



ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาคผนวก ก

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรฐาน 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริม และรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท

ประเภทที่ 1 ได้แก่แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทั้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ตาราง 3 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^{3/} ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ ^{4/}				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1. สี กลิ่น และรส (Colour Odour and Taste)	-	-	๖	๖ ^{1/}	๖ ^{1/}	๖ ^{1/}	-
2. อุณหภูมิ (Temperature)	-	° ซ	๖	๖ ^{1/}	๖ ^{1/}	๖ ^{1/}	-
3. ความเป็นกรดและด่าง (pH)	-	-	๖	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	5.0 – 9.0	-
4. ออกซิเจนละลาย (DO) ^{3/}	P20	มก./ล.(mg/l)	๖	≥6.0	≥4.0	≥2.0	-
5. บีโอดี (BOD)	P80	มก./ล.(mg/l)	๖	≤1.5	≤2.0	≤4.0	-
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml)	๖	≤5,000	≤20,000	-	-
6. แบคทีเรียกลุ่มฟีโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P80	เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. (MPN/100 ml)	๖	≤1,000	≤4,000	-	-
7. ไนเตรต (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 5.0			-
8. แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.5			-
9. ฟีนอล (Phenols)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005			-
10. ทองแดง (Cu)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
11. นิกเกิล (Ni)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
12. แมงกานีส (Mn)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
13. สังกะสี (Zn)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
14. แคดเมียม (Cd)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005* มีค่าไม่เกินกว่า 0.05*			- -
15. โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)	-	มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05			-

คุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์กำหนดสูงสุด ^๓ ตามการแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
			ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
16.ตะกั่ว (Pb)		มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05			-
17.ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.002			-
18.สารหนู (As)		มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.01			-
19.ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.005			-
20.กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบเคอเรล/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
- ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบเคอเรล/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
21.สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดมีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล. (mg/l)	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.05			-
22.ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 1.0			-
23.บีเอชซีชนิดแอลฟา (Alpha-BHC)		ไมโครกรัม/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.02			-
24.ดีลด์ริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.2			-
25.อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.1			-
26.เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลอร์อีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	๖	มีค่าไม่เกินกว่า 0.2			-
27.เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ

- ธ เป็นไปตามธรรมชาติ
 ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส
 * น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
 ** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO_3 เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
 °ซ องศาเซลเซียส
 P20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
 P80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
 มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร
 มล. มิลลิลิตร
 MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

การประเมินคุณภาพน้ำในระบบนิเวศน้ำนิ่งโดยใช้ลำดับคะแนนอย่างง่าย AARL-PC Score

(AARL = Applied Algal Research Laboratory, PC = Physical and chemical)

การประเมินคุณภาพน้ำดังกล่าวนี้ได้ใช้พารามิเตอร์ที่เป็นปัจจัยทางกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ โดยทางห้องปฏิบัติการสาหร่ายประยุกต์ (Applied Algal Research Laboratory = AARL) ภาควิชา วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ประยุกต์มาจากมาตรฐานคุณภาพน้ำของ Lorraine and Vollenweider (1981) Wetzel (1983) และ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 มาประเมินร่วมกัน โดยจะใช้พารามิเตอร์ที่เป็นพื้นฐานทั่วไปของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่

1. DO
2. BOD
3. ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity)
4. ปริมาณสารอาหาร ได้แก่
 - 4.1 ไนโตรเจนในโตรเจน
 - 4.2 แอมโมเนียในโตรเจน
 - 4.3 ออร์โธฟอสเฟต
5. ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ว่ามากน้อยเพียงใด แต่อย่างไรก็ตามในแหล่งน้ำแหล่งหนึ่งๆตลอดการวิจัยควรจะใช้ค่ามาตรฐานจากการคำนวณนี้ให้เหมือนกันทุกครั้ง วิธีการนี้จะทำให้ทราบว่าในแหล่งน้ำที่ทำการศึกษาแต่ละพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ควรมีค่าสูงสุด และต่ำสุดเท่าใด

เมื่อได้ค่าต่ำสุดและสูงสุดของพารามิเตอร์แล้วนำมาจัดลำดับเป็นตัวเลขซึ่งจะใช้เป็นคะแนนมาตรฐาน โดยค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่ดีสูงสุด จะมีคะแนนเป็น 0.1 และค่าที่แสดงคุณภาพน้ำด้านที่เลวต่ำสุด จะมีคะแนนเป็น 1 หรืออาจจะใช้คะแนนมากกว่าคะแนนด้านที่ดีสูงสุดเป็น 0.1 และคะแนนน้อยกว่าคะแนนด้านที่เลวต่ำสุดเป็น 1 ก็ได้ ในกรณีที่ตัวเลขในแต่ละพารามิเตอร์มาก แต่ละคะแนนมาตรฐานมีเพียง 10 ชั้น คือ 0.1-1.0 ให้จัดกลุ่มตัวเลขในพารามิเตอร์นั้นๆให้เป็นอันตรภาคชั้นแต่ละชั้น ให้มีความเหมาะสมแล้วจึงจัดคะแนนมาตรฐานของแต่ละอันตรภาคชั้น

ตาราง 4 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้วิเคราะห์คุณภาพน้ำ และคะแนนมาตรฐาน

ตาราง 4.1 ค่า DO

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (mg.l^{-1})	คะแนนมาตรฐาน
มากกว่า 8	0.1
7-8	0.2
6-7	0.3
5-6	0.4
4-5	0.5
3-4	0.6
2-3	0.7
1-2	0.8
0.5-1	0.9
น้อยกว่า 0.5	1.0

ตาราง 4.2 ค่า BOD

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ย่อยสลาย สารอินทรีย์ (mg.l^{-1})	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.1	0.1
0.1-0.2	0.2
0.2-0.5	0.3
0.5-1.5	0.4
1.5-3.0	0.5
3.0-6.0	0.6
6.0-10.0	0.7
10.0-20.0	0.8
20.0-40.0	0.9
มากกว่า 40.0	1.0

ตาราง 4.3 ค่าการนำไฟฟ้า

ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 5	0.1
5-10	0.2
10-30	0.3
30-60	0.4
60-100	0.5
100-150	0.6
150-200	0.7
200-300	0.8
300-450	0.9
มากกว่า 450	1.0

ตาราง 4.4 ปริมาณไนโตรเจนในโตรเจน

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.05	0.2
0.05-0.1	0.3
0.1-0.2	0.4
0.2-0.4	0.5
0.4-0.8	0.6
0.8-1.5	0.7
1.5-3.0	0.8
3.0-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ตาราง 4.5 ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน

ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (mg.l^{-1})	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.05	0.2
0.05-0.1	0.3
0.1-0.15	0.4
0.15-0.3	0.5
0.3-0.5	0.6
0.5-0.8	0.7
0.8-1.5	0.8
1.5-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ตาราง 4.6 ปริมาณออร์โธฟอสเฟส

ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus (mg.l^{-1})	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.01	0.1
0.01-0.03	0.2
0.03-0.06	0.3
0.06-0.1	0.4
0.1-0.25	0.5
0.25-0.4	0.6
0.4-0.8	0.7
0.8-1.5	0.8
1.5-5.0	0.9
มากกว่า 5.0	1.0

ตาราง 4.7 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	คะแนนมาตรฐาน
น้อยกว่า 0.5	0.1
0.5-1.0	0.2
1.0-2.0	0.3
2.0-5.0	0.4
5.0-25.0	0.5
25.0-50.0	0.6
50.0-100.0	0.7
100.0-250.0	0.8
250.0-500.0	0.9
มากกว่า 500.0	1.0

จากนั้นจะทำการแบ่งคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวเลขต่ำสุดที่ควรจะเป็นได้ คือ 0.1 และ สูงสุดที่ควรจะเป็นไปได้ คือ 7.0 มาจัดอันดับออกเป็น 7 ลำดับ โดยมีความถี่เท่ากัน แล้วจัดคุณภาพน้ำแต่ละลำดับ ดังต่อไปนี้

0-0.9	คุณภาพน้ำดีมาก เทียบเท่า hyperoligotrophic status
1.0-1.8	คุณภาพน้ำดี เทียบเท่า oligotrophic status
1.9-2.7	คุณภาพน้ำปานกลาง เทียบเท่า oligotrophic-mesotrophic status
2.8-3.6	คุณภาพน้ำปานกลาง เทียบเท่า mesotrophic status
3.7-4.5	คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย เทียบเท่า mesotrophic-eutrophic status
4.6-5.4	คุณภาพน้ำเสีย เทียบเท่า eutrophic status
มากกว่า 5.4	คุณภาพน้ำเสียมาก เทียบเท่า hypereutrophic status

หมายเหตุ : จำนวนพารามิเตอร์อาจมากหรือน้อยกว่า 7 ก็เป็นไปได้โดยนำตัวเลขที่เป็นพารามิเตอร์ที่ใช้จริงมาคำนวณ ตัวอย่างเช่น ถ้าใช้พารามิเตอร์ 6 ชนิด ค่าที่ได้จะนำมาจัดลำดับคุณภาพน้ำเป็น 0.1-6.0 ถ้าใช้พารามิเตอร์ 8 ชนิด จะเป็น 0.1-0.8 เป็นต้น

อ้างอิง : Peerapornpisal, Y., Chaiubol, C., Pekkoh, J., Kraibut, H., Chorum, M., Wannathong, P.

Ngearnpat, N., Jusakul, K., Thammathiwat, A., Chuanunta, J. and Inthasotti, T. 2004.

Monitoring of Water Quality in Ang Kaew Reservoir of Chiang Mai University Using Phytoplankton as Bioindicator from 1995-2002. Chiang Mai Journal of Science.

31(1) : 85-94.

การจัดคุณภาพน้ำตามคุณสมบัติของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นตาม AARL-PP Score (ยวดี, 2549)

การใช้สาหร่ายเป็นตัวชี้สภาพมลพิษทางน้ำใช้เกณฑ์อ้างอิงจากผลงานวิจัยจากต่างประเทศเป็นหลักมาโดยตลอด ห้องปฏิบัติการการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ (Applied Algal Research Laboratory) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ทำการวิจัยโดยใช้สาหร่ายเป็นดัชนีทางชีวภาพ เพื่อชี้วัดคุณภาพน้ำ โดยการใช้แพลงก์ตอนพืช และพยายามคิดแปลงให้เป็นคะแนนอย่างง่ายเพื่อให้เกิดความเข้าใจแก่ผู้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกระดับ โดยใช้พื้นฐานจากงานวิจัยในอดีตของปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ราว 20 เรื่อง ในระยะเวลา 10 ปี เรียกวิธีการประเมินดังกล่าวว่า AARL-PP Score โดย PP ย่อมาจากแพลงก์ตอนพืช หรือ phytoplankton โดยวิธีการประเมินนี้มีตารางที่สำคัญ 2 ตาราง คือ ตารางที่ 18 เป็นตารางแสดงคะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร (trophic status) ซึ่งคำนวณมาจากระดับสารอาหารน้อย (oligotrophic status) จนถึงระดับอาหารสูงมาก (hypereutrophic status) โดยแบ่งย่อยคุณภาพน้ำเป็น 6 ระดับ และให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 โดยจัดตามอันตรายภาคขั้นที่เท่าๆกันจะได้คะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร และคุณภาพน้ำทั่วไป และตารางที่ 19 เป็นการแสดงคะแนนของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่จัดตามระดับสารอาหาร ซึ่งคะแนนของแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้มาจากรายงานการวิจัยที่กล่าวมาแล้ว

ตาราง 5 คะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนน	คุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
1.0-2.0	ระดับ Oligotrophic สารอาหารน้อย	คุณภาพน้ำดี
2.1-3.5	ระดับ Oligo-mesotrophic สารอาหารน้อยถึงปานกลาง	คุณภาพน้ำดีถึงปานกลาง
3.6-5.5	ระดับ Mesotrophic สารอาหารปานกลาง	คุณภาพน้ำปานกลาง
5.6-7.5	ระดับ Meso-eutrophic สารอาหารปานกลางถึงสูง	คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี
7.6-9.0	ระดับ Eutrophic สารอาหารสูง	คุณภาพน้ำไม่ดี
9.1-10.0	ระดับ Hypereutrophic สารอาหารสูงมาก	คุณภาพน้ำไม่ดีย่างมาก

วิธีการศึกษามีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมแพลงก์ตอนพืชจากแหล่งน้ำที่ศึกษาโดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน ซึ่งมีขนาดของช่องแต่ละช่องเท่ากับ 10 ไมโครเมตร กรองน้ำจากแหล่งน้ำนั้น 10-20 ลิตร ขึ้นอยู่กับความมายน้อยของแพลงก์ตอนพืช
2. วิเคราะห์ถึงแพลงก์ตอนพืชที่ศึกษาถึงระดับจีส และนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชแต่ละจีสที่เด่นที่สุด และรองลงมา 3-5 จีส
3. ดูคะแนนของแต่ละจีสที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำ
4. นำคะแนนของแต่ละจีสมารวมกัน และหาค่าเฉลี่ยออกมา
5. นำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับคะแนนในตาราง 19 จะทราบถึงคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร และคุณภาพน้ำ

ตัวอย่าง : แหล่งน้ำแห่งหนึ่งมีแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิด คือ *Pediastrum* sp., *Scenedesmus* sp. และ *Phacus* sp.

วิธีการ :

1. หาคะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น จากตาราง 19 โดยคะแนนแต่ละจิ้นส์มีดังนี้

Pediastrum sp. = 7

Scenedesmus sp. = 8

Phacus sp. = 8

2. นำคะแนนแต่ละจิ้นส์ทั้งหมดมารวมกันได้ 23 คะแนน

3. นำคะแนนทั้งหมดที่ได้มาหารด้วยจำนวนจิ้นส์ของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น

4. คะแนนคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำนี้

= 23/3

= 7.67

5. นำคะแนนมาเปรียบคุณภาพน้ำ พบว่าแหล่งน้ำอยู่ในระดับ สารอาหารสูง (eutrophic status) อยู่ในระดับ คุณภาพน้ำไม่ดี

ตาราง 6 แสดงคะแนนแฟลงก์ตอนพืชชนิดเด่นจัดตามระดับสารอาหาร

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

ตาราง 6 (ต่อ)

จีส	คะแนน	จีส	คะแนน
<i>Cymbella</i>	5	<i>Rhizosolenia</i>	6
<i>Dictyosphaerium</i>	7	<i>Rhodomonas</i>	8
<i>Dimorphococcus</i>	7	<i>Rhopalodia</i>	5
<i>Dinobryon</i>	1	<i>Scendesmus</i>	8
<i>Elakatothrix</i>	3	<i>Spirulina</i>	9
<i>Encyonema</i>	6	<i>Staurastrum</i>	3
<i>Epithemia</i>	6	<i>Staurodesmus</i>	3
<i>Euastrum</i>	3	<i>Stauroneis</i>	5
<i>Eudorina</i>	6	<i>Strombomonas</i>	8
<i>Euglena</i>	10	<i>Surirella</i>	6
<i>Eunotia</i>	2	<i>Synedra</i>	6
<i>Fragilaria</i>	5	<i>Synura</i>	8
<i>Golenkinia</i>	5	<i>Tetraedron</i>	6
<i>Gomphonema</i>	6	<i>Trachelomonas</i>	8
<i>Gonium</i>	6	<i>Volvox</i>	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

ภาคผนวก ข
การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

1. วิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (dissolved oxygen, DO) โดยวิธี azide modification (Greenberg *et al.*, 1992)

- 1.1 ล้างขวด DO ด้วยน้ำตัวอย่าง 2-3 ครั้ง
- 1.2 ใต้น้ำตัวอย่างด้วยขวด DO ที่ระดับความลึกประมาณ 30 cm โดยระวังไม่ให้มีฟองอากาศ และปิดฝาขวดให้สนิทเมื่ออยู่ในน้ำ
- 1.3 เติมสารละลาย $MnSO_4$ 1 ml และสารละลาย alkali-iodide azide reagent 1 ml ปิดฝาและเขย่าขวดจนเริ่มตกตะกอน
- 1.4 เติม conc. H_2SO_4 1 ml ปิดฝาเขย่าให้เข้ากัน
- 1.5 เทสารละลายที่ได้ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ใน flask ไตเตรตด้วย $Na_2S_2O_3$ 0.02 M จนได้สีเหลืองจางๆแล้วเติมน้ำแข็ง 3 หยด เขย่าให้เข้ากัน แล้วไตเตรตต่อไปจนสีน้ำเงินจางหายไป จดปริมาตร $Na_2S_2O_3$ ที่ใช้ไป แล้วนำไปคำนวณตามสูตร

$$DO (mg.l^{-1}) = \frac{A \times N \times 8 \times 1000}{B_2(B_1-2))}$$

- B
- A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมโซโอซัลเฟต ที่ใช้ในการไตเตรต(ml)
N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน โซเดียมโซโอซัลเฟต (N)
 B_1 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างเริ่มต้น (ml)
 B_2 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต (ml)

2. วิธีวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (biochemical oxygen demand, BOD) โดยวิธี azide modification (Greenberg *et al.*, 1992)

- 2.1 ล้างขวด BOD ด้วยน้ำตัวอย่าง 2-3 ครั้ง
- 2.2 ใต้น้ำตัวอย่างด้วยขวด BOD เช่นเดียวกับการวิเคราะห์ออกซิเจนที่ละลายน้ำ
- 2.3 นำขวด BOD ที่ใต้น้ำตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว ใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน
- 2.4 เติมสารละลาย และทำการไตเตรตเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ

2.5 คำนวณตามสูตร BOD (mg.l^{-1}) = ค่า DO ในวันแรก – ค่า DO วันที่ 5

3. วิธีวิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำโดยวิธี phenolphthalein methyl indicator

(Greenberg *et al.*, 1992)

3.1 ตวงน้ำตัวอย่าง 100 ml ใส่ใน flask ขนาด 250 ml

3.2 เติม phenolphthalein indicator 3 หยด ลงใน flask เขย่าให้เข้ากัน จนสารละลายที่ได้เป็นสีชมพู ไตเตรท 0.02 N H_2SO_4 จนสารละลายใสไม่มีสี

3.3 เติม methyl orange indicator 3 หยด ลงใน flask เขย่าให้เข้ากัน

3.4 ไตเตรทด้วย 0.02 N H_2SO_4 จนได้จุดยุติเป็นสีส้มแดง จดปริมาตร H_2SO_4

3.5 คำนวณตามสูตร

$$\text{total alkalinity (mg.l}^{-1} \text{ as CaCO}_3\text{)} = \frac{A \times N \times 50 \times 1000}{B}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไตเตรท (ml)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก (N)

B = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (ml)

4. การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ (Nusch, 1975 ดัดแปลงโดย ชูดี และณมาภรณ์, 2538)

4.1 วัดปริมาตรน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง GF/C เมื่อกรองเรียบร้อยแล้วจะเห็นแพลงก์ตอนพืชสีเขียว หรือสีเขียวปนน้ำเงินติดอยู่บนกระดาษกรอง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่นำไปหาปริมาณ คลอโรฟิลล์ เอ

4.2 เตรียมเอทานอล 90% แล้วอุ่นให้ร้อนในน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 78 °C

4.3 นำกระดาษกรองที่ได้จากข้อ 1 มาตัดเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดให้ละเอียด ขณะบดจะค่อยๆ เติมเอทานอลลงไป

4.4 ใช้เอทานอลประมาณ 10 ml เมื่อเสร็จแล้วเทใส่ขวดสีชา ปิดฝาเก็บในตู้เย็น 6-24 ชั่วโมง

4.5 เมื่อครบกำหนดนำมากรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้งหนึ่ง โดยกรองลงในหลอดแก้ว จะเห็นของเหลวใสสีเขียว เติมเอทานอลจนครบ 20 ml

4.6 เตรียมเครื่องมือวัดการดูดกลืนแสงโดยใช้ค่าความยาวคลื่นที่ 665 nm

4.7 นำของเหลวจากข้อ 4.5 เทใส่หลอดใส่สารสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง เป็นค่าการดูดกลืนแสงก่อนการเติมกรดเกลือ ค่านี้จะเป็นค่าการดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์ เอ รวมกับรงควัตถุอื่นๆ

4.8 เทของเหลวที่ใช้วัดการดูดกลืนแสงกลับลงในหลอดแก้วอีกครั้งหนึ่ง แล้วเติมกรดเกลือ 2 N ลงไป 0.06 ml เขย่าทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วนำกลับมาวัดค่าการดูดกลืนแสงใหม่อีกครั้งหนึ่ง ค่าที่ได้จะเป็นค่าการดูดกลืนแสงของรงควัตถุอื่นๆที่ไม่ใช่คลอโรฟิลล์ เอ

4.9 จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณตามสูตร

$$\text{ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ } (\mu\text{g.l}^{-1}) = \frac{29.6 \times (A-B) \times v}{V \times l}$$

A = ค่าการดูดกลืนแสงก่อนการเติมกรดเกลือ

B = ค่าการดูดกลืนแสงหลังการเติมกรดเกลือ

v = ปริมาตรเอทานอลที่ใช้ทั้งหมด มีหน่วยเป็น ml

V = ปริมาตรของน้ำที่นำมาหา คลอโรฟิลล์ เอ ทั้งหมด มีหน่วยเป็น ลิตร

l = ความยาวของหลอดที่ใส่สารสำหรับวัดค่าการดูดกลืนแสง หน่วยเป็น cm

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร โดยใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีจำเพาะกับ spectrophotometer ของ Hach company รุ่น DR 2010

5.1 วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนเตรต ไนโตรเจน (nitrate-nitrogen) โดยวิธี Cadmium reduction (Greenberg *et al.*, 1992)

5.1.1 กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C แล้วตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 ml ใส่ flask ขนาด 150 ml 2 flask โดย flask แรกใส่ Nitra Ver 5 Nitrate Reagent Pillow อีก flask ไม่ต้องเติมสารใดๆเพื่อเป็น blank

5.1.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/200 หลังจากเครื่องผ่านขั้นตอน SELF-TEST เครื่องจะแสดง Method กด 355 READ/ENTER เครื่องจะแสดงความยาวคลื่นที่ 500 nm หมุนปุ่มปรับความยาวคลื่นไปที่ 500 nm จากนั้นกด READ/ENTER เครื่องจะแสดงเป็น $\text{mg.l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$

5.1.3 กด SHIFT TIMER ใส่ Nitra Ver 5 Nitrate Reagent Power Pillow เขย่า flask 1 นาที เครื่องมือจะมีเสียงเตือนให้หยุดเขย่า กด SHIFT TIMER อีกหนึ่งครั้ง และวาง flask ทิ้งไว้ 5 นาที เครื่องจะมีสัญญาณเตือน และแสดง $\text{mg.l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$

5.1.4 เปิดฝาเครื่องใส่ cuvette ที่ได้เติมสารใดๆลงในช่องวัดแสง ปิดฝาเครื่องให้สนิท กด ZERO เครื่องจะแสดง Wait และ $0.00 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$ เปลี่ยน cuvette ที่ใส่ Nitra Ver 5 Nitrate Reagent Power Pillow แล้วกด READ/ENTER เครื่องจะแสดง Wait และบอกปริมาณไนเตรตไนโตรเจนในช่วง $0.00\text{-}30.0 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NO}_3\text{-N}$

5.2 วิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจน (ammonium nitrogen) โดยวิธี Nesslerization
(Greenberg *et al.*, 1992)

5.2.1 กรองน้ำตัวอย่างที่ใช้ทดสอบด้วยกระดาษกรอง GF/C แล้วนำน้ำตัวอย่างที่ปริมาตร 25 ml ใส่ลงใน flask ขนาด 150 ml และ นำ deionized ที่ปริมาตร 25 ml ลงใน flask ขนาด 150 ml เพื่อใช้เป็น blank

5.2.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/200 หลังจากผ่านขั้นตอน SELF-TEST เครื่องจะแสดง Method กด 380 READ/ENTER เครื่องมือแสดงความยาวคลื่นที่ 425 nm ปรับความยาวคลื่นไปที่ 425 nm กด READ/ENTER เครื่องจะแสดง $\text{mg.l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-NeSS}$

5.2.3 ใส่ mineral stabilizer ลงใน flask นำน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว 3 หยดเข้าเบาๆ จากนั้นเติม polyvinyl alcohol dispersing agent 3 หยด เข้าเบาๆ ให้สารเคมีผสมกัน

5.2.4 เติม Nessler reagent 1 ml ลงใน flask ทั้งสอง เขย่าให้สารเคมีผสมกัน

5.2.5 กด SHIFT TIMER เมื่อครบ 1 นาที เครื่องจะส่งสัญญาณเตือน

5.2.6 นำน้ำใน flask ที่มี deionized ลงใน cuvette ใส่ลงไปในห้องวัดแสงแล้วปิดฝาเครื่อง กด ZERO เครื่องมือจะแสดงที่จอแสดงผล Wait และ $0.00 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-NeSS}$

5.2.7 เปลี่ยน cuvette ที่เป็นน้ำตัวอย่างลงไปในห้องวัดแสงแล้วปิดฝาเครื่อง กด READ/ENTER จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง Wait และบอกปริมาณ แอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งเครื่องสามารถวัดปริมาณแอมโมเนียได้ในช่วง $0.00\text{-}2.50 \text{ mg.l}^{-1} \text{ NH}_3\text{-N}$

5.3 วิธีวิเคราะห์ปริมาณ Soluble Reactive Phosphorus (SRP) โดยวิธี Ascorbic acid
(Greenberg *et al.*, 1992)

5.3.1 ก่อนทำการวิเคราะห์ SRP ทุกครั้ง ควรล้างเครื่องแก้วที่ใช้ด้วย 10% HCl กรองน้ำตัวอย่างด้วย GF/C ตวงน้ำตัวอย่างปริมาตร 25 ml ลงใน flask 2 ใบ โดย flask แรกใส่ Phos Ver 3 Phosphate Reagent Powder Pillow ส่วน flask ที่สองไม่ต้องเติมสารใดๆเพื่อเอาไว้เปรียบเทียบกับ blank

5.3.2 เปิดเครื่อง spectrophotometer DR/200 หลังจากเครื่องผ่านขั้นตอน SELF-TEST ที่จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง Method กด 890 และ READ/ENTER ตามลำดับ เครื่องจะแสดงความยาวคลื่นที่ 890 nm แล้วกด READ/ENTER เครื่องจะแสดงเป็น $\text{mg.l}^{-1} \text{PO}_4^{3-}\text{PV}$ หรือ $\text{mg.l}^{-1}\text{PV}$

5.3.3 กด SHIFT TIMER ใส่ Phos Ver 3 Phosphate Powder Pillow เขย่า flask จนครบ 2 นาที เครื่องจะส่งสัญญาณเตือน

5.3.4 เปิดฝาเครื่องใส่ cuvette ที่ไม่ได้ใส่สารใดๆในช่องแสง ปิดฝาเครื่องให้สนิท กด ZERO จอแสดงผลของเครื่องจะแสดง Wait และ $0.00 \text{ mg.l}^{-1} \text{PO}_4^{3-}\text{PV}$ หรือ $\text{mg.l}^{-1}\text{PV}$ เปลี่ยน cuvette ที่ใส่ Phos Ver 3 Phosphate Reagent Powder Pillow แล้ว กด READ/ENTER เครื่องจะแสดง Wait และบอกปริมาณออร์โธฟอสเฟต ซึ่งเครื่องสามารถวัดปริมาณออร์โธฟอสเฟต ในช่วง $0.00\text{-}0.25 \text{ mg.l}^{-1} \text{PO}_4^{3-}$

ภาคผนวก ก
ตารางผลการวิจัย

ตาราง 7 อุณหภูมิของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	26	26.7	26.1	27.4
2	เมษายน	27.4	28.2	28.4	28.3
3	เมษายน	29.3	29.3	29.3	28
4	เมษายน	29.1	30.2	29.7	30.5
5	พฤษภาคม	30.7	31.8	31.4	32
6	มิถุนายน	30	32	32	31
7	สิงหาคม	27.4	27.6	27.7	27.7

ตาราง 8 ความลึกของน้ำที่แสงส่องถึงในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	0.51	0.6	0.66	0.65
2	เมษายน	0.47	0.48	0.62	0.61
3	เมษายน	0.5	0.6	0.6	0.68
4	เมษายน	0.6	0.5	0.6	0.7
5	พฤษภาคม	0.5	0.45	0.6	1
6	มิถุนายน	0.8	0.5	0.45	0.6
7	สิงหาคม	0.3	0.6	0.37	0.25

หมายเหตุ: จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 (ประตูสวนดอก) จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 (ประตูท่าแพ)
จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 (ประตูเชียงใหม่) จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ประตูสวนดอก)

ตาราง 9 ความชุ่มชื้นของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	29	27	33	41
2	เมษายน	12	22	23	7
3	เมษายน	43	19	25	19
4	เมษายน	18	35	30	35
5	พฤษภาคม	25	62	25.5	22
6	มิถุนายน	24	31	57	42
7	สิงหาคม	17	3	10	39

ตาราง 10 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	312	298	270	268
2	เมษายน	329	265	265	289
3	เมษายน	337	282	276	270
4	เมษายน	317	315	314	312
5	พฤษภาคม	333	240	270	280
6	มิถุนายน	282	229	276	376
7	สิงหาคม	209	206	213	228

ตาราง 11 ค่าความเป็นกรดต่างของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	7.92	8.68	8.59	8.62
2	เมษายน	7.85	8.2	7.97	7.74
3	เมษายน	7.35	7.26	8.24	7.44
4	เมษายน	7.42	8.13	7.7	7.93
5	พฤษภาคม	7.51	8.76	7.97	7.55
6	มิถุนายน	8.09	9.57	8.76	8.71
7	สิงหาคม	7.9	7.94	7.86	7.72

ตาราง 12 ความเป็นด่างของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	125	116	106	107
2	เมษายน	95	80	95	99
3	เมษายน	116	116	103	102
4	เมษายน	96	92	100	116
5	พฤษภาคม	138	105	117	126
6	มิถุนายน	112	118	108	102
7	สิงหาคม	104	101	103	108

ตาราง 13 ค่าออกซิเจนละลายของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	6	10.4	7.4	9.4
2	เมษายน	5.2	11.8	9.4	10.6
3	เมษายน	10.8	6.2	9.4	9.6
4	เมษายน	4.6	9.2	5.8	7.2
5	พฤษภาคม	4.2	9.4	4.4	5.4
6	มิถุนายน	4	10.6	7.2	12
7	สิงหาคม	5.6	6.2	5	3.2

ตาราง 14 ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	4.6	8.8	4.2	8.4
2	เมษายน	2.4	7.6	6.8	10.6
3	เมษายน	8	3	3	7.6
4	เมษายน	4.6	8.8	5	7.2
5	พฤษภาคม	3.6	8	3.4	4.5
6	มิถุนายน	3.6	5.4	5.2	10.4
7	สิงหาคม	2.7	4.8	3.6	2.8

ตาราง 15 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจนของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	3.02	0.08	0.07	1.04
2	เมษายน	1.93	0	-0.01	2.16
3	เมษายน	1.94	0.48	0.13	0.81
4	เมษายน	2.31	0.88	0.98	2.33
5	พฤษภาคม	2.02	0.14	0.42	1.51
6	มิถุนายน	0.17	0.05	0	2.34
7	สิงหาคม	1.52	0.5	0.64	1.55

ตาราง 16 ค่าไนเตรทไนโตรเจนของน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	0.6	2	0.2	0.9
2	เมษายน	2.5	1.5	0.5	0.9
3	เมษายน	0.3	0.8	0.5	0.1
4	เมษายน	0.6	1.9	0	0.2
5	พฤษภาคม	1.8	0.4	0.7	0.8
6	มิถุนายน	3.4	0.2	0.8	0.5
7	สิงหาคม	0.8	0.5	0.4	0.9

ตาราง 17 ค่าฟอสฟอรัสละลายน้ำในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	0.33	0.45	0.74	0.01
2	เมษายน	0.59	0.13	0.16	0.74
3	เมษายน	0.65	0.3	0.33	0.48
4	เมษายน	0.35	0.19	0.68	0.27
5	พฤษภาคม	0.37	0.29	0.44	0.37
6	มิถุนายน	0.12	0.23	0.31	0.15
7	สิงหาคม	0.4	0.28	0.45	0.32

ตาราง 18 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอในคูเมืองเชียงใหม่ ระหว่างเดือนมีนาคม-สิงหาคม 2553

ครั้งที่	เดือน	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 1	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 2	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 3	จุดเก็บตัวอย่าง ที่ 4
1	มีนาคม	82.88	65.12	44.4	79.92
2	เมษายน	71.04	139.12	62.16	71.04
3	เมษายน	127.28	65.12	44.4	82.88
4	เมษายน	118.4	82.88	53.28	76.96
5	พฤษภาคม	11.84	74	41.44	50.32
6	มิถุนายน	76.96	76.96	62.16	91.76
7	สิงหาคม	26.64	35.52	17.76	11.84

ภาคผนวก ง

คู่มือการประกอบกิจกรรม

การใช้แพลงก์ตอนพืชในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ



คำนำ

การประเมินคุณภาพน้ำของแม่น้ำลำคลองต่างๆ นอกจากการใช้ตัวแปรทางกายภาพ เคมิ ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแล้ว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาโดยใช้สิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นตัวชี้ร่วมในการวัด ค่าระดับมลภาวะของน้ำ โดยเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลทางด้านชีวภาพกับคุณภาพน้ำ ในแหล่งน้ำ ต่างๆในปัจจุบัน และยังสามารถบ่งบอกคุณภาพน้ำในอดีตได้อีกด้วย

อนึ่งการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเพื่อเป็นสร้างเสริมประสบการณ์ และความ เข้าใจในแหล่งน้ำ กับความสำคัญของสิ่งแวดล้อมโดยการใช้เพลงก่ตอนพืชเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพ น้ำให้แก่เยาวชน เพื่อให้มีความตระหนักในการอนุรักษ์ และรักษาทรัพยากรแหล่งน้ำสืบไป อย่างยั่งยืน

วิษณุศักดิ์ ศรีสุข

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญ

	หน้า
ความหลากหลายทางชีวภาพ	1
ความหลากหลายทางพันธุกรรม	3
ความหลากหลายทางระบบนิเวศ	3
การจัดจำแนกกลุ่มสิ่งมีชีวิต	4
สำหรับ	4
การใช้เพลงก่ต่อนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ	7
การประเมินคุณภาพในแหล่งน้ำนิ่ง	11
วิธีการศึกษา	12
แบบบันทึกกิจกรรม	31
เอกสารอ้างอิง	32

ความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity)

ความหลากหลายทางชีวภาพ

หลักฐานของสิ่งมีชีวิตที่เก่าแก่ที่สุดเป็นฟอสซิลของจุลินทรีย์โบราณ อายุ 3.5 พันล้านปี ในทวีปออสเตรเลีย มีรูปทรงคล้ายแบคทีเรียสีฟ้าเขียวในปัจจุบัน ซึ่งมีความสามารถในการสังเคราะห์ คายแสง ในการเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นอาหารและคายก๊าซออกซิเจนออกมา จุลินทรีย์โบราณนี้เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวคือ เซลล์โพรคาริโอต ไม่มีนิวเคลียส และอวัยวะพิเศษอื่นใด ด้วยตัวของเซลล์โพรคาริโอตได้แก่แบคทีเรียชนิดต่างๆ หนึ่งพันล้านปีต่อมา เซลล์โพรคาริโอตบางชนิดได้วิวัฒนาการให้มีความมั่นคงในการดำรงชีวิต โดยเสริมสิ่งป้องกันตัว และระบบจัดหาพลังงานที่ดีกว่าจนกลายเป็นเซลล์ยูคาริโอต ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีความสลับซับซ้อนมากกว่า ในเวลาต่อมา เซลล์ยูคาริโอตได้กลายเป็นบรรพบุรุษของพืช เห็ดรา และสัตว์ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตหลายเซลล์ อุดมขึ้นประมาณหนึ่งพันล้านปีที่ผ่านมา ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์เชื่อว่า สิ่งมีชีวิตทั้งหมด บนโลกนี้มีจำนวนระหว่าง 2 – 30 ล้านสปีชีส์ โดยที่บันทึกอยู่ประมาณ 1.4 ล้านสปีชีส์ ออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 5 อาณาจักรดังนี้

1. อาณาจักรโมเนรา (Kingdom Monera) ประกอบด้วยจุลินทรีย์พวกโพรคาริโอต ซึ่งมีเซลล์แบบโพรคาริโอตเซลล์ (Prokaryotic cell) คือ ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียส ส่วนใหญ่ได้อาหารโดยการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้ามาในเซลล์ มีบางชนิดที่สังเคราะห์แสงได้ ส่วนใหญ่สืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ โดยการแบ่งตัวจากหนึ่งเป็นสอง ในกลุ่มนี้ได้แก่แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) มีสมาชิกประมาณ 6,000 สปีชีส์ ซึ่งแบ่งตามกระบวนการทางชีวภาพเคมีได้ 3 จำพวกคือ **ออโตโทรฟ (autotroph)** หมายถึง พวกที่สร้างอาหารได้ด้วยตนเองโดยการเปลี่ยนสารอนินทรีย์เป็นสารอินทรีย์ เช่น การสังเคราะห์ คายแสง **เฮเทโรโทรฟ (heterotroph)** หมายถึง พวกที่บริโภคสารอินทรีย์ที่สร้างขึ้นจากสิ่งมีชีวิตอื่น **มิโซโทรฟ (mixotroph)** หมายถึง พวกที่บริโภคทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์

2. อาณาจักรโพรติสตา (Kingdom Protista) เป็นอาณาจักรของยูคาริโอตเซลล์เดียว มีสมาชิกประมาณ 60,000 สปีชีส์ เซลล์ถูกพัฒนาให้มีนิวเคลียส ออร์แกเนลล์ และสร้างอวัยวะซึ่งทำหน้าที่เฉพาะทางได้แก่ คลอโรพลาสต์ มีหน้าที่สังเคราะห์อาหาร

รด ☐ วยแสง โดยการเปลี่ยน ☐ าชการ ☐ บอนไดออกไซด์ ☐ ไห ☐ เป ☐ นอาหารและคาย ☐ าช ออกซิเจน ไมโทคอนเดรีย มีหน ☐ าทึบ ☐ าชออกซิเจนมาเผาผลาญอาหารให้ ☐ เกิดพลังงาน และคาย ☐ าช การ ☐ บอนไดออกไซด์ ☐ ออกมาซึ่งวิวัฒนาการในยุค ต ☐ อดี ☐ แยก ☐ เป ☐ น พืช เห็ดรา และสัตว์ ☐ สิ่งมีชีวิตในอาณาจักรโพรติสตาได้ ☐ แก ☐ สำหรับ ☐ าย โปรตัวซัว แพลงก์ ตอน

3. อาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) มีสมาชิกประมาณ 250,000 สปีชีส์ ☐ ซึ่งมี ☐ เป ☐ นสิ่งมีชีวิตจำพวกออโตโทรฟ ซึ่งใช้ ☐ คลอโรฟิล ☐ ล ☐ สีเขียวเปลี่ยน ☐ าชการ ☐ บอนไดออกไซด์ ☐ ไห ☐ เป ☐ นอาหารและคาย ☐ าชออกซิเจน พืชมีบทบาทสำคัญต่อวัฏจักรน้ำและเปลี่ยนแปลง องค์ ☐ ประกอบทางเคมีของบรรยากาศ นอกจากนั้นยังมีบทบาทที่สำคัญในการเปลี่ยนแปลง องค์ ☐ ประกอบทางเคมีของดิน ☐ วยการดูดซับธาตุอาหาร อันได้ ☐ แก ☐ การ ☐ บอน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และกำมะถัน พืชจึง ☐ เป ☐ นแหล่ง ☐ ง อาหารที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตบนโลก

4. อาณาจักรเห็ดรา (Kingdom Fungi) มีสมาชิกประมาณ 70,000 สปีชีส์ ☐ มีลักษณะคล ☐ ายพืช แต่ ☐ เป ☐ นสิ่งมีชีวิต จำพวกเฮเทโรโทรฟซึ่งบริโภคสารอินทรีย์ ☐ ที่สิ่งมีชีวิตอื่นสร ☐ างไว้ ☐ เราจะเห็นได้ ☐ ว ☐ ำ เห็ดมักขึ้นอยู่ ☐ ตามซากต ☐ นไม้ ☐ รา และยีสต์ ☐ มักขึ้นอยู่ ☐ ตาม อาหาร เห็ดราบางชนิดสามารถดูดกลืนสารอินทรีย์ ☐ จากพื้นดินได้ ☐ โดยตรง ไกลเคนสามารถอาศัยอยู่ ☐ บนพื้นหินแข็ง พวกมันมีอิทธิพลในการเปลี่ยนแปลงพื้นผิวของ ☐ ำ เป ☐ นอย ☐ างมาก เนื่องจากความสามารถ ในการดูดกลืนน้ำและการทำปฏิกิริยาทางเคมี

5. อาณาจักรสัตว์ (Kingdom Animalia) มีสมาชิกประมาณ 1,000,000 สปีชีส์ ☐ จัด ☐ เป ☐ นสิ่งมีชีวิตจำพวกออโตโทรฟ ซึ่งมีการบริโภค ☐ ระบบห ☐ วงลูกโซ ☐ อาหาร ☐ เป ☐ นชั้นๆ เช ☐ ☐ น กวางกินหญ ☐ ำ เสือกินกวาง นกแร ☐ งกินเสื ☐ เป ☐ น ต ☐ น สัตว์ ☐ ก ☐ ำ ไห ☐ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีชีวภาพ ☐ เป ☐ นต ☐ นว ☐ ำ กระดูกและกระดูกสร ☐ างจากแคลเซียมการ ☐ บอนเต การหายใจของสัตว์ ☐ ควบคุมปริมาณ ☐ าชออกซิเจนในบรรยากาศไม ☐ ไห ☐ มากเกินไป สายพันธุ์ ☐ ของมนุษย์ ☐ (Homo) เพิ่ง แยกออกมาจากสายพันธุ์ ☐ ของลิงเมื่อ 3 ล้านปี ☐ ก ☐ อน สปีชีส์ ☐ โฮโมเซเป ☐ ยนส ☐ (Homo sapiens) ของมนุษย์ ☐ ในปัจจุบัน เพิ่งเกิดขึ้นเมื่อ ประมาณ 2 แสนปี ☐ ก ☐ อนนี้

ความหลากหลายทางพันธุกรรม (genetic diversity)

จุลินทรีย์มีความหลากหลายทางพันธุกรรม เพราะจุลินทรีย์สายพันธุ์ (strain) เดียวกันอาจไม่เหมือนกันทุกประการ ทำให้แบคทีเรียออกเปปไทด์สายพันธุ์ต่างๆ ได้อีก ความแตกต่างทางพันธุกรรมนี้ เป็นผลสืบเนื่องมาจากระบวนการวิวัฒนาการอันยาวนานนับพันล้านปี เนื่องจากจุลินทรีย์ใดก็ตามที่กำเนิดขึ้นมาบนโลกเมื่อประมาณ 3,500 ล้านปีมาแล้ว ความแตกต่างทางพันธุกรรม ทำให้จุลินทรีย์สามารถปรับตัวให้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงและมีความรุนแรงได้ ดังนั้นความหลากหลายทางพันธุกรรม จึงเป็นผลให้จุลินทรีย์ปรับตัวให้เหมาะสมกับถิ่นที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันได้ อันเป็นความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ecological diversity)

ความหลากหลายทางระบบนิเวศ (ecological diversity)

เราสามารถพบจุลินทรีย์ในสิ่งแวดล้อมทุกหนทุกแห่ง ตั้งแต่บริเวณที่เย็นจัดแมลงในหิมะและน้ำแข็งขั้วโลก จนถึงบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง เช่น ในบ่อน้ำพุร้อน แม่น้ำในทะเลลึกที่มีความกดดันของน้ำมากๆ ก็ยังมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ได้ พบได้ทั้งในน้ำเค็ม น้ำจืด สระน้ำ ลำธาร น้ำไหล ในดินและบนก้อนหิน ดินทราย ตามเปลือกไม้ และพบได้ทั้งในสภาพซึ่งไม่มีออกซิเจนที่สิ่งมีชีวิตอื่นไม่สามารถอาศัยอยู่ได้

การเปลี่ยนแปลงสภาพระบบนิเวศอย่างรุนแรง อาจมีผลทำให้จุลินทรีย์สูญพันธุ์ได้ เช่น การพลิกหน้าดิน โดยการไถพรวนด้วยเครื่องจักรขนาดใหญ่ อาจทำให้จุลินทรีย์ชนิดที่อยู่ใต้ดินถูกพลิกขึ้นมาผิวดิน และเผชิญกับสภาพแวดล้อมใหม่ที่มีอากาศและแสงแดดรุนแรง หรือในกรณีกลับกัน จุลินทรีย์ชนิดที่อยู่หน้าดินและชอบอากาศและแสงแดด อาจถูกพลิกกลับลงไปอยู่ใต้ดินซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมกับมัน จุลินทรีย์เหล่านี้ อาจปรับตัวไม่ทันและตายได้ แต่จุลินทรีย์บางชนิดได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรม ให้สามารถเผชิญกับสภาพแวดล้อมที่รุนแรงได้ โดยมีโครงสร้างพิเศษ เช่น สปอร์ ซีสต์ แคปซูล ทำให้ทนต่อความแห้งแล้ง ความร้อน สารเคมี รังสีต่างๆ และแรงกดดันต่างๆ ได้ จึงทำให้จุลินทรีย์พวกนี้มีชีวิตรอดมาจนทุกวันนี้

การจัดจำแนกกลุ่มของสิ่งมีชีวิต

อาณาจักร (Kingdom)

ไฟลัม (Phylum), ดิวิชัน (Division)

คลาส (Class)

ออเดอร์ (Order)

วงศ์ (Sub Order), แฟมิลี (Family)

สกุล (Genus)

สปีชีส์ (Species)

สาหร่าย (algae)

สาหร่าย หมายถึงสิ่งมีชีวิตที่จัดอยู่ในกลุ่มยูคาริโอต ส่วนใหญ่จะมีสีเขียวเนื่องจากมีสารพอลิคลอโรฟิลล์ที่ใช้ในการสังเคราะห์แสง มีทั้งที่เป็เซลล์เดี่ยวที่อยู่กันเป็นกลุ่มหรือเป็นสาย จนถึงมีลักษณะ โครงสร้างที่ซับซ้อน สาหร่ายแต่ละชนิดจะมีสารประกอบภายในเซลล์ อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนที่ รวมไปถึงอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ที่แตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถแบ่งสาหร่ายได้เป็น 7 กลุ่ม ดังนี้

1. ดิวิชันคลอโรไฟตา (Division Chlorophyta)

เป็นกลุ่มของสาหร่ายสีเขียว ซึ่งเป็ดิวิชันที่ใหญ่ที่สุด พบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืด น้ำเค็ม น้ำกร่อย รวมไปถึงบริเวณที่ชื้นแฉะ บางชนิดลอยเป็นอิสระอยู่บนผิวน้ำ ซึ่งถ้ามีจำนวนมากพอจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า วอเตอร์บลูม (Water bloom) ขึ้นได้ สาหร่ายสีเขียวนับได้ว่าเป็นผู้ผลิตสำหรับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำ รูปร่างและขนาดของสาหร่ายสีเขียว บางชนิดมีขนาดเล็ก และ เป็นเซลล์เดี่ยว ได้แก่ คลอเรลลา บางชนิดมีขนาดใหญ่ และมีโครงสร้างซับซ้อน ได้แก่ โคเดียม (Codium) พวกที่มีโครงสร้างเป็นเซลล์เดี่ยวมีการเจริญขึ้นต่ำสุด และจะมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ไปสู่ความ ซับซ้อนมากขึ้นตามลำดับ

2. ดิวิชันยูกลีโนไฟตา (Division Euglenophyta)

พบได้ทั่วไปทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม แต่ส่วนใหญ่จะพบในน้ำจืดมากกว่าในน้ำเค็ม แบ่งเป็น 2 พวก คือพวกที่สังเคราะห์อาหารเองได้ และพวกที่สังเคราะห์อาหารเองไม่ได้ รูปร่างเป็นเซลล์เดี่ยว คล่องตัว ยาว เคลื่อนที่ได้โดยไซแฟลเจลลัม มีลักษณะที่คล้ายสัตว์ คือไม่มีผนังเซลล์ที่เปราะบางประกอบ พวกเซลล์ลูโลส ทำให้รูปร่างไม่คงที่ในขณะที่เคลื่อนที่ได้ แก่ ยูกลีนา และฟาคัส (Phacus) มีการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศซึ่งเป็นการแบ่งเซลล์ตามความยาวและเกิดขึ้นในขณะที่เซลล์เคลื่อนที่

3. ดิวิชันแคโรไฟตา (Division Charophyta)

สาหร่ายในดิวิชันนี้จะมีลักษณะที่ต่างไปจากสาหร่ายชนิดอื่นๆ คือ มีลักษณะบาง ยาว คล้ายพืชชั้นสูง เช่น มีส่วที่ทำหน้าที่คล้ายลำต้น มองเห็นข้อ และปล้องได้ชัดเจน ที่บริเวณผนังเซลล์ของสาหร่ายจะมีสารประกอบพวกเซลล์ลูโลส และมีแคลเซียมคาร์บอเนต

สะสมอยู่มาก สาหร่ายในดิวิชันนี้ เช่น *Chara* และ *Nitella*

4. ดิวิชันฟไโอไฟตา (Division Phaeophyta)

เป็นกลุ่มของสาหร่ายสีน้ำตาลมีรงควัตถุชนิดที่ทำให้เกิดสีน้ำตาล คือ ฟิวโคแซนทิน (fucoxanthin) ผนังเซลล์มีสารประกอบกรดแอลจินิก (alginic acid) สะสมอยู่มาก ขนาดของสาหร่ายสีน้ำตาลแตกต่างกันมาก พวกที่มีขนาดใหญ่ที่สุดได้แก่ไจแอนดเคลพ (giant kelp) สาหร่ายสีน้ำตาลที่พบมากที่สุดได้แก่ *Sargassum* และ *Padina* และ *Dictyota*

สาหร่ายสีน้ำตาลมีประโยชน์ในทางเศรษฐกิจ นอกจากใช้เปื้อนอาหารแล้วพวกเคลพซึ่งมีกรดแอลจินิก สามารถนำมาสกัดเอากรดนี้ออกมาใช้ประโยชน์ในการอุตสาหกรรมหลายอย่างในรูปสารประกอบแอลจิน (algin) เช่น การทำสี ทำยา ทำขนมหวาน บางชนิด เพราะแอลจินมีลักษณะเหนียว และมีสมบัติพิเศษช่วยไม่ให้สารตกตะกอนได้ง่าย ช่วยไม่ให้น้ำแข็งตัวเมื่อถูกความเย็นจัด สาหร่ายสีน้ำตาลยังสามารถนำมาใช้เปื้อนปุ๋ยธรรมชาติ

5. ดิวิชันคริโซไฟตา (Division Chrysophyta)

เป็นสาหร่ายที่มีรงควัตถุฟิวโคแซนทินเหมือนสาหร่ายสีน้ำตาล แต่มีสัดส่วนน้อยกว่า นอกจากนี้ยังมีรงควัตถุเทโอนอยด์ช่วยแบ่งเป็น 3 พวก คือ สาหร่ายสีเขียวแกมเหลือง (yellow green algae) สีน้ำตาลแกมเหลือง (golden brown Algae) และไดอะตอม

(diatoms) ซึ่งมีมากที่สุด เซลล์ของไดอะตอมส่วใหญ่เป็นเซลล์เดี่ยวอยู่เป็นอิสระตามผิวน้ำ พบทั้งในน้ำจืดและน้ำเค็ม จึงนับว่ามีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ ผนังเซลล์ของไดอะตอมเป็นสารพวกซิลิกอน ซ่วยให้ผนังเซลล์แข็งแรงและคงรูปไม่สลายตัวได้ง่าย เมื่อเซลล์ตาย ซากของไดอะตอมจึงทับถมอยู่มาก และเป็นเวลานาน นับเป็นพัน ๆ ปี ในท้องทะเล และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาตามธรรมชาติเกิดขึ้น ซากของไดอะตอมที่ทับถมอยู่เป็นเวลานานนี้จะกลายเป็นส่วหนึ่งของพื้นดิน เรียกว่า ไดอะตอมเอเซียสเอิร์ธ (diatomaceous earth) เป็นแหล่งรวมของแร่ธาตุและน้ำมัน ซึ่งนับว่ามีประโยชน์และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจมาก ประโยชน์ที่ได้รับส่วใหญ่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมการทำยาขัดต่าง ๆ เช่น ยาขัดเครื่องเงิน ทองเหลือง ยาสี ฟอยล์ ในการฟอกสี เป็นต้น และเป็นตัวช่วยกรอง

6. ดิวิชันไฟโรไฟตา (Division Pyrrophyta)

สาหร่ายสีเปลวไฟ เป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่มีแฟลเจลลา 2 อัน โดยมีกัลเลตูลฐานแฟลเจลลา เช่น

คริปโตโมแนส (*Cryptomonas*) และซิลโมแนส (*Chilomonas*)

7. ดิวิชันโรโดไฟตา (Division Rhodophyta)

สาหร่ายสีแดง มีทั้งเซลล์เดียวและหลายเซลล์ ส่วมากอยู่ในน้ำเค็มและอยู่ใกล้ผิวน้ำลึกมาก ๆ สาหร่ายสีน้ำตาล สาหร่ายมีประโยชน์ทางการค้าด้วย เช่น กิลิเดียม (*Gelidium*) ใช้สกัดเพกตินเพื่อทำวุ้นผง ใช้เตรียมอาหารเลี้ยงจุลินทรีย์ และทำขนม นอกจากนี้พวกพอร์ไฟรา (*Porphyra*) โรโดมีเนีย (*Rhodomenia*) และคอนดรัส คริปตัส (*Chondrus-cryptus*) ยังใช้เป็นอาหารอีกด้วย

ที่มา : ดร.สันทนต์ ศิริอนันต์ไพบูลย์

http://www.tistr.or.th/t/publication/page_area_show_bc.asp?i1

81&i25http://www.rbru.ac.th/courseware/science/4031101/lesson9/lesson9.2.htm



การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

แพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชเป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่ลอยลอยไปตามกระแสน้ำในช่วงเวลา ส่วนใหญ่ของวงจรชีวิต (ศิริเพ็ญ . 2537) แพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ สามารถสังเคราะห์แสงได้ มีขนาดเล็กไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีรูปร่าง ได้หลายแบบ อาจจะเป็นเซลล์เดี่ยวๆ เป็นกลุ่มก้อนหรือเป็นเส้นสายก็ได้ (ยุวดี . 2546) แพลงก์ตอนพืชมีสารสีในเซลล์ทำให้มีสารดูดซับพลังงานแสง และใช้พลังงานแสงร่วมกับ คาร์บอนไดออกไซด์ ในกระบวนการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังสร้างสารอินทรีย์ พวกคาร์โบไฮเดรตได้อีกด้วย แพลงก์ตอนพืชสามารถจำแนกได้เป็น 6 ดิวิชัน คือ Cyanophyta , Chlorophyta , Chrysophyta , Pyrrophyta , Euglenophyta , และ Cryptophyta (Blod and Wynne , 1978)

อุปกรณ์สำหรับศึกษาแพลงก์ตอนพืช

1.1 Water sample ขนาด 2 ลิตร 1 ชุด พร้อม messenger สำหรับเก็บตัวอย่างน้ำ

1.2 ถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร

1.3 ขวดสีชาขนาด 150 ml ใช้ในการเก็บรักษาแพลงก์ตอนพืช

1.4 ตาข่ายแพลงก์ตอน (plankton net) ขนาดความถี่ 10 ไมโครเมตร

1.5 สารเคมีที่ใช้เก็บรักษาแพลงก์ตอนพืช ได้แก่ Lugol's solution

1.6 Auto pipette

1.7 สไลด์และกระจกปิดสไลด์

1.8 น้ำยาเคลือบเล็บ

1.9 กระดาษทิชชู

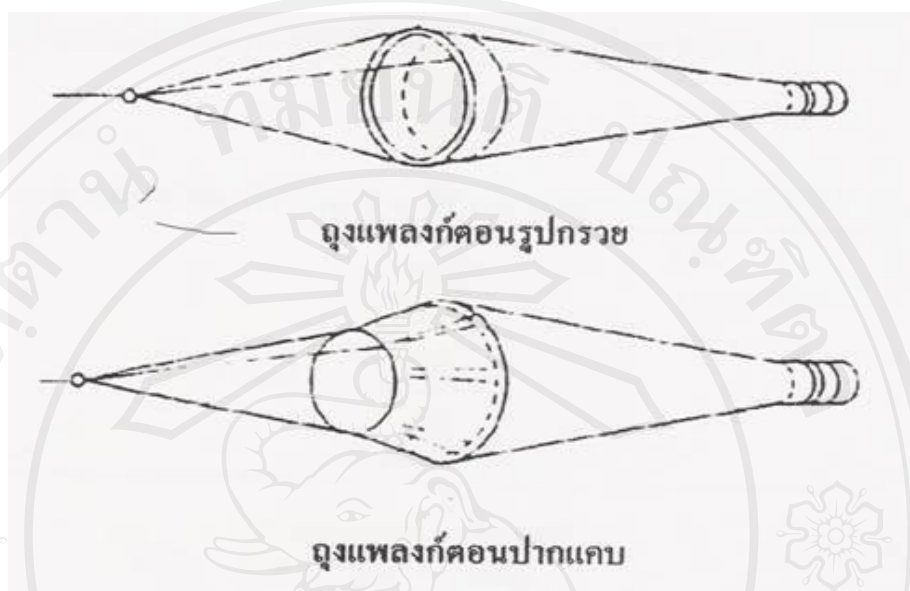
1.10 กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนประกอบ (compound microspe) พร้อม
Occular micrometer สำหรับวัดขนาดแพลงก์ตอนพืช

1.11 กล้องจุลทรรศน์ชนิดมีเลนส์ประกอบที่สามารถถ่ายภาพได้

1.12 สมุดบันทึก

1.13 หนังสือที่ใช้ในการจำแนกแพลงก์ตอนพืช เช่น Whitford and Schumacher (1996) ,
Huberpestalozzi(1983) และ Prescott(1970) เป็นต้น





ภาพ 2 ลักษณะของถุงแพลงก์ตอนที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

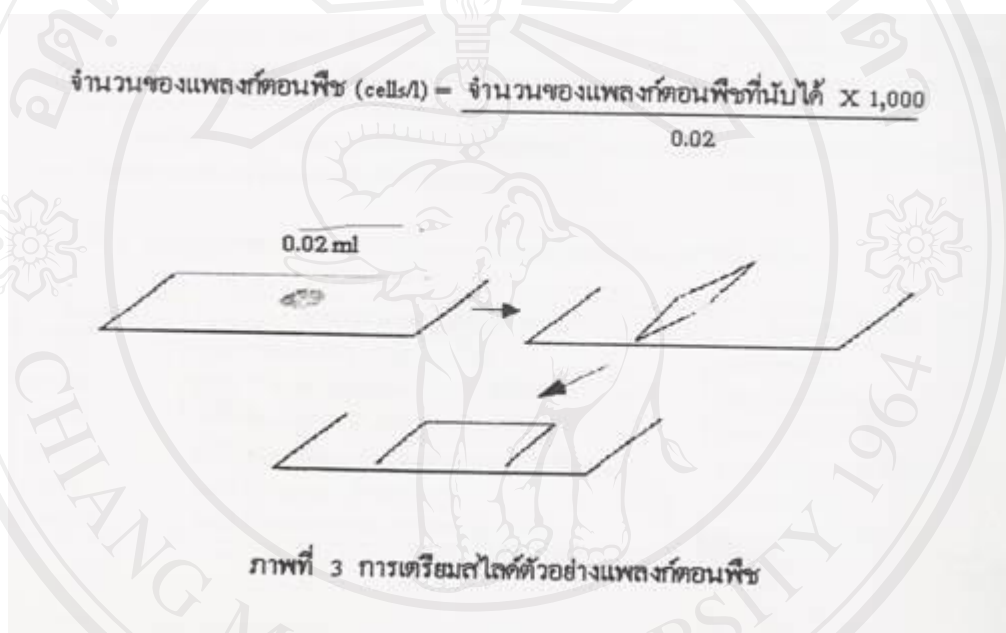
การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน ขนาดความถี่ 10 ไมครอนกรองน้ำ ปริมาณเริ่มต้น 20 ลิตรปล่อยให้ น้ำไหลออกจากตาข่ายจนเหลือน้ำใน ตาข่าย ประมาณ 100 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดเก็บตัวอย่างที่มีชาแล้วเก็บรักษาด้วย น้ำยาถูกลม 2 มิลลิลิตร การใช้ถุง แพลงก์ตอนตอนในการเก็บรักษามีข้อดีคือใช้กับแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (oligotrophic) สามารถเก็บได้ในระดับความลึกต่างๆ กันรวมบริเวณผิวน้ำ แต่ในการเก็บตัวอย่างข้อระวังคือการ อุดตัวของตาข่ายแพลงก์ตอน และปริมาตรของน้ำที่ใช้ในการกรอง การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช ด้วยวิธีการลาก ถุงแพลงก์ตอน ไม่เหมาะสำหรับการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในด้านปริมาณ เนื่องจาก ปริมาตรของน้ำที่ไหลผ่านถุงแพลงก์ตอนไม่แน่นอน

การนับจำนวนแพลงก์ตอนพืช

เขย่าตัวอย่างให้แพลงก์ตอนพืชกระจายอย่างสม่ำเสมอภายในขวดเก็บตัวอย่างใช้ ไมโครปิเปต ขนาด 0.02 ml ต่อยกด ดูดตัวอย่างขึ้นมาแล้วหยดลงสไลด์ที่สะอาด ปิดด้วย กระดาษสไลด์ ขนาด 22 x 22 mm ระวังอย่าให้มีฟองอากาศและไม่ให้น้ำล้นออกมานอกกระจกปิด

สไลด์ นำสไลด์ที่เตรียมเรียบร้อยแล้ววางบนแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์แบบเลนประกอบโดยเริ่มนับแฟล่งก์ตอนพืชที่มุมใดมุมหนึ่งของกระจกปิดสไลด์ก็ให้ยับลงไปนับที่ที่ยังไม่ได้ตรวจนับแฟล่งก์ตอนพืช ทำการนับแฟล่งก์ตอนพืชจนหมดทั้งสไลด์ แล้วจึงนำมาคำนวณหาปริมาณของแฟล่งก์ตอนพืช โดยแฟล่งก์ตอนพืชแต่ละชนิดที่นับได้จะเป็นจำนวนที่พบในตัวอย่างน้ำ 0.02 ml ซึ่งสามารถนำมาคำนวณให้ได้หน่วยเป็น cell / l ได้จากสูตรในการนับตัวอย่างแฟล่งก์ตอนพืชให้ใช้เลนส์กำลังขยายสูง และ ควรใช้น้ำยาทาเล็บสี ทาปิดขอบของกระจกปิดสไลด์เพื่อป้องกันการแห้งของตัวอย่าง



การประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำนิ่ง

โดยการใช้แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นด้วย AARL-PP Score (ยุกดี, 2549)

Assessment of Water Quality in Standing Water by Using Dominate Phytoplankton

การใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีคุณภาพน้ำ

การใช้สาหร่ายเป็นตัวชี้สภาพมลพิษทางน้ำ เราใช้เกณฑ์อ้างอิงจากผลการวิจัยจากต่างประเทศเป็นหลักตลอดมา ห้องปฏิบัติการวิจัยสาหร่ายประยุกต์ (Applied Algal Research Laboratory) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ทำการวิจัยโดยใช้สาหร่ายเป็นดัชนีทางชีวภาพน้ำเพื่อชี้วัดคุณภาพน้ำทั้งน้ำนิ่ง โดยการใช้แพลงก์ตอนพืช และน้ำไหลโดยใช้สาหร่ายขนาดใหญ่และไดอะตอมพื้นท้องน้ำ และพยายามคัดแปลงให้เป็นคะแนนอย่างง่าย เพื่อให้เกิดการเข้าใจแก่ผู้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำทุกระดับ ขณะนี้ได้ทำการวิจัยการใช้แพลงก์ตอนพืชเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในระบบน้ำนิ่งเรียบร้อยแล้ว โดยใช้พื้นฐานจากการวิจัยในอดีตของห้องปฏิบัติการ วิจัยสาหร่ายประยุกต์ราว 20 เรื่อง ในระยะเวลาราว 10 ปี เรียกวิธีการประเมินคุณภาพน้ำดังกล่าว AARL-PP Score ซึ่งเป็นชื่อย่อของห้องปฏิบัติการสาหร่ายประยุกต์ของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โดยวิธีการนี้มีตารางที่สำคัญ 2 ตาราง คือ ตารางที่ 1 เป็นตารางแสดงคะแนนคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร (trophic status) ซึ่งการคำนวณมาจากระดับสารอาหารน้อย (Oligotrophic status) โดยแบ่งย่อยคุณภาพน้ำเป็น 6 ระดับ และให้คะแนนตั้งแต่ 1-10 โดยจัดตามอันตรภาคชั้นที่เท่าๆ กัน จะได้คะแนนของคุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร และ คุณภาพน้ำทั่วไป ส่วนตาราง 2 เป็นตารางแสดงคะแนนแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นจัดตามระดับสารอาหารซึ่งคะแนนของแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้มาจากรายงานวิจัยดังที่กล่าวมาแล้ว.

คะแนน	คุณภาพน้ำตามระดับสารอาหาร	คุณภาพน้ำทั่วไป
1.0-2.0	ระดับ Oligotrophic สารอาหารน้อย	คุณภาพน้ำดี
2.1-3.5	ระดับ Oligo-mesotrophic สารอาหารน้อย	คุณภาพน้ำดีถึงปานกลาง
3.6-5.5	ระดับ Mesotrophic สารอาหารปานกลาง	คุณภาพน้ำปานกลาง
5.6-7.5	ระดับ Meso-eutrophic สารอาหารปานกลาง	คุณภาพน้ำปานกลางถึงไม่ดี
7.6-9.0	ระดับ Eutrophic สารอาหารสูง	คุณภาพน้ำไม่ดี
9.1-10.0	ระดับ Hypereutrophic สารอาหารสูงมาก	คุณภาพน้ำไม่ดีย่างมาก

ตาราง 1 คะแนนคุณภาพน้ำ ตามระดับสารอาหาร (trophic status) และคุณภาพน้ำทั่วไป

วิธีการศึกษา มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เก็บรวบรวมแพลงก์ตอนพืชจากแหล่งน้ำที่ศึกษาโดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน ซึ่งมีขนาดของช่องแต่ละช่อง 10 ไมโครเมตร กรองน้ำจากแหล่งน้ำนั้น 10-20 ลิตร ขึ้นอยู่กับความมากน้อยของแพลงก์ตอนพืช

2. วิเคราะห์แพลงก์ตอนพืชที่ศึกษาถึงระดับจีส (ในกรณีนี้ไม่จำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงระดับสปีชีส์) นับจำนวนแพลงก์ตอนพืชแต่ละจีสที่เด่นที่สุดและรองลงไป 3-5 จีส

3. ดูคะแนนของแต่ละจีสที่บ่งบอกคุณภาพน้ำในตารางที่ 2

4. นำคะแนนของแต่ละจีสมารวมกันและหาค่าเฉลี่ยออกมา

5. นำค่าเฉลี่ยไปเปรียบเทียบกับคะแนนในตารางที่ 1 จะทราบถึงคุณภาพน้ำตามระดับ
สารอาหารและคุณภาพน้ำทั่วไป

ตัวอย่าง สมมุติว่าในอ่างเก็บน้ำ A มีแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น 3 ชนิด *Euglena* sp. *Trachelomonas* sp. และ *Fragilaria* sp.

วิธีการ หาคะแนนของแพลงก์ตอนชนิดเด่น จากตารางที่ 2 พบว่า คะแนนแต่ละจีส มีดังนี้

Euglena sp. = 10 *Trachelomonas* sp. = 8 *Fragilaria* sp. = 5

นำคะแนนทั้งหมดมารวมกัน ได้เท่ากับ 23 คะแนน
จากนั้นหารด้วยจำนวนจีสของแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่นำมาคำนวณ
จากตัวอย่างนี้เท่ากับ 3 จีส

ดังนั้นคะแนนคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ A

$$= 23/3$$

$$= 7.6$$

จากนั้นนำคะแนนมาเปรียบเทียบกับคุณภาพน้ำในตารางที่ 1 พบว่าอยู่ในระดับสารอาหารสูง

(Eutrophic) คุณภาพน้ำทั่วไปมีคุณภาพน้ำไม่ดี

(Peerapornpisal, Y.2004.Chaiubol C., Pekkoh, J., Kraibut H., Chorum M., Wannathong
P.,Ngearnpat N., Jusakul K., Thammathiwat A., Chuanunta J., and Inthasotti T. 2004.

Monitoring of Water Quality in Ang Kaew Reservoir of Chiang Mai University Using
Phytoplankton as Bioindicator from 1995 – 2002. Chiang Mai Journal of Science
31(1): 85 – 94.)

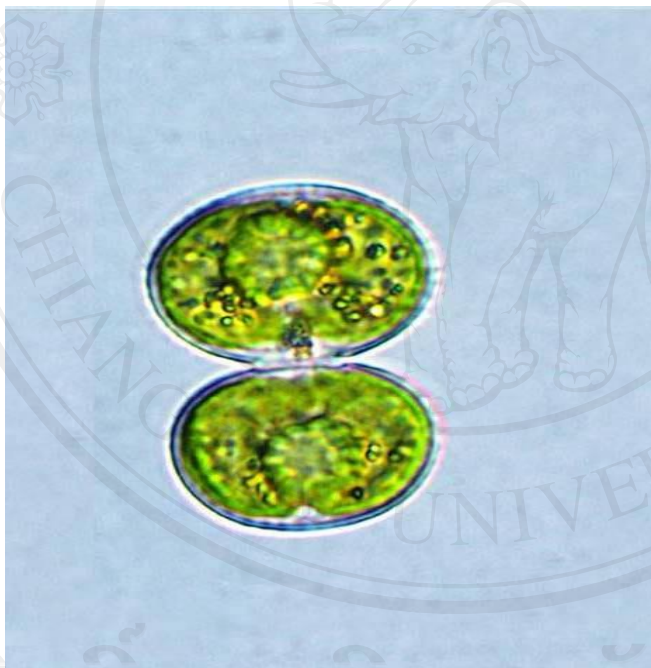
Division chrysophyta	
Family Dinobryaceae	Genus <i>Dinobryon</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เป็นกลุ่มเซลล์ที่มีลอรูการูปแจกัน 1-2 ปลูก เกิดขึ้นจากบริเวณปากลอรูการของ
 อีกลอรูการของเซลล์อื่น เป็นระบบกิ่งก้านสาขาเป็นง่ามต่อกัน โพรโทพลาสมีแฟลเจลลา 2 อันไม่
 เท่ากัน ส่วนโพรโทพลาสต์ภายในลอรูการเป็นรูปกระสวย รูปกรวย หรือรูปไข่

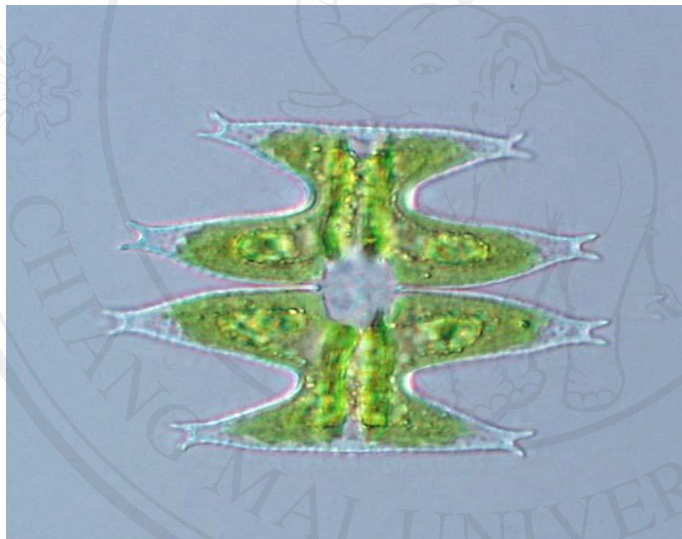
Division chlorophyta	
Family Desmidiaceae	Genus <i>Cosmarium</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ รูปร่างของเซลล์กลม รูปไข่หรือรูปเหลี่ยม มีรอยเว้าคอดเล็กตรงกลางเซลล์แบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกันมองดูคล้าย 2 เซลล์ติดกันความยาวของเซลล์มากกว่าด้านกว้างเล็กน้อย มีคลอโรพลาสต์ 2 อันอยู่แต่ละข้างของเซลล์มีนิวเคลียสอยู่ตรงกลางผนังเซลล์ด้านนอกขรุขระหรือเรียบ เซลล์อยู่เดี่ยวๆอาจมีวันหุ้ม

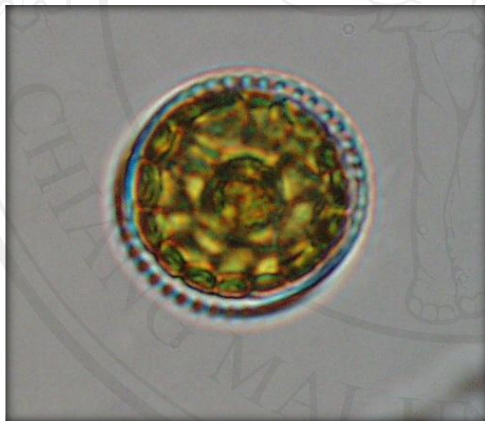
Division chlorophyta	
Family Desmidiaceae	Genus <i>Micrasterias</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ รูปร่างเป็นเซลล์แบนมากด้านยาว ยาวกว่าด้านกว้างเล็กน้อยมีรอยคอดตรงกลาง เหมือนกับพวกเคสมีคั่วๆไป แต่ครึ่งหนึ่งของเซลล์เหมือนกันมีส่วนเว้าเห็นเป็นแฉกๆลึกมากบางชนิดมีหนามที่ปลายแฉก มีคลอโรพลาสต์ 2 อัน เป็นแผ่นอยู่ตรงกลาง มีไฟรินอยด์หลายอันกระจายอยู่ทั่วไปในเซลล์ เซลล์อยู่เดี่ยวๆ

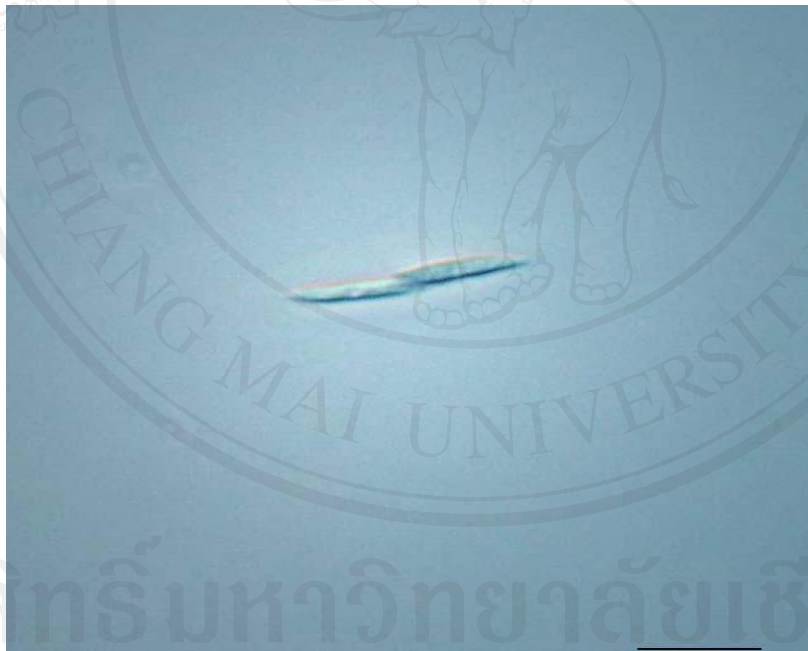
Division Bacillariophyta	
Family Thalassiosiraceae	Genus <i>Cyclotella</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ ส่วนมากอยู่เป็นเซลล์เดี่ยวๆเซลล์รูปกลมด้านข้าง รูปลิ่มเหลี่ยมผืนผ้าทางด้าน
 เกดเคิล ฝาหน้าไม่เรียบมีลักษณะเป็นลูกคลื่น ลวดลายบนฝาแบ่งออกเป็น 2 วง ลวดลายบนฝาง
 นอกเป็นเส้น หรือเป็นซี่ ส่วนวงในมีลักษณะไต่กึ่งกลางฝามีลักษณะลวดลายแบบร่างแห มีคุ่ม
 หรือจุด

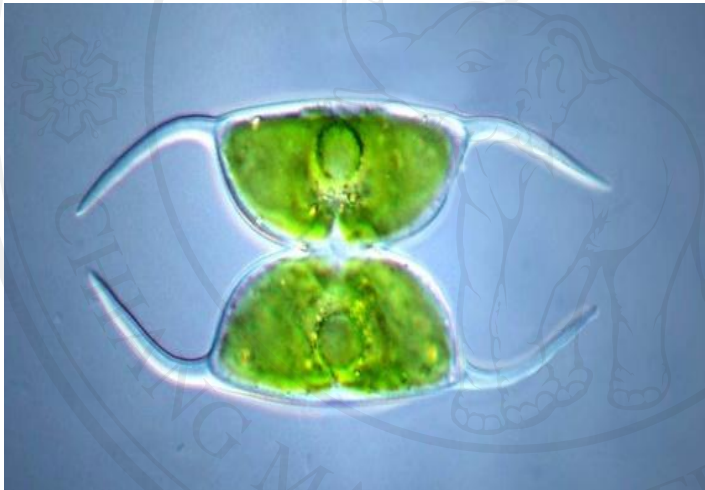
Division chlorophyta	
Family Coccomyxaceae	Genus <i>Elakatothrix</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะเป็นโคโลนีเป็นรูปกระสวยหรือรูปร่างไม่แน่นอน มีสารเมือกหุ้มกลุ่มเซลล์ ปลายด้านใดด้านหนึ่งเซลล์แหลมหรือทั้ง 2 ด้าน คลอโรพลาสต์เป็นแผ่น อยู่ด้านข้างของเซลล์ มี pyrenoid 1-2 เม็ด

Division chlorophyta	
Family Desmidiaceae	Genus <i>Staurodesmus</i>

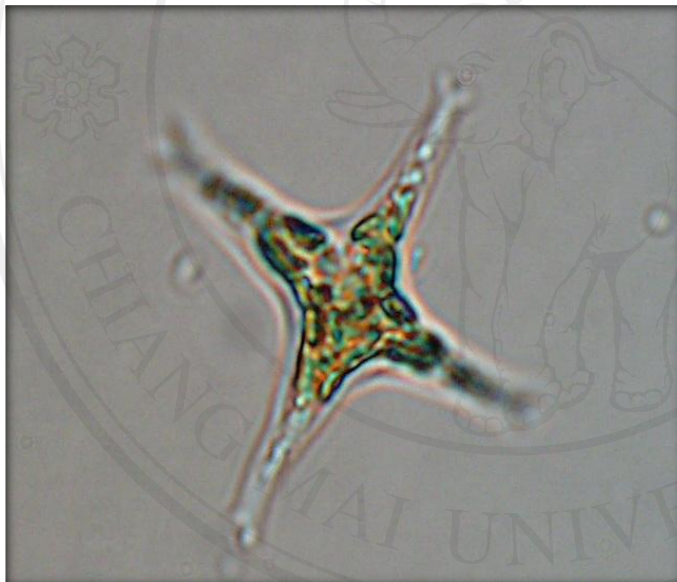


Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ รูปร่างของเซลล์กลมรีมีความยาวและความกว้างเกือบเท่ากันมีรอยคอดลึกเข้าไป
ทั้ง 2 ข้างบริเวณตรงกลางเซลล์แบ่งออกเป็น 2 ส่วนเท่าๆกัน ที่มุมของเซลล์มีหนามแหลมโค้งยื่น
ออกไป 2 คู่ มีไพลินอยด์ 1 อัน ขนาดใหญ่เห็นได้ชัด

Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

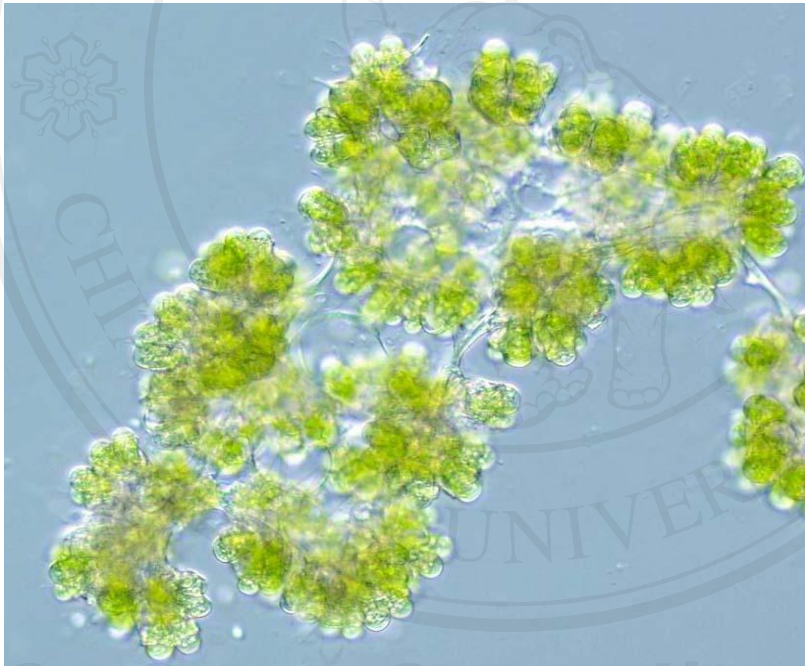
Division chlorophyta	
Family Desmidiaceae	Genus <i>Staurastrum</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ รูปร่างและขนาดของเซลล์ไม่แน่นอนแตกต่างกันมากส่วนใหญ่เซลล์จะสมมาตรแบบรัศมีโดยรวม จะมีรอยเว้าลึกเป็นมุมแหลมที่กลางเซลล์ แบ่งเซลล์ออกเป็น 2 ส่วน มีลักษณะเหมือนกันเซลล์มีส่วนยื่นเป็นแฉกๆคล้ายรัศมีแต่ละแฉกอาจแตกแขนงออกไปอีก จำนวนแฉกมีตั้งแต่ 4-12 แฉก หรือมากกว่า ตรงปลายแฉกมักมีหนามสั้นๆบางชนิดมองดูด้านบนหรือล่างเป็นรูปสามเหลี่ยม รูปรี หรือรูปหลายเหลี่ยม บางชนิดแบ่งเป็นพู ผนังเซลล์เรียบหรือขรุขระ แต่ละเซลล์มีคลอโรพลาสต์ 1 อัน อยู่ตรงกลาง มีไพรีนอยด์ 1 อันหรือมากกว่า

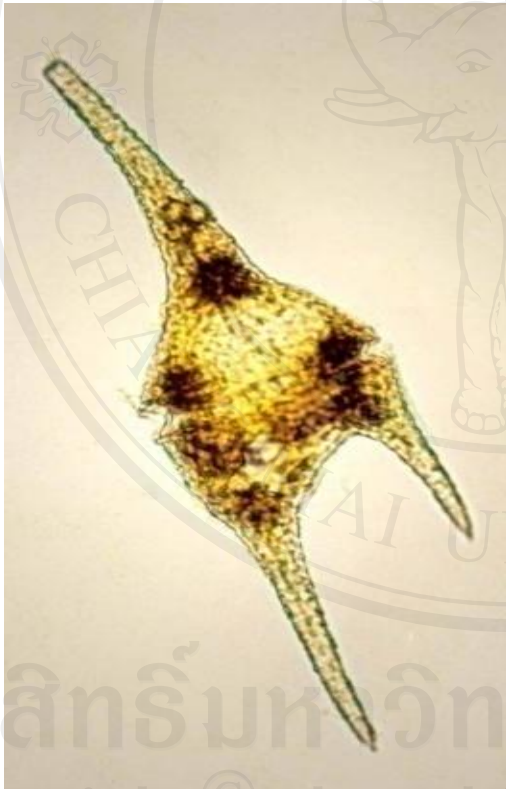
Division chlorophyta	
Family Botryococcaceae	Genus <i>Botryococcus</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เซลล์มีรูปร่างรีหรือกลม มีคลอโรพลาสต์สีเขียว มีขนาดเล็ก มีไฟรินอยด์
จำนวน 1 อัน เซลล์อยู่เป็นกลุ่ม รูปร่างเป็นทรงกลมหรือรีไม่แน่นอน มีสารเมือกเหนียวหุ้มโดยรอบ
เมื่อเซลล์แก่จะมีสีเข้มเกือบดำ สามารถสร้างน้ำมัน สีของเซลล์เป็นสีเขียวไปดำ สีเขียวเข้ม สีน้ำตาล
เข้มเกือบดำ

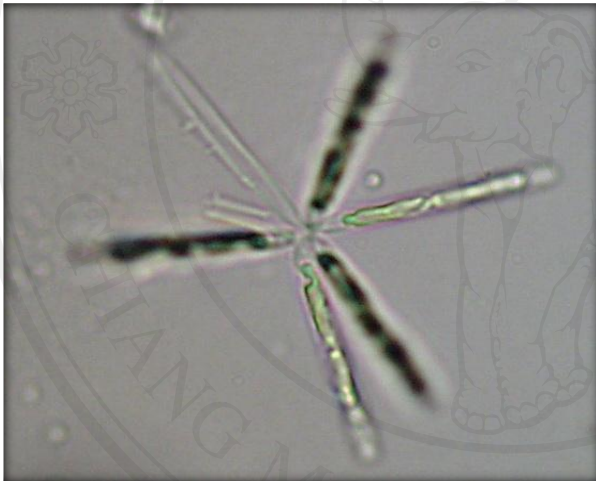
Division Pyrrhophyta	
Family Ceratiaceae	Genus <i>Ceratium</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เซลล์มีขนาดค่อนข้างใหญ่ มีรูปร่างแตกต่างกันได้หลายแบบส่วนกว้างที่สุดอยู่กลางลำตัวบริเวณแนวซีกกลม อีพิทิกา เป็นรูปทรงกรวย ด้านปลายมีฮอร์นสอง อัน ค่อนข้างยาว ไฮโปทีกามีแอนตาพอลฮอร์นสองข้าง มีความยาวแตกต่างกันไปในแต่ละชนิด ฮอร์นทั้งสองข้างอาจนานกันหรืออาจแยกออกจากกันแล้ววกกลับขึ้นมาด้านบน มีแผ่นเปลือกหนาและบนแผ่นเปลือกอาจมีสันยกขึ้นมา และมีรูบนแผ่นเปลือก

Division chlorophyta	
Family Scenedesmaceae	Genus <i>Actinastrum</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เป็นโคโลนีประกอบด้วยเซลล์รูปกระสวยและปลายตัดหรือรูปซิการ์ จำนวน 4 - 16 เซลล์จัดเรียงตัวกันโดยใช้ปลายเซลล์ด้านหนึ่งแตะกัน ปลายอีกด้านหนึ่งยื่นออกจากกันในแนวรัศมี กลุ่มเซลล์ไม่มีสารเมือกหุ้ม คลอโรพลาสต์เป็นแผ่นอยู่รอบเซลล์ ความยาวประมาณ 1/3 ของความยาวเซลล์ มีไฟรีนอยด์ 1 เม็ด

Copyright © Chiang Mai University
All rights reserved

Division Chrysophyta	
Family chlorotheciaceae	Genus <i>Isthmochloron</i>

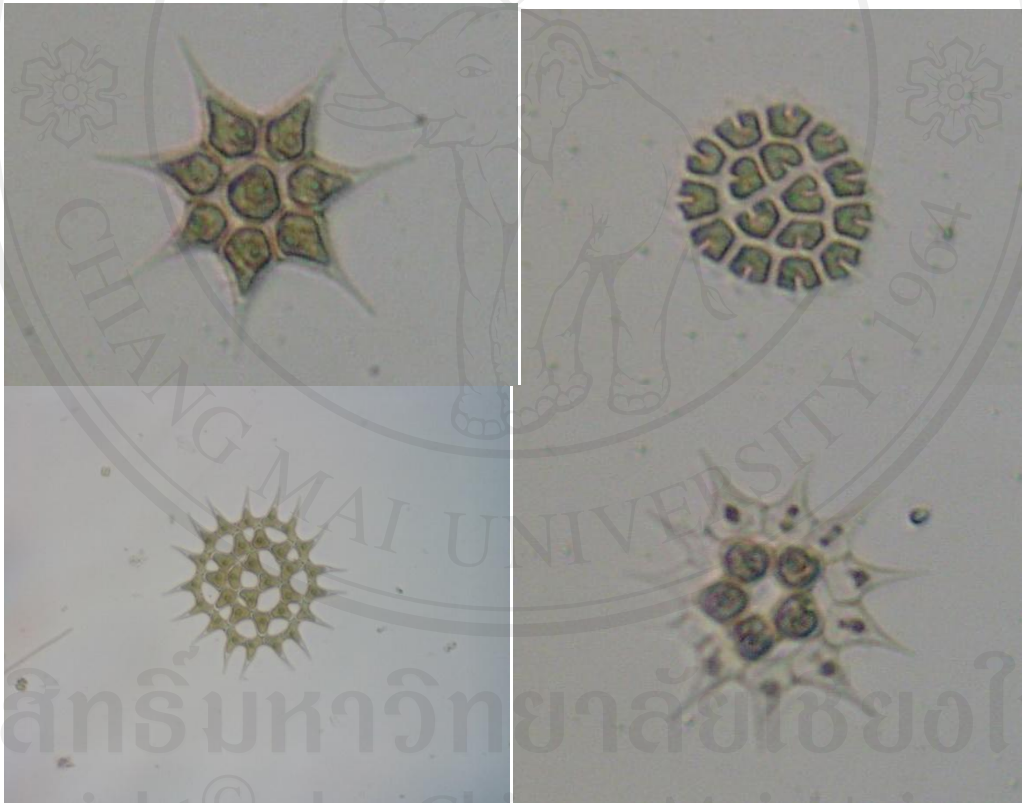


Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เป็นสาหร่ายที่มีเซลล์เดี่ยว มีรูปร่างสี่เหลี่ยมลักษณะแบน แต่ละมุมจะแตกเป็นง่ามหลายง่าม มีผนังเซลล์บาง และเรียบ คลอโรพลาสต์อาจอยู่ข้างเซลล์ หรืออยู่แบบเต็มเซลล์ อาจมีหรือไม่มีไพรินอยด์ เป็นสาหร่ายที่มีการดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนพืช พบอาศัยในแหล่งน้ำนิ่ง

All rights reserved

Division Chrysophyta	
Family Hydrodictyacea	Genus <i>Pediastrum</i>



Scale bar = 10 μm

ลักษณะ พบเซลล์อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม ในลักษณะตามภาพ เซลล์อาจเรียงติดกันตลอด หรือ เรียงกันแบบมีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์แถวนอกสุดของกลุ่มเซลล์จะมีก้านหรือพูยื่นออกมา เซลล์ละ 1-2 ก้าน คลอโรพลาสต์แบบร่างแหคลุมเซลล์ทั้งหมด

Division Chrysophyta	
Family Hydrodictyacea	Genus <i>Scenedesmus</i>

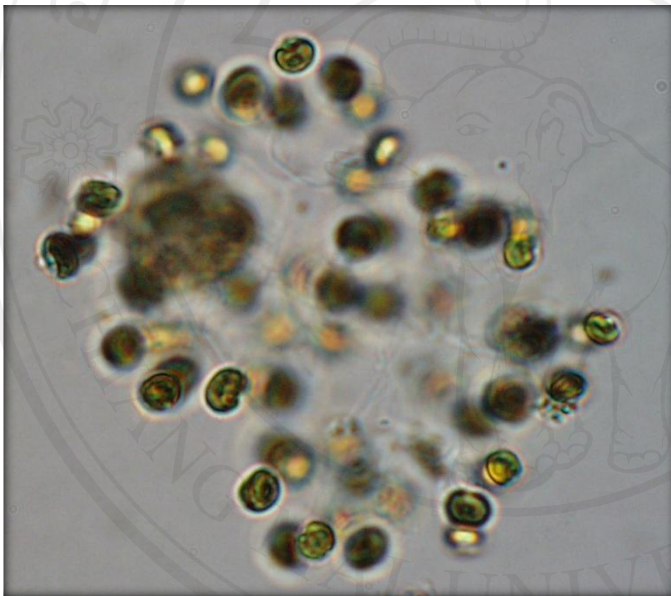


Scale bar = 10 μ m

ลักษณะ เป็นกลุ่มเซลล์จำนวน 2-4-8-32 เซลล์ รูปร่างเซลล์เป็นรูปไข่, รูปกระสวย, รูปวงเดือน หรือรูปรี เซลล์เรียงกันโดยใช้ด้านข้างแตะกัน อาจจัดเป็นแถวเดี่ยว หรือ 2 แถว(บน-ล่าง) ผนังเซลล์อาจเรียบ หรือมีหนาม ฟันและสัน มีคลอโรพลาสต์ 1 แผ่น อยู่ที่ขอบเซลล์

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

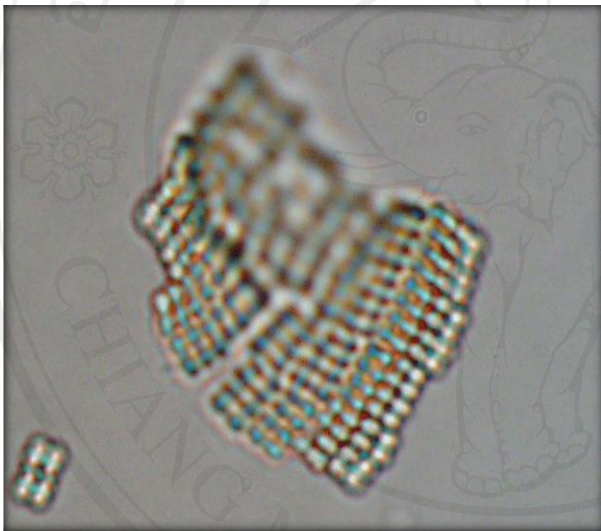
Division Chlorophyta	
Family Scenedesmaceae	Genus <i>Dictyosphaerium</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะเป็นโคโลนีที่ประกอบด้วยเซลล์เดี่ยวจำนวนมาก เซลล์เหล่านี้ติดอยู่บนก้านซึ่งเชื่อมโยงกันไปมาคล้ายต้นไม้ที่แตกกิ่งก้าน ก้านของเซลล์เหล่านี้เกิดจากผนังเซลล์แม่ในระยะที่มีการสร้างออโตสปอร์ซึ่งเกิดขึ้นหลายครั้งซ้ำๆกันจนมีลักษณะเหมือนพุ่มของต้นไม้ เซลล์แต่ละเซลล์มีลักษณะคล้าย *Chlorella* เซลล์ทั้งหมดฝังอยู่ในสารเจลาตินสีบัพันธ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการสร้างออโตสปอร์ บางชนิดมีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยการสร้างแกมมิตซึ่งผสมกันแบบโอโอแกมีซึ่งพบใน *D. indicum* (Bold and Wynne, 1985)

Division Cyanophyta	
Family Chroococcaceae	Genus <i>Merismopedia</i>



Scale bar = 10 μ m

ลักษณะเป็นกลุ่มเซลล์ฝังตัวอยู่ในสารเมือกโดยเรียงตัวเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมมีความหนาเพียงหนึ่งชั้นของเซลล์ การแบ่งเซลล์เกิดขึ้นเพียง 2 แนว(กว้างและยาว) รูปแบบการจัดเรียงตัวของเซลล์เป็นแบบกลุ่มๆ ละ 4 เซลล์ จัดเรียงกันเป็นระเบียบแต่ละเซลล์มีรูปร่างกลมหรือรูปไข่ พบทั้งน้ำนิ่งและน้ำไหล

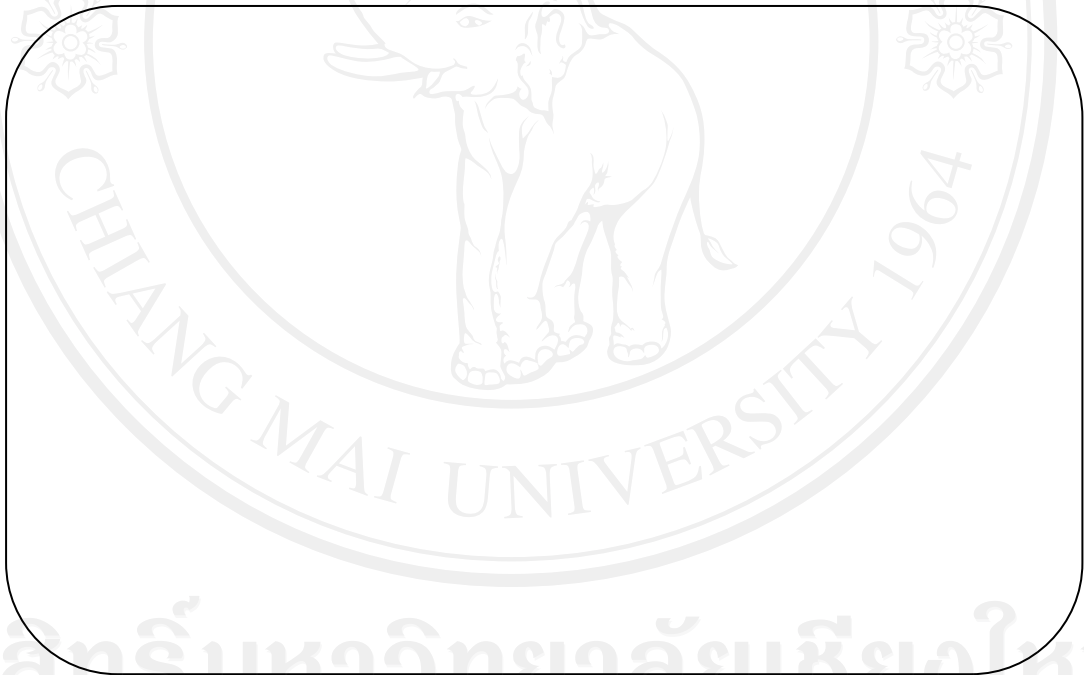
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

แบบบันทึกกิจกรรม

Division.....

Family.....

Genus.....



ลักษณะ.....

Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

นิเวศวิทยา.....

.....

.....
 การแพร่กระจาย.....

เอกสารอ้างอิง

ยูวดี พิรพรพิศาล. 2549. สาขาวิชา. หนังสือประกอบการสอนสาขาวิชา, ภาควิชาชีววิทยา
 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

หน่วยวิจัยปะการังและสัตว์พื้นทะเล สถานีวิจัยความเป็นเลิศความหลากหลายทางชีวภาพแห่ง
 คาบสมุทรไทย. 2552. แพลงก์ตอนในลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. หนังสือชุดโครงการศึกษา
 รวบรวมข้อมูลสารสนเทศ และแผนที่ความหลากหลายทางชีวภาพ และทรัพยากรทางทะเล
 ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา. ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเล และชายฝั่งอ่าวไทยตอนล่างกรม
 ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

Peerapornpisal, Y.2004.Chaiubol C., Pekkoh, J., Kraibut H., Chorum M., Wannathong P.,
 Ngearnpat N., Jusakul K., Thammathiwat A., Chuanunta J., and Inthasotti T. 2004.
 Monitoring of Water Quality in Ang Kaew Reservoir of Chiang Mai University Using
 Phytoplankton as Bioindicator from 1995 – 2002. Chiang Mai Journal of Science 31(1):
 85 – 94.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายวิญญศักดิ์ ศรีสุข
วัน เดือน ปีเกิด	29 กรกฎาคม 2511
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบึงทองหลางพิทย เขต บางกะปิ กรุงเทพมหานคร 2529 การศึกษาปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทั่วไป) วิทยาลัยครูสวนดุสิต กรุงเทพมหานคร เมื่อปี พ.ศ. 2532 การศึกษาปริญญาโท วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการสอนชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พ.ศ. 2554
ประวัติการทำงาน	บรรจุรับราชการครู ตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 1 เมื่อปี พ.ศ. 2536 โรงเรียนตลุกคู่วิทยาคม อำเภอกงพิสัย จังหวัดอุทัยธานี ตำแหน่ง อาจารย์ 3 ระดับ 6 ปี พ.ศ. 2542 โรงเรียนวังชันวิทยา อำเภอลำลูกเกด จ.แพร่ และตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ พ.ศ. 2553 โรงเรียนพิริยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดแพร่