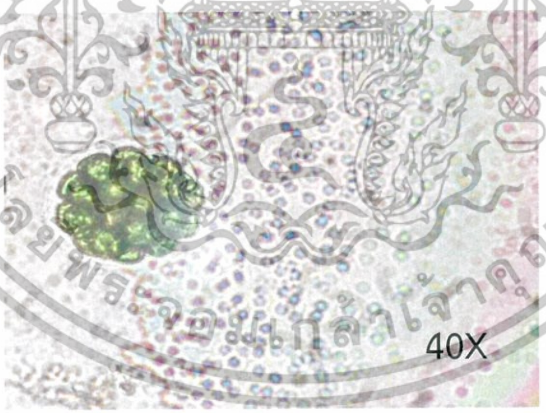


Scenedesmus sp.

Closterium sp.



Spirogyra sp.

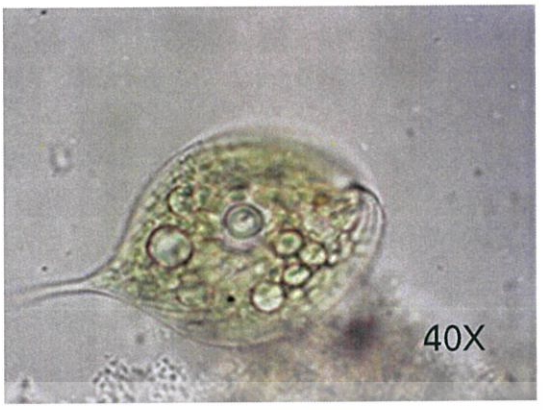


Coelastrum sp.

รูปที่ 4.4 แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Eudorina sp.

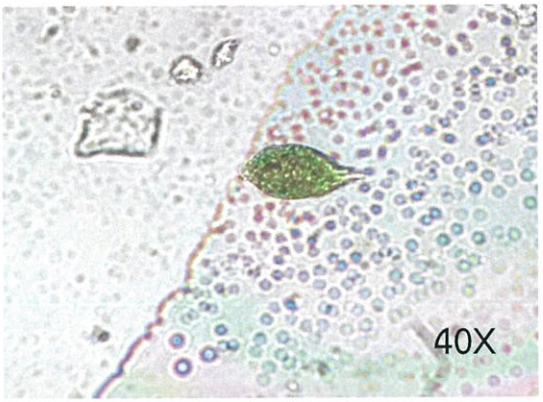


Phacus sp.

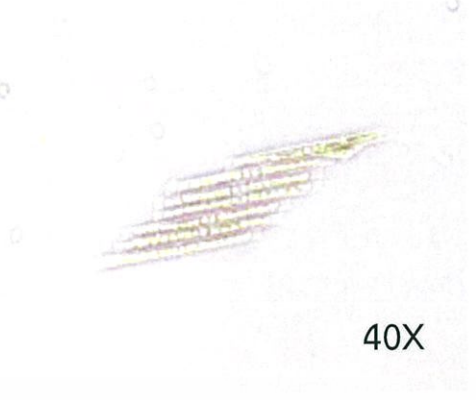
Trachelomonas sp.

รูปที่ 4.5 แพลงก์ตอนพืชใน Division Euglenophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Chattonella sp.

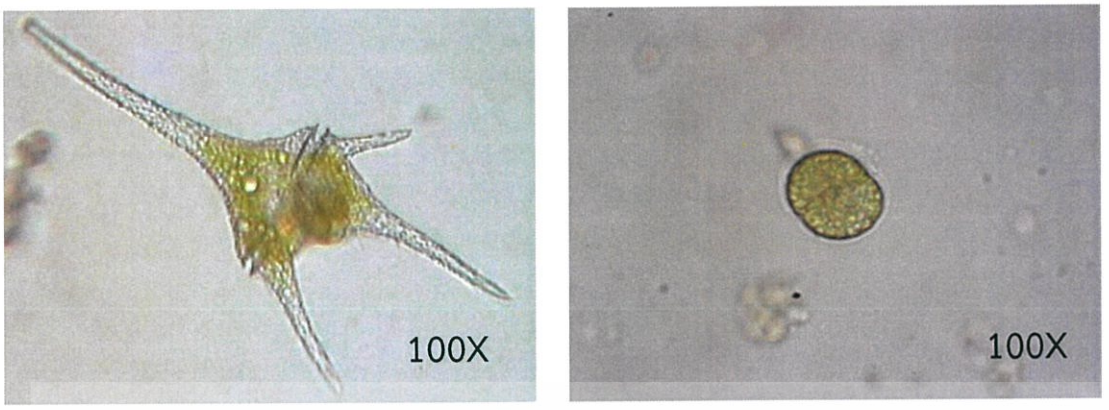


Bacillaria sp.

Nitzschia sp.

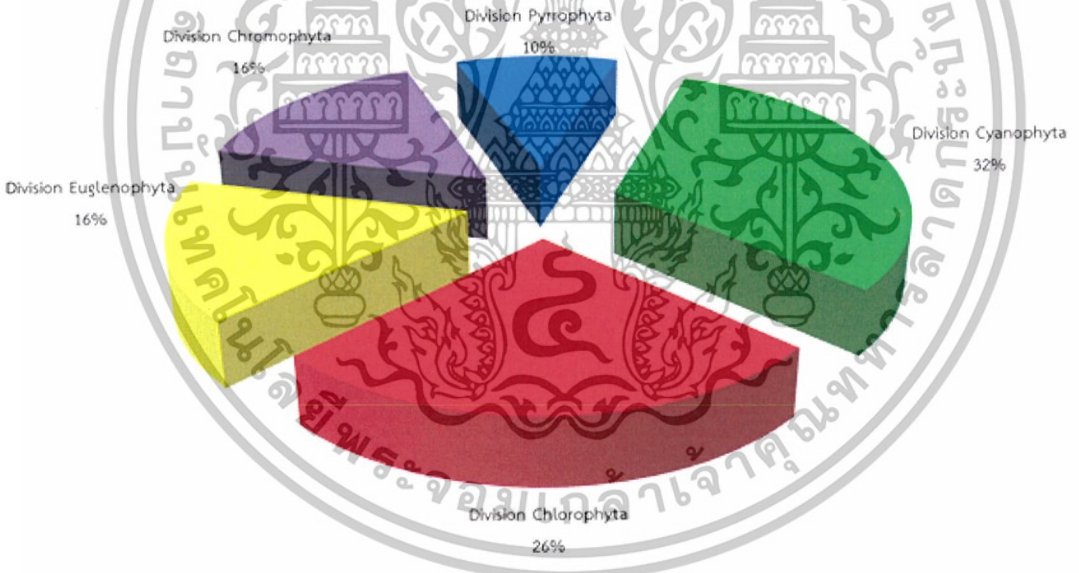
รูปที่ 4.5 แพลงก์ตอนพืชใน Division Chromophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Ceratium sp. *Gymnodinium* sp.

รูปที่ 4.7 แพลงก์ตอนพืชใน Division Pyrrophyta ที่พบในคลองจระเข้ขบ ระหว่างการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 7 ครั้ง



รูปที่ 4.8 จำนวนชนิดของสาหร่ายแต่ละดิวิชันในคลองจระเข้ขบ ระหว่าง เดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ปริมาณสาหร่าย

จากการศึกษาคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร การเก็บตัวอย่าง 7 ครั้ง ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ทำการศึกษาจำนวนเซลล์สาหร่ายในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง จำนวนเซลล์สาหร่ายที่พบของจุดตัวอย่างทั้งหมด ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 จำนวนเซลล์สาหร่ายที่พบมากที่สุด คือ ดิวิชัน Cyanophyta พบทั้งหมด 39% รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta พบทั้งหมด 30%, ดิวิชัน Euglenophyta พบทั้งหมด 12%, ดิวิชัน Chromophyta พบทั้งหมด 11% และ ดิวิชัน Pyrrophyta พบทั้งหมด 8% (ดังรูปที่ 4.9) จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 จำนวนเซลล์สาหร่ายที่พบมากสุดคือ ดิวิชัน Cyanophyta พบทั้งหมด 32% รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta พบทั้งหมด 24%, ดิวิชัน Euglenophyta พบทั้งหมด 28%, ดิวิชัน Chromophyta พบทั้งหมด 8% และ ดิวิชัน Pyrrophyta พบทั้งหมด 8% (ดังรูปที่ 4.10) จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 จำนวนเซลล์สาหร่ายที่พบมากที่สุดคือ ดิวิชัน Cyanophyta พบทั้งหมด 36% รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta พบทั้งหมด 20%, ดิวิชัน Euglenophyta พบทั้งหมด 20%, ดิวิชัน Chromophyta พบทั้งหมด 12%และ ดิวิชัน Pyrrophyta พบทั้งหมด 6% (ดังรูปที่ 4.11)

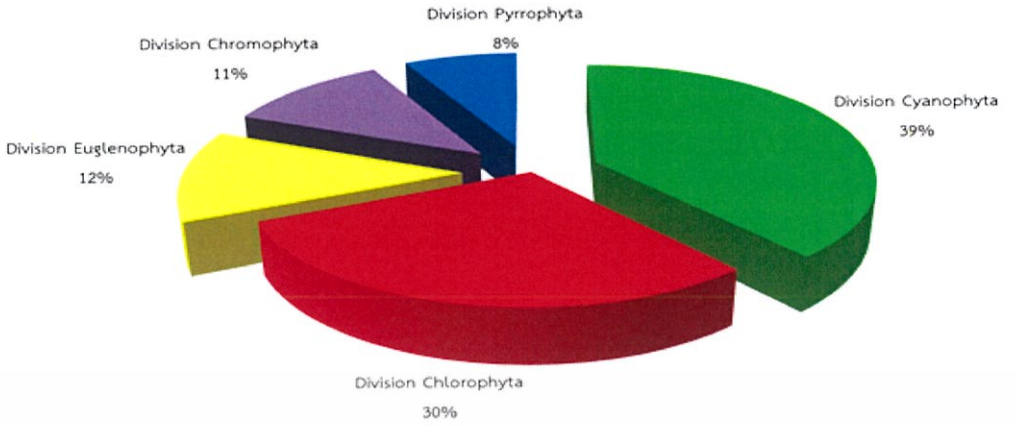
จากผลการทดลองของจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด จะพบว่า ดิวิชัน Cyanophyta มีจำนวนเซลล์สาหร่ายมากที่สุด รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta และ ดิวิชัน Euglenophyta ทั้งสามดิวิชันที่พบมากส่งผลต่อคุณภาพน้ำในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 จำนวนเซลล์สาหร่ายที่พบทั้งหมดในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558

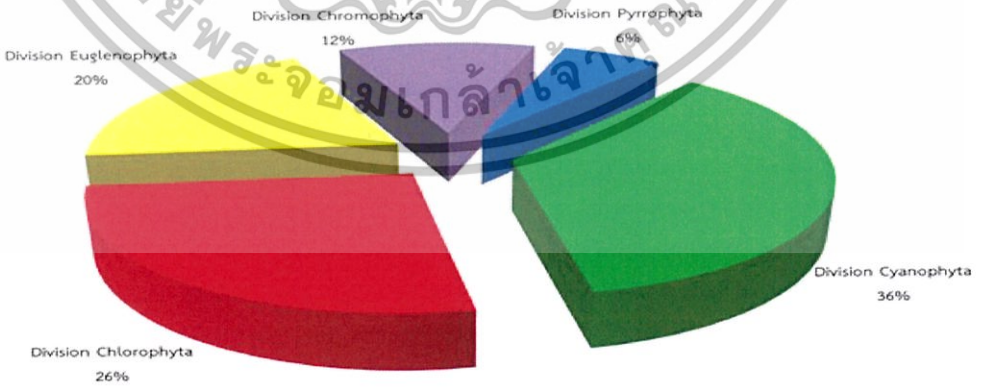
Taxon	จำนวนเซลล์ที่พบต่อลิตรของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด (cell/L)		
	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	650	140	679
Microcystis sp.	478	792	452
Oscillatoria sp.	361	624	502
Spirulina sp.	697	797	654
Anabaena sp.	702	1562	850
Cylindrosperinopsis sp.	957	1252	985
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	585	763	659
Scenedesmus sp.	698	1048	480
Closterium sp.	367	506	480
Spirogyra sp.	780	989	785
Coelastrum sp.	521	658	665
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	580	2154	1087
Phacus sp.	359	1085	548
Trachelomonas sp.	306	1340	639
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	420	670	205
Bacillaria sp.	355	404	651
Nitzschia sp.	325	284	530
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.	-	452	100
Gymnodinium sp.	769	906	607

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ในคลองจระเข้ขบ

รูปที่ 4.10 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในคลองจระเข้ขบ

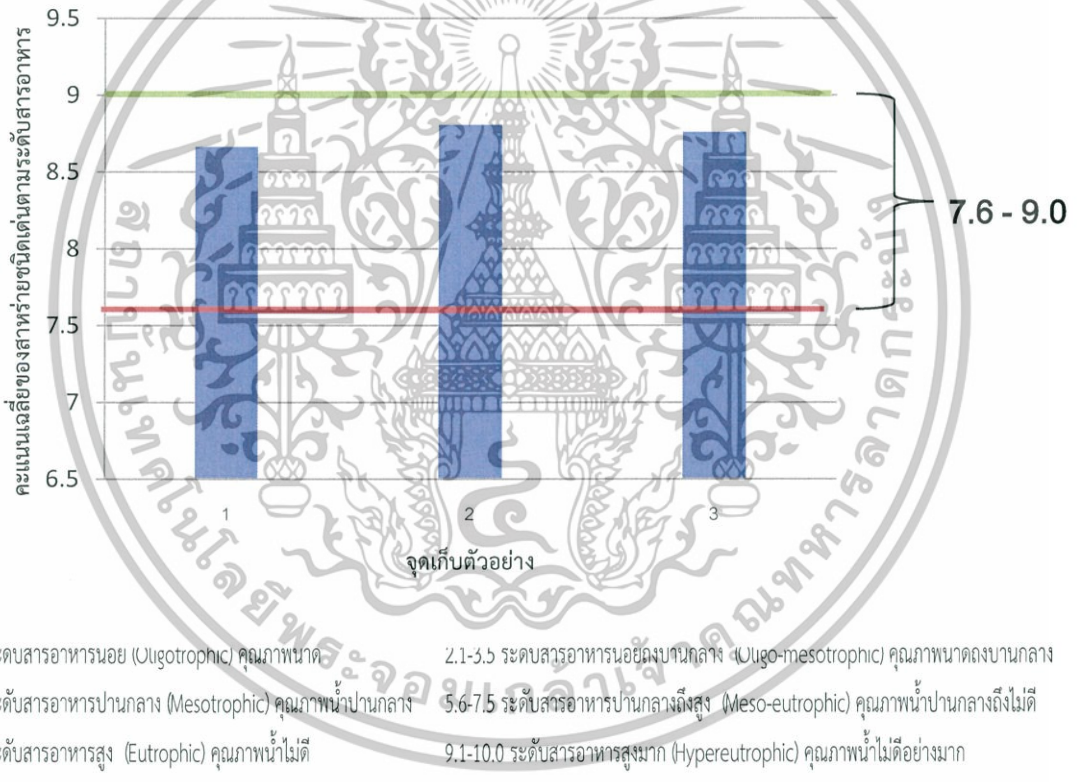


รูปที่ 4.11 ปริมาณของสาหร่ายแต่ละดิวิชันของจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ในคลองจระเข้ขบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาสาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำตามระบบ AARL -PP Score (Trophic status) ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร

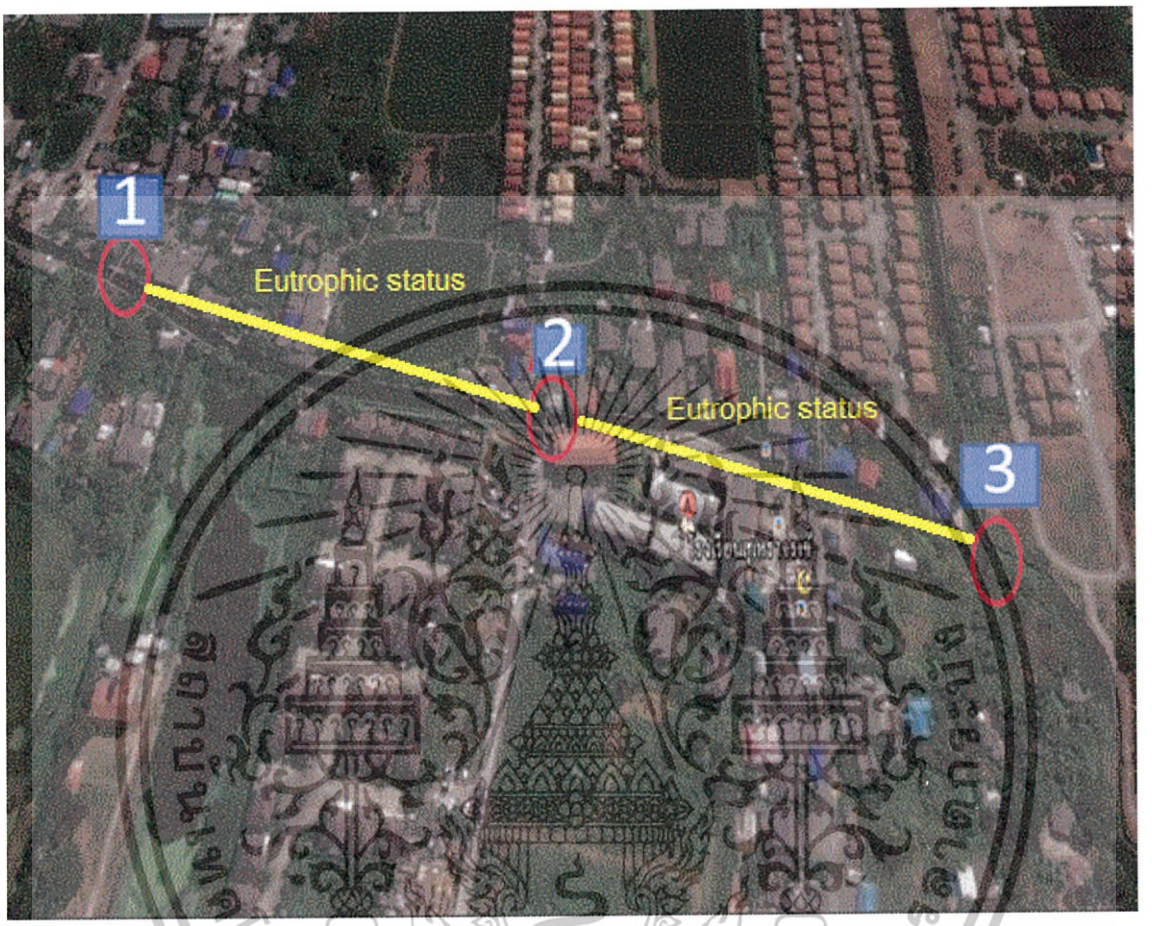
จากการศึกษาน้ำในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 นำชนิดสาหร่ายที่พบในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างมาคำนวณเป็นคะแนนคุณภาพน้ำ ซึ่งคะแนนสามารถบ่งชี้เป็นคุณภาพน้ำตามสถานะสารอาหาร แบ่งเป็น 6 ระดับย่อย คะแนนคุณภาพน้ำนี้ได้มาจากผลวิจัยซึ่งศึกษาเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของสาหร่ายกับปริมาณสารอาหาร คะแนนของสาหร่ายที่นำมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพของน้ำซึ่งเป็นสาหร่ายสกุลเด่นที่เจริญอย่างมากในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่างกันของการเก็บตัวอย่างทั้ง 7 ครั้ง นำสาหร่ายชนิดเด่นที่พบมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้ AARL-PP Score พบว่า คุณภาพน้ำทั่วไปไม่ดี มีระดับสารอาหารสูง (Eutrophic status) โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 ได้คะแนนเท่ากับ 8.66 คะแนน, จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ได้คะแนนเท่ากับ 8.81 คะแนน และจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 ได้คะแนนเท่ากับ 8.76 คะแนน



รูปที่ 4.12 คุณภาพน้ำในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากการประเมินด้วยระบบ AARL-PP Score

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินด้วยระบบ AARL-PP Score สามารถบ่งชี้ได้ว่าจากการศึกษาชนิดและปริมาณของสาหร่าย ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร มีแนวโน้มที่จะเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันได้



รูปที่ 4.13 คุณภาพน้ำของแต่ละจุดเก็บตัวอย่างในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 จากการประเมินด้วยระบบ AARL-PP Score

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 แนวทางการป้องกันการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

1. เริ่มจากควรมีการฟื้นฟูความสมดุลของระบบนิเวศในคลองจระเข้ขบ ไม่ว่าจะเป็นบริเวณต้นลำน้ำ ในลำน้ำ และริมฝั่ง เนื่องจากประเด็นปัญหาในขั้นแรกของคลองจระเข้ขบแห่งนี้ รวมถึงแหล่งน้ำอื่นทั่วไปก็คือ ความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ เพราะฉะนั้นในขั้นแรกจึงควรทำการศึกษาสำรวจรวบรวมข้อมูลเพื่อเผยแพร่ต่อสาธารณชน มีการส่งเสริมให้ชุมชนปลูกต้นไม้ และตระหนักถึงคุณค่าของแม่น้ำลำคลอง เพื่อให้เกิดความร่วมมือทุกภาคส่วนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูแม่น้ำลำคลองในชุมชนของตน

2. มีการควบคุมการเปลี่ยนแปลงสภาพธรรมชาติของแหล่งน้ำ อันเนื่องมาจากภาครัฐและเอกชน เมื่อได้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของแหล่งน้ำ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงควรทำการกำหนดมาตรการ และควบคุมโครงการพัฒนาสภาพกายภาพของคลองจระเข้ขบให้เป็นไปตามหลักของระบบนิเวศที่ถูกต้อง เช่น การขุดลอก แต่ถ้าหากว่าโครงการใดๆที่ได้เสนอไป มีผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของคนในชุมชน ก็ควรรับฟังความคิดเห็นสาธารณะ มีการติดตามตรวจสอบผลกระทบของโครงการอยู่เสมอ เพื่อที่จะสร้างความเข้าใจ และความร่วมมือของคนในชุมชน และหน่วยราชการ

3. มีการควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด จัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย และกำจัดขยะที่ได้มาตรฐานตามกฎหมายสิ่งแวดล้อมก่อนระบายลงสู่แหล่งน้ำ ควบคุมการปล่อยน้ำเสียของชุมชน และส่งเสริมให้มีการลด เลิกใช้ หรือปรับเปลี่ยนสารที่เป็นอันตราย และสารที่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ระดับคุณภาพน้ำในคลองจระเข้ขบ อยู่ในระดับที่ดีขึ้น และเพื่อให้เกิดความร่วมมือของชุมชน กับสถานประกอบการ เพื่อให้คนในชุมชนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และความตระหนักในการไม่ทิ้งของเสีย สิ่งปฏิกูลลงในแม่น้ำลำคลอง

4. พัฒนากลไกและกระบวนการบริหารจัดการแหล่งน้ำแบบบูรณาการ เนื่องจากปัญหาที่สำคัญอีกประเด็นคือ ยังขาดการบูรณาการระหว่างหน่วยงานราชการ ปัญหาการบังคับใช้กฎหมายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง และคนในชุมชนขาดการมีส่วนร่วม จึงควรมีการบริหารจัดการเชิงบูรณาการ และทันต่อเหตุการณ์ ควรมีการส่งเสริมความรู้ การใช้องค์ความรู้ การแลกเปลี่ยนข้อมูล เครื่องมือ เทคโนโลยีที่ทันสมัย แล้วมีการแบ่งบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบในการอนุรักษ์แม่น้ำลำคลอง เพื่อให้เกิดความร่วมมือของหน่วยงานราชการ และชุมชน

5. กำหนดมาตรการจูงใจ รวมถึงการบังคับใช้กฎหมาย ข้อบังคับต่างๆเกี่ยวข้อง เป็นการผลักดันให้มีการบังคับใช้กฎหมายอย่างเคร่งครัด ส่งเสริมความรู้ความเข้าใจในกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์แม่น้ำลำคลอง สนับสนุนกิจกรรมใดๆที่ไม่ทำลายลำน้ำ หรือส่งเสริมการอนุรักษ์ลำน้ำ

6. เพิ่มพูนความรู้ความเข้าใจ ปลูกจิตสำนึก ความตระหนักในคุณค่า และเสริมสร้างการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์แม่น้ำลำคลองในชุมชนของตน เนื่องจากชุมชนอาจยังขาดองค์ความรู้เกี่ยวกับการจัดการแม่น้ำลำคลอง ขาดการเรียนรู้เรื่องเกี่ยวกับแหล่งน้ำในท้องถิ่นของตน ขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์ดูแล ด้วยสาเหตุต่างๆเหล่านี้ที่ทำให้การอนุรักษ์แม่น้ำลำคลองไม่ได้ประสบความสำเร็จมากเท่าที่ควร ดังนั้น จึงควรที่จะสร้างองค์ความรู้ สร้างจิตสำนึก และส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการพัฒนาลำคลองในชุมชนของตน

7. เสริมสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ และพัฒนาต่อไป มีการขยายจำนวนเครือข่ายประชาชน และเยาวชนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ อบรมผู้นำชุมชน ครู และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เยาวชนในเรื่องการอนุรักษ์ และรณรงค์ในคนในท้องถิ่นเห็นคุณค่าของแหล่งน้ำ และร่วมมือกันพัฒนา จากนั้น ให้โอกาสชุมชนได้มีบทบาทในการให้ข้อคิด และข้อเสนอแนะต่างๆ ในที่สุดชุมชนก็จะสามารถเป็นผู้ริเริ่มการอนุรักษ์แม่น้ำลำคลองในชุมชนของขึ้นมาได้ และสามารถได้รับงบสนับสนุนจากรัฐบาลอีกด้วย เป้าหมายเพื่อที่จะให้คนในชุมชนทุกคน ทุกระดับมีส่วนร่วมในการพัฒนาแม่น้ำลำคลองของตน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณสาหร่ายและชนิดของสาหร่ายที่ตัวบ่งชี้ต่อการเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชันในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนกันยายน ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมดในดินตะกอน (Total Phosphorus) อยู่ในช่วง 19.68 – 21.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) อยู่ในช่วง 49.11 – 57.26 ไมโครกรัมต่อลิตร และการศึกษาความหลากหลายชนิดของสาหร่าย พบว่ามีสาหร่ายทั้งหมด 5 ดิวิชัน 19 สกุล ดิวิชันที่มีความหลากหลายของชนิดสาหร่ายมากที่สุดคือ ดิวิชัน Cyanophyta มี 6 สกุล คิดเป็น 32% รองลงมา คือ ดิวิชัน Chlorophyta มี 5 สกุล คิดเป็น 26%, ดิวิชัน Euglenophyta มี 3 สกุล คิดเป็น 16%, ดิวิชัน Chromophyta มี 3 สกุล คิดเป็น 16%, ดิวิชัน Pyrrophyta มี 2 สกุล คิดเป็น 10% การศึกษาปริมาณสาหร่ายในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง พบว่า ดิวิชัน Cyanophyta มีปริมาณสาหร่ายมากที่สุด รองลงมาคือ ดิวิชัน Chlorophyta และ ดิวิชัน Euglenophyta ทั้งสามดิวิชันที่พบมากส่งผลต่อคุณภาพน้ำ

จากการประเมินคุณภาพระดับสารอาหารด้วยวิธี AARL-PP Score พบว่า ระดับสารอาหารส่วนใหญ่ในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ จังหวัดกรุงเทพมหานคร อยู่ในระดับสารอาหารสูง (Eutrophic status) คุณภาพน้ำทั่วไปไม่ดี ซึ่งคุณภาพน้ำในช่วงต้นลำน้ำมีคุณภาพดีที่สุด เมื่อเทียบกับกลางน้ำ และท้ายน้ำ มีระดับสารอาหารอยู่ในช่วง Eutrophic status ตลอดเส้นทางของลำน้ำมีบ้านเรือนอย่างหนาแน่น ทำให้คุณภาพน้ำแย่ลง ช่วงกลางลำน้ำ มีระดับสารอาหารมากที่สุด อยู่ในระดับ Eutrophic status คุณภาพน้ำในช่วงกลางน้ำเสื่อมโทรม เพราะในช่วงนี้มีบ้านเรือนอยู่อาศัยอย่างหนาแน่น มีมัสยิด โรงเรียน และมีการปล่อยน้ำเสียทั้งที่บำบัดแล้ว และยังไม่ได้รับการบำบัด เช่น น้ำทิ้งจากน้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก หรือจากกระบวนการทำอาหาร ในบริเวณนี้มีคราบน้ำมันเกิดขึ้น กระจายตัวบนผิวน้ำ แต่มีในปริมาณที่ไม่มากและในช่วงท้ายน้ำ มีความหนาแน่นของบ้านเรือนลดลง มีระดับสารอาหารอยู่ในช่วง Eutrophic status เช่นกัน นับว่าบริเวณท้ายน้ำมีคุณภาพน้ำดีขึ้นเมื่อเทียบกับบริเวณกลางน้ำที่ผ่านมา แต่ยังพบคราบน้ำมันอยู่บ้าง

จากข้อมูลดังกล่าว ให้ผลว่า คลองจระเข้ขบนี้ มีแนวโน้มสูงมากที่จะเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน พื้นที่ที่ควรเฝ้าระวังคือทุกช่วงของลำน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณช่วงกลางน้ำ แหล่งมลพิษส่วนใหญ่มาจากการอุปโภค บริโภค และน้ำทิ้งจากชุมชนเป็นหลัก ด้วยเหตุที่มีบ้านเรือนอย่างหนาแน่น จึงมีการปล่อยน้ำทิ้งออกจากบ้านเรือนเป็นจำนวนมาก ทั้งที่มีการต่อท่อออกจากตัวบ้านและน้ำจากการซักผ้า ล้างจาน เป็นต้น ดังนั้นในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำทั่วไปในคลองจระเข้ขบจึงต้องดำเนินการควบคุมและปลูกจิตสำนึกให้กับชุมชน ทั้งนี้สามารถดำเนินการออกเป็น 2 ระยะ คือ มาตรการเร่งด่วน ได้แก่ ลดการทิ้งน้ำเสียและขยะลงสู่แหล่งน้ำ หลังจากนั้นจึงดำเนินมาตรการระยะยาว เสริมสร้างความรู้ให้กับประชาชน เพื่อการมีส่วนร่วมของชุมชนในการอนุรักษ์แหล่งน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เพิ่มระยะเวลาการศึกษาโดยศึกษาอย่างน้อย 3 เดือน
2. เพิ่มจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน วัดพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ เช่น อุณหภูมิในน้ำและอากาศ, ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen : DO), การนำไฟฟ้า (Conductivity), ของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solid : TDS), ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus : TP), ไนโตรเจนทั้งหมด (Total Nitrogen : TN), ความเค็ม (Salinity), ความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ (Biochemical Oxygen Demand : BOD) เป็นต้น
3. การเก็บตัวอย่างต้องกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนให้แน่นอนเพื่อทราบความแม่นยำของข้อมูลและทำการเก็บตัวอย่างมาวิเคราะห์เพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ ยาวิชัย. 2546. **คุณภาพน้ำและความหลากหลายของสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำน่าน และการนำไปเป็นอาหารจากภูมิปัญญาท้องถิ่น ในเขตอำเภอท่าวังผา และอำเภอเมือง จังหวัด น่าน**. วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่

กุศยา สุวรรณวิหค. 2529. **ปริมาณการแพร่กระจายของสาหร่ายและความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบางประการของลำน้ำแม่กลองและแม่กวง จังหวัดเชียงใหม่**. การวิจัยวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตวิศวกรรมศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

จงจินต์ ศิวะศิลป์. 2524. **สาหร่ายวิทยา**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2525. **มลพิษสิ่งแวดล้อม** สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ

ธนภรณ์ คำราม พีรนุช ยศดี เยาวลักษณ์ หน่อแก้ว. 2558. **โครงงานพิเศษการศึกษาคุณภาพน้ำและความอุดมสมบูรณ์ของสารอาหารในคลองจระเข้ขบ เขตประเวศ กรุงเทพมหานคร.** ภาควิชาเคมี สาขาเคมีสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ

นิคม ละอองศิริวงศ์ และคณะ. 2547, **ยูโทรฟิเคชัน: ผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการประมงในทะเลสาบสงขลา.** สงขลา: กลุ่มงานวิจัยระบบและการจัดการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งทะเล สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง สำนักวิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่ง กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

นพรัตน์ ฤๅชา. 2528. **การสำรวจสาหร่ายในกว๊านพะเยา.** การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นารี ศรีอุตตะมะโยธิน. 2529. **การสำรวจสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่ โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน.** การค้นคว้าอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

นันทนา คชเสนี. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ปรีชา ยอดเณร. 2541. **Primary Treatment.** เอกสารประกอบการบรรยายโครงการฝึกอบรมพิเศษWastewater Treatment Technology Fundamentals คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2538. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ**. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ

พจนีย์ ศรีสุวรรณ. 2536. **ความสัมพันธ์ของสารอาหารต่อการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและผลผลิตเบื้องต้นในอ่างเก็บน้ำบริเวณศูนย์การศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ อันเนื่องมาจากพระราชดำริ.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

พิสมัย ชัยรัตน์อุทัย. 2543. **นิเวศวิทยา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง: 35-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิมพรรณ ตันสกุล. 2526. **ปริมาณมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชในทะเลน้อย.** รายงานการสัมมนา แนวทางการพัฒนาลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ณ หอสมุดคุณหญิงหลงอรรถ-กระวิสุนทร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่ 17-19 กรกฎาคม 2526: 113.

ไพริน สุดทัง สรัญญา วัชโรทัย ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ ณัฏฐา เสนีวาส. 2553. **ความหลากหลายของสาหร่ายในบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์**. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย. 2 (ฉบับพิเศษ): 21-31.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2536. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์อื่นๆเล่ม 1 การจัดการคุณภาพน้ำ.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ลัดดา วงศ์รัตน์.2546. **คู่มือวิธีการเก็บและวิเคราะห์แพลงก์ตอน**.กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 156-163.

ลัดดา วงศ์รัตน์.2544. **แพลงก์ตอนพืช**.กรุงเทพฯ :สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์: 100-150.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2548. **สาหร่ายน้ำจืดในภาคเหนือของประเทศไทย.** กรุงเทพฯ: โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2549. **สาหร่ายวิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

วิจิตร รัตนพาณี สายสุนีย์ เหลี่ยวเรืองรัตน์ และ เสาวนีย์ รัตนพาณี. 2533. **การศึกษาและการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำแม่ปิง.** มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

วันชัย มโนคุ้ม. 2543. **การศึกษาสภาวะการเกิดยูโทรฟิเคชั่นของแหล่งน้ำชุมชน หนองเลิง จังหวัดขอนแก่น**: 23-31.

สวง บุญยวณิชย์. 2528. **ชลธีวิทยา Limnology,** พิมพ์ครั้งที่ 2. มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพ

อัศมน ลิ่มสุกล อ่อนจันทร์ โครตพงษ์ สุรินทร์ สุขุมาลานนท์ วุฒิชัย แพงแก้ว และชวลา เสียงล้ำ. 2551. **รายงานฉบับสมบูรณ์พลวัตรของธาตุคาร์บอน/สารอาหารพืชและกระบวนการยูโทรฟิเคชั่นในทะเลน้อย**. ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม.

อรัสสา สาหร่ายสุวรรณ. 2524. **การกระจายตัวของไพโตแพลงก์ตอนในน้ำที่มีมลภาวะบางแห่งในเชียงใหม่.** การค้นคว้าเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

APHA, AWWA and WPCF. 1992. **Standard Method for Examination Water and Waste Water.** American Public Health Association. Washington DC.

Bold, H.C. and Wynne, M.J. 1985. **Introduction to the Algae: Structure and Reproduction.** Prentice-Hall. Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

Brook, A.J. 1981. **The Biology of Desmids.** Blackwell Scientific Publication, Oxford.

Bricher, S.; K. Watts;L. Wongrat and J.E.Gannon. 1978. **Composition and Distribution of Crustacean Plankton in Twelve Inland Water Bodies of Thailand.** Kasetsart University.

Clark, J.W., Viessman, jr. W. and Hammer, M.J. (1977). **Water Supply and Pollution control.** Harper & Ron Publisher, New York. 857.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Carpenter, S.R., Caraco N.F., and V.H. Smith. 1998. **Nonpoint pollution of surface waters with phosphorus and nitrogen.** Ecological Application 8. 559-568.

Chapman, V.J. and D.J. Chapman. 1973. **The Algae.** The Macmillan Press Ltd., London.

EPA. 1973. **Water Quality Criteria: A report of the Committee on Quality Criteria Environmental Study.** US.Goverment Printing Office, Washington DC.

Falkowski, P.G. and Ravan, J.A. 1997. **Aquatic photosynthesis**. Blackwell Science, Oxford. 375.

Goldman, C.R. and A.J. Horne. 1983. **Limnology.** Mc Graw Hill Book Company, New York.

Kuosa, H. 1990. **Subsurface Chlorophyll Maximum in the Northern Baltic Sea.** Arcg. Hydrobiol. 118(4) 437-447.

Harper, D. 1992. **Eutrophication of freshwaters: Principles problems and restoration.** Chapman & Hall, London. 327.

Hilton, J., O'Hare, M., Bowes< M.J., Jones, J.I., 2006. **How green is my river? A new paradigm of eutrophication in river. Sci.** Total Environ 365. 66-83.

Huang, X. P. Huang, L. M. and Yue, W.Z. 2003. **The characteristic of nutrients and eutrophication in the Pear River estuary,** South China. Marine Pollution Bulletin 47. 30-36.

Lee, G. F., Jones-Lee, A. and Rast, W. 1995. **Secci Depth as Water Quality Parameter.** Report of G. Fred Lee & Assosociates, Eacero, CA.

Marti, E., Aumatell, J., Gode, L., Poch, M., Sabater, F ., 2004. **Nutient retention efficiency in streams receiving imputs from wastewater treatment plants.** J. Environ.Qual. 33 (1). 285-293.

Marson, C. F. 1991. **Biology of Freshwater Pollution.** 2nd ed. Longman Scientific & Technical, Hong Kong. 351.

Ministry of the environment, Government of japan 2002. **Technology Transfer Manual on Measures against Lake Eutrophication.**

Moss, B. 1980. **Ecology of Fresh Water,** Blackwell Scientific Publication, Oxford.

National Eutrophication Monitoring Programme Design, Chapter 2. 2-5.

Nijboer, R.C., Verdonschot, P.F.M., 2004. **Variable selection for modeling effects of eutrophication on stream and river ecosystems.** Ecol. Modell. 177. 17-39.

NWC (nation Water Council). 1983. **Bacteriological Examination of Drinking Water Supplies. Report on public Health and Medical Subject No.** 71. Public Health Laboratory Service National Water Council United Kingdom.

Ospar. 1999. Ospar strategy to combat eutrophication. From http://www/ospar.org/eng/html/sap/eutstrat.htm (OCT 15,2015)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Patrick. R. 1977. **Ecology of Fresh water Diatom-Diatoms Communities: The Biology of Diatom.** University of California Press, Berkeley.

Palrmar. 1969. **Algae Water Pollution.** Munical Environment Research Lab, Ohio : Cincinati

Pinkayan, S. 1978. **Evaluation of Environmental Chang Study of Environmental Impact at Nam Pong Project Northerneast.** Thailand. Prepare os National Energy Administration by SEATEC Consulting Engineer.

Philips, G,; Pietilainen, O.-P.; Carvalho, L.; Solimini, A; Lyche Sotheim, A; Cardoso, A.C. 2008. **Chlorophyll-nutrient relationships of diferrent lake types using a lage European dataset.** Aquatic Ecology, 42(2). 213-226.

Rast, W. and G. F. Lee. 1978. **Summary analysis of the North American (US Portion) OECD eutrophication project: nutrient loading-lake response relationships and trophic state indices.** EPA 600/3-78-008, US EPA, Corvallis, OR.

Reynolds, C.S. 1984. **The Ecology of the Freshwater Phytoplankton.** Cambridge University Press, Cambridge.

Round, C.N. and P.L. McCarty. 1976. **Chemistry of Sanitary Engineers.** McGraw-Hill Book Co., New York.

Sigree, D.C. 2005. **Freshwater microbiology.** John Wiley & Sons Ltd., England. 524.

Smith, G.M. 1950. **The Fresh water. Algae of the United States.** McGraw Hill Book Company Inc., New York

Sompongchaiyakul, P., Laongsiriwong, N. and Sangkarnjanawanich, P. 2004. **An occurrence of eutrophication in sougkhlalake: A Review.** In Proceedings of the International Workshop on Integrated Lake Management, Hai-Yai, Songkhla, 19-21 August.

Singh, S.P. and A.K. Kashyap. 1978. **Algae and Introduction.** Kelayani Publishers, New Delhi.

Stevenson, R.J.,Bothwell,M.L. and Lower, R.L.1996. **Algae ecology: Freshwater benthic ecosystem.** Acadamic Press, California.

Tong, S.T.Y., Chen, W., 2002. **Modeling the relationship between land use and surface water quality.** J. Environ. Manage. 66 (4). 377-393.

Welch, P.S. 1952. **Limnology.** McGraw Hill Book Co. Inc., New York.

Wetzel, R.E. 2001. **Limnology.** Philadelphia : W.B. Suanders college publishing.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การประเมินคุณภาพน้ำตามคุณสมบัติของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตาม AARL - PP Score

ตัวอย่าง : แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิด คือ *Anabaena* sp., *Spirulina*sp., และ*Euglena* sp.

วิธีการ :

1. หาคะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ที่ตาราง ก-1 โดยคะแนนแต่ละจีนัสมีดังนี้

   Anabaena sp. = 8

   *Spirulina*sp. = 9

   Euglena sp. = 10

2. นำคะแนนแต่ละจีนัสทั้งหมดมารวมกันได้ 23 คะแนน
3. นำคะแนนทั้งหมดที่ได้มาหารด้วยจำนวนจีนัสของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น
4. คะแนนคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนี้

   = 27/3

   = 9
5. นำคะแนนมาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำ พบว่าแหล่งน้ำอยู่ในระดับ สารอาหารสูง (eutrophic status) อยู่ในระดับ คุณภาพน้ำไม่ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-1 แสดงคะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตามระดับสารอาหาร

สกุล	คะแนน	สกุล	คะแนน
Actinastrum	5	Gymnodinium	6
Acanthoceras	5	Gyrosigma	7
Achnanthes	6	Hantzschia	8
Amphora	6	Isthmochloron	5
Anabaena	8	Kirchneriella	5
Ankistrodesmus	7	Melosiera	5
Aphanocapsa	5	Merismopedia	9
Aphanothece	5	Micractinium	7
Aulacoseira	6	Micrasterias	2
Bacillaria	7	Microcystis	8
Botryococcus	4	Monoraphidium	7
Centritractus	4	Navicula	5
Ceratium	4	Nephrocytium	5
Chamydomonas	6	Nitzschia	9
Chlorella	6	Oocystis	6
Chroococcus	6	Oscilatoria	9
Closterium	6	Pandorina	6
Cocconeis	6	Pediastrum	7
Coelastrum	7	Peridiopsis	6
Cosmarium	2	Peridinium	6
Crucigenia	7	Phacus	8
Crucigeniella	7	Phormidium	9
Cryptomonas	8	Pinnularia	5
Cyclotella	2	Planktolyngbya	7
Cylindrospermopsis	7	Pseudanabaena	7
Cymbella	5	Rhizosolenia	6
Dictyosphaerium	7	Rhodomonas	8
Dimorphococcus	7	Rhopalodia	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-1 (ต่อ)

สกุล	คะแนน	สกุล	คะแนน
Dinobryon	1	Scendesmus	8
Elakatothrix	3	Spirulina	9
Encyonema	6	Staurastrum	3
Epithemia	6	Staurodesmus	3
Euastrum	3	Stauroneis	5
Eudorina	6	Strombomonas	8
Euglena	10	Surirella	6
Eunotia	2	Synedra	6
Fraglaria	5	Synura	8
Golenkinia	5	Tetraedron	6
Gomphonema	6	Trachelomonas	8
Gonium	6	Volvox	6

อ้างอิง : Peerapornpisal, Y., Pekkoh, J., Powangprasit, D., Tonkhamdee, T., Hongsirichat, A. and Kunpradid, T. 2007.Assessment of water quality in standing water by using dominant phytoplankton (AARL-PP Score). Journal of fisheries technology research, (1) : p.71-81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ ของการเก็บตัวอย่างทั้งหมด

ตาราง ก-2.1 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	✓		✓
Microcystis sp.		✓	✓
Oscillatoria sp.	✓	✓	✓
Spirulina sp.		✓	
Anabaena sp.	✓	✓	
Cylindrosperinopsis sp.		✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	✓		✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓		✓
Spirogyra sp.	✓	✓	
Coelastrum sp.	✓	✓	
Division Euglenophyta			
Euglena sp.		✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.		✓	✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	✓		✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.	✓	✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	
Gymnodinium sp.	✓	✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.2 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	✓	✓	✓
Microcystis sp.		✓	✓
Oscillatoria sp.	✓		
Spirulina sp.		✓	
Anabaena sp.	✓	✓	
Cylindrosperinopsis sp.		✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	✓		✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓	✓	✓
Spirogyra sp.		✓	✓
Coelastrum sp.	✓	✓	
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	✓	✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.		✓	✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	✓		✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.	✓	✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	
Gymnodinium sp.	✓		✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.3 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 3 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	✓		✓
Microcystis sp.		✓	✓
Oscillatoria sp.	✓	✓	✓
Spirulina sp.	✓	✓	
Anabaena sp.	✓	✓	✓
Cylindrosperinopsis sp.		✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.			✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓		✓
Spirogyra sp.	✓	✓	
Coelastrum sp.	✓	✓	✓
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	✓	✓	
Phacus sp.		✓	✓
Trachelomonas sp.			✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.		✓	✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.		✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	✓
Gymnodinium sp.	✓	✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.4 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 4 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.			
Microcystis sp.		✓	
Oscillatoria sp.		✓	✓
Spirulina sp.	✓	✓	✓
Anabaena sp.	✓	✓	
Cylindrosperinopsis sp.	✓	✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	✓		✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓	✓	✓
Spirogyra sp.	✓	✓	✓
Coelastrum sp.	✓	✓	✓
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	✓	✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.		✓	✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	✓		✓
Bacillaria sp.		✓	✓
Nitzschia sp.		✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	✓
Gymnodinium sp.	✓		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.5 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 5 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	✓	✓	✓
Microcystis sp.			✓
Oscillatoria sp.	✓		
Spirulina sp.	✓	✓	✓
Anabaena sp.	✓	✓	✓
Cylindrosperinopsis sp.	✓	✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	✓		✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓	✓	✓
Spirogyra sp.	✓	✓	
Coelastrum sp.		✓	
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	✓	✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.			✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	✓		✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.	✓	✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	✓
Gymnodinium sp.		✓	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.6 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 6 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.		✓	
Microcystis sp.	✓		
Oscillatoria sp.	✓	✓	✓
Spirulina sp.	✓	✓	✓
Anabaena sp.	✓	✓	✓
Cylindrosperinopsis sp.		✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.	✓		✓
Scenedesmus sp.		✓	
Closterium sp.	✓		✓
Spirogyra sp.	✓	✓	
Coelastrum sp.	✓	✓	✓
Division Euglenophyta			
Euglena sp.	✓	✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.		✓	✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.	✓		✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.	✓	✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.			✓
Gymnodinium sp.		✓	✓

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ก-2.7 แสดงชนิดของแพลงก์ตอนพืชการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 7 ที่พบบริเวณคลองจระเข้ขบ

Taxon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta			
Chroococcus sp.	✓		✓
Microcystis sp.		✓	✓
Oscillatoria sp.	✓	✓	✓
Spirulina sp.	✓	✓	✓
Anabaena sp.	✓	✓	
Cylindrosperinopsis sp.		✓	✓
Division Chlorophyta			
Eudorina sp.			✓
Scenedesmus sp.	✓	✓	
Closterium sp.	✓		✓
Spirogyra sp.	✓	✓	✓
Coelastrum sp.	✓	✓	
Division Euglenophyta			
Euglena sp.		✓	✓
Phacus sp.	✓	✓	
Trachelomonas sp.		✓	✓
Division Chromophyta			
Chattonella sp.			✓
Bacillaria sp.	✓	✓	✓
Nitzschia sp.		✓	
Division Pyrrophyta			
Ceratium sp.		✓	✓
Gymnodinium sp.			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข-1 ผลวิเคราะห์ทางกายภาพของน้ำและดินตะกอนในคลองจระเข้ขบ

ตาราง ข-1 ค่าปริมาณฟอสเฟตทั้งหมดของดินตะกอน ที่จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ปริมาณฟอสเฟสทั้งหมดในดินตะกอน (mg/kg)							ค่าเฉลี่ย	S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7		
1	19.84	19.32	19.76	19.12	19.06	19.76	20.91	19.68	0.63
2	21.31	21.51	21.43	21.30	20.32	20.76	20.78	21.06	0.44
3	20.17	20.52	20.4	21.18	20.7	20.03	20.04	20.43	0.41

ตาราง ข-2 ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	คลอโรฟิลล์ เอ (µg/L)							ค่าเฉลี่ย	S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7		
1	53.4	53.4	53.4	53.4	53.4	50.7	30.7	49.77	8.47
2	53.4	53.7	53.4	53.4	80.1	53.4	53.4	57.26	10.07
3	53.7	50.7	50.4	65.1	53.4	53.4	53.4	54.30	4.96

ตาราง ข-3 ปริมาณแพลงก์ตอนพืช ที่จุดเก็บตัวอย่าง

Texon	จุดเก็บตัวอย่างที่ 1	จุดเก็บตัวอย่างที่ 2	จุดเก็บตัวอย่างที่ 3
Division Cyanophyta	3845	5167	4122
Division Chlorophyta	2951	3964	3069
Division Euglenophyta	1245	4579	2274
Division Chromophyta	1100	1358	1386
Division Pyrrophyta	769	1358	707

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง ข-4 คะแนนคุณภาพน้ำสถานะสารอาหาร ที่จุดเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่าง	คะแนนคุณภาพน้ำสถานะสารอาหาร							ค่าเฉลี่ย	S.D.
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7		
1	8.66	8.66	8.33	8.33	9	8.66	9	8.66	0.27
2	9	8.33	8.66	8.66	9	9	9	8.81	0.26
3	9	9	8.33	8.33	9	8.66	9	8.76	0.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้