รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3035-3189
งบประมาณปี 2544

# เรื่อง การประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรบนที่สูง (แม่ปูนหลวง และอินทนนท์) โดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่เป็นดัชนีทางชีวภาพ

# The water quality assessment in highland agricultural areas (Mae Poon Luang and Inthanon) by using macroinvertebrates as a bioindicator

**คณะผู้วิจัย**

หัวหน้างานวิจัย

นางอรพิน วัชวงษ์ Mrs.Orapin Watchawong

ผู้ร่วมงานวิจัย

นายวีระศักดิ์ รุ่งเรืองวงศ์ Mr.Weerasak Roongruangwongse
นายสาคร พรหมขัติแก้ว Mr.Sakorn Promkutkaew
นางสาวกาญจนา วิชิตตระกูลถาวร Miss Kanjana Vichittragoonthavorn
นายทองสุข มูลเต๋จ๊ะ Mr.Thongsuk Moontaeja

# บทคัดย่อ

การประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macroinvertebrates) เป็นดัชนีทางชีวภาพได้รับการยอมรับ และเป็นที่นิยมกันในหลายประเทศทั่วโลก เนื่องจากสามารถช่วยลดระยะเวลาและงบประมาณในการดำเนินการ เทคนิคดังกล่าวได้นำมาใช้เพื่อประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรบนที่สูง ภายใต้มูลนิธิโครงการหลวง โดยทำการประเมินคุณภาพน้ำไหลของลำธารบริเวณสถานีวิจัยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (IN1, IN2, IN3) ณ สถานีศึกษา 3 แห่งในลำธารเดียวกัน และลำธารบริเวณพื้นที่การเกษตร ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง (MP1, MP2, MP3) ณ สถานีศึกษา 3 แห่งเช่นเดียวกัน โดยกระทำในฤดูร้อนเดือนเมษายน 2544 และในฤดูฝนเดือนตุลาคม 2544 นำตัวอย่างน้ำวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและชีวเคมีเพื่อวัดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เช่น DO BOD pH และค่าการนำไฟฟ้า เป็นต้น วิเคราะห์สารตกค้างในน้ำและตะกอนดิน ตรวจพบเฉพาะในฤดูร้อน จำแนกชนิดสัตว์ฯ เพื่อศึกษาคุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (Community Character) โดยดูจากค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพและค่าความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของสัตว์ฯ และทำการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำแบบ BMWP Score โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ย ASPT (Average Score Per Texa) ผลการประเมินคุณภาพน้ำด้วยคุณภาพทางกายภาพ ชีวเคมี และการใช้สัตว์ฯ สามารถประเมินได้ว่าคุณภาพน้ำในฤดูร้อนและฤดูฝน บริเวณสถานีศึกษาจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ของมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2537

# Abstract

Water quality assessment by using macroinvertebrates as a bioindicator have been used successfully in the other developed countries, since they can help conserve both time and money in water quality assessment programmes. This technique has been conducted in order to assess the water quality in highland agricultural areas under The Royal Project Foundation. There are three study sites on the stream at Inthanon National Park around Inthanon Research Station (IN1, IN2, IN3). And the other three study sites (MP1, MP2, MP3) are situatedon the stream around the agricultural area of the Mae Poon Luang Development Center. In this study divided into 2 seasons, hot and rainy season. In hot season samples were taken on April, 2001 and on October, 2001 in rainy season. Many parameters were analyse such as DO, BOD, pH and conductivity. Water samples and the sediments were analyzed by using rapid test, the positive results presented only in the hot season at every study sites. The community character focus on Richness Indices, Diversity Indices and Evenness of the macroinvertebrates in order to characterize species abundance relation ships in community. The water quality assessment by using BMWP Score of Biotic Index of Thai Freshwater Invertebrates present the average score per texa in range 5 – 6. Therefore, the water quality was classified in class III of National Environment Committee, 1994.

# สารบัญ


| | หน้า |
|---|---|
| บทคัดย่อภาษาไทย | ก |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | ข |
| สารบัญ | ค |
| สารบัญตาราง | ง |
| สารบัญภาพ | จ |
| คำนำ | 1 |
| ตรวจเอกสาร | 2 |
| อุปกรณ์และวิธีการ | 3 |
| ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง | 15 |
| สรุป | 23 |
| เอกสารอ้างอิง | 24 |
| ภาคผนวก | 26 |
| งบประมาณ | 43 |


โครงการหลวง

# สารบัญตาราง


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ตารางที่ 1 | ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และแม่ปูนหลวงในฤดูร้อน เดือนเมษายน 2544 | 18 |
| ตารางที่ 2 | ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และแม่ปูนหลวงในฤดูฝน เดือนเมษายน 2544 | 19 |
| ตารางที่ 3 | ผลการวิเคราะห์สารตกค้างในแหล่งน้ำและตะกอนดินที่สถานีศึกษา อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปูนหลวงในฤดูร้อนและฤดูฝน | 20 |
| ตารางที่ 4 | จำนวนชนิดและจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปูนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝน | 21 |
| ตารางที่ 5 | คุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ (Community Character) ในสถานีศึกษา ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปูนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝน | 21 |
| ตารางที่ 6 | ดัชนีทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่คำนวณได้ จากการใช้ BMWP Score เพื่อดูค่าคะแนนเฉลี่ย ASPT ของสถานีศึกษาต่าง ๆ ในฤดูร้อนและฤดูฝน | 22 |


กรมการหลวง

# สารบัญภาพ


| | | หน้า |
|---|---|---|
| ภาพที่ 1 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาอินทนนท์ IN1 | 4 |
| ภาพที่ 2 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาอินทนนท์ IN2 | 4 |
| ภาพที่ 3 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาอินทนนท์ IN3 | 5 |
| ภาพที่ 4 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP1 | 5 |
| ภาพที่ 5 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP2 | 6 |
| ภาพที่ 6 | ลำธารบริเวณสถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP3 | 6 |
| ภาพที่ 7 | Multi-Probe Auto Reading ของ YSI Environmental Monitoring System | 8 |
| ภาพที่ 8 | ชุดตรวจสอบ DO ภาคสนามโดยวิธี Winkler Method | 8 |
| ภาพที่ 9 | การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินเพื่อวิเคราะห์สารตกค้าง | 11 |
| ภาพที่ 10 | ขั้นตอนการกรองน้ำตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี GT Pesticide Test Kit | 11 |
| ภาพที่ 11 | ขั้นตอนการเขย่าเพื่อให้สารละลายแยกชั้น หลังจากเติมน้ำยาสกัด-1 | 12 |
| ภาพที่ 12 | ขั้นตอนการเป่าไล่น้ำยาสกัด-1 | 12 |
| ภาพที่ 13 | วิธีการเก็บตัวอย่าง | 13 |

# คำนำ

น้ำเป็นปัจจัยที่จำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิต หลายท่านคงเคยได้ยินว่ารักษ์น้ำ รักษ์เรา รักษ์ชีวิต เป็นความสัมพันธ์กันของการดำเนินชีวิตที่ต้องอาศัยน้ำอย่างแยกกันไม่ออก ขาดกันไม่ได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องดูแลสายน้ำ ลำธารชีวิตให้คงความบริสุทธิ์เพื่อเราทุกคน

ดังนั้นปัญหาที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำต่าง ๆ ไม่ว่าจะด้วยการกระทำของมนุษย์ หรือความเปลี่ยนแปลงทางธรรมชาติที่กระทบต่อคุณภาพน้ำ จึงควรได้รับการศึกษาและที่สำคัญไปกว่านั้นคือการเกษตรบนที่สูงซึ่งอยู่ใกล้แหล่งน้ำพื้นที่ดังกล่าวอาจได้รับผลกระทบจากการทำการเกษตร ไม่ว่าจะเป็นปุ๋ยหรือสารเคมี ผลกระทบที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำจะกระทบถึงสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macroinvertebrates) ซึ่งมีความรู้สึกเร็วต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น แม้กระทั่งความขุ่นที่เพิ่มขึ้นในช่วงฤดูน้ำหลาก สิ่งมีชีวิตเหล่านี้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากสิ่งกระทบทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น แม้ว่าผลกระทบนั้นจะเกิดเพียงไม่กี่วัน เป็นเดือน หรือเป็นปี สิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแตกต่างกัน โดยแสดงออกมาในรูปแบบต่าง ๆ เช่น บางชนิดความสามารถในการขยายพันธุ์ลดลง เพราะเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับขบวนการดังกล่าวแปรเปลี่ยนไป และผลกระทบอย่างใหญ่หลวงคือทำให้เกิดการตาย หรืออพยพโยกย้ายถิ่นที่อยู่อาศัยเดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้นในระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เน้นถึงการประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้สิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำเป็นดัชนีชี้วัดการเปลี่ยนแปลงในน้ำ ควบคู่ไปกับการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวเคมี เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับแปรผลเพราะความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ณ เวลาใดเวลาหนึ่งนั้น มีปัจจัยต่าง ๆ ร่วมกันหลายปัจจัย จึงต้องการข้อมูลหลายด้านมาประกอบกันเพื่อการตัดสินใจ และประเมินได้ว่าขณะนั้นคุณภาพน้ำเป็นอย่างไร นอกจากนี้งานวิจัยฉบับนี้ยังได้ศึกษาผลตกค้างของสารเคมีในน้ำด้วยวิธีการตรวจแบบรวดเร็วเพื่อจะได้ทราบผลเร็วและดำเนินการแก้ไขได้ทันการณ์

ผลของงานวิจัยฉบับนี้เป็นเพียงจุดเริ่มต้นของงานด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งงานทางด้านนี้มีความจำเป็นจะต้องใช้การทำงานเป็นทีมร่วมกัน ทั้งภาคสนาม ห้องปฏิบัติการ และการวางแผนเพื่อการตัดสินใจในเรื่องใด ๆ ก็ตามโดยต้องคำนึงถึงทั้งสภาพแวดล้อมและชุมชนด้วย อย่างไรก็ตามผลการศึกษาวิจัยครั้งนี้สามารถนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อประกอบการวางแผนและการตัดสินใจของทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เพื่อการจัดการสภาพแวดล้อมที่ดีควบคู่กับการเกษตรที่ยังยืนต่อไป

# ตรวจเอกสาร

ในประเทศไทยมีการศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่เป็นดัชนีทางชีวภาพ กชกร (2536) ได้ทำการสำรวจอย่างต่อเนื่องเพื่อเปรียบเทียบกลุ่มสิ่งมีชีวิตบริเวณที่มีการทำการอุตสาหกรรม ก่อนและหลังทำการอุตสาหกรรม โดยเก็บตัวอย่างและวินิจฉัยในระดับ family พบว่ากลุ่มสัตว์ฯ มีรูปแบบการกระจายตัวตามฤดูกาล ถิ่นที่อยู่ และความลึก ซึ่งสัมพันธ์กับงานของมงคล (2535) ที่ได้ศึกษาถึงความสัมพันธ์ของสัตว์ฯ กับระดับความสูงและคุณภาพน้ำในลำธารบนดอยสุเทพ และมีการศึกษาการประเมินชั้นคุณภาพน้ำจากลำธารบนดอยอินทนนท์และแม่น้ำปิง โดยใช้กลุ่มสิ่งมีชีวิตของสัตว์ฯ เป็นดัชนีทางด้านชีวภาพ(ยุพิน, 2537) ในปีเดียวกันวีระและคณะในปี 2537ได้ประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีทางด้านชีวภาพ เพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของต้นน้ำแม่กลาง บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ สำหรับในต่างประเทศการใช้สัตว์ ฯ ดังกล่าวมีการศึกษามานานและมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมากมายเช่น March และคณะ(1980) ได้ศึกษาผลกระทบของการเกษตรต่อระบบนิเวศทางน้ำนอกจากนี้ยังมีรายงานผลระยะยาวของสารเคมีในความเข้มข้นต่ำ ต่อตัวอ่อนของหนอนปลอกน้ำ(Caddisfly larvae)อีกด้วยโดย Schulz และคณะ(1995) นอกจากนี้การศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำด้วยวิธีดังกล่าวขณะนี้มีการแพร่หลายเข้าสู่เยาวชนกลุ่มต่าง ๆ ในประเทศไทยส่วนใหญ่ผู้ดำเนินงานจะอยู่ในภาคเอกชน หรือมูลนิธิ เช่นมูลนิธิโลกทัศน์ไทย โดยมีทีมงานนักสืบสายน้ำ ที่ให้ความรู้ทางวิชาการแบบประยุกต์เพื่อให้เยาวชนได้รู้จักการใช้วิธีการประเมินคุณภาพน้ำแบบง่ายและประหยัด วิธีการดังกล่าวก่อให้เกิดผลดีต่อตัวเยาวชนและชุมชน หากมีการขยายผลออกไปให้กว้างขวางเพื่อให้ชุมชนได้มีโอกาสทราบสถานการณ์สภาพแวดล้อมบริเวณชุมชนของตนเองก็จะช่วยให้เกิดการเฝ้าระวังร่วมกันและป้องกันการเกิดมลพิษทางน้ำได้อีกทางหนึ่งอันจะเป็นประโยชน์ต่อทั้งชุมชนและประเทศชาติ

# อุปกรณ์และวิธีการ

1. สภาพทั่วไปของสถานีศึกษา (Study Site Description)

1.1 ลักษณะของสถานีศึกษาบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์

บริเวณสถานีศึกษาคือ

IN1 : ห้วยแม่กลาง เป็นลำธารที่ตั้งอยู่ในหุบเขาอ่างกาน้อย เหนือจากระดับน้ำทะเลที่ระดับความสูง 1,307 เมตร บริเวณทางเข้าดอยผาตั้ง อยู่ทางด้านขวามือของสะพานแรก สภาพพื้นที่เหนือลำธารเป็นป่าสงวนไม่มีการเพาะปลูก แต่พืชบริเวณข้างลำธารมีการปลูกต้นพืช ฝั่งทิศเหนือของลำธาร บริเวณพื้นลำธารประกอบด้วยก้อนหินขนาดใหญ่ (ภาพที่ 1)

IN2 : ห้วยแม่กลาง เป็นลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรที่ปลูกกุหลาบและพืชผักบางชนิดตามฤดูกาล ตั้งอยู่บริเวณบ้านแม่กลางหลวง บริเวณทางเข้าการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ที่ความสูง 1,017 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พื้นลำธารปะกอบด้วยก้อนหินขนาดกลางและทราย (ภาพที่ 2)

IN3 : ห้วยแม่กลาง บริเวณใต้สะพานสบแอบ เป็นลำธารที่ไหลผ่านพื้นที่การเกษตรของเกษตรกรที่ปลูกผัก ไม้ดอก ไหลมารวมกัน ตั้งอยู่บริเวณบ้านสบแอบ ที่ความสูง 606 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พื้นลำธารประกอบด้วยก้อนหินขนาดกลางและขนาดเล็ก ทราย และดินโคลน (ภาพที่ 3)

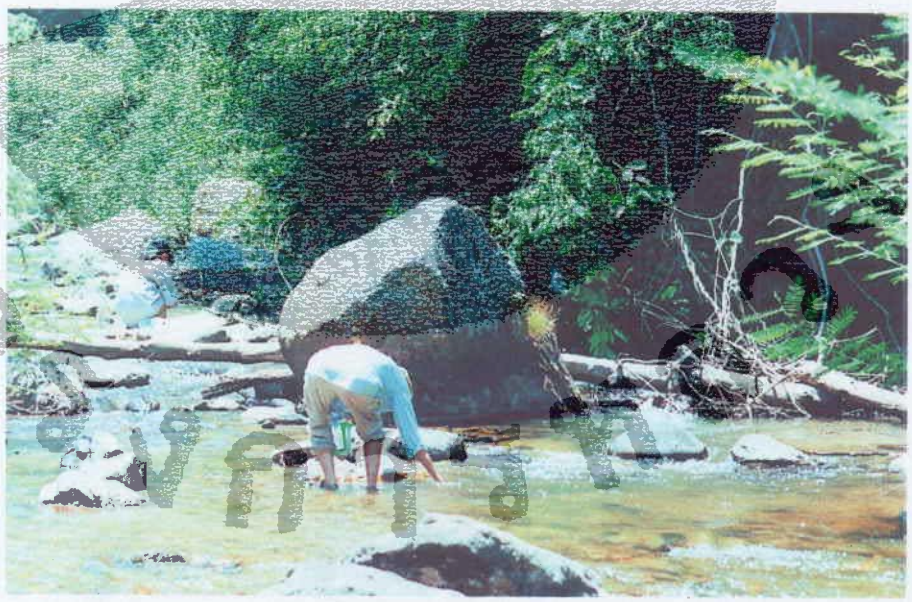
1.2 ลักษณะของสถานีศึกษาบริเวณพื้นที่ส่งเสริมศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง

MP1 : เป็นลำธารเหนือสำนักงานกรมส่งเสริมการเกษตร สภาพพื้นที่เหนือลำธารเป็นป่าสงวนไม่มีการเพาะปลูก ที่ระดับความสูง 1,362 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล พื้นลำธารประกอบด้วยก้อนหินขนาดกลางและทราย (ภาพที่ 4)

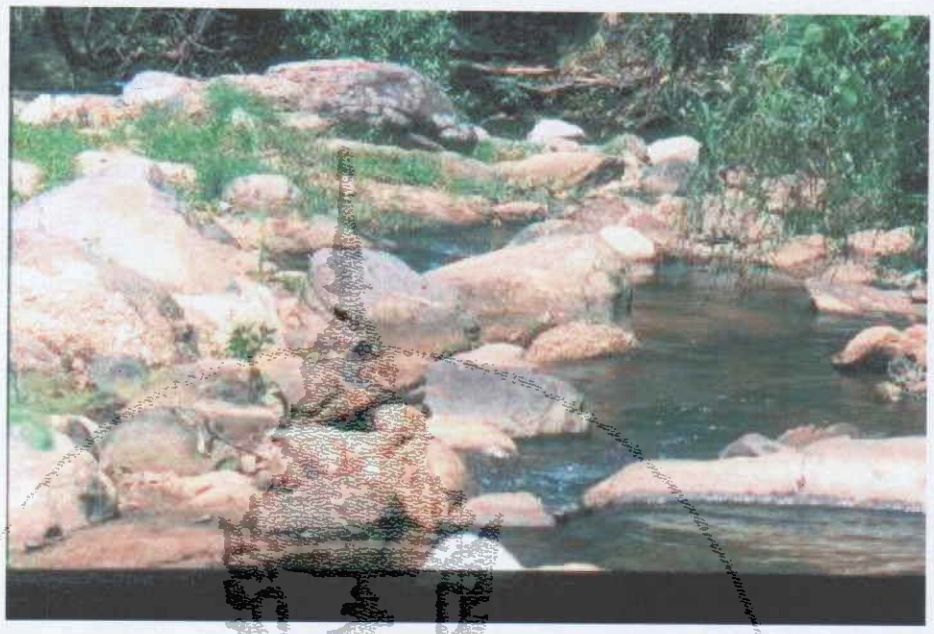
MP2 : เป็นลำธารเดียวกันที่ไหลผ่านพื้นที่ปลูกไม้ผล เช่น พีช พลับ และสาลี่ โดยจุดที่เก็บตัวอย่างมีพืชข้างลำธารคือ กล้วยไม้และพีช พื้นท้องน้ำประกอบด้วยกรวดและทราย พื้นที่ดังกล่าวอยู่เหนือระดับน้ำทะเลที่ 1,114 เมตร (ภาพที่ 5)

MP3 : เป็นลำธารเดียวกันที่ไหลผ่านพื้นที่ปลูกไม้ผล และพืชผัก โดยพืชผักที่ปลูกขณะนั้นคือ แครอท ปวยเหล็ง และเซเลอรี่ พื้นท้องน้ำส่วนใหญ่ ประกอบด้วย ทรายและโคลน ตั้งอยู่เหนือระดับน้ำทะเลที่ 1,103 เมตร (ภาพที่ 6)

ภาพที่ 1 ลำธารบริเวณสถานีศึกษา อินทนนท์ IN1



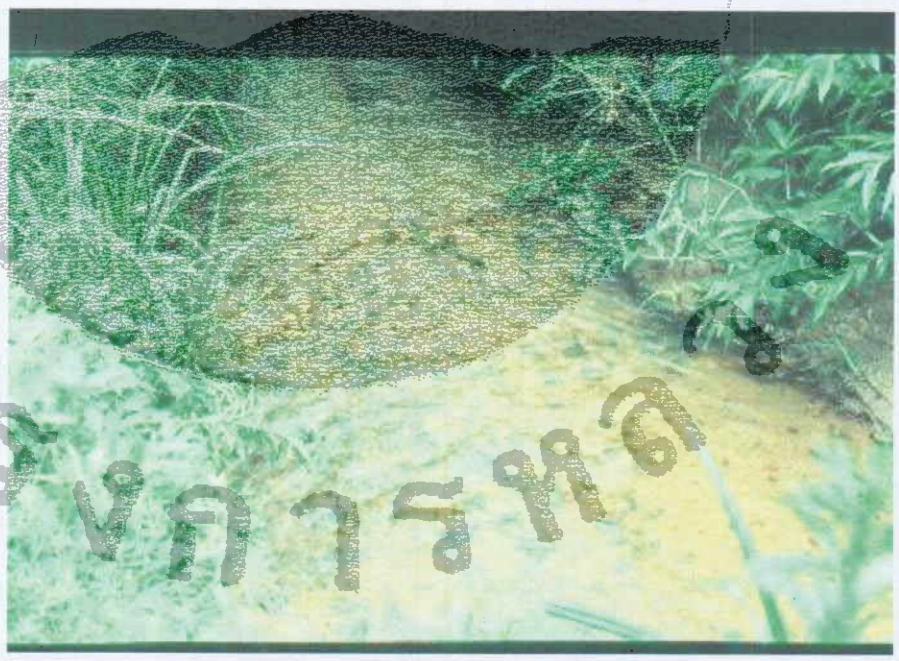
ภาพที่ 2 ลำธารบริเวณสถานีศึกษา อินทนนท์ IN2



ภาพที่ 3 ลำธารบริเวณสถานีศึกษาอินทนนท์ IN3

ภาพที่ 4 ลำธารบริเวณศถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP1

ภาพที่ 5 ลำธารบริเวณสถานีศึกษาแม่ปูนหลวงMP2



ภาพที่ 6 ลำธารบริเวณสถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP3

2. กำหนดเวลาการเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนดินวิเคราะห์สารตกค้างและการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนดินเพื่อวิเคราะห์สารตกค้างและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ เก็บพร้อมกันในวันเดียวกันโดยแบ่งออกเป็น 2 ฤดูคือ ฤดูร้อนในเดือนเมษายน 2544 และฤดูฝนในเดือนตุลาคม 2544 โดยเก็บตัวอย่างฤดูละ 1 ครั้ง ในสถานีศึกษา 1 แห่งจะมีตัวอย่างซ้ำกัน 2 ตัวอย่าง

3. คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี และทางชีวเคมี

ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี 2 ฤดูกาลที่ทุกสถานีศึกษา

3.1 คุณสมบัติทางกายภาพ

คุณสมบัติทางกายภาพที่วัด ได้แก่ อุณหภูมิ สีและกลิ่น

3.1.1 อุณหภูมิ (Temperature)

อุณหภูมิของน้ำใช้ Multi-Probe Auto Reading ของ YSI Environmental Monitoring System หน้าจอรุ่น 610-D และหัววัดรุ่น 600R (ภาพที่ 7) โดยจุ่มปลายเครื่องวัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำ 10 เซนติเมตร หน่วยที่วัดเป็นองศาเซลเซียส ($^{o}$C)

3.1.2 สีและกลิ่น (Color and Odor)

ในการบันทึกสีในภาคสนามมีหลายวิธี เช่น การใช้เครื่องมือวัดสีของน้ำ Hellige Aquatester หรือใช้ Comparator สำหรับงานวิจัยนี้ไม่มีอุปกรณ์ดังกล่าว จึงบันทึกจากการมองเห็นเพราะฤดูกาลที่เก็บตัวอย่างน้ำ มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนกลิ่นก็บันทึกตามความเป็นจริงที่สัมผัสได้

ภาพที่ 7 Multi – Probe Auto Reading ของ YSI Environmental Monitoring System

ภาพที่ 8 ชุดตรวจสอบ DO ภาคสนามโดยวิธี Winkler Method

3.2 คุณสมบัติทางเคมี และชีวเคมี

คุณสมบัติทางเคมีที่วัดได้แก่ ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ไนเตรทไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต แอมโมเนียมไนไตรเจน และการวิเคราะห์แบคทีเรียในกลุ่ม Coliform

3.2.1 ความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ pH meter ของชุด Multi – Probe Auto Reading

3.2.2 ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) ใช้ conductivity meter ของชุด Multi – Probe Auto Reading วัดที่ระดับความลึกจากผิวน้ำประมาณ 10 เซนติเมตร หน่วยเป็นไมโครซิเมนต่อเซนติเมตร ($\mu$ S./cm.)

3.2.3 ค่าความเป็นด่าง (alkalinity) ใช้วิธีการไตรเตรต โดยเติม phenolphthalin และกรดซัลฟูริก หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l as $CaCo_3$)

3.2.4 ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolve Oxygen) ใช้วิธี Winkler Method ด้วยการเติม $MnSO_4$ และ alkali – iodide แล้วไตรเตรตด้วย $Na_2S_2O_3$ หน่วยเป็น mg/l (ภาพที่ 8)

3.2.5 ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ใช้ขวด BOD เก็บตัวอย่างขนาด 300 ml. ก่อนเก็บทำการล้างขวดด้วยน้ำตัวอย่างก่อนแล้วจึงเก็บน้ำในระดับความลึก 30 cm. เติมให้เต็มขวดปิดจุดทันทีเพื่อไม่ให้มีฟองอากาศเหลืออยู่ในขวด ทำการบันทึกข้อมูลคือ DO ก่อนการบ่ม จากนั้นบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 20 $^{o}$C ในที่มืดนาน 5 วัน คำนวณ $BOD_5$ จากค่า DO ที่เหลือด้วยสูตร $BOD_5$ = DO เริ่มต้น – DO สุดท้าย ปริมาณที่วัดได้มีหน่วยเป็น mg/l

3.2.6 ไนเตรตไนโตรเจน ($NO_3$-N) ใช้ spectrophotometer ของ HACH รุ่น DR/2000 ด้วยปฏิกิริยา the cadmium reduction ใช้ powder pillow (Nitrate Ver-5) ใช้ความยาวคลื่น 550 nm. หน่วยเป็น mg/l

3.2.7 ออร์โธฟอสเฟต ($PO_4$-P) ใช้ spectrophotometer ของ HACH รุ่น DR/2000 วัดจากการทำปฏิกิริยาของ phosphate powder pillow (Phos Ver-3) ด้วยวิธี ascorbic acid method หน่วยที่วัดเป็น mg/l

3.2.8 แอมโมเนียไนโตรเจน ($NH_3$-N) ใช้ spectrophotometer ของ HACH รุ่น DR/2000 ด้วยวิธี Nessler method ที่ความยาวคลื่น 425 nm. หน่วยที่วัดเป็น mg/l

3.2.9 การเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ Total Coliform Bacteria ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในระดับความลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ด้วยขวดแก้วที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ปริมาตร 100 มิลลิลิตร แต่การเก็บตัวอย่างจะเก็บเพียง 80 มิลลิลิตร จากนั้นแช่ไว้ในถังน้ำแข็งเพื่อนำไปทดสอบหาแบคทีเรียในกลุ่ม Coliform โดยวิธี Standard Total Coliform MPN (Most Probably Number) Test ใช้เทคนิค Multiple tube fermentation technique โปรดดูรายละเอียดที่ภาคผนวก

4. การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินเพื่อวิเคราะห์สารตกค้าง

เก็บตัวอย่างน้ำในแกลลอนพลาสติก ขนาด 1 ลิตร (ภาพที่ 9) โดยเก็บที่ความลึกประมาณ 30 เซนติเมตร แล้วปิดฝาให้สนิทปิดทับด้วยพาราฟิล์ม เขียนรายละเอียดที่เก็บ แล้วแช่ในถังน้ำแข็งก่อนทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ ส่วนการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน (ภาพที่ 9) ใช้พลั่วมือสุ่มเก็บบริเวณดินพื้นท้องน้ำอย่างน้อย 10 จุด รวมน้ำหนักให้ได้ 1 กิโลกรัม บรรจุลงถุงพลาสติกชนิดถุงเย็นซ้อนกัน 2 ชั้น โดยระบุรายละเอียดการเก็บตัวอย่างให้ชัดเจน จากนั้นปิดถุงให้สนิทแช่ในถังน้ำแข็ง ก่อนทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการเช่นเดียวกับตัวอย่างน้ำ

การวิเคราะห์สารตกค้างในน้ำและตะกอนดิน ใช้ชุดตรวจแบบรวดเร็ว GT-Pesticide Test Kit ของกองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ใช้หลักการตรวจของโคลีนเอสเตอเรส อินฮิบิชั่น เทคนิค (Cholinesterase Inhibition Technique) ตรวจสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส คาร์บาเมต และสารพิษที่ให้ผลต่อหลักการนี้ ขั้นตอนการวิเคราะห์โปรดดูภาคผนวก

ภาพที่ 9 การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินเพื่อวิเคราะห์สารตกค้าง

ภาพที่ 10 ขั้นตอนการกรองน้ำตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี GT-Pesticide Test Kit

ภาพที่ 11 ขั้นตอนการเขย่าเพื่อให้สารละลายแยกชั้น หลังจากเติมน้ำยาสกัด-1

ภาพที่ 12 ขั้นตอนการเป่าไล่น้ำยาสกัด-1 ซึ่งอยู่ชั้นล่างของหลอดทดลอง

ภาพที่ 13 วิธีการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

5. การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

5.1 การเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ บริเวณสถานีศึกษาโดยการใช้สวิงตักบริเวณพื้นท้องน้ำ โดยวางสวิงให้สวนทางกับทิศทางน้ำ สุ่มเก็บตัวอย่างให้ได้มากที่สุด(ภาพที่ 13) จากรายงานพบว่าจำนวนตัวอย่างเฉลี่ยของจำนวนตัวอย่างคงที่เมื่อเก็บ 7 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่าง (อรวรรณ, 2538) แล้วรวมกันเป็น 1 ตัวอย่าง ในการสุ่มจะมี 2 ตัวอย่างต่อพื้นที่ศึกษา เขียนรายละเอียดลงในภาชนะที่เก็บตัวอย่าง แล้วเติมฟอร์มาลิน ความเข้มข้น 40 เปอร์เซ็นต์ ลงในภาชนะดังกล่าวเพื่อดองรักษาสัตว์ฯ ไม่ให้เสียหาย เมื่อถึงห้องปฏิบัติการจึงนำตัวอย่างสัตว์ฯ ล้างน้ำเอาฟอร์มาลินออกให้หมด แล้วแยกตัวอย่างสัตว์ฯ ออกจากสิ่งปนเปื้อนอื่น ๆ ดองไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อทำการจำแนกชนิด นับจำนวนตัวและติดฉลากบันทึกรายละเอียดของตัวอย่างสัตว์ฯ

5.2 การจำแนกชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

5.3 จำแนกชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตามหลักอนุกรมวิธานถึงระดับ family แทนที่จะใช้ระดับ species เพราะในระดับ species นั้นยากต่อการจำแนกเป็นอย่างยิ่ง และขาดบุคลากรด้านนี้ ซึ่ง Freidrich และคณะกล่าวไว้ในปี 1990 ว่าในระดับ family เป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวาง (Chapman, 1992) การจำแนกชนิดของสัตว์กระทำภายใต้กล้อง stereo microscope และ compound microscope โดยใช้หนังสืออ้างอิงของ Pennak (1978) McCafferty (1981) Lehmkuhl (1979) Merritt และ Cummins (1988) ศึกษาคุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (Community Character) โดยดูจาก

5.3.1 ค่า Species Richness ของ Margalf (Ludwig,1988) จากสูตร

$$R = \frac{S - 1}{\text{Log } n}$$

โดยที่ S = จำนวนชนิดทั้งหมด

n = จำนวนตัวทั้งหมด

5.3.2 ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ shannon (Ludwig, 1988) จากสูตร

$$H' = \sum_{i=0}^{n} \frac{(ni)}{n} \ln\frac{(ni)}{n}$$

โดยที่ H' = ดรรชนีความหลากหลายทางชีวภาพของ shannon

ni = จำนวนตัวของสิ่งมีชีวิตชนิดที่ I

n = จำนวนตัวทั้งหมด

5.3.3 ค่าความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของสัตว์ฯ (evenness) ของ Pielou (Ludwig, 1988) จากสูตร

$$E = \frac{H'}{\ln (S)}$$

โดยที่ H' = ค่าดรรชนีความหลากหลายทางชีวภาพในพื้นที่ศึกษา

S = จำนวนชนิดทั้งหมด

5.4 ประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีคุณภาพแบบ BMWP Score ของ Mustow และ Sannam 1997 โดยใช้ค่าคะแนนเฉลี่ย ASPT (average score per texa) ที่ได้ประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ดูรายละเอียดที่ภาคผนวก

# ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

## 1. ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

### 1.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ ทางเคมี และชีวเคมี

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากทุกสถานีศึกษาในช่วงฤดูแล้งเดือนเมษายน ฤดูฝนเดือนตุลาคม 2545 พบว่าในฤดูแล้งน้ำจากทุกสถานีศึกษามีความใสจนสามารถมองเห็นพื้นท้องน้ำได้ และไม่มีกลิ่น ส่วนในฤดูฝนน้ำจากสถานีศึกษา IN1 เท่านั้นที่ใสสามารถมองเห็นพื้นน้ำได้ ส่วนสถานีศึกษาอื่น ๆ นอกเหนือจากนี้มีความขุ่นไม่สามารถมองพื้นท้องน้ำได้ สำหรับคุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี แสดงในตารางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ อุณหภูมิของน้ำ ณ สถานีศึกษาอินทนนท์ในฤดูแล้งที่ IN1 IN2 และ IN3 มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นตามลำดับ คือ 20.22 23.62 และ 31.80 องศาเซลเซียส เช่นเดียวกับที่แม่ปูนหลวง ส่วนในฤดูฝนอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของทุกสถานีศึกษาลดลง

pH ของน้ำในลำธารที่สถานีศึกษาอินทนนท์และแม่ปูนหลวงในฤดูแล้งอยู่ระหว่าง 9.50 – 10.05 และ 9.86 – 10.04 ส่วนในฤดูฝน pH ของน้ำที่วัดได้มีค่าระหว่าง 7.50 – 9.00 ที่อินทนนท์ และ 7.43 – 8.67 ที่แม่ปูนหลวง

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ ทุกสถานีศึกษาทั้งที่อินทนนท์และแม่ปูนหลวงมีค่ามากขึ้นในฤดูฝน ยกเว้น IN1 และ IN2 ที่ในฤดูฝนมีค่ามากกว่าในฤดูแล้ง ในทางตรงกันข้ามค่าความเป็นด่างของสถานีศึกษา IN1 IN2 และ IN3 มีค่าลดลงในฤดูฝน

ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญกับสิ่งมีชีวิตในน้ำในขบวนการต่าง ๆ ของปฏิกิริยาทางชีวเคมี ปริมาณออกซิเจนที่วัดมีหลายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น อุณหภูมิ อัตราการหายใจ อัตราการสังเคราะห์แสง ความลึกของน้ำ ความดันบรรยากาศ ช่วงเวลาของวันและฤดูกาล เป็นต้น โดยปกติที่อุณหภูมิต่ำออกซิเจนละลายน้ำได้สูงสุด เช่น ที่อุณหภูมิ 0 $^{\circ}$C ในความดัน 1 บรรยากาศ ปริมาณออกซิเจนอิ่มตัว 100% มีค่า 14 mg/l และที่ อุณหภูมิ 100 $^{\circ}$C ปริมาณออกซิเจนอิ่มตัว 100% มีค่า 0 mg/l (Chapman, 1992) สำหรับปริมาณออกซิเจนที่วัดได้ ณ สถานีศึกษาที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และแม่ปูนหลวงในฤดูแล้ง มีค่าอยู่ระหว่าง 7.1 – 7.4 mg/l และ 6.0 – 6.6 mg/l ส่วนในฤดูฝนการตรวจวัดที่อินทนนท์และแม่ปูนหลวง ให้ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำตามลำดับดังนี้คือ 7.7 – 8.2 mg/l และ 6.4 – 7.1 mg/l ซึ่งเป็นค่า DO ที่มีการละลายน้ำได้สูงเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินสามารถจัดให้อยู่ในประเภทที่ 1

ค่าความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical Oxygen Demand : BOD) ในแหล่งน้ำ ณ สถานีศึกษาต่าง ๆ เป็นดังนี้คือ ในฤดูร้อนที่อินทนนท์ ค่า BOD ที่ IN1 – IN3 มี

ค่าอยู่ระหว่าง 0.9 – 1.1 mg/l ซึ่งต่ำกว่า 1.5 mg/l ตรงกับลักษณะของแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ตามกำหนดคุณลักษณะของแหล่งน้ำประเภทต่าง ๆ ของสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2538) ส่วนในฤดูฝน ค่า BOD ที่อินทนนท์มีค่าอยู่ระหว่าง 1.3 – 1.8 mg/l และ ณ สถานีศึกษาแม่ปูนหลวง MP1 – MP3 ในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.3 – 2.8 mg/l และ 5.4 – 6.0 mg/l

สารอาหารที่ทำการวิเคราะห์ประกอบด้วยไนเตรตไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต และแอมโมเนียมไนเตรต ซึ่งสารอาหารดังกล่าวเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เป็นปัจจัยที่สำคัญมาก ถ้ามีไม่เพียงพอหรือขาดจะทำให้ผลผลิตเบื้องต้นลดลง ดังนั้นจึงถือว่าเป็นปัจจัยจำกัด (limiting factors) ที่จะต้องทำการตรวจวัดค่าของไนโตรเจนและฟอสฟอรัส

สารประกอบไนโตรเจนในแหล่งน้ำใด ๆ ก็ตาม จะมีรูปแบบหลายรูปแบบ และมีความสำคัญแตกต่างกันไป โดยไนโตรเจนเป็นสารประกอบหลักของโปรตีน ซึ่งพืชจะสามารถนำสารประกอบไนโตรเจนแต่ละรูปแบบมาสังเคราะห์เป็นโปรตีนและกรดอะมิโน รูปแบบของไนโตรเจนและปริมาณที่ตรวจพบจึงสามารถบอกได้ว่า แหล่งน้ำนั้นได้ถูกปนเปื้อนมาใหม่ ๆ หรือว่าถูกปนเปื้อนมานานแล้ว ถ้าตรวจพบไนเตรตไนโตรเจนในปริมาณมากก็แสดงว่าแหล่งน้ำนั้น ๆ ได้รับการปนเปื้อนมานานแล้ว เนื่องจากมีการเปลี่ยนรูปมาเป็นไนเตรตไนโตรเจนเป็นจำนวนมาก ถ้าพบแอมโมเนียมไนโตรเจนในปริมาณมากแสดงว่าได้รับการปนเปื้อนมาใหม่ ๆ (ศิริเพ็ญ, 2545) ผลการวิเคราะห์สารอาหารไนเตรตไนโตรเจนของสถานีศึกษาอินทนนท์ ในฤดูร้อนพบปริมาณไนเตรตไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 0.50 – 1.30 mg/l ที่แม่ปูนหลวงมีค่าอยู่ระหว่าง 1.20 – 1.40 mg/l ส่วนในฤดูฝนพบว่าที่อินทนนท์มีค่าอยู่ระหว่าง 0.80 – 1.20 mg/l และที่แม่ปูนหลวงพบปริมาณไนเตรตไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 1.00 – 2.80 mg/l แอมโมเนียมไนเตรเจนที่ตรวจพบในฤดูแล้งและฤดูฝน ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และแม่ปูนหลวงเป็นดังนี้ ในฤดูร้อนที่อินทนนท์ตรวจพบปริมาณน้อยกว่า 0.01 – 0.02 mg/l และ0.07 – 0.19 mg/l ในฤดูฝนตรวจพบที่ 0.13 – 0.36 mg/l และ 0.80 – 1.16 mg/l ผลที่ตรวจพบไนเตรตไนโตรเจนในทุกสถานีศึกษามีค่าไม่เกิน 5 mg/l เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามารตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินสามารถจัดให้อยู่ได้ในคุณภาพน้ำประเภทที่ 1

ออร์โธฟอสเฟตที่ทำการตรวจวัดเป็นสารอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ ซึ่งปกติแล้วธาตุฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่สะสมอยู่ในดิน หิน แร่ หรือแหล่งสะสมอื่น ๆ จากนั้นจะปลดปล่อยออกมาในรูปอนินทรีย์ที่ละลายน้ำจากการชะล้าง (erosion) จากชั้นหิน หรือในรูปอนุภาค

หรืออินทรีย์สารที่ละลายน้ำได้จากซากเนื้อเยื่อพืช รวมถึงกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่ทำให้เกิดฟอสฟอรัสในรูปต่าง ๆ เช่น การใช้ผงซักฟอก การปนเปื้อนของปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ เป็นต้น ปริมาณฟอสฟอรัสที่เกินกว่า 0.15 mg/l มีแนวโน้มทำให้พืชน้ำโดยเฉพาะแพลงก์ตอนพืช (phytoplankton) เจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว เป็นการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ แต่ถ้ามีปริมาณที่มากเกินไปอาจเกิดความเสื่อมโทรมของแหล่งน้ำ เนื่องจากมีสารอาหารมากเกินไป ที่เรียกกันว่า Eutrophication จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานว่าปริมาณฟอสฟอรัสไม่ควรสูงเกิน 0.03 mg/l (ศิริเพ็ญ, 2545)

ผลการตรวจวัดปริมาณออร์โธฟอสเฟต ณ อุทยานแห่งดอยอินทนนท์และแม่ปูนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝนเป็นลำดับดังนี้ ที่อินทนนท์ 0.05 – 0.14 mg/l และ 0.15 – 0.19 mg/l ที่แม่ปูนหลวง 0.05 – 0.14 mg/l และ 0.12 – 0.18 mg/l จะเห็นได้ว่าปริมาณที่ตรวจวัดได้มีค่าเกินกว่า 0.03 mg/l ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานน้ำผิวดินจึงเป็นค่าที่จะต้องเฝ้าระวังคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง เพื่อป้องกันการเกิดมลพิษขึ้น ส่วนสาเหตุที่ทำให้มีการตรวจวัดปริมาณออร์โธฟอสเฟตได้มาก มีความจำเป็นจะต้องหาสาเหตุว่าเกิดจากแหล่งธรรมชาติหรือจากกิจกรรมของมนุษย์อย่างไรก็ตามค่าเฉลี่ยที่ตรวจพบยังอยู่ในช่วงที่ไม่เกิน 1.1 mg/l ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากการเกษตร

1.2 คุณภาพน้ำทางชีวภาพ : การวิเคราะห์น้ำทางแบคทีเรีย

ผลการวิเคราะห์ทางแบคทีเรียโดยการตรวจหาแบคทีเรียในกลุ่ม Coliform ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร พบว่าในฤดูร้อนที่ IN1 มีค่าของ Total Coliform Bacteria สูงกว่า 24000 MPN/100 ml ในขณะที่ IN2 และ IN3 ให้ค่าน้อยกว่า 800 MPN/100 ml ในทำนองเดียวกันกับที่แม่ปูนหลวง MP1 ผลการวิเคราะห์ให้ค่าสูงกว่า 24000 MPN/100 ml ในขณะที่ MP2 และ MP3 ให้ค่า 4600 และ 3500 MPN/100 ml ตามลำดับ ส่วนในฤดูฝนทุกสถานีศึกษาให้ค่าสูงกว่า 24000 MPN/100 ml ดังแสดงในตารางที่ 1 และ 2 เมื่อเปรียบเทียบค่าดังกล่าวพบว่า ในฤดูร้อนการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวน้อยกว่าฤดูฝน และเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินพบว่าประเภทคุณภาพน้ำในฤดูร้อนให้ค่าที่สามารถจัดแบ่งคุณภาพน้ำดีกว่าในฤดูฝน

## 2. ผลการวิเคราะห์สารตกค้างในแหล่งน้ำ

ผลการวิเคราะห์น้ำจากสถานีศึกษาต่าง ๆ เพื่อตรวจหาสารตกค้างโดยใช้ชุดตรวจสอบสารเคมีแบบรวดเร็ว (GT-Pesticide Test Kit) ทำการตรวจหาสารเคมีในกลุ่ม Organophosphorus และ Carbamate ซึ่งเป็นสารกำจัดแมลงที่มีอันตราย โดยอาศัยเทคนิคการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสให้ผลดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และแม่ปูนหลวงในฤดูร้อน เดือนเมษายน พ.ศ.2544

| สถานีศึกษา | อุณหภูมิน้ำ ($^{o}$C) | pH | ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm) | ค่าความเป็นด่าง (mg/l ของ$CaCO_3$) | DO (mg/l) | BOD (mg/l) | ไนเตรตไนโตรเจน (mg/l) | ออร์โธฟอสเฟต (mg/l) | แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l) | Total Coliform Bacteria (MPN/100 ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IN1 | 20.22 | 9.86 | 44 | 24.00 | 7.4 | 0.9 | 1.30 | 0.14 | 0.01 | >24000 |
| IN2 | 23.62 | 10.05 | 92 | 43.80 | 7.4 | 1.1 | 0.50 | 0.09 | <0.01 | 780 |
| IN3 | 31.80 | 9.50 | 48 | 21.75 | 7.1 | 1.0 | 0.90 | 0.05 | 0.02 | 670 |
| MP1 | 22.61 | 9.93 | 72 | 70.00 | 6.0 | 2.8 | 1.20 | 0.26 | 0.19 | >24000 |
| MP2 | 23.64 | 10.04 | 59 | 64.00 | 6.2 | 1.7 | 1.20 | 0.59 | 0.07 | 4600 |
| MP3 | 24.52 | 9.86 | 64 | 54.50 | 6.6 | 0.3 | 1.40 | 0.46 | 0.07 | 3500 |

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และแม่ปูนหลวงในฤดูฝน เดือนตุลาคม พ.ศ.2544

| สถานีศึกษา | อุณหภูมิน้ำ ($^{o}$C) | PH | ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm) | ค่าความเป็นด่าง (mg/l ของ$CaCO_3$) | DO (mg/l) | BOD (mg/l) | ไนเตรตไนโตรเจน (mg/l) | ออร์โธฟอสเฟต (mg/l) | แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/l) | Total Coliform Bacteria (MPN/100 ml) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IN1 | 20.15 | 7.92 | 36.85 | 12.00 | 8.0 | 1.8 | 0.80 | 0.19 | 0.16 | >24000 |
| IN2 | 20.80 | 7.50 | 70.10 | 16.75 | 7.2 | 1.3 | 1.20 | 0.15 | 0.13 | >24000 |
| IN3 | 26.65 | 9.00 | 87.00 | 14.75 | 7.7 | 1.5 | 0.95 | 0.19 | 0.36 | >24000 |
| MP1 | 20.70 | 7.43 | 90.25 | ไม่ได้วิเคราะห์ เนื่องจากตัวอย่างน้ำมีความขุ่นมาก | 6.4 | 5.4 | 2.60 | 0.12 | 1.16 | >24000 |
| MP2 | 20.95 | 7.45 | 83.00 | | 7.1 | 6.0 | 1.00 | 0.18 | 0.85 | >24000 |
| MP3 | 20.45 | 8.67 | 99.85 | | 6.8 | 6.0 | 2.80 | 0.14 | 0.80 | >24000 |

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์สารตกค้างในแหล่งน้ำและตะกอนดินที่สถานีศึกษาอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปุนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝน

| สถานีศึกษา | เปอร์เซ็นต์สารตกค้างที่ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ฤดูร้อน | | ฤดูฝน | |
| | แหล่งน้ำ | ตะกอนดิน | แหล่งน้ำ | ตะกอนดิน |
| IN1 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| IN2 | 5 | 2.5 | 0 | 0 |
| IN3 | 20 | 2.5 | 0 | 0 |
| MP1 | 2.5 | 0 | 0 | 0 |
| MP2 | 7.5 | 0 | 0 | 0 |
| MP3 | 15 | 0 | 0 | 0 |

จากตารางที่ 3 จะเห็นแนวโน้มการชะล้าง (leaching) และการสะสมของสารตกค้างจากต้นลำธารสู่กลางลำธารและปลายลำธาร เป็นไปตามดัชนี Saprobic Index โดยค่า Saprobic Index จะมากขึ้นตามลำดับจากหัวลำธารสู่ท้ายลำธาร (Chapman, 1992) นอกจากนี้การตรวจพบสารตกค้างที่ทำปฏิกิริยากับเอนไซม์ดังกล่าวจะพบเฉพาะในฤดูร้อนซึ่งมีการระบาดของแมลงศัตรูพืชหลายชนิด เช่น เพลี้ยไฟ หนอน เพลี้ยอ่อน เป็นต้น และผลการศึกษาพฤติกรรมการใช้สารเคมีทางการเกษตรของเกษตรกรบนที่สูงพบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 92.1 ของศูนย์ฯ อินทนนท์ และร้อยละ 95.8 ของศูนย์ฯ แม่ปุนหลวงประสบปัญหาเกี่ยวกับศัตรูพืชและวัชพืช (นุชนารถ และคณะ, 2542) ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ซึ่งเป็นหนึ่งในขั้นตอนการควบคุมศัตรูพืชอยู่ ส่วนในฤดูฝนที่ไม่พบสารตกค้างในตัวอย่างน้ำและตะกอนดิน สันนิษฐานว่าจะมีการชะล้างลงสู่แหล่งน้ำที่อยู่ด้านล่าง ซึ่งควรมีการติดตามต่อไปจนถึงที่สิ้นสุดของแหล่งน้ำ และหากกระทำได้ควรปลูกพืชบางชนิดที่สามารถดูดซับสารเคมีหรือปุ๋ยเคมีบางชนิดได้ เช่น หญ้าแฝก สาหร่ายบางชนิด เป็นต้น ปลูกไว้บริเวณที่มีความเสี่ยงเพื่อลดการปนเปื้อนของสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

## 3. ผลการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่

### 3.1 ชนิดและจำนวน

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ของแต่ละสถานีศึกษาทั้งสองฤดูกาลด้วยการใช้สวิงตักลูกน้ำ สุ่มเก็บบริเวณ substrate แล้วทำการเก็บรักษาด้วยน้ำยาฟอร์มาลีน ได้ผลดังแสดงใน ตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนชนิด (Family) และจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปุนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝน

| สถานีศึกษา | จำนวนชนิดและค่าเฉลี่ยจำนวนตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ฤดูร้อน | | ฤดูฝน | |
| | ชนิด | ค่าเฉลี่ยจำนวนตัว | ชนิด | ค่าเฉลี่ยจำนวนตัว |
| IN1 | 33 | 235.5 | 26 | 64 |
| IN2 | 36 | 735 | 16 | 46.5 |
| IN3 | 27 | 242.5 | 26 | 150.5 |
| MP1 | 31 | 156 | 20 | 29.5 |
| MP2 | 24 | 118.5 | 22 | 55 |
| MP3 | 24 | 193.5 | 17 | 58.5 |

3.2 เปรียบเทียบคุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (community character) ระหว่างแต่ละสถานีศึกษาทั้งสองฤดูกาล

คุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (community character) พิจารณาจากค่า species richness (R) ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') และค่าความสม่ำเสมอของการกระจายตัวของสัตว์ไม่มีกระดูสันหลังขนาดใหญ่ (E) ซึ่งสามารถนำไปพิจารณาและประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยปัจจัยต่างๆ ที่ตรวจวัดได้ซึ่งมีผลต่อกลุ่มสัตว์ฯ ดังกล่าวดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 คุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (Community Character) ในสถานีศึกษา ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ และศูนย์ฯ แม่ปุนหลวง ในฤดูร้อนและฤดูฝน

| สถานีศึกษา | คุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ฯ (Community Character) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Species Richness (R) | | ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ (H') | | ความสม่ำเสมอของการกระจายจำนวน (E) | |
| | ฤดูร้อน | ฤดูฝน | ฤดูร้อน | ฤดูฝน | ฤดูร้อน | ฤดูฝน |
| IN1 | 13.5 | 13.81 | 2.39 | 2.69 | 0.42 | 0.65 |
| IN2 | 12.19 | 8.89 | 2.02 | 1.72 | 0.30 | 0.45 |
| IN3 | 10.92 | 11.47 | 1.93 | 1.68 | 0.35 | 0.34 |
| MP1 | 13.69 | 12.93 | 2.35 | 2.00 | 0.47 | 0.49 |
| MP2 | 11.11 | 12.07 | 2.25 | 2.14 | 0.47 | 0.53 |
| MP3 | 10.04 | 9.04 | 2.32 | 2.01 | 0.44 | 0.50 |

ผลการจำแนกชนิดและค่าคะแนนเฉลี่ย (average score pertaxa, ASPT) ของแต่ละสถานีศึกษาในฤดูแล้งและฤดูฝน

การนำสัตว์ฯ ที่ได้แต่ละสถานีศึกษา ทำการจำแนกชนิดแล้วมาให้คะแนนตาม BMWP (Biomonitoing Wording Party) Score ในที่นี้จัดตาม Biotic Index of Thai Freshwater เพื่อเป็นดัชนีทางชีวภาพที่จะบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยการพิจารณาจากค่าคะแนนเฉลี่ย ASPT ดังแสดงในตารางที่ 6 ซึ่งสามารถบ่งบอกคุณภาพน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2537)

ตารางที่ 6 ดัชนีทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่คำนวณได้จากการใช้ BMWP Score เพื่อดูค่าคะแนนเฉลี่ย ASPT ของสถานีศึกษาต่าง ๆ ในฤดูร้อนและฤดูฝน

| สถานีศึกษา | จำนวน Family ที่สามารถให้คะแนนได้ | | คะแนน ASPT | |
|---|---|---|---|---|
| | ฤดูร้อน | ฤดูฝน | ฤดูร้อน | ฤดูฝน |
| IN1 | 19 | 15 | 6.5 | 6.8 |
| IN2 | 22 | 5 | 6.8 | 4.6 |
| IN3 | 20 | 15 | 6.3 | 6.4 |
| MP1 | 21 | 10 | 6.3 | 6.1 |
| MP2 | 14 | 9 | 6.2 | 6.5 |
| MP3 | 16 | 10 | 6.1 | 5.8 |

จากตารางที่ 6 ค่าคะแนน ASPT ของแต่ละสถานีศึกษาในฤดูร้อนและฤดูฝน ทุกสถานีศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 5 – 6 ซึ่งสามารถแบ่งชั้นคุณภาพน้ำตามวิธีการดังกล่าวว่าจัดอยู่ในประเภทที่ 3 ของมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

# สรุป

การประเมินคุณภาพน้ำในพื้นที่การเกษตรบนที่สูง บริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์และศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากลำธารที่บริเวณพื้นที่ทำการเกษตรด้วยพารามิเตอร์ต่าง ๆ ร่วมกับการใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่เป็นดัชนีทางชีวภาพสามารถสรุปผลได้ว่า คุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่ทำการเกษตรทั้งสองแห่งและสองฤดูกาลสามารถจัดให้อยู่ในประเภทที่ 3 ของมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2537 ซึ่งได้แก่แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน นอกจากนี้ประโยชน์อีกประการหนึ่งสำหรับคุณภาพน้ำประเภทนี้คือเพื่อใช้ในการเกษตร ดังนั้นผลของงานวิจัยในครั้งนี้ได้เฝ้าระวังและประเมินคุณภาพน้ำ ณ เวลาและสถานที่ช่วงหนึ่งเท่านั้น แม้ว่าผลจะบ่อบอกว่าคุณภาพน้ำยังอยู่ในเกณฑ์ที่ดี อย่างไรก็ตามน้ำเสียจากการเกษตรมีการศึกษาโ(Welch,1980) พบว่ามีความผันแปรมากกว่าน้ำเสียประเภทอื่น ผลของการเพาะปลูกอาจจะทำให้เกิดการชะล้าง (erosion) และการเกิดตะกอนสะสมในแหล่งน้ำซึ่งตะกอนในแหล่งน้ำนั้นอาจจะประกอบด้วย สารอาหารและปุ๋ยเคมีหรือแม้กระทั่งสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นในการเกษตรบนพื้นที่สูงควรมีความพยายามอย่างยิ่งที่จะควบคุมน้ำเสียที่เกิดจากการเกษตร ด้วยการจัดการที่ดีที่สุด โดยเน้นการเกิดการชะล้างให้น้อยลง ปรับปรุงการเพาะปลูกและการเก็บเกี่ยว ลดการใช้ปุ๋ยเคมี หันมาใช้ปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ ให้มากขึ้น และที่สำคัญที่สุดคือการจัดการปลูกพืชด้วยวิธีผสมผสานเพื่อลดการใช้สารเคมีจนกระทั่งเป็นเกษตรอินทรีย์ที่สมบูรณ์แบบในที่สุด โดยมูลนิธิโครงการหลวงควรมีงานทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือการประเมินความเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความจำเป็นอย่างยิ่งดำเนินควบคู่ไปกับการพัฒนาด้านอื่น ๆ ของมูลนิธิโครงการหลวงเพื่อเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

# เอกสารอ้างอิง

กชกร แสนนาม.2536. การประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำกวงในเขตนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือ โดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในการตรวจสอบทางชีวภาพ.วิทยานิพนธ์ปริญญาโทคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กรรณิการ์ สิริสิงห. 2522. เคมีของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์.

คณะผู้วิจัยโครงการคุณภาพน้ำของพื้นที่รับน้ำแม่แจ่มบริเวณภาคเหนือของประเทศไทยโดยใช้สิ่งมีชีวิตเป็นดัชนีทางชีวภาพ.2542.คู่มือวิเคราะห์และเทียบค่าคะแนนของสัตว์หน้าดินตามค่าตารางคะแนนของดัชนีชีวภาพสัตว์ไม่มีกระดุกสันหลังในแหล่งน้ำจืดของไทย.

นิรนาม.2537.ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษาเล่มที่ 111 ตอนที่ 16 ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537.

นุชนารถ จงเลขา,วราภา คุณาพร,อรพิน วัชวงษ์ และดุจดาว เดชดำรงวุฒิ.2542.การศึกษาผลกระทบของสารเคมีต่อสุขภาพของเกษตรกรบนที่สูง.รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยที่ 3818 งบประมาณปี 2542 มูลนิธิโครงการหลวง.

มงคล ราชภักดี. 2535. ความสัมพันธ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่กับระดับความสูงและคุณภาพน้ำในลำธารบนดอยสุเทพ.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ยุพิน ถือดำ.2537.การใช้กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำจากลำธารบนดอยอินทนนท์และแม่น้ำปิง โดยใช้ดัชนีไบโอติกและซาโพรบิก.วิทยานิพนธ์ปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วีระ วงศ์คำ,สกุณณี บวรสมบัติ,ยุวดี พีรพรพิศาล,วันชัย สนธิชัย,อำนาจ โรจนไพบูลย์, พรทิพย์ จันทรมงคลและวีระศักดิ์ รุ่งเรืองวงศ์.2537.การประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีทางด้านชีวภาพเพื่อศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของต้นแม่น้ำกลางบริเวณอุทยานแห่งชาติอินทนนท์.สถาบันวิจัยและพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ศิริเพ็ญ ตรัยไชยาพร. 2534. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ.

อรวรรณ กฤตบุณยฤทธ์. 2540. กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ในและนอกเขตอนุรักษ์สัตว์น้ำ.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

Chapman, D.1992.Water Quality Assessments.University Press, Cambridge in Great Britain.

John A. Ludwig and James F.Reynolds.1988.Statistical Ecology : a primer on methods and computing.A wiley- Interscience Publication, John Wiley & Sons, United Stated of America.

Mc. Cafferty, W.P.1981.Aquatic Entomology.The Fishermen's Illustrated Guide to Insects and Their Relatives. Science Books International, Boston.

Merritt,R.W. and K.W. Cummins. 1984. An Introduction to the Aquatic Insects of North America. Kendall/ Hunt Publishing Company, USA.

Pennak, R.W. 1978. Fresh Water Invertebrates of the United States. John Wiley & Son,Inc.New York.

Welch, E.B.and T. Lindell.1992. Ecological Effects of Wastewater.St. Edmundsbury Press,Bury St. Edmunds, Suffolk in Great Britain.

March,P.C.,Waters,T.F.,1980.Effect of agricultural drainage development on Benthic invertebrates in undisturbed downstream reache Trans. Am.Fish.Soc.109,213 -223.

Lehmkuhl,D.M.1979.Aquatic Insect.Wm.C.Brown Company Publishers, Dubuque, Lowa, USA.

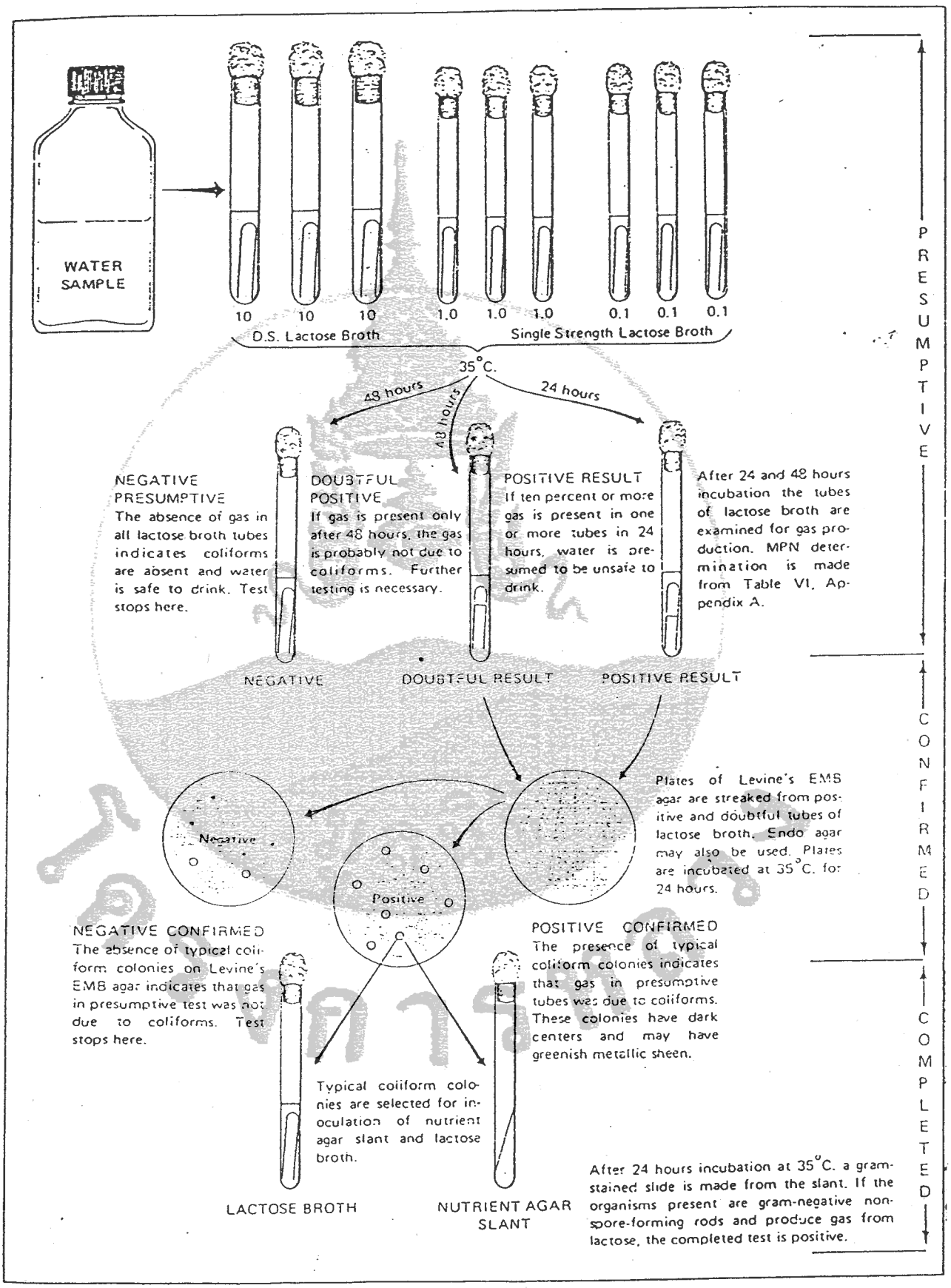
# ภาคผนวก

1. **การวิเคราะห์น้ำเพื่อหาแบคทีเรียในกลุ่ม** Coliform

ทำ Presumptive test โดยถ่ายปริมาตรที่ทราบของตัวอย่างน้ำลงในอนุกรมของ fermentation tube ซึ่งบรรจุ lactose หรือ lauryl tryptose broth ซึ่งปกติจะใช้ inoculate aseptically 5 หลอด ด้วย 10.0 1.0 และ 0.1 ml ของตัวอย่างน้ำซึ่งได้เขย่าอย่างดี แล้ว incubate ทั้ง 15 หลอดที่ 35 ± 5 $^{o}$C เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง จำนวนของหลอดที่ให้ผลบวก (คือให้ก๊าซ) จะถูกบันทึกแล้วนำไปอ่านหาค่า MPN index ซึ่งจะบอกจำนวน coliform ที่มีในน้ำ 100 ml

ทำ Confirmed test เนื่องจากการเกิดก๊าซในหลอด lactose broth อาจจะไม่ใช่เกิดจากแบคทีเรียในกลุ่ม coliform จึงต้องยืนยันผลด้วยวิธีการนำของเหลวบางส่วนจากหลอดที่เกิดก๊าซใส่ลงไปในหลอดที่มี brilliant green lactose bile broth แบคทีเรียตัวอื่นที่ไม่ใช่ coliform จะถูกยับยั้งไม่ให้เจริญเติบโต ดังนั้นก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเหล่านี้จะบอกได้ว่าเป็นกลุ่ม coliform

จากนั้นทำการทดสอบสมบูรณ์ในขั้นตอนสุดท้าย (Completed test) โดย streak ของเหลวจากหลอดในขั้นตอน confirmed test ลง Endo หรือ EMB (Eosin methylene blue plate) อย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งเป็นอาหารเฉพาะเจาะจงสำหรับ coliform เท่านั้นที่จะเจริญได้จนเห็น colony แล้ว incubate plate นี้ (โดยคว่ำ plate ก่อน) ที่อุณหภูมิ 35 $^{o}$C นาน 24 ชั่วโมง เมื่อเกิด colony ขึ้นให้ใช้เข็มจิ้มเอา colony ที่แยกเดี่ยว ๆ เห็นชัดเจนในแต่ละ plate ใส่หลอด lactose broth พร้อมใส่ nutrient agar slant นำไป incubate ที่ 35 $^{o}$C นาน 24 หรือ 48 ชั่วโมง ถ้าเป็น coliform จะให้ก๊าซเกิดขึ้น และจาก agar slant culture สามารถทำ gram-stained แล้วส่องกล้องจุลทรรศน์ดูลักษณะของแบคทีเรีย ถ้าพบว่าเป็น gram negative แสดงว่าใน agar culture มี coliform ในรูปแบบ non spore forming หรือรูป rod-shaped bacteria ถ้าเป็น gram positive ก็ถือว่าเป็น coliform organism เช่นกัน (ภาพที่ 1) แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์เพื่อหาแบคทีเรียในกลุ่ม coliform




ภาพที่ 1 แสดงการวิเคราะห์แบคทีเรียในน้ำ

2. **การวิเคราะห์สารตกค้างในน้ำและตะกอนดิน ใช้ชุดตรวจแบบรวดเร็ว** GT-Pesticide Test Kit มีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 นำน้ำตัวอย่างที่จะทำการวิเคราะห์กรอง โดยใช้กรวยกรองและกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1

ขั้นตอนที่ 2 นำน้ำที่กรองได้มา 100 ml. (ถ้าเป็นตะกอนดินจะใช้น้ำหนัก 2.5 g. ชั่งในขวดตัวอย่าง) ใส่ในกรวยแยก แล้วเติมน้ำยาสกัด-1 (ไดคลอโรมีเทน) ปริมาตร 10 ml. (ถ้าเป็นตะกอนดินจะใช้ปริมาตร 5 ml. เติมลงไปในขวดตัวอย่าง เขย่าให้ผสมกันแล้วทิ้งไว้ 15 นาที) เขย่าจนสารละลายแยกชั้นในขณะทำการเขย่าควรเปิด stop cock ของกรวยแยกออกเพื่อปล่อยให้ไอของสารออก

ขั้นตอนที่ 3 นำส่วนที่แยกชั้นส่วนล่าง (ไดคลอโรมีเทน) มาใส่หลอดทดลองแล้วเติมน้ำยาสกัด-2 ปริมาตร 1 ml.

ขั้นตอนที่ 4 นำไปเป่าไล่น้ำยาสกัด-1 ออกให้หมด แล้วดูดสารละลายที่เหลือมา 0.25 ml. ใส่ในหลอดทดลองอีกหลอดที่เตรียมไว้

ขั้นตอนที่ 5 เตรียมหลอดทดลองอีก 6 หลอดเพื่อทำเป็น blank และ standard 10%, 30%, 50%, 80% และ 100% เติมน้ำยาสกัด-2 ลงไปทุกหลอดด้วยปริมาตร 0.25 ml.

ขั้นตอนที่ 6 นำหลอดทดลองทั้งหมดแช่ใน water bath ที่อุณหภูมิ 35 – 37 $^{o}$C

ขั้นตอนที่ 7 เติมน้ำยา GT-1 ลงไปในหลอดทดลองที่เตรียมไว้จากขั้นตอนที่ 6 หลอดละ 0.5 ml. ทิ้งไว้ 20 นาที

ขั้นตอนที่ 8 เติมน้ำยา GT-2 ลงไปในหลอดตัวอย่างและหลอด blank ปริมาตร 0.25 ml. ส่วนหลอด standard 10% เติม GT-2 ปริมาตร = 0.275 ml.

standard 30% เติม GT-2 ปริมาตร = 0.325 ml.

standard 50% เติม GT-2 ปริมาตร = 0.375 ml.

standard 80% เติม GT-2 ปริมาตร = 0.45 ml.

standard 100% เติม GT-2 ปริมาตร = 0.5 ml.

ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง

ขั้นตอนที่ 9 เติมน้ำยา GT-3 ทุกหลอด ปริมาตร 1 ml.

ขั้นตอนที่ 10 เติมน้ำยา GT-4 ทุกหลอด ปริมาตร 0.5 ml. แล้วเขย่าให้น้ำมาผสมกัน

ขั้นตอนที่ 11 เติมน้ำยา GT-5 ทุกหลอด ปริมาตร 0.5 ml. แล้วเขย่าให้น้ำยาผสมกัน

แล้วดูผลจากการเปรียบเทียบสีของหลอดตัวอย่างกับ blank และ standard

ถ้าหลอดตัวอย่างมีสีอ่อนกว่าหรือเท่ากับ blank แสดงว่าตรวจไม่พบสารพิษตกค้าง

ถ้าหลอดตัวอย่างมีสีเท่ากับหลอด standard หลอดใดหลอดหนึ่งแสดงว่า ตัวอย่างนั้นตรวจพบสารพิษตกค้าง เช่น ถ้าหลอดตัวอย่างมีสีเท่ากับหลอด standard 30% แสดงว่าตรวจพบสารพิษที่ให้ผลยับยั้งการทำลายของเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสได้ร้อยละ 30 ในตัวอย่างน้ำ ปริมาตร 100 ml.

## 3. ตารางแสดงชนิดและจำนวนสัตว์ฯ ที่พบแต่ละสถานีศึกษาในฤดูร้อนและฤดูฝน

ตารางที่ 1 จำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่พบในแหล่งสำรวจ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (ฤดูร้อน)

| Phylum, Class, Order | Family | จำนวนสัตว์ที่พบ (ตัว) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แหล่งสำรวจ | | | | | |
| | | IN1/1 | IN1/2 | IN2/1 | IN2/2 | IN3/1 | IN3/2 |
| P. Annelida | UnKnown | - | - | 2 | - | - | - |
| C. Hirudina | | | | | | | |
| O. Oligochaeta | Lumbricidae | - | - | - | - | 4 | 7 |
| | Naididae | - | 6 | - | 3 | - | - |
| | Tubificidae | - | - | - | 1 | - | 0 |
| | | | | | | | |
| Hydracarina | Eylaoidae | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | | | | | | | |
| P. Arthropoda | | | | | | | |
| C.Insecta | | | | | | | |
| O. Coleoptera | Dytiscidae | - | 2 | - | - | - | 2 |
| | Elmidae | 7 | 14 | 38 | 9 | 3 | 2 |
| | Halipdidae | - | - | - | - | 1 | - |
| | Helodidae | 9 | 18 | 3 | - | 2 | - |
| | Hydrophilidae | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| | Lumnichidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Psephenidae | - | 1 | - | 1 | 3 | 1 |
| | Ptilodactylidae | - | - | - | 1 | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Diptera | Ceratopogonidae | 4 | - | 4 | 3 | 4 | 6 |
| | Chironomidae | 68 | 50 | 277 | 80 | 87 | 136 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Dolichopodidae | - | - | - | - | - | 1 |
| | Empididae | 4 | 3 | 4 | 1 | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Diptera | Simuliidae | 1 | 22 | 24 | 18 | 3 | - |
| | Tipulidae | 2 | 5 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| | Culicidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Blephariceridae | - | 1 | - | - | - | - |
| | Thaumalidae | - | - | 3 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O.Ephemeroptera | Baetidae | 75 | 84 | 385 | 196 | 37 | 61 |
| | Caenidae | - | - | 4 | 2 | - | 2 |
| | Ephemerellidae | 1 | - | - | 1 | 1 | 2 |
| | Heptageniidae | 9 | 7 | 113 | 77 | 7 | 47 |
| | Leptophlebiidae | 13 | 6 | 4 | 3 | 6 | 11 |
| | Oligoneuridae | - | - | 9 | 19 | - | 2 |
| | Polymitarcyidae | - | - | - | - | - | 1 |
| | Tricorythidae | 1 | - | 6 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Hemiptera | Belostomatidae | - | - | - | - | 1 | - |
| | Naucoridae | 1 | 1 | 3 | 3 | - | 1 |
| | Notonectidae | - | - | 3 | 1 | 2 | - |
| | Saldidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Odonata | Coenagrionidae | 5 | 1 | - | 2 | - | 3 |
| | Calopterygidae | - | 2 | - | - | - | - |
| | Gomphidae | - | - | - | 1 | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Plecoptera | Nemouridae | - | 1 | - | - | - | - |
| | Perlodidae | 3 | - | - | - | - | - |
| | Perlidae | - | 10 | 16 | 5 | 2 | 3 |
| | Peltoperidae | 2 | 1 | - | - | - | - |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O. Tricoptera | Glosssosomatidae | 4 | 7 | 44 | 28 | 3 | 4 |
| | Helicopsychidae | - | 1 | 3 | - | - | - |
| | Hydroptilidae | 4 | 1 | 5 | 1 | 5 | 4 |
| | Hydropsychidae | - | 4 | 32 | 9 | 3 | 9 |
| | Polycentropodidae | - | 2 | 2 | - | - | - |
| | Psychomyiidae | 1 | 1 | 2 | - | - | - |
| | Philopotamidae | 1 | - | 4 | - | - | - |
| | Lepidostomatidae | - | - | 2 | - | - | - |
| | Odontoceridae | - | - | 2 | - | - | - |
| | Leptoceridae | - | - | 1 | - | - | - |

ตารางที่ 2 จำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่พบในแหล่งสำรวจ ณ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (ฤดูฝน)

| Phylum, Class, Order | Family | จำนวนสัตว์ที่พบ (ตัว) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แหล่งสำรวจ | | | | | |
| | | IN1/1 | IN1/2 | IN2/1 | IN2/2 | IN3/1 | IN3/2 |
| P. Annelida | | | | | | | |
| C. Hirudina | | | | | | | |
| O. Oligochaeta | Naididae | 1 | 1 | 4 | 3 | 9 | 6 |
| | Tubificidae | - | 1 | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| P. Arthropoda | | | | | | | |
| C.Insecta | | | | | | | |
| O. Coleoptera | Unknown | - | - | - | 1 | - | - |
| | Dryopidae | 2 | 1 | - | - | - | - |
| | Dytiscidae | - | - | - | - | - | 3 |
| | Elmidae | 5 | 5 | - | - | - | - |
| | Helodidae | 2 | 5 | - | - | - | - |
| | Hydrophilidae | - | 2 | - | - | - | - |
| | Psephenidae | - | - | - | - | - | 1 |
| | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| O. Collembola | Isotomidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Sminthuridae | - | - | - | - | - | - |
| | Poduridae | - | 2 | 1 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Diptera | Ceratopogonidae | - | - | 1 | 1 | 1 | 3 |
| | Chironomidae | 9 | 5 | 14 | 8 | 11 | 14 |
| | Empididae | 2 | - | - | - | - | - |
| | Psychodidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Simuliidae | - | 21 | 1 | 1 | - | 1 |
| | Syrphidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O.Ephemeroptera | Baetidae | 18 | 13 | 17 | 24 | 78 | 86 |
| | Baetiscidae | - | 2 | - | - | - | - |
| | Caenidae | - | - | - | - | 3 | - |
| | Ephemerellidae | 4 | 2 | - | - | - | - |
| | Heptageniidae | 2 | 1 | - | - | 1 | 4 |
| | Polymitarcyidae | - | - | - | - | 1 | - |
| | Leptophlebiidae | 1 | 2 | - | - | 3 | 1 |
| | Oligoneuriidae | 1 | - | 3 | - | 1 | 27 |
| | Neoephemeridae | - | - | - | - | - | 1 |
| | Siphlonuridae | - | - | 7 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O.Hemipthera | Naucoridae | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 |
| | Corixidae | - | - | - | - | 22 | - |
| | Hebridae | - | - | - | - | - | 1 |
| | | | | | | | |
| O. Odonata | Calopterygidae | - | - | - | - | 2 | - |
| | Gomphidae | - | - | - | 1 | 6 | 1 |
| | Macromiidae | - | - | - | - | - | 1 |
| | | | | | | | |
| O. Plecoptera | Peltoperidae | 2 | - | - | - | - | - |
| | Perlidae | - | 1 | - | - | - | 2 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Perlodidae | - | 1 | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Trichoptera | Brachycentridae | - | - | - | - | 2 | - |
| | Glossosomatidae | 3 | 3 | 1 | - | - | - |
| | Helicopsychidae | 2 | 1 | - | - | - | 3 |
| | Hydroptilidae | - | - | - | - | 1 | - |
| | Philopotamidae | - | - | - | - | - | 2 |
| | | | | | | | |
| Unknown | | - | 1 | - | 1 | 1 | - |

ตารางที่ 3 จำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่พบในแหล่งสำรวจ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง (ฤดูร้อน)

| Phylum, Class, Order | Family | จำนวนสัตว์ที่พบ (ตัว) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แหล่งสำรวจ | | | | | |
| | | MP1/1 | MP1/2 | MP2/1 | MP2/2 | MP3/1 | MP3/2 |
| P. Annelida | | | | | | | |
| C. Hirudina | | | | | | | |
| O. Oligochaeta | Naididae | - | 5 | 1 | 7 | 14 | 7 |
| | | | | | | | |
| P. Arthropoda | | | | | | | |
| C. Insecta | | | | | | | |
| O. Coleoptera | Dryopidae | - | 1 | - | - | 1 | - |
| | Dytiscidae | - | 1 | - | - | - | 1 |
| | Elmidae | 1 | 6 | 3 | 10 | 11 | 15 |
| | Hydrophilidae | - | - | 2 | 3 | - | - |
| | Hydraenidae | - | 1 | - | - | - | - |
| | Lummnichidae | 2 | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Diptera | Ceratopogonidae | - | - | - | - | 3 | - |
| | Chironomidae | 14 | 22 | 9 | 22 | 81 | 62 |
| | Empididae | - | - | - | - | - | 1 |
| | Simuliidae | 9 | 58 | 4 | 10 | 17 | 6 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Tipulidae | 59 | 1 | - | 1 | 4 | - |
| | | | | | | | |
| O.Ephemeroptera | Baetidae | 17 | 53 | 42 | 49 | 18 | 31 |
| | Caenidae | 1 | 1 | - | - | 2 | 2 |
| | Ephemerellidae | 2 | 8 | 7 | 2 | 8 | 8 |
| | Leptophlebiidae | 1 | 1 | 1 | 2 | - | - |
| | Oligoneuridae | 1 | - | 2 | - | 1 | 1 |
| | | | | | | | |
| O.Hemipthera | Belostomatidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Pleidae | 1 | - | - | 1 | 3 | 4 |
| | Notonectidae | - | - | - | 1 | - | - |
| | Naucoridae | 1 | - | 1 | 1 | - | 3 |
| | Veliidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Odonata | Calopterygidae | 1 | - | - | 1 | - | - |
| | Coenagrionidae | 1 | - | - | 1 | - | - |
| | Gomphidae | 1 | - | - | - | - | 1 |
| | Lestidae | 2 | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Plecoptera | Nemourridae | 1 | - | - | 2 | - | - |
| | Peltoperidae | 3 | 2 | - | 1 | - | - |
| | Perlidae | 1 | 6 | 9 | 1 | 1 | 3 |
| | Taeniopterygidae | - | 3 | - | - | 2 | - |
| | | | | | | | |
| O. Trichoptera | Glossosomatidae | - | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 |
| | Helicopsychidae | - | 1 | - | 4 | 4 | 1 |
| | Hydropsychidae | - | 2 | 2 | - | 20 | 30 |
| | Hydroptilidae | 4 | - | - | - | 2 | - |
| | Limnephilidae | - | 1 | - | - | - | - |
| | Rhyacophilidae | - | - | - | - | 2 | 2 |
| | | | | | | | |
| Phylum Platyhelminthes | Planarian | 1 | 1 | - | - | - | - |

ตารางที่ 4 จำนวนของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ที่พบในแหล่งสำรวจ ณ ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงแม่ปูนหลวง (ฤดูฝน)

| Phylum, Class, Order | Family | จำนวนสัตว์ที่พบ ( ตัว ) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | แหล่งสำรวจ | | | | | |
| | | MP1/1 | MP1/2 | MP2/1 | MP2/2 | MP3/1 | MP3/2 |
| P. Annelida | | | | | | | |
| C. Hirudina | | | | | | | |
| O. Oligochaeta | Naididae | 1 | 5 | 11 | 9 | 8 | 24 |
| | Unkhown | - | - | - | - | 1 | - |
| | | | | | | | |
| P. Arthropoda | | | | | | | |
| C.Insecta | | | | | | | |
| O. Coleoptera | Dytiscidae | - | - | - | - | - | 2 |
| | Elmidae | 3 | - | 1 | - | - | - |
| | Haliplidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Hydraenidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Ptilodactylidae | - | - | - | - | - | 1 |
| | | | | | | | |
| O.Collembola | Poduridae | - | - | - | - | 1 | - |
| | | | | | | | |
| O. Diptera | Ceratopogonidae | - | - | 2 | - | 1 | 2 |
| | Chironomidae | 2 | 2 | 4 | 5 | 9 | 15 |
| | Dolichopodidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Empididae | - | - | 2 | - | - | - |
| | Ephydridae | 1 | - | - | - | 1 | - |
| | Psychodidae | 1 | 1 | - | 1 | - | - |
| | Simuliidae | - | 1 | 2 | - | - | - |
| | Stratiomyidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Tipulidae | - | 1 | 1 | - | - | 1 |
| | | | | | | | |
| O.Ephemeroptera | Baetidae | 19 | 3 | 25 | 10 | 11 | 20 |
| | Baetiscidae | - | - | 2 | - | - | - |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Caenidae | - | - | 1 | - | 1 | 2 |
| | Coenagrionidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Ephemerellidae | - | 3 | 12 | 9 | 1 | 9 |
| | Heptageniidae | 2 | 2 | 2 | - | - | - |
| | Leptophlebiidae | 1 | - | - | 1 | 1 | - |
| | Oligoneuridae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Palingniidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | Tricorythidae | 3 | - | - | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O.Hemipthera | Naucoridae | - | 1 | - | - | 1 | - |
| | Pleidae | - | - | - | - | - | 2 |
| | Veliidae | - | - | 1 | - | - | 1 |
| | | | | | | | |
| O. Plecoptera | Nemourridae | 1 | - | 1 | - | - | - |
| | Peltoperidae | 1 | - | 2 | 1 | - | - |
| | Taeniopterygidae | - | - | 1 | - | - | - |
| | | | | | | | |
| O. Trichoptera | Glossosomatidae | 1 | - | - | - | - | - |
| | Hydropshychidae | 1 | - | - | - | - | 2 |

4. **การคำนวณ** BMWP Score

วิธีการใช้ BMWP (Biomonitoring Working Party) Score (Mustow and Sannam, 1997)

1. นำสัตว์ฯ ชนิดต่างในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งวินิจฉัยเรียบร้อยแล้วมาให้คะแนนตาม BMWP score ในที่นี้จัดตาม Biotic Index of Thail Freshwater ซึ่งมีค่าแตกต่างกันในสัตว์ที่อยู่ในน้ำที่มีคุณภาพต่างกันอย่างชัดเจน
2. เอาคะแนนของสัตว์แต่ละชนิดมารวมกัน
3. นับจำนวนชนิดของสัตว์ที่พบและสามารถให้คะแนนได้
4. นำค่าที่ได้ในข้อ 3 มาหารคะแนนรวมของสัตว์ในข้อ 2
5. ค่าที่ได้ในข้อ 4 จัดเป็นคะแนนเฉลี่ย (average score per texa = ASPT) ซึ่งคะแนนที่ได้จะเป็นค่าที่บ่งบอกคุณภาพของน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน (คณะกรรมการสิ่งแวด

ล้อมแห่งชาติ, 2537) ซึ่งสามารถนำคะแนนเฉลี่ยและมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินมาเปรียบเทียบกันได้ดังนี้

ค่าคะแนนเฉลี่ย (ASPT) มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

1 – 2 จัดอยู่ใน ระดับ 5

3 – 4 จัดอยู่ใน ระดับ 4

5 – 6 จัดอยู่ใน ระดับ 3

7 – 8 จัดอยู่ใน ระดับ 2

9 – 10 จัดอยู่ใน ระดับ 1

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

BMWP score

จัดตาม BIOTIC INDEX OF THAI FRESHWATER INVERTEBRATES

(จากผลงานวิจัยลุ่มน้ำแม่ปิงของ Steve Mustow และ กชการ แสนนาม กรกฎาคม 2540)

ตารางที่ 5 BMWP score

| กลุ่มสัตว์ (Group) | วงศ์ (Family) | คะแนน (Score) |
|---|---|---|
| แมลงเกาะหิน | Leutridae | 10 |
| STONEFLY | Perlidae | 10 |
| (Plecoptera) | Perlodidae | 10 |
| ชีปะขาว | Heptageniidae | 10 |
| MAYFLY | Leptophlebiidae | 10 |
| (Ephemeroptera) | Ephemerellidae | 10 |
| | Potaminthidae | 10 |
| | Ephemeridae | 10 |
| | Caenidae | 7 |
| | Baetidae/Siphlonuridae | 4 |
| แมลงหนอนปลอกน้ำมีบ้าน | Phryganeidae | 10 |
| CASED CADDISFLY | Molannidae | 10 |
| (Tricoptera) | Odontoceridae/Brachycentridae | 10 |

| | | |
|---|---|---|
| | Leptoceridae | 10 |
| | Goeridae | 10 |
| | Lepidostomatidae | 10 |
| | Limnephilidae | 7 |
| | Hydroptilidae | 6 |
| แมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีบ้าน<br>CASELESS CADDISFLY<br>(Tricoptera) | Psychomyiidae | 8 |
| | Philopotamidae | 8 |
| | Rhyacophilidae | 7 |
| | Polycentropodidae | 7 |
| | Hydropsychidae | 5 |
| กุ้ง<br>PRAWN | Atyidae | 8 |
| | Palaemonidae | 8 |
| แมลงปอ<br>DRAGONFLY<br>(Odonata) | Gomphidae | 6 |
| | Cordulegastridae | 6 |
| | Aeshnidae | 6 |
| | Corduliidae/Libellulidae | 6 |
| แมลงปอเข็ม<br>DAMGELFLY<br>(Odonata) | Agriidae (Calopterygidae) | 6 |
| | Lestidae | 6 |
| | Coenagrionidae/Platycnemidae | 6 |
| | Macromidae | 6 |
| | Protoneuridae | 3 |
| มวนน้ำ<br>WATERBUG | Aphleocheiridae | 10 |
| | Mescvelidae | 5 |
| | Hydrometridae | 5 |
| | Gerridae | 5 |
| | Nepidae | 5 |
| | Naucoridae | 5 |
| | Notonectidae | 5 |
| | Pleidae | 5 |
| | Corixidae | 5 |
| ด้วงน้ำ | Haliplidae | 5 |

| | | |
|---|---|---|
| WATER BEETLE | Dytiscidae | 5 |
| | Gyrinidae | 5 |
| | Hydrophilidae | 5 |
| | Helodidae | 5 |
| | Dryopidae | 5 |
| | Elminthidae | 5 |
| | Chrysomelidae | 5 |
| | Curculionidae | 5 |
| | Psephenidae | 6 |
| หอยฝาเดียว | Anoylidae | 6 |
| GASTROPOD | Neritidae | 6 |
| | Viviparidae | 6 |
| | Hydrobiidae | 3 |
| | Lymnaeidae | 3 |
| | Planorbidae | 3 |
| หอยสองฝา | Unionidae | 6 |
| BIVALVE | Sphaeriidae | 3 |
| หนอนตัวแบน FLATWORM | Panariidae | 5 |
| แมลงวัน | Tipulidae | 5 |
| FLY | Simuliidae | 5 |
| (Diptera) | Chironomidae | 2 |
| แมลงช้าง | Sialidae | 4 |
| MEGALOPTERA | Corydalidae | 4 |

## 5. ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ตารางที่ 6 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

| ลำดับ | ดัชนีคุณภาพน้ำ 1/ | ค่าทางสถิติ | หน่วย | การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามใช้ประโยชน์ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | ประเภท | | | | |
| | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1. | สี กลิ่นและรส | | - | ธ | ธ | ธ | ธ | - |
| 2. | อุณหภูมิ | | °ซ. | ธ | ธ/ | ธ/ | ธ/ | - |
| 3. | ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) | | - | ธ | 5.0-9.0 | 5.0-9.0 | 5.0-9.0 | - |
| 4. | ออกซิเจนละลาย (DO) | P 20 | มก./ล. | ธ | < 6.0 | < 4.0 | < 2.0 | - |
| 5. | บีโอดี (BOD) | P 80 | - | ธ | > 1.5 | > 2.0 | > 4.0 | - |
| 6. | แบคทีเรียกลุ่มโคลีฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) | P 80 | เอ็ม พี เอ็น/ 100 มล. | ธ | > 5,000 | > 20,000 | - | - |
| 7. | แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (Faecal Coliform Bacteria) | P 80 | - | ธ | > 1,000 | > 4,000 | - | - |
| 8. | ไนเตรต ($NO_3$) ในหน่วยไนโตรเจน | | มก./ล. | ธ | มีค่าไม่เกินกว่า | | 5.0 | - |
| 9. | แอมโมเนียม($NH_3$)ในหน่วยไนโตรเจน | | " | ธ | " | | 0.5 | - |
| 10. | ฟีนอล (Phenols) | | " | ธ | " | | 0.005 | - |
| 11. | ทองแดง (Cu) | | " | ธ | " | | 0.1 | - |
| 12. | นิคเกิล (Ni) | | " | ธ | " | | 0.1 | - |
| 13. | แมงกานีส (Mn) | | " | ธ | " | | 1.0 | - |
| 14. | สังกะสี (Zn) | | " | ธ | " | | 1.0 | - |
| 15. | แคดเมียม (Cd) | | " | ธ | " | | 0.005* 0.05** | - |
| 16. | โคเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent) | | " | ธ | " | | 0.05 | - |
| 17. | ตะกั่ว (Pb) | | " | ธ | " | | 0.05 | - |
| 18. | ปรอททั้งหมด (Total Hg) | | " | ธ | " | | 0.05 | - |
| 19. | สารหนู (As) | | " | ธ | " | | 0.01 | - |
| 20. | ไซยาไนด์ (Cyanide) | | " | ธ | " | | 0.005 | - |
| 21. | กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity) | | | | | | | |
| | - ค่ารังสีแอลฟา (Alpha) | | เบคเคอเรล/ ล. | ธ | " | | 0.1 | - |
| | - ค่ารังสีเบตา (Beta) | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22. | สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Tatal Organochlorine Pesticides) | | มก./ล. | ธ | มีค่าไม่เกินกว่า | 0.05 | - |
| 23. | ดีดีที (DDT) | | ไมโครกรัม/ล. | ธ | " | 1.0 | - |
| 24. | บีเอชซีชนิดแอลฟ่า (Alpha BHC) | | | ธ | " | 0.02 | - |
| 25. | ดิลดริน (Dieldrin) | | | ธ | " | 0.1 | - |
| 26. | อัลดริน (Aldrin) | | | ธ | " | 0.1 | - |
| 27. | เฮปตาคลอร์นและเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide) | | | ธ | " | 0.2 | - |
| 28. | เอนดริน (Endrin) | | | ธ | ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด | | |

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

**หมายเหตุ**

1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2 – 4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติและแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่มีกำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ/ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัม/ลิตร

< ไม่น้อยกว่า > ไม่มากกว่า

- ไม่ได้กำหนด

$^{o}$ซ. องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น. หรือ Most Probable Number

**มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน**

มาตรา 32 (1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนองบึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่น ๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทของแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท ดังนี้

**ประเภทที่ 1** ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
2. การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
3. การอนุรักษ์ระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

**ประเภทที่ 2** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
3. การประมง
4. การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

**ประเภทที่ 3** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
2. การเกษตร

**ประเภทที่ 4** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ไดรับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

1. การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
2. การอุตสาหกรรม

**ประเภทที่ 5** ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

# งบประมาณ

| | | |
|---|---|---|
| หมวดค่าใช้สอย | | |
| ค่าจัดทำรายงาน | 2,500 | บาท |
| ค่าล้างอัดภาพ | 2,000 | บาท |
| ค่าใช้สอยอื่น ๆ | 5,000 | บาท |
| ค่าวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพื่อหา Total Coliform Bacteria (จำนวน 24 ตัวอย่าง ใน 2 ฤดูกาล) | 15,000 | บาท |
| หมวดวัสดุ | | |
| สารเคมี | 30,000 | บาท |
| วัสดุวิทยาศาสตร์ | 18,000 | บาท |
| วัสดุอื่น ๆ | 20,000 | บาท |
| รวม | 92,500 | บาท |

ลิขสิทธิ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย