

การประเมินระดับของมลพิษทางน้ำจากผลกระทบของการใช้ประโยชน์ ของชุมชนต่อระบบนิเวศทางน้ำของหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา

Pollutant loading assessment impacted by community-based utilization on aquatic ecosystem in Nong Leng Sai, Phayao province

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์^{1*}, กรทิพย์ กันนิการ์¹ และ ลลิตา ขวัญบุญ¹

Kanyanat Soontornprasit^{1*}, Korntip Kannika¹ and Lalita Khungboon¹

บทคัดย่อ: การศึกษานี้เป็นการประเมินปริมาณมลพิษทางน้ำจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ประเภทต่างๆ ที่ลงสู่พื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา ดำเนินการโดยการรวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์ชุมชนด้านรูปแบบ ลักษณะการใช้ประโยชน์ของชุมชน ทำการสำรวจคุณภาพน้ำทุก 2 เดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม – ธันวาคม 2559 เก็บตัวอย่างในหนองเล็งทรายจำนวน 7 สถานี และในลำห้วยสาขา 7 สาย ซึ่งเป็นบริเวณรองรับมลพิษจากการใช้ประโยชน์ในพื้นที่รอบหนองเล็งทราย นอกจากนี้ยังเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจากกิจกรรมประเภทต่างๆ อีก 15 สถานี ผลการศึกษาพบว่า แหล่งที่อยู่อาศัยให้ระดับความเข้มข้นของมลพิษต่อหน่วยมากที่สุด (โดยมีระดับความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เท่ากับ 32.55 และ 16.86 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินกำหนดไว้ไม่เกิน 0.5 และ 0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ปริมาณมลพิษรวมถูกปลดปล่อยจากแหล่งที่อยู่อาศัยเข้าสู่แหล่งน้ำมากที่สุด ปริมาณมลพิษจากธาตุอาหารส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงฤดูแล้ง โดยมีค่าออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสและคลอโรฟิลล์ เอ เท่ากับ 0.22 และ 4.29 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเป็นช่วงที่ความสามารถในการบำบัดตัวเองของพื้นที่ส่วนใหญ่ลดลง ลำห้วยสาขาที่ได้รับมลพิษชัดเจนมี 2 สาย ได้แก่ ห้วยบ้านเจริญราษฎร์ และห้วยแม่ใจ ควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วนในฤดูแล้งจึงควรได้รับการเฝ้าระวัง ในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นพิเศษ แบบจำลองเชิงบูรณาการโดยวิธี multivariate analysis แสดงการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ ต่อปัจจัยแวดล้อมทางน้ำต่างๆ พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อคลอโรฟิลล์ เอ อย่างเด่นชัด คือ ปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสัตว์หน้าดินวงศ์ Chironomidae อย่างเด่นชัด คือ อุณหภูมิของน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ผลการศึกษาในภาพรวมแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในความเข้าใจด้านความแตกต่างของพื้นที่และฤดูกาล ซึ่งความรู้ดังกล่าว นับว่ามีประโยชน์อย่างยิ่งต่อการกำหนดแผนการบริหารจัดการที่มีประสิทธิภาพ เพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย

คำสำคัญ: ปริมาณมลพิษทางน้ำ, ระบบนิเวศทางน้ำ, ศักยภาพทางธรรมชาติ, หนองเล็งทราย

ABSTRACT: The current study aimed to assess water pollution through the exploitation of branches water flowing into Nong Leng Sai wetland. Information on community-based patterns of water utilization was standardized information gathering questionnaire. Simultaneously, water quality surveys were carried out every 2 months during January to December 2016. Data were collected from 7 stations in the middle zone of Nong Leng Sai as well as from 7 branch creeks that carry pollution loads from the Nong Leng Sai watershed communities. Data for types of stationary sources that generate routine release of pollutants were collected at 15 water quality sampling stations. The results showed that community sources were the predominant cause of high level of $\text{NH}_3\text{-N}$ (32.55 mg/l) and $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (16.86 mg/l), by surface water quality standard should not exceed 0.5 and 0.4 mg/L, respectively. Total Maximum Daily Loads

¹ สาขาวิชาการประมง คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา 56000
Division of Fishery, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Phayao, Phayao Province, 56000

* Corresponding author: kanyanat_s@hotmail.com

(TMDL) was emanating discharged from most communities. Nutrient pollution was high during dry season ($\text{NH}_3\text{-N} = 0.22 \text{ mg/L}$ and $\text{PO}_4^{3-}\text{P} = 4.29 \text{ mg/L}$). Three branches of upstream creeks were heavily affected by annual pollutant loads including: Charoenrat, Mae Jai, and Pa Faek. The data showed all creeks in particular, were urgently required water quality monitoring during the dry season. The Multivariate Analysis (MVA) was used to determine the aquatic environmental factors in response to factor influencing water quality. The results revealed that total dissolved solid, water temperature, pH, and dissolved oxygen were apparently affected the levels of chlorophyll a and water temperature, dissolved oxygen, pH, and $\text{NH}_3\text{-N}$ were apparently affected the levels of Chironomidae. The study showed clearly that the importance of understanding of the impact of land use activities on water quality, and how the wet and dry seasons affect nutrient loading was met. They are particularly useful in formulating and implementing effectiveness management plans for the conservation of the aquatic environmental monitoring in the area of Nong Leng Sai.

Keywords: Pollutant Loads, Aquatic Ecosystem, remediation potential, Nong Leng Sai

บทนำ

พื้นที่ชุ่มน้ำหนองเล็งทราย เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญระดับภูมิภาค มีเนื้อที่ประมาณ 9.6 ตารางกิโลเมตร (6,000 ไร่) เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่รวมแม่น้ำสาขาย่อยก่อนที่จะไหลไปรวมกับกว๊านพะเยา และไหลลงสู่แม่น้ำอิง ที่มีความสัมพันธ์กับวิถีชีวิตของชุมชน รวมถึงมีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็นพันธุ์พืช พันธุ์สัตว์ เพราะเป็นแหล่งในการเพาะขยายพันธุ์ ของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ เพื่อเป็นกลไกให้ระบบนิเวศมีความสมบูรณ์ (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2542) ครอบคลุมหลายตำบล ได้แก่ ป่าแฝก ศรีถ้อย แม่ใจ และบ้านเหล่า ในอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ปัจจุบันหนองเล็งทรายเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีสภาพต้นเขิน และเกิดการเปลี่ยนแปลงไปจากการใช้ประโยชน์เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรรอบหนองเล็งทราย รวมทั้งการใช้ประโยชน์ด้วยวิธีการที่มีผลต่อสภาพและคุณภาพของแหล่งน้ำ ซึ่งมีสาเหตุสำคัญจากการระบายน้ำเสียจากบ้านเรือน นาข้าว ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟาร์มเลี้ยงสัตว์โดยไม่มีการบำบัด และยังมีสารพิษตกค้างจากการเกษตรกรรม ที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้คุณภาพน้ำของหนองเล็งทรายเสื่อมโทรมลง กรมควบคุมมลพิษรายงานว่าในปี 2552 หนองเล็งทรายจัดอยู่ในแหล่งน้ำเสื่อมโทรมโดยมีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำกว่า 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร และค่า BOD_5 2.82 มิลลิกรัม/ลิตร จัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภท 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรค และการเกษตร (สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุม

มลพิษ, 2553) โดยมีดัชนีคุณภาพน้ำบางพารามิเตอร์ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (Pollution Control Department, 2010) น้ำทิ้งดังกล่าวก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ดังนั้นหนองเล็งทรายจึงเสมือนเป็นแหล่งรับมลพิษจากการใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบในรูปแบบต่างๆ หนึ่งในกรวิจัยนี้จะทำการศึกษาผลกระทบของมลภาวะต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมทางน้ำ รวมทั้งเสนอแนะแนวทางการควบคุมระดับมลพิษที่เหมาะสมกับพื้นที่แต่ละพื้นที่ เพื่อยังประโยชน์ในการวางแผนการจัดการการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมต่อไป

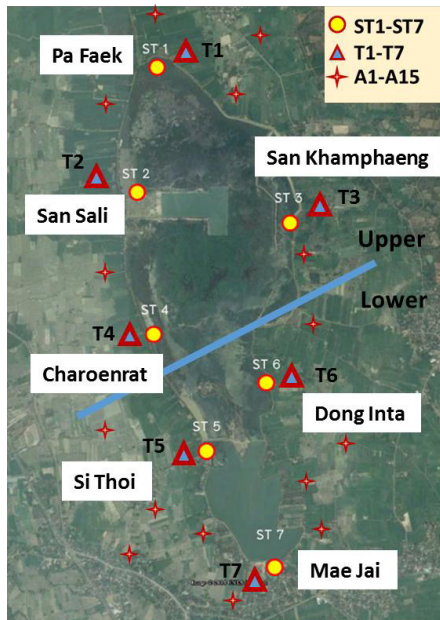
วิธีการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูล

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ทำการสำรวจคุณภาพน้ำทุก 2 เดือน ตั้งแต่ เดือนมกราคม – ธันวาคม 2559 เก็บตัวอย่างในหนองเล็งทรายจำนวน 7 สถานี (ST1-ST7) และในลำห้วยสาขา 7 สาย (T1-T7) ซึ่งเป็นบริเวณรองรับมลพิษจากการใช้ประโยชน์ในพื้นที่รอบหนองเล็งทราย นอกจากนี้ยังเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษจากกิจกรรมประเภทต่างๆ อีก 15 สถานี (A1-A15) (Figure 1) โดยแบ่งเป็น 2 ฤดู คือ ฤดูแล้ง (ธ.ค.-พ.ค.) และ ฤดูน้ำหลาก (มิ.ย.-พ.ย.) 2 บริเวณ ได้แก่ บริเวณตอนบน (Upper) และบริเวณตอนล่าง (Lower) และ 2 ฝั่งของพื้นที่ ได้แก่ พื้นที่ฝั่งตะวันออก (East) และพื้นที่ฝั่งตะวันตก (West) ของหนองเล็งทราย ทำการศึกษาปัจจัยคุณภาพน้ำทั่วไป ด้วยเครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปรยี่ห้อ YSI รุ่น 556 MPS ได้แก่ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ

การนำไฟฟ้า อุณหภูมิของน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ และความเค็ม สำหรับความโปร่งแสงใช้เครื่องมือ Secchi disk ปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ปริมาณแอมโมเนียมไนโตรเจน ไนเตรต และออร์โธฟอสเฟต ตามวิธีวิเคราะห์ของ APHA et al. (2012) และคลอโรฟิลล์ เอ โดยวิธี

Spectrophotometric method (Strickland and Parsons, 1972) สังเกตลักษณะต่างๆ ที่อยู่รอบๆ แหล่งน้ำ พร้อมทั้งถ่ายภาพจุดเก็บตัวอย่างและลักษณะต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจดบันทึกข้อมูล



STATION	STUDY AREA	Coordinates		Height (m.)
		E	N	
ST1	Pa Faek	584919	2146231	412
ST2	San Sali	584777	2144316	407
ST3	San Khamphaeng	585941	2145709	405
ST4	Charoenrat	585291	2142355	405
ST5	Si Thoi	585819	2140816	406
ST6	Dong Inta	586744	2143062	406
ST7	Mae Jai	586654	2139803	396

STATION	STUDY AREA	Coordinates		Height (m.)
		E	N	
T1	Pa Faek	584913	2146255	411
T2	Nong Bua Daeng	584720	2144333	406
T3	San Khamphaeng	585947	2145718	412
T4	Charoenrat	585281	2142339	405
T5	Si Thoi	585808	2140775	406
T6	Dong Inta	586750	2143053	408
T7	Mae Jai	586600	2139783	403

Figure 1 The survey area covered 7 stations in the Nong Leng Sai and 7 branch creek that received pollution loads from the Nong Leng Sai community and 15 stations of pollution point sources, total maximum pollution loads into Nong Leng Sai, Phayao Province

จัดทำฐานข้อมูลรูปแบบและลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่

สำรวจการใช้ประโยชน์เชิงพื้นที่ โปรแกรม Arcview 3.3 และ Surfer version 8 ก็อนุญาตให้ และ คณะ (2560) เพื่อช่วยกำหนดขอบเขตของพื้นที่ศึกษา กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจัดทำแผนที่แสดงที่ตั้ง และการกระจายตัวของกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของชุมชนบริเวณรอบกว๊านพะเยา

สำรวจภาคสนามเพื่อศึกษารูปแบบและลักษณะการใช้ประโยชน์ผ่านทางแบบสัมภาษณ์โดยสัมภาษณ์ การใช้ประโยชน์จากกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน

การจัดทำฐานข้อมูล แผนที่แสดงคลอง วิเคราะห์ ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินของแต่ละหมู่บ้าน โดย จำแนกตามประเภทเป็น 5 กิจกรรมในรูปแบบฟังก์ชัน (f)

ดังนี้

- 1) เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, 2) เกษตรกรรม (เพาะปลูก), 3) ที่อยู่อาศัย, และ 4) ปศุสัตว์ 5) พื้นที่อื่นๆ ดังสมการที่ 1

$$Y = f(X_1, X_2, X_3, X_4, X_5) \dots \dots \dots (1)$$

เมื่อ Y = ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่ได้จากคลองสายหนึ่งๆ ซึ่งเป็นแหล่งรองรับมลพิษ (mg/l)

X = ประเภทของกิจกรรม ณ คลอง หนึ่งๆ ;

X_1 = เกษตรกรรม X_2 = เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

X_3 = ที่อยู่อาศัย X_4 = ปศุสัตว์

X_5 = พื้นที่อื่นๆ

เพื่อประเมินกิจกรรมที่เข้ามาสู่คลองแต่ละลำห้วย โดยคำนึงถึงสัดส่วนการไหลลงลำห้วย โดยรอบพื้นที่นั้น

การประเมินปริมาณธาตุอาหารจากกิจกรรมต่างๆ

ประเมินปริมาณธาตุอาหารจากกิจกรรมต่างๆ โดยการคำนวณจากปริมาณของมลพิษและพื้นที่ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ ที่อยู่ในเขตการจัดแบ่งตามการวิเคราะห์ในข้อ 2.3 ข้างต้น ตามสมการที่ 2 (Soontornprasit and Meksumpun, 2008) ดังนี้

$$PL_i = A \times V_L \times N_G \dots\dots\dots(2)$$

เมื่อ PL_i = ปริมาณมลพิษที่เข้าสู่แหล่งน้ำในแต่ละเขต (i) (mg)

A = พื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ของแต่ละกิจกรรม (km^2)

V_L = ปริมาตรมลพิษที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ (m^3/km^2)

N_G = ความเข้มข้นของธาตุอาหารหลัก ซึ่งมาจากมลพิษที่เข้าสู่แหล่งน้ำ (mg/l)

การประเมินอัตราการเจือจางของมลพิษโดยธรรมชาติของพื้นที่และแหล่งน้ำที่รองรับ

คำนวณอัตราการเจือจางโดยธรรมชาติ ดังสมการที่ (3) (Soontornprasit and Meksumpun, 2008)

$$W_{RP} = \frac{PC_C}{PC_R} \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ W_{RP} = ศักยภาพของแม่น้ำสายหลักในการบำบัดตัวเองโดยธรรมชาติ (water resource remediation potential)

PC_C = ระดับความเข้มข้นของมลพิษบริเวณปากคลองก่อนเข้าสู่แม่น้ำสายหลัก (pollutant levels at canal mouth ; mg/l)

PC_R = ระดับความเข้มข้นของมลพิษ ณ ตำแหน่งผิวน้ำของแนวกลางแม่น้ำ สายหลัก (pollutant levels in river center ; mg/l)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ดำเนินการโดยการคัดเลือกปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีการตอบสนองกับมลพิษที่ชัดเจน โดยทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของธาตุอาหาร ระดับคลอโรฟิลล์ เอ และใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดแบ่งเขตพื้นที่และฤดูกาลที่ได้รับผลกระทบของน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ วิเคราะห์ความสัมพันธ์และอิทธิพล

ของปัจจัยทางอุทกวิทยาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ โดยทดสอบหาความแตกต่างของค่าเฉลี่ย F-test โดยวิธี One – way ANOVA และ T-test ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธีของ Duncan's multiple range test และวิธี Multiple regression วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ โดยตัวแปรตามได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และสัตรห่านดิน โดยทำการคัดเลือกวงศ์ Chironomidae ซึ่งมีความอ่อนไหวต่อการเปลี่ยนแปลง และสามารถเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำได้ และตัวแปรต้นได้แก่ ปัจจัยคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และปริมาณธาตุอาหาร และพัฒนาแบบจำลองเชิงบูรณาการโดยวิธี multivariate analysis แสดงการตอบสนองของระบบนิเวศ ในโปรแกรม SPSS version 16

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สถานการณ์คุณภาพน้ำโดยทั่วไปในหนองเล็งทราย และบริเวณปากลำห้วยสาขาที่เชื่อมต่อหนองเล็งทราย มีความต่างกันอย่างชัดเจนระหว่างประเภทแหล่งน้ำนิ่ง และแหล่งน้ำไหลพบว่า อุณหภูมิของน้ำ ไนโตรเจน และไนเตรทมีความแตกต่างกัน ($p < 0.05$) โดยอุณหภูมิของน้ำ ไนโตรเจน และไนเตรทในลำห้วยมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าในหนองเล็งทราย เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำตามช่วงเวลาพบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างช่วงฤดูแล้งและน้ำหลาก โดยอุณหภูมิของน้ำ ไนเตรทและปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในฤดูแล้งมีค่าเท่ากับ 23.55 องศาเซลเซียส 0.00 มิลลิกรัม/ลิตร และ 2.84 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าต่ำกว่าในฤดูน้ำหลากอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำเฉลี่ยในบางสถานีและบางช่วงเวลา มีค่าต่ำกว่าเกณฑ์คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ (3 มิลลิกรัม/ลิตร) (สันธิวัฒน์, 2556) และเกณฑ์มาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภท 2 (6 มิลลิกรัม/ลิตร) (Pollution Control Department, 2010) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณพื้นที่ตอนบนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.94 ± 2.65 ไมโครกรัม/ลิตร ซึ่งมีค่ามากกว่าพื้นที่ตอนล่างมีค่าเท่ากับ 2.68 ± 3.07 ไมโครกรัม/ลิตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนคุณภาพน้ำบริเวณฝั่งตะวันออกมีค่าปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนเท่ากับ

1.30 มิลลิกรัม/ลิตร และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เท่ากับ 0.25 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสูงกว่าคุณภาพน้ำ บริเวณฝั่งตะวันตกอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ปริมาณ ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่พบตลอดปีมีค่าสูงกว่า 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารสูงมาก ซึ่งอาจส่งผลต่อการเกิดมลภาวะทางน้ำ นอกจากนี้ ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสุทธิเฉลี่ยในฤดูน้ำหลาก มีค่าสูงเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำ (สูงกว่า 0.5 มิลลิกรัม/ลิตร) (สันธิวัฒน์, 2556) โดยที่ปริมาณธาตุอาหารดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้น บริเวณพื้นที่ที่มีกิจกรรมต่างๆ ของชุมชน สถานภาพ ของกวีนาพะเยาโดยทั่วไปมีปริมาณธาตุอาหารสูงอยู่ ตลอดปีและอาจเกิดปัญหามลภาวะทางน้ำ เนื่องจากการเจริญอย่างรวดเร็วของแพลงก์ตอนพืชโดยเฉพาะ บริเวณฝั่งตะวันออกในช่วงฤดูน้ำหลาก ซึ่งเป็นช่วงที่ ควรเฝ้าระวังสถานการณ์คุณภาพน้ำโดยเฉพาะบริเวณ หนองเล็งทรายและปากลำห้วยสาขา เนื่องจากบริเวณ ดังกล่าวมีการตั้งชุมชนที่อยู่อาศัยหนาแน่นประกอบกับ การทำนาข้าวทำให้ได้รับธาตุอาหารจากการชักล้าง และอินทรีย์สารจากน้ำทิ้งน้ำเสียจากชุมชน รวมทั้งการ ใช้ปุ๋ยในการทำนา (Table 1)

ในการประเมินปริมาณมลพิษจากกิจกรรมต่างๆ ในพื้นที่รอบหนองเล็งทรายพบว่า ระดับความเข้มข้น ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ($\text{NH}_3\text{-N}$) จากเขตชุมชน เมือง มีค่ามากที่สุด คือ 32.55 มิลลิกรัม/ลิตร รองลงมา

ได้แก่ ตลาดและฟาร์มหมูมีค่าเท่ากับ 30.05 และ 24.29 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนระดับความ เข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) จาก การตลาดมีค่าของมลพิษมากที่สุด คือ 20.66 มิลลิกรัม/ ลิตร รองลงมา ได้แก่ เขตชุมชนเมือง และ ฟาร์มหมูมี ค่าเท่ากับ 16.86 และ 15.82 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ (Table 2) สอดคล้องกับการศึกษาของ Soontomprasit and Meksumpun (2008) ประเมินระดับของมลพิษ ทางน้ำสูงสุดที่สามารถยอมรับได้ในแม่น้ำบางปะกง เขตอำเภอบ้านโพธิ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่าปริมาณ มลพิษรวมจะถูกปลดปล่อยจากแหล่งที่อยู่อาศัยเข้าสู่ แหล่งน้ำมากที่สุด เมื่อพิจารณาปริมาณมลพิษรวมจาก แต่ละกิจกรรมในรอบปี พบว่าปริมาณแอมโมเนีย- ไนโตรเจนรวมที่ปล่อยจากกิจกรรมต่างๆ มีค่าเท่ากับ 49.459×10^8 มิลลิกรัม โดยที่อยู่อาศัย มีค่ามลพิษรวม ของแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มากที่สุด คือ 49.305×10^8 มิลลิกรัม สำหรับปริมาณมลพิษรวมของ ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม นั้น มีค่าเท่ากับ 25.721×10^8 มิลลิกรัม โดยมากที่สุด คือ ที่อยู่อาศัยมีค่า 25.610×10^8 มิลลิกรัม (Table 2) ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ที่อยู่อาศัยให้ระดับความเข้ม ข้นของมลพิษมากที่สุด อีกทั้งปริมาณมลพิษต่อหน่วย จะถูกปลดปล่อยจากแหล่งที่อยู่อาศัยเข้าสู่แหล่งน้ำ มากที่สุด

Table 1 Water Quality in Nong Leng Sai Wetland during January to December 2016

Water Quality	Type ¹		Season ²		Zone ³		Area ⁴	
	Marsh	Creeks	Dry	Flood	Upper	Lower	West	East
Temperature (°C)	27.62 ^a ±2.21	26.33 ^b ±2.35	23.55 ^a ±1.22	27.89 ^b ±2.13	27.07±2.42	26.90±2.30	30.68±2.46	26.87±2.09
Conductivity (µS/cm)	0.167±0.049	0.195±0.085	0.168±0.092	0.184±0.035	0.171±0.054	0.193±0.083	0.176 ^a ±0.073	0.197 ^b ±0.04
Total Dissolved Solids (mg/L)	107±34	125±52	116±57	115±27	108±32	125±55	106±47	125±37
Salinity (ppt)	0.08±0.02	0.09±0.04	0.08±0.04	0.08±0.02	0.08±0.025	0.09±0.04	0.08 ^a ±0.03	0.09 ^b ±0.02
Dissolved Oxygen (mg/L)	6.16±1.46	6.28±2.22	2.84 ^a ±1.06	7.10 ^b ±2.22	6.13±1.94	6.34±1.78	8.50±1.85	6.35±1.91
pH	8.75±0.41	8.71±0.42	8.62±0.44	8.76±0.39	8.68±0.34	8.79±0.49	8.97 ^a ±0.39	8.82 ^b ±0.41
Transparency (cm)	28.05±17.59	25.96±16.64	32.43±19.26	25.64±14.18	24.59±18.75	30.14±14.92	57.50±16.86	26.73±18.05
NH_4^+ (mg/L)	0.76±1.05	0.80±1.04	0.54±0.74	0.84±1.26	0.59±0.75	1.02±1.30	1.30 ^a ±1.17	0.92 ^b ±0.37
NO_2^- (mg/L)	0.05 ^a ±0.09	0.02 ^b ±0.02	0.01±0.069	0.04±0.07	0.04±0.06	0.04±0.08	0.25±0.07	0.04±0.06
NO_3^- (mg/L)	0.66 ^a ±0.85	0.00 ^b ±0.01	0.00 ^a ±0.04	0.66 ^b ±0.68	0.27±0.60	0.41±0.79	2.33±0.45	0.23±1.06
PO_4^{3-} (mg/L)	0.07 ^a ±0.099	0.12 ^b ±0.16	0.22±0.01	0.06±0.16	0.08±0.10	0.11±0.16	0.25 ^a ±0.15	0.11 ^b ±0.06
Chlorophyll a (µg/L)	3.35±0.003	4.53±0.003	4.29±0.004	3.55±0.003	4.94 ^a ±0.02	2.68 ^b ±0.002	6.93 ^a ±0.003	3.94 ^b ±0.002

Remark* ¹Type of water source consist of 1) Marsh and 2) Branch creeks

²Season consist of 1) Dry season (January-April) and 2) Flood season (May-September)

³Zone consist of 1) Upper zone (ST1-4) and 2) Lower zone (ST5-7)

⁴Sampling area consist of 1) East (ST3, ST6, ST7) and 2) West (ST1, ST2, ST4, ST5)

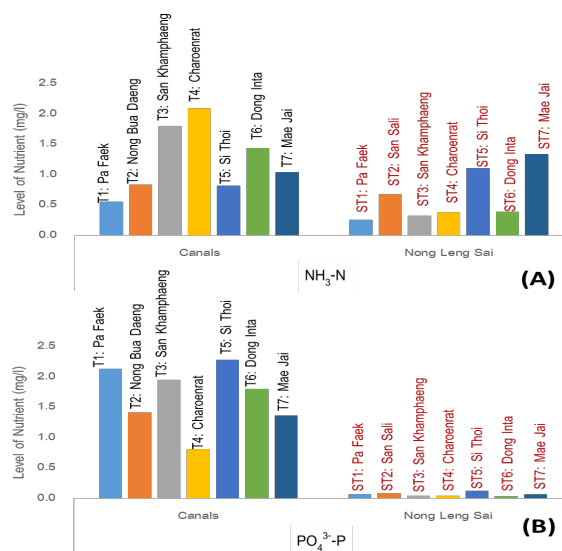
Different letters indicate statistically significant differences ($P < 0.05$)

Table 2 Level of nutrients and total maximum pollution loads in Nong Leng Sai, Phayao Province

Activity	Level of nutrients (mg/l)		Total pollution load (x 10 ⁸ mg)	
	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻ -P	NH ₃ -N	PO ₄ ³⁻ -P
Domestic	32.55	16.86	49.305	25.610
Rice paddy	1.24	0.94	0.109	0.072
Aquaculture	2.08	2.80	0.005	0.006
Livestock	5.44	9.47		
Pig farm	24.29	15.82	0.040	0.033
Total	-	-	49.459	25.721

การประเมินปริมาณมลพิษจากปริมาณธาตุอาหารในพื้นที่รอบหนองเล็งทรายพบว่าระดับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสจากปากลำห้วยสู่หนองเล็งทราย

ลดลงอย่างเห็นได้ชัดในทุกลำห้วย นั้นแสดงให้เห็นว่าแหล่งน้ำมีศักยภาพการบำบัดตัวเองโดยธรรมชาติในด้านออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส (Figure 2)

**Figure 2** Level of nutrients (mg/l) into 7 branch creeks and 7 stations of Nong Leng Sai, Phayao Province

ผลการวิเคราะห์ศักยภาพการบำบัดตัวเองโดยธรรมชาติของแหล่งน้ำนั้น โดยเมื่อพิจารณาจากการบำบัดของระดับ แอมโมเนีย-ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส เมื่อพิจารณาจากการบำบัดของระดับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสพบว่า ฤดูแล้งน้ำหลากมีศักยภาพในการบำบัดสูงกว่าฤดูแล้ง โดยเฉพาะห้วยแม่ใจ และพื้นที่ที่มีศักยภาพการบำบัดสูงสำหรับแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ได้แก่ ห้วยบ้านสันกำแพง ห้วยบ้านเจริญราษฎร์ และห้วยบ้านดงอินตา โดยมีค่า 5.5, 5.4 และ 3.7 ตามลำดับ ส่วนพื้นที่ที่มีศักยภาพการบำบัดสูงสำหรับออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส นั้น ได้แก่ ห้วยบ้านดงอินตา ห้วยบ้านสันกำแพง และห้วยป่าแฝก โดยมีค่า 46.5, 41.7 และ 28.9 ตามลำดับ (Table 3)

อย่างไรก็ตาม จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าปริมาณมลพิษในรูปของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าสูงในฤดูแล้ง สอดคล้องกับ Soontornprasit and Meksumpun (2008) ที่กล่าวว่า ปริมาณมลพิษจากธาตุอาหารส่วนใหญ่มีค่าสูงในช่วงฤดูน้ำหลาก ยกเว้นออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่พบมากในฤดูแล้ง ดังนั้นช่วงดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ในขณะที่ศักยภาพการบำบัดตัวเองของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสโดดเด่นในฤดูน้ำหลาก โดยความสามารถในการบำบัดตัวเองของพื้นที่ขึ้นอยู่กับลักษณะพื้นฐานของลำห้วย ปริมาณน้ำ และอัตราการไหลของน้ำ โดยลักษณะพื้นฐานภาคตัดขวางของลำห้วย อาทิ ความกว้าง ความลาดชัน และลักษณะของสิ่งกีดขวางทาง

กายภาพที่มีในแนวลำน้ำ มีผลต่อความเร็วในการไหลของน้ำ โดยความเร็วในการไหลของน้ำมีค่าลดลงใน

ส่วนของลำน้ำที่มีความลาดชันต่ำ (Meksumpun, 2015)

Table 3 Total maximum pollution loads and water resource remediation potential (W_{RP}) into 7 branch creeks of Nong Leng Sai, Phayao Province

Station/ Study Area	Total load x 10^6 mg		W_{RP} Dry season		W_{RP} Flood season		W_{RP} Total	
	NH ₃ -N	PO ₄ ³ -P	NH ₃ -N	PO ₄ ³ -P	NH ₃ -N	PO ₄ ³ -P	NH ₃ -N	PO ₄ ³ -P
T1: Pa Faek	0.0262	0.1871	1.6	3.4	0.5	164.7	2.1	28.9
T2: Nong Bua Daeng	0.0099	0.0347	1.2	2.2	0.5	138.5	1.2	16.3
T3: San Khamphaeng	0.0032	0.0192	3.0	5.8	4.8	186.8	5.5	41.7
T4: Charoenrat	0.1730	2.0946	2.4	4.7	5.1	75.0	5.4	16.4
T5: Si Thoi	0.0018	0.0166	0.4	10.0	0.2	107.0	0.7	17.6
T6: Dong Inta	0.0016	0.0082	2.2	9.3	2.9	156.9	3.7	46.5
T7: Mae Jai	0.1419	0.8787	0.2	2.4	1.3	341.9	0.8	18.5

ผลการศึกษาในภาพรวมแสดงให้เห็นว่าสถานการณ์ของกัวนพะเยานั้นมีความอุดมสมบูรณ์สูงตลอดปี และมีปริมาณมลพิษที่ปล่อยลงมาสู่สิ่งแวดล้อมมากโดยเฉพาะในฤดูแล้ง (ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส) ซึ่งเป็นช่วงที่ความสามารถของพื้นที่ส่วนใหญ่ในการบำบัดตัวเองลดลง ลักษณะที่พบดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ลำห้วยที่ได้รับมลพิษชัดเจนมี 2 สาย ได้แก่ ห้วยบ้านเจริญราษฎร์ และห้วยแม่ใจ ซึ่งห้วยแม่ใจมีความสามารถในการบำบัดตัวเองของพื้นที่ดีในช่วงฤดูน้ำหลากมีค่าเท่ากับ 341.9 ในขณะที่ฤดูแล้งมีความสามารถในการบำบัดตัวเองของพื้นที่ค่อนข้างต่ำ ควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วนในฤดูแล้ง สำหรับห้วยบ้านเจริญราษฎร์ได้รับปริมาณมลพิษสูงสุด แต่มีความสามารถในการบำบัดตัวเองได้ต่ำตลอดทั้งปี เนื่องจาก (Table 3)

ในการศึกษานี้ ได้พัฒนาแบบจำลองเชิงบูรณาการซึ่งแสดงการตอบสนองของระบบนิเวศ โดยเป็นการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ ต่อปัจจัยคุณภาพน้ำต่างๆ สำหรับพื้นที่ลำห้วยสาขาในพื้นที่ตอนบนดังสมการ $CHL\ a = 0.123 - 0.794\ TDS$ ส่วนแบบจำลองสำหรับแสดงการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ ในฤดูน้ำหลาก ดังสมการ $CHL\ a = -0.506 + 0.022\ Temp.$ สำหรับในพื้นที่หนองเล็งทราย แบบจำลองสำหรับแสดงการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ บริเวณพื้นที่ตอนบนดังสมการ $CHL\ a = 0.449 - 0.050\ pH$ ส่วนการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ ในฤดูน้ำหลากดังสมการ $CHL\ a = 0.398 + 0.011\ DO - 0.038\ pH$ จะ

เห็นได้ว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่แตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล

การพัฒนาแบบจำลองเชิงบูรณาการของสัตว์ฟุ้งท้องน้ำวงศ์ Chironomidae ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าบริเวณพื้นที่ลำห้วยสาขาตอนบนดังสมการ $Chironomidae = -1.386 + 0.141\ Temp - 0.106\ DO$ การตอบสนองของสัตว์ฟุ้งท้องน้ำในช่วงฤดูน้ำหลากดังสมการ $Chironomidae = 7.981 - 0.741\ pH$ สำหรับในพื้นที่หนองเล็งทรายการตอบสนองของสัตว์ฟุ้งท้องน้ำบริเวณพื้นที่ตอนล่างดังสมการ $Chironomidae = 1.875 - 0.212\ NH_3$ ส่วนการตอบสนองของสัตว์ฟุ้งท้องน้ำในช่วงฤดูแล้งดังสมการ $Chironomidae = -5.042 - 0.233\ Temp.$

สรุปและข้อเสนอแนะ

ที่อยู่อาศัยให้ระดับความเข้มข้นของมลพิษมากที่สุด อีกทั้งปริมาณมลพิษต่อหน่วยจะถูกปลดปล่อยจากแหล่งที่อยู่อาศัยเข้าสู่แหล่งน้ำมากที่สุดพื้นที่วิกฤตที่ควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วน ได้แก่ ห้วยบ้านเจริญราษฎร์ และห้วย แม่ใจ โดยห้วยแม่ใจควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วนในฤดูแล้ง ส่วนห้วยบ้านเจริญราษฎร์ควรได้รับการเฝ้าระวังตลอดทั้งปี ซึ่งเป็นลำห้วยที่ได้รับปริมาณมลพิษสูง และมีการตั้งถิ่นฐานของชุมชนหนาแน่น สำหรับพื้นที่ที่มีศักยภาพในการบำบัดตัวเองดี ได้แก่ ห้วยบ้านสันกำแพง ซึ่งมีความสามารถในการบำบัดตัวเองได้ดีตลอดทั้งปี และ

ห้วยแม่ใจมีความสามารถในการบำบัดตัวเองได้ดีในช่วงฤดูน้ำหลาก ปัญหาที่เกิดขึ้นทางด้านคุณภาพน้ำในหนองเล็งทรายนั้น ส่วนใหญ่จะเกิดจากปัญหาทางด้านน้ำทั้งจากแหล่งชุมชน ร่องลงมาได้แก่ทั้งจากพื้นที่การเกษตร แต่ทั้งนี้แหล่งน้ำจะมีความสามารถในการบำบัดตัวเองโดยธรรมชาติ กล่าวคือ จะมีกระบวนการที่จะพยายามรักษาคุณภาพน้ำที่ถูกปนเปื้อนให้กลับเป็นน้ำคุณภาพดีเช่นเดิมได้ จึงทำให้ปัญหาคุณภาพน้ำโดยภาพรวมยังไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก อย่างไรก็ตาม การจัดการปัญหาดังกล่าวนั้น ควรพิจารณาประเภทของกิจกรรม ซึ่งในที่นี้กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษสูงสุด ได้แก่ ที่อยู่อาศัย และปศุสัตว์ ดังนั้นในพื้นที่หนองเล็งทรายควรมีการพัฒนาทางผังเมือง เพื่อการจัดการน้ำเสียชุมชน และบำบัดน้ำทิ้งก่อนปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม สำหรับการกิจกรรมทั้ง 2 ดังกล่าว ควรมีการบำบัดน้ำทิ้งอย่างจริงจัง และกำกับดูแล การใช้มาตรการทางกฎหมายให้เข้มงวดยิ่งขึ้น ในการเสนอแนวทางการควบคุม เฝ้าระวัง และการจัดการมลพิษทางน้ำสำหรับพื้นที่หนองเล็งทราย ควรจัดให้มีการส่งเสริมการจัดการน้ำเสียชุมชนให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ได้ดำเนินกิจกรรมการเสริมสร้างศักยภาพให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและส่งเสริมผลักดันการจัดการน้ำเสียชุมชน โดยมีการจัดการในระดับครัวเรือนโดยการคัดแยกและกรองเศษอาหารก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ ในกรณีที่ต้องการควบคุมให้สถานการณ์คุณภาพน้ำเท่ากับปัจจุบัน โดยประเมินจากแบบจำลองเชิงบูรณาการสำหรับการตอบสนองของคลอโรฟิลล์ เอ ในบริเวณคลองสาขาเชื่อมต่อหนองเล็งทรายสำหรับพื้นที่ตอนบนต้องควบคุมระดับของปริมาณของแข็งที่ละลายอยู่ในน้ำ (ไม่ให้เกิน 0.111 มิลลิกรัม/ลิตร) และในฤดูน้ำหลากต้องควบคุมระดับของอุณหภูมิของน้ำ (ประมาณ 25.0 องศาเซลเซียส) สำหรับการประเมินจากแบบจำลองเชิงบูรณาการสำหรับการตอบสนองของสัตว์หน้าดินวงศ์ Chironomidae สำหรับบริเวณหนองเล็งทราย บริเวณพื้นที่ตอนล่าง ต้องควบคุมระดับของแอมโมเนียไนโตรเจน (ไม่ให้เกิน 1.06 มิลลิกรัม/ลิตร) และในฤดูแล้ง ต้องควบคุมระดับของอุณหภูมิของน้ำ (ประมาณ 28.7 องศาเซลเซียส)

คำขอบคุณ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากโครงการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยพะเยา ประจำปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

- กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ศิริลักษณ์ วลัยชัย และกรทิพย์ กันนิการ์. 2560. การประเมินระดับของมลพิษทางน้ำจากผลกระทบการใช้ประโยชน์ของชุมชน บริเวณกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง. 10: 88-97.
- สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. 2542. พื้นที่ชุ่มน้ำภาคเหนือ. เอกสารพื้นที่ชุ่มน้ำของประเทศไทย เล่ม 2. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ. 2553. รายงานประจำปีสำนักจัดการคุณภาพน้ำ 2552. กรมควบคุมมลพิษ, กรุงเทพฯ. 135 หน้า.
- สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล. 2556. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ. มหาวิทยาลัยพะเยา. 223 หน้า.
- APHA, AWWA, and WEF. 2012. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 22nd Edition. American Public Health Association, Washington D.C.
- Meksumpun, C. 2015. From upstream to estuary hydro-ecological functions and conservative management. Department of Fishery Biology, Kasetsart University.
- Pollution Control Department. 2010. Surface Water Quality Standards 2. The National Environment Board No. 8 (BE 2537) issued under the Environmental Quality Act 1992 National Standard for water quality in surface water. soil Published in Volume 111 at 16, dated February 24, 1994.
- Soontornprasisit, K. 2008. Development of Integrated Model for Assessment of Allowable Maximum Pollutant Loads: A Case Study of Bangpakong River in Ban Pho District, Chachoengsao Province. Doctor of Philosophy, Department of Fishery Biology, Kasetsart University.
- Soontornprasisit, K., and C. Meksumpun. 2008. Analysis of Aquatic Ecosystem Response for Zonation Management Approach: A Case Study of Bangpakong River and Adjacent Canals in Ban Pho Town, Chachoengsao Province, Thailand. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 42: 513 – 521.
- Strickland, J.D.H., and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fisheries research board of Canada 2 ed. Bulletin 167, Ottawa.