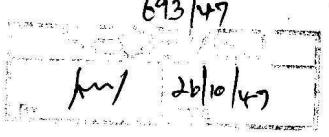
รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

โดยศรีวรรณ ไชยสุข และคณะ

กรกฎาคม 2547

693/47



โครงการพัฒนาองค์ความรู้เพื่อสนับสนุนนโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
c/o ศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ
อาคารสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
73/1 ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้ แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

โดยศรีวรรณ ไชยสุข และคณะ

กรกฎาคม 2547

รหัสโครงการ BRT R_145003

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1. ศรีวรรณ ไชยสุข	สถาบันราชภัฏเชียงราย
2. เพ็ญพรรณ กาญภิญโญ	สถาบันราชภัฏเชียงราย
3. ประเสริฐ ไวยะกา	สถาบันราชภัฏเชียงราย
4. โฉมยง ไชยอุบล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สนับสนุนโดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย
การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
(โครงการ BRT)

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย ซึ่งร่วมจัดตั้งโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยและศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ รหัสโครงการ BRT R_145003 และขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ยุวดี พีรพรพิศาล และคุณพยุงศักดิ์ ไชยสุข หัวหน้ากลุ่มวิชาการป่าไม้ สำนักงานป่าไม้เขตเชียงราย ที่ปรึกษาโครงการฯ ตลอดจนท่านนายอำเภอ องค์การบริหารส่วนตำบล ครูและนักเรียนโรงเรียนในเขตอำเภอแม่จัน ที่ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดียิ่งต่อโครงการ

คณะผู้จัดทำ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีชี้วัดในลำน้ำแม่จันตั้งแต่บ้าน สันติคีรีดอยแม่สลองถึงตัวอำเภอแม่จัน กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 ถึงกุมภาพันธ์ 2546 พบแพลงก์ตอนพืช 92 ชนิด ใน 4 ดิวิชัน เรียงลำดับตามความมากไปน้อยชนิด ดังนี้ Division Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Cyanophyta แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่น ได้แก่ *Melosira variens* Agardh, *Fragilaria capucina* Desmag., *Fragilaria* sp.1 และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. ตามลำดับ ในเดือนกรกฎาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 พบ *Euglena acus* Ehrenberg ซึ่งบ่งชี้คุณภาพน้ำเสีย ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ พบ 32 ชนิด ใน 5 ไฟลัม ดังนี้ Phylum Protozoa, Rotifera, Gastrotricha และ Arthropoda พบแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่น ได้แก่ *Euglypha* sp., *Aspidisca* sp., *Paramecium* sp. และ *Keratella* sp. โดย *Paramecium* sp. เป็นชนิดเด่นที่สามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำเสียได้ ส่วนแมลงน้ำพบ 8 อันดับ 16 แฟมิลี Family Chironomidae เป็นกลุ่มเด่น ณ จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่มีคุณภาพน้ำต่ำและมีสารอาหารสูง คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีลำน้ำแม่จัน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า 44.0-164.9 $\mu s.cm^{-1}$ ความเร็วกระแสน้ำ 0.09-3.86 $m.s^{-1}$ ความขุ่นของน้ำ 5-461 FTU ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ 5.8-10.2 $mg.l^{-1}$ ค่า BOD_5 0.20-3.85 $mg.l^{-1}$ ค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.01-8.38 ปริมาณสารอาหาร ได้แก่ ไนเตรทไนโตรเจน 0.2-1.9 $mg.l^{-1}$ แอมโมเนียมไนโตรเจน 0-1.76 $mg.l^{-1}$ ออโธฟอสเฟต 0.07-1.05 $mg.l^{-1}$ ส่วน total coliform มีค่า 70-24,000 MPN/100 ml และ fecal coliform bacteria มีค่า 40-24,000 MPN/100 ml และ ไม่พบสารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน หากพิจารณาคุณภาพน้ำตลอดปีพบว่าทั้ง 6 จุดเก็บ ตัวอย่างส่วนมากน้ำมีคุณภาพปานกลางหรือจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ยกเว้นในบางเดือนของบาง จุดเก็บตัวอย่างซึ่งมีคุณภาพน้ำต่ำหรือจัดอยู่ในประเภทที่ 4 ได้แก่ จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ในเดือนพฤศจิกายน จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 ในเดือนมีนาคมและกรกฎาคม จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ในเดือนมีนาคม กรกฎาคม ตุลาคม และธันวาคม ผลที่ได้จากการศึกษาได้นำเสนอต่อชุมชนเพื่อหา แนวทางการอนุรักษ์คุณภาพลำน้ำแม่จัน นอกจากนี้ยังมีการจัดกิจกรรมสู่ชุมชนโดยฝึกอบรมวิธีการตรวจคุณภาพน้ำอย่างง่ายแก่ครูและนักเรียน โรงเรียนประถมและมัธยมที่ตั้งอยู่ใกล้กับลำน้ำแม่จัน และมอบอุปกรณ์ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีอย่างง่าย รวมทั้งสอนวิธีการศึกษาแมลงน้ำ เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพ ทั้งนี้เพื่อให้เชื่อมโยงลงสู่การเรียนการสอน ก่อให้เกิดจิตสำนึกในการรักษาแหล่งน้ำของชุมชนตลอดไป

Abstract

Bioanalysis of water quality by using phytoplankton and zooplankton at Mae Chan River, Doi Mae Salong, Chiangrai Province. The Samples were collected from six different sites. The sites were done from Santhicheree village to Mae Chan city along the stream and investigated monthly from March 2002 to February 2003. Ninety-two species of phytoplankton were found and classified into 4 divisions; Division Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta and Cyanophyta. The most abundant species were *Melosira variens* Agardh, *Fragilaria capucina* Desmag., *Fragilaria* sp.1 and *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg. The indicator species (eutrophic water) is *Euglena acus* Ehrenberg that found in sixed site on July. Thirty – two species of zooplankton were found and classified into 5 phylums ; Phylum Protozoa, Rotifera, Gastrotricha and Arthropoda, i.e. *Euglypha* sp., *Aspidisca* sp., *Paramecium* sp. and *Keratella* sp. The indicator species is *Paramecium* sp. that is the dominant species in eutrophic water whilst the aquatic insect were found 8 orders and 16 families, the dominant family in eutrophic water is Chironomidae. Physical and chemical water quality; conductivity 44-164.9 $\mu s.cm^{-1}$, water current 0.09-3.86 $m.s^{-1}$, turbidity 5-461 FTU, DO 5.8-10.2 $mg.l^{-1}$, BOD_5 0.2-3.85 $mg.l^{-1}$, pH 6.01-8.38 and nutrient ; Nitrate-nitrogen 0.2-1.9 $mg.l^{-1}$, Ammonium-nitrogen 0-1.76 $mg.l^{-1}$, SRP 0.07-1.05 $mg.l^{-1}$, total coliform bacteria 70-24,000 MPN/100 ml, fecal coliform bacteria 40-24,000 MPN/100 ml and it was not found Organochlorine. If we considered the water quality in the whole year from sample in six points, the most water quality was a medium quality or third level, except that fourth level had low quality water form some point in each month. For example sample in point four on November, sample in point five on March and July, sample in point six on March, July, October and December. The result of this project was presented to the community and finds the conservation ways of water quality at Chan River. Beside that, this project gave some easy testing water quality to teacher and students who live nearby the river and furthermore the classifying aquatic insect technique used to be the studying course in the school. That could be creating the subconscious to conserve the community stream forever.

สารบาญ

เรื่อง	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบาญ	ง
สารบาญตาราง	จ
สารบาญภาพประกอบ	ฉ
สารบาญแผ่นภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทบทวนเอกสาร	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการวิจัย	11
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	54
บรรณานุกรม	59
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย	65
ข การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย	70
ค. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี	78
ง. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	90
จ. ดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำจืดของไทย	94
ฉ. กิจกรรมความร่วมมือในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน	98
ช. การเผยแพร่ผลงานวิจัย	107
ซ. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย	116
ประวัติผู้เขียน	165

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่จัน	22
2	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 1	30
3	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2	31
4	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3	32
5	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4	34
6	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 5	35
7	ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 6	36
8	การวิเคราะห์หาปริมาณเฮปตาคลอร์ในตัวอย่าง	47
9	ประสิทธิภาพของการสกัด แสดงในรูปร้อยละการได้กลับคืนของสารมาตรฐานเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร	48
10	ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแม่น้ำจัน	51
11	ค่าเอ็มพีเอ็นของระบบ 9 หลอด ขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95	69
12	ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่อุณหภูมิต่างๆ	75
13	พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์เข้มข้น 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร	82
14	การวิเคราะห์ความแม่นยำ	83
15	Quality control แสดงความถูกต้องในรูป ร้อยละการได้กลับคืนของเฮปตาคลอร์มาตรฐาน ที่ใช้ สารละลายมาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร	83
16	ปริมาตรของ standard solution (1.00 ml = 5.0 μg P) โดยทำให้มีปริมาตร 50.0 ml ด้วยน้ำกลั่น	86
17	ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	90
18	ดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำจืดของไทย	94

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงลำน้ำแม่จันและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด	14
2	แพลงก์ตอนพืชในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	21
3	โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	41
4	ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	42
5	ความเร็วกระแสน้ำในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	42
6	ความขุ่นในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	43
7	BOD ในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	43
8	ความเป็นด่างในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	44
9	ความเป็นกรด-ด่างในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	44
10	ไนเตรทไนโตรเจนในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	45
11	ออโธฟอสเฟตในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	45
12	แอมโมเนียไนโตรเจนในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	46
13	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	46
14	ค่าการนำไฟฟ้าในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)	47
15	ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแม่น้ำจัน	52
16	สรุปบทเรียนกระบวนทำวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่จันดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย	53
17	สีของสารละลายที่มีค่าซีโอดีต่างๆ กัน	71
18	การวัดความเร็วของกระแสน้ำ	72
19	การวัดความลึกของแหล่งน้ำ	73
20	การวัดค่าความขุ่น	73
21	กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์เฮปตาคลอร์	82
22	โปสเตอร์ที่นำเสนอในการประชุมโครงการ BRT ครั้งที่ 7	108

สารบาญแผ่นภาพประกอบ

แผ่นภาพที่		หน้า
1	จุดเก็บตัวอย่างในลำน้ำแม่จันทั้ง 6 จุด	20
2	แพลงก์ตอนพืช Division Chrysophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	24
3	แพลงก์ตอนพืช Division Chrysophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	25
4	แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	26
5	แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta และ Cyanophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	27
6	แพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)	28
7	แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย	37
8	แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย	38
9	แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย	39
10	แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย	40
11	การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	98
12	การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	99
13	กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ	100
14	กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ	101
15	กิจกรรมของชุมชนในการร่วมอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน	102
16	กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของกลุ่มผู้วิจัย ในลำน้ำแม่จัน	103
17	กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของกลุ่มผู้วิจัย ในลำน้ำแม่จัน	104
18	การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน	105
19	การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน	106

บทที่ 1
บทนำ

แหล่งน้ำตามธรรมชาติเป็นที่อยู่ของสิ่งมีชีวิตต่างๆ มากมาย ซึ่งต่างพึ่งพาอาศัยกันในการดำรงชีวิต จึงก่อให้เกิดความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในหลายๆ รูปแบบเช่น ความสัมพันธ์ที่แก่งแย่งกัน แบบส่งเสริมซึ่งกันและกัน แบบผู้ล่าและเหยื่อ หรือแบบพึ่งพาอาศัยกัน เป็นต้น ยิ่งมีความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตซับซ้อนเท่าใดก็ทำให้สายใยอาหารภายในระบบนิเวศซับซ้อนตามไปด้วย การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบันมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศทุกชนิดทั้งที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำและบนพื้นดิน ในแหล่งน้ำสิ่งมีชีวิตลำดับต้นๆ ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศได้แก่แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งแพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำมีรงควัตถุในเซลล์ทำให้สามารถดูดซับพลังงานแสงและใช้พลังงานแสงร่วมกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงและการสร้างสารอินทรีย์ ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต แพลงก์ตอนพืชมีความสำคัญในการเป็นอาหารเบื้องต้นของสายใยอาหารภายในแหล่งน้ำ ส่วนแพลงก์ตอนสัตว์ทำหน้าที่เป็นผู้บริโภคแพลงก์ตอนพืชอีกลำดับขั้นหนึ่ง และในขณะเดียวกันแพลงก์ตอนสัตว์ยังเป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ต่อไป จึงทำให้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ต่างมีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันถ้าปริมาณแพลงก์ตอนพืชมีจำนวนมากขึ้น แพลงก์ตอนสัตว์จะมีการเจริญเพิ่มจำนวนขึ้นตามมา แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์แต่ละชนิดมีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้แตกต่างกัน บางชนิดสามารถเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนได้มากมายในคุณภาพน้ำแบบหนึ่ง ในขณะที่บางชนิดจะพบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างไปอีกแบบหนึ่ง โดยลักษณะการเจริญในสภาพที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเช่นนี้ จึงสามารถใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำได้

การตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถทำได้ทั้งทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ในอดีตนิยมใช้พิจารณาจากเกณฑ์ทางด้านกายภาพและเคมี ซึ่งการพิจารณาโดยอาศัยลักษณะดังกล่าวเป็นการคิดถึงความสัมพันธ์ระดับต่ำ การตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี จะวัดเฉพาะเหตุที่ทำให้คุณภาพของน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาที่ทำการตรวจสอบ ในขณะที่การตรวจสอบทางด้านชีวภาพจะเป็นการวัดผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่เกิดมาช่วงระยะเวลาหนึ่ง อาจเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ต่างมีข้อดีข้อเสียที่แตกต่างกัน เช่น การตรวจสอบทางด้านกายภาพ เคมี จะใช้ระยะเวลาในการตรวจสอบที่สั้นก็ทราบผลของคุณภาพน้ำ แต่ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการซื้อสารเคมี อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ สำหรับการตรวจสอบทางด้านชีวภาพไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่มีราคาแพง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่การตรวจสอบทางด้านชีวภาพจำเป็นต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญในสาขานั้นๆ เป็นผู้ตรวจสอบ ซึ่งเป็นการยากที่บุคคล

ทั่วๆ ไปจะกระทำได้ เพราะหากไม่มีความชำนาญผลที่ออกมาอาจผิดไปจากความเป็นจริง ดังนั้น หลายหน่วยงานจึงพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายๆ ขึ้นมา ส่วนใหญ่จะเน้นการตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมีเป็นหลัก เพราะในการตรวจสอบบางปัจจัยทางด้านกายภาพสามารถประดิษฐ์เครื่องมือจากวัสดุที่มีราคาถูกได้ หรือแม้แต่การตรวจสอบทางด้านเคมีก็สามารถเตรียมสารเคมีที่ใช้ทดสอบให้อยู่ในรูปที่ใช้ได้อย่างง่ายๆ (test kid) สถาบันการศึกษาในต่างประเทศหลายแห่งได้พัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายขึ้นมาใช้ในชุมชน โดยถ่ายทอดสู่การเรียนการสอนในระดับประถมศึกษา และให้นักเรียนเป็นผู้ติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำในชุมชน เช่น มหาวิทยาลัย Aichi University of Education ประเทศญี่ปุ่น ได้พัฒนาวิธีตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายขึ้นมาหลายวิธี เช่น การตรวจสอบค่า COD (Chemical oxygen demand) วิธีการตรวจออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ การตรวจสอบปริมาณสารซักฟอก (detergent) ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ (Naganuma, 2001) ซึ่งหากประยุกต์วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายดังกล่าวมาใช้ในบ้านเราน่าจะทำให้การตรวจสอบคุณภาพน้ำในชุมชนกระทำได้ในทุกๆ ชุมชน เพราะมีวิธีตรวจสอบที่ง่ายและมีราคาถูก

คณะวิจัยได้เลือกพื้นที่บริเวณลุ่มน้ำแม่จันเป็นบริเวณที่ทำการวิจัย เนื่องจากเป็นลำน้ำที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ แม่น้ำจันที่ตั้งอยู่ที่ละติจูด 20° 06′ - 20° 17′ N และลองจิจูด 99° 33′ - 100° 06′ E โดยเป็นแหล่งน้ำเพื่อการเกษตรกรรมที่สำคัญในเขตอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ซึ่งเกษตรกรนำน้ำไปใช้ในการเพาะปลูกพืชเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ชา กาแฟ ท้อ บ๊วย พืชไร่และพืชผักชนิดต่างๆ ลำน้ำแม่จันเป็นแม่น้ำสาขาสำคัญสายหนึ่งของแม่น้ำโขง ซึ่งเกิดจากการไหลรวมของลำห้วยสาขาสำคัญในท้องที่อำเภอแม่ฟ้าหลวงและอำเภอแม่จันหลายสาขาด้วยกันความยาวของลำน้ำประมาณ 80 กิโลเมตร มีพื้นที่รับน้ำประมาณ 200 ตารางกิโลเมตร ต้นกำเนิดมาจากดอยสามเส้าน้อยและดอยสามเส้าใหญ่บริเวณเขตติดต่อกับประเทศพม่าของอำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงราย ไหลจากด้านทิศตะวันตกสู่ทิศตะวันออกผ่านตำบลแม่สลองนอก ตำบลป่าตึงของอำเภอแม่ฟ้าหลวง ผ่านเข้าสู่ตัวอำเภอแม่จัน ไหลรวมกับแม่น้ำคำที่บ้านปางหมอน้อย ตำบลป่าสักอำเภอเชียงแสน จากนั้นจะไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่บ้านป่าสัก สิ่งที่น่าสนใจศึกษาอีกประการหนึ่งคือพื้นที่รับน้ำบางแห่งในเขตตำบลแม่สลองนอก ซึ่งเป็นพื้นที่รับน้ำขนาดใหญ่และเป็นที่ตั้งของหมู่บ้านชาวเขาหลายเผ่า ซึ่งมีการประกอบอาชีพเกษตรกรรม มีการแผ้วถางป่าเพื่อปลูกพืชผัก ผลไม้เมืองหนาว และยังพบว่ามีการใช้ปุ๋ยและสารเคมีปราบศัตรูพืชที่ไม่มีการควบคุม นอกจากนี้พื้นที่รับน้ำแหล่งอื่นๆ ที่มีหมู่บ้านชาวเขาอาศัยอยู่พบว่ามีการเกษตรกรรมเช่นกัน จากการสำรวจการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชบริเวณพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุงและโครงการพัฒนาพื้นที่แม่ฟ้าหลวง ของสำนักนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ในปี พ.ศ. 2539 พบการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชถึง 10 กลุ่ม สารเคมีเหล่านี้เมื่อถูกฝนชะลงสู่แหล่งน้ำจะมีผลต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ ได้ โดยสิ่งมีชีวิตกลุ่มแรกที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำก็คือกลุ่มแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์

นอกจากนี้ยังมีผลต่อผู้ที่ใช้น้ำในตอนท้ายของแม่น้ำ โดยเฉพาะประชาชนในเขตอำเภอแม่จัน ซึ่งลำน้ำแม่จันได้ไหลผ่านกลางตัวเมืองและประชาชนก็ใช้ประโยชน์จากลำน้ำแม่จันทั้งทางตรงและทางอ้อม ฉะนั้นการศึกษาหาความหลากหลายและชนิดของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่จันเพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพน้ำของลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย จะทำให้ทราบถึงคุณภาพน้ำทั้งด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบคุณภาพน้ำของลำน้ำแม่จันนี้โดยรวม นอกจากนี้ในโครงการยังมีกิจกรรมถ่ายทอดองค์ความรู้ในด้านการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายให้แก่ครู อาจารย์ นักเรียนและบุคลากรในหน่วยงานราชการที่อาศัยอยู่บริเวณโดยรอบลำน้ำแม่จันอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดเชียงราย เป็นการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ให้ครูและนักเรียนมีส่วนในการร่วมคิดและร่วมกันทำงานวิจัย การวิเคราะห์ตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ด้วยตนเอง การฝึกให้ครูสร้างบทเรียนจากทรัพยากรธรรมชาติที่มีอยู่ และนำมาใช้เป็นกรณีศึกษา นักเรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองจากแหล่งน้ำที่เป็นทรัพยากรขนาดใหญ่ และเพื่อให้เกิดเครือข่ายการอนุรักษ์และเฝ้าระวังคุณภาพน้ำแม่จันให้มีสภาพที่ดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ และเป็นประโยชน์ต่อการอุปโภคและบริโภคให้กับประชากรในจังหวัดเชียงรายได้ยาวนาน

วัตถุประสงค์

1. ตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน ตลอดระยะเวลา 1 ปี
2. ตรวจสอบความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์และใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน
3. ถ่ายทอดความรู้และวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายให้ตัวแทนชุมชน ครู และนักเรียนโรงเรียนที่ตั้งอยู่ใกล้ลำน้ำแม่จัน

ขอบเขตของงานวิจัย

1. แหล่งน้ำที่ศึกษาได้แก่ลำน้ำแม่จันตั้งแต่ต้นน้ำบนดอยแม่สลองจนถึงบริเวณอำเภอแม่จันรวมระยะทางประมาณ 50 กิโลเมตร
2. การตรวจสอบคุณภาพน้ำจะทำทางด้านกายภาพ และเคมี บางประการ ส่วนการตรวจสอบทางด้านชีวภาพจะใช้ Coliform bacteria แพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพ
3. การเก็บตัวอย่างของคณะผู้วิจัย เก็บตัวอย่าง 1 ครั้งต่อเดือน ส่วนของตัวแทนชุมชนเก็บ 2 ครั้งต่อเดือน การเก็บตัวอย่างจะเก็บพร้อมกันในช่วงต้นเดือนของทุกๆ เดือน ส่วนปลายเดือนชุมชนจะดำเนินการเก็บตัวอย่างเอง

บทที่ 2
ทบทวนเอกสาร

ในปัจจุบันปัญหาเรื่องน้ำกำลังมีความสำคัญและได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางหลายหน่วยงานทั้งจากทางภาครัฐและหน่ายงานภาคเอกชนต่างร่วมมือกัน เพื่อแก้ไขปัญหา เช่น การเร่งจัดหาแหล่งน้ำเพิ่มเติมเพื่อการอุปโภคและบริโภค พยายามแก้ไขปัญหาเรื่องมลพิษทางน้ำ และการแก้ไขปัญหาคุณภาพของน้ำ ปัญหาคุณภาพน้ำเกิดมาจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วทางเศรษฐกิจและสังคม ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารพิษ การตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถกระทำได้โดยการตรวจสอบทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ การตรวจสอบทางด้านกายภาพได้แก่ การดูสี กลิ่น ความขุ่น อุณหภูมิ เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบทางด้านเคมี เช่น การตรวจหาปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ ค่าความเป็นด่าง ค่าซีโอดี ค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นต้น ส่วนการตรวจสอบทางด้านชีวภาพเป็นการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ เช่นการใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรีย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ แมลงน้ำ ปลา เป็นต้น ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพน้ำจึงมีความจำเป็นเพื่อให้ทราบถึงความเหมาะสมของน้ำเพื่อใช้ในกิจกรรมเฉพาะของมนุษย์ทั้งทางด้านการอุปโภคบริโภคและใช้เป็นตัวชี้วัดหรือจำแนกความรุนแรงของปัญหาของแหล่งน้ำ

แพลงก์ตอนพืชเป็นสิ่งมีชีวิตชั้นต่ำที่ดำรงชีวิตแบบ autotrophic organism ส่วนใหญ่มีคลอโรฟิลล์ช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง ผลพลอยได้จากกระบวนการนี้ คือการปลดปล่อยออกซิเจนให้แก่สิ่งแวดล้อม นอกจากจะเป็นผู้ผลิตในระบบห่วงโซ่อาหารขั้นต้นแล้ว ยังมีรูปร่างลักษณะหลายแบบด้วยกัน อาจจะเป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่อยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มเซลล์หรือเป็นเส้นสาย (กาญจนภาชน์, 2527 ; ยุวดี, 2546) อาจมีขนาดเล็กมากจนไม่สามารถมองด้วยตาเปล่าได้จนถึงมีขนาดใหญ่มาก แพลงก์ตอนพืชสามารถเจริญได้ทุกแห่งที่มีความชื้นและสภาพทางกายภาพเคมีที่มีความเหมาะสม ซึ่งส่วนมากเจริญได้ดีในน้ำ เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชแต่ละชนิดนั้นสามารถเจริญในสภาพแวดล้อมและมีแหล่งที่อยู่ที่แตกต่างกัน และมีช่วงความทนต่อสภาพแวดล้อมไม่เหมือนกัน ในแหล่งน้ำที่มีคุณสมบัติของน้ำแตกต่างกันจึงทำให้มีชนิดของแพลงก์ตอนพืชแตกต่างกันด้วย จึงสามารถใช้ชนิดของแพลงก์ตอนพืชบ่งบอกคุณภาพของน้ำได้ แพลงก์ตอนพืชหลายชนิดสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำได้และเป็นดัชนีที่ดีในการบ่งชี้ว่าน้ำสะอาดหรือมีมลพิษจากอินทรีย์ การศึกษาองค์ประกอบชนิดของแพลงก์ตอนพืชดูได้จากการแพร่กระจายและความถี่ของสาหร่ายบางชนิด เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการบอกคุณภาพน้ำตัวแปรที่จะมีผลในการควบคุมองค์ประกอบของชนิดและการแพร่กระจายของแพลงก์ตอนพืชคือปริมาณสารอาหาร ซึ่งชนิดและปริมาณของสารอาหารในน้ำมีผลต่อการเจริญของแพลงก์ตอนพืชต่างชนิดกัน แพลงก์ตอนพืช

สามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ว่าน้ำนั้นมีสารอาหารน้อยหรือมีสารอาหารมาก เช่น แพลงก์ตอนพืชบางชนิดในสกุล *Staurodesmus, Staurastrum, Closterium* และ *Cosmarium* ซึ่งมักพบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อย แต่ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงมักจะพบแพลงก์ตอนพืชในสกุล *Euglena, Oscillatoria, Chlamydomonas, Scenedesmus, Chlorella* และ *Nitzschia* เป็นต้น (ยุวดี, 2546) จากการรวบรวมชื่อสาหร่ายที่เจริญได้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยและแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงของ Palmer ในปี ค.ศ. 1977 สาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยจะมีอยู่ด้วยกัน 5 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Myxophyceae) สาหร่ายสีเขียว (Nonmotile Chlorophyceae) สาหร่ายสีแดง (Rhodophyceae) ไดอะตอม (Bacillariophyceae) และ Flagellates ตัวอย่างของสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยได้แก่ *Calothrix parietina, Staurastrum punctulatum, Cyclotella bodanica, Ulothrix aequalis* เป็นต้น ส่วนสาหร่ายที่พบในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูงมีอยู่ด้วยกัน 4 กลุ่ม ได้แก่ สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (Myxophyceae) สาหร่ายสีเขียว (Nonmotile Chlorophyceae) ไดอะตอม (Bacillariophyceae) และ Flagellates ตัวอย่างของสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอนพืชที่พบในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูง เช่น *Anabaena constricta, Chlamydomonas reinhardi, Chlorella vulgaris, Euglena viridis, Nitzschia palea, Spirogyra communis* เป็นต้น เมื่อจัดชั้นน้ำตามระดับความมากน้อยของสารอาหารแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเด่นในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารน้อยได้แก่ *Staurastrum, Cyclotella, Dinobryon* เป็นต้น ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารปานกลางจะพบแพลงก์ตอนพืชในกลุ่ม *Peridimium, Ceratium* ส่วนในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูงจะพบสาหร่ายในกลุ่ม *Synedra, Microcystis, Aphanizomenon, Anabaena* เป็นต้น (Wetzel, 1983)

มนุษย์ได้รู้จักแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายมานานมากแล้ว ได้มีการนำแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียวมาใช้ในงานทดลองทางด้านวิทยาศาสตร์ เช่น *Chlorella* นอกจากนั้นนำมาบริโภคเป็นอาหารเสริมเนื่องจากพบโปรตีนและวิตามินที่สำคัญในเซลล์สาหร่าย เช่น สาหร่ายเกลียวทอง *Spirulina platensis* (จงจินต์, 2524) ส่วนการกระจายของแพลงก์ตอนพืชพบว่ามีการกระจายอยู่ทั่วโลก พบได้ทั่วไปทั้งในเขตอบอุ่นและเขตร้อน การกระจายและความหลากหลายขึ้นกับลักษณะทางสัณฐานวิทยา และลักษณะทางกายภาพของแหล่งน้ำ ลัดดา (2530) กล่าวว่าแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลมีความแตกต่างกันทั้งในด้านองค์ประกอบของชนิดและปริมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำ แพลงก์ตอนพืชที่มักอาศัยในน้ำที่มีปริมาณสารอาหารและแคลเซียมสูง ได้แก่ *Anabaena* sp., *Chroococcus* sp., *Oscillatoria* sp., *Lyngbya* sp., *Pediastrum simplex, Scenedesmus* sp. และ *Melosira granulata* เป็นต้น

ในด้านการศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในประเทศไทย มีการศึกษากันมากพอสมควร ส่วนใหญ่จะทำการศึกษาในแหล่งน้ำบนพื้นราบทั่วๆ ไป เช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ ห้วย หนอง คลอง บึงต่างๆ มีส่วนน้อยที่รายงานการสำรวจในแหล่งน้ำบนที่สูงหรือบริเวณที่เป็นต้นน้ำ ลำธาร ผลงานต่างๆ มีดังนี้ ตรัย (2541) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของ

แพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร พบแพลงก์ตอนพืชอยู่ 87 ชนิด และเบนทิคอัลจีอยู่ 172 ชนิด และประเสริฐ (2541) ได้ศึกษาเช่นเดียวกันแต่ในระดับความสูงที่สูงกว่าคือ ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร พบแพลงก์ตอนพืชอยู่ 102 ชนิด เบนทิคอัลจี 106 ชนิด และสาหร่ายขนาดใหญ่ที่มีลักษณะเป็นเส้นสายอยู่ 11 ชนิด ทัตพร (2543) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 163 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นไดอะตอม และพบสาหร่ายขนาดใหญ่ 57 ชนิด ส่วนในการศึกษาในแหล่งน้ำบนพื้นราบทั่วๆ ไปก็มีผู้ที่ทำการศึกษาเช่นกัน นพรัตน์และยุวดี (2529) สำรวจสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา พบแพลงก์ตอนพืชถึง 216 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียว และพบเดสมิดส์ซึ่งเป็นกลุ่มที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำดีและพบแพลงก์ตอนพืชในฤดูฝนมากกว่าฤดูอื่นๆ นารีและยุวดี (2530) สำรวจสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอนพืชในสถานที่เดียวกับ นารีและยุวดี พบเพียง 96 ชนิด และส่วนใหญ่เป็นชนิดที่บ่งบอกคุณภาพน้ำที่ไม่ดี แสดงว่าสาหร่ายที่เป็นแพลงก์ตอนพืชเหล่านี้ได้ลดจำนวนและชนิดลงมากในช่วงเวลา 8 ปีที่ผ่านมาเนื่องจากคุณภาพน้ำเปลี่ยนไป Peerapornpisal (1996) ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำของศูนย์การศึกษาและพัฒนาห้วยฮ่องไคร้ โครงการในพระราชดำริ อำเภอดอยสะเก็ด จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช 127 ชนิด แพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba สุคนธ์ (2534) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณสารอาหารของสาหร่ายโดยในเดือนพฤษภาคม พบว่ามีปริมาณสารอาหารสูงและพบสาหร่ายมีจำนวนและชนิดมากกว่าเดือนอื่นๆ ในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย ผลการศึกษานี้ได้รับการยืนยันจาก ยุวดีและคณะ (2538) ได้ทำการศึกษาผลกระทบโครงการผันน้ำเมย-สาละวินลงสู่ลุ่มน้ำเจ้าพระยา กลุ่มแพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน พบว่าแหล่งรับน้ำทางฝ่ายไทยคือ อ่างเก็บน้ำดอยเต่ามีแพลงก์ตอนพืช 24 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ 15 ชนิด สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 6 ชนิด พบแพลงก์ตอนพืช *Meloseira granulata* และ *Anabaena spiroides* ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ว่าแหล่งน้ำมีคุณภาพปานกลางและค่อนข้างไม่ดี ชลินดา (2539) ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช 74 ชนิด และพบว่าปริมาณสารอาหารไนเตรทไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับแพลงก์ตอนพืชในกลุ่มสาหร่ายสีเขียวมากที่สุด อุดมลักษณ์ (2541) ศึกษาคุณภาพน้ำ การกระจายของแพลงก์ตอนพืชและโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในอ่างเก็บน้ำสวนหลวง ร.9 จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนพืช 130 ชนิด ชนิดเด่นได้แก่ *Cylindrospermopsis raciborskii* (Wolosz.) Seenayya & Subba รองลงมาได้แก่ *Planktolyngbya* sp. และ *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom-Legn. ตามลำดับ ซึ่งชนิดและปริมาณของแพลงก์ตอนพืชมีแนวโน้มบ่งชี้คุณภาพน้ำในระดับ Mesotrophic status

แพลงก์ตอนสัตว์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ดำรงชีวิตแบบ heterotrophic organism ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำถือว่าเป็นผู้บริโภคอันดับแรกในห่วงโซ่อาหาร ในแหล่งน้ำจืดมักประกอบด้วยกลุ่มของแพลงก์ตอนสัตว์ที่สำคัญเพียง 3 กลุ่ม คือ Phylum Protozoa (โปรโตซัว),

Phylum Rotifera (โรติเฟอร์), Phylum Arthropoda ใน Class Crustaceans ได้แก่ Order Cladocera, Order Copepoda ลักษณะที่สำคัญของแต่ละไฟลัมมีดังนี้ พวกโปรโตซัว มีขนาดเล็ก มากินแบคทีเรียหรือสารอินทรีย์และสิ่งเน่าเปื่อยเป็นอาหาร พวกโรติเฟอร์เกือบทั้งหมดอาศัยอยู่ในน้ำจืด มีเพียง 2 สกุลเท่านั้นที่อาศัยอยู่ในน้ำเค็ม ชนิดที่เป็นแพลงก์ตอนมีเพียง 100 ชนิดเท่านั้น นอกนั้นอาจเป็นพวกแพลงก์ตอนชั่วคราว โรติเฟอร์ส่วนมากเป็นพวกกินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร รวมทั้งสิ่งเน่าเปื่อย หรือสารอินทรีย์ในน้ำ แล้วยังสามารถกินโปรโตซัวหรือโรติเฟอร์ด้วยกันที่มีขนาดเล็กกว่าเป็นอาหาร ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ head trunk และ foot ผิวนอกบางยืดหยุ่นได้ แต่บางชนิดก็จะมีผิวนอกแข็งคล้ายเกราะหุ้ม เรียก lorica ซึ่งสามารถนำมาเป็นลักษณะที่ใช้จำแนกชนิดได้ กลุ่ม Cladocerans ลำตัวปกคลุมด้วยเปลือกเรียก carapace หรือ shell เปลือกหุ้มตัวเป็นครึ่งเดียวแต่พบครึ่งตรงด้านหลังและเปิดออกได้ตรงด้านท้องของลำตัว มีหนวด 2 คู่ ที่เป็นระยางค์ที่ช่วยในการว่ายน้ำ กินอาหารโดยวิธีการกรอง กลุ่มของ copepods ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ หัว อก และท้อง หัวมักเชื่อมกับอก แบ่งออกเป็นปล้อง มีขาเป็นระยางค์ว่ายน้ำ 5 คู่ การกินอาหารแตกต่างกันตามชนิด ส่วนใหญ่แล้วกินโดยวิธีการขูด กินโดยวิธีเลือกอาหารตามขนาดของลำตัวมัน เช่น *Diaptomus laticeps* กินไดอะตอมสกุล *Aulacoseira* ซึ่งมีขนาดใหญ่ส่วน *D. gracilis* กินแพลงก์ตอนพืชเซลล์เดียวเป็นอาหาร (ลัดดา, 2541)

ส่วนการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ได้มีการสำรวจเช่นกัน โฉมยง (2541) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนสัตว์ 3 phylums ได้แก่ Protozoa 9 ชนิด Rotifera 17 ชนิด และ Arthropoda 8 ชนิด แพลงก์ตอนสัตว์ชนิดเด่นได้แก่ *Polyarthra vulgaris* ซึ่งจะบ่งชี้ถึงน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูงและ *Tetramastrix popoliensis* จะบ่งชี้ถึงน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารเพียงเล็กน้อยและพบว่าแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์มีความสัมพันธ์กันแบบ cyclic equilibrium Montienart and Pimporn (1995) ได้ศึกษาพันธุ์ปลาและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำห้วยโจ้ จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนสัตว์ในกลุ่มของโรติเฟอร์ เช่น *Brachionus* sp., *Proales* sp., *Keratella* sp., *Lecane* sp., *Polyarthra* sp., *Hexarthra* sp. และ *Filina* sp. และอาร์โทรปอดกลุ่มโคพีพอดและคลาโดเซอแรนในระยะนอเพลียส ส่วนด้านคุณภาพน้ำอยู่ในระดับค่อนข้างดีถึงปานกลาง ยุวดีและคณะ (2543) ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทย-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ พบแพลงก์ตอนสัตว์ 66 ชนิด ใน 7 phylums 11 classes 24 oeders 39 families 55 genera แพลงก์ตอนสัตว์กลุ่มเด่นคือโปรโตซัว ได้แก่ *Bodo edex* และ *Cryptoglena pigra* วรรณดาและลัดดา (2543) ได้ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี โดยศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในแหล่งน้ำนิ่งและน้ำไหลทั้งเป็นแหล่งน้ำที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและมนุษย์สร้างขึ้น พบแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด 142 ชนิด ใน 3 phylums ได้แก่ Phylum Protozoa 14 สกุล 21 ชนิด Phylum Rotifera 33 สกุล 89 ชนิด และ Phylum Arthropoda : Class Crustacea Subclass

Copepoda 4 สกุล 4 ชนิด Subclass Cladocera 19 สกุล 28 ชนิด และพบว่าในแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้นในช่วงฤดูฝนและมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุด แต่ในฤดูเดียวกันในแหล่งน้ำตามธรรมชาติจะมีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุด Green (1994) ศึกษาโปรโตซัวและโรติเฟอร์ในเขตอบอุ่นและเขตร้อน พบว่าในแหล่งน้ำที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำและมีความเข้มข้นของซัลเฟต คลอไรด์ อลูมิเนียม และเหล็กสูง จะพบโปรโตซัวชนิด *Vorticella* sp. ปริมาณมาก และมีปริมาณสัมพันธ์กับโรติเฟอร์ชนิด *Conochilus unicornis* กลุ่มของโปรโตซัวพวก *Actinoshaerium* sp., *Actinophrys sol* และ *Acanthocustis* sp. มีการกระจายอยู่ในเขตร้อนมากกว่าเขตอบอุ่น และยังพบว่าในแหล่งน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงจะพบโรติเฟอร์จีนัส *Brachionus* และ *Hexarthra* จำนวนมาก Dumont (1994) พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Cladocerans ในจีนัส *Daphnia* มีการกระจายอยู่มากในแหล่งน้ำเขตร้อน และจะมีปริมาณมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนผู้ล่าและอาหารเช่นกัน Ndawula (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงและโครงสร้างของประชากรแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลสาบวิคตอเรียในรอบหนึ่งปี พบว่าแพลงก์ตอนสัตว์ส่วนใหญ่เป็นพวกครัสตาเชียน เช่น Cyclopoid copepods ระยะที่เป็นตัวอ่อน copepodites, Calanoid copepods, Cladocera และ *Caridina nilotica* มีการกระจายอยู่ทั่วไป ต่อมาพบว่ามีการเพิ่มของ *Chaoborus* และตัวอ่อนของพวก mites มีจำนวนมากขึ้น เมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการเปลี่ยนแปลงและการกระจายของกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ที่เป็นชนิดเด่นตั้งแต่ปี 1931 การศึกษาครั้งนี้สามารถใช้ทำนายคุณภาพน้ำในทะเลสาบนี้ได้ น้ำในทะเลสาบมีโอกาสที่จะเกิด eutrophication และอาจมีการเปลี่ยนแปลงของสายใยอาหารได้

ในด้านการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ Gophen และคณะ (1990) ศึกษาปริมาณสารอาหาร แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในทะเลสาบ Kinneret ประเทศอิสรเอล เพื่อใช้ทำนายโครงสร้างของระบบนิเวศและคุณภาพน้ำในทะเลสาบ น้ำจากทะเลสาบนี้เป็นแหล่งน้ำที่นำไปทำน้ำประปาที่สำคัญ พบว่า เมื่อทะเลสาบได้รับน้ำจากแม่น้ำจอร์แดนที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูง ทำให้ปริมาณสารอาหารในทะเลสาบสูงขึ้นด้วย ปริมาณไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง แพลงก์ตอนพืช *Peridinium* เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมาก ปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ค่อยๆ เพิ่มจำนวนตามมา แต่เมื่อปริมาณไนโตรเจนต่อฟอสฟอรัสเริ่มลดลง แพลงก์ตอนพืชกลุ่มสาหร่ายสีเขียวมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นในขณะที่แพลงก์ตอนสัตว์เริ่มลดจำนวนลง สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะมีความสัมพันธ์กันในระบบห่วงโซ่อาหาร ปริมาณของแพลงก์ตอนพืชจะเป็นตัวจำกัดปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์ทางอ้อม Arfi และคณะ (1994) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ ในบ่อน้ำ Layo ในเขตร้อน คลอโรฟิลล์ เอ เป็นรงควัตถุที่สำคัญในเซลล์สาหร่าย และยังเป็นตัวที่บ่งบอกปริมาณของแพลงก์ตอนสัตว์พวกโปรโตซัวและโรติเฟอร์ได้ พบว่าช่วงแรกที่แพลงก์ตอนพืชเพิ่มจำนวนมากขึ้นนั้นกลุ่มแพลงก์ตอนสัตว์ขนาดเล็กค่อยๆ เพิ่มขึ้นแต่โรติเฟอร์ลดลง ช่วงที่สองโรติเฟอร์เพิ่มปริมาณแอมโมเนียมในน้ำสูง จะพบว่าแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เพิ่มมากขึ้น พบว่ามวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชที่สูงขึ้นมีการเปลี่ยนแปลงตามปริมาณสารอาหารพวก

แพลงก์ตอนพืชแบบขูดกินจะเป็นตัวควบคุมมวลชีวภาพของแพลงก์ตอนพืช Masudire (1994) ศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในทะเลสาบคาริบ ประเทศซิมบับเว ซึ่งเป็นทะเลสาบเขตร้อน พบว่าการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลมีผลต่อความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์โดยในฤดูฝนแพลงก์ตอนสัตว์พวก Crustaceans จะมีความหนาแน่นสูงซึ่งก็เป็นช่วงที่มีปริมาณสารอาหาร soluble reactive phosphorus สูงด้วย และยังพบว่าแพลงก์ตอนสัตว์กลุ่ม Cladocerans มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของแพลงก์ตอนพืชไดอะตอม Uku และ Mavuti (1994) กล่าวว่า ทะเลสาบในประเทศเคนย่าพบแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูงจะมีปริมาณแพลงก์ตอนพืชสูง ค่าการนำไฟฟ้าในแหล่งน้ำมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปริมาณแพลงก์ดอนพืช และปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์สูงเมื่อปริมาณแพลงก์ดอนพืชเพิ่มขึ้น โดยพบแพลงก์ตอนสัตว์ชนิด *Brachionus vulgaris* ในแหล่งน้ำที่มีมลพิษ

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับแมลงน้ำ ได้มีการพัฒนาขึ้นมากเป็นลำดับ เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางมีความสามารถทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมได้มากน้อยแตกต่างกัน (Chessman, 1986) และปัจจุบันนี้ เป็นที่ยอมรับว่า สัตว์กลุ่มนี้สามารถใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพที่บ่งชี้ถึงสภาวะการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและคุณภาพน้ำ รวมทั้งสามารถใช้เป็นข้อมูลร่วมในการวางแผนเกี่ยวกับทรัพยากรและการใช้พื้นที่ได้ (Best and Haeck, 1982) สำหรับในประเทศไทยก็มีการศึกษากันเช่น Sangpradub *et. al.*, no date ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแมลงน้ำในแหล่งน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง พบว่าบริเวณที่มีสารอินทรีย์น้อยจะมีชนิดของแมลงน้ำมากกว่าบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มาก นอกจากนี้จะพบตัวอ่อนของแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลายและแมลงหนอนปลอกน้ำมีความทนทานน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสัตว์ทั้งสามกลุ่มนี้จะพบมากในแหล่งน้ำบริเวณที่มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่ดี ส่วนพวกหนอนแดงและไส้เดือนน้ำจืดมีความทนทานมากที่สุด พบในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพสิ่งแวดล้อมไม่ดี ยุพิน (2537) ได้ทำการศึกษาโดยการใช้แมลงน้ำในการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำจากลำธารบนดอยอินทนนท์และแม่น้ำปิง พบว่าบริเวณต้นน้ำจะมีคุณภาพที่ดีกว่าตอนปลายน้ำ และเมื่อพิจารณาถึงความหลากหลายของชนิดพบว่าในฤดูหนาวจะมีความหลากหลายมากที่สุดรองลงมาคือฤดูร้อนและฝนตามลำดับ Sannarm (1993) ได้ทำการศึกษาโดยใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีและได้ทำการสำรวจอย่างต่อเนื่องของแมลงน้ำเพื่อประเมินคุณภาพของแม่น้ำกวง บริเวณใกล้อุตสาหกรรม จังหวัดลำพูน ได้ใช้ระบบการให้คะแนนทางชีวภาพของค่าคะแนนระบบ BMWP พบว่าคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำดังกล่าวมีคุณภาพที่ค่อนข้างไม่ดี และยังพบว่าแมลงน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล พรทิพย์ (2539) ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพโดยใช้กลุ่มสัตว์หน้าดิน การติดตามคุณภาพน้ำทางด้านเคมีและชีวภาพ เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของต้นน้ำและลุ่มน้ำแม่น้ำปิง โดยได้ใช้ค่าคะแนนระบบ BMWP เพื่อประเมินคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ พบว่าคะแนนระบบ BMWP ยังไม่เหมาะสมกับข้อมูลแมลงน้ำของประเทศไทยมากนัก ทั้งนี้เพราะยังไม่มีคู่มือการวินิจฉัยแมลงน้ำให้ได้ถึงระดับ Genus หรือ Species เพื่อจะได้ให้คะแนน เพื่อนำมาใช้ในค่าคะแนนระบบ BMWP

การตรวจสอบแบคทีเรียในน้ำเพื่อที่จะพิจารณาถึงระดับการปนเปื้อน ความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดโรค หรือระดับความสกปรก สิ่งมีชีวิตที่สำคัญ 2 กลุ่ม ซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ความสกปรก ได้แก่ ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด และฟีคอลโคลิฟอร์ม ทั้งสองชนิดเป็นดัชนีที่ใช้ในน้ำเสีย แต่กลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มจัดเป็นพวกไม่ก่อให้เกิดโรคจะมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้มากกว่าพวกที่ก่อให้เกิดโรค นอกจากนี้การแยกพวกก่อให้ เกิดโรคในห้องปฏิบัติการทำได้ยากและใช้เวลานาน จึงนิยมใช้พวกที่ไม่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งพบอาศัยอยู่ในทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่น แบคทีเรียพวกนี้ได้แก่ *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* (ธงชัยและเพ็ชรพร, 2536) โคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยปกติมีอยู่ในอุจจาระของคนและสัตว์ประมาณ 95% อีก 5% พบในดิน ซึ่งการตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ เป็นเครื่องบอกว่าน้ำสกปรกมากน้อยเพียงใด (กรรณิการ์, 2525) ส่วนฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นกลุ่มที่ปนเปื้อนจากอุจจาระโดยตรง แบคทีเรียพวกนี้ ได้แก่ *E. coli* ถ้าตรวจพบในตัวอย่างน้ำจะแสดงว่าน้ำนั้นมีการปนเปื้อนจากอุจจาระ และอาจจะมีเชื้อโรคในทางเดินอาหารอยู่ในตัวอย่างน้ำ (นนทรัฐและปภากร, 2537)

การใช้โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดและฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นดัชนีตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านแบคทีเรียสามารถตรวจวิเคราะห์ง่าย รวดเร็ว ไม่สิ้นเปลือง เมื่อเปรียบเทียบกับการตรวจสอบจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคโดยตรง นอกจากนั้นเชื้อที่ก่อให้เกิดโรคนั้นเมื่อออกจากทางเดินอาหารแล้วจะไม่ค่อยทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอก จึงพบปริมาณน้อยทำให้ยากต่อการตรวจวิเคราะห์ (กรรณิการ์, 2525) โคลิฟอร์มแบคทีเรียเมื่อนำมาย้อมสีแกรมจะติดสีแกรมลบ มีรูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศมีความสามารถย่อยพวกแล็กโทสให้กรดและก๊าซ ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 48 ชั่วโมงหรือเร็วกว่านั้น แบคทีเรียกลุ่มนี้ ได้แก่พวก *E. coli* ซึ่งมีแหล่งอาศัยปกติในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น จึงพบเป็นจำนวนมาก ในอุจจาระและยังพบได้ในดิน และปนเปื้อนกับพืชผักต่างๆ การตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรียจึงเป็นดัชนีแสดงว่าอาจมีการปนเปื้อนของอุจจาระ ซึ่งเป็นที่มาของจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรค โคลิฟอร์มแบคทีเรียแบ่งได้ 2 กลุ่มตามแหล่งที่มาคือ Fecal coliform bacteria พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ เช่น *E. coli* ซึ่งมักจะก่อให้เกิดโรคที่เกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น โรคอุจจาระร่วง บิด อหิวาตกโรค เป็นต้น และ Non-fecal coliform bacteria พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืชมีอันตรายน้อยกว่าพวกแรก ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogenes*

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ได้เน้นการศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ และทางด้านกายภาพและเคมีบางประการ ซึ่งมีอุปกรณ์และวิธีการดำเนินงานดังนี้

1. อุปกรณ์และสารเคมี

1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

1.1.1 ถังพลาสติก ขนาด 10 ลิตร

1.1.2 ขวดสีชา ขนาด 150 ml ใช้ในการเก็บรักษาสภาพแพลงก์ตอนพืช

1.1.3 ตาข่ายแพลงก์ตอน (Plankton net) ขนาดความถี่ 10 ไมโครเมตร

1.2 อุปกรณ์และสารเคมีในการศึกษาชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนพืช

1.2.1 Calibrated pipette ขนาด 0.02 มิลลิลิตรต่อหยด

1.2.2 กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบ (Compound light microscope)
OLYMPUS : CH 30

1.2.3 กล้องจุลทรรศน์ชนิดเลนส์ประกอบพร้อมชุดถ่ายภาพ
OLYMPUS : BX 50

1.2.4 สไลด์และกระจกปิดสไลด์

1.2.5 Lugol's solution

1.2.6 น้ำยาเคลือบเล็บ

1.2.7 กระดาษทิชชู

1.2.8 สมุดบันทึก

1.2.9 หนังสือที่ใช้ในการจัดจำแนกแพลงก์ตอนพืช ได้แก่

- Huber-Pestalozzi (1938)
- Huber-Pestalozzi (1983)
- Prescott (1970)
- Foged (1971)
- Round (1981)

และหนังสือ เอกสาร งานวิจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

1.3 อุปกรณ์และสารเคมีในการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์

1.3.1 ถังพลาสติก ขนาด 10 ลิตร

1.3.2 ขวดสีชา ขนาด 150 ml ใช้ในการเก็บรักษาสภาพแพลงก์ตอนสัตว์

1.3.3 ตาข่ายแพลงก์ตอน ขนาดความถี่ 40 ไมโครเมตร

1.3.4 น้ำยาฟอร์มาลีน 2%

1.3.5 กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo microscope) NIKON : SMZ – 2B

1.3.6 สไลด์และกระจกปิดสไลด์

1.3.7 กระดาษทิชชู

1.3.8 สมุดบันทึก

1.4 อุปกรณ์และสารเคมีในการศึกษาแมลงน้ำ

1.4.1 สวิงปากกว้าง

1.4.2 ขวดปากกว้าง

1.4.3 น้ำยาฟอร์มาลีน 10%

1.4.4 จานเพาะเชื้อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 15 ซม.

1.4.5 ถาดพลาสติก

1.4.6 กล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (Stereo microscope) NIKON : SMZ – 2B

1.5 อุปกรณ์และสารเคมีในการศึกษาโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

1.5.1 ปิเปต (Pipette) ขนาด 10.0, 1.00 และ 0.100 ml

1.5.2 หลอดทดลองขนาด (Test tube) 18 x 150 mm พร้อมฝาปิด

1.5.3 หลอดทดลองขนาด (Test tube) 10 x 150 mm พร้อมฝาปิด

1.5.4 หลอดดักก๊าซ (Durham)

1.5.5 ชั้นวางหลอดทดลอง

1.5.6 ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.5.7 Alcohol 70 %

1.5.8 เครื่องชั่ง METTLER TOLEDO : AB 204

1.5.9 อ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) POLYSCICNCE : 28 LM

1.5.10 ตู้อบความร้อน (Hot air oven) MEMMERT : UM 5000

1.5.11 หม้อนึ่งความดันไอ (Autoclave) HIRAYAMA : HVE – 50

1.5.12 ตู้บ่มเชื้อ (Incubators) MEMMERT : 7000

1.5.13 Luryl tryptose broth

1.5.14 Brilliant green lactose bile broth 2%

1.5.15 *Escherichia coli* medium

1.6 อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี

ภาคสนาม

1.6.1 เครื่องวัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ

1.6.2 เครื่องวัด pH

1.6.3 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า

1.6.4 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำ

1.6.5 ตลับเมตร

1.6.6 ไม้เมตร

ห้องปฏิบัติการ

1.6.7 เครื่องมือวัดความขุ่น

1.6.8 การวิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง (ภาคผนวก ข)

1.6.9 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ และปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (ภาคผนวก ข)

1.6.10 วิเคราะห์สารเคมีปราบศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (ภาคผนวก ข)

1.6.11 เครื่องปั้มอากาศ

2. แผนงานวิจัย

2.1 สำรวจแหล่งที่จะทำการเก็บตัวอย่าง

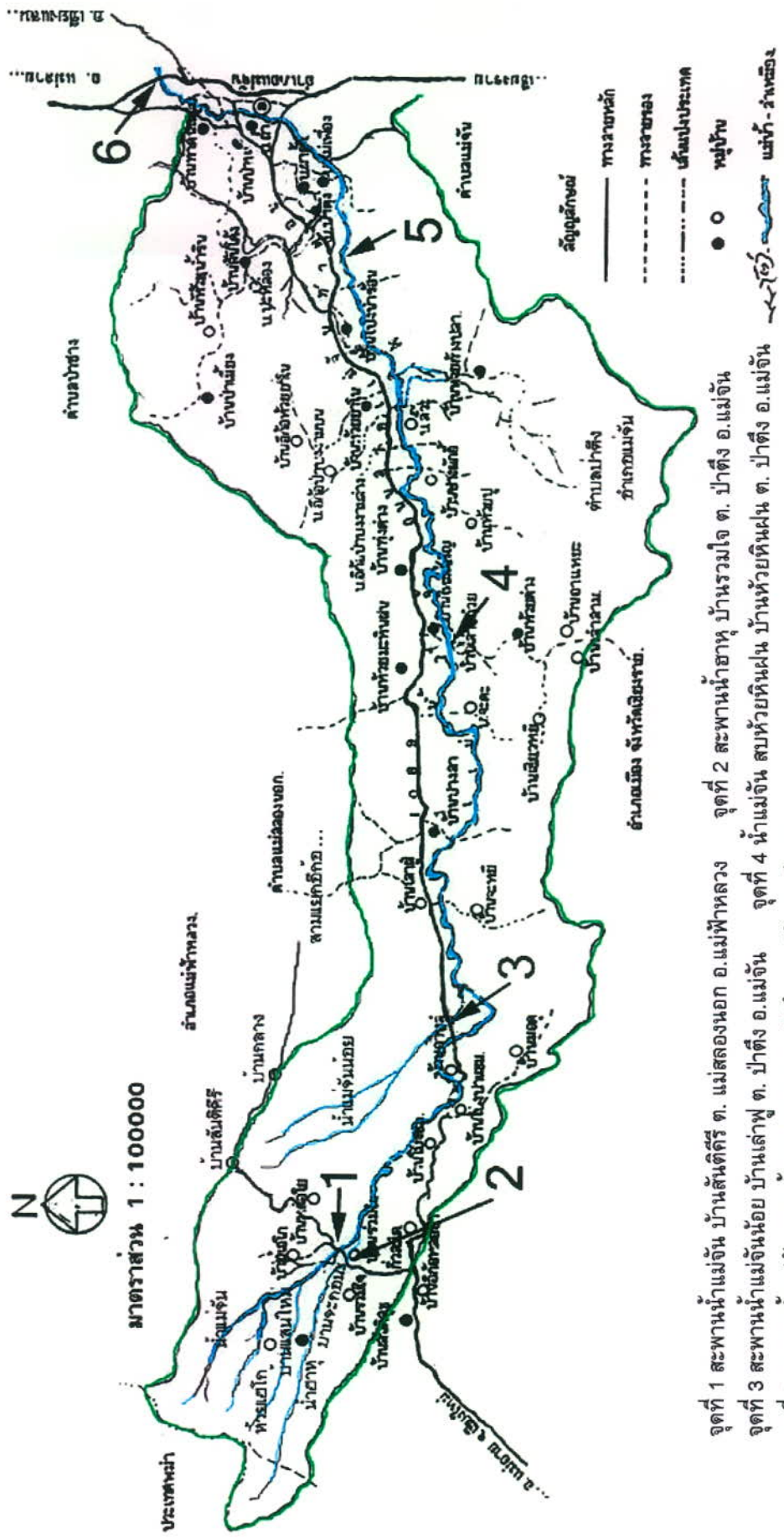
สำรวจและกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำแม่จัน กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด ตั้งแต่ต้นน้ำบนดอยแม่สลองจนถึงบริเวณอำเภอแม่จันรวมระยะทาง 50 กิโลเมตร โดยอาศัยความแตกต่างกันของสภาพพื้นที่โดยรอบลำน้ำอันจะมีผลต่อคุณภาพของน้ำในลำน้ำแม่จันได้ (ภาพที่ 1)

2.2 จัดประชุมสร้างแนวร่วมในการศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน

จัดเวทีประชุมระหว่างคณะผู้วิจัยร่วมกับตัวแทนของชุมชน เพื่อสร้างความเข้าในอันดีและประสานความร่วมมือกับหน่วยงานต่างๆ ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน ได้แก่ องค์การบริหารสส่วนตำบลแม่สลอง องค์การบริหารส่วนตำบลป่าตึง เทศบาลแม่จัน กลุ่มเยาวชนบ้านป่าตึง ชมรมรักน้ำจัน หน่วยจัดการต้นน้ำแม่จัน และหน่วยงานไฟป่าดอยแม่สลอง

2.3 การถ่ายทอดวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายแก่ชุมชน

จัดประชุมเชิงปฏิบัติการวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย ให้แก่เยาวชน ครูใน โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ หลังจากตรวจสอบคุณภาพของน้ำในแต่ละครั้งจะร่วมกับชุมชนจัดทำป้ายถาวรแสดงคุณภาพน้ำที่ได้จากการสอบ ณ จุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับชุมชน จากกิจกรรมที่ได้



จุดที่ 1 สะพานน้ำแม่จัน บ้านสันติคีรี ต. แม่สลองนอก อ.แม่ฟ้าหลวง จุดที่ 2 สะพานน้ำฮาก บ้านรวมใจ ต. ป่าตึง อ.แม่จัน
จุดที่ 3 สะพานน้ำแม่จันน้อย บ้านเล่าฝู ต. ป่าตึง อ.แม่จัน จุดที่ 4 น้ำแม่จัน สบห้วยหินฝน บ้านห้วยหินฝน ต. ป่าตึง อ.แม่จัน
จุดที่ 5 สะพานน้ำแม่จัน ถนนน้ำตกตาดทอง ต. ป่าตึง อ.แม่จัน จ.เชียงราย
จุดที่ 6 สะพานน้ำแม่จัน ถนนพหลโยธิน บ้านแม่ตีหลวง ต. ป่าตึง อ.แม่จัน จ.เชียงราย

ภาพที่ 1 แผนที่แสดงลำน้ำแม่จันและจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด

กระทำ นักเรียนเข้าร่วมในการตรวจสอบคุณภาพน้ำจะนำกิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำลงสู่การเรียนการสอนในรูปของโครงงานวิทยาศาสตร์ ผลของคุณภาพน้ำที่ได้จะนำเสนอต่อการประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลและของเทศบาล และจัดเป็นนิทรรศการผลของการตรวจสอบคุณภาพน้ำในโอกาสต่างๆ ขององค์การบริหารส่วนตำบลและของเทศบาล จัดเสวนาระหว่างคณะผู้วิจัยร่วมกับตัวแทนของชุมชน เพื่อสรุปผลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน ประเมินสาเหตุและผลกระทบที่ได้จากการศึกษาร่วมกัน หามาตรการและแนวทางในการป้องกันและสร้างกิจกรรมปลูกจิตสำนึกในการรักษาคุณภาพน้ำต่อไป

2.4 การตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพบางประการ

จะสอนวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายให้ตัวแทนของชุมชน ให้ร่วมในการตรวจวัดคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จันร่วมไปด้วย สำหรับคณะผู้วิจัยก็จะตรวจวัดคุณสมบัติของน้ำทางด้านกายภาพและเคมีบางประการพร้อมไปด้วยแต่จะใช้วิธีการตรวจสอบที่เป็นมาตรฐาน ซึ่งรายละเอียดของการตรวจสอบมีดังนี้

ก. ในส่วนของคณะผู้วิจัย

2.4.1 ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีในจุดเก็บตัวอย่าง

- ศึกษาลักษณะและความลึกของแหล่งน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้ไม้เมตร
- วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
- วัดค่าความสูงจากระดับน้ำทะเล (altitude) โดยใช้ Altimeter
- วัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) โดยใช้ Conductivity meter ชุด Electrode kit
- วัด pH ของน้ำโดยใช้ pH meter ชุด Electrode kit
- วัดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (total dissolved solids) โดยใช้ Conductivity meter ชุด Electrode kit
- วัดความเร็วของกระแสน้ำ โดยใช้ Velocity meter
- วัดความขุ่นของน้ำ โดยใช้ Turbidimeter

2.4.2 ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีในห้องปฏิบัติการ

- เก็บตัวอย่างน้ำใส่ขวดโพลีเอทธิลีน มาทำการไตเตรทหาค่าความเป็นด่าง (alkalinity) โดยใช้วิธี Phenolpthalein methyl orange indicator (APHA,1992)
- เก็บตัวอย่างน้ำใส่ในขวดบีโอดีใส fixed ด้วย $MnSO_4$ และ Alkaline Iodide Azide (AIA) เก็บตัวอย่างไว้ในที่เย็นเพื่อรอนำมาวิเคราะห์หาปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธีไตเตรทโดยใช้ Azide modification method (APHA,1992)

- หาค่าปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) โดยใช้ Azide modification method (APHA,1992) ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน
- วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร ไนเตรท ไนโตรเจน โดยใช้วิธี Phenoldisulphonic acid method B (APHA, 1992) (ภาคผนวก ข)
- วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารแอมโมเนียม ไนโตรเจน โดยวิธี Distillation Nesslerization method (APHA, 1992) (ภาคผนวก ข)
- วิเคราะห์หาปริมาณสารอาหาร Soluble reactive phosphate (SRP) โดยวิธี Colorimetric ascorbic acid method (APHA, 1992) (ภาคผนวก ข)
- วิเคราะห์สารเคมีปราบศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน โดยใช้ Gas-Chromatopraphy (ภาคผนวก ข)

2.4.3 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

เก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช เพื่อนำไปวินิจฉัยชนิดและนับจำนวนแพลงก์ตอนพืช โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดความถี่ 10 ไมครอน กรองน้ำปริมาณเริ่มต้น 20 ลิตร ปล่อยให้น้ำไหลออกจากตาข่ายจนเหลือน้ำในตาข่ายประมาณ 100 มิลลิลิตร ถ่ายลงในขวดเก็บตัวอย่างที่มีสีชา แล้วเก็บรักษาด้วยน้ำยาลูกอล 2 มิลลิลิตร ตัวอย่างน้ำนี้จะนำไปนับจำนวนแพลงก์ตอนพืชต่อไปในห้องปฏิบัติการ โดยกล้องจุลทรรศน์แบบเลนส์ประกอบและทำวินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืช โดยการใช้หนังสือวินิจฉัยชนิดของแพลงก์ตอนพืชหลายเล่มด้วยกันเช่นที่แต่งโดย Smith (1950), Whitford and Schumacher (1969), Prescott (1970) และ Huber-Pestalozzi (1983) เป็นต้น

2.4.4 การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนสัตว์

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างเช่นเดียวกับแพลงก์ตอนพืช แต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะใช้ตาข่ายแพลงก์ตอนขนาดความถี่ 40 ไมครอน กรองน้ำปริมาณเริ่มต้น 20 ลิตร ปล่อยให้น้ำไหลออกจากตาข่ายจนเหลือน้ำในตาข่ายประมาณ 100 มิลลิลิตร แล้วเก็บรักษาด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน 2% นำไปวินิจฉัย และนับจำนวนด้วยกล้องจุลทรรศน์เลนส์ประกอบในห้องปฏิบัติการต่อไป

2.4.5 การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ

การเก็บตัวอย่างเชิงปริมาณโดยการวางปากสวิงเข้าหากระแสน้ำที่ใช้เท้าหรือมือแตะพื้นในกรณีที่น้ำตื้นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินถูกรบกวนและไหลมาตามกระแสน้ำเข้าสู่ปากสวิงที่วางไว้และย้ายตำแหน่งไปเรื่อยๆ เป็นเวลา 3 นาที ทำแบบนี้จำนวน 3 ครั้งในแต่ละจุดเก็บ สำหรับระดับน้ำที่ลึก ก็จะเก็บตัวอย่างบริเวณตลิ่งที่มีน้ำตื้นเป็นเวลา 3 นาที จำนวน 3 ครั้งเช่นเดียวกัน หลังจากนั้นก็แยกสิ่งที่ไม่ต้องการหรือขยะออกจากตัวอย่าง ล้างตัวอย่างให้สะอาด นำตัวอย่างเท

ใส่ขวดปากกว้างแล้วทำการรักษาตัวอย่างด้วยฟอร์มาลีน 10 % และทำการวินิจฉัย โดยการใช้หนังสือหลายเล่มด้วยกันเช่นที่แต่งโดย Croft (1986), Edington and Hildrew (1995), Elliott *et. al.* (1998), Hynes (1984) และ Savage (1989) เป็นต้น และทำการหาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับคุณภาพน้ำโดยการนำไปให้คะแนนทางชีวภาพของระบบ BMWP Score

2.4.6 การตรวจวิเคราะห์ปริมาณ Coliform bacteria

การเก็บน้ำตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณ Coliform bacteria ใช้ขวดแบนฝาเกลียวที่ปลอดเชื้อแล้วเก็บน้ำตัวอย่าง โดยเปิดฝาขวดคว่ำส่วนที่เป็นปากขวดลง จุ่มลงไปใต้ผิวน้ำประมาณ 30 ซม. พลิกขวดขึ้นให้น้ำเข้าไปในขวดเกือบเต็มก็เอาขวดขึ้นจากน้ำปิดฝาให้สนิท ตรวจวิเคราะห์ Total coliform bacteria และ Fecal coliform bacteria โดยวิธี Multiple-tube fermentation technique (APHA, 1992) (ภาคผนวก ก)

ข. ในส่วนของตัวแทนชุมชน

ศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีได้แก่ (ภาคผนวก ค)

- ศึกษาความลึกของแหล่งน้ำบริเวณจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดโดยใช้ไม้เมตร
- วัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์
- วัดความเร็วของกระแสน้ำ โดยใช้ผลส้มลอยน้ำในระยะทางที่ทราบแน่นอน
- ตรวจสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ โดยชุดตรวจสอบอย่างง่าย
- ตรวจสอบค่า COD โดยชุดตรวจสอบอย่างง่าย
- การตรวจสอบแมลงน้ำ

2.5 ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างทุกเดือนๆ ละ 1 ครั้ง กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง 6 จุด เป็นเวลา 1 ปี

บทที่ 4
ผลการวิจัย

1. ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด

จากการสำรวจจุดเก็บตัวอย่างและออกเก็บตัวอย่างตามจุดเก็บตัวอย่างที่ได้กำหนดไว้ ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 ถึงกุมภาพันธ์ 2546 เก็บตัวอย่าง 6 จุด ตั้งแต่ลำน้ำบนยอดดอยแม่สลองจนถึงบริเวณที่ไหลผ่านชุมชนเมืองแม่จัน ได้ผลการศึกษาลักษณะทางภูมิศาสตร์ และการศึกษาพื้นท้องน้ำดังนี้

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 สะพานน้ำแม่จัน บ้านสันติคีรี ตำบลแม่สลองนอก อำเภอแม่ฟ้าหลวง ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 643260 จุดนี้ความเร็วกระแสน้ำจะเร็วตลอดเวลาที่ทำการวิจัย ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 2.00 - 3.00 เมตร รอบๆ จุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นพื้นที่สูงที่มีการปรับพื้นที่ใช้ในการปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวไร่ และข้าวโพด ลักษณะพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้สวนใหญ่จะเป็นก้อนหิน และก้อนกรวดอยู่โดยทั่วไป

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 สะพานน้ำฮาหุ บ้านรวมใจ ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 623252 จุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำแม่จัน ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ภายใต้ร่มเงาของกอไผ่ พื้นที่รอบๆ จะเป็นพื้นที่ปลูกพืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพด ถั่วฝักยาว และฟักทอง บริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างนี้จะมีคอกเลี้ยงสัตว์และที่พักชั่วคราวของชาวไร่ น้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะมีปริมาณน้อยในช่วงฤดูร้อนและฤดูหนาว ปริมาณจะเพิ่มมากขึ้นในช่วงฤดูฝน ลักษณะของพื้นท้องน้ำประกอบด้วยก้อนกรวดและก้อนหินขนาดเล็ก ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 3.00 - 7.00 เมตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 สะพานน้ำแม่จันน้อย บ้านเล่าฟู ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 709239 จุดเก็บตัวอย่างนี้เป็นลำน้ำสาขาของลำน้ำแม่จัน ลักษณะของจุดเก็บตัวอย่างนี้ จะอยู่ภายใต้สะพาน ลักษณะของพื้นท้องน้ำประกอบด้วยกรวดเป็นส่วนใหญ่ พื้นที่โดยรอบจุดเก็บตัวอย่างนี้จะเป็นพื้นที่ทำนา และพื้นที่ทำสวนลิ้นจี่ ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 6.00 - 8.00 เมตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 ลำน้ำแม่จัน สบห้วยหินฝน บ้านห้วยหินฝน ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 709239 สภาพแวดล้อมของจุดเก็บตัวอย่างนี้จะอยู่บริเวณกลางทุ่งนา พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่เป็นทราย เป็นโคลนในบางครั้งของการเก็บตัวอย่าง ปริมาณของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะไหลเชี่ยวในช่วงฤดูฝน ไหลช้าที่สุดในช่วงฤดูร้อน ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 7.00 - 15.00 เมตร

จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 สะพานน้ำแม่จัน ถนนน้ำตกตาดทอง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 863256 เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ในช่วงฤดูฝนน้ำจะไหลเชี่ยวมากและมีความลึกมาก ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 10.00 - 20.00 เมตร พื้นที่รอบๆ จุดเก็บตัวอย่างเป็นพื้นที่ทำการเกษตรของชาวบ้าน เป็นพื้นที่ปลูกพืชหมุนเวียนแล้วแต่ฤดูกาล เช่น กระเทียม พริก ขิง ถั่วเหลือง เป็นต้น ลักษณะพื้นท้องน้ำประกอบไปด้วยทรายและกรวดเป็นส่วนใหญ่ ในช่วงฤดูฝนบริเวณตลิ่งของจุดเก็บตัวอย่างจะปกคลุมด้วยต้นแขมอย่างหนาแน่น

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 สะพานน้ำแม่จัน ถนนพหลโยธิน บ้านแม่คีหลวง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน ตำแหน่งของจุดเก็บตัวอย่างตั้งอยู่ที่พิกัด 902288 เป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ลำน้ำแม่จันไหลผ่านแหล่งชุมชนของอำเภอแม่จันมาแล้ว รอบๆจุดเก็บตัวอย่างจะเป็นแหล่งชุมชนที่ตั้งอยู่อย่างหนาแน่น ขนาดของลำน้ำมีความกว้างประมาณ 15.00 - 25.00 เมตร ในช่วงฤดูฝนปริมาณน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะมากที่สุด และค่อนข้างลึก และในช่วงฤดูร้อนน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะมีกลิ่นเหม็น และเห็นปลาที่ข้างลำตัวเป็นแผลว่ายวนอยู่บริเวณจุดเก็บ ตัวอย่างนี้ ลักษณะพื้นท้องน้ำในจุดเก็บตัวอย่างนี้จะเป็นทรายเป็นส่วนใหญ่ ตรงริมตลิ่งจะเป็นโคลนบ้างในบางครั้งของการเก็บตัวอย่าง

จุดเก็บตัวอย่างที่ 1

จุดเก็บตัวอย่างที่ 2

จุดเก็บตัวอย่างที่ 3

จุดเก็บตัวอย่างที่ 4

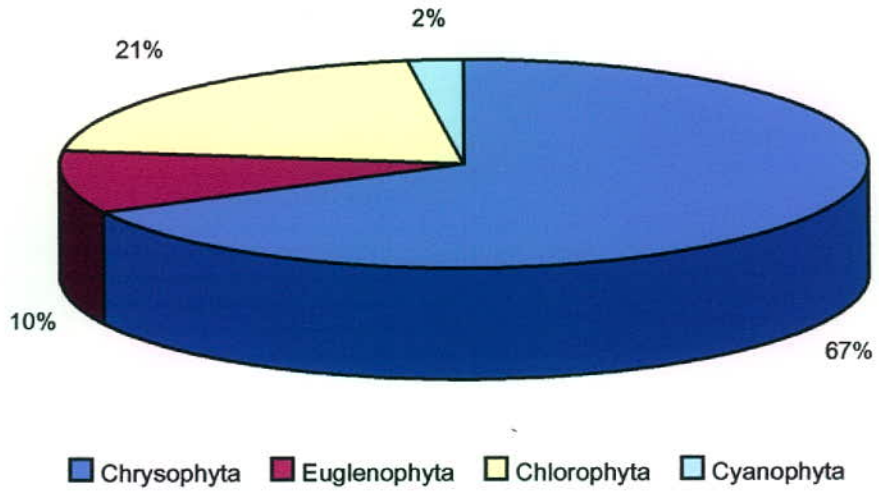
จุดเก็บตัวอย่างที่ 5

จุดเก็บตัวอย่างที่ 6

แผ่นภาพที่ 1 จุดเก็บตัวอย่างในลำน้ำแม่จันทั้ง 6 จุด

2. ชนิดและจำนวนของแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่จัน

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืชในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย ระหว่างเดือนมีนาคม 2545 ถึงกุมภาพันธ์ 2546 เก็บตัวอย่าง 6 จุด ตั้งแต่ลำน้ำบนยอดดอยแม่สลองจนถึงบริเวณที่ไหลผ่านชุมชนเมืองแม่จัน พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 4 ดิวิชั่น 92 สปีชีส์ (ตารางที่ 1) แพลงก์ตอนพืชที่พบส่วนใหญ่จะอยู่ใน Division Chrysophyta ซึ่งพบมาก 67 % รองลงมาได้แก่ แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta 21 % Division Euglenophyta 10 % และแพลงก์ตอนพืชใน Division Cyanophyta 2 % (ภาพที่ 2) แพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดได้แก่ *Melosira varians* Ag. (แผ่นภาพที่ 2) รองลงมาได้แก่ *Fragilaria capucina* Desmag., *Fragilaria* sp.1 และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. ตามลำดับ



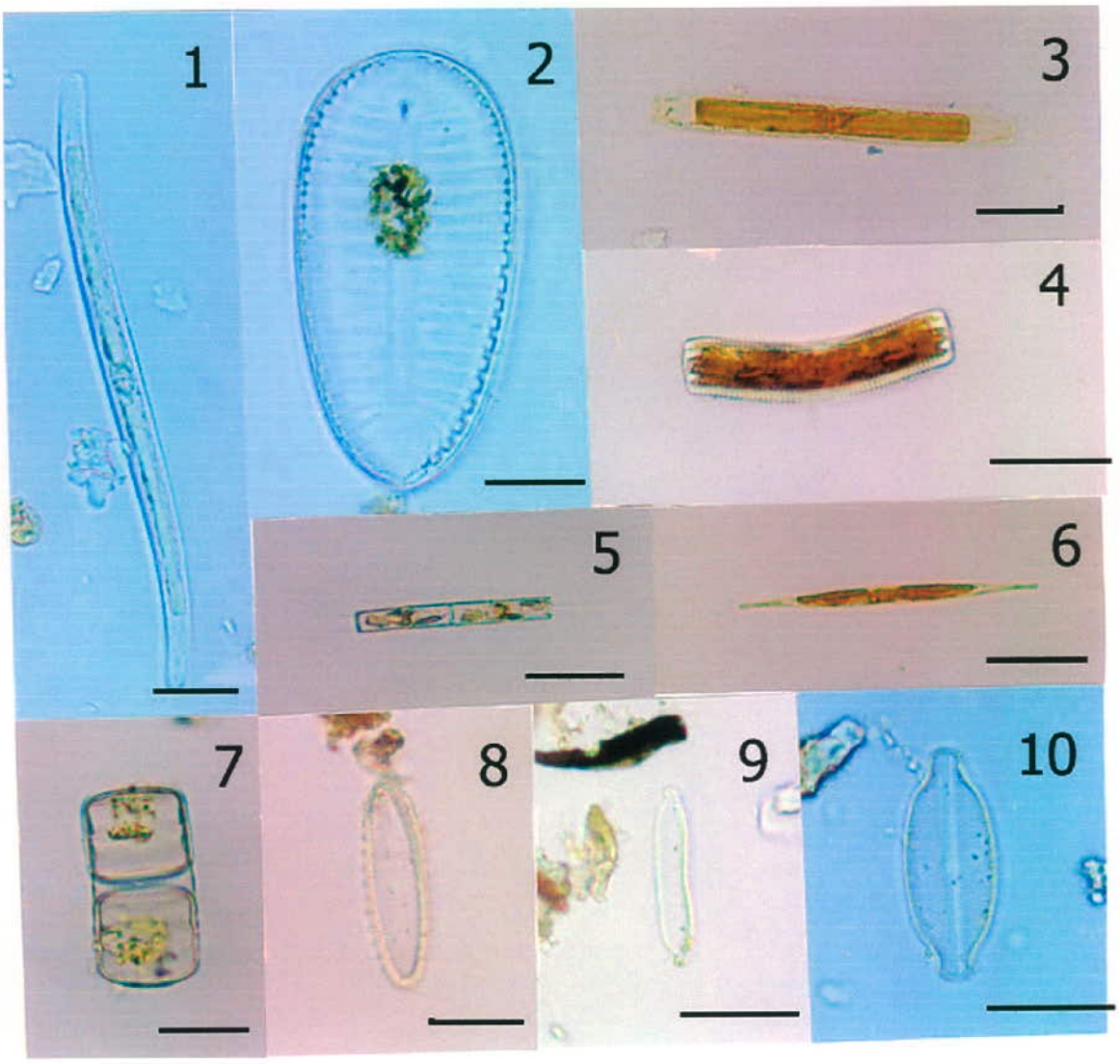
ภาพที่ 2 แพลงก์ตอนพืชในแต่ละดิวิชั่นที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)

ตารางที่ 1 แพลงก์ตอนพืชที่พบในลำน้ำแม่ยัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546) (cells.l^{-1})

Species	มี.ค. 45				เม.ย. 45					พ.ค. 45					มิ.ย. 45					ก.ค. 45					ส.ค. 45					ก.ย. 45					ต.ค. 45					พ.ย. 45					ธ.ค. 45					ม.ค. 46					ก.พ. 46				
	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6
Division Chrysophyta																																																												
Achnanthes lanceolata (Bréb.) Grun.																									191																																		
Achnanthes sp.1	253	1050					119		119		133		302												383	1809				170	139			179	210							166			338	480	225	365	915	116	172	395	153	780		585	325								
Achnanthes sp.2																																																												
Aulacoseira granulata (Ehr.) Simonsen			748						119							253							813				413									998	1645								2440	1035				2940						203					
Coconeis placentula Ehr.	126	150					119		119							203																																													
Cafeola sp.1																									146	205	170																																	
Cafeola sp.2				136																																																							
Cyclotella meneghiniana Kütz.									230																																																		
Cymbella silesiaca Bleisch.	126	4200	1944	1990	615	280	358		230	1340	133	131	1511	306	276	190	165		138		288	590		377	405		183			156	191	292	356		188																											
Cymbella tumida (Bréb.) V. Heurck	756	1260	299	1808			1193	120	230	670	398		101	612			165						199		199	172	203	203				356					139																							
Cymbella sp.1							955						101																								139		178			397	165			333			338	160		1084	915	115	1243	170	180	3009	5970	1260	1580	165	1013	8210	8870	3905
Cymbella sp.2														276											199													210			166	165		140		199			1120	113	726	456		530	660	390	1983	2730	1050	2565	165	203	2565	2040	1775
Epithemia sp.																	240																																											
Euglena proxima Dang.						140																		544																																		
Eunotia sp.																			810	790																																							
Fragilaria capucina Desmaz.	884	600	897	2766	1135	140	1900	720	7015	15075	5880	1048	403	459	138	380	215	495	2750	2000	3163	1405	960	1885	2635	198	183	172	810	1240	584	620	340	841	2040	417	813	710	2933	573	1990	459	104	1328	831	365	11136	4640	788	3645	6435	1150	3728	10542	2980	18600	26820	5400	2370	4550	1013	6290	8830	3195
Fragilaria sp.1	2535	450	3439	2363	1020		594	600	690		928			417					550	1550				1215	688												2363	240	913	710	838		1164				333		13165	12000	5513	6804	6656	1725	3018	24850	1870	6710	12675	840	3330	19038	2025	8210	10710	4760
Fragilaria sp.3	255	1200	299	278																																																								
Fragilaria sp.2									1340	795		202	306		190		336		275			345	480																											675	1920	225	726	905	230	355	340		1170							
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni				139	133																																																					
Gomphoneis grande Ehr.					133																																																				
Gomphoneis parvulum Kütz.		400			133	140																																																				
Gomphonema sp.1		300		139	133																																																			
Gomphonema sp.2		1050	150	278	133					159		202	202	153					240		250			203		172	203			146						139							166			338			115	178			305	390				170				
Gomphonema sp.3				139																																																					
Gomphonema sozipolitiae (Robertcox) Cleve	126	900	598	278						665				90					240	750				203			203	310			166					139		178	210	332		104		166			220	365	153	230		172		456			190					
Gynosigma sp.1				139																																																					
Hantzschia amphioxys (Ehr.) Grun.																		240	608				203								147						419						243																
Melosira varians Ag.	1389	750	21977	5580	515	119	690	870	653	332							608		863		450	377	810	385		383	282	411			753	139	365	1497		320		148		333	390	10294	24600	9628	8505	7930	1495	2663	22950	18585	5948	5670	840	8519	3900	6885	14783	11900	11360
Navicula sp.1	1389	4650	299	556	412	140				398	131	403	612	139	190		240		930	200	580			608	385		172		1013	620	191	438	205	340	505	340		878		1085	2305	191	1092	1164	434	728	1775	281	1629	650	805	1656	1600	398	240	1095	1035	530	1190	395	1525	3720	630	2760	525	406	1276	540	2130
Navicula sp.2		600																																																								
Navicula sp.3			1944				238		115				101		138		215		275	250		283							152	191																											
Navicula sp.4			1047	278			119		230				101			95								203	198																										163					
Navicula sp.5			299		133	140							306				106								810	385		203		155			200																						
Navicula sp.6			299	278						460			202				165																																							
Navicula sp.7											131		153																																												
Nedium sp.1	253			139			119						202				165							189																																	
Nedium sp.2			150																275		288			203	198																															
Nitzschia dissipata (Ehr.) W. Smith																																																									
Nitzschia ignorata Krasske																																																									
Nitzschia linearis W. Smith	253	450	748											90					138		575			198	172																																
Nitzschia palacea Grun.	253	450	150	417	412	280					133		101	1071			215	165	413	900	288	283		1013	198					168						178					199								113		345			390	153	195			203	183			
Nitzschia sp.1	505	300		278			119		146	133	131		306						240	138		283		203				155																												
Nitzschia sp.2		300	299	139			119		345	338											288				344																															
Nitzschia sp.3																																																									
Pinnularia sp.1	126																							405	198																																
Pinnularia sp.2	253	300	299	1112	103	140	356		230										240	138	500			203	990		172		203																											
Pinnularia sp.3		300																																																					
Pinnularia sp.4			748																																																						

ตารางที่ 1 (ต่อ)

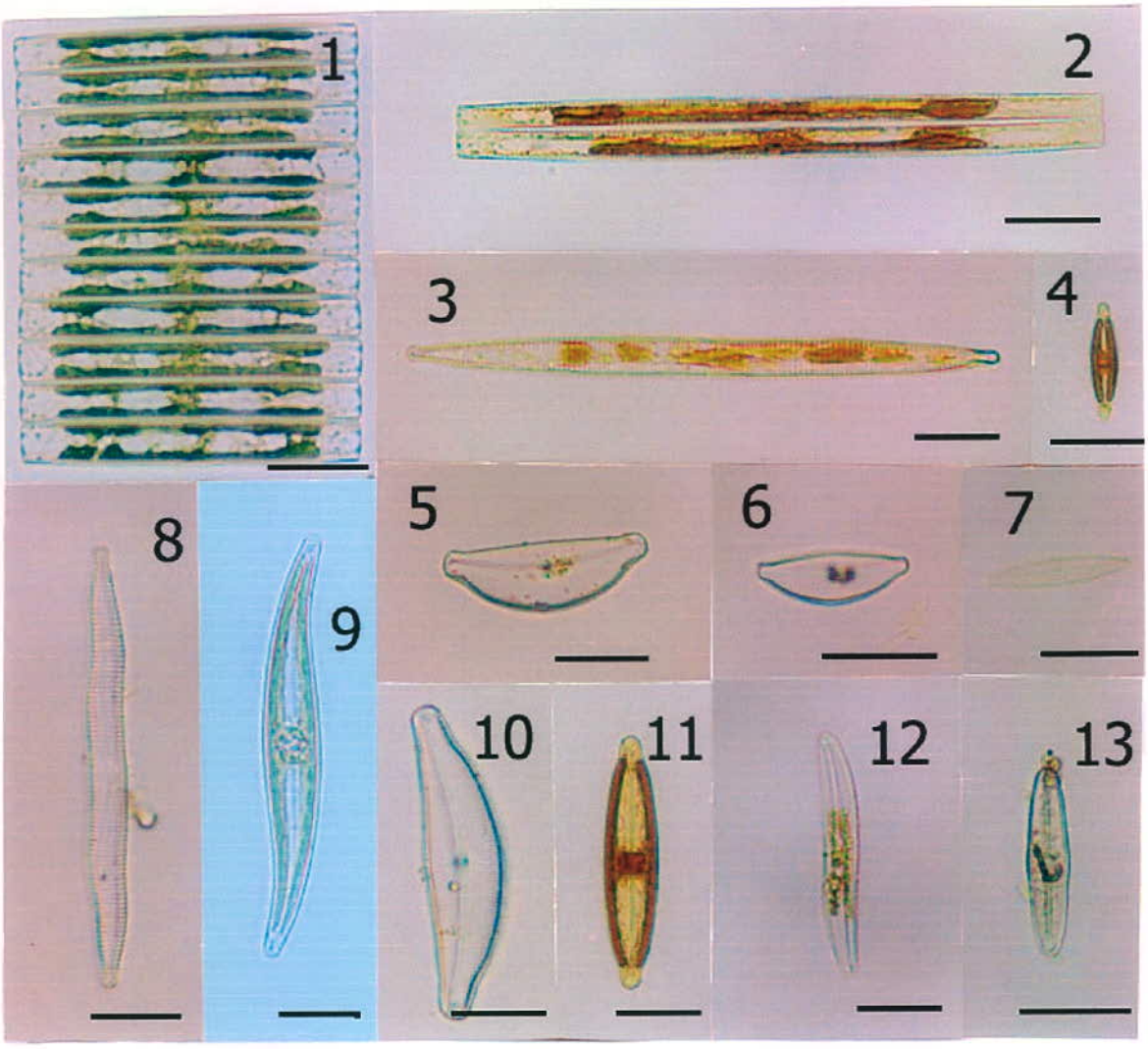
Species	มี.ค. 45						เม.ย. 45						พ.ค. 45						มิ.ย. 45						ก.ค. 45						ส.ค. 45						ก.ย. 45						ต.ค. 45						พ.ย. 45						ธ.ค. 45						ม.ค. 46					
	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6	สถ 1	สถ 2	สถ 3	สถ 4	สถ 5	สถ 6
Pinnularia sp.5			156	417																					184	1418	580				209	200	191	292	339	170							300	183	418									113						108					
Pinnularia sp.6																																																																								
Pinnularia sp.7																			240												172																																						
Pinnularia sp.8																																																																							
Rhopalodia sp.	128		150																165																																																				
Stauroneis sp.1	128	600					119						101	459																																																											
Stauroneis sp.2																							500																																																
Surirella bisseta Brb.								120							278										158																																													
Surirella capronii Breb.		150	748	0	103		119																250		198																																													
Surirella sp.1	253						119																												170																																			
Surirella sp.2			599	278																																																																		
Surirella sp.3							119																		196																																												
Synedra ulna (Nitzsch) Ehr.	2146	1500	4166	5262	412	280	1306	120	1035	2010	660		202	153		90			165		1238		1725			199	810	196				203		310			410			880		356	123		533	419		1194	330			148		499			4388	800		606	2206	690	1581	1020		116	3220	5070	1800	790	970		1095	1700	1775
Division Euglenophyta																																																																								
Euglena acus Ehr.																																																																						
Euglena proxima Dang.																															203																																						
Euglena spirodela Lemm.																			108																191																																	
Euglena sp.1								110																											191																																	
Phacus alata																			165									198	183				203										147	122					164	165					249				153	115				420			405		358
Phacus longicauda (Ehrenb.) Duj.						140									131			139									198	183																																									
Phacus pleuronectes (Müller) Duj.			150																165						240			198	183																																				
Trachelomonas hortida	128	150		278			120																					172																																								
Trachelomonas volvocina Ehrenb.																																																																						
Division Chlorophyta																																																																						
Closthetium acerosum (Bréb.) Ehr.			150								133																																																										
Closthetium sp.1																																																																					
Closthetium sp.2											133																																																								
Coenochloris sp. 1			150			140																																																																
Cosmarium sp.			150	139	206																																																															
Dictyosphaerium sp.			150			140																																																														
Gonium sp.			598												131													203																																								
Gonium sp.						140									131																																																					
Pediastrum duplex Meyen								345	168																																																												
Pediastrum duplex Meyen Var. *gracillimum*			299																																																																	
Pediastrum simplex Meyen									168										165						240				172	203																																			
Pediastrum sp.1			150						168																																																											
Scenedesmus acuminatus			897																																																																	
Scenedesmus armatus									168																																																									
Scenedesmus veitanii Kom.			299					345	168																			172																																						
Scenedesmus sp.1			299																																																															
Scenedesmus sp.2			2641					2300	168	133																																																								
Scenedesmus sp.3			3738					920	168		131																																																							
Staurastrum sp.																																																																	
Division Cyanophyta																																																																			
Anabaena sp.1						420					133																																																							
Anabaena sp.2											133	131																																																						



สเกล = 20 µm

1. *Nitzschia* sp.2
2. *Sutirella capronii* Breb.
3. *Nitzschia linearis* W. Smith
4. *Achnanthes* sp.1
5. *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Simonsen
6. *Nitzschia* sp.3
7. *Melosira varians* Ag.
8. *Achnanthes* sp.2
9. *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun.
10. *Navicula* sp.4

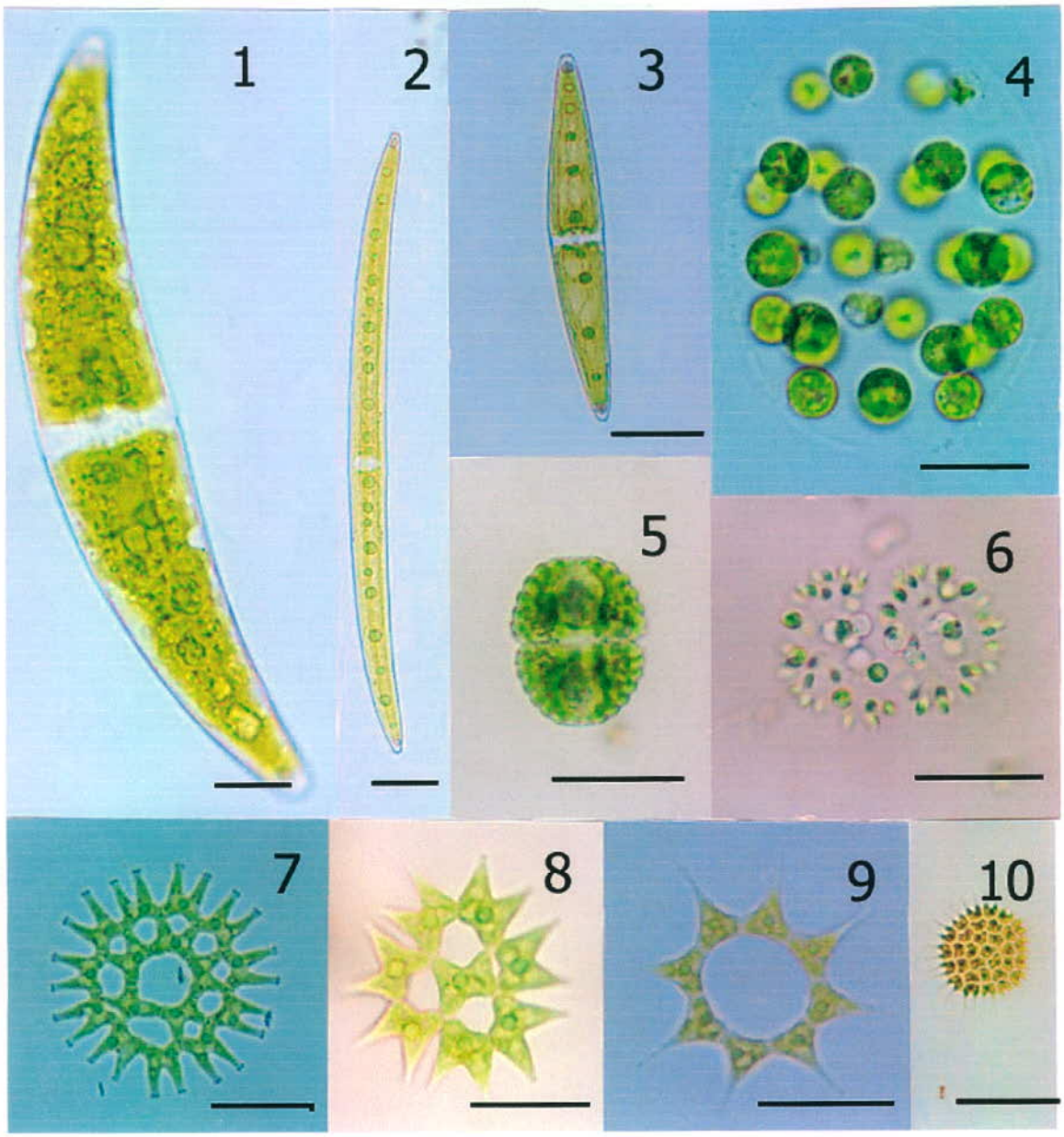
แผ่นภาพที่ 2 แพลงก์ตอนพืช Division Chrysophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน
(มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)



สเกล = 20 µm

1. *Fragilaria* sp.1
2-3. *Fragilaria capucina* Desmag.
4. *Navicula* sp.2
5. *Cymbella tumida* (Bréb.) V. Heurck
6. *Cymbella silesiaca* Bleisch
7. *Navicula* sp.1
8. *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr.
9. *Gyrosiama* sp.1
10. *Cymbella tumida* Bréb.) V. Heurck
11. *Navicula* sp.
12. *Gyrosigma scalproides* (Rabenhorst) Cleve.
13. *Frustulia vulgaris* (Thwaites) De Toni

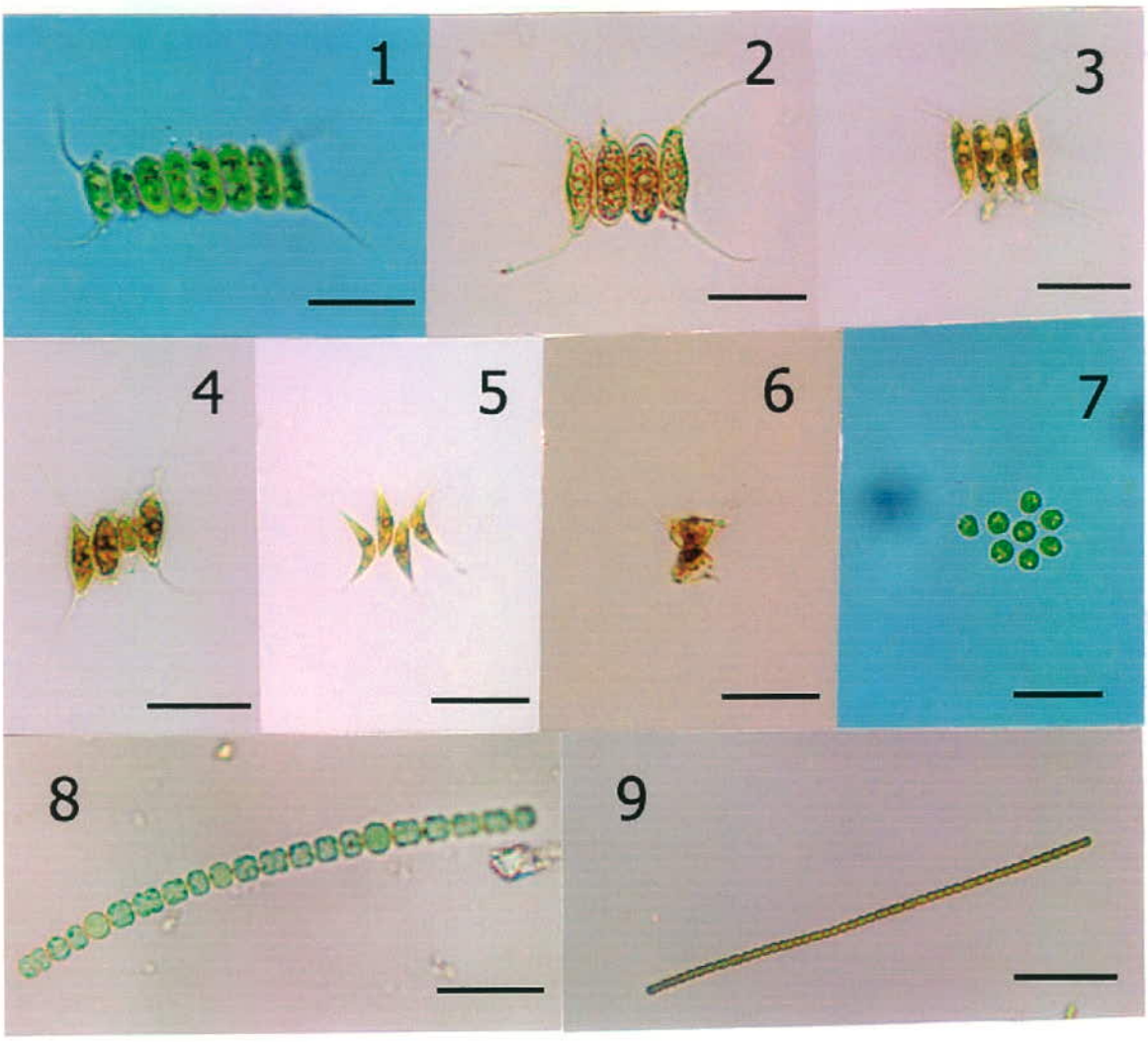
แผ่นภาพที่ 3 แพลงก์ตอนพืช Division Chrysophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน
(มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)



สเกล = 20 µm

1. *Closterium* sp.1
2. *Closterium* sp.2
3. *Closterium acerosum* (Schr.) Eht.
4. *Coenochloris* sp.
5. *Cosmarium* sp.
6. *Dictyosphaerium* sp.
7. *Pediastrum duplex* Meyen Var. *gracillimum*
8. *Pediastrum duplex* Meyen
9. *Pediastrum simplex* Meyen
10. *Pediastrum* sp.1

แผ่นภาพที่ 4 แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน
(มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)



สเกล = 10 µm

1. *Scenedesmus velitaris* Kom.
2. *Scenedesmus* sp.1
3. *Scenedesmus* sp.2
4. *Scenedesmus* sp.3
5. *Scenedesmus acuminatus*
6. *Staurastrum* sp.
7. *Gonium* sp.
8. *Anabaena* sp.1
9. *Anabaena* sp.2

แผ่นภาพที่ 5 แพลงก์ตอนพืช Division Chlorophyta และ Cyanophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)

สเกล = 20 µm

1. *Euglena* sp.1
2. *Euglena acus* Ehrenb.
3. *Euglena spiroides* Lemm.
4. *Euglena proxima* Dang.
5. *Phacus longicauda* (Ehrenb.) Duj.
6. *Phacus pleuronectes* (Müller) Duj
7. *Trachelomonas volvocina* Ehrenb.

แผ่นภาพที่ 6 แพลงก์ตอนพืช Division Euglenophyta ที่พบในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546)

3. แมลงน้ำในลำน้ำแม่จัน

จากการเก็บตัวอย่างแมลงน้ำในแม่น้ำจัน ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2546 จากจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 6 จุดเก็บ พบกลุ่มของแมลงน้ำทั้งหมด 51 Families โดยจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 พบแมลงน้ำจำนวน 23 Families วงค์ที่พบมากที่สุดได้แก่ Naucoridae จำนวน 85 ตัว รองลงมาคือ Heptageniidae จำนวน 64 ตัว เมื่อนำมาคำนวณหาค่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้เท่ากับ 6.56 ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำปานกลาง (ตารางที่ 2) ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 พบ 27 Families วงค์ที่พบมากที่สุด คือ Heptageniidae จำนวน 157 ตัว รองลงมาคือ Baetidae จำนวน 98 ตัว เมื่อนำมาคำนวณหาค่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้เท่ากับ 7.22 ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างดี (ตารางที่ 3) ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 พบแมลงน้ำจำนวน 29 Families วงค์ที่พบมากที่สุด คือ Perlidae จำนวน 40 ตัว รองลงมา คือ Baetidae จำนวน 38 ตัว เมื่อนำมาคำนวณหาค่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้เท่ากับ 6.87 ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำปานกลาง (ตารางที่ 4) ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 พบ 25 Families วงค์ที่พบมากที่สุด คือ Baetidae จำนวน 98 ตัว รองลงมาคือ Hydropsychidae จำนวน 94 ตัว เมื่อนำมาคำนวณหาค่าค่าดัชนีคุณภาพน้ำ ได้เท่ากับ 5.77 ซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำปานกลาง (ตารางที่ 5) ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 พบแมลงน้ำจำนวน 19 Families วงค์ที่พบมากที่สุด คือ Baetidae จำนวน 107 ตัว รองลงมาคือ Perlidae จำนวน 29 ตัว หลังจากนำมาคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำได้เท่ากับ 5.80 ซึ่งแสดงให้ทราบถึงคุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย (ตารางที่ 6) และในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 พบแมลงน้ำจำนวน 18 Families วงค์ที่พบมากที่สุด คือ Baetidae จำนวน 135 ตัว รองลงมาคือ Heptageniidae จำนวน 31 ตัว เมื่อนำมาคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำมีค่าดัชนีคุณภาพน้ำเท่ากับ 5.5 ซึ่งสามารถจัดได้ว่าเป็นน้ำที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างเสีย (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 2 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Trichoptera	Hydropsychidae	5	43	215
	Limnephilidae	7	3	21
	Brachycentridae		28	
Coleoptera	Gyrinidae	5	1	5
	Palaemonidae		1	
	Psephenidae	5	6	30
	Elminthidae	5	12	60
Ephemeroptera	Potamanthidae	10	10	100
	Heptageniidae	10	64	640
	Baetidae	4	48	192
	Ephemeridae	10	41	410
	Caenidae	7	2	14
Hemiptera	Gerridae	5	14	70
	Naucoridae	5	85	425
	Notonectidae	5	1	5
Odonata	Corduliidae	6	2	12
	Gomphidae	6	5	30
	Calopterygidae	6	2	12
	Coenagrionidae	6	1	6
Plecoptera	Perlidae		17	
Megaloptera	Corydalidae	4	2	8
Diptera	Tabanidae	5	1	
	Chironomidae		7	
		คะแนนรวม (BMWP)		2290
		จำนวนตัวรวม		349
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		6.56
		คุณภาพน้ำปานกลาง		

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Trichoptera	Hydropsychidae	5	48	240
	Limnephilidae	7	3	21
	Baetidae	4	15	60
	Leptoceridae	10	4	40
Coleoptera	Gyrinidae	5	1	5
	Dryopidae	5	1	5
	Psephenidae	5	2	10
	Elminthidae	5	13	65
Ephemeroptera	Potamanthidae	10	16	160
	Heptageniidae	10	157	1570
	Baetidae	4	98	392
	Ephemeridae	10	34	340
	Caenidae	7	3	21
Hemiptera	Gerridae	5	6	30
	Naucoridae	5	13	65
	Pleidae	5	3	15
	Belostomatidae		2	
	Elmidae		1	
	Psephenidae	5	1	5
Odonata	Aeshnidae	6	1	6
	Gomphidae	6	6	36
	Macromiidae	6	1	6
	Coenagrionidae	6	2	12

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Plecoptera	Perlidae		42	
	Peltoperlidae		2	
Megaloptera	Corydalidae	4	1	4
Diptera	Simuliidae	5	2	10
	Chironomidae	5	2	10
		คะแนนรวม (BMWP)		3128
		จำนวนตัวรวม		433
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		7.22
		คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างดี		

ตารางที่ 4 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 3 มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Trichoptera	Hydropsychidae	5	19	95
	Lepidostomatidae	10	1	10
	Brachycentridae		3	
Coleoptera	Gyrinidae	5	2	10
	Hydraenidae		2	
	Psephenidae	5	4	20
	Elminthidae		7	
Ephemeroptera	Potamanthidae	10	4	40
	Heptageniidae	10	22	220
	Baetidae	4	38	152
	Ephemeridae	7	18	
	Caenidae	10	5	35
	Leptophlebiidae		1	10
	Polymitareyidae		1	

ตารางที่ 4 (ต่อ)

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Hemiptera	Gerridae	10	16	160
	Naucoridae	5	31	155
	Nepidae	5	2	10
	Pleidae	5	7	35
Odonata	Gomphidae	6	21	126
Plecoptera	Perlidae	10	40	400
Megaloptera	Corydalidae	4	1	4
Diptera	Tabanidae		1	
	Chironomidae	5	2	10
	Tipalidae	5	1	5
	Blephariceridae		1	
	Simuliidae	5	1	5
Phylum Annelida Class Oligochaeta	Family Acolosomatidae		1	
หอย Gastropoda	Lymnaeidae	3	1	3
	Buccinidae		1	
		คะแนนรวม (BMWP)		1505
		จำนวนตัวรวม		219
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		6.87
		คุณภาพน้ำปานกลาง		

ตารางที่ 5 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4
มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Trichoptera	Hydropsychidae	5	94	470
	Brachycentridae		4	
Coleoptera	Gyrinidae	5	1	5
	Elminthidae		11	
Ephemeroptera	Potamanthidae	10	13	130
	Heptageniidae	10	25	250
	Baetidae	4	98	392
	Ephemeridae	10	2	20
	Polymitarcyidae		7	
Hemiptera	Gerridae	10	1	10
	Naucoridae	5	22	110
Odonata	Corduliidae	6	1	6
	Gomphidae	6	11	66
	Calopterygidae	6	2	12
	Coenagrionidae	6	6	36
	Macromidae	6	3	18
Plecoptera	Perlidae	10	21	210
	Peltoperlidae		1	
Megaloptera	Corydalidae	4	5	20
Diptera	Tabanidae		1	
Lepidoptera	Pyralidae		1	
หอย Gastropoda	Buccinidae		2	
Bivalia	Corbiculidae		1	
กุ้ง	Palaemonidae		1	
ปู	Parathelphusidae	3	5	15
		คะแนนรวม (BMWP)		1790
		จำนวนตัวรวม		310
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		5.77
		คุณภาพน้ำปานกลาง		

ตารางที่ 6 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Trichoptera	Hydropsychidae	5	4	20
Coleoptera	Elminthidae		19	
	Hydrophilidae		8	
Ephemeroptera	Potamanthidae	5	2	10
	Heptageniidae	10	15	150
	Baetidae	4	107	428
	Ephemeridae	10	2	20
	Caentidae	7	1	7
	Caenidae	7	1	7
Hemiptera	Gerridae	10	4	40
	Naucoridae	5	16	80
	Hydrometeridae	5	1	5
	Pleidae	5	1	5
Odonata	Gomphidae	6	21	126
	Aeshnidae	6	1	6
	Coenagrionidae	6	20	120
Plecoptera	Perlidae	10	29	290
Diptera	Tipulidae	5	1	5
	Chironomidae	5	1	5
		คะแนนรวม (BMWP)		1324
		จำนวนตัวรวม		227
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		5.8
		คุณภาพน้ำปานกลางค่อนข้างเสีย		

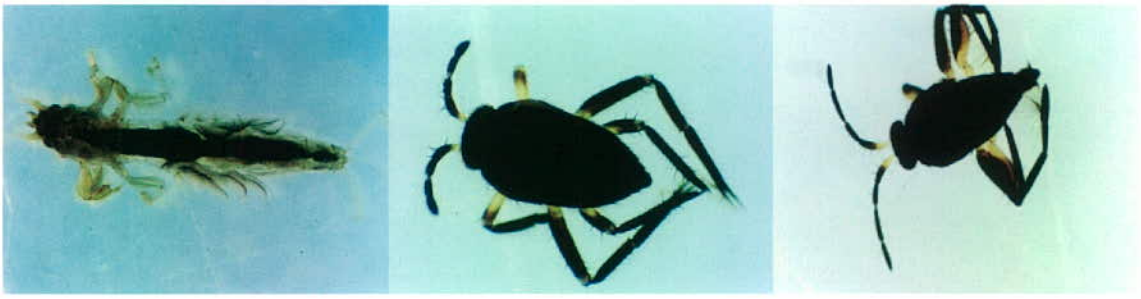
ตารางที่ 7 ชนิดและปริมาณของแมลงน้ำ ในลำน้ำแม่จัน บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 มีนาคม 2545 – กุมภาพันธ์ 2546

Order	Family	คะแนน	จำนวน (ตัว)	คะแนน (BMWP)
Coleoptera	Hydrophilidae	5	2	10
	Elminthidae		1	
Ephemeroptera	Heptageniidae	10	31	310
	Baetidae	4	135	540
	Ephemeridae	10	2	20
Hemiptera	Gerridae	10	6	60
	Naucoridae	5	1	5
	Hydrometeridae	5	1	5
Odonata	Coenagrionidae	6	7	42
	Gomphidae	6	10	60
	Aeshnidae	6	1	6
Plecoptera	Perlidae	10	12	120
Diptera	Tipulidae	5	1	5
	Chironomidae	5	5	25
กุ้ง	Palaemonidae	8	1	8
	Atyidae	8	3	24
ปลา			1	
ปู	Parathelphusidae	3	16	48
Mollusca	Buccinidae		7	
		คะแนนรวม (BMWP)		1288
		จำนวนตัวรวม		234
		ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ		5.5
		คุณภาพน้ำค่อนข้างเสีย		

หมายเหตุ : ในเดือนพฤษภาคม 2545 เก็บตัวอย่างไม่ได้เนื่องจากน้ำเยอะมาก น้ำขุ่นมาก กระแสน้ำแรง

1.Trichoptera POLYCENTROPHODIDAE

2.Deptera TIPULIDAE 3.Diptera TIPULIDAE 4.Diptera1 EPHYDRIAE



5.Ephemeroptera BAETIDAE 6.Hemiptera VELIIDAE 7.Hemiptera VELIIDAE

8. Diptera2 SIMULIIDAE 9. Diptera 3 SIMULIIDAE 10.Deptera STRATIONMGIDAE

แผ่นภาพที่ 7 แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

11.Diptera4 STRATIONMGIDAE

12.Coleptera ELMIDAE

13.Coleoptera1 GYRIMIDAE

14.Coleoptera2 GYRIMIDAE

15.Odonata GOMPHIDAE

16.Odonata3 GOMPHIDAE

17. Odonata 1 GOMPHIDAE

18. Trichoptera3 HYDROPSCHIDAE

19.Cloeoptera3 ELMIDAE

20.Cloeoptera4 ELMIDAE

21.Diptera5 CERATOPOGONIDAE

22.Ephemeratera HEPTAGENIIDAE

แผ่นภาพที่ 8 แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

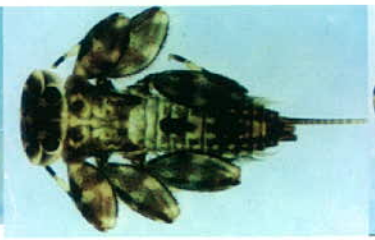
23.Dipera6 SIMULIIDAE 24.Epheroptera2 CAENIDAE 25.Hemiptera2 GERRIDAE

26.Plecoptera PELTOPERLIDAE 27.Trichoptera 4 LIMNEPHILIDAE 28.Coleoptera 5 HYDROPHILIDAE

29.Coleoptera7 AMPHIZOIDAE 30.Ephemeroptera3 LEPTOPHLEBIIDAE 31.Odonata2 COENAGRIONIDAE

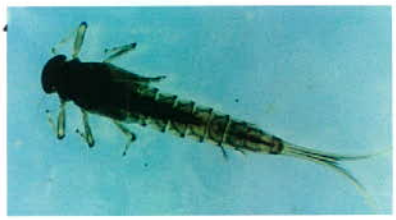
32.Coleoptera8 DYTISCIDAE 33.Coleoptera9 DYTISCIDAE 34.Coleoptera10 GYRINIDAE

แผ่นภาพที่ 9 แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย



35. Diptera7 CHIRONOMIDAE 36.Ephemeroptera4 HEPTAGENIIDAE 37.Hemiptera3 NAUCORIDAE

38.Diptera8 TIPULIDAE 39.Trichoptera5 BRACHYCENTRIDAE 40. Plecoptera1 PERUDAE



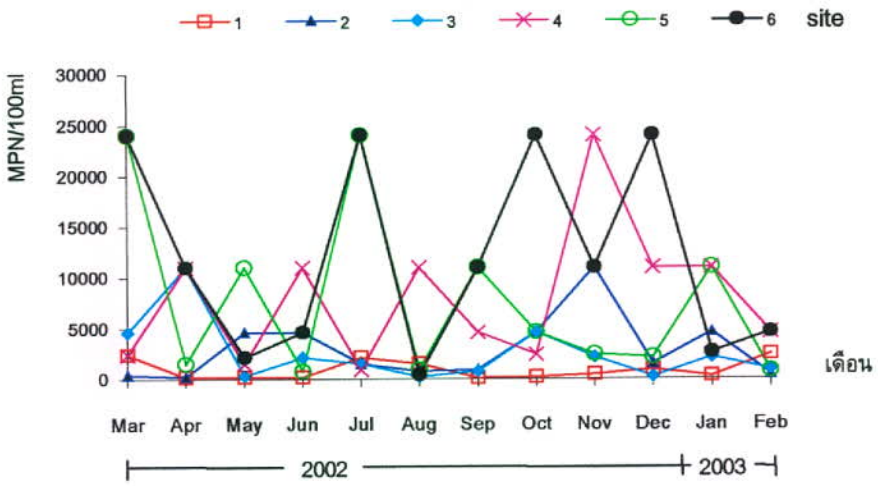
41.Ephemeroptera5 BAETIDAE

แผ่นภาพที่ 10 แมลงน้ำที่พบในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

4. ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

โคลิฟอร์มแบคทีเรีย

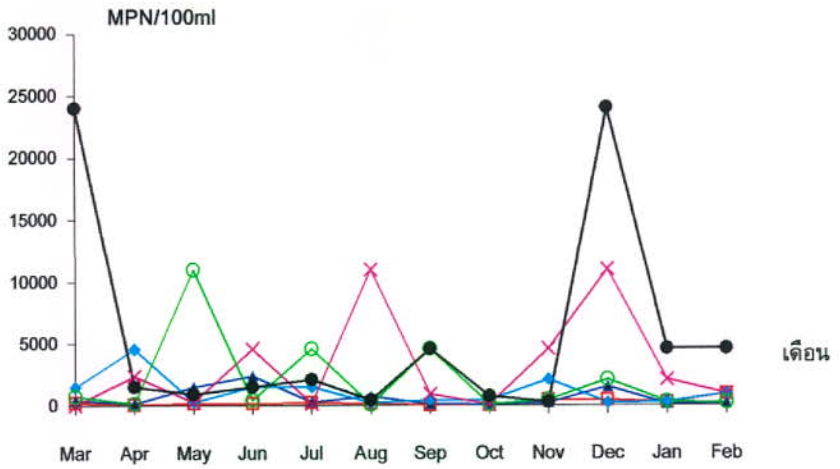
การตรวจวัดปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดพบว่าอยู่ในช่วง 70 – ≥24,000 MPN/100ml ปริมาณที่พบมากที่สุดเท่ากับ ≥24,000 MPN/100ml ในบริเวณจุดเก็บที่ 6 ซึ่งพบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในบริเวณนี้มากกว่าจุดอื่นๆ เนื่องจากเป็นจุดที่ลำน้ำแม่จันไหลผ่านแหล่งชุมชนแม่จันมาแล้ว จึงได้รับของเสียต่างๆ ปนเปื้อนเข้ามาสู่ลำน้ำ ส่วนปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดที่น้อยที่สุดจะพบในจุดเก็บที่ 1 ในเดือนกันยายน เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่ห่างจากแหล่งชุมชน จึงทำให้การรบกวนและปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำเกิดขึ้นน้อย (ภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

จากการตรวจวัดปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียตลอดระยะเวลา 12 เดือน พบว่ามีปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง 40 – ≥24,000 MPN/100ml จุดที่พบว่ามีปริมาณน้อยที่สุดคือจุดที่ 1 มีปริมาณเท่ากับ 40 MPN/100ml ในจุดนี้จะมีปริมาณน้อยกว่าจุดอื่นๆ เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่ห่างไกลจากแหล่งชุมชน และจุดที่พบว่ามีปริมาณมากกว่าจุดอื่นคือจุดที่ 6 เท่ากับ ≥24,000 MPN/100ml (ภาพที่ 4)

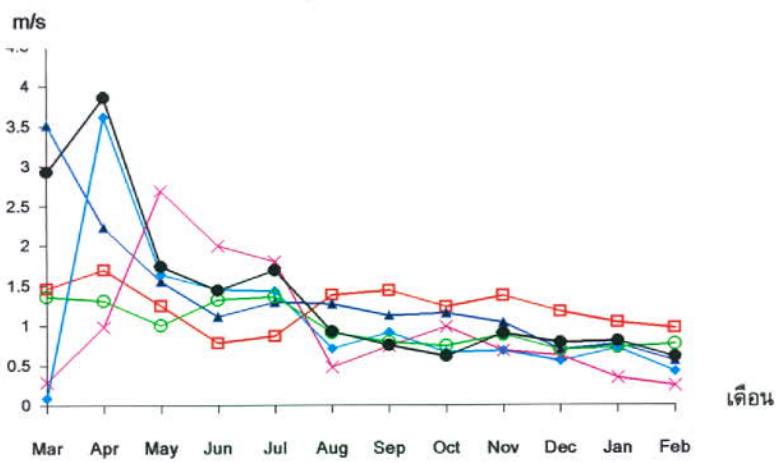


ภาพที่ 4 ฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

5. ผลการตรวจสอบทางด้านกายภาพและเคมี

ความเร็วกระแสน้ำ (Velocity)

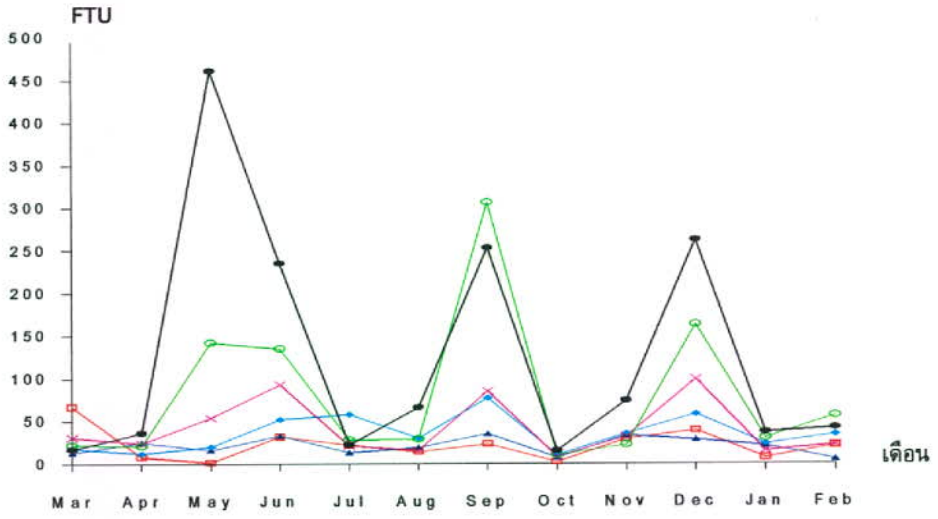
ค่าความเร็วกระแสน้ำอยู่ในช่วง 0.09 – 3.86 m/s โดยพบว่าในเดือนมีนาคม บริเวณจุดเก็บที่ 1 จะมีค่าความเร็วกระแสน้ำต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.09 m/s และในเดือนเมษายน บริเวณจุดเก็บที่ 6 พบว่ามีค่าความเร็วกระแสน้ำสูงสุดเท่ากับ 3.86 m/s จากการตรวจวัดในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบว่าค่าความเร็วกระแสน้ำมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ ตลอดระยะเวลาที่ได้ตรวจสอบ (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ความเร็วกระแสน้ำในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ค่าความขุ่น (Turbidity)

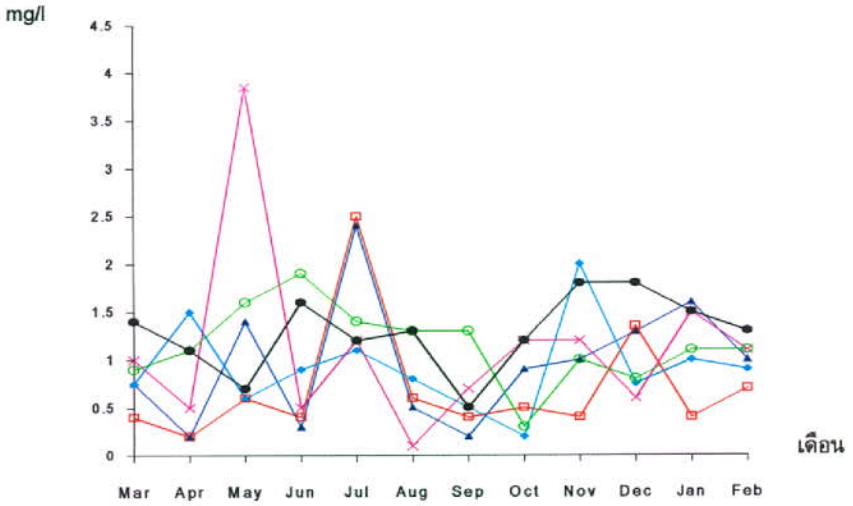
สำหรับค่าความขุ่นที่ได้ตรวจวัดในแม่น้ำจัน พบว่าอยู่ในช่วง 1.3 – 461 FTU ส่วนค่าความขุ่นที่มีค่าต่ำที่สุดพบในเดือนพฤษภาคม บริเวณจุดเก็บที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.3 FTU และค่าความขุ่นที่มากที่สุด พบในเดือนพฤษภาคมเช่นเดียวกัน แต่พบในบริเวณจุดเก็บที่ 6 มีค่าเท่ากับ 461 FTU ซึ่งมีค่าที่แตกต่างกันมาก (ภาพที่ 6)



ภาพที่ 6 ความขุ่นในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

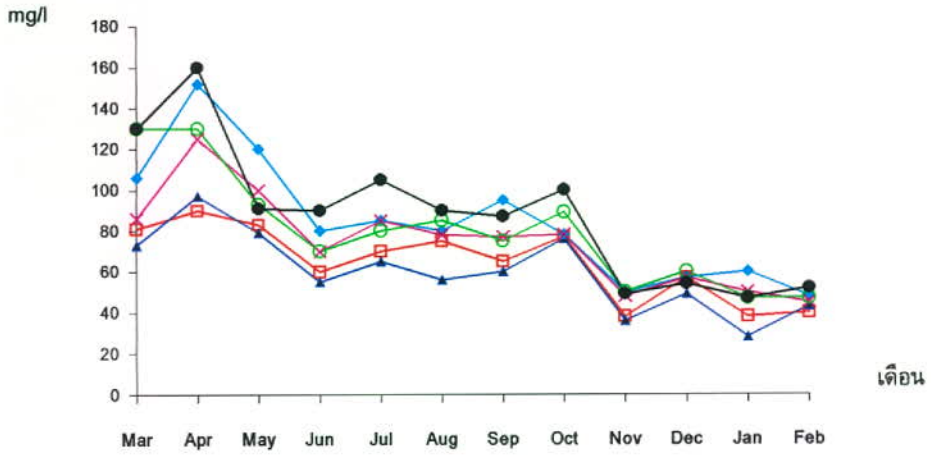
จากการตรวจวัดค่า BOD ในแม่น้ำจัน พบว่ามีค่าไม่สูงมากนัก โดยอยู่ในช่วง 0.1 – 3.85 mg/l ซึ่งค่าที่ต่ำที่สุดเท่ากับ 0.1 mg/l พบในเดือนสิงหาคม บริเวณจุดที่ 4 ส่วนค่าที่สูงที่สุดเท่ากับ 3.85 mg/l พบในเดือนเมษายน บริเวณจุดที่ 4 เช่นเดียวกัน (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 BOD ในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ค่าความเป็นด่าง (Alkalinity)

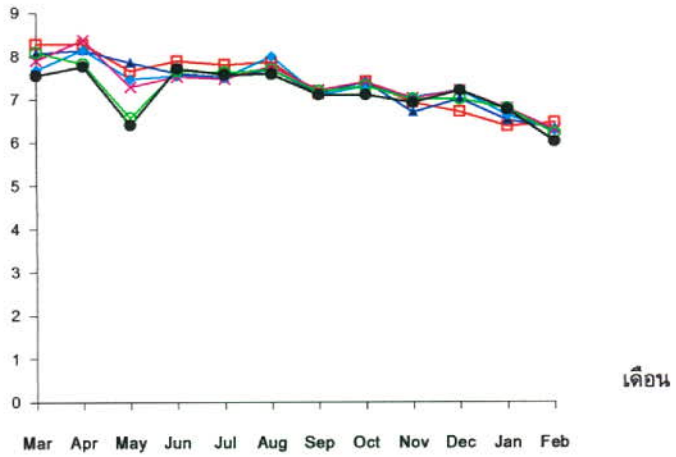
สำหรับค่าความเป็นด่างในน้ำแม่จัน พบว่าอยู่ในช่วง 28 – 160 mg/l ค่าต่ำสุดเท่ากับ 28 mg/l บริเวณจุดที่ 2 ในเดือนมกราคม และค่าสูงสุดเท่ากับ 160 mg/l บริเวณจุดที่ 6 ในเดือนเมษายน โดยค่าความเป็นด่างที่วัดได้จะมีแนวโน้มลดลงเรื่อย ๆ ตั้งแต่เดือนเมษายนจนถึงเดือนกุมภาพันธ์ และในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างจะมีค่าไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ความเป็นด่างในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

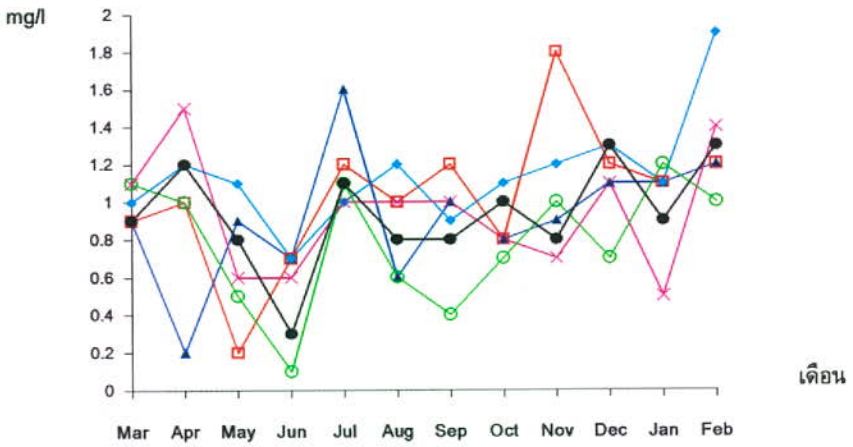
ค่าความเป็นกรด-ด่างที่ตรวจพบมีค่าลดลงจากเดือนแรกที่ทำการตรวจวัด แต่ก็ยังอยู่ในมาตรฐานของแหล่งน้ำโดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.01 – 8.38 สำหรับค่าต่ำสุดที่ตรวจพบมีค่าเท่ากับ 6.01 พบในเดือนกุมภาพันธ์ บริเวณจุดที่ 6 และค่าสูงสุดเท่ากับ 8.38 ซึ่งตรวจพบในเดือนเมษายน บริเวณจุดที่ 4 ซึ่งค่าที่ได้ในแต่ละจุดเก็บมีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ความเป็นกรด-ด่างในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ไนเตรทไนโตรเจน (Nitrate-nitrogen)

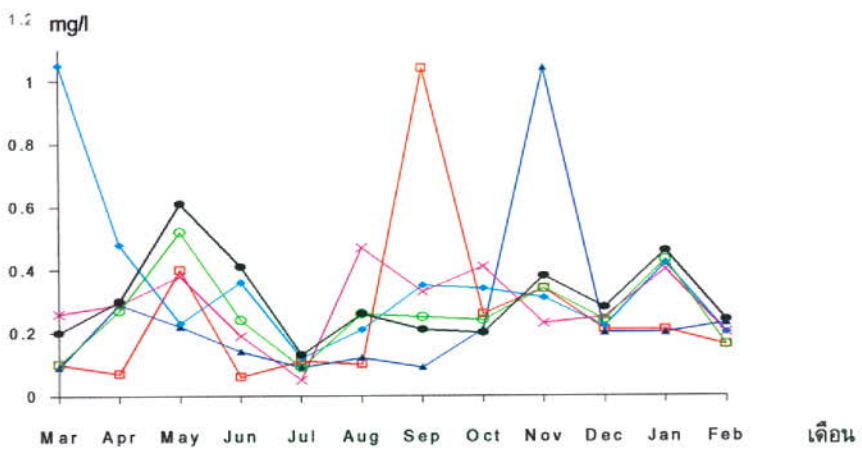
ในการตรวจวัดค่าไนเตรทไนโตรเจนพบว่าอยู่ในช่วง 0.1 – 1.9 mg/l สำหรับค่าที่ได้ในแต่ละเดือนและแต่ละจุดเก็บมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0.1 mg/l พบในเดือนมิถุนายน บริเวณจุดเก็บที่ 5 ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.9 mg/l พบในเดือนกุมภาพพันธ์ บริเวณจุดที่ 3 (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ไนเตรทไนโตรเจนในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ออโธฟอสเฟต (SRP)

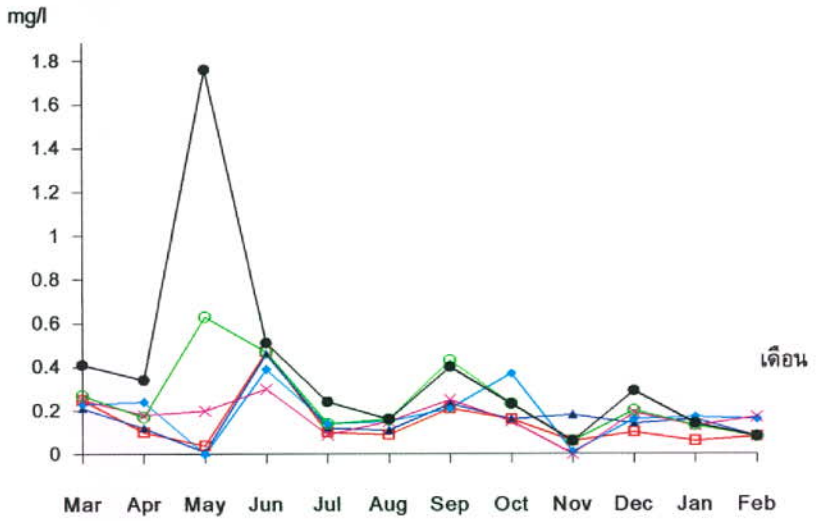
จากการตรวจหาค่าออโธฟอสเฟตในแม่น้ำจัน พบว่าอยู่ในช่วง 0.05 – 1.05 mg/l สำหรับค่าต่ำสุดพบในเดือนกรกฎาคม บริเวณจุดเก็บที่ 4 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.05 mg/l และค่าสูงสุดพบในเดือนมีนาคม บริเวณจุดเก็บที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.05 mg/l (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ออโธฟอสเฟตในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

แอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia nitrogen)

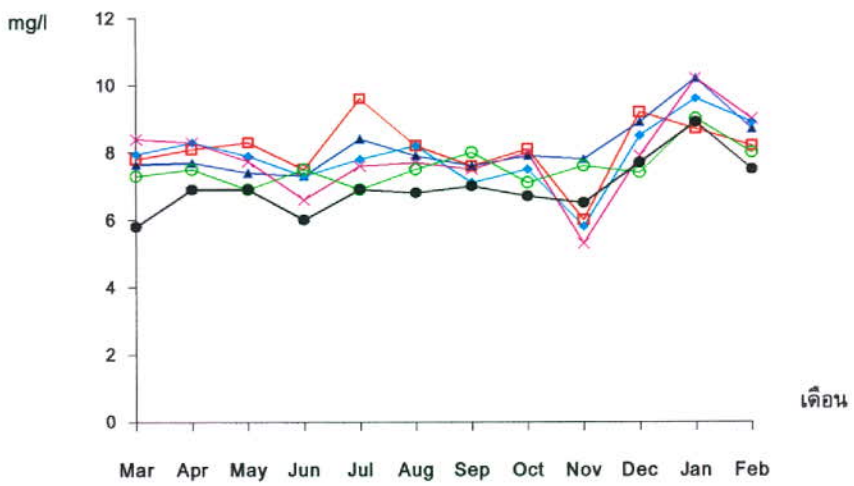
เมื่อทำการตรวจวัดแอมโมเนียไนโตรเจนในแม่น้ำจัน พบว่าค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 – 1.76 mg/l ซึ่งค่าที่ได้จะไม่แตกต่างกันมากนัก นอกจากจุดเก็บที่ 6 ในเดือนพฤษภาคม ที่มีค่าสูงมากกว่าเดือนอื่นๆ มีค่าเท่ากับ 1.76 mg/l ส่วนค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 0 mg/ l ในเดือนพฤษภาคม บริเวณจุดที่ 3 และเดือนพฤศจิกายนบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 4 (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 แอมโมเนียไนโตรเจนในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (DO)

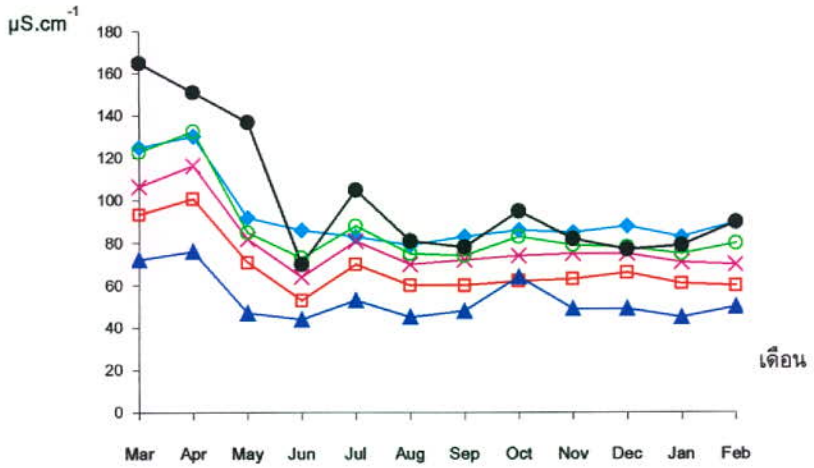
สำหรับค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำที่ตรวจวัดมีค่าอยู่ในช่วง 5.3 – 10.2 mg/l โดยค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 5.3 mg/l พบในเดือนพฤศจิกายน บริเวณจุดที่ 4 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว ส่วนค่าสูงสุดมีค่าเท่ากับ 10.2 mg/l พบในเดือนมกราคมบริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 และ 4 (ภาพที่ 13)



ภาพที่ 13 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity)

ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดค่าได้มีแนวโน้มที่ลดลงตลอดระยะเวลาที่ได้ทำการศึกษา โดยจุดที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูงสุดจะอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ในเดือนมีนาคม มีค่าเท่ากับ 164.9 $\mu S.cm^{-1}$ ค่าการนำไฟฟ้าที่ต่ำสุดพบในจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 ในเดือนมิถุนายน โดยมีค่าเท่ากับ 44 $\mu S.cm^{-1}$ (ภาพที่ 14)



ภาพที่ 14 ค่าการนำไฟฟ้าในลำน้ำแม่จัน (มีนาคม 2545 - กุมภาพันธ์ 2546)

การวิเคราะห์หาปริมาณเฮปตาคลอร์ในตัวอย่าง

นำน้ำตัวอย่างจากแม่น้ำแม่จัน ที่สกัดด้วย Dichloromethane และนำไปกำจัดสารปนเปื้อนกลุ่มที่มีสภาพขั้วสูง โดยผ่านคอลัมน์ alumina และ forisil โดยทั้งสองคอลัมน์ใส่ Na_2SO_4 ที่ปราศจากน้ำเพื่อดูดน้ำ จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาปริมาณเฮปตาคลอร์โดยใช้เครื่อง GC เช่นเดียวกับสารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์ โดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน จากการตรวจวิเคราะห์ไม่พบการปนเปื้อนของเฮปตาคลอร์ในน้ำตัวอย่างที่นำมาตรวจสอบ (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์หาปริมาณเฮปตาคลอร์ในตัวอย่าง

เดือน	จุดเก็บน้ำตัวอย่าง	ปริมาณเฮปตาคลอร์
มิถุนายน 2545	3	ไม่พบ
	5	ไม่พบ
พฤศจิกายน 2545	3	ไม่พบ
	5	ไม่พบ

ผลการหาประสิทธิภาพของการสกัด

เตรียมสารมาตรฐานเฮปตาคลอร์ ความเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น 1 ลิตร (0.8 ppm) แล้วนำมาสกัด และกำจัดสารปนเปื้อน เช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC เทียบกับความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เตรียม แสดงประสิทธิภาพของการสกัดในรูปร้อยละการได้กลับคืนของสารละลาย เฮปตาคลอร์ที่ทำการสกัด 7 ครั้ง ผลการสกัดแต่ละครั้ง แสดงในรูปร้อยละการได้กลับคืน ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพของการสกัด แสดงในรูปร้อยละการได้กลับคืนของสารมาตรฐานเข้มข้น 0.8 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค (x 10^6)	ความเข้มข้นเฮปตาคลอร์ที่ผ่านการสกัด (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ประสิทธิภาพการสกัด ในรูปร้อยละการได้กลับคืน
1	0.744551	0.74	92.50
2	0.713676	0.70	87.50
3	0.68203	0.67	83.75
4	0.654641	0.64	80.00
5	0.599089	0.59	73.75
ค่าเฉลี่ย		0.66 $\pm$ 0.0571	83.50 $\pm$ 7.14

6. ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ

นักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ 4 – 5 โรงเรียนบ้านป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแม่น้ำจันบริเวณบ้านป่าตึง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย

กิจกรรมที่ทำในภาคเรียนที่ 1

ตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาย เคมี ได้แก่ วัดอุณหภูมิน้ำ วัดความลึก วัดความขุ่น วัดความเร็วกระแสน้ำ ตรวจ DO pH และ COD ทางด้านชีวภาพใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีบ่งชี้

กิจกรรมที่ทำในภาคเรียนที่ 2

สรุป วิเคราะห์คุณภาพน้ำ จัดนิทรรศการ นำเสนอผลงาน ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์
2. นักเรียนได้เรียนรู้ทักษะการตรวจสอบคุณภาพน้ำในด้านต่าง ๆ
3. นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานเป็นขั้นต้อนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ
4. นักเรียนเกิดความร่วมมือช่วยเหลือสามัคคีกันในการทำงาน
5. องค์กร ชุมชน ผู้ปกครองได้รับรู้ถึงผลกระทบและเกิดความตระหนักเห็นคุณค่าของแม่น้ำจัน

ชุมนุมนักวิทยาศาสตร์น้อย โรงเรียนแม่จันวิทยาคม

นักเรียนได้ร่วมกันตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำจันซึ่งเป็นน้ำไหล และสระน้ำในโรงเรียนซึ่งเป็นน้ำนิ่ง โดยตรวจสอบทางด้านกายภาพ และเคมี ได้แก่ วัดอุณหภูมิ วัดความขุ่น วัด pH วัดค่าการนำไฟฟ้า และ วัด DO

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. นักเรียนมีทักษะและประสบการณ์ในการเรียนวิทยาศาสตร์มากขึ้น
2. นักเรียนเกิดความตระหนักในการรับผิดชอบ มีส่วนร่วมในการดูแลรักษา และเห็นคุณค่าของแหล่งน้ำตามท้องถิ่น

โรงเรียน บ้านห้วยมะหินฝน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย ได้ตรวจวัดคุณภาพน้ำแม่จันโดยการวัดครั้งที่ 1 วันที่ 5 ตุลาคม 2545 พบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.5 อุณหภูมิ 24 องศาเซลเซียส ความขุ่น 32 NTU ความลึก 23 เซนติเมตร ความเร็วน้ำ 2.5 วินาที และในการวัดครั้งที่ 2 วันที่ 5 กุมภาพันธ์ 2546 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง 7.0 อุณหภูมิ 14 องศาเซลเซียส ความขุ่น 30 NTU ความลึก 15 เซนติเมตร ความเร็วน้ำ 2.0 วินาที สรุปผลการทดลองทั้งสองครั้งพบว่าน้ำแม่จันอยู่ในระดับดีค่อนข้างสะอาด

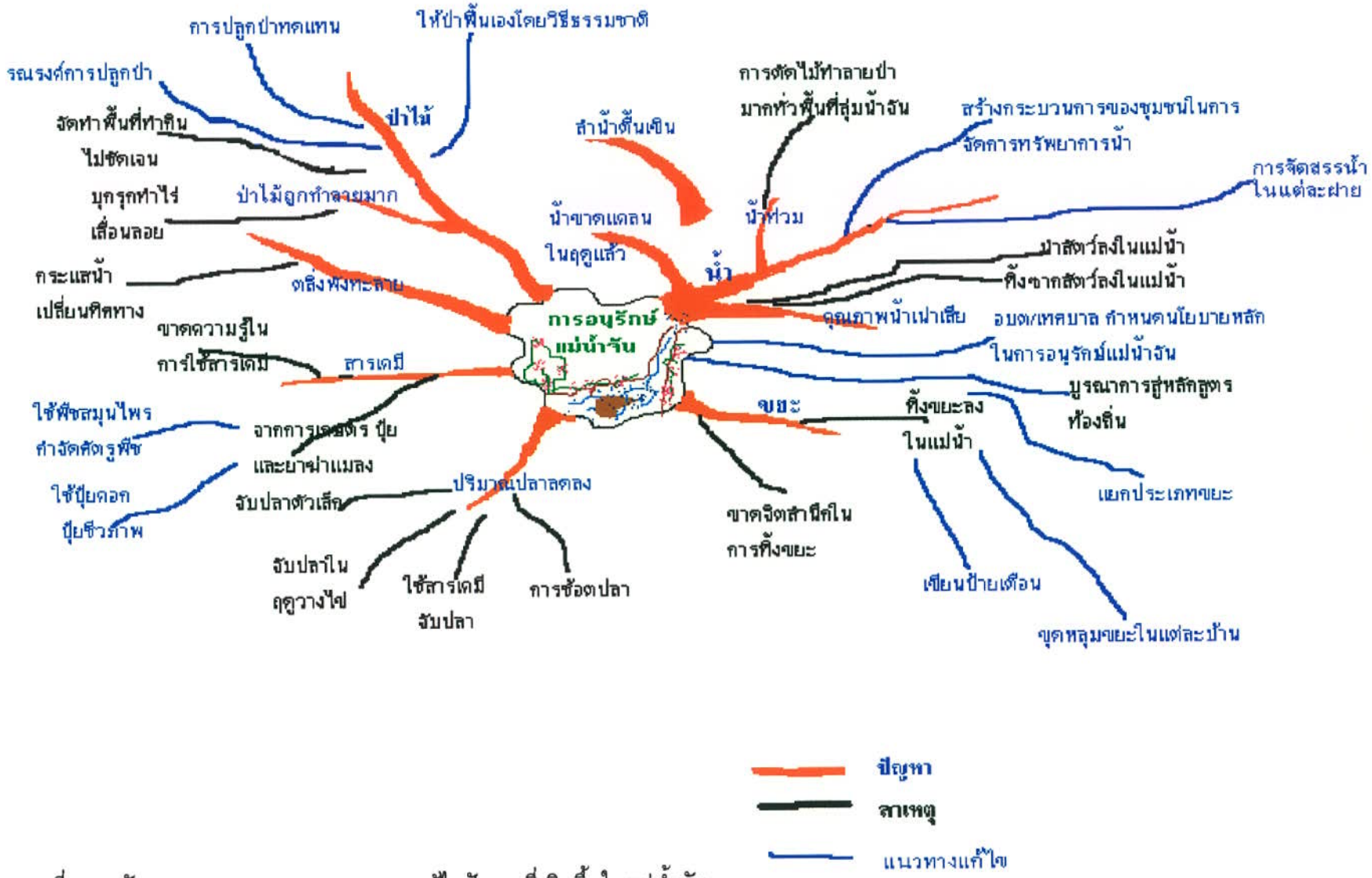
มูลนิธิพัฒนาชุมชนและเขตภูเขา ร่วมกับ องค์การบริหารส่วนตำบลป่าตึง กลุ่มโรงเรียนป่าตึง ได้ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่จัน โดยตรวจวัด 3 ครั้ง คือ เดือน สิงหาคม 2544 เดือนพฤศจิกายน 2544 และเดือนมีนาคม 2545 ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในเดือนสิงหาคมพบว่าปริมาณออกซิเจน (DO) ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 58 – 105 % เกลือแร่ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 70-150 EC ไนเตรท (NH_3-N) ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.5 – 1.25 mg/l คลอรีน (Cl_2) ในน้ำ อยู่ในช่วง 0.1 – 0.6 mg/l ฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.1 – 1 mg/l ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7 – 8 และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 25 – 28 องศาเซลเซียส เดือนพฤศจิกายน 2544 พบว่าปริมาณออกซิเจนในแม่น้ำอยู่ในช่วง 58 – 110% เกลือแร่ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 40 –70 EC ไนเตรทในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.1 – 1 mg/l คลอรีนในน้ำอยู่ในช่วง 0.1 – 0.5 mg/l ฟอสเฟตในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.1 – 0.5 mg/l ค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ในช่วง 7.5 – 8 และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 18 – 21 องศาเซลเซียส ส่วนเดือนมีนาคม 2545 พบว่าปริมาณออกซิเจนในแม่น้ำอยู่ในช่วง 50 – 75 % เกลือแร่ในแม่น้ำอยู่ในช่วง 79 – 170 EC ไนเตรทในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.5 – 1.5 mg/l คลอรีนในน้ำอยู่ในช่วง 0.1 – 0.5 mg/l ฟอสเฟตในแม่น้ำอยู่ในช่วง 0.5 mg/l ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 7.5 – 8.5 และอุณหภูมิอยู่ในช่วง 22 –29 องศาเซลเซียส

7. การร่วมมือกันในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

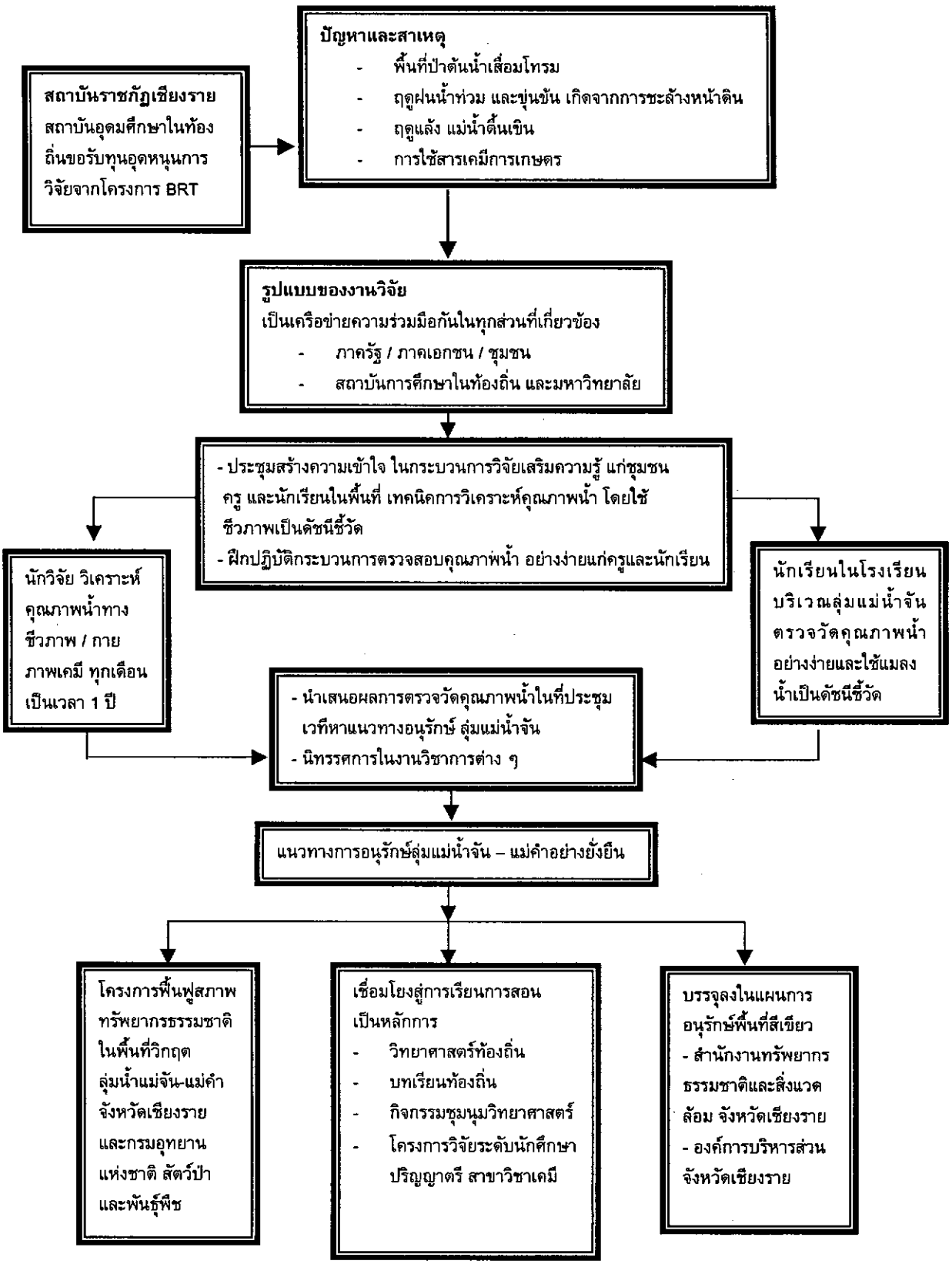
เริ่มจากการประชุมครูในโรงเรียนที่อยู่ใกล้กับลำน้ำแม่จัน เพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ และเป็นการหาแนวร่วมในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน เมื่อครูที่เข้าร่วมโครงการใช้การตรวจสอบคุณภาพน้ำเข้าสู่การเรียนการสอน จึงเกิดการขยายผลไปสู่นักเรียนในโรงเรียนต่างๆ ที่ตั้งอยู่ใกล้กับลำน้ำแม่จัน จากการที่เด็กนักเรียนได้ทำกิจกรรมตรวจสอบคุณภาพน้ำ จึงเป็นการถ่ายทอดองค์ความรู้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำไปสู่กลุ่มเยาวชนให้เกิดการพัฒนาทักษะทางวิทยาศาสตร์ และยังเป็นการปลูกจิตสำนึกในการรักษาลำน้ำแม่จันให้มีคุณภาพที่ดีสืบต่อไป นอกจากนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้องค์กร ชุมชน ผู้ปกครองได้รับรู้ถึงผลกระทบและเกิดความตระหนักเห็นคุณค่าของลำน้ำแม่จัน จากการจัดเวทีเพื่อหาแนวทางการอนุรักษ์แม่น้ำจันในวันศุกร์ที่ 21 กุมภาพันธ์ 2546 ณ ห้องประชุมโรงเรียนบ้านป่าบง ตำบลป่าตึง อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย มีผู้เข้าร่วมประชุมการหาแนวทางการอนุรักษ์แม่น้ำจัน จำนวน 140 คนได้แก่ นายอำเภอแม่จัน หัวหน้ากองสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดเชียงราย หัวหน้าและเจ้าหน้าที่หน่วยต้นน้ำแม่จัน หัวหน้าหน่วยศึกษานิเทศ สปอ.แม่จัน ประธาน รองประธาน ปลัดและสมาชิกสภา อบต. ป่าตึง ผู้ใหญ่บ้าน ตัวแทนเยาวชน เทศบาลตำบลจันจว้า ครูและนักเรียน โรงเรียนป่าบงแม่จัน โรงเรียนบ้านป่าตึง โรงเรียนบ้านปางสา โรงเรียนบ้านสันโค้ง โรงเรียนห้วยมะหินฝน โรงเรียนโป่งน้ำร้อน โรงเรียนสันติสุข โรงเรียนประชารัฐพัฒนา และโรงเรียนแม่จันวิทยาคม อาจารย์และนักศึกษาสถาบันราชภัฏเชียงราย โดยแบ่งกลุ่มเป็น 6 กลุ่ม สามารถสรุปประเด็นปัญหา สาเหตุของปัญหา และแนวทางแก้ไข ซึ่งปัญหาต่างๆ ที่พบในลำน้ำแม่จันมีอยู่ด้วยกันหลายปัญหา เช่นปัญหาขยะ สารเคมีตกค้าง น้ำเสีย ปลาในลำน้ำแม่จันลดลง ปัญหาน้ำแห้งในฤดูแล้ง ปัญหาน้ำท่วมในฤดูฝน การพังทลายของดิน เป็นต้น (ตารางที่ 10 และภาพที่ 15 และ 16)

ตารางที่ 10 ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแม่น้ำจัน

ปัญหา	สาเหตุ	แนวทางแก้ไข
1. ปัญหาขยะ	ชาวบ้านทิ้งขยะลงในแม่น้ำ	แต่ละบ้านขุดหลุมขยะและติดป้ายเตือน
2. ปัญหาสารเคมี	1. จากการเกษตร 2. จากการอุปโภคบริโภค (ผงซักฟอก)	หันมาใช้ปุ๋ยชีวภาพ ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก
3. น้ำเสีย	การเลี้ยงหมูแล้วปล่อยมูลลงสู่แม่น้ำ	ให้มีการขุดบ่อสำหรับทิ้งมูลหมู
4. ปริมาณปลาลดลง	1. ระเบิดปลา 2. จับปลาในฤดูวางไข่ 3. การใช้สารเคมีจับปลา	ติดป้ายห้ามจับปลาในฤดูวางไข่ ห้ามระเบิดปลา และห้ามใช้สารเคมีจับปลา
5. ปริมาณน้ำลดลง	ตัดไม้ทำลายป่า	1. ช่วยกันอนุรักษ์ป่าไม้ 2. ปลูกต้นไม้ทดแทน
6. ดินพังทลาย	1. การทำไร่เลื่อนลอย 2. การตัดไม้ทำลายป่า	1. รณรงค์ปลูกป่า 2. ไม่ตัดไม้ทำลายป่า 3. สร้างเขตอนุรักษ์ 4. จัดที่ทำกินให้ชุมชน
7. น้ำท่วม	การตัดไม้ทำลายป่า	1. ไม่ตัดไม้ทำลายป่า 2. ช่วยกันดูและปลูกป่า
8. ชาวบ้านขาดจิตสำนึกในการอนุรักษ์	ความเห็นแก่ตัว	อบรม ปลูกจิตสำนึกต่อการอนุรักษ์น้ำ
9. นำสัตว์ลงไปในแม่น้ำและถ่ายมูลลงในแม่น้ำ	ขาดความรับผิดชอบ	จัดให้มีแกนนำการอนุรักษ์แม่น้ำในชุมชน
10. สถานประกอบการ (โรงแรม โรงงาน โรงฆ่าสัตว์ และร้านอาหาร)ทิ้งน้ำเสียลงในแม่น้ำ	ขาดจิตสำนึกที่ดีในการดูแล อนุรักษ์น้ำ	สร้างบ่อบำบัดน้ำเสียที่มีประสิทธิภาพ



ภาพที่ 15 ปัญหา สาเหตุ และแนวทางการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในแม่น้ำจัน



ภาพที่ 16 สรุปบทเรียนกระบวนทำวิจัย เรื่อง การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่จันดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย จากการเก็บตัวอย่าง 6 จุด ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2545 ถึง กุมภาพันธ์ 2546 พบแพลงก์ตอนพืช 92 ชนิด ใน 4 ดิวิชัน เรียงตามลำดับดังนี้ Division Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta และ Cyanophyta แพลงก์ตอนพืชที่พบมากที่สุดได้แก่ *Melosira varians* Ag. รองลงมาได้แก่ *Fragilaria capucina* Desmag., *Fragilaria* sp.1 และ *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehr. ตามลำดับ โดยแพลงก์ตอนพืชส่วนใหญ่ที่พบจะเป็นไดอะตอม ซึ่งสอดคล้องกับงานของ Hynes (1970) ที่ได้ศึกษาแพลงก์ตอนพืชในระบบนิเวศน้ำไหลและพบว่าในน้ำไหลจะมีทั้งแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ แต่จะพบแพลงก์ตอนพืชมีปริมาณที่มากกว่าแพลงก์ตอนสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่แพลงก์ตอนพืชที่พบจะเป็นพวกไดอะตอม และยังสอดคล้องกับการศึกษาของ Peerapornpisal *et al.* (2000) ที่ศึกษาความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งมีลักษณะของพื้นที่ใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ โดยได้ศึกษาในช่วงเดือนเมษายน 2540 ถึง กุมภาพันธ์ 2541 และพบว่าแพลงก์ตอนพืชที่พบเป็นกลุ่มเด่นก็ได้แก่ไดอะตอมเช่นกัน จากแพลงก์ตอนพืชชนิดเด่นที่ตรวจพบซึ่งได้แก่ *Melosira varians* Ag. เมื่อนำไปพิจารณาคุณภาพของน้ำในลำน้ำแม่จันจะพบว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง (Eutrophic status) ซึ่งได้รับการยืนยันจากการศึกษาของ Van Dam *et al.* (1994) ที่พบว่า *Melosira varians* Ag. มักจะเจริญอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสารอินทรีย์สูง นอกจากนี้ในกรกฎาคมจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 พบการเจริญของแพลงก์ตอนพืชชนิด *Euglena acus* Ehrenberg ซึ่งบ่งชี้คุณภาพน้ำเสีย (Palmer, 1977) สอดคล้องกันการตรวจสอบโดยใช้แพลงก์ตอนสัตว์ และแมลงน้ำที่พบแพลงก์ตอนสัตว์ *Paramecium* sp. และแมลงน้ำ Family Chironomidae เป็นกลุ่มเด่นในจุดเก็บตัวอย่างนี้เช่นกัน ซึ่งสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำเสียได้

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมีในลำน้ำแม่จันส่วนใหญ่มีแนวที่จะลดลง เช่นค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งเป็นค่าที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณประจุบวกและลบในน้ำ แหล่งน้ำที่มีปริมาณสารอาหารต่ำจะมีประจุต่างๆ อยู่น้อย จึงทำให้ค่าการนำไฟฟ้าน้อยตามไปด้วย การวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่านขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่มีอยู่ในน้ำและอุณหภูมิของน้ำขณะที่ทำการวัด ค่าการนำไฟฟ้าไม่ได้เป็นค่าเฉพาะของอิออนตัวใดตัวหนึ่ง แต่เป็นค่ารวมของ อิออนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ (กรรณิการ์, 2525) ค่าการนำไฟฟ้าที่วัดได้ในลำน้ำแม่จันมีค่าอยู่ระหว่าง 44.0-164.9 $\mu s.cm^{-1}$ ซึ่งถือได้ว่าเป็นระดับปรกติในแหล่งน้ำทั่วๆ ไป โดยแหล่งน้ำทั่วไปจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 150-300 $\mu s.cm^{-1}$ (นันทนา, 2539) แต่ถ้ามีค่าสูงกว่า 300 $\mu s.cm^{-1}$ แสดงว่าน้ำเป็นมลพิษมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ รวมถึงแพลงก์ตอนพืชที่จัดเป็นผู้ผลิตระดับต้นๆ ของแหล่งน้ำ

ค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งต่อระบบนิเวศของน้ำ (ศิริเพ็ญ, 2543) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำในธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0 - 9.0 ช่วง ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะกับสิ่งมีชีวิตในน้ำมักจะมีค่าอยู่ในช่วง 6.0 - 8.0 น้ำธรรมชาติส่วนมากมักจะมีค่าค่าความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 7 ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในน้ำมีปริมาณอิออนพวกไบคาร์บอเนตและคาร์บอเนต เป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย (นันทนา, 2539) ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างสูงมากกว่า 10 จะทำให้น้ำขุ่นแล้วเกิดผลกระทบต่อการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช (ศิริเพ็ญ, 2543) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 6.01-8.38 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของแหล่งน้ำในสภาพธรรมชาติทั่วไป สภาพแหล่งน้ำที่มีความเป็นกลางหรือเป็นกรดเล็กน้อยจัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่อยู่ในระดับ mesotrophic ซึ่งมีความเหมาะสมกับการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ (Wetzel, 1983)

ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุด มีค่าอยู่ระหว่าง 5.3 – 10.2 mg/l เป็นปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำตามธรรมชาติจะมีค่ามากกว่า 6 mg/l (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำคือ 5 mg/l และถ้า DO มีค่าต่ำกว่า 3 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (นันทนา, 2539) และทำให้สัตว์น้ำเจริญเติบโตช้าและไม่สามารถขยายพันธุ์ได้ (มั่นสิน, 2540)

ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์จะแสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของการปนเปื้อน หรือการเน่าเสียของน้ำโดยสารอินทรีย์ ทั้งนี้เนื่องจากว่าถ้าน้ำมีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์สูง ย่อมหมายถึงว่าน้ำนั้นมีสารอินทรีย์ปนอยู่ในปริมาณมาก ค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์นี้จะบอกให้ทราบถึงปริมาณของก๊าซออกซิเจนที่ละลายน้ำที่จะต้องถูกใช้ไปในการย่อยสลายสารอินทรีย์เมื่อน้ำในแหล่งน้ำถูกปนเปื้อน บอกให้ทราบถึงภาวะของเสีย (Waste loading) ของกระบวนการบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพ และยังบอกให้ทราบถึงประสิทธิภาพของกระบวนการดังกล่าวด้วย (วิไลลักษณ์, 2531) น้ำที่มีคุณภาพที่จะนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภค โดยต้องผ่านกระบวนการบำบัดก่อนจะต้องมีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ไม่เกิน 1.5 mg/l และในลำน้ำแม่จันที่ทำการเก็บตัวอย่างมีค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์อยู่ระหว่าง 0.1 – 3.85 mg/l ซึ่งถึงได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากสารสารอินทรีย์ เนื่องจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนมักตรวจพบค่าปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์มากกว่า 2 mg/l (ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

ไนเตรทไนโตรเจนปกติจะมีอยู่ปริมาณน้อยในน้ำธรรมชาติ โดยจะตรวจพบไนเตรทไนโตรเจนในแหล่งน้ำธรรมชาติได้ไม่เกิน 10 mg/l และบ่อยครั้งที่พบไม่เกิน 1 mg/l ถ้าหากไนเตรทไนโตรเจนมีความเข้มข้นมากกว่า 20 mg/l จะเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (นันทนา, 2539) จากการเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุดเก็บตัวอย่างพบการปนเปื้อนของไนเตรทไนโตรเจนที่มีค่าอยู่ระหว่าง 0.2-1.9 mg/l จัดเป็นแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของสารอาหาร แต่ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พ.ศ. 2537 ที่กำหนดปริมาณของไนเตรทไนโตรเจนในแหล่งน้ำไว้ไม่เกิน 5.0 mg/l

แอมโนเนียไนโตรเจนที่ตรวจพบในลำน้ำแม่จันตลอดช่วงเวลาที่ตรวจสอบมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1.76 mg/l ซึ่งจัดเป็นระดับปกติของแหล่งน้ำในธรรมชาติ โดยในน้ำตามธรรมชาติจะมีปริมาณน้อยกว่า 1.00 mg/l ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เพราะถ้ามีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนสูงจะทำให้ระดับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแหล่งน้ำสูงขึ้นก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นได้ (นันทนา, 2539) โดยเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน พ.ศ. 2537 ที่กำหนดปริมาณของแอมโมเนียไนโตรเจนในแหล่งน้ำไว้ไม่เกิน 0.5 mg/l

ปริมาณออโธฟอสเฟตที่วิเคราะห์ได้จากจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 6 จุดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-1.05 mg/l ออโธฟอสเฟตเป็นสารอาหารจำกัดสำหรับการเติบโตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ถ้ามีออโธฟอสเฟตมากเกินไปจะทำให้เกิดสภาพที่เรียกว่า eutrophication โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากแหล่งน้ำมีการปนเปื้อนของไนเตรทมาก จะมีผลให้พืชน้ำและสาหร่ายเจริญได้อย่างรวดเร็ว อาจทำให้เกิดการขาดออกซิเจนในแหล่งน้ำอันเนื่องมาจากการตายและการย่อยสลายที่เกิดขึ้นอย่างมากมาย (นันทนา, 2539) จากปริมาณของออโธฟอสเฟตที่ตรวจพบจัดได้ว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีมลภาวะ เพราะมีปริมาณของออโธฟอสเฟตมากกว่าเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่กำหนดให้มีปริมาณของออโธฟอสเฟต 0.01-0.03 mg/l และคุณภาพน้ำเฉลี่ยของแหล่งน้ำในประเทศไทยจะมีออโธฟอสเฟตอยู่ในช่วง 0.10-0.50 mg/l

ปริมาณของสารปราบศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนคลอรีนในการวิจัยครั้งนี้ใช้ heptachor เป็นสารมาตรฐาน เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการแยกและเมื่อนำน้ำตัวอย่างมาวิเคราะห์ พบว่าแม่น้ำจันไม่พบทั้งเฮปตาคลอร์ และสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอื่น ซึ่งในการวิจัยได้หาความแม่นยำในการวิเคราะห์ในวันเดียวที่ทำการวิเคราะห์ (interprecision) แสดงในรูป %CV ได้ค่าเท่ากับ = 11.59 และเมื่อทำ Quality control โดยใช้สารมาตรฐานเฮปตาคลอร์ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้ร้อยละการได้กลับคืนเท่ากับ 109.60 (±12.94) (n=7) และหาประสิทธิภาพของการสกัดโดยใช้สารมาตรฐานที่ระดับความเข้มข้น 8 มิลลิกรัมต่อลิตร ทำการสกัดเช่นเดียวกับสารตัวอย่าง แสดงประสิทธิภาพของการสกัดในรูปร้อยละการได้กลับคืนได้ค่าเท่ากับ 83.50 (± 7.14) (n = 5) เนื่องจากสารออร์กาโนคลอรีนไม่ละลายน้ำดังนั้นอาจตกตะกอนไปบางส่วน

หากพิจารณาปริมาณ total coliform และ fecal coliform bacteria พบว่าน้ำในลำน้ำแม่จันเป็นแหล่งน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนจากของเสียของคนและสัตว์เลือดอุ่น เนื่องจากตามปกติ 95% ของ coliform bacteria จะพบได้ในทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่น (Tortora *et. al.*, 1995) หากพิจารณาคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จันตลอดระยะเวลาที่ศึกษาจะพบว่าคุณภาพน้ำจะอยู่ในประเภทที่ 3 ตามเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน แต่ในเดือนกรกฎาคมในจุดเก็บตัวอย่างที่ 6 คุณภาพน้ำจะอยู่ในประเภทที่ 4

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จันนอกจากจะใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ทางโครงการได้เพิ่มการใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วย เนื่องจากทางโครงการได้ขยายความร่วมมือการตรวจสอบคุณภาพน้ำไปสู่โรงเรียนที่อยู่ใกล้กับลำน้ำแม่จัน และพบว่าการใช้แมลงน้ำเป็นดัชนีในการตรวจสอบคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมกับกิจกรรมของนักเรียนและความพร้อมของโรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ เพราะการเก็บตัวอย่างทำได้ง่ายไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบที่มีราคาแพง สามารถประยุกต์ใช้วัสดุที่มีอยู่ในการเก็บตัวอย่างได้ ซึ่งต่างจากการใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนีในการตรวจสอบ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เครื่องมือสำหรับการตรวจสอบที่มีราคาแพง เช่น กล้องจุลทรรศน์

ทางโครงการได้สอนวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายและมอบชุดตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายให้แก่โรงเรียนที่เข้าร่วมโครงการ โดยได้มอบชุดตรวจสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ชุดตรวจสอบค่าซีโอดี ชุดตรวจสอบค่าความขุ่นของน้ำ และชุดตรวจสอบความเร็วของกระแสน้ำ ซึ่งทางโรงเรียนสามารถนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างคร่าวๆ ได้ อันจะเป็นประโยชน์ต่อนักเรียนในด้านการออกฝึกปฏิบัติจริง ก่อให้เกิดการพัฒนากระบวนการและทักษะทางด้านวิทยาศาสตร์ ผลของการนำวิธีตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จันลงสู่การเรียนการสอนทั้งในระดับประถมศึกษา มัธยมศึกษา และในระดับอุดมศึกษา จึงก่อให้เกิดความต่อเนื่องของงาน ทำให้มีข้อมูลของคุณภาพน้ำอย่างสม่ำเสมอ จึงเห็นการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้น ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อการรักษาและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำไม่ให้เกิดการเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกฝังและสร้างจิตสำนึกในการรักษาคุณภาพน้ำให้แก่นักเรียนนักศึกษาอีกด้วย

จากการเชื่อมโยงการศึกษาระหว่างคณะผู้วิจัย นักศึกษาและนักเรียนในโรงเรียนที่ตั้งอยู่ใกล้ลำน้ำแม่จัน จึงเกิดการขยายผลสู่ชุมชน ก่อให้เกิดการประชุมร่วมกันในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จันและเกิดโครงการต่างๆ ติดตามมา ได้แก่ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้จัดทำร่างฉบับสมบูรณ์ **"โครงการฟื้นฟู สภาพทรัพยากรธรรมชาติในพื้นที่วิกฤต ลุ่มน้ำแม่จัน-แม่คำ จังหวัดเชียงราย"** ระยะที่ 1 2546-2550 และครูจาก 12 โรงเรียนในเขตอำเภอแม่จัน จะใช้แม่น้ำจันลงสู่การเรียนการสอนชุดวิทยาศาสตร์ท้องถิ่น **"แม่น้ำจัน"** นอกจากนี้ทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้องพร้อมให้ความร่วมมือในการอนุรักษ์และปรับปรุงแม่น้ำจันให้มีคุณภาพที่ดีต่อไป

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นจากการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างและตรวจสอบคุณภาพน้ำ ระหว่างนักวิจัย / นักเรียน การกำหนดวันไม่สามารถกำหนดให้ตรงกันได้ เพราะนักวิจัยจะเก็บในวันหยุดราชการ (เสาร์-อาทิตย์) ซึ่งไม่ตรงกับวันที่มีการเรียนการสอนของนักเรียน
2. ในฤดูฝน น้ำจะหลากมาก นักเรียนไม่สามารถทำกิจกรรมได้ เพื่อความปลอดภัยของนักเรียน / ครูผู้ควบคุม
3. การตรวจสอบหา Detergent ในแหล่งน้ำอย่างง่ายในกิจกรรมของนักเรียนไม่สามารถทำได้ เพราะหาซื้อแผ่น PVC ที่มีคุณสมบัติย้อมสีติดไม่ได้
4. ชุด Kit ตรวจสอบหา COD ยังหาวิธีการบรรจุให้มีอายุการใช้ในระยะเวลาเกินกว่า 7 วัน ไม่ได้จะต้องทดลองหารูปแบบในขั้นตอนต่อไป
5. ชุดตรวจสอบหา DO อย่างง่ายสำหรับนักเรียนจะต้องหาวิธีการบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมและปลอดภัย กำลังดำเนินการต่อเนื่องอยู่

บรรณานุกรม

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

กาญจนภาชน์ ลิ่วมโนมนต์. 2527. **สาหร่าย.** คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

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

โฉมยง ไชยอุบล. 2541. **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับการกระจายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปี 2540-2541.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชลินดา อริยเดช. 2539. **สหสัมพันธ์ของสารอาหารบางชนิดและแพลงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง เชียงใหม่.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ตรัย เป๊กทอง. 2541. **ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำสา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 330 ถึง 550 เมตร.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ทัตพร คุณประดิษฐ์. 2543. **ความหลากหลายทางชีวภาพของแพลงก์ตอนพืชและสาหร่ายขนาดใหญ่ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.** ภาควิชาชีววิทยา วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์และเพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ. 2536. **ปฏิบัติการอย่างง่ายสำหรับการวิเคราะห์น้ำเสีย.** กรุงเทพมหานคร : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

นนทรัฐ อินยิ้มและปภากร เปาลานวัฒน์. 2537. **การศึกษาคุณภาพน้ำของลุ่มน้ำห้วยแก้ว.** ปัญหาพิเศษวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นพรัตน์ ฤาชา และยุวดี พีรพรพิศาล. 2529. **การสำรวจแพลงก์ตอนพืชในกว๊านพะเยา.** เอกสารการประชุมทางวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ 11. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นันทนา คชเสนี. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด.** สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นารี ศรีอุตตะมะโยธิน และยุวดี พีรพรพิศาล. 2530. **การสำรวจสาหร่ายในคูเมืองเชียงใหม่โดยใช้ตาข่ายแพลงก์ตอน.** เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 12. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2537). 2537. **เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดผิวดิน.** เล่ม 111 ตอนที่ 162 ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

ประเสริฐ ไวยะกา. 2541. **ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและเบนทิคอัลจีในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย ระดับความสูง 600 ถึง 1,075 เมตร.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พรทิพย์ จันทรมงคล. 2539. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้กลุ่มสัตว์หน้าดิน การติดตามคุณภาพน้ำทางด้านเคมีและชีวภาพ เพื่อประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของต้นน้ำและลุ่มน้ำแม่น้ำปิง.** ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์ และ ไพพรรณ พรประภา. 2540. **การจัดการคุณภาพน้ำและการบำบัดน้ำเสียในบ่อเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ.** เล่มที่ 1. ภาควิชาวิศวกรรมสภาพแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ยุพิน ถือตำ. 2537. **การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำจากลำธารดอยอินทนนท์และแม่น้ำปิงโดยใช้ไบโอติดและซาไพรบิก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล. 2546. **สาหร่ายวิทยา.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล ฉมาภรณ์ นิวาศบุตรและสาคร พรหมขัติแก้ว. 2538. **การศึกษาเบื้องต้นทางผลกระทบในการผันน้ำเมย-สาละวินลงลุ่มน้ำเจ้าพระยา.** เอกสารรายงานผลการศึกษาของบริษัทปัญญา คอนซัลแตนท์ ร่วมกับภาควิชาวิศวกรรมสภาวะแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุวดี พีรพรพิศาล ฉมาภรณ์ นิวาศบุตร สมร คลื่นสุวรรณ กนกพร กวีวัฒน์ และสาคร พรหมขัติแก้ว. 2543. **ความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ในลำน้ำแม่สา อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จังหวัดเชียงใหม่.** ใน *รวมบทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์.* (หน้า 16) โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2538. **แพลงก์ตอนพืช.** ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร.

ลัดดา วงศ์รัตน์. 2541. **แพลงก์ตอนสัตว์.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

วรรณดา พิพัฒน์เจริญชัย และลัดดา วงศ์รัตน์. 2543. **ความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ในจังหวัดกาญจนบุรี.** ใน *รวมบทคัดย่อโครงการวิจัยและวิทยานิพนธ์.* (หน้า 15) โครงการพัฒนา องค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย.

วิไลลักษณ์ กิจจนะพานิช. 2538. **คู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2543. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สุคนธ์ คล่องดี. 2534. **ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับชนิดและปริมาณของสาหร่ายในอ่างเก็บน้ำของการประปาเชียงราย**. การค้นคว้าแบบอิสระเชิงวิทยานิพนธ์ วิทยศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการสอนชีววิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุดมลักษณ์ สมพงษ์. 2541. **การกระจายของแพลงก์ตอนพืชและโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอ่างเก็บน้ำสวนหลวง ร.9 จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

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

Best, E.P.H. and J. Haeck. 1982. **Ecological indicators for the assessment of the quality of air water, soil, and ecosystems**. *Environmental Monitoring and Assessment*. 3(4) : 205-405.

Chessman, B.C. 1986. **Dietary studies of aquatic insects from two Victorian rivers**. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*. 37: 129-146.

Croft, P. S. 1986. **A key to the Major Groups of British Freshwater Invertebrates.** Field Studies council, Central Services Preston Montford, Montfort Bridge, Shrewsbury.

Edington, J. M. and A. G. Hildrew. 1995. **A Revised Key to the Caseless Caddis Larvae of the British Isles with Notes in their Ecology.** Freshwater Biological Association, London.

Elliott, J. M.; U. H. Humpesch and T. T. Macan. 1988. **Larvae of the British Ephemeroptera A Key with Ecological Notes.** Freshwater Biological Association, London.

Foged, N. 1971. Freshwater Diatoms in Thailand. *Nova Hedwigia*. 22: 267-363.

Huber-Pestalozzi, G. 1938. **Das Phytoplankton des Subwassers: Blaualgen, Bakterien, Pilze, 1**. Teil. E. Schweizerbart' Sche Verlagsbuchandlung, Stuttgart.

Huber-Pestalozzi, G. 1983. **Das Phytoplankton des Subwassers : Crytophyceae, Chlorophyceae**, 3. Teil. E. Schweizerbart' Sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.

Hynes, H.B.N. 1970. **The Ecology of Running Waters**. University of Toronto Press, Toronto.

Hynes, H. B. N. 1984. **Adults and Nymphs of British Stonflies (Plecoptera).** Freshwater Biological Association, London.

Montienart, B and M Pimporn. 1995. **Studies on Zooplankton Community and Fish Species in the Eutrophic-Water of Huey Jo Reservoir, Chiang Mai Thailand.** Department of Fisheries Techonlogy, Faculty of Agricultural Production. Mae Jo University, Thailand.

Naganuma, T. 2001. **Japan-Thailand Environmental Education Symposium : Workshop on the Teaching Materials for Environmental Education**. Aichi University of Education, Japan.

Palmer, M. C. 1977. **Algae and Water Pollution**. National Technical Information Service, Cincinnati.

Peerapornpisal, Y. 1996. **Phytoplankton Seasonality and Limnology of the Three Reservoirs in the Huai Hong Khrai Royal Development Study Centre, Chiang Mai, Thailand**. Dissertation of the Ph.D. degree. Institute of Botany University of Innsbruck, Austria.

Peerapornpisal, Y. 2000. **Diversity of Phytoplankton and Benthic Algae in Mae Sa Stream, Doi Suthep-Pui National Park, Chiang Mai**. *Nat. Hist. Bull. Siam Soc.* 48 : 193-211.

Prescott, G. W. 1970. **How to Know the Freshwater Algae**. W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, Iowa.

Round, F. E. 1981. **The Biology of the algae**. Edward Arnold Limites, London.

Sangpradub, N.; Y. Inmuong ; C. Hanjavanit and U. Inmuong. No date. **A Correlation Study Between Freshwater Benthic Macroinvertebrate Fauna and Environmental Quality Factors in Nam Pong Basin Thailand** [on line]. Available : http://www.geocilities.com/ CapeCanaveral/Launchpad/3239/index.html [1999, August 3].

Sannarm, G. 1993. **Biological Surveillance Using Macroinvertebrates of the Quality of the Mae Kwuang River the Northern Region Industrial Estate.** M. S. Thesis Chiang Mai University.

Savage, A. A. 1989. **Adults of the British Aquatic Hemiptera Heteroptera a Key with Ecological Notes.** Freshwater Biological Association, London.

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

Tortora, G. J. ; B. R. Funke and C. L. Case. 1995. **Microbiology an Introduction.**, 5th. The Bonjamin/Cummings Publishing Company, Inc., California.

Van Dam, H. ; A. Mertens and J. Sinkeldam. 1994. **A Coded Checklist and Ecological Indicator Values of Freshwater Diatoms From The Natherlands**. *Natherlands Journal of Aquatic Ecology*. 28(1) : 117-133.

Wetzel, R. G. 1983. **Limnology**. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Whitford, L.A. and G.J. Schumacher. 1969. **A Manual of the Freshwater Algae in North Carolina.** The North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
ก-1 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ
ก-2 วิธีการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย
ก-3 ตารางเอ็มพีเอ็น ระบบ 9 หลอด
ภาคผนวก ข. การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย
ภาคผนวก ค. วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี
ภาคผนวก ง. มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน
ภาคผนวก จ. ดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำจืดของไทย
ภาคผนวก ฉ. กิจกรรมความร่วมมือในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน
ฉ-1 การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ
ฉ-2 กิจกรรมของนักเรียนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ
ฉ-3 กิจกรรมของชุมชนในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน
ฉ-4 กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของคณะผู้วิจัย
ฉ-5 การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน
ภาคผนวก ช. การเผยแพร่ผลงานวิจัย
ภาคผนวก ซ. คู่มือตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย

ภาคผนวก ก

การตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. วิธีการเตรียมอาหาร Lauryl tryptose broth (LB) มีดังต่อไปนี้

ส่วนประกอบ

Trytose	20	g
Lactose	5	g
Dipotassium hydrogen phosphate (K_2HPO_4)	2.75	g
Postassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4)	2.75	g
Sodium chioride (NaCl)	5	g
Sodium lauryl sunfate	0.1	g
น้ำกลั่น	1,000	ml

เตรียมอาหารจากอัตราส่วนของอาหาร LB ในน้ำ 1,000 ml ใช้อาหาร 13 g เตรียมอาหารให้มีความเข้มข้น 2 เท่า และ 1 เท่า ในอัตราส่วนของอาหาร LB คนให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน นำอาหาร LB ความเข้มข้น 2 เท่า บรรจุลงหลอดทดลองขนาดใหญ่ที่มีหลอดดักแก๊ส ใส่อาหารหลอดละ 10 ml เสร็จแล้วปิดฝาให้พอดีไม่แน่นเกินไป และนำอาหาร LB ความเข้มข้น 1 เท่า ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กที่บรรจุหลอดดักแก๊สเรียบร้อยแล้ว ปิดฝาให้พอดีไม่แน่นเกินไป นำหลอดอาหารที่เตรียมไว้ทั้งหมด ใส่ลงถุงพลาสติกนำไปฆ่าเชื้อใน Autoclave ที่ความดัน 121 ปอนด์ ต่อ 15 นาที

2. วิธีการเตรียมอาหาร Brilliant green lactose bile broth (BGLB) มีดังนี้

ส่วนประกอบ

Bacto Peptone	10	g
Bacto Oxgall	20	g
Bacto Lactose	10	g
Brillian Green	0.0133	g
น้ำกลั่น	1,000	ml

วิธีเตรียมอาหาร เตรียมอาหารจากอัตราส่วนของอาหาร BGLB 2% ในน้ำ 1,000 ml ใช้อาหาร 40 g ชั่งอาหารตามอัตราส่วนนำไปละลายในน้ำกลั่นคนให้ละลาย จากนั้นนำอาหารที่เตรียมไว้ ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กที่บรรจุหลอดดักแก๊ส ปิดฝาให้พอดีไม่แน่นเกินไป นำไปฆ่าเชื้อ

3. วิธีการเตรียมอาหาร *Escherichia coli* medium (EC medium)

ส่วนประกอบ

Bacto Tryptose	20	g
Bacto Lactose	5	g
Bile Salts No.3	1.5	g
Dipotassium Phosphate	4	g
Monopotassium Phosphate	1.5	g
Sodium Chloride	5	g
น้ำกลั่น	1,000	ml

เตรียมอาหารจากอัตราส่วนของอาหาร EC ในน้ำ 1,000 ml ใช้อาหาร 37 g ทำการชั่งอาหาร EC medium ตามอัตราส่วนละลายในน้ำกลั่นคนให้อาหารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นนำอาหารที่เตรียมไว้ ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดเล็กที่บรรจุหลอดดักแก๊ส ปิดฝาให้พอดีไม่แน่นเกินไป นำไปฆ่าเชื้อ

วิธีการตรวจสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

วิธีตรวจสอบปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด โดยวิธี Multiple tube fermentation technique และระบบหลอดเลี้ยงเชื้อที่ใช้คือ 3-3-3 หลอด ซึ่งใช้ตัวอย่างน้ำที่เก็บด้วยขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว การตรวจสอบมีขั้นตอนดังนี้

1. การตรวจสอบขั้นประมาณการณ์ แบ่งอาหารเลี้ยงเชื้อ ออกเป็น 3 ชุด ชุดละ 3 หลอด ดังนี้

1.1 ชุดแรก ใช้ปิเปตขนาด 10 ml ดูดตัวอย่างน้ำปริมาตร 10 ml ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ ที่บรรจุอาหาร LB ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 3 หลอด หลอดละ 10 ml

1.2 ชุดที่ 2 ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ดูดตัวอย่างน้ำปริมาตร 1 ml ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหาร LB ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า จำนวน 3 หลอด หลอดละ 1ml

1.3 ชุดที่ 3 ใช้ปิเปตขนาด 1 ml ดูดตัวอย่างน้ำปริมาตร 0.01 ml ใส่ลงในหลอดทดลองที่บรรจุอาหาร LB ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า จำนวน 3 หลอด หลอดละ 0.01 ml

1.3.1 นำหลอดทั้ง 3 ชุด เข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

1.3.2 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจดูว่าหลอดดักแก๊สหลอดใดเกิดแก๊ส ถ้ายังไม่เกิดแก๊สให้เพาะเชื้อต่อไปอีก 24 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมดเป็น 48 ชั่วโมง จากนั้นตรวจดูการเกิดแก๊สอีกครั้ง แล้วนำหลอดที่เกิดแก๊ส ไปตรวจสอบในขั้นยืนยันต่อไป

2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน

2.1 นำหลอดที่เกิดแก๊สจากขั้นประมาณการณ์ มาถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองที่บรรจุ อาหาร BGLB โดยในการถ่ายเชื้อ ใช้ห่วงถ่ายเชื้อ ถ่ายเชื้อแบบเต็มห่วง จำนวน 2 ครั้ง

2.2 นำไปหลอดอาหาร BGLB ที่ถ่ายเชื้อเรียบร้อยแล้ว ไปเพาะเชื้อที่ตู้ incubator อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส

2.3 เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ทำการตรวจดูว่าหลอดดักแก๊สหลอดใดเกิดแก๊ส ถ้ายังไม่เกิดแก๊สให้เพาะเชื้อต่อไปอีก 24 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมดเป็น 48 ชั่วโมง จากนั้นตรวจดูการเกิดแก๊สอีกครั้ง โดยหลอดที่เกิดแก๊สแสดงว่าผลการทดลองเป็นบวก สามารถยืนยันได้ว่าในน้ำตัวอย่างมีการปะปนของพวกโคลิฟอร์มแบคทีเรีย นับจำนวนหลอดอาหารที่เกิดแก๊สใน แต่ละชุด แล้วบันทึกจำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส

นำจำนวนหลอดที่ได้ไปเทียบค่ากับตาราง MPN ค่า MPN คือ จำนวนสูงสุดของโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด ที่อาจพบได้ในน้ำตัวอย่างที่ทำการตรวจสอบ ในการเทียบค่ากับตาราง MPN ให้เทียบตามระบบหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ โดยนำจำนวนหลอดที่เกิดก๊าซใน แต่ละชุดมาเทียบกับหลอดที่ใส่น้ำตัวอย่างในปริมาณเท่ากัน กับตาราง MPN เช่น ในการวิจัยครั้งนี้ จะแบ่งหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ เป็น 3 ชุด ชุดละ 3 หลอด

โดยชุดที่ 1 ที่ใส่น้ำตัวอย่าง 10 ml นำจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สในชุดนี้ ไปเทียบค่ากับหลอดที่ใช้น้ำตัวอย่าง 10 ml ของตาราง MPN

ชุดที่ 2 ที่ใส่น้ำตัวอย่าง 1 ml นำจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สในชุดนี้ ไปเทียบกับหลอดที่ใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml ของตาราง MPN

ชุดที่ 3 ที่ใส่น้ำตัวอย่าง 0.1 ml นำจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สในชุดนี้ ไปเทียบกับหลอดที่ใช้น้ำตัวอย่าง 0.1 ml ของตาราง MPN ตัวอย่างเช่น

ชุดที่ 1 ใช้น้ำตัวอย่าง 10 ml เกิดผลบวก 2 หลอด จากทั้งหมด 3 หลอด

ชุดที่ 2 ใช้น้ำตัวอย่าง 1 ml เกิดผลบวก 1 หลอด จากทั้งหมด 3 หลอด

ชุดที่ 3 ใช้น้ำตัวอย่าง 0.1 ml เกิดผลบวก 1 หลอด จากทั้งหมด 3 หลอด

ผลของจำนวนหลอดที่เกิดผลบวกคือ 2-1-1 นำไปเทียบกับตาราง MPN จะได้ค่า MPN index ของตัวอย่างน้ำเป็น 20 โคโลนี ต่อน้ำตัวอย่าง 100 ml

วิธีตรวจหาปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย Multiple-tube fermentation technique และระบบหลอดเลี้ยงเชื้อที่ใช้ คือ 3-3-3 หลอด

1. การตรวจสอบขั้นประมาณการณ์

ทำเช่นเดียวกับขั้นประมาการณ์ในการตรวจหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด

2. การตรวจสอบขั้นยืนยัน

2.1 นำหลอดเลี้ยงเชื้อในแต่ละชุดที่เกิดแก๊สในขั้นประมาณการณ์ มาถ่ายเชื้อลงในหลอดทดลองที่บรรจุ อาหาร EC Medium โดยใช้ห่วงถ่ายเชื้อ ถ่ายเชื้อแบบเต็มห่วง จำนวน 2 ครั้ง

2.2 นำไปเพาะเชื้อที่ water bath อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เมื่อครบ 24 ชั่วโมง ตรวจดูว่าหลอดดักแก๊สหลอดใดเกิดแก๊ส ถ้ายังไม่เกิดแก๊สให้เพาะเชื้อต่อไปอีก 24 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งหมดเป็น 48 ชั่วโมง จากนั้นเมื่อครบ 48 ชั่วโมงตรวจดูการเกิดแก๊สอีกครั้ง และนับจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สโดยหลอดที่เกิดแก๊สนั้นแสดงว่าให้ผลการทดลองเป็นบวก นำจำนวนหลอดที่เกิดแก๊สไปเทียบกับตาราง MPN

ตารางที่ 11 ค่าเอ็มพีเอ็นของระบบ 9 หลอด ขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จำนวนหลอดที่เกิดแก๊ส	MPN/100 ml
0-0-0	< 3
0-0-1	3
0-1-0	3
0-2-0	-
1-0-0	4
1-0-1	7
1-1-1	11
1-2-0	11
2-0-0	9
2-0-1	14
2-1-0	15
2-1-1	20
2-2-0	21
2-2-1	28
2-3-0	-
3-0-0	23
3-0-1	39
3-0-2	64
3-1-0	43
3-1-1	75
3-1-2	120
3-2-0	93
3-2-1	150
3-2-2	210
3-3-0	240
3-3-1	460
3-3-2	1,100
3-3-3	≥2400

ภาคผนวก ข

การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย

การหาซีโอดีอย่างง่าย

ซีโอดี หรือความต้องการออกซิเจนในการสลายตัวสารเคมี (Chemical Oxygen Demand) เป็นการวัดหาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสลายสารเคมีในแหล่งน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวชี้การใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีค่าซีโอดีสูง แสดงว่ามีการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำมาก จะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนลดลง

เครื่องมือ

เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

วัสดุอุปกรณ์

1) Beaker ขนาด 250 ml
2) Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml
3) Test tube ขนาดเล็ก
4) Volumetric flask ขนาด 1000 ml,100 ml
5) Transfer pipette ขนาด 10 ml
6) Measuring pipette ขนาด 10 ml
7) ขวดขนาดเล็ก

สารเคมี

1) โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide) สูตรเคมี NaOH (AR. บริษัท CARLO)
2) กลูโคส (Glucose) สูตรเคมี $C_6H_{12}O_6$ (AR. บริษัท Fisher chemical)
3) Celite ^{R} 544 (AR.บริษัท fluka)
4) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนส (Potassium permanganate) สูตรเคมี $KMnO_4$ (AR. บริษัท CARLO)

การเตรียมสารละลาย

การเตรียม Stock Glucose

ชั่ง กลูโคสมาจำนวน 3 กรัมใส่ใน Beaker ละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 ml จะได้ กลูโคส ที่มีความเข้มข้น 3,000 ppm.

การเตรียมสารละลายสำหรับทำ Standard Color Table

เตรียมสารมาตรฐาน โดยปิเปต กลูโคส มา 4.16, 8.33 , 16.67 , 24.17 , 40.83 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ครบ100 มิลลิลิตรขวดวัดปริมาตร สารละลายกูลโคส จะมีค่าซีโอดีเท่ากับ 25 ppm., 250 ppm., 500 ppm., 725 ppm. และ 1,225 ppm. ตามลำดับ

วิธีการทดลอง

การทำ Standard Color Table

1. ชั่ง Celite มาจำนวน 5 กรัม และ $KMnO_4$ จำนวน 0.05 กรัม จากนั้นทำการบดให้ผสมกัน และทำการบดจนได้สารผสมสีม่วง
2. เติม NaOH จำนวน 4 กรัมลงไป จากนั้นทำการผสมกัน จะได้สารผสมสีเขียว
3. เติม Celite ลงไปอีก 45 กรัม ผสมให้เข้ากัน
4. ทำการ ชั่งสารผสมใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก จำนวน 0.1 , 0.2 , 0.3 , 0.4 , 0.5 , 0.6 กรัม
5. เติมสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ลงไปจำนวน 10 ml สังเกตสี พร้อม กับจับเวลา
6. บันทึกภาพเพื่อ นำไปใช้เทียบในการทดลองสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังแสดงในภาพที่ 17

ภาพที่ 17 สีของสารละลายที่มีค่าซีโอดีต่างๆ กัน

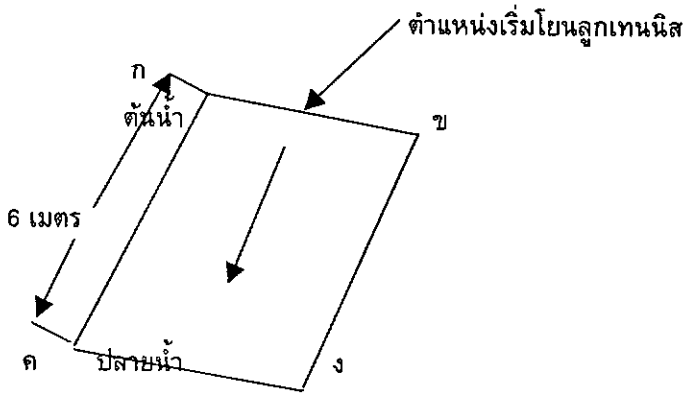
การวัดความเร็วของกระแสน้ำ

อุปกรณ์

1. เชือก
2. ลูกเทนนิส
3. สายวัด
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. วัดระยะริมฝั่งทั้งสองข้างของแม่น้ำให้มีความยาว 6 เมตร ให้ใช้ไม้ทำเป็นหลัก ตามภาพใช้ไม้ปัก ทั้ง 4 จุก (ก ข ค และ ง) แล้วใช้เชือกขึงข้ามแม่น้ำ ดังภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การวัดความเร็วของกระแสน้ำ

2. โยนลูกเทนนิส จากต้นน้ำ (ก และ ข) พร้อมกับจับเวลา จนลูกเทนนิสไปถึงปลายน้ำ (ค และ ง) บันทึกเวลาที่ลูกบอลเคลื่อนที่จากแนว ก – ข ถึง ค – ง ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง
3. คำนวณความเร็วของกระแสน้ำ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ลูกบอลทั้ง ดังสูตร

$$\text{ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตร/วินาที} = \frac{\text{ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ (เมตร)}}{\text{เวลาที่ใช้ (วินาที)}}$$

การวัดความลึกเฉลี่ยของแหล่งน้ำ

การวัดความลึกจะทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ

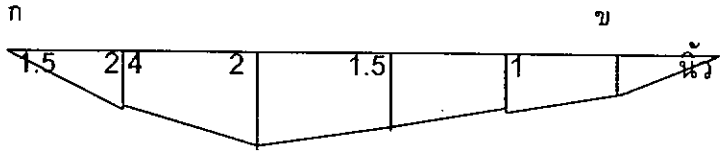
อุปกรณ์

1. เชือกฟาง
2. ไม้ที่มีเมตรที่มีหน่วยทั้งนิ้วและเซนติเมตร หรือไม้บรรทัด (ในกรณีที่แหล่งน้ำมีความลึกไม่เกิน 1 ฟุต)

วิธีวัด

1. การวัดความลึกจะทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ ทำโดยแบ่งเชือกที่ขึงไว้ (ก และ ข หรือ ค และ ง) ในภาพ 1 ออกเป็นช่วงๆ ละ 1 ฟุต และใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัดวัดความทุกช่วงที่แบ่งไว้ บันทึกความลึกแต่ละช่วง

2. คำนวณหาความลึกเฉลี่ย โดยนำลึกทุกจุดที่วัดในแต่ละช่วงรวมกัน/จำนวนช่วงที่ที่แบ่ง ดังตัวอย่างภาพ 2 แบ่งความกว้างของแหล่งน้ำเป็น 6 ช่วงๆ ละ 1 ฟุต ความลึกที่วัดได้จากจุด ก ไปยังจุด ข มีค่าเท่ากับ 1.5, 2.4, 2, 1.5, และ 1 นิ้วตามลำดับ (ภาพที่ 19)



ภาพที่ 19 การวัดความลึกของแหล่งน้ำ

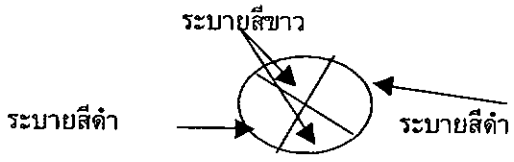
ความลึกเฉลี่ยของแหล่งน้ำ = (1.5 + 2.4 + 2 + 1.5 + 1)/ 6 = 1.4 นิ้ว

การวัดความขุ่น

ความขุ่นมีผลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ เพราะถ้าแหล่งน้ำมีความขุ่นมากจะทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น และถ้าแหล่งน้ำมีความขุ่นมากกว่า 100 หน่วยความขุ่นอาจกระทบต่อการดำรงชีวิตและการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ

อุปกรณ์

หลอดแก้วขนาดสูง 1 เมตร ที่มีสเกลหน่วยความขุ่น และมีแผ่นที่ระบายด้วยสีดำดังภาพที่ 20 ไว้ที่ก้นของหลอดแก้ว



ภาพที่ 20 การวัดค่าความขุ่น

วิธีการวัดความขุ่น

1. ใส่น้ำให้เต็มหลอดแก้ววัดความขุ่น

2. ค่อยเปิดน้ำออกจนสามารถมองเห็นที่ดำและสีขาวที่กันขวด แล้วปิดน้ำ อ่านความขุ่นที่สเกลข้างหลอด บันทึกผล

การวัดอุณหภูมิ

อุณหภูมิของแหล่งน้ำมีผลต่อการเมตาบอลิสม (metabolism) ของพืชและสัตว์น้ำ และอัตราการการเกิดกระบวนการทางเคมีของสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ อุณหภูมิของแหล่งน้ำต้องเหมาะสมกับการแพร่พันธุ์และการมีชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะคงทนได้ต่ออุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่แตกต่างกัน นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการละลายออกซิเจนของแหล่งน้ำ อุณหภูมิสูงทำให้ออกซิเจนละลายลดลง และสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะคงทนต่อปริมาณออกซิเจนต่ำสุดได้ไม่เท่ากัน สิ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้แก่ แสงของดวงอาทิตย์ ถ้าแสงจ้าในตอนกลางวันจะทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำสูงขึ้น ถ้าอุณหภูมิสูงอาจเป็นสาเหตุให้ปลาตาย การตัดต้นไม้ริมฝั่งน้ำ ซึ่งเป็นร่มเงาของเป็นสัตว์น้ำ ทำให้ผิวน้ำได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรงจึงทำให้อุณหภูมิสูง ความขุ่นก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากตะกอนสามารถดูดกลืนแสงอาทิตย์

อุปกรณ์

การวัดอุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทำด้วยแอลกอฮอล์ ทำให้เห็นชัดเจน เนื่องจากมีสีแดง

วิธีการวัดอุณหภูมิ

1. ให้วัดอุณหภูมิของน้ำ ที่จุดเก็บน้ำตัวอย่างเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำอื่น ๆ และต้องในเวลาเดียวกันที่เก็บน้าตัวอย่างมาวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในแหลางน้ำให้ลึกกว่าระดับผิวของแหล่งน้ำลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร

2. ปล่อยให้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในผิวน้ำ จนระดับอุณหภูมิคงที่ และให้ปล่อยทิ้งไว้อีก 3 นาที

3. ดึงเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นจากน้ำ แล้วให้อ่านอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดถูกต้องที่สุด อย่าเขย่าเทอร์โมมิเตอร์ เพราะจะทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป บันทึกอุณหภูมิน้ำลงในใบงาน

การวัดปริมาตรออกซิเจนละลาย

สัตว์และพืชน้ำน้ำใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเรียกว่าออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) หรือดีโอ (DO) มีหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายเป็นตัวชี้บอกคุณภาพของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 9.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีมาก ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ทีมีออกซิเจนละลาน้อยกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงทำให้สัตว์น้ำที่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่นปลาเคลื่อนที่อยู่ที่อื่นที่มีปริมาณออกซิเจนพียงพอ แต่ถ้าเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีความทนทานต่อปริมาณออกซิเจนที่ลดลงอาจตาย ส่วนสัตว์น้ำที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ เช่นหอยเกิดความเครียดและตายในสุดถ้าปริมาณออกซิเจนไม่เพิ่มขึ้น

ปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ จะเปลี่ยนแปลงตลอด 24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ออกซิเจนละลายในน้ำเย็นได้ดีกว่าในน้ำร้อน (ตารางที่ 12) ในช่วงเช้ามืดปริมาณออกซิเจนจะต่ำกว่าในช่วงกลางวัน เนื่องจากไม่มีแสงพืชน้ำยังไม่สังเคราะห์แสง

ตาราง 12 ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร	อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร	อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร
13	10.52	23	8.65	33	7.16
14	10.24	24	8.40	34	7.16
15	10.07	25	8.24	35	6.93
16	9.85	26	8.09	36	6.82
17	9.65	27	7.95	37	6.71
18	9.45	28	7.81	38	6.61
19	9.26	29	7.67	39	6.51
20	9.07	30	7.54	40	6.41
21	8.90	31	7.41	41	6.41
22	8.72	32	7.28	42	6.22

วิธีการดำเนินการหาออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ

ขวดเก็บน้ำตัวอย่างต้องใช้ขวดบีโอดีปริมาตร 300 มิลลิลิตร ซึ่งมีฝาปิด ถ้าแหล่งน้ำไม่ลึกสามารถเดินลงได้ จะต้องเก็บน้ำตัวอย่างในน้ำ โดยทำดังนี้

1. สถานที่เก็บน้ำตัวอย่าง ต้องลึกพอที่จะสามารถปิดจุกขวดในขณะที่ขวดจมอยู่ในน้ำ ให้ตระหนักว่าแขนของผู้เก็บน้ำตัวอย่างจะต้องอยู่ในน้ำ
2. เดินลงในแหล่งน้ำ อย่างระมัดระวังไม่ให้แหล่งน้ำเกิดการเคลื่อนที่ แล้วยืนหันหน้าเข้าฝั่งด้านใดด้านหนึ่ง
3. ผู้เก็บน้ำตัวอย่าง ต้องไม่ยืนอยู่ทางต้นน้ำ โดยขวดอยู่ทางด้านปลายน้ำ เปิดฝาขวดแล้วจุ่มขวดลงในน้ำอย่างช้าๆ โดยชี้ปากขวดไปทางปลายน้ำ จนปากขวดจมน้ำ ปล่อยให้น้ำไหลเข้าขวดอย่างช้า และหลีกเลี่ยงที่จะทำให้น้ำเกิดคลื่น (เพราะจะทำให้ปริมาณออกซิเจน) จนน้ำไม่ไหลเข้าขวดแต่น้ำจะไม่เต็มขวด เนื่องจากขวดเอียง ค่อยๆตั้งขวดขึ้นในน้ำ จนน้ำเต็มขวด จะยังคงให้ขวดจุ่มอยู่ในน้ำประมาณ 2 ถึง 3 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศ
4. ปิดจุกในน้ำ แล้วยกขวดขึ้นจากน้ำ และให้สังเกตดูที่คอขวดใต้จุก ถ้าเห็นฟองอากาศให้เก็บน้ำตัวอย่างใหม่
5. ให้ตรึงออกซิเจนอย่างทันที โดยทำดังนี้
   5.1 เปิดจุกแล้วเติมสารเคมีลงในน้ำตัวอย่าง
   5.2 ดูดสารสารขวดที่ 1 (สารละลายแมงกานีสซัลเฟต) โดยใช้หลอดหยดที่ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารขวดที่ 2 (alkali-iodide azide reagent หรือ AIA) ลงไปอีก 1 มิลลิลิตร
   5.3 ปิดฝาขวดแล้วเขย่าขวด โดยการกลับขวดไปมาหลายครั้ง ถ้าในแหล่งน้ำมีออกซิเจนจะเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงขึ้น ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าไม่มีออกซิเจน
   5.4 ตั้งขวดทิ้งไว้จนตกตะกอน ตอนนี้แสดงว่าออกซิเจนในแหล่งน้ำถูกตรึงไว้แล้ว สามารถเก็บไว้ แล้วนำมาไทเทรตในห้องปฏิบัติการได้นานถึง 8 ชั่วโมง แต่ถ้าจะไทเทรตในพื้นที่ ปล่อยให้ตกตะกอนลงไปครึ่งขวด
   5.5 เติมสารขวดที่ 3 (กรดซัลฟิวริกเข้มข้น) 1 มิลลิลิตร แล้วปิดฝาขวด จากนั้นเขย่าขวด โดยการกลับขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด จะได้สารละลายสีเหลือง นำไปไทเทรต

5.6 ในการไทเทรตจะใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างเริ่มต้น 200 มิลลิลิตร แต่ในทางปฏิบัติจะต้องใช้น้ำที่ตรึงไนโตรเจนแล้ว 201 มิลลิลิตร เนื่องจาก ได้เติมสารเคมีที่ใช้ในการตรึงออกซิเจนไป 2 มิลลิลิตร ดังนั้นต้องใช้น้ำ = 200 x 300/ (300-2) = 201 มิลลิลิตร ถ้าจะใช้ขวดที่ตรึงออกซิเจนในการไทเทรต ทำโดยเทน้ำออกจากขวด 99 มิลลิลิตร ใช้น้ำที่เหลือในการไทเทรต

5.7 ดูดสารละลายขวดที่ 4 (โซเดียมไทโอซัลเฟต) โดยใช้กระบอกฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำมาหยดในขวดที่บีโอดีที่ใช้ตรึงออกซิเจนในหัวข้อ 5.6 ทีละหยด โดยในขณะที่หยดต้องเขย่าขวดเพื่อให้สารผสมกัน จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีแหลืองอ่อน

5.8 เติมสารละลายขวดที่ 5 (น้ำแป้ง) ลงไป 6 หยด เขย่าสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม

5.9 ให้หยดสารละลายขวดที่ 4 ต่อจนสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ให้บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตทั้งหมด

5.10 ปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับปริมาตรโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต

5.11 บันทึกปริมาณออกซิเจนละลายในใบงาน

ภาคผนวก ค

วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

วิเคราะห์สารเคมีปราบศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนคลอรีน

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง Gas Chromatography ยี่ห้อ Varian
2. เครื่องระเหยสุญญากาศ ยี่ห้อ BUCHI รุ่น CH- 9230
3. กรวยแยก
4. คอลัมน์
5. ไมโครปิเปต

สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1. Dichloromethane (CH_2Cl_2),AR. บริษัท Fisher Chemicals ประเทศสหรัฐอเมริกา
2. Anhydrous sodium sulfate (Na_2SO_4), บริษัท Merck ประเทศเยอรมันนี
3. Aluminiumoxide acids (Al_2O_3), บริษัท Merck ประเทศเยอรมันนี
4. Florisil (60-100 u.s. mesh), บริษัท BDH Laboratory ประเทศอังกฤษ
5. Hexane (C_6H_{14}),AR.บริษัท J.T. Baker ประเทศสหรัฐอเมริกา
6. Diethyl ether $(C_2H_5)_2O$,AR. บริษัท Lab Scan ประเทศไทย
7. Petroleum ether,AR. บริษัท Lab Scan ประเทศไทย
8. สารมาตรฐาน เฮปตาคลอร์ (50 ppm)

การเตรียมสารตัวอย่าง

1. สารละลาย 6% Diethyl ether (ใน Petroleum ether) 200 มิลลิลิตร เติม Diethyl ether 12 มิลลิลิตร ละลายใน Petroleum ether ปรับปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตร

2. สารละลาย 15 % Diethyl ether (ใน Petroleum ether) 200 มิลลิลิตร เติม Diethyl ether 30 มิลลิลิตร ละลายใน Petroleum ether ปรับปริมาตรให้เป็น 200 มิลลิลิตร

วิธีการวิเคราะห์

การเก็บตัวอย่าง

1. ทำความสะอาดขวดเก็บน้ำ แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง
2. ขวดที่ใช้เก็บตัวอย่าง หุ้มด้วย อลูมิเนียม ฟรอยด์ (Aluminium foil) เพื่อป้องกันแสง
3. การเก็บตัวอย่าง จะใช้วิธีเก็บแบบจ้วง คือ การเก็บจุดเดียว ใช้เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด
4. หลังเก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำ จะเก็บรักษาตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส โดยการแช่ไว้ในน้ำแข็ง

การสร้างกราฟมาตรฐาน (Calibration Curve)

เตรียมสารมาตรฐานเฮปตาคลอร์

เตรียมสารมาตรฐานเฮปตาคลอร์ 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จาก stock solution เข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยใช้สารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์ปริมาณ 40, 80, 120 และ 160 ไมโครลิตร ใส่ในขวดปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 5 มิลลิลิตร ด้วย Dichloromethane จากนั้นนำไปวิเคราะห์โดย Gas Chromatography (GC)โดยใช้ capillary column (DB 1) โดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 150°C และให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 4°C ต่อ 1 นาที อุณหภูมิที่หน่วยวัดเท่ากับ 250°C อุณหภูมิที่ตัวตรวจวัดเท่ากับ 300°C นำความเข้มข้นและพื้นที่ใต้พีคมาพล๊อตกราฟ

หาความแม่นยำของวิธีวิเคราะห์

หาความแม่นยำของการวิเคราะห์แบบ Intraprecision คือทำวันเดียวกับที่ทำการวิเคราะห์น้ำตัวอย่าง โดยใช้สารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์ที่ระดับความต่ำสุดของกราฟมาตรฐานคือ ความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร มาวิเคราะห์หาความเข้มข้นด้วย GC โดยเทียบกับมาตรฐาน โดยทำซ้ำ 7 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหา % CV

การสกัดสารตัวอย่าง

1) นำน้ำตัวอย่างปริมาณ 1 ลิตร สกัดด้วย Dichloromethane ปริมาตร 100 มิลลิลิตร
2) แยกชั้นน้ำออกจากชั้นของ Dichloromethane และนำชั้นน้ำมาสกัดด้วย Dichloromethaneอีก 2 ครั้ง
3) รวมชั้นของ Dichloromethane ทั้ง 3 ครั้ง เข้าด้วยกัน
4) นำชั้น Dichloromethane ทำให้เข้มข้นด้วย evaporator ให้เหลือปริมาตร 10 มิลลิลิตร

5) นำสารที่สกัดได้ไปกำจัดสารปนเปื้อน (Clean up) โดยผ่านคอลัมน์ Alumina และ Florisil

การกำจัดสารปนเปื้อนสารสกัดน้ำตัวอย่าง โดยผ่านคอลัมน์ Alumina และ Florisil Partitioning

1) การเตรียม Alumina column

- ใส่สำลีในคอลัมน์ขนาด 2 x 30 cm
- บรรจุ anhydrous Na_2SO_4 มีความสูง ½ นิ้ว
- ปิด Stopcock แล้วเติมเฮกเซน
- ใส่ alumina ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร ให้มีความสูงประมาณ 30 มิลลิลิตร จากนั้นค่อยๆ เทลงในคอลัมน์และปล่อยให้เรียงตัวให้แน่น แล้วเติม Na_2SO_4 ที่ปราศจากน้ำลงไปให้มีความสูง 1 นิ้ว เมื่อเรียงตัวเรียบร้อยให้เปิด Stopcock ปล่อยให้เฮกเซนไหลผ่านคอลัมน์ โดยให้เฮกเซนอยู่สูงกว่าผิวของ Na_2SO_4 ประมาณ 1/8 นิ้ว แล้วจึงปิด Stopcock

2) นำสารสกัดจากน้ำตัวอย่างมาทำให้เข้มข้นโดยไล่ตัวทำละลายออกให้เหลือ 3 มิลลิลิตร จากนั้นใส่สารสกัดเข้มข้นลงในคอลัมน์ แล้วเติมเฮกเซนที่ใช้ล้างขวดสารสกัด 3 ครั้งๆ ละ 3 มิลลิลิตร

3) เปิด Stopcock แล้ว ชะด้วยเฮกเซนอีก 85 มิลลิลิตร

4) นำสารที่ได้จากคอลัมน์มาระเหยให้เหลือปริมาตร 3 มิลลิลิตร แล้วนำไปผ่านคอลัมน์ที่บรรจุด้วย Florisil

5) เตรียมคอลัมน์ Florisil เช่นเดียวกับ Alumina Column ต่างกันเพียงหลังจากใส่สำลี ไม่ต้องใส่ Na_2SO_4 แต่ใส่ Florisil ให้มีความสูง 4 นิ้ว และ Na_2SO_4 ที่ปราศจากน้ำให้มีความสูง ½ นิ้ว แล้วเติมเฮกเซนให้ท่วม Na_2SO_4

6) ใส่สารที่ผ่าน Alumina Column หลังทำให้เข้มข้นเหลือปริมาตร 3 มิลลิลิตร (ข้อ 4) ในคอลัมน์ Florisil ล้างขวดด้วยเฮกเซนอีก 3 ครั้ง ๆ ละ 3 มิลลิลิตร แต่ละครั้งให้เติมลงในคอลัมน์

7) ล้างคอลัมน์ด้วย 6% Diethyl ether (ใน Petroleum ether) 200 มิลลิลิตร จนเหลือปริมาตรจากบนผิวของคอลัมน์ 1/8 นิ้ว จากนั้นล้างด้วย 15% Diethyl ether (ใน Petroleum ether) 200 มิลลิลิตร

8) นำสารที่ผ่าน Florisil มาทำให้เข้มข้นด้วยให้เหลือปริมาตร 3 มิลลิลิตร

9) สุดท้ายปรับปริมาตรให้เป็น 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วย GC

การวิเคราะห์หาปริมาณสารออร์กาโนคลอรีนในน้ำตัวอย่าง

นำตัวอย่างน้ำที่สกัดแล้วมาแยกมาวิเคราะห์ด้วย GC โดยใช้ ECD เป็นตัวตรวจวัด ในสภาวะเดียวกับที่สร้างกราฟมาตรฐาน โดยก่อนการวิเคราะห์ได้ทำ Quality control โดยใช้สารมาตรฐานเฮปตาคลอร์ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร มาวิเคราะห์ด้วย GC เทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อแสดงความถูกต้องของกราฟมาตรฐาน แสดงผลการทดลองในรูปร้อยละการได้กลับคืนจากสูตร

ร้อยละการได้กลับคืน = 100 x (ความเข้มข้นเฮปตาคลอร์จากการทดลอง /ความเข้มข้นที่แท้จริงของเฮปตาคลอร์)

การหาประสิทธิภาพของการสกัด

โดยใช้สารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์เข้มข้น 0.8 ppm มาดำเนินการสกัด และกำจัดสารปนเปื้อนโดยการผ่านคอลัมน์ Alumina และ Florisil เช่นเดียวกับน้ำตัวอย่าง โดยทำซ้ำ 7 ครั้ง แล้วนำไปหาปริมาณ ด้วยเครื่อง GC เทียบกับความเข้มข้นกับกราฟมาตรฐาน แสดงประสิทธ์ของการสกัดในรูปร้อยละการได้กลับคืนจากสูตร

ร้อยละการได้กลับคืน = 100 x (ความเข้มข้นเฮปตาคลอร์จากการทดลอง /ความเข้มข้นที่แท้จริงของเฮปตาคลอร์)

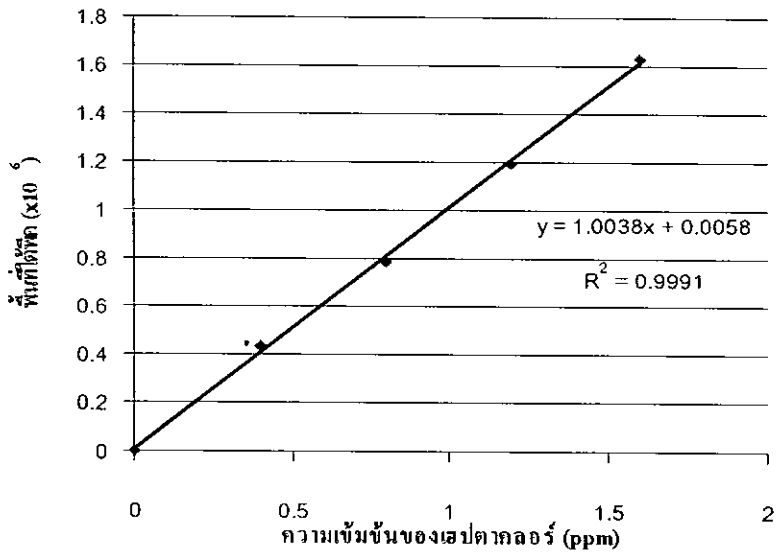
สร้างกราฟมาตรฐานวิเคราะห์หาปริมาณเฮปตาคลอร์

โดยใช้สารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์ที่มีความเข้มข้นต่างกัน 4 จุด คือ 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC พื้นที่ใต้พีค ที่ความเข้มข้นต่าง แสดงในตารางที่ 13 และกราฟมาตรฐานแสดงในภาพที่ 21

ตารางที่ 13 พื้นที่ใต้พีคของสารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์เข้มข้น 0.4, 0.8, 1.2 และ 1.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ความเข้มข้นเฮปตาคลอร์ (ppm)	0.4	0.8	1.2	1.6
พื้นที่ใต้พีค *	0.432454	0.78957	1.196404	1.625603

*พื้นที่ใต้พีค x 10^6



ภาพที่ 21 กราฟมาตรฐานการวิเคราะห์เฮปตาคลอร์

การหาความแม่นยำ ของการวิเคราะห์

ในวิเคราะห์ได้หาความแม่นยำแบบ Intraprecision โดยใช้สารละลายมาตรฐานเฮปตาคลอร์เข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นความเข้มข้น ณ จุดต่ำสุดของกราฟมาตรฐาน นำมาหาปริมาณเทียบกับกราฟมาตรฐาน โดยทำการทดลองซ้ำ 7 ครั้ง นำค่าที่ได้ แสดงความแม่นยำในรูป %CV ผลการทดลองแสดงในตาราง 14 และ 15

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์ความแม่นยำ

ครั้งที่	พื้นที่ใต้พีค* (Heptachlor = 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร)	เฮปตาคลอร์ที่อ่านได้จากกราฟ (มิลลิกรัมต่อลิตร)
1	0.503756	0.49
2	0.438192	0.43
3	0.517313	0.50
4	0.483653	0.47
5	0.397606	0.39
6	0.439483	0.43
7	0.374027	0.36
$\bar{x}$		0.44 ± 0.051
SD		0.051
%CV		11.59

* พื้นที่ใต้พีค (x 10^6)

ตาราง 15 Quality control แสดงความถูกต้องในรูป ร้อยละการได้กลับคืนของเฮปตาคลอร์ มาตรฐาน ที่ใช้ สารละลายมาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร

ครั้งที่	เฮปตาคลอร์ที่อ่านได้จากกราฟ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ร้อยละการได้กลับคืน
1	0.49	122.50
2	0.43	107.50
3	0.50	125.00
4	0.47	117.50
5	0.39	97.50
6	0.43	107.50
7	0.36	90.00
$\bar{x}$		109.60 ± 12.94

การหาค่าฟอสฟอรัส

การตรวจวิเคราะห์หาค่าฟอสฟอรัส โดยวิธี ascorbic acid

ออร์โธฟอสเฟตเป็นรูปเดียวที่สามารถวิเคราะห์หาได้โดยตรง สำหรับรูปอื่นจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงกลับมาเป็นออร์โธฟอสเฟตก่อนจึงจะทำการวิเคราะห์ได้ในการวิเคราะห์ฟอสฟอรัสนั้น โดยปกติจะนิยมวัดหาความเข้มข้นของฟอสเฟตทั้งหมด (Total phosphate) และออโธฟอสเฟต

การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงผลกระทบเนื่องจากการใช้ผงซักฟอกในการชำระล้างเครื่องมือ เพราะจะมีผลทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดในแง่ของการประเมินที่มากเกินไป ดังนั้นจึงต้องใช้สารละลายสำหรับทำความสะอาดที่ไม่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ และจะต้องชำระล้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคาระห์ด้วยสารละลายกรดก่อน และในกรณีที่จะต้องเก็บตัวอย่างไว้นานเกิน 1-2 ชม. ก็จะต้องเก็บไว้ในสภาพแช่แข็ง

อุปกรณ์

1. Spectrophotometer ซึ่งประกอบด้วย red phototube และ filter ซึ่งตั้งความาวคลื่นที่ 880 nm
2. หลอดแก้วชนิดพิเศษ ขนาด 1 นิ้ว
3. น้ำยาล้างแก้วที่เป็นกรด (ล้างเครื่องแก้วต่างๆ ด้วย 1-2 N HCL ก่อน แล้วจึงล้างด้วยผงซักฟอกที่ปราศจากฟอสเฟต แล้วล้างด้วยน้ำประปา แล้วล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่นเป็นครั้งสุดท้าย)
4. สารเคมี
5. Autoclave หรือ boliling water bath
6. แผ่นอะลูมินั่ม
7. Sulfuric acid solution
8. Ammonium molybdate reagent
9. Potassium antimonyl tartrate
10. Ascorbic acid solution
11. Strong sulfuric acid solution (เติม 30 ml conc. H_2SO_4 ลงในน้ำกลั่น 60 ml)
12. Mixed reagent (เติม 5 ml Potassium antimonyl tartrate ลงใน 50 ml sulfuric acid แล้วผสมให้เข้ากันอีก เติม 15 ml Ammonium molybdate reagent แล้วผสมเช่นเดิม สารนี้จะต้องเตรียมใหม่ทุกครั้งที่วิเคราะห์)
13. Stock phosphorus solution (1.00 ml = 0.05 mg P) ละลาย 0.2197 gm Potassium dihydrogen phosphate (KH_2PO_4) โดยอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 $^{\circ}C$ นาน 1 ชม. ในน้ำกลั่น ทำปริมาตรให้เท่ากับ 1 litre แล้วเติม 1ml chloroform สารละลายนี้จะต้องเก็บไว้ในที่มืดในตู้เย็นและจะเก็บไว้ได้นานเป็นเดือน

14. Standard solution (1.00 ml = 0.05 mg P) เจือจาง 10.0 ml ของ stock phosphorus solution ให้เป็น 1 litre ด้วยน้ำกลั่น สารละลายนี้จะเก็บไว้ใช้ได้ไม่เกิน 1-2 วัน
15. Digestion reagent เตรียมจาก 5% solution (W.V) ของ potassium persulfate ($K_2S_2O_8$) โดยละลาย 50 g ของ $K_2S_2O_8$ ลงในน้ำกลั่นให้เป็นปริมาตร 1 litre Phenolphthalein indicator

การหาค่า ออโธฟอสเฟต

การตรวจวิเคราะห์หาค่าออโธฟอสเฟต (Solution Reactive Phosphorus, SRP)

น้ำตัวอย่างที่จะนำมาตรวจวิเคราะห์จะต้องปราศจากตะกอนแขวนลอย ซึ่งถ้ามีความขุ่นมากก็จำเป็นต้องกรองด้วย Membrane filter method ก่อนที่จะใช้ membrane filter จะต้องชะล้างด้วยสารละลาย แล้วล้างด้วยน้ำกลั่น (ข้อควรระวัง จะต้องตรวจคุณภาพของน้ำกลั่น เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฟอสฟอรัสเจือปนอยู่ โดยอาศัยวิธีการเช่นเดียวกันกับการวิเคราะห์ฟอสฟอรัส) ส่วน standard solution ก็นำมาทำตามขั้นตอนต่างๆ เช่นเดียวกับที่ทำกับน้ำตัวอย่าง

1. เติม 1 หยด ของ phenolphthalein indicator ลงในน้ำตัวอย่าง 50 ml ถ้าเกิดสีชมพูขึ้นก็เติม strong sulfuric acid หยดต่อหยด จนกระทั่งสีชมพูนั้นหายไป(ไม่ควรเติมเกิน 5 หยด) ถ้าต้องเติมมากกว่า 5 หยดขึ้นไป ก็เอาตัวอย่างนั้น 40 ml แล้วทำให้ปริมาตร 100 ml ด้วยน้ำกลั่น

2a. เติม 8.0 ml mixed reagent ลงในน้ำตัวอย่าง แล้วผสมให้เข้ากัน ถ้ามีฟอสฟอรัสก็จะเกิดสีฟ้า ทิ้งไว้ 10 นาที แล้วจึงนำมาวัด absorbance ของแต่ละตัวอย่างที่ 880 nm หรือ 690 nm ด้วย Spectrophotometer โดยใช้ mixed reagent เป็นสารละลายอ้างอิง แล้วกำหนดหาค่าความเข้มข้นของฟอสฟอรัส จากกราฟมาตรฐาน

2b. ในกรณีที่มีฟอสฟอรัสในปริมาณต่ำๆ สีฟ้าที่เกิดขึ้นอาจจะถูกทำให้เข้มข้นขึ้นด้วยการสกัด โดยใช้น้ำตัวอย่างมากขึ้นสกัดด้วยสารละลายอินทรีย์ ดังนี้คือ

เตรียมน้ำตัวอย่างหรือ standard solution 200 ml ลงในกรวยแก้วสำหรับแยกสารละลายขนาด 250 ml เติม mixed reagent และผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 20 นาที แล้วเติม 10.0 ml reagent grade butyl acetate แล้วเขย่ากลับไปกลับมานาน 3 นาที ตั้งทิ้งให้แยกชั้น แล้วจึงเทสารละลายชั้นล่าง ทำการวัด absorbance ของ blue butyl acetate extract ที่ 880 nm หรือ 690 nm และต้องใช้ reagent blank เป็นสารละลายอ้างอิง แล้วหาค่าปริมาณความเข้มข้นของฟอสฟอรัสจากกราฟ Standard calibration curve ที่เตรียมดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาตรของ standard solution (1.00 ml = 5.0 μg P) โดยทำให้มีปริมาตร 50.0 ml ด้วยน้ำกลั่น

Ml of Standard Solution	Phosphorus Concentration (μg/l)
0.5	5
1.0	10
3.0	30
5.0	50
10.0	100

การตรวจหาออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

วิธีการเก็บตัวอย่างดังนี้

ใช้ขวด BOD จุ่มลงใต้น้ำ ในลักษณะที่คว่ำปากขวดลง จากนั้นพลิกปากขวดขึ้น เปิดฝาขวดให้น้ำไหลเข้าขวดจนเต็ม ใช้จุกขวดเคาะคอขวดเบาๆ เพื่อเป็นการไล่อากาศที่อยู่ในขวดออกเสร็จแล้วปิดฝาขวดนำมาไตเตรทหาค่า DO โดยวิธี Azide modification of Iodometric method มีขั้นตอนดังนี้

1. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4$) 1 ml และเติมอัลคาไล - ไอโอไดด์ -เอไซด์ 1 ml ลงในขวด BOD ที่ใส่น้ำตัวอย่าง ปิดจุกขวด แล้วคว่ำขวดขึ้นลงอย่างน้อย 15 ครั้ง

2. ตั้งทิ้งไว้ให้น้ำตัวอย่างตกตะกอนประมาณ ¾ ของขวด แล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 ml ปิดจุกแล้วเขย่าให้ตะกอนละลายจนหมดจะเห็นน้ำตัวอย่างเป็นสีเหลือง

3. นำน้ำตัวอย่างใส่ลงในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 ml ปริมาณ 200 ml นำไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2O_2S_3$) 0.025 N จนกระทั่งน้ำตัวอย่างเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้งลงไป 6 หยด เขย่าน้ำแป้งและน้ำตัวอย่างให้เข้ากัน น้ำตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน แล้วไตเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2O_2S_3$) 0.025 N ต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินของน้ำตัวอย่างหมดไป อ่านปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($Na_2O_2S_3$) 0.025 N ที่ใช้ไป แล้วนำไปคำนวณในสูตรดังนี้

$$DO\ (mg/l) = A \times N \times B \times 1000 \Big/ \frac{B_2(B_1-R)}{B_1}$$

A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรท มีหน่วยเป็น ml

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต มีหน่วยเป็น นอร์มอล (N)

B_1 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างเริ่มต้น มีหน่วยเป็น ml

B_2 = ปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรท มีหน่วยเป็น ml

R = ปริมาตรของสารเคมีที่ใช้เติมลงในน้ำตัวอย่าง หมายถึงปริมาตรของสารละลายแมงกานีสซัลเฟตรวมกับปริมาตรของสารละลาย alkaline-iodide azide ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2 ml และจะเท่ากับ 3 ml ถ้ามีการเติมโปตัสเซียมฟลูออไรด์ด้วย

การตรวจหาค่า BOD

นำน้ำตัวอย่างปริมาตร 800 ml มาใส่ลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 ml ตั้งทิ้งไว้แล้วเติมอากาศด้วยเครื่องเป่าอากาศขนาดเล็ก เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำน้ำตัวอย่างที่ได้ ถ่ายลงในขวด BOD 2 ขวด จนเต็ม นำน้ำตัวอย่างในขวด BOD ขวดแรก ไปหาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำในทันที (DO_0) ส่วนขวดที่ 2 ให้ปิดจุกเติมน้ำกลั่นรอบปากขวด เก็บตัวอย่างน้ำไปไว้ที่ตู้ควบคุมอุณหภูมิและความร้อน ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบกำหนดเวลาแล้ว จึงนำมาหาปริมาณก๊าซออกซิเจนที่ละลายในน้ำในวันที่ 5 (DO_5) โดยใช้วิธี Azide modification of method Iodometric method นำค่าที่คำนวณได้มาแทนลงในสูตรเพื่อหาค่า BOD ดังนี้

$$BOD\ (mg/l) = DO_0 - DO_5$$

การหาค่าไนเตรท - ไนโตรเจน

วิธีวิเคราะห์ไนเตรท – ไนโตรเจน (NO_3-N) (nitrate - nitrogen) โดยวิธี Phenoldisulphonic acid method B

1. ใช้ 25 ml มาระเหยให้แห้งบน water bath (ถ้าไม่มีอาจใช้ hot plate ที่มีอุณหภูมิต่ำแทน)
2. เติม 1 ml phenoldisulfonic acid ลงบนตะกอนให้เปียกโดยทั่วถึง และปรับปริมาตรให้เป็น 20 ml ด้วยน้ำกลั่น
3. เติม 6 N NaOH จนกระทั่งสารละลายเป็นสีเหลืองเต็มที่แต่ไม่ควรให้เกิน 5 – 6 ml

4. กรองด้วยกระดาษกรอง rise ภาชนะและกระดาษกรองและปรับปริมาตรให้เป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น
5. วัดเปอร์เซ็นต์ tranamittance โดยใช้ spectrophotometer ที่ wavelength 425 nm
6. คำนวณโดยสมการ

$$\text{Nitrate} - \text{N (mg/l)} = \frac{\text{ml of standard } NaNO_3 \text{ X } 10}{\text{ml of sample ในข้อ 2}}$$

7. stock ของ standard nitrate solution (KNO_3) 1 ml = 0.044627
8. เตรียม standard solution เพื่อทำ calibration curve โดย pipette 0.2, 0.4, 0.6, 0.8,1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0, และ 5.0 ml standard KNO_3 เติมกรดฟีนอลไดซัลโฟไดนิด 2 ml และต่างให้ปริมาตรที่เท่ากับเมื่อเติมลงในตัวอย่าง ปรับปริมาตรเป็น 100 ml ด้วยน้ำกลั่น
9. วัดเปอร์เซ็นต์ absorbance ด้วย spectrophotometer (wavelength 425 nm)

การหาค่าแอมโมเนียไนโตรเจน

การตรวจวิเคราะห์หาค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (Ammonia Nitrogen) โดยวิธี phenate

โดยปกติ NH_3-N นี้จะอยู่ในน้ำธรรมชาติในปริมาณน้อยกว่า 1 mg/l ซึ่งจัดว่าเป็นสภาพที่ไม่มีผลพิษเกิดขึ้นในสภาพที่ความเข้มข้นของ NH_3-N สูงจะเกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตโดยจะไปเพิ่ม pH ของน้ำให้สูงขึ้น

1. นำน้ำตัวอย่างมากลั่น เพื่อแยกแอมโมเนียจากสารขัดขวางต่างๆ โดยแอมโมเนียจะระเหยเป็นไอ แล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในน้ำนั้น ในขั้นตอนนี้จะต้องรักษา pH ให้อยู่ในช่วง 7.2 - 7.4 เพื่อป้องกันการสูญเสียของแอมโมเนีย
2. กำจัดความขุ่นโดยใช้ $ZnSO_4$ และด่าง เพื่อตกตะกอนแคลเซียมและเหล็ก
3. เติม EDTA เพื่อป้องกันตะกอนของ Mg^{++} และ Ca^{++}
4. นำน้ำตัวอย่างที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับ Nessler' s reagent (สารละลายด่างแก่ของโปตัสเซียมเมอร์คิวริกไอโอได K_2HgI_4 จะได้สีเหลืองน้ำตาลเกิดขึ้น)
5. คำนวนโดยสมการ

$$\text{mg/l NH-N} = \frac{Vd}{Vdn} \times N \times \frac{1000}{S}$$

Vd = มิลลิลิตรของส่วนที่กลั่นออกมา

Vdn = มิลลิลิตรของส่วนที่กลั่นออกมาที่นำมาทำให้เกิดสีกับ Nessler' s reagent

N = มิลลิกรัมของแอมโมเนียไนโตรเจน ซึ่งพบในส่วนที่กลั่นออกมาที่นำมาทำให้เกิดสีกับ Nessler' s reagent

S = มิลลิลิตรของน้ำตัวอย่างที่นำมากลั่น

การหาค่าความเป็นด่าง

1. เก็บน้ำตัวอย่างโดยใช้ขวดโพลีเอสเทอร์ลีน ขนาด 1,000 มิลลิลิตร
2. ตวงน้ำตัวอย่างจากขวดโพลีเอสเทอร์ลีน ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ใส่ขวดชมพู่
3. หยด Phenolpthalein indicator ปริมาณ 6 หยดลงในน้ำตัวอย่างเขย่าให้เข้ากัน เมื่อเปลี่ยนเป็นสีชมพูให้ไตเตรทด้วย Standard H_2SO_4 (0.025 N) จนสีชมพูเปลี่ยนเป็นสีใสแล้วจดปริมาตรของ Standard H_2SO_4 (0.025 N)
4. หยด Methyl orange indicator ปริมาณ 6 หยด ลงในน้ำตัวอย่าง เขย่าให้เข้ากันจะได้สารละลายที่เป็นสีส้ม
5. ไตเตรทน้ำตัวอย่างด้วย Standard H_2SO_4 (0.025 N) จนน้ำตัวอย่างเปลี่ยนสีจากส้มเป็นสีแดงอิฐ
6. การคำนวณหาค่าความเป็นด่างของน้ำ

$$\text{สภาพด่าง Phenolphalein (Phenolpthalein alkalinity)} = \frac{A \times N \times 50{,}000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

$$\text{สภาพด่าง Methyl orange (Methyl orange alkalinity)} = \frac{B \times N \times 50{,}000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มิลลิลิตร)}}$$

สภาพด่างรวมทั้งหมด (Total alkalinity) = Phenolpthalein alkalinity + Methyl orange alkalinity

เมื่อ A = ปริมาตรของ Standard H_2SO_4 (0.025 N) ที่ใช้ในการไตเตรทจนถึงจุดยุติของ Phenolpthalein alkalinity

B = ปริมาตรของ Standard H_2SO_4 (0.025 N) ที่ใช้ในการไตเตรทจนถึงจุดยุติของ Methyl orange alkalinity

N = ความเข้มข้นของ Standard H_2SO_4 หน่วยคือ นอร์มัล

ภาคผนวก ง

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางที่ 17 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

คุณภาพน้ำ [2/]	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์ [1/]				
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1. สี กลิ่นและรส	-	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	-
2. อุณหภูมิ	^{0}ซ	ธ	ธ'	ธ'	ธ'	
3. ความเป็นกรดและด่าง	-	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4. ออกซิเจนละลาย	มก./ล.	ธ	≤ 6.0	≤ 4.0	≤ 2.0	
5. บีโอดี	"	ธ	≤1.5	≤ 2.0	≤ 4.0	
6. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม	MPN 100 ml	ธ	≤ 5,000	≤20,000	-	-
7. แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม	"	ธ	≤1,000	≤ 4,000	-	-
8. ไนเตรต ในหน่วยไนโตรเจน	มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		5.0	-
9. แอมโมเนียในหน่วยไนโตรเจน	"	ธ	"		0.5	-
10. ฟีนอล	"	ธ	"		0.005	-
11. ทองแดง	"	ธ	"		0.1	-
12. นิคเกิล	"	ธ	"		0.1	-
13. แมงกานีส	"	ธ	"		1.0	-
14. สังกะสี	"	ธ	"		1.0	-
15. แคดเมียม	"	ธ	"		0.005*	-
16. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์	"	ธ	"		0.05	-

ตารางที่ 17 (ต่อ)

คุณภาพน้ำ [2/]	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
		ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
17. ตะกั่ว	"	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		0.002	-
18. ปรอททั้งหมด	"	ธ	"		0.01	-
19. สารหนู	"	ธ	"		0.005	-
20. ไซยาไนด์	"	ธ	"		0.1	-
21.กัมมันตภาพรังสี - ค่ารังสีแอลฟา - ค่ารังสีเบตา	เบคเคอเรล/ล. "	ธ	"		1.0	-
22. สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด	มก./ล.	ธ	"		0.05	-
23. ดีดีที	ไมโครกรัม/ล.	ธ	"		1.0	-
24. บีเอชซีชนิดอัลฟา	"	ธ	"		0.02	-
25. ดิลดริน	"	ธ	"		0.1	-
26. อัลดริน	"	ธ	"		0.1	-
27. เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์	"	ธ	"		0.2	-
28. เอนดริน	"	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			-

ที่มา : วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. กรมควบคุมมลพิษ. กองจัดการคุณภาพน้ำ. (2538). เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำและมาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย (หน้า 19-20).

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ' อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

$\leq$ ไม่น้อยกว่า

$\geq$ ไม่มากกว่า

^{0}ซ องศาเซลเซียส

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร

มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ภาคผนวก จ

ดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำจืดของไทย

ตารางที่ 18 ดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในน้ำจืดของไทย

BIOTIC INDEX OF THAI FRESHWATER INVERTEBRATES

อันดับ(Order)	วงศ์ (Family	คะแนน (Score)	สัตว์ที่พบ
Plecoptera (แมลงเกาะหิน; STONEFLY)	Leutridae	10	
	Perlidae	10	
	Perlodidae	10	
	Nemouridae	7	
Ephemeroptera (ชีปะขาว ; MAYFLY)	Heptageniidae	10	
	Leptophlebiidae	10	
	Ephemerellidae	10	
	Potaminthidae	10	
	Ephemeridae	10	
	Caenidae	7	
	Baetidae/Siphlonurldae	4	
Trichopter (แมลงหนอนปลอกน้ำอยู่ในปลอก; CASED CADDISFLY)	Phryganeidae	10	
	Molannidae	10	
	Odontoceridae/Brachycen	10	
	Leptoceridae	10	
	Goeridae	10	
	Lepidostomatidae	10	
	Limnephilidae	7	
	Hydroptilidae	6	
Trichopter (แมลงหนอนปลอกน้ำไม่อยู่ในปลอก CASELSS CADDISFLY)	Psychomyiidae	8	
	Philopotamidae	8	
	Rhyacophilidae	7	
	Polycentropodidae	7	
	Hydropsychidae	5	
Decapoda (กุ้ง ; Prawn)	Atyidae	8	
	Plalemonidae	8	

ตารางที่ 18 (ต่อ)

อันดับ(Order)	วงศ์ (Family	คะแนน (Score)	สัตว์ที่พบ
Odonata (แมลงปอ ; DRAGONFLY)	Gomphidae	6	
	Cordulegastridae	6	
	Aeshnidae	6	
	Corduliidae/Libellulidae	6	
Ordonata (แมลงปอเข็ม ; DAMSELFLY)	Agriidae (Calopterygidae)	6	
	Lestidae	6	
	Coenagrionidae/Platycnen	6	
	Macromidae	6	
	Protoneuridae	3	
Hemiptera (มวนน้ำ ; WATERBUG)	Aphelocheridae	10	
	Mesovelidae	5	
	Hydrometridae	5	
	Gerridae	5	
	Nepidae	5	
	Naucoridae	5	
	Notonectidae	5	
	Pleidae	5	
	Corlxidae	5	
Coleopter (ด้วงน้ำ ;WATERBEETLE)	Haliplidae	5	
	Dytiscidae	5	
	Gyrinidae	5	
	Hydrophilidae	5	
	Helodidae	5	
	Dryopidae	5	
	Elminthidae	5	
	Chrysomelidae	5	
	Curculionidae	5	
	Psephenidae	5	

ตารางที่ 18 (ต่อ)

อันดับ(Order)	วงศ์ (Family	คะแนน (Score)	สัตว์ที่พบ
	Ancylidae	6	
	Neritidae	6	
	Vivparidae	6	
	Hydrobiidae	3	
	Lymnaeidae	3	
	Thiaridae	3	
	Pianorbidae	3	
Cyrenodonta (หอยสองฝา ; BIVALVEAS)	Unionidae	6	
	Dreissenidae	6	
	Sphaeriidae	3	
Plesiopora (หนอนตัวแบน ;FLATWORM)	Planariidae	5	
Diptera (แมลงวัน ; FLY)	Tipuilidae	5	
	Simuliidae	5	
	Chironomidae	5	
Neuropter (แมลงช้าง ; MEGALOPTERA)	Sialidae	4	
	Crydalidae	4	
Gnathobdellida (ปลิง ; LEECH)	Piscicolidae	4	
	Glossiphoniidae	3	
	Hirudidae	3	
	Erpobdellidae	3	
Dcapoda (ปู ; CRAB)	Parathelphuside	3	
Oligochaeta ตัวหนอนไส้เดือน (WORM)	Naididae	1	
	Tufidae	1	
คะแนนรวม (BMWP score)			
จำนวนตัว			
ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ			

วิธีใช้ตารางคะแนนวัดคุณภาพน้ำ

1. เขียนคะแนนของประเภทสัตว์โดยนับสัตว์แต่ละประเภทเพียงครั้งเดียว
2. บวกคะแนนรวม
3. นำมาหารกับจำนวนวงศ์ (Family)
4. ค่าที่ได้แบ่งค่าดัชนีคุณภาพน้ำ หรือดัชนีชีวภาพ (Biotic Index)

		ความหมายของค่าดัชนีคุณภาพน้ำ
คะแนน	0	น้ำสกปรกที่สุด (ไม่มีสัตว์อาศัยอยู่เลย)
คะแนน	1.0 – 2.9	น้ำสกปรกมาก
คะแนน	3.0 – 4.9	น้ำสกปรก
คะแนน	5.0 – 5.9	คุณภาพน้ำพอใช้ได้
คะแนน	6.0 – 7.9	น้ำค่อนข้างสะอาด/น้ำสะอาด
คะแนน	8.0 – 10	น้ำสะอาดมาก

ภาคผนวก ฉ

กิจกรรมการร่วมมือกันในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน

1. การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

พิธีกรให้ความรู้เกี่ยวกับตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การให้ความรู้เรื่องแมลงน้ำ

การบรรยายแผนที่ลำน้ำแม่ใจ

การสำรวจพื้นที่ลำน้ำแม่จัน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางเคมี

การเก็บแมลงน้ำเพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ

แผ่นภาพที่ 11 การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การเก็บตัวอย่างแมลงน้ำ

การเสนอผลการตรวจแพลงก์ตอนพืช

การเสนอผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

คุณร่วมกันอภิปรายผลการตรวจคุณภาพน้ำ

คณะครูที่เข้าร่วมการอบรม

แผ่นภาพที่ 12 การอบรมให้ความรู้ครูในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ

2. กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การตรวจสอบ COD

ทดลองตรวจสอบหาค่า COD

แถบสีมาตรฐานสำหรับการเทียบค่า COD

การเทียบค่า COD กับแถบสีมาตรฐาน

สอนการเก็บตัวอย่าง

การวัดอุณหภูมิอากาศ

แผ่นภาพที่ 13 กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การตรวจสอบค่า DO

การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

การวัดความขุ่น

การหาแมลงน้ำ

การทดสอบค่า DO ภายในโรงเรียน

การวัดอุณหภูมิน้ำ

แผ่นภาพที่ 14 กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ

3. กิจกรรมของชุมชนในการร่วมอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

พิธีสงฆ์ในการบวชลำน้ำแม่จัน

ตัวแทนชุมชนที่เข้าร่วมในพิธีการ

พิธีสืบชะตาแม่น้ำจัน

ผู้ว่าราชการจังหวัดขอขมาแม่น้ำจัน

การบวงสรวงแม่น้ำจัน

การบวงสรวงของชนเผ่า

แผ่นภาพที่ 15 กิจกรรมของชุมชนในการร่วมอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

4. กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของกลุ่มผู้วิจัย

การหาแมลงน้ำของนักวิจัย

การหาแมลงน้ำของนักวิจัย

การวัดค่า pH

การวัดความลึกของแม่น้ำจัน

การวัดความกว้างของแม่น้ำจัน

การตรวจสอบคุณภาพน้ำในจุดที่ 5

แผ่นภาพที่ 16 กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของกลุ่มผู้วิจัย ในลำน้ำแม่จัน

การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

การเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนพืช

การวัดค่า DO

การวัดค่า DO

แผ่นภาพที่ 17 กิจกรรมการตรวจสอบคุณภาพน้ำของกลุ่มผู้วิจัย ในลำน้ำแม่จัน

5. การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

พิธีเปิดการประชุมโดยนายอำเภอแม่จัน

นักเรียนเข้าร่วมฟังการประชุม

นักเรียนรายงานผลการตรวจสอบน้ำแม่จัน

การจัดนิทรรศการการตรวจสอบน้ำแม่จัน

การจัดนิทรรศการการตรวจสอบน้ำแม่จัน

เด็กนักเรียนให้ความสนใจการตรวจสอบน้ำ

แผ่นภาพที่ 18 การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

การบูรณาการน้ำแม่จันสู่การเรียนการสอน

การบูรณาการน้ำแม่จันสู่การเรียนการสอน

นักเรียนร่วมกันระดมความคิดเห็น
ในการอนุรักษ์น้ำแม่จัน

ชาวบ้านร่วมระดมความคิดเห็น
ในการอนุรักษ์น้ำแม่จัน

ชาวบ้านร่วมระดมความคิดเห็น
ในการอนุรักษ์น้ำแม่จัน

แผนผังความคิดในการอนุรักษ์น้ำแม่จัน

แผ่นภาพที่ 19 การประชุมหาแนวทางในการอนุรักษ์ลำน้ำแม่จัน

ภาคผนวก ช
การเผยแพร่ผลงานวิจัย

1. การประชุมประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 6 ระหว่างวันที่ 9-12 ตุลาคม 2545 โรงแรมทวินโลตัส จังหวัดนครศรีธรรมราช
2. นิทรรศการ งานพิธีสืบชะตาแม่น้ำจัน
3. ประชุมเวทีการหาแนวทางการอนุรักษ์แม่น้ำจัน วันที่ 21 กุมภาพันธ์ 2545
4. การประชุมประจำปีโครงการ BRT ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 13-16 ตุลาคม 2546 โรงแรมโลตัส ปางสวนแก้ว จังหวัดเชียงใหม่
5. นำเสนอรูปแบบเครือข่ายแม่น้ำจัน แก่นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ณ ศูนย์ฝึกอบรมการป่าไม้ที่ 4 จังหวัดเชียงราย
6. อาจารย์และนักเรียนกลุ่ม ตำบลป่าตึง นำเสนอในรูปแบบนิทรรศการ ในการประชุม เรื่องการฟื้นฟูคุณภาพน้ำแม่จัน อำเภอแม่จัน จังหวัดเชียงราย
7. นำเสนอผลงานวิจัยในรูปโปสเตอร์ในการประชุม International Conference on Water Resources Management for Safe Drinking Water ระหว่างวันที่ 25-29 มีนาคม 2546 ที่ จังหวัดเชียงใหม่

ภาพที่ 21 โปสเตอร์ที่นำเสนอในการประชุมโครงการ BRT ครั้งที่ 7

บทความที่นำเสนอในการประชุม

International Conference on Water Resources Management for Safe Drinking Water

Bio-analysis of Water Quality Using Phytoplankton and Zooplankton in Mae Chan River, Mae Salong Mountian, Chiang Rai Province

Sriwan Chaisuk[1] , Penpun Kanpinyo[2], Prasert Waiyaka [1] and Chomyong Chaiubol[3]
[1]Applied Biology Programme, Faculty of Science, Rajabhat Institute Chiang Rai, Chiang Rai Province 57100
[2]Chemistry Programme, Faculty of Science, Rajabhat Institute Chiang Rai, Chiang Rai Province 57100
[3]Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai Province 50200

Abstract: Biology Analysis of Water Quality Using Phytoplankton and Zooplankton in Mae Chan River, Mae Salong Mountian, Chiang Rai Province. Samples were collected from six different sites along the stream and investigated monthly from March 2002 to February 2003. seventy-eight species of phytoplankton were found and classified into 4 divisions ; Division Chrysophyta, Chlorophyta, Euglenophyta and Cyanophyta. The most abundant species were *Melosira variens* Agardh and *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg. Thirty – two species of zooplankton were found and classified into 5 phylums; Phylum Protozoa, Rotifera, Gastrotricha and Arthropoda, i.e. *Euglypha* sp. , *Aspidisca* sp. , *Paramecium* sp. and *Keratella* sp.. The indicator species is *Paramecium* sp. that is the dominant species in eutrophic water whilst the aquatic insect were found 8 orders and 16 families, the dominant family in eutrophic water is Chironomidae. Physical and chemical water quality; water temperature 15.6-31.2 °C, conductivity 44-164.9 $\mu s.cm^{-1}$, TDS 24-99.8 $mg.l^{-1}$, water current 0.09-3.86 $m.s^{-1}$, turbidity 5-461 FTU, DO 5.8-10.2 $mg.l^{-1}$, BOD_5 0.2-3.85 $mg.l^{-1}$, pH 6.01-8.38 and nutrient ; Nitrate-nitrogen 0.2-1.9 $mg.l^{-1}$, Ammonium-nitrogen 0-1.76 $mg.l^{-1}$ and SRP 0..07-1.05 $mg.l^{-1}$. The water quality in the first site on the mountian was mesotrophic while the last site near Mae Chan district was meso-eutrophic.

Keywords: water quality, phytoplankton, zooplankton, aquatic insect, mesotrophic, eutrophic

Introduction

The biological analysis of water quality using phytoplankton and zooplankton was carried out in Mae Chan River, located in Mae Salong Mountian, Chiang Rai Province, Thailand. The purpose of the study were to investigate the diversity species composition of phytoplankton and zooplankton communities in relation to water quality. Although, the study of algae on high sea level of river on mountian; sea levels 330-550 m on Doi Suthep Pui National Park, it was found that phytoplankton 87 species and benthic algae 172 species (Trai, 1998) and sea level 600-1,075 m; phytoplankton 102 species, benthic algae 106 species and macroalgae filamentous 11 species (Prasert, 1998). Peerapornpisal *et al.*,(1995) studied of phytoplankton , zooplankton and benthos invertebrate effects from Meay-Salawin River to return to Choa Praya River Project was found in thai barrier, Doi Toa Reservoir has phytoplankton 24 species, zooplankton 15 species and benthos invertebrate 6 species the indicator of phytoplankton are *Melosira granulata* and *Anabaena spiroides* indicate that meso-hypertrophic status. Peerapornpisal *et al.*, (2000) studied of phytoplankton and zooplankton in Mae Sa Stream, Suthep-Pui National Park was found that zooplankton 66 species in 7 phylums, 11 classes, 24 orders, 39 families 55 genera. Indicator of zooplankton in protozoa group is *Bodo edex* and *Cryptoglena pigra*. Most zooplankton in lotic and lentic water; it was found total zooplankton 142 species in 3 phylums; Phylum Protozoa 14

genera 21 species, Phylum Rotifera 33 genera 89 species and Phylum Arthropoda Class Crustacea Subclass Copepoda 4 genera 4 species, Subclass Cladocera 19 genera 28 species. Species composition of the phytoplankton community is an efficient bioindicator of water quality. In addition to phytoplankton and zooplankton was investigated in this study to monitoring the hygenic water quality. Results from analyses are used for management of this river.

Study site:

Mae Chan River is located 20° 06′-20° 17′ N and 99° 33′-100° 06′ E. The length of River is 80 km, and the catchment area is 200 km^2. The river is surrounded mainly by major agriculture area and Choa Khoa village at Mae Pha Luang district, Chiang Rai Province. Some water which pumps the raw water from river for culturing of tea, coffee trees and economic plants. The river is one of the main Mae Khong River which received the water from the catchment areas were Sam Soa Noi and Sam Soa Yai mountian nearby Myanmar country in Mae Pha Laung district. It flow from western to eastern through Tombon Mae Salong Nok, Tombon Pa Teoung of Mae Pha Leung district flows to Mae Chan district and consist Kum River in Pang Mhoa Noi village, Tombon Pa Suk, Chiang San district flow along to Khong River in Pa Suk village. Mae Chan watershed is becoming heavily impacted by increasing agro-industrialization where use some dangerous chemical; herbicide, pesticide and fertilizer. The results of this survey of diversity of phytoplankton and zooplankton can be to monitoring changes in water quality in this time.

Six sites were studied once per month in one year from March 2002 to February 2003. The sites were selected along the Mae Chan River (fig. 1)

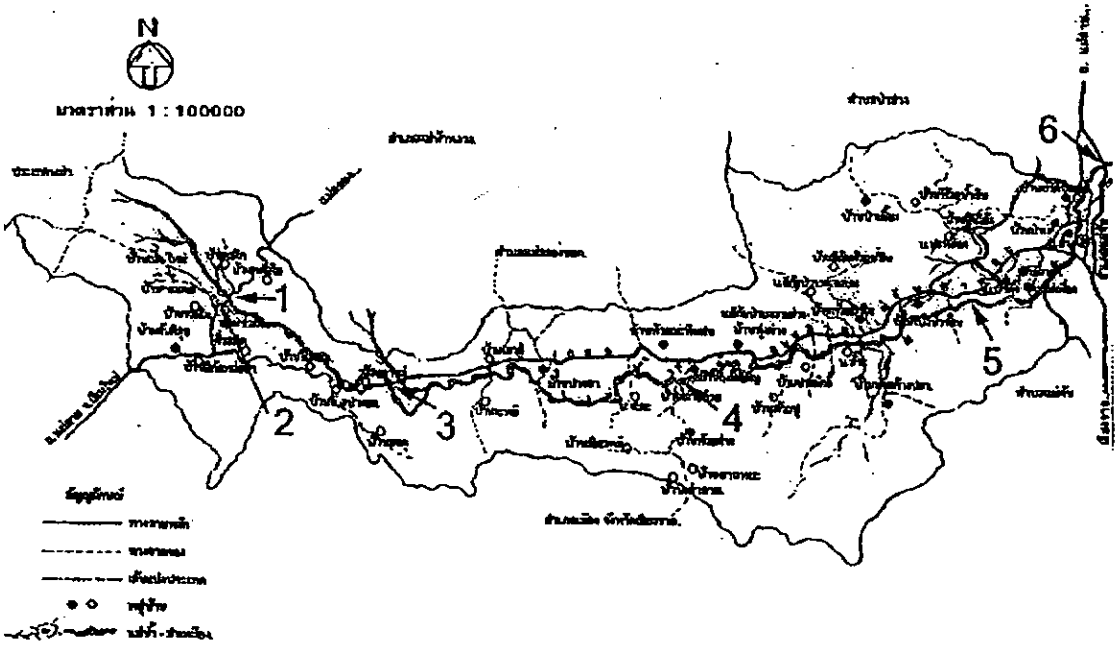


Fig. 1 Map of Mae Chan River, Chiang Rai, Thailand showing the sampling points.
Site 1 The bridge cross Nam Mae Chan, Santikreree Village
Site 2 The bridge cross Nam Ha Hu, Rom Jai Village
Site 3 The bridge cross Nam Mae Chan Noi, Law Fu Village
Site 4 Nam Mae Chan injunction Huay Hin Phon, Huay Hin Phon Village
Site 5 The bridge cross Nam Mae Chan, Nam Tok Tad Thong Road
Site 6 The bridge cross Nam Mae Chan, Pahonyothin Road, Mae Kee Luang Village

Material and Method

Scope of Study

The study area coverd Mae Chan Stream. Samples were collected at the top of mountian along to the low of mountian. The duration of this study ran from March 2002 to February 2003. The timming of sample in one year. Samples were collected from six different sites along the stream and investigated monthly and analysis of physical, chemical and biological of water.

Physical and Chemical Qualities of Water at the Sampling Sites.

Analysis of properties (physical and chemical) were done at the sampling site and laboratory. The depth of the water to which the sunlight could get trough was measured with a Secchi disc. The temperature was measured with a conductivity meter and dissolved oxygen (DO) was measured by Azide modification method (APHA, AWWA and WPCF (1992)). Coliform bacteria (Total coliform bacteria and were analyzed by the method of Multiple-tube fermentation technique of APHA (1992)). Alkalinity was measured by methyl orange indicator method. BOD was measured using Azide modification method. Amounts of nutrients, i.e. soluble reactive phosphorus, nitrate-nitrogen, ammonium –nitrogen were measured according to the method described by APHA, AWWA and WPCF (1992). Turbidity was measured with turbidity meter. Water quality was evaluated from the main parameters according to Lorraine and Volenweider (1981); Wetzel (1983).

Collection of Phytoplankton and Zooplanktol and Identify

A plankton net (mesh size 10 μm) was used to collect phytoplankton and zooplankton samples for identification. Phytoplankton were preserved with 3-6 drops of Lugol's solution for 100 ml samples. The identification of phytoplankton species was carried out with related text eg. Huber-Pestalozzi (1955, 1968, 1983) and Prescott (1970). For detailed identification of the genera and species, several special publications from tropical environments were mostly used. The number of cells were counted with haemacytometer and calculated as number of cell.ml^{-1} whilst the zooplankton must to wet mount and whole count, identification of zooplankton species was carried out with text eg. Kudo (1997) and related text. Aquatic insect was collect with surber sampler and preserved with 70 % alcohol, identification to families used text eg. Croft (1986) and Hynes (1984).

Results

Water Quality of Mae Chan River

The study of water quality in Mae Chan River, Mae Salong Mountian, Chiang Rai Province from March 2002 to February 2003 by investigation of phytoplankton, zooplankton and some aquatic insect as bioindicator including physico-chemical properties. The water quality was classified by the trophic level using the methods of Wetzel (1983); Lorraine and Vollenweider (1981). Physical and chemical water quality; water temperature 15.6-31.2 °C, conductivity 44-164.9 μs.cm^{-1} (fig. 2), TDS 24-99.8 mg.l^{-1} , water current 0.09-3.86 m.s^{-1} (fig. 3), turbidity 5-461 FTU (fig. 4), Alkalinity 28-160 mg.l^{-1} (fig. 5), pH 6.01-8.38 (fig. 6), DO 5.8-10.2 mg.l^{-1} (fig. 7), BOD_5 0.2-3.85 mg.l^{-1} (fig. 8) and nutrient ; Nitrate-nitrogen 0.2-1.9 mg.l^{-1} (fig. 9), Ammonium-nitrogen 0-1.76 mg.l^{-1} (fig. 10) and SRP 0..07-1.05 mg.l^{-1} (fig. 11), fecal coliform bacteria 40-> 24,000 MPN/100 ml. (fig. 12) and total coliform bacteria 210 ->24,000 MPN/100 ml (fig. 13). The water quality in the first site on the mountian was mesotrophic while the last site near Mae Chan district was meso-eutrophic.

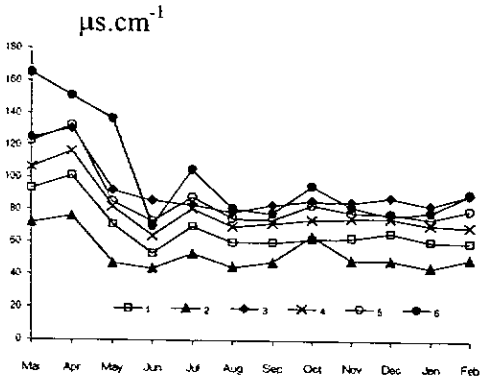


Fig. 2 Conductivity

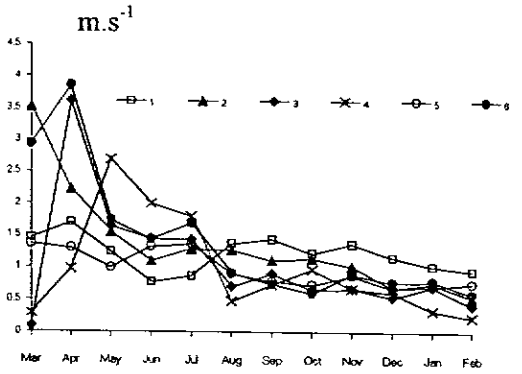


Fig. 3 Water current

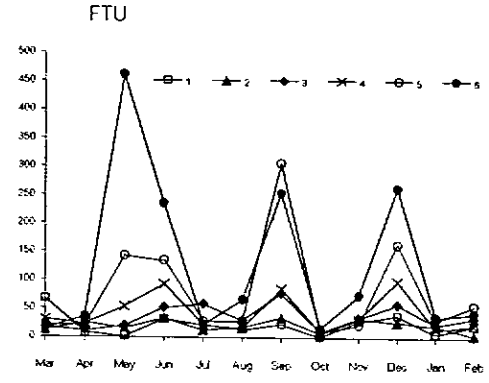


Fig. 4 Turbidity

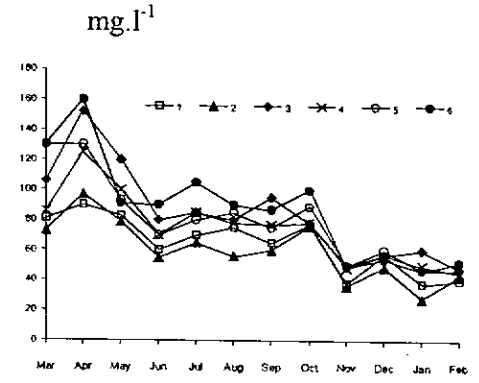


Fig. 5 Alkalinity

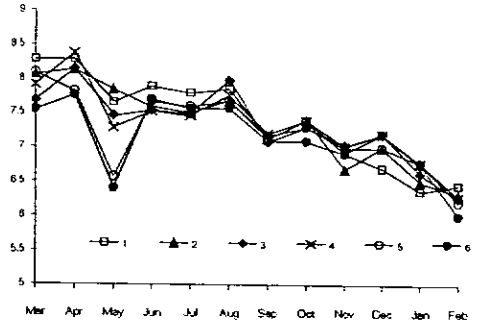


Fig. 6 pH

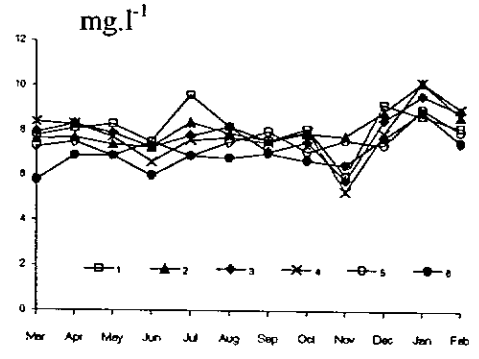


Fig. 7 DO

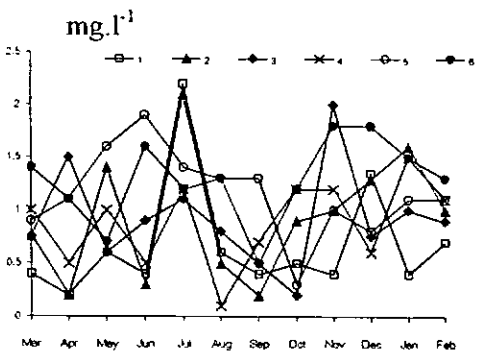


Fig. 8 BOD

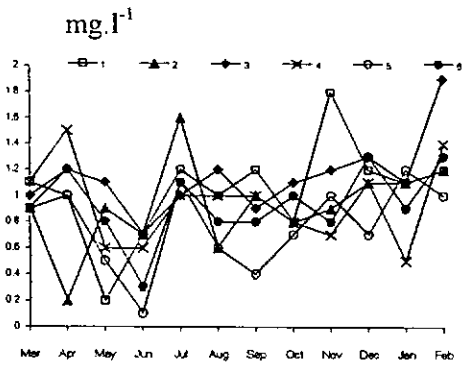


Fig. 9 Nitrate-nitrogen

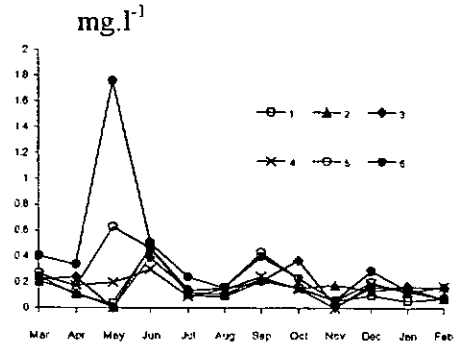


Fig. 10 Ammonium-nitrogen

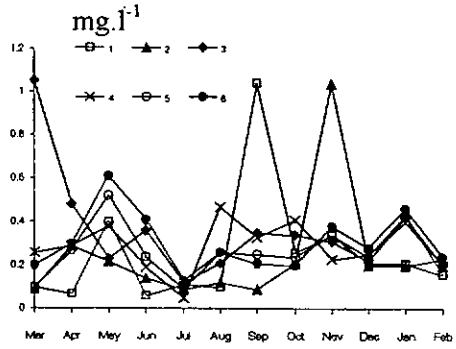


Fig. 11 SRP

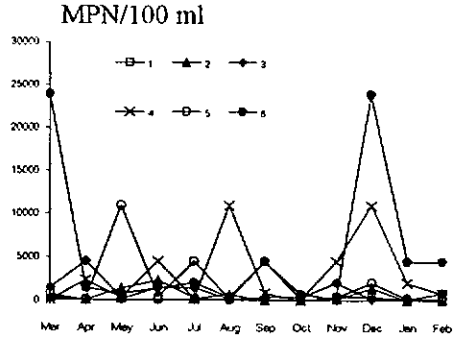


Fig. 12 Fecal coliform bacteria

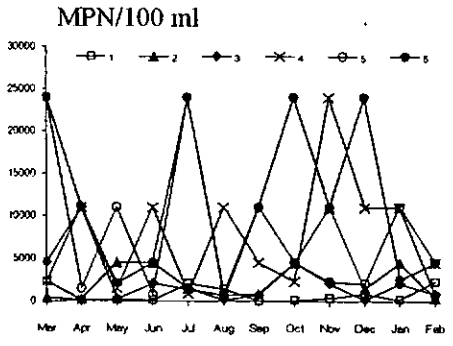


Fig. 13 Total coliform bacteria

Biodiversity of Phytoplankton and Zooplankton in Mae Chan River

Seventy-eight species of phytoplankton were found which could be classified into 4 divisions, 18 orders, 29 families and 41 genera. The majority of the phytoplankton species were diatoms in the order Pennales and the most abundant species were *Melosiera variens* Agardh (fig. 14A) and *Synedra ulna* (Nitzsch) Ehrenberg (fig. 14B). Thirty – two species of zooplankton were found and classified into 5 phylums; Phylum Protozoa, Rotifera, Gastrotricha and Arthropoda, i.e. *Euglypha* sp. (fig. 15A), , *Paramecium* sp. (fig. 15B). The indicator species is *Paramecium* sp. that is the dominant species in eutrophic water in sixth site whilst the aquatic insect were found 8

orders and 16 families, the dominant family in eutrophic water is Chironomidae while the family is Ephemerellidae is indicator in good water quality.

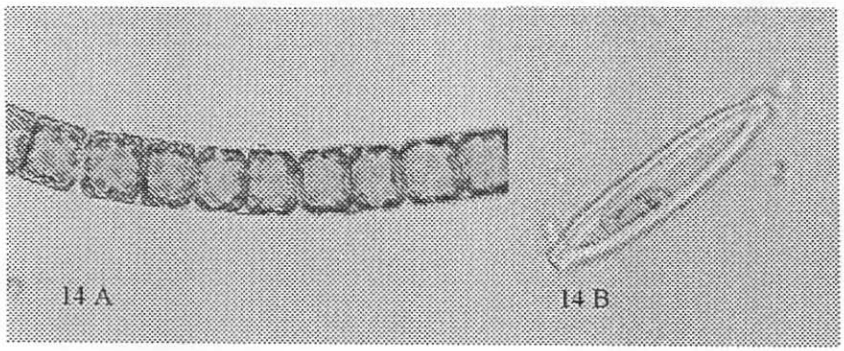


Fig. 14 The most abundant phytoplankton species in Mae Chan River

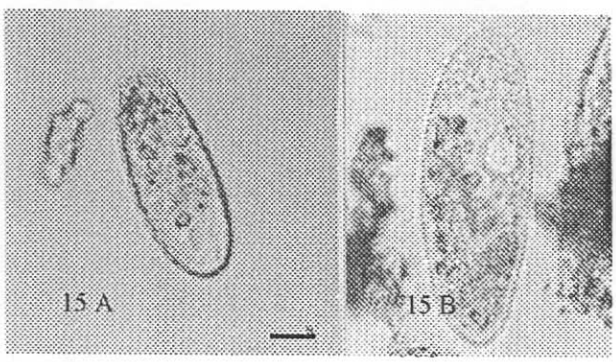


Fig. 15 The most abundant zooplankton species in Mae Chan River

Discussion

The study on water quality in Mae Chan River, Chiang Rai Province. The quantity of water fluctuated in rainy season and decreased in the dry season, water temperature during the investigation shoed the expected increase in the rainy season and the warm part of the dry season and decreased during the cold part of dry season. The capacity of the water to neutralize acid is termed alkalinity, this property of alkalinity is usually a function of bicarbonates, carbonates and hydroxide. In the river, there was less dissolved oxygen in dry season than rainy season. The seasonal variation of some physico-chemical parameters in the river was distinct. The total coliform bacteria and fecal coliform bacteria were highest in sixth site (July, December and January) than other site and higher than the standard surface water quality of Thailand. The results showed that the water quality in river was mesotrophic status. Although in dry season (March-May) increased amount of nutrients from the waste of the agriculture and village. The fifth and sixth site nearby the downtown owing to the large amount of nutrient and high coliform bacteria; which contaminated the river from the waste of human and agriculture. In this time was found that *Paramecium* sp. indicated pollution and eutrophic water, specially the water in sixth site has bad smell. So that in the process of water supply we have to be careful of the number of these bacteria, which may be dangerous to the consumers in the Province.

Acknowledgments

This work was supported by the TRF/BIOTEC Special Program for Biodiversity Research and Training grant BRT R_145003

References

American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, *Standard method for examination of water and waste water,* Washington D.C.: American Public Health Association, 1992.

Croft, P.S. *A key to the Major Groups of British Freshwater Invertebrates*. Field Studues Council, Central Services Preston Montfort Bridge, Shrewsbury. 1986.

Huber-Pestalozzi, G., *Das phytoplankton des Süßwassers: Euglenophyceae, 4. Teil,* Stuttgart: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, 1955.

Huber-Pestalozzi, G., *Das phytoplankton des Süßwassers: Cryptophyceae, Chloromonadophyceae, Dinophyceae, 3. Teil,* Stuttgart: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, 1968.

Huber-Pestalozzi, G., *Das phytoplankton des Süßwassers: Chlorophyceae Grnalgen Ordnung Chlorococcales. 7. Teil,* Stuttgart: E. Schweizerbart sche Verlagsbuchhandlung, 1983.

Hynes, H.B.N. *Adults and Nymphs of British Stonflies (Plecoptera)*. Freshwater Biological Association. London. 1984.

Kudo, R.R. *Protozoology*. Charles C. Thomas Publishers, Illinois. 1977.

Lorraine, L.J., and Vollenweider, R.A., *Summary report, the OECD cooperative programme on eutrophication,* Burlington : National Water Research Institute, 1981.

Palmer, M.C. *Algae and Water Pollution. Municipal Environment Research Lab.*, Cincinnati, Ohio. 1977.

Prescott, G.W., *How to know the freshwater algae.*, Iowa: W.M.C. Brown Company Publishers, Dubuque, 1970.

Round, F.E. *The Biology of the Algae*. Edward Arnold Limited, London. 1975.

Wetzel, R.E., *Limnology,* Philadelphia: Saunders College Publishing, 1983.

ภาคผนวก ซ
คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย

โครงการ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้
แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์
ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

สนับสนุนโดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย
การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
(โครงการ BRT)

คู่มือ
การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย

โครงการ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้
แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์
ในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

สนับสนุนโดยโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย
การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
(โครงการ BRT)

จัดทำโดย

ศรีวรรณ ไชยสุข
ประเสริฐ ไวยะกา
วสันต์ มะโนเรือง
เพ็ญพรรณ กาญภิญโญ

โครงการ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ ในลำน้ำแม่จันดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

สนับสนุนโดย

โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบาย
การจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย
(โครงการ BRT)

คำชี้แจง

การจัดทำคู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายฉบับนี้ขึ้นมาก็เพื่อเป็นคู่มือสำหรับนักเรียน ครู และบุคคลทั่วไป ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำที่สนใจ วิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำในคู่มือเล่มนี้ได้ประยุกต์การตรวจสอบทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ให้สามารถทำการตรวจสอบอย่างง่ายๆ เน้นวัสดุและสารเคมีที่หาได้ในท้องถิ่น ถึงแม้วิธีการตรวจสอบไม่ครอบคลุมทุกพารามิเตอร์ คณะผู้จัดทำก็หวังว่าคู่มือเล่มนี้คงมีประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจในการตรวจสอบคุณภาพน้ำขั้นเบื้องต้น และคงมีประโยชน์ต่อผู้ที่จะพัฒนาวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่ายต่อไป

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
คำชี้แจง	119
สารบัญ	120
สารบัญตาราง	121
สารบัญภาพประกอบ	122
สารบัญแผ่นภาพประกอบ	123
บทที่ 1 บทนำ	124
บทที่ 2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย	127
บทที่ 3 กิจกรรมของนักเรียนในการตรวจสอบคุณภาพน้ำ	162
บรรณานุกรม	164

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1. ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่อุณหภูมิต่างๆ 139
2. บันทึกการสำรวจสัตว์หน้าดิน 158
3. ตัวอย่างการบันทึกการสำรวจสัตว์หน้าดิน 160

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1. เทอร์โมมิเตอร์ทำด้วยแอลกอฮอล์	133
2. การวัดความลึกของแหล่งน้ำ	134
3. การวัดความเร็วของกระแสน้ำ	135
4. หลอดแก้วสำหรับวัดค่าความขุ่น	136
5. สีของสารละลายที่มีค่าซีโอดีต่าง ๆ กัน	138
6. สารเคมีที่ใช้ในการหาออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ	141

สารบัญแผ่นภาพประกอบ

แผ่นภาพที่	หน้า
1. สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี	144
2. สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง	145
3. สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง	146
4. สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพต่ำ	147
5. ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน	149
6. ตัวอ่อนชีปะขาว	150
7. ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ	151
8. มวนน้ำ	152
9. สัตว์หน้าดินชนิดอื่นๆ	153
10. ตัวอ่อนแมลงปอ/แมลงปอเข็ม	154
11. ด้วงน้ำ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย	155
12. หนอนและไส้เดือน	156
13. หนอนปล้องอื่นๆ	157
14. กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ (1)	162
15. กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ (2)	163

บทที่ 1
บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิตมนุษย์ ทั้งใช้ในการอุปโภคบริโภค นอกเหนือจากการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันแล้ว น้ำยังมีบทบาทอย่างมากในสังคม โดยเฉพาะทางด้านเศรษฐกิจและงานทางด้านอุตสาหกรรม น้ำเป็นสารประกอบที่ประกอบด้วยธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจน ในอัตราส่วน 1 ต่อ 8 โดยน้ำหนักพบ 3 สถานะ คือ ของเหลว ของแข็ง และก๊าซ สูตรทางเคมี คือ H_2O น้ำที่บริสุทธิ์จะเป็นของเหลวใส ไหลเทได้ ไม่มีสีและไม่มีกลิ่น ซึ่งอาจแยกประเภทของแหล่งน้ำออกได้เป็น 4 แหล่งใหญ่ๆ ได้แก่ แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน แหล่งน้ำจากทะเล และแหล่งน้ำจากฟ้า มนุษย์ชาติได้ประโยชน์มหาศาลจากทรัพยากรน้ำมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนน้ำ และการเกิดมลพิษทางน้ำยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ เนื่องจากผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ขาดความรับรู้และจิตสำนึกรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น ในอนาคตอันใกล้สถานการณ์ของทรัพยากรน้ำอาจเกิดปัญหาใหญ่ถึงขั้นวิกฤติ โดยเฉพาะในด้านการขาดแคลนน้ำทั้งนี้เนื่องจากแนวโน้มที่จะเกิดภัยแล้งมากขึ้น และน้ำในแหล่งน้ำต่างๆ มีคุณภาพลดลง (Environnet, 2547)

น้ำถูกใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ทั้งในด้านการอุปโภคและบริโภค ร่างกายของเราใช้น้ำเพื่อพาสารอาหารไปยังเซลล์เพื่อรักษาโครงสร้างของร่างกาย เพื่อการขับถ่ายของเสียและเพื่อระบายความร้อนออกจากร่างกาย นอกจากนี้เรายังใช้น้ำในการอุปโภคทั้งการทำความสะอาด ซักล้าง และกิจกรรมอื่นๆ เพื่อการเกษตรกรรม การใช้น้ำในการเกษตรกรรมนั้นประมาณว่ามนุษย์ใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก 70% ของปริมาณน้ำที่มนุษย์ใช้ทั้งหมด เพื่อการผลิตธัญญพืชสำหรับการบริโภค ส่วนน้ำที่ใช้สำหรับการเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันไป น้ำจึงมีความสำคัญมากในการผลิตอาหารของมนุษย์ เพื่อการอุตสาหกรรม น้ำเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม อุตสาหกรรมแต่ละประเภทมีความต้องการน้ำในปริมาณและคุณภาพที่แตกต่างกันไป เป็นแหล่งทรัพยากร แหล่งน้ำเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของมนุษย์โดยเฉพาะในทะเลซึ่งนับเป็นแหล่งทรัพยากรที่ใหญ่ที่สุดในโลก เพื่อการคมนาคมขนส่ง คือ การขนส่งทางน้ำเพราะสามารถขนส่งได้คราวละมากๆ และค่าใช้จ่ายยังถูกกว่าการขนส่งทางอากาศมากอีกด้วย เพื่อการสร้างพลังงาน ในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้น ค่าใช้จ่ายที่มาจากการผลิตโดยใช้กระแสน้ำนั้นจะต่ำที่สุด รวมทั้งมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่าการผลิตจากแหล่งพลังงานอื่นๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมัน นิวเคลียร์ และเพื่อการนันทนาการ แหล่งกักเก็บน้ำหลายแห่งเป็นที่ท่องเที่ยวและพักผ่อนหย่อนใจของมนุษย์ เช่น ชายฝั่งทะเล ทะเลสาบ แม่น้ำ ลำคลอง น้ำตกและลำธาร เป็นต้น (Environnet, 2547)

ผลจากการใช้น้ำในด้านต่างๆ อย่างมากมาย จึงก่อให้เกิดปัญหาน้ำเสียติดตามมา น้ำเสีย คือ น้ำที่มีคุณสมบัติเปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากมีสิ่งเจือปนมากจนไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ สาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาน้ำเสียก็ได้แก่ น้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน หรือน้ำทิ้งจากครัวเรือน เกิดจากกิจกรรมต่างๆ ในการดำรงชีวิตของมนุษย์ทั้งในการอุปโภคและบริโภค ซึ่ง คุณสมบัติของน้ำทิ้งจะมีสารอินทรีย์ เช่น เศษอาหาร คราบไขมัน ปัสสาวะ อุจจาระและจุลินทรีย์ต่างๆ น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เกิดจากน้ำที่ใช้ในกระบวนการผลิตโดยตรง รวมทั้งน้ำเพื่อการหล่อเย็น การล้างและทำความสะอาดเครื่องจักรรวมทั้งอาคารสถานที่ น้ำทิ้งจากกิจกรรมทางด้านการเกษตร มีการปนเปื้อนทั้งสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ กรณีการเพาะปลูกที่มีการใช้ยาปราบศัตรูพืชก็จะมีการปนเปื้อนจากสารเคมีที่ใช้ ส่วนการปศุสัตว์มักจะมีน้ำทิ้งที่มีสารอินทรีย์สูงซึ่งโดยมากจะเป็นมูลของสัตว์ที่ถ่ายลงมา และน้ำทิ้งจากการทำเหมืองแร่ จะก่อผลให้มีการปนเปื้อนของตะกอนดินและจากแร่ธาตุที่เป็นพิษบางตัว เช่น สารหนู ปรอท เป็นต้น (Environnet, 2547)

การศึกษาคุณภาพน้ำสามารถกระทำได้หลายวิธี อาจใช้วิธีการทางกายภาพ เช่น การดู สี ความใส กลิ่นของน้ำ เป็นต้น หรืออีกรูปแบบหนึ่งก็คือการตรวจสอบทางด้านเคมี โดยการตรวจสอบสิ่งที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งอาจเป็นสารต่างๆ ทั้งในรูปของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ ซึ่งต้องใช้สารเคมีในการตรวจสอบ และเครื่องมือที่มีราคาแพง สามารถรู้ผลการตรวจสอบในระยะเวลาที่สั้น แต่ผลการตรวจสอบที่ได้จะบอกให้ทราบถึงคุณภาพน้ำในขณะที่ตรวจสอบเท่านั้น อีกวิธีหนึ่งก็คือการใช้สิ่งมีชีวิตมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ เนื่องจากว่าสิ่งมีชีวิตบางชนิดหรือบางกลุ่มสามารถเจริญอยู่ในน้ำที่มีความสะอาดหรือน้ำที่สกปรกแตกต่างกับอีกพวกหนึ่ง ถ้าเรารู้จักถึงคุณสมบัติเหล่านี้ เราก็สามารถนำสิ่งมีชีวิตมาใช้เป็นตัวชี้ถึงคุณภาพน้ำในแหล่งที่เราศึกษาได้ สิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ ได้แก่ พืชน้ำ ปลา สาหร่าย แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน เป็นต้น (สาคร และพิษณุ, 2542) ในระบบนิเวศแบบน้ำนิ่งการใช้สิ่งมีชีวิตในกลุ่มแพลงก์ตอนเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพจะมีความเหมาะสมมากกว่า แต่หากเป็นระบบนิเวศแบบน้ำไหลการใช้สัตว์หน้าดินจะเหมาะสมมากกว่าสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในการนำมาเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของน้ำ เนื่องจากต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพของน้ำในบริเวณที่อยู่อาศัย ซึ่งหากปรับตัวไม่ได้ก็ย้ายที่อยู่หรือตายไป กลุ่มที่ทนทานมากกว่าก็จะอยู่แทน

การดูแลคุณภาพน้ำจำเป็นต้องเกิดจากการร่วมมือกันหลายๆ ฝ่ายทั้งจากทางชุมชน หน่วยงานราชการ และองค์กรเอกชน ถึงแม้ว่าการดูแลคุณภาพน้ำโดยแท้จริงเป็นเรื่องของหน่วยราชการที่เกี่ยวข้องหลายหน่วย เช่น กรมชลประทาน กรมควบคุมมลพิษ สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต เป็นต้น แต่เนื่องจากแหล่งน้ำมีมากมายทั่วทั้งประเทศ ทำให้เป็นการยากที่หน่วยงานเหล่านี้จะตรวจตรา ดูแลได้อย่างทั่วถึง จึงมีความจำเป็นที่ประชาชนในพื้นที่จะต้องช่วยกันดูแลแหล่งน้ำในพื้นที่ของตน ว่ามีคุณภาพเป็นอย่างไร

สามารถนำไปใช้ได้อย่างปลอดภัย หรือระมัดระวังไม่ให้แหล่งน้ำสกปรกมากขึ้น ยิ่งชุมชนใดให้ความสนใจดูแลแหล่งน้ำภายในชุมชนของตนเองอย่างใกล้ชิดและต่อเนื่อง ก็จะทำให้คุณภาพน้ำในชุมชนนั้นมีความปลอดภัยมากขึ้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ เพื่อให้ได้ผลที่แน่นอนจำเป็นต้องมีสารเคมี อุปกรณ์ เครื่องมือที่มีความพร้อม และกระทำได้ในห้องปฏิบัติการ จึงเป็นเรื่องยากสำหรับชุมชนที่จะตรวจสอบได้เอง ดังนั้นทางโครงการจึงได้รวมรวมและดัดแปลงวิธีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพอย่างง่ายๆ ขึ้น เพื่อเป็นประโยชน์ต่อชุมชนเองที่จะสามารถตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างคร่าวๆ ได้เอง ซึ่งการได้ลงมือปฏิบัติเองจะเป็นการปลูกฝังความรักและหวงแหนต่อคุณภาพน้ำภายในชุมชน อันจะเป็นการสร้างจิตสำนึกและการมีส่วนร่วมในการรักษาสภาพของแหล่งน้ำภายในชุมชนให้มีคุณภาพที่ดีต่อไป

บทที่ 2
การตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย

1. การตรวจสอบสภาพแวดล้อมบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง

บริเวณแผ่นดินชายน้ำ

การสังเกตแหล่งน้ำ โดยเริ่มต้นจากบริเวณแผ่นดินชายน้ำ สภาพรอบๆ แม่น้ำว่าเป็นอย่างไรบ้าง เป็นลักษณะหมู่บ้านที่มีบ้านอยู่หนาแน่น หรือเป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรม หรือเป็นถนนหนทางเวลาฝนตกน้ำฝนจะไหลลงแม่น้ำจากบริเวณแผ่นดินชายน้ำ ดังนั้น ดินหรือความสกปรกในบริเวณนั้นจะปะปนไหลลงสู่แม่น้ำ มีความสกปรกชนิดใดบ้างที่ไหลลงสู่แม่น้ำ

ลักษณะการไหลของน้ำ

แม่น้ำจะมีลักษณะการไหลสองแบบด้วยกัน แบบแรกคือไหลตามแนวนอนจากต้นน้ำลงมา แบบที่สองคือไหลตามแนวขวาง เช่น เวลาฝนตกแล้วน้ำไหลลงจากตลิ่ง แม่น้ำตามธรรมชาติจะมีความกว้างของแม่น้ำต่างกัน และยังมีความลาดชันต่างกัน ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลและอัตราความเร็วในการไหลตลอดเวลา แม่น้ำจะมีบริเวณน้ำตื้นกับน้ำลึก ซึ่งจะมีลักษณะสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่แตกต่างกัน ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำจะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตโดยตรง

ขอบตลิ่ง

ระหว่างแม่น้ำกับบ้านเรื่องหรือไร่นา มีขอบตลิ่งหรือไม่ ขอบตลิ่งมีทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติและสิ่งมีมนุษย์ทำขึ้น

ฝายกั้นน้ำ

เป็นสิ่งก่อสร้างที่กีดขวางการไหลของแม่น้ำเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ในพื้นที่ต้นน้ำส่วนที่เป็นภูเขาจะมีการสร้างฝายกั้นน้ำขนาดใหญ่หรือที่เรียกว่าเขื่อน ในบริเวณพื้นที่ราบจะมีการสร้างฝายกั้นน้ำขนาดเล็กเพื่อใช้เก็บกักน้ำสำหรับประโยชน์ในทางเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม รวมทั้งเป็นแหล่งน้ำเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคของชุมชน ทั้งเขื่อนและฝายกั้กน้ำมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการไหลของน้ำและก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยน้ำที่มีธาตุอาหารอยู่มากหากถูกกักอยู่ในเขื่อนจะทำให้เกิดแพลงค์ตอนขึ้นในปริมาณมาก ทำให้น้ำขุ่นและเหม็นเขื่อนหรือฝายกั้นน้ำ โดยส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์ควบคุมปริมาณน้ำให้เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลได้ การควบคุมปริมาณน้ำนี้มีไว้เพื่อให้เป็นประโยชน์สูงสุดกับผู้ต้องการใช้น้ำเขื่อนหรือ

ฝายกั้นน้ำที่ไม่มีบันไดปลาโจนจะทำให้ปลาไม่สามารถ ว่ายน้ำหรือลงไปตามกระแสน้ำเพื่อไปผสมพันธุ์หรือวางไข่ตามธรรมชาติได้ตามปกติ

ตลิ่ง

คือบริเวณพื้นที่แห้งนับจากน้ำขึ้นไปถึงขอบตลิ่ง เมื่อมีปริมาณน้ำมากตลิ่งก็จะจมอยู่ใต้น้ำ เมื่อปริมาณน้ำน้อยตลิ่งก็จะโผล่พ้นผิวน้ำ บริเวณตลิ่งจะมีสิ่งมีชีวิตบางประเภทอาศัยอยู่ บางครั้งอาจมีการปลูกพืชผักบริเวณตลิ่ง เนื่องจากเป็นจุดที่มีน้ำอุดมสมบูรณ์และมีธาตุอาหารครบถ้วน รวมทั้งมีแมลงและศัตรูพืชน้อย แต่อาจจะมีปัญหาเรื่องน้ำท่วมบ้าง ในบริเวณนี้สภาพของตลิ่งจะแตกต่างจากสภาพของตลิ่งธรรมชาติ

ชายน้ำ

เป็นบริเวณที่น้ำในแม่น้ำเชื่อมต่อกับพื้นดิน และมีการเปลี่ยนแปลงสภาพตามการขึ้นลงของกระแสน้ำบริเวณนี้ถือเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำกับบนบก ซึ่งจะมีพืชพรรณเฉพาะ และเป็นบริเวณที่ปลา แมลง นก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางชนิดใช้หาอาหารและเพาะเลี้ยงตัวอ่อน

แม่น้ำ

แม่น้ำที่มีการไหลของกระแสน้ำจะเป็นที่อยู่อาศัยอย่างดีของปลา นอกจากนี้หากน้ำมีความใสเพียงพอจะมีพืชน้ำเติบโตในท้องน้ำได้ หากน้ำขุ่นพืชน้ำเหล่านี้จะได้รับแสงแดดไม่เพียงพอทำให้เฉาตาย

พื้นของแม่น้ำ

เป็นบริเวณที่มีกุ้ง หอย ตัวอ่อนของแมลงบางชนิดอาศัยอยู่ หากมีทรายละเอียดหรือสารพิษไหลลงมาจากต้นน้ำจะทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ตายหมด ถ้าเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถว่ายน้ำได้ เช่น ปลา ก็จะสามารถว่ายหนีไปได้ แต่โดยส่วนใหญ่แล้วสิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะตายหมด

ป่าหรือทุ่งหญ้าบริเวณริมน้ำ

บริเวณริมแม่น้ำหากมีป่าหรือทุ่งหญ้าเป็นบริเวณกว้างจะทำให้นกและแมลงมีมากขึ้นและหลากหลาย

พื้นที่ร่มเงาบริเวณผิวน้ำ

เป็นบริเวณที่มีต้นไม้ใหญ่หรือพุ่มไม้ปกคลุมอยู่ ทำให้แสงแดดส่องไม่ถึงน้ำ หากเป็นแม่น้ำสายเล็ก อาจมีพื้นที่ร่มในน้ำตลอดทั้งสาย ส่งผลให้บริเวณน้ำในพื้นที่น้ำต่ำกว่าปกติปลาและสัตว์น้ำบางประเภทจะชอบเข้ามาอยู่อาศัยอย่างชุกชุม

การดำเนินชีวิตของมนุษย์

นอกจากมนุษย์จะต้องใช้น้ำในการดำรงชีวิตแล้ว ยังต้องบริโภคสัตว์น้ำ หรือใช้แม่น้ำเป็นเส้นทางคมนาคมมนุษย์มีสายสัมพันธ์แน่นแฟ้นกับแม่น้ำมาตั้งแต่สมัยดึกดำบรรพ์ ดังจะเห็นได้จากศาสนา ประเพณี วัฒนธรรม หรือรูปวาดต่างๆ เป็นต้น

การสังเกตพืชพันธุ์และสิ่งมีชีวิตบริเวณแหล่งน้ำ

การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในแม่น้ำตามฤดูกาล การเปลี่ยนแปลงสภาพแม่น้ำอันเนื่องมาจากการก่อสร้างหรือเน่าเสียของแม่น้ำอันเนื่องมาจากขยะ หรือสิ่งสกปรกต่างๆ จะส่งผลกระทบต่อพืชพันธุ์หรือสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณริมน้ำโดยตรง โดยจะมีสิ่งมีชีวิตบางประเภทหายไป และจะมีสิ่งมีชีวิตบางประเภทเข้ามาแทนที่ นอกจากนี้ หากสิ่งแวดล้อมน้ำได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นก็จะมีสิ่งมีชีวิตใหม่ๆ เข้ามาอยู่อาศัย ซึ่งก็จะสามารถสังเกตเห็นว่ามีพืชพันธุ์ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตของสิ่งเหล่านั้นเติบโตอยู่ร่วมด้วย เช่น บริเวณที่มีแมลงปออาศัยอยู่จะเป็นจุดที่พบคราบดักแด้ของตัวอ่อนแมลงจำนวนมากอยู่บนใบไม้หรือลำต้นตัวอ่อนแมลงจะอาศัยอยู่ในน้ำและจะทำการลอกคราบหลายครั้งก่อนที่จะขึ้นจากผิวน้ำและกลายเป็นแมลงปอในที่สุด ดังนั้นแมลงปอจะสามารถเจริญเติบโตได้ในบริเวณแหล่งน้ำที่มีพืชน้ำเติบโตอยู่ร่วมด้วย นอกจากนี้หากพบเห็นนกน้ำอยู่ในบริเวณใดก็พอจะสามารถบอกได้ว่า บริเวณดังกล่าวน่าจะมีอาหารของนกอุดมสมบูรณ์ เช่น ปลาหรือแมลงต่างๆ หากมีปลาขนาดใหญ่อาศัยอยู่ ก็แสดงว่าน่าจะมีสิ่งมีชีวิตที่เป็นอาหารของปลาดังกล่าววอาศัยอยู่ด้วย

สาหร่ายที่ขึ้นแถวริมน้ำ

โดยส่วนใหญ่ปลาเล็กมักจะหลบซ่อนอยู่ใต้สาหร่าย ใบของพืชน้ำ หรือตามซอกหินต่างๆ นอกจากนี้ก็ยังจะใช้รากของพืชน้ำหรือสาหร่ายในการวางไข่ ดังนั้นในการสังเกตควรจะพลิกก้อนหินหรือสาหร่ายขึ้นมาดูว่ามีสิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่หรือไม่

(ที่มา : มูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก, 2545)

2. การจดบันทึกการสังเกต

การจดบันทึกการสังเกตเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการรับรู้การเปลี่ยนแปลงของแม่น้ำ ซึ่งจะได้มีการแนะนำถึงวิธีการจดบันทึกดังต่อไปนี้

อากาศเมื่อวาน

จำเป็นต้องบันทึก เนื่องจากปริมาณน้ำในแม่น้ำจะได้รับผลกระทบจากฝนที่ตกเมื่อวานนี้

อากาศวันนี้

เป็นการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของอากาศอย่างง่ายๆ ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง เช่น ฟ้าใส มีเมฆมาก หรืออื่นๆ

การพัดของลม

เป็นการบันทึกการเปลี่ยนแปลงของลมอย่างง่ายๆ ในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง เช่น ลมสงบ ลมพัดเล็กน้อย เป็นต้น

เวลาและสถานที่

ควรกำหนดสถานที่และเวลาที่ต้องการตรวจสอบให้ชัดเจน โดยพิจารณาถึงวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ

สีของแม่น้ำ

เป็นสิ่งสำคัญที่ควรบันทึกทุกครั้ง จะมีความแตกต่างในแต่ละบุคคลจึงควรมีหลายคนช่วยกันแยกสี ความขุ่น : มองเห็นท้องน้ำได้ มองไม่เห็นท้องน้ำ แต่สามารถมองเห็นได้ลึกกี่เมตร เป็นต้น ประเภทของสี : สีน้ำตาลเข้ม สีน้ำตาล สีน้ำตาลอ่อน สีน้ำตาลอ่อนปนเขียว สีเขียว อ่อน สีเขียวแกมน้ำเงิน ความเข้มของสี : สีดำสนิท สีดำ สีเทาเข้ม สีออกขาว สีขาว หรืออื่นๆ เช่น มีสีหลายสีปนกัน หรือมีน้ำมันลอยอยู่ เป็นต้น

กลิ่น

กำหนดมาตรฐานในการวัดได้ยาก ดังนั้นจึงบันทึกตามความรู้สึกของผู้ตรวจวัด (อ้างอิง) มีวิธีการแสดงลักษณะกลิ่นตามมาตรฐาน JIS ของญี่ปุ่น ดังนี้

ประเภทของกลิ่น ที่มาของกลิ่น

1. กลิ่นหอม กลิ่นผลไม้ กลิ่นผลไม้ กลิ่นกระเทียม กลิ่นแตงกวา กลิ่นน้ำหอม กลิ่นยาต่างๆ
2. กลิ่นต้นไม้ กลิ่นสาหร่าย กลิ่นหญ้า กลิ่นต้นไม้ กลิ่นแพลงค์ตอนต่างๆ
3. กลิ่นดินและเชื้อรา กลิ่นดิน กลิ่นโคลน กลิ่นเชื้อราต่างๆ
4. กลิ่นคาว กลิ่นคาวปลา กลิ่นน้ำมันตับปลา กลิ่นหอยต่างๆ
5. กลิ่นยา กลิ่นฟีนอล กลิ่นน้ำมันทาร์ กลิ่นน้ำมัน กลิ่นไขมัน กลิ่นพาราฟิน กลิ่นคลอรีน กลิ่นไฮโดรเจนซัลไซด์ กลิ่นคลอโรฟีนอล กลิ่นร้านขายยา หรือกลิ่นผลิตภัณฑ์ยาต่างๆ
6. กลิ่นเน่า กลิ่นของสดเน่า กลิ่นขยะ กลิ่นน้ำทิ้ง กลิ่นคอกหมู กลิ่นมูลสัตว์ต่างๆ
7. กลิ่นเน่าอย่างแรง กลิ่นเน่าที่มีความรุนแรงมากขึ้นจนเป็นที่น่ารังเกียจ

การไหลของน้ำ

ทำการบันทึกในลักษณะเช่น ไหลแรงมาก ไหลเร็ว ปานกลาง ไหลช้า แทบจะไม่ไหลเลย หรือไหลย้อนกลับ เป็นต้น อาจเขียนแสดงเป็นตัวเลขได้โดยการวัดระยะทางของวัตถุลอยน้ำที่เคลื่อนที่ภายในช่วงระยะเวลาหนึ่งตามความเหมาะสม (ประมาณ 1-30 นาที)

ระดับน้ำ

อาจจะวัดได้โดยการสังเกตจากระดับความสูงของสิ่งก่อสร้างริมน้ำ หรืออาจปักไม้ที่มีขีดบอกระดับทุก 10 ซม. ณ จุดที่ต้องการ แต่เวลาน้ำขึ้นสูงอาจมีอันตรายได้ ดังนั้นควรขอให้เจ้าหน้าที่กรมชลประทานช่วยมาติดตั้งมาตรวัดระดับน้ำให้

ปริมาณน้ำ

ในการตรวจสอบแม่น้ำ บางครั้งข้อมูลปริมาณน้ำอาจมีความสำคัญมากกว่าคุณภาพน้ำ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการตรวจสอบ ปริมาณน้ำของแม่น้ำสามารถคำนวณได้จากอัตราเร็วคูณด้วยพื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำ (ความกว้างของแม่น้ำคูณด้วยความลึกของแม่น้ำ)

ต้นไม้และสิ่งมีชีวิต

ปลาหรือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจะชอบซ่อนตัวอยู่ทำให้มองจากด้านบนไม่เห็น ดังนั้น จึงอาจจะต้องจับขึ้นมา แล้วทำการสังเกตสี รูปร่าง ขนาด อาจทำการเปรียบเทียบกับต้นหญ้าในบริเวณนั้นก็ได้ การบันทึกต้นไม้อาจทำได้โดยการถ่ายรูป สเก็ตช์ภาพ หรือเด็ดมาเก็บไว้ก็ได้ ควรมีการบันทึกจุดที่เก็บด้วย

ขยะ

บันทึกขยะที่ลอยอยู่ในแม่น้ำ หรือขยะที่ลอยมาติดริมตลิ่ง ขยะที่ถูกทิ้งบริเวณริมตลิ่งนับจำนวนขยะสำหรับขยะที่นับได้ง่าย สำหรับขยะแบบอื่นบันทึกแค่มากหรือน้อยก็เพียงพอ อาจมีการบันทึกแหล่งกำหนดขยะด้วยในกรณีที่สามารถบอกแหล่งกำเนิดขยะได้

(ที่มา : มูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก, 2545)

ในการบันทึกการสังเกตแม่น้ำตามหัวข้อด้านบน ไม่มีแบบฟอร์มมาตรฐาน แต่อาจใช้แบบฟอร์มต่อไปนี้เป็นตัวอย่างในการบันทึกก็ได้

แบบฟอร์มการศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่จัน ดอยแม่สลอง จังหวัดเชียงราย

เก็บตัวอย่างครั้งที่ .....

จุดเก็บที่ ..... บริเวณ ..... วันที่ ..... เวลา .....

สภาพอากาศ.....

.....

.....

สภาพแวดล้อมจุดเก็บตัวอย่าง .....

.....

.....

.....

ผลการสำรวจคุณภาพน้ำ

การตรวจสอบ		ค่าที่ได้
ลักษณะของน้ำ	สี ความใส กลิ่น	
ความลึกของแหล่งน้ำ (เมตร)		
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)		
อุณหภูมิอากาศ (องศาเซลเซียส)		
ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที)		
ความขุ่นของน้ำ (เอ็นทียู)		
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
ซีโอดี (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
พีเอช		
อื่นๆ		

หมายเหตุ

.....

.....

.....

ลักษณะของพื้นท้องน้ำ

.....

.....

.....

3. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

3.1 การวัดอุณหภูมิ

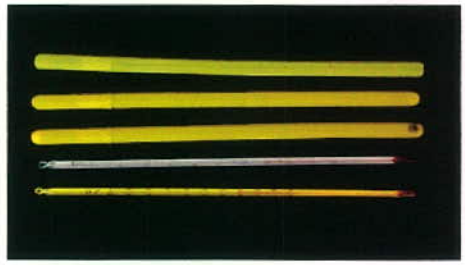
อุณหภูมิของแหล่งน้ำมีผลต่อการเมตาบอลิสม (metabolism) ของพืชและสัตว์น้ำ และอัตราการการเกิดกระบวนการทางเคมีของสิ่งไม่มีชีวิตในแหล่งน้ำ อุณหภูมิของแหล่งน้ำต้องเหมาะสมกับการแพร่พันธุ์และการมีชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะคงทนได้ต่ออุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดที่แตกต่างกัน นอกจากนี้อุณหภูมิยังมีผลต่อการละลายออกซิเจนของแหล่งน้ำ อุณหภูมิสูงทำให้ออกซิเจนละลายลดลง และสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะคงทนต่อปริมาณออกซิเจนต่ำสุดได้ไม่เท่ากัน สิ่งที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้แก่ แสงของดวงอาทิตย์ ถ้าแสงจ้าในตอนกลางวันจะทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำสูงขึ้น ถ้าอุณหภูมิสูงอาจเป็นสาเหตุให้ปลาตาย การตัดต้นไม้ริมฝั่งน้ำ ซึ่งเป็นร่มเงาของเป็นสัตว์น้ำ ทำให้ผิวน้ำได้รับจากแสงอาทิตย์โดยตรงจึงทำให้อุณหภูมิสูง ความขุ่นก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น เนื่องจากตะกอนสามารถดูดกลืนแสงอาทิตย์

อุปกรณ์

การวัดอุณหภูมิ ใช้เทอร์โมมิเตอร์ทำด้วยแอลกอฮอล์ (ภาพที่ 1) ทำให้เห็นชัดเจน เนื่องจากมีสีแดงทำให้สังเกตได้ชัดเจน

วิธีการวัดอุณหภูมิ

1. ให้วัดอุณหภูมิของน้ำ ที่จุดเก็บน้ำตัวอย่างเดียวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำอื่นๆ และต้องในเวลาเดียวกันที่เก็บน้าตัวอย่างมาวิเคราะห์ออกซิเจนละลาย โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มลงไปในแหล่งน้ำให้ลุกกว่าระดับผิวของแหล่งน้ำลงไปประมาณ 10 เซนติเมตร
2. ปล่อยให้เทอร์โมมิเตอร์จุ่มอยู่ในผิวน้ำ จนระดับอุณหภูมิคงที่ และให้ปล่อยทิ้งไว้อีก 3 นาที
3. ดึงเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นจากน้ำ แล้วให้อ่านอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว เพื่อให้เกิดถูกต้องที่สุด อย่าเขย่าเทอร์โมมิเตอร์ เพราะจะทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนไป บันทึกอุณหภูมิน้ำลงในใบงาน



ภาพที่ 1 เทอร์โมมิเตอร์ทำด้วยแอลกอฮอล์

3.2 การวัดความลึกเฉลี่ยของแหล่งน้ำ

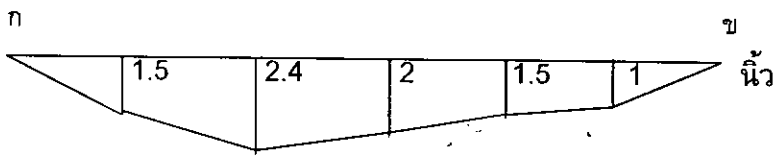
การวัดความลึกจะทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ

อุปกรณ์

1. เชือกฟาง
2. ไม้ที่มีเมตรที่มีหน่วยทั้งนิ้วและเซนติเมตร หรือไม้บรรทัด (ในกรณีที่แหล่งน้ำมีความลึกไม่เกิน 1 ฟุต)

วิธีวัด

1. การวัดความลึกจะทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำ ทำโดยแบ่งเชือกที่ขึงไว้ (ก และ ข หรือ ค และ ง) ในภาพที่ 2 ออกเป็น 5 จุด โดยการเฉลี่ยจากความกว้างของแหล่งน้ำ ใช้ไม้เมตรหรือไม้บรรทัดวัดความทุกช่วงที่แบ่งไว้ บันทึกความลึกแต่ละช่วง
2. คำนวณหาความลึกเฉลี่ย โดยนำความลึกทุกจุดที่วัดในแต่ละช่วงรวมกันหารด้วยจำนวนจุดที่วัด เช่น แบ่งความกว้างของแหล่งน้ำเป็น 5 จุด ความลึกที่วัดได้จากจุด ก ไปยังจุด ข มีค่าเท่ากับ 1.5, 2.4, 2, 1.5, และ 1 นิ้วตามลำดับ



ภาพที่ 2 การวัดความลึกของแหล่งน้ำ

ความลึกเฉลี่ยของแหล่งน้ำ = (1.5 + 2.4 + 2 + 1.5 + 1) / 5 = 1.68 นิ้ว

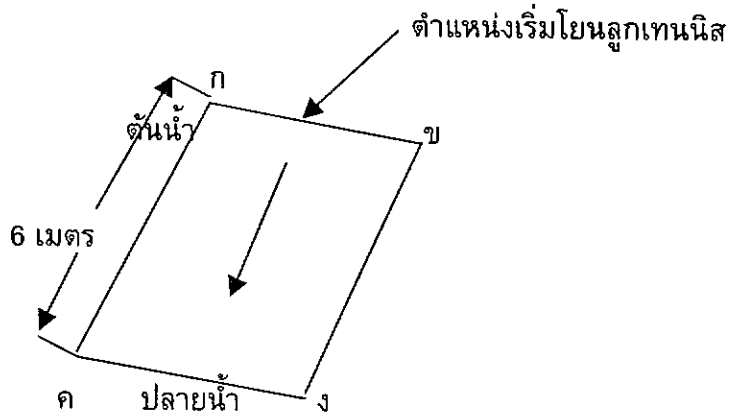
3.3 การวัดความเร็วของกระแสน้ำ

อุปกรณ์

1. เชือก
2. ลูกเทนนิส
3. สายวัด
4. นาฬิกาจับเวลา

วิธีการทดลอง

1. วัดระยะริมฝั่งทั้งสองข้างของแม่น้ำให้มีความยาว 6 เมตร ให้ใช้ไม้ทำเป็นหลัก ตามภาพใช้ไม้ปัก ทั้ง 4 จุด (ก, ข, ค และ ง) แล้วใช้เชือกขึงข้ามแม่น้ำ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 การวัดความเร็วของกระแสน้ำ

2. โยนลูกเทนนิส จากต้นน้ำ (ก และ ข) พร้อมกับจับเวลา จนลูกเทนนิสไปถึงปลายน้ำ (ค และ ง) บันทึกเวลาที่ลูกบอลเคลื่อนที่จากแนว ก – ข ถึง ค – ง ทำซ้ำอีก 2 ครั้ง
3. คำนวณความเร็วของกระแสน้ำ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ลูกบอลทั้ง 3 ครั้ง ดังสูตร

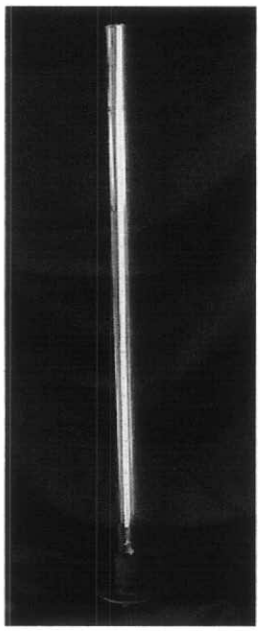
$$\text{ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที)} = \frac{\text{ระยะทางที่ลูกเทนนิสเคลื่อนที่ (เมตร)}}{\text{เวลาที่ใช้ในการเคลื่อนที่ (วินาที)}}$$

3.4 การวัดความขุ่น

ความขุ่นมีผลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำ เพราะถ้าแหล่งน้ำมีความขุ่นมากจะทำให้อุณหภูมิของแหล่งน้ำเพิ่มขึ้น และถ้าแหล่งน้ำมีความขุ่นมากกว่า 100 หน่วยความขุ่นอาจกระทบต่อการดำรงชีวิตและการแพร่พันธุ์ของสัตว์น้ำ ความขุ่นมักเกิดจากโคลนตมหรือน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือน้ำมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียมาก

อุปกรณ์

หลอดแก้วขนาดสูง 1 เมตร ที่มีสเกลหน่วยความขุ่น และมีแผ่นที่ระบายด้วยสีดำไว้ที่กันของหลอดแก้ว (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 หลอดแก้วสำหรับวัดค่าความขุ่น

วิธีการวัดความขุ่น

1. ใส่น้ำให้เต็มหลอดแก้ววัดความขุ่น
2. ค่อยเปิดน้ำออกจนสามารถมองเห็นที่ดำและสีขาวที่กันของหลอดแก้ว แล้วปิดน้ำอ่านความขุ่นที่สเกลข้างหลอด บันทึกผล

4. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านเคมี

4.1 การหาซีโอดีอย่างง่าย

ซีโอดี หรือความต้องการออกซิเจนในการสลายตัวสารเคมี (Chemical Oxygen Demand) เป็นการวัดหาปริมาณออกซิเจนที่ใช้ในการสลายสารเคมีในแหล่งน้ำ ซึ่งจะเป็นตัวชี้บอกการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำ ถ้าแหล่งน้ำมีค่าซีโอดีสูง แสดงว่ามีการใช้ออกซิเจนในแหล่งน้ำมาก จะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนลดลง

เครื่องมือ

1) เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

วัสดุอุปกรณ์

1) Beaker ขนาด 250 ml
2) Erlenmeyer flask ขนาด 250 ml
3) Test tube ขนาดเล็ก
4) Volumetric flask ขนาด 1000 ml ,100 ml
5) Transfer pipette ขนาด 10 ml
6) Measuring pipette ขนาด 10.00 ml
7) ขวดขนาดเล็ก

สารเคมี

1) โซเดียมไฮดรอกไซด์(Sodium hydroxide), สูตรเคมี NaOH (AR.บริษัท CARLO)
2) กลูโคส (Glucose), สูตรเคมี $C_6H_{12}O_6$ (AR. บริษัท Fisher chemical)
3) Celite ^{R} 544 (AR.บริษัท fluka)
4) โพแทสเซียมเปอร์แมงกาเนส (Potassium permanganate), สูตรเคมี $KMnO_4$ (AR. บริษัท CARLO)

การเตรียมสารละลาย

การเตรียม Stock Glucose

ชั่งกลูโคสมาจำนวน 3 กรัมใส่ใน Beaker ละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้น ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 1,000 ml จะได้กลูโคสที่มีความเข้มข้น 3,000 ppm

การเตรียมสารละลายสำหรับทำ Standard Color Table

เตรียมสารมาตรฐาน โดยปิเปตกลูโคส มา 4.16, 8.33, 16.67, 24.17, 40.83 มิลลิลิตร เจือจางด้วยน้ำกลั่นให้ครบ 100.00 มิลลิลิตรขวดวัดปริมาตร สารละลายกูลโคสจะมีค่าซีโอดีเท่ากับ 25 ppm, 250 ppm, 500 ppm, 725 ppm และ 1,225 ppm ตามลำดับ

วิธีการทดลอง

การทำ Standard Color Table

1. ชั่ง Celite มาจำนวน 5 กรัม และ $KMnO_4$ จำนวน 0.05 กรัม จากนั้นทำการบดให้ผสมกัน และทำการบดจนได้สารผสมสีม่วง
2. เติม NaOH จำนวน 4 กรัมลงไป จากนั้นทำการผสมกัน จะได้สารผสมสีเขียว
3. เติม Celite ลงไปอีก 45 กรัม ผสมให้เข้ากัน
4. ทำการ ชั่งสารผสมใส่หลอดทดลองขนาดเล็ก จำนวน 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6 กรัม
5. เติมสารละลายกลูโคสที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ ลงไปจำนวน 10 ml สังเกตสี พร้อมกับจับเวลา
6. บันทึกภาพเพื่อ นำไปใช้เทียบในการทดลองสำหรับนักเรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังแสดงในภาพที่ 5

น้ำกลั่น ซีโอดี (25 ppm) ซีโอดี (250 ppm) ซีโอดี (500 ppm) ซีโอดี (725 ppm) ซีโอดี (1,225 ppm)

ภาพที่ 5 สีของสารละลายที่มีค่าซีโอดีต่างๆ กัน

4.2 ปริมาตรออกซิเจนละลายในน้ำ

สัตว์และพืชน้ำน้ำใช้ออกซิเจนในการดำรงชีวิต ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำเรียกว่าออกซิเจนละลาย (dissolved oxygen) หรือดีโอ (DO) มีหน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณออกซิเจนละลายเป็นตัวชี้บอกคุณภาพของแหล่งน้ำ

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 9.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดีมาก ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 6.5 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ ออกซิเจนละลายมีปริมาณตั้งแต่ 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรเป็นต้นไป

แหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี ทีมีออกซิเจนละลาน้อยกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจัดเป็นแหล่งน้ำที่มีคุณภาพต่ำไม่เหมาะสมสำหรับการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ จึงทำให้สัตว์น้ำที่สามารถเคลื่อนที่ได้ เช่นปลาเคลื่อนที่อยู่ที่อื่นที่มีปริมาณออกซิเจนพียงพอ แต่ถ้าเป็นสัตว์น้ำที่ไม่มีความทนทานต่อปริมาณออกซิเจนที่ลดลงอาจตาย ส่วนสัตว์น้ำที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ เช่นหอยเกิดความเครียดและตายในสุดถ้าปริมาณออกซิเจนไม่เพิ่มขึ้น

ปริมาณออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ จะเปลี่ยนแปลงตลอด 24 ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ออกซิเจนละลายในน้ำเย็นได้ดีกว่าในน้ำร้อน (ตารางที่ 1) ในช่วงเช้ามืดปริมาณออกซิเจนจะต่ำกว่าในช่วงกลางวัน เนื่องจากไม่มีแสงพืชน้ำยังไม่สังเคราะห์แสง

ตาราง 1 ปริมาณออกซิเจนสูงสุดที่อุณหภูมิต่างๆ

อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร
13	10.52
14	10.24
15	10.07
16	9.85
17	9.65
18	9.45
19	9.26
20	9.07
21	8.90
22	8.72

อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร
23	8.65
24	8.40
25	8.24
26	8.09
27	7.95
28	7.81
29	7.67
30	7.54
31	7.41
32	7.28

อุณหภูมิ (°C)	ดีโอ มิลลิกรัมต่อลิตร
33	7.16
34	7.16
35	6.93
36	6.82
37	6.71
38	6.61
39	6.51
40	6.41
41	6.41
42	6.22

วิธีการดำเนินการหาออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ

ขวดเก็บน้ำตัวอย่างต้องใช้ขวดบีโอดีปริมาตร 300 มิลลิลิตร ซึ่งมีฝาปิด ถ้าแหล่งน้ำไม่ลึกสามารถเดินลงได้ จะต้องเก็บน้ำตัวอย่างในน้ำ โดยทำดังนี้

1. สถานที่เก็บน้ำตัวอย่าง ต้องลึกพอที่จะสามารถปิดจุกขวดในขณะที่ขวดจมอยู่ในน้ำ ให้ตระหนักว่าแขนของผู้เก็บน้ำตัวอย่างจะต้องอยู่ในน้ำ
2. เดินลงในแหล่งน้ำ อย่างระมัดระวังไม่ให้แหล่งน้ำเกิดการเคลื่อนที่ แล้วยืนหันหน้าเข้าฝั่งด้านใดด้านหนึ่ง
3. ผู้เก็บน้ำตัวอย่าง ต้องไม่ยืนอยู่ทางต้นน้ำ โดยขวดอยู่ทางด้านปลายน้ำ เปิดฝาขวดแล้วจุ่มขวดลงในน้ำอย่างช้าๆ โดยชี้ปากขวดไปทางปลายน้ำ จนปากขวดจมน้ำ ปล่อยให้น้ำไหลเข้าขวดอย่างช้า และหลีกเลี่ยงที่จะทำให้น้ำเกิดคลื่น (เพราะจะทำให้ปริมาณออกซิเจน) จนน้ำไม่ไหลเข้าขวดแต่น้ำจะไม่เต็มขวด เนื่องจากขวดเอียง ค่อยๆตั้งขวดขึ้นในน้ำ จนน้ำเต็มขวด จะยังคงให้ขวดจุ่มอยู่ในน้ำประมาณ 2 ถึง 3 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฟองอากาศ
4. ปิดจุกในน้ำ แล้วยกขวดขึ้นจากน้ำ และให้สังเกตดูที่คอขวดใต้จุก ถ้าเห็นฟองอากาศให้เก็บน้ำตัวอย่างใหม่
5. ให้ตรึงออกซิเจนอย่างทันที โดยทำดังนี้
   5.1 เปิดจุกแล้วเติมสารเคมี (ภาพที่ 6) ลงในน้ำตัวอย่าง
   5.2 ดูดสารสารขวดที่ 1 (สารละลายแมงกานีสซัลเฟต) โดยใช้หลอดหยดที่ปริมาตร 1 มิลลิลิตร แล้วเติมสารขวดที่ 2 (alkali-iodide azide reagent หรือ AIA) ลงไปอีก 1 มิลลิลิตร
   5.3 ปิดฝาขวดแล้วเขย่าขวด โดยการกลับขวดไปมาหลายครั้ง ถ้าในแหล่งน้ำมีออกซิเจนจะเกิดตะกอนสีน้ำตาลแดงขึ้น ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าไม่มีออกซิเจน
   5.4 ตั้งขวดทิ้งไว้จนตกตะกอน ตอนนี้แสดงว่าออกซิเจนในแหล่งน้ำถูกตรึงไว้แล้ว สามารถเก็บไว้ แล้วนำมาไทเทรตในห้องปฏิบัติการได้นานถึง 8 ชั่วโมง แต่ถ้าจะไทเทรตในพื้นที่ ปล่อยให้ตกตะกอนลงไปครึ่งขวด
   5.5 เติมสารขวดที่ 3 (กรดซัลฟิวริกเข้มข้น) 1 มิลลิลิตร แล้วปิดฝาขวด จากนั้นเขย่าขวด โดยการกลับขวดไปมาจนตะกอนละลายหมด จะได้สารละลายสีเหลือง นำไปไทเทรต

5.6 ในการไทเทรตจะใช้ปริมาตรน้ำตัวอย่างเริ่มต้น 200 มิลลิลิตร แต่ในทางปฏิบัติจะต้องใช้น้ำที่ตรึงไนโตรเจนแล้ว 201 มิลลิลิตร เนื่องจาก ได้เติมสารเคมีที่ใช้ในการตรึงออกซิเจนไป 2 มิลลิลิตร ดังนั้นต้องใช้น้ำ = 200 x 300/ (300-2) = 201 มิลลิลิตร ถ้าจะใช้ขวดที่ตรึงออกซิเจนในการไทเทรต ทำโดยเทน้ำออกจากขวด 99 มิลลิลิตร ใช้น้ำที่เหลือในการไทเทรต

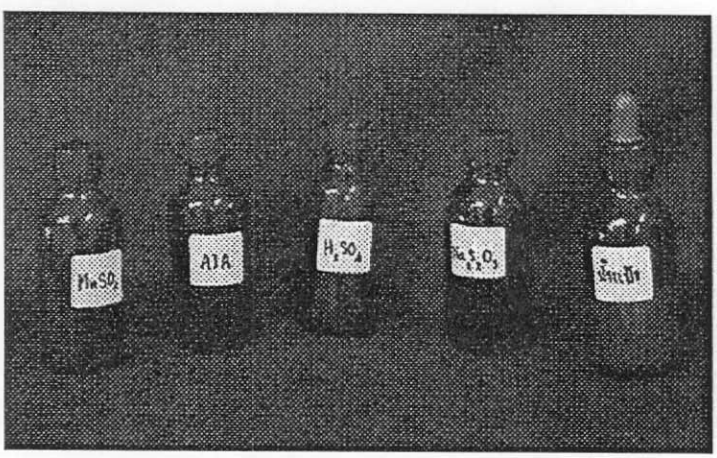
5.7 ดูดสารละลายขวดที่ 4 (โซเดียมไทโอซัลเฟต) โดยใช้กระบอกฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร ให้ครบ 10 มิลลิลิตร แล้วนำมาหยดในขวดที่บีโอดีที่ใช้ตรึงออกซิเจนในหัวข้อ 5.6 ทีละหยด โดยในขณะที่หยดต้องเขย่าขวดเพื่อให้สารผสมกัน จนสารละลายเปลี่ยนเป็นสีเหลืองอ่อน

5.8 เติมสารละลายขวดที่ 5 (น้ำแป้ง) ลงไป 6 หยด เขย่าสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงินเข้ม

5.9 ให้หยดสารละลายขวดที่ 4 ต่อจนสารละลายเปลี่ยนเป็นไม่มีสี ให้บันทึกปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตทั้งหมด

5.10 ปริมาณออกซิเจนละลายเท่ากับปริมาตรโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต

5.11 บันทึกปริมาณออกซิเจนละลายในใบงาน



ภาพที่ 6 สารเคมีที่ใช้ในการหาออกซิเจนละลายในแหล่งน้ำ

5. การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ

5.1 การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สาหร่ายมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำในแง่ของผู้ผลิตก๊าซออกซิเจนให้กับแหล่งน้ำ และเป็นแหล่งอาหารเบื้องต้นของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ ดังนั้นสาหร่ายจึงจัดว่าเป็นผู้ผลิตขั้นต้นของระบบนิเวศ ความสำคัญอีกประการหนึ่งของสาหร่ายคือสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของแหล่งน้ำ เนื่องจากสาหร่ายแต่ละชนิดมีแหล่งที่อยู่อาศัยและช่วงความทนทาน (range of tolerance) ต่อสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สาหร่ายแต่ละชนิดไวต่อสภาพรีดิวซ์หรือออกซิไดซ์ในแหล่งน้ำต่างๆ ได้ง่าย เพราะฉะนั้นในแหล่งน้ำที่แตกต่างกันจะมีสาหร่ายเจริญเติบโตได้ไม่เหมือนกัน สาหร่ายพวกเดสมิด (desmid) หลายสปีชีส์พบในน้ำที่เป็น Oligotrophic ได้แก่ *Staurastrum* spp., *Closterium* spp., และ *Staurodesmus* spp. เป็นต้น ในขณะที่สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินอีกหลายสปีชีส์สามารถทนอยู่ได้ในน้ำที่มีสารอินทรีย์มาก เช่น พวก *Microcystis* (Palmer, 1977) นอกจากนี้ยังใช้พวกไดอะตอมในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเพราะไดอะตอมจะมีความไวสูงเมื่อคุณสมบัติทางด้านเคมีของน้ำเปลี่ยนแปลงและมีหลายสปีชีส์ที่อาศัยอยู่ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมและช่วงความทนทานต่างกัน (Whitton, 1995) Palmer (1977) กล่าวว่าสาหร่ายบางชนิด เช่น *Euglena, Oscillatoria, Chlamydomonas, Scenedesmus, Chlorellra, Stigeoclonium, Nitzschia* และ *Navicula* ใช้เป็นดัชนีบ่งบอกน้ำเสีย ส่วนสาหร่ายที่บ่งบอกน้ำดี ได้แก่ *Micrasterias, Staurastrum, Pinnularia, Meridion* และ *Surrirella* เป็นต้น แต่ก็มีสาหร่ายและสาหร่ายอีกหลายสปีชีส์ที่พบได้ทั้งในน้ำเสียและน้ำดี เช่น *Pinularia, Cyclotella, Cladophora* ดังนั้นนอกจากจะพิจารณาสปีชีส์เด่นที่พบแล้วยังต้องพิจารณาสปีชีส์อื่นๆ ที่มีในแหล่งน้ำด้วย ทั้งนี้การที่จะนำเอาสาหร่ายมาใช้เป็นดัชนีทางชีวภาพ ในเบื้องต้นควรทำควบคู่ไปกับการตรวจคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี (ศิริเพ็ญ, 2537)

อุปกรณ์

1. ขันตักน้ำตัวอย่าง
2. ขวดเก็บน้ำตัวอย่าง
3. กระป๋องพลาสติก
4. กระดาษกรอง
5. ชุดกรวยกรอง
6. หลอดหยด
7. กระจกสไลด์
8. กระจกปิดสไลด์
9. กล้องจุลทรรศน์

วิธีการดำเนินการ

1. ในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างการเก็บตัวอย่างสาหร่าย ถ้าเป็นสาหร่ายขนาดใหญ่เห็นด้วยตาเปล่าก็ เก็บใส่กระป๋องพลาสติก นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์

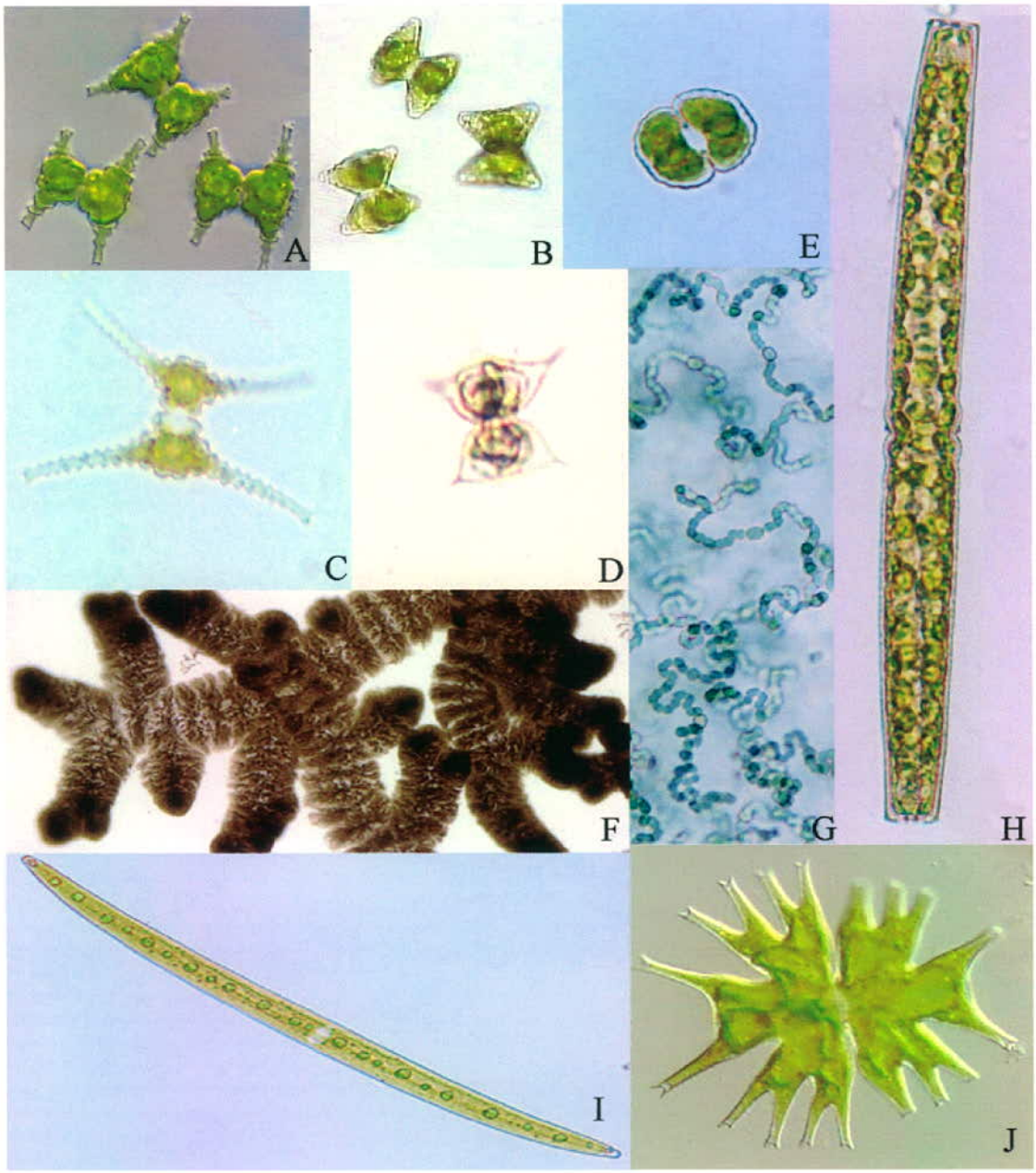
2. หากเป็นสาหร่ายขนาดเล็กที่ล่องลอยอยู่ในน้ำ ให้เก็บน้ำตัวอย่าง โดยใช้ขันตักน้ำตัวอย่าง นำมาใส่ลงในขวดเก็บน้ำตัวอย่าง

3. นำน้ำตัวอย่างที่เก็บมา ทำการกรองโดยใช้กระดาษกรอง กรองจนน้ำที่เหลืออยู่บนกระดาษกรองเป็นสีเขียว

4. นำน้ำที่กรองได้หยดลงบนกระจกสไลด์ แล้วปิดด้วยกระจกปิดสไลด์ นำไปศึกษาสาหร่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์

5. การพิจารณาคุณภาพน้ำ โดยใช้สาหร่ายสามารถแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็น 3 ระดับ คือ น้ำมีคุณภาพดี (มีสารอาหารปนเปื้อนน้อย) น้ำมีคุณภาพปานกลาง (มีสารอาหารปนเปื้อนปานกลาง) น้ำมีคุณภาพต่ำ (มีสารอาหารปนเปื้อนมาก) การตัดสินคุณภาพน้ำโดยพิจารณาเปรียบเทียบจากจำนวนและชนิดสาหร่ายในแต่ละกลุ่ม ให้ระดับความสำคัญที่จำนวนของสาหร่ายก่อน แล้วจึงพิจารณาจากจำนวนชนิดของสาหร่ายประกอบ ตามแผ่นภาพที่ 1 - 4

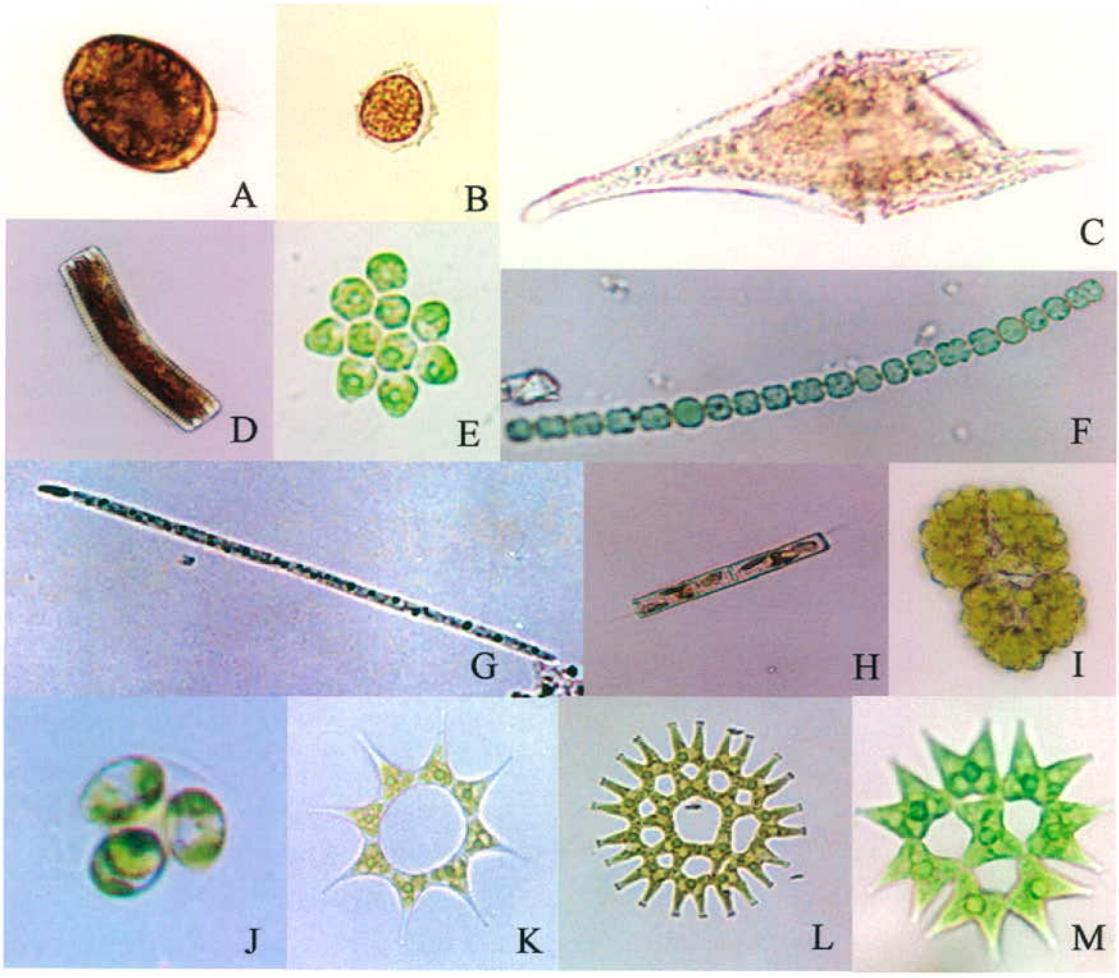
สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี
(มีการปนเปื้อนของสารอาหารน้อย)



A, B, C - *Staurastrum*, D - *Staurodesmus*, E - *Cosmarium*, F - *Bratrachospermum*, G - *Nostoc*, H - *Pleurotaenium*, I - *Closterium*, J - *Micrasterias*

แผ่นภาพที่ 1 สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพดี

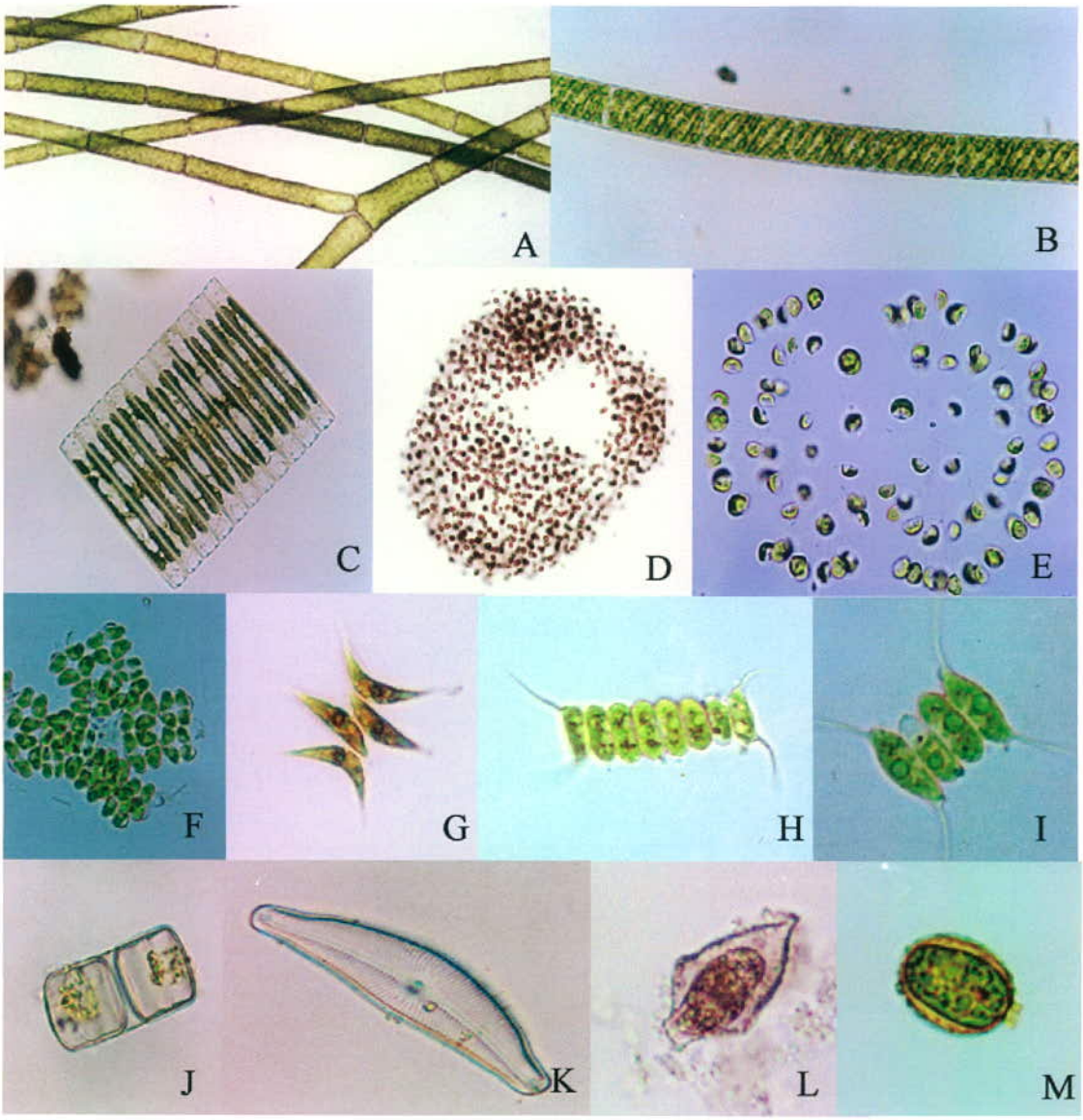
สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง (มีการปนเปื้อนของสารอาหารปานกลาง)



A - *Trachelomonas*, B - *Peridinium*, C - *Ceratium*, D - *Achnanthes*,
E - *Coelastrum*, F - *Anabaena*, G - *Cylindrospermopsis*, H - *Aulacoseira*,
I - *Botryococcus*, J - *Oocystis*, K, L, M - *Pediastrum*

แผ่นภาพที่ 2 สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง

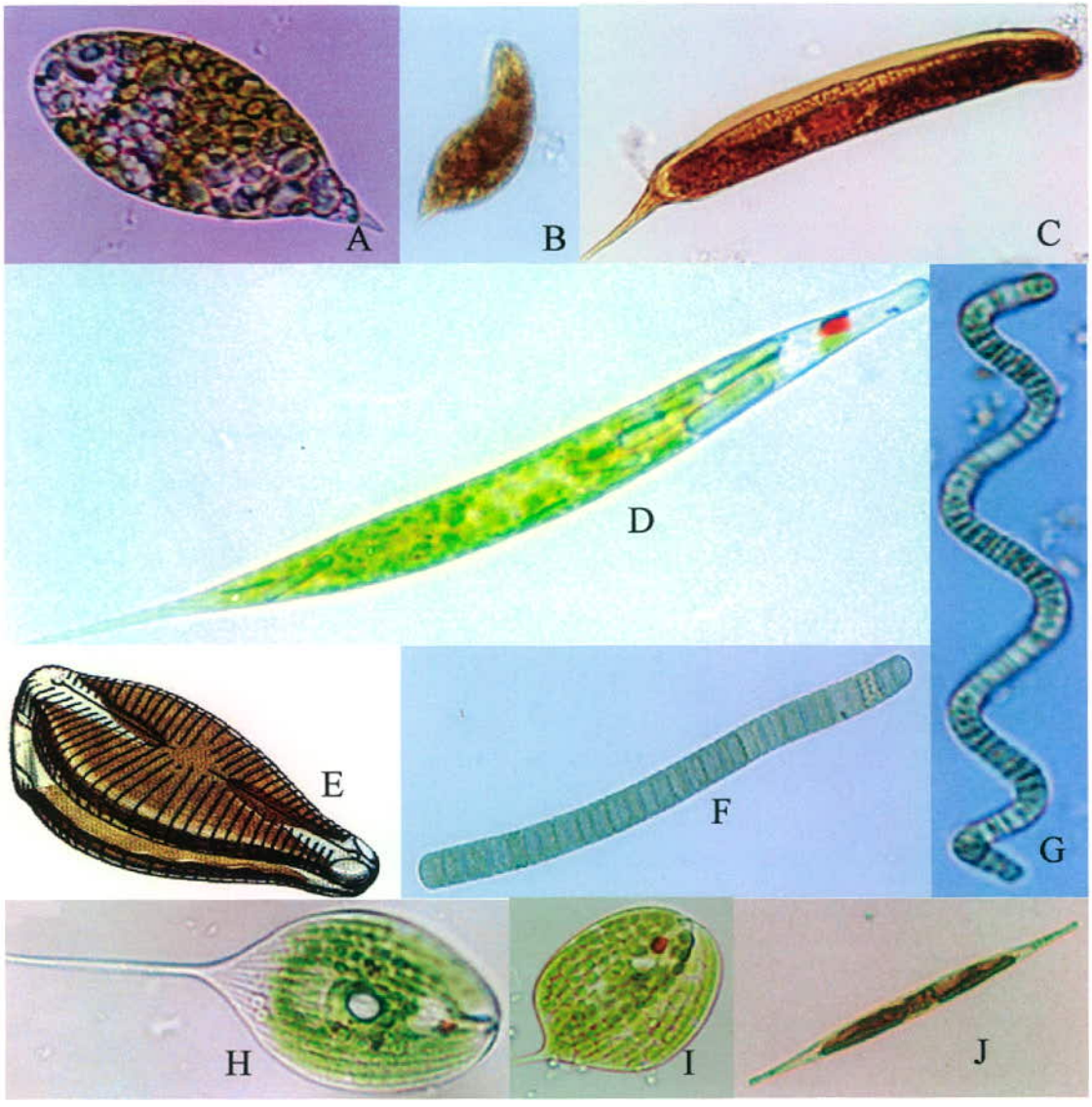
สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง (มีการปนเปื้อนของสารอาหารปานกลาง)



A - *Cladophora*, B - *Spirogyra*, C - *Fragilaria*, D - *Microcystis*,
E - *Dictyosphaerium*, F - *Crucigenia*, G, H, I - *Scenedesmus*,
J - *Melosira*, K - *Cymbella*, L, - *Strombomonas*, M - *Trachelomonas*

แผ่นภาพที่ 3 สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง

สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพต่ำ (มีการปนเปื้อนของสารอาหารสูง)



A, B, C, D - *Euglena*, E - *Gomphonema*, F - *Oscillatoria*, G - *Spirulina*, H, I - *Phacus*, J - *Nitzschia*

แผ่นภาพที่ 4 สาหร่ายที่พบในน้ำที่มีคุณภาพต่ำ

5.2 การใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ

สัตว์หน้าดินเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง มีขนาดเล็ก สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำในชุมชนต่างๆ เช่น กุ้ง หอย ปู ตัวอ่อนแมลงต่างๆ ซึ่งสัตว์เหล่านี้มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำมาก จึงสามารถนำมาตรวจวัดคุณภาพน้ำได้ เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีการพึ่งพาปัจจัยต่างๆ ในการดำรงชีวิต เช่นออกซิเจน ซึ่งสัตว์เหล่านี้สามารถปรับตัวในการใช้ปริมาณออกซิเจนในน้ำได้ต่างกันแล้วแต่ชนิดของสัตว์ และสัตว์เหล่านี้มีความต้องการปัจจัยที่เฉพาะเจาะจงและทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ต่างกัน เมื่อนำมาตรวจวัดคุณภาพน้ำจึงแสดงถึงสภาพของน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งที่อาศัยอยู่ในน้ำซึ่งแต่ละแหล่งจะแตกต่างกันไปตามกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่พบ

อุปกรณ์

1. ถาดอะลูมิเนียม
2. สวิงสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่
3. ถ้วยสำหรับใส่ตัวอย่างสัตว์
4. แว่นขยาย

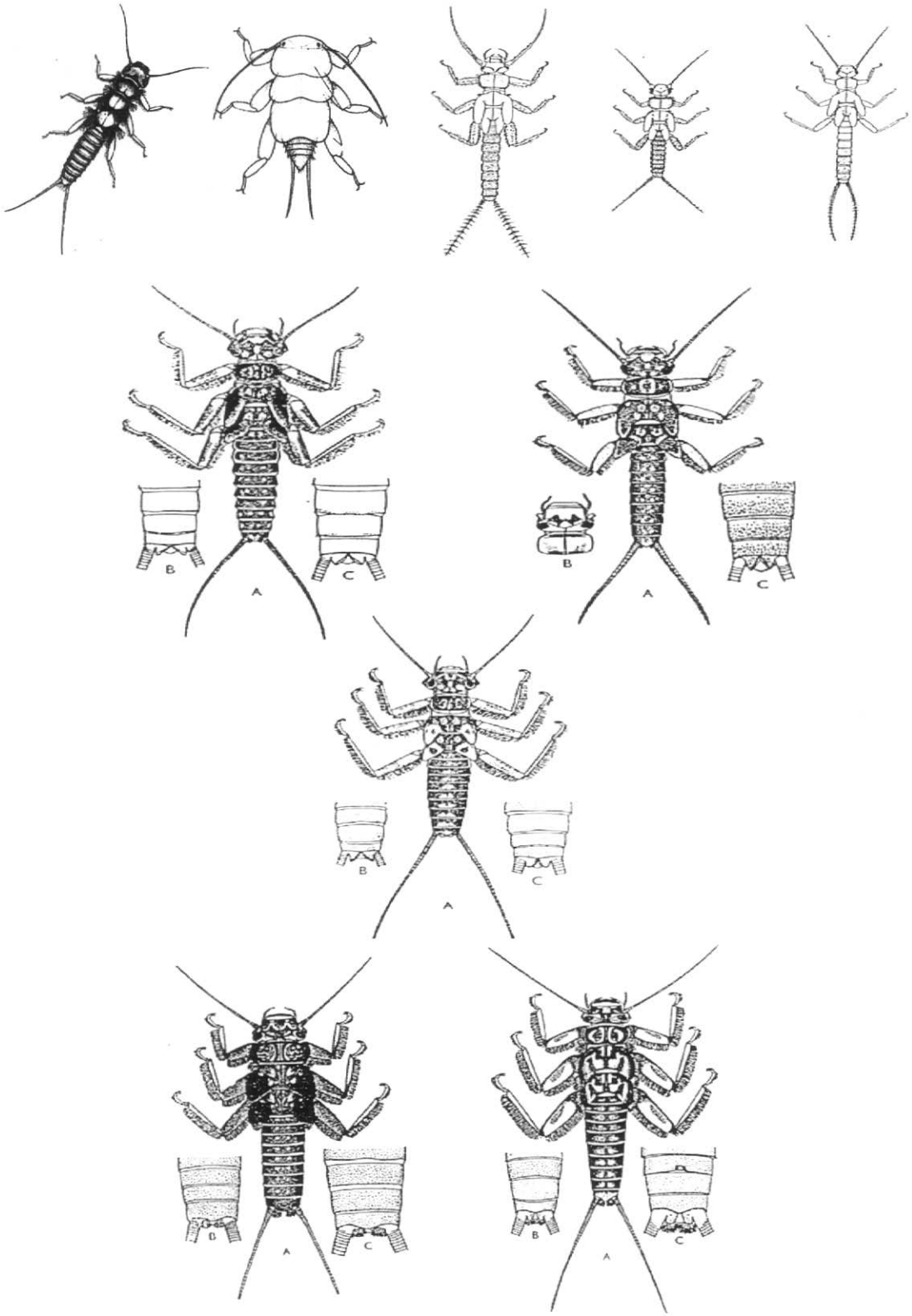
วิธีการดำเนินการ

1. ตักน้ำจากลำธารใส่ถาดอะลูมิเนียมประมาณ 1/3 ของความสูงของถาดเตรียมไว้
2. เก็บตัวอย่างสัตว์โดยใช้สวิงสี่เหลี่ยมขนาดใหญ่ขวางกระแสน้ำ คุ้ยพื้นน้ำหน้าสวิงให้เศษตะกอนไหลเข้า การเก็บตัวอย่างควรสุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์ในบริเวณนั้นหลาย ๆ แห่ง ทั้งตรงที่มีน้ำไหลแรง น้ำไหลเอื่อย ที่ที่พื้นเป็นกรวดทราย พื้นเป็นเศษซากใบไม้ หรือตามก้อนหินโดยอาจพลิกก้อนหินดู ถ้าพบสัตว์ก็ใช้ใบไม้เขี่ยลงในถาดใส่น้ำอย่างเบามือ สำหรับที่พบตามผิวน้ำอาจใช้สวิงช้อนไดโดยตรง
3. นำเศษตะกอนในสวิงมาถ่ายลงในถาดอะลูมิเนียมที่เตรียมไว้ ทิ้งไว้สักครู่ เมื่อน้ำในถาดนิ่งตะกอนตก จะสังเกตเห็นสัตว์ตัวเล็ก ๆ ในน้ำ
4. ใช้ช้อนตักสัตว์แยกใส่ในถ้วยน้ำจิ้มต่างหาก เพื่อนำไปพิจารณาจัดจำแนก
5. บันทึกชื่อสัตว์ที่พบ แล้วเขียนคะแนนของสัตว์ลงในตารางบันทึกการสำรวจสัตว์หน้าดิน แล้วรวมคะแนนทั้งหมดหารด้วยจำนวนประเภทของสัตว์ ผลลัพธ์ที่ได้คือดัชนีคุณภาพน้ำ

คะแนน 8.0 – 10	น้ำสะอาดมาก
คะแนน 6.0 – 7.9	น้ำค่อนข้างสะอาด – สะอาด
คะแนน 5.0 – 5.9	น้ำคุณภาพปานกลาง
คะแนน 3.0 – 4.9	น้ำสกปรก
คะแนน 1.0 – 2.9	น้ำสกปรกมาก
คะแนน 0	น้ำสกปรกที่สุด (ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่เลย)

(ที่มา : สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ และ สตีเฟน ทิลลิง, 2543)

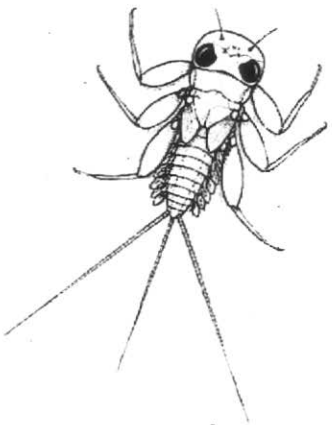
ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน 10 คะแนน



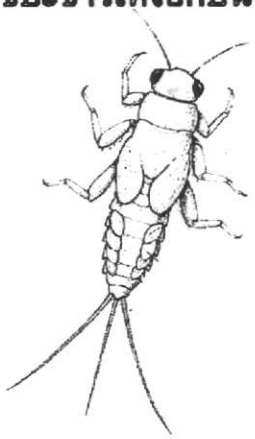
แผ่นภาพที่ 5 ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน

ตัวอ่อนชีปะขาว 10 คะแนน

ชีปะขาวตัวแบน

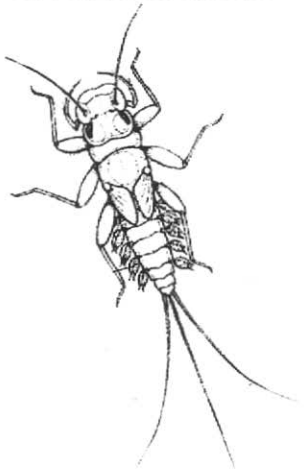


ชีปะขาวเหงือกบนหลัง

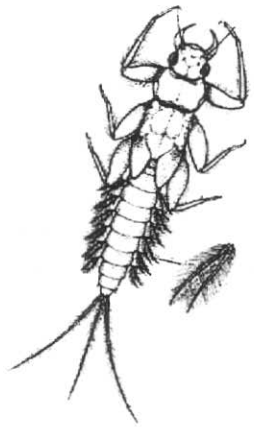


ชีปะขาวขุดรู

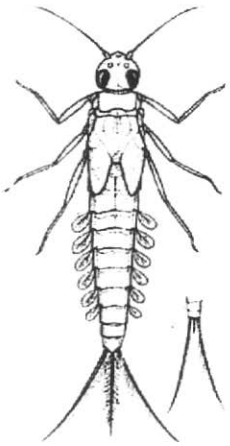
ชีปะขาวเหงือกบนหลัง



ชีปะขาวเหงือกขนนก



ชีปะขาวว่ายน้ำ
5 คะแนน

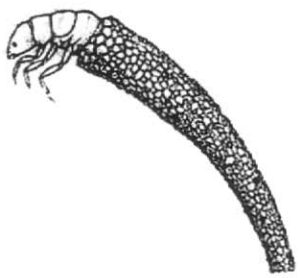


ชีปะขาวเหงือกกระโปรง
4 คะแนน

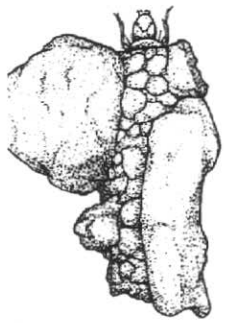
แผ่นภาพที่ 6 ตัวอ่อนชีปะขาว

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกแตร
10 คะแนน

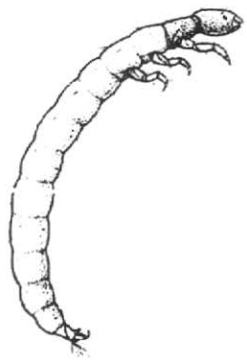


ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกกรวดข้าง
10 คะแนน

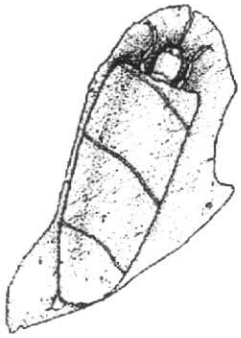


ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำหัวหลิม
10 คะแนน

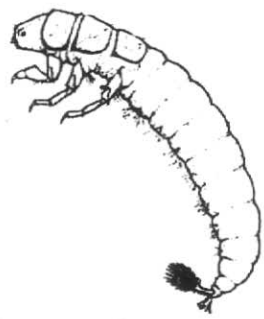
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทอปลอกนิ้ว
10 คะแนน



ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซองใบไม้
7 คะแนน



ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้
5 คะแนน

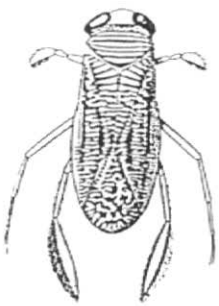


แผ่นภาพที่ 7 ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ

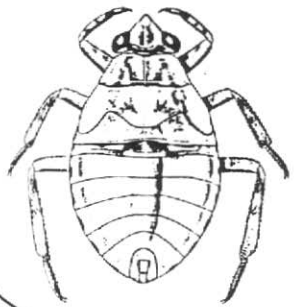
มวนน้ำ
5 คะแนน

มวนวน

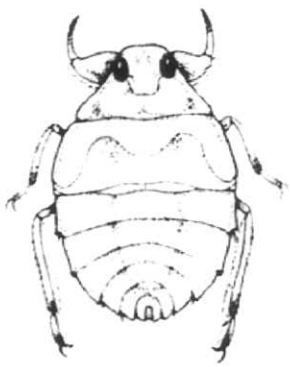
มวนกรรเชียง



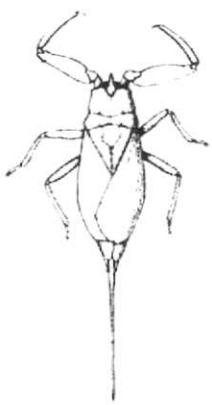
มวนจานปากยาว
10 คะแนน



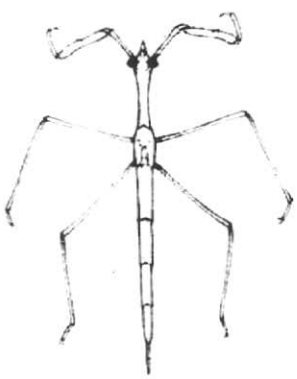
มวนจาน



มวนแมงป่องน้ำ

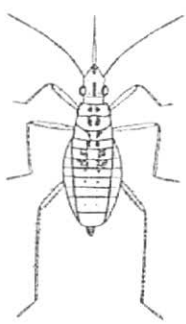


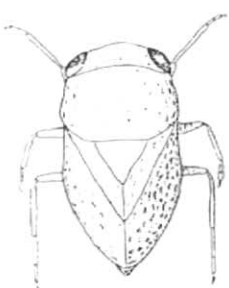
มวนแมงป่องเข็ม

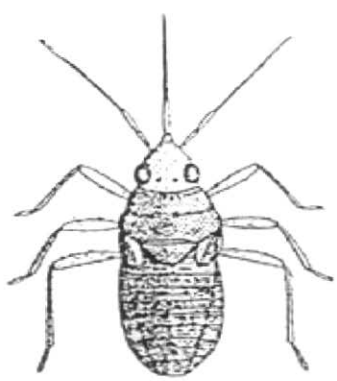


จิงโจ้น้ำ

มวนน้ำ อื่นๆ



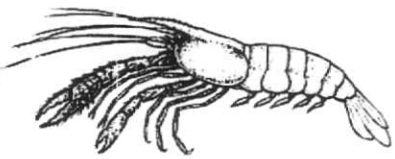




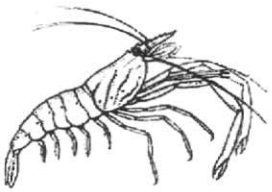
แผ่นภาพที่ 8 มวนน้ำ

ตัวอ่อนแมลงช้างกรามโต
9 คะแนน

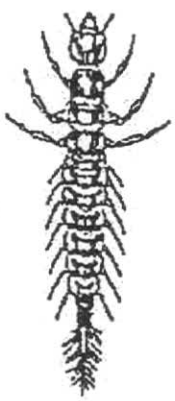
กุ้งน้ำตก
8 คะแนน



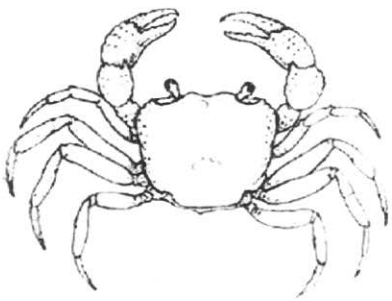
กุ้งฝอย
4 คะแนน



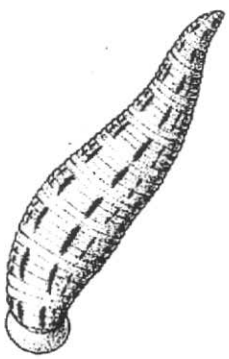
ตัวอ่อนแมลงช้างปีกลาย
4 คะแนน



ปูสำหัวย
3 คะแนน

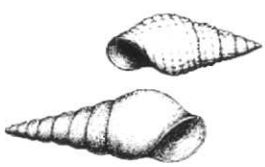


ปลิง
3 คะแนน



หอยหมวกเจ็กน้ำจืด
6 คะแนน

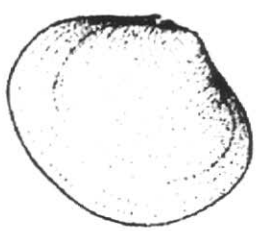
หอยเจดีย์
6 คะแนน



หอยกาบน้ำจืด
6 คะแนน

หอยฝาเดียวอื่นๆ
3 คะแนน

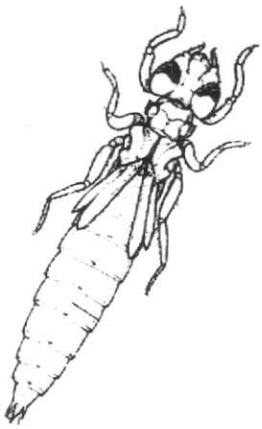
หอยกาบเมล็ดถั่ว
3 คะแนน



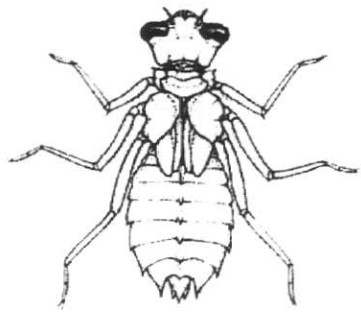
แผ่นภาพที่ 9 สัตว์หน้าดินชนิดอื่นๆ

ตัวอ่อนแมลงปอ / แมลงปอเข็ม
6 คะแนน

ตัวอ่อนแมลงปอธรรมดา

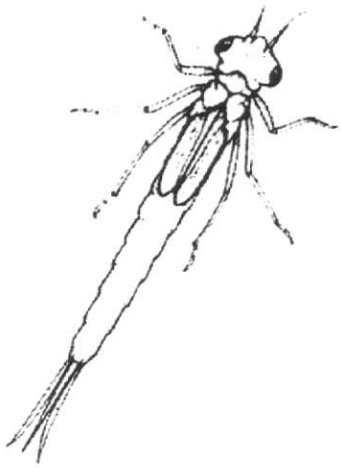


ตัวอ่อนแมลงปอตัวสั้น



ตัวอ่อนแมลงปอเสือหางเดียว

ตัวอ่อนแมลงปอเข็มธรรมดา



ตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางโป่ง

ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกธรรมดา

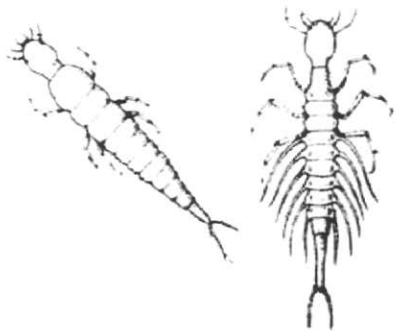
ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกเขียว

แผ่นภาพที่ 10 ตัวอ่อนแมลงปอ/แมลงปอเข็ม

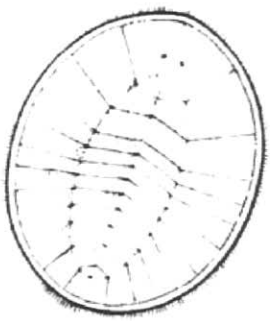
ด้วงน้ำ ตัวอ่อน / ตัวเต็มวัย
5 คะแนน

หนอนด้วงสี่ตา

หนอนด้วงดิ่ง

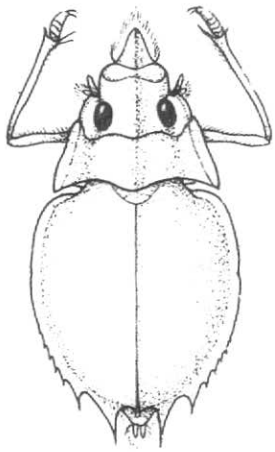


หนอนด้วงสตางค์น้ำ

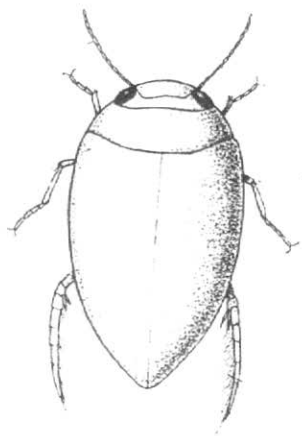


หนอนด้วงน้ำไหล

ด้วงสี่ตา

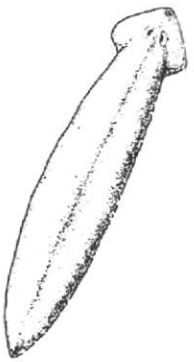


ด้วงดิ่ง



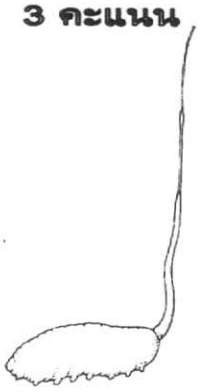
แผ่นภาพที่ 11 ด้วงน้ำ ตัวอ่อน ตัวเต็มวัย

หนอนตัวแบน
5 คะแนน



หนอนแมลงวันแมงมุม
5 คะแนน

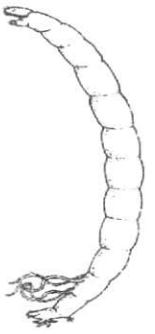
หนอนแมลงวันดอกไม้
3 คะแนน



หนอนริ้นดำ
5 คะแนน

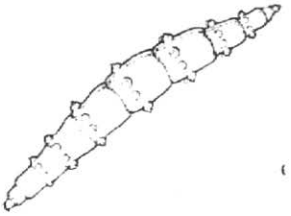
หนอนริ้นน้ำจืด
2 คะแนน

หนอนริ้นน้ำจืดแดง
2 คะแนน



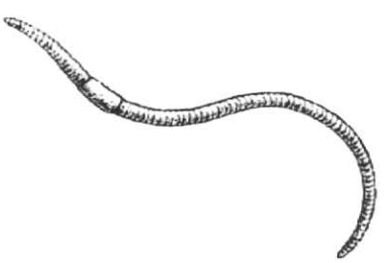
ดักแด้ริ้น
2 คะแนน

หนอนเหลือบ
2 คะแนน

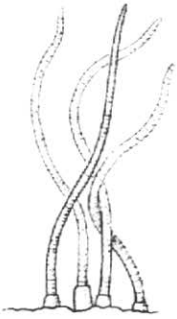


ตัวอ่อนยุง
2 คะแนน

ไส้เดือนน้ำ
1 คะแนน

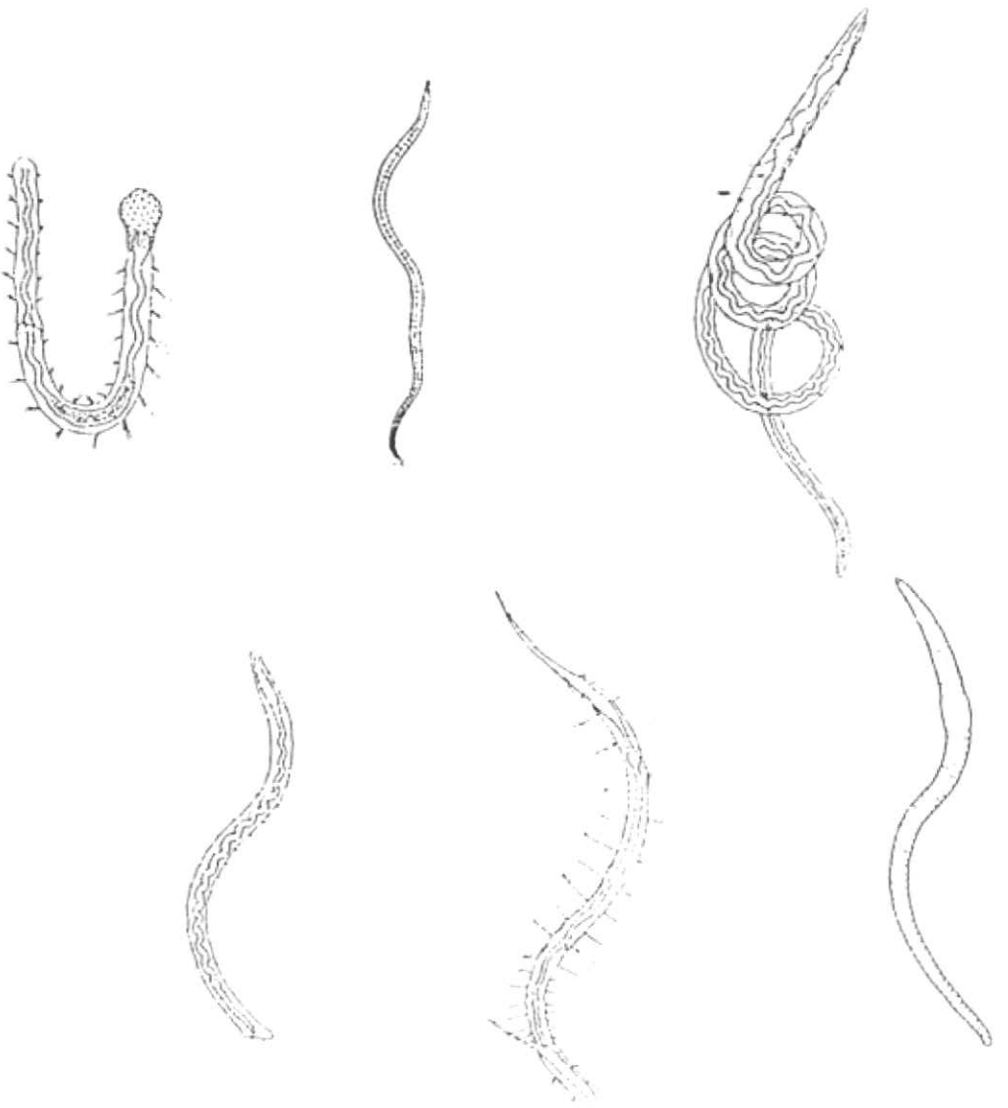


ไส้เดือนปลอกแดง
1 คะแนน



แผ่นภาพที่ 12 หนอนและไส้เดือน

หนอนปล้องอื่น ๆ
1 คะแนน



แผ่นภาพที่ 13 หนอนปล้องอื่นๆ

ตารางที่ 2 บันทึกการสำรวจสัตว์หน้าดิน

ชื่อสัตว์	คะแนน	คะแนนสัตว์ที่พบจริง
ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวตัวแบน	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกแฉก	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกบนหลัง	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกขนนก	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวขุดรู	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ	5	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกกระโปรง	4	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกแตร	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกกรวดข้าง	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำหัวหลิม	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทอปลอกนิ้ว	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซองใบไม้	7	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้	5	
ตัวอ่อนแมลงช้างกรามโต	9	
ตัวอ่อนแมลงช้างปีกลาย	4	
กุ้งน้ำตก	8	
กุ้งฝอย	4	
ตัวอ่อนแมลงปอธรรมดา	6	
ตัวอ่อนแมลงปอตัวสั้น	6	
ตัวอ่อนแมลงปอเสือหางเดียว	6	
ตัวอ่อนแมลงปอเข็มธรรมดา	6	
ตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางโป่ง	6	
ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกธรรมดา	6	
ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกเขียว	6	
หอยหมวกเจ๊กน้ำจืด	6	
หอยเจดีย์	6	
หอยกาบน้ำจืด	6	
หอยฝาเดียวอื่น ๆ	3	
หอยกาบเมล็ดถั่ว	3	
ด้วงสี่ตา	5	
ด้วงดิ่ง	5	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

ชื่อสัตว์	คะแนน	คะแนนสัตว์ที่พบจริง
ด้วงน้ำไหล	5	
ด้วงสตางค์น้ำ	5	
มวนจานปากยาว	10	
มวนวน	5	
มวนกรรเชียง	5	
มวนแมงป่องน้ำ	5	
มวนแมงป่องเข็ม	5	
มวนจาน	5	
จิงโจ้น้ำ	5	
หนอนตัวแบน	5	
ปูลำห้วย	3	
ปลิง	3	
หนอนแมลงวันแมงมุม	5	
หนอนแมลงวันดอกไม้	3	
หนอนริ้นดำ	2	
หนอนริ้นน้ำจืด	2	
หนอนริ้นน้ำจืดแดง	2	
ดักแด้ริ้น	2	
หนอนเหลือบ	2	
ตัวอ่อนยุง	2	
ไส้เดือนน้ำ	1	
ไส้เดือนปลอกแดง	1	
หนองปล้องอื่น	1	

ตัวอย่างเช่น

เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินพบว่ามีสัตว์ที่เก็บตัวอย่างได้ ดังนี้

ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน ตัวอ่อนชีปะขาวตัวแบน ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้ ตัวอ่อนแมลงปอธรรมดา ตัวอ่อนแมลงปอเสือหางเตียว ด้วงสี่ตา มวนวน มวนกรรเชียง ปูลำห้วย หนอนแมลงวันแมงมุม หนอนริ้นน้ำจืด หนอนริ้นน้ำจืดแดง ไส้เดือนน้ำ

ให้นำไปลงในตารางบันทึกการพบสัตว์หน้าดิน ตามคะแนนของสัตว์แต่ละตัว ดังนี้

ตารางที่ 3 ตัวอย่างการบันทึกการสำรวจสัตว์หน้าดิน

ชื่อสัตว์	คะแนน	คะแนนสัตว์ที่พบจริง
ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน	10	10
ตัวอ่อนชีปะขาวตัวแบน	10	10
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกแฉก	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกบนหลัง	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกขนนก	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวขุดรู	10	
ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำ	5	5
ตัวอ่อนชีปะขาวเหงือกกระโปรง	4	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกแตร	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำปลอกกรวดข้าง	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำหัวหลิม	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำทอปลอกนิ้ว	10	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซองใบไม้	7	
ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้	5	5
ตัวอ่อนแมลงช้างกรามโต	9	
ตัวอ่อนแมลงช้างปีกลาย	4	
กุ้งน้ำตก	8	
กุ้งฝอย	4	
ตัวอ่อนแมลงปอธรรมดา	6	6
ตัวอ่อนแมลงปอตัวสั้น	6	
ตัวอ่อนแมลงปอเสือหางเดียว	6	6
ตัวอ่อนแมลงปอเข็มธรรมดา	6	
ตัวอ่อนแมลงปอเข็มหางโป่ง	6	
ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกธรรมดา	6	
ตัวอ่อนแมลงปอน้ำตกเขียว	6	
หอยหมวกเจ๊กน้ำจืด	6	
หอยเจดีย์	6	
หอยกาบน้ำจืด	6	
หอยฝาเดียวอื่น ๆ	3	
หอยกาบเมล็ดถั่ว	3	
ด้วงสี่ตา	5	5
ด้วงดิ่ง	5	

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ชื่อสัตว์	คะแนน	คะแนนสัตว์ที่พบจริง
ด้วงน้ำไหล	5	
ด้วงสตางค์น้ำ	5	
มวนจานปากยาว	10	
มวนวน	5	5
มวนกรรเชียง	5	5
มวนแมงป่องน้ำ	5	
มวนแมงป่องเข็ม	5	
มวนจาน	5	
จิงโจ้น้ำ	5	
หนอนตัวแบน	5	
ปูลำห้วย	3	3
ปลิง	3	
หนอนแมลงวันแมงมุม	5	5
หนอนแมลงวันดอกไม้	3	
หนอนริ้นดำ	2	
หนอนริ้นน้ำจืด	2	2
หนอนริ้นน้ำจืดแดง	2	2
ดักแด้ริ้น	2	
หนอนเหลือบ	2	
ตัวอ่อนยุง	2	
ไส้เดือนน้ำ	1	1
ไส้เดือนปลอกแดง	1	
หนองปล้องอื่น	1	

คะแนนรวม = 70

หารด้วยจำนวนประเภทของสัตว์ = 14 จะได้ เท่ากับ 70 / 14

= 5.0

เทียบระดับคุณภาพน้ำได้เป็น น้ำคุณภาพปานกลาง

บทที่ 3
กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ

การตรวจสอบ COD

ทดลองตรวจสอบหาค่า COD

แถบสีมาตรฐานสำหรับการเทียบค่า COD

การเทียบค่า COD กับแถบสีมาตรฐาน

สอนการเก็บตัวอย่าง

การวัดอุณหภูมิอากาศ

แผ่นภาพที่ 14 กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ (1)

การตรวจสอบค่า DO

การเก็บตัวอย่างในภาคสนาม

การวัดความขุ่น

การหาแมลงน้ำ

การทดสอบค่า DO ภายในโรงเรียน

การวัดอุณหภูมิน้ำ

แผ่นภาพที่ 15 กิจกรรมของนักเรียนในการร่วมตรวจสอบคุณภาพน้ำ (2)

บรรณานุกรม

มูลนิธิศูนย์สิ่งแวดล้อมโลก. **คู่มือสำหรับการทำกิจกรรมอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมแม่น้ำ**. Global Environment Centre Foundation, 2545.

สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ และ สตีเฟน ทิลลิง. **คู่มือนำแนกพันธุ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในบึงและลำธารไทย**. (แผ่นพับ). กรุงเทพ. มูลนิธิโลกสีเขียว,2543.

สาคร พรหมขัติแก้ว และ พิษณุ วรรณธง. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างง่าย ๆ ด้วยตนเอง**. International Centre for Research in Agroforesty-Chiang Mai, 2542.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. **สาหร่ายวิทยาประยุกต์**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2537.

Environet. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.environnet.in.th/evdb/info/water/index.html. 2547.

Palmer, M. C. **Algae and Water Pollution**. Ohio : Municipal Environment Research Lab, 1977.

Whitton, B. A. and G. K. Martyn. "Use of Algae and Other Plants for Monitoring Rivers". **Australian Journal of Ecology**, 20(1995) : 45-56.

ประวัติผู้เขียน

หัวหน้าโครงการวิจัย	นางศรีวรรณ ไชยสุข อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	- จบ ป. ตรี กศ.บ. (การศึกษาบัณฑิต) เอกชีววิทยา วิทยาลัยวิชาการการศึกษามหาสารคาม ปี 2512 - จบ ป. โท วท.ม. (การสอนชีววิทยา) คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
หน่วยงานที่สังกัด	โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย
โทรศัพท์	0-5370-2325
โทรสาร	0-5370-2758
ที่อยู่	119 ถนนหนองบัว อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย 57000
โทรศัพท์	0-5371-2849, 0-5374-2943, 01- 8841022
E-mail	sriwan@ricr.ac.th

ผู้ร่วมวิจัย	นางสาวเพ็ญพรรณ กาญภิญโญ อาจารย์ 2 ระดับ 7
ประวัติการศึกษา	วท.ม. เคมี
หน่วยงานที่สังกัด	โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย
โทรศัพท์	0-9853-4854
ที่อยู่	โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย
โทรศัพท์	0-5377-6011, 0-5377-6012

ผู้ร่วมวิจัย	นางสาวโฉมยง ไชยอุบล
ประวัติการศึกษา	วท.ม. ชีววิทยา
หน่วยงานที่สังกัด	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
โทรศัพท์	0-6852-3173
ที่อยู่	335/32 ซ. ประชาสันติ 12 ถ. อุดร-สกล ต. หมากแข้ง อ. เมือง จ. อุดรธานี 41000
โทรศัพท์	0-5377-6011, 0-5377-6012
E-mail	chaiubol@hotmail.com

ผู้ร่วมวิจัย	นายประเสริฐ ไวยะกา อาจารย์พิเศษ
ประวัติการศึกษา	วท.ม. ชีววิทยา
หน่วยงานที่สังกัด	โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย
โทรศัพท์	0-6586-2067
ที่อยู่	โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงราย
โทรศัพท์	0-5377-6011, 0-5377-6012
E-mail	prasert_v@ricr.ac.th