



สังคมสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง บริเวณลุ่มน้ำเลย จังหวัดเลย Benthic Fauna Community in 6 Reservoirs of Loei Watershed, Loei Province

โยธิน สุริยพงศ์

โปรแกรมวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา จ.นครราชสีมา 30000

E-mail: yotin2505@gmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด จำนวนและความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน รวมทั้งความสัมพันธ์กับคุณสมบัติบางประการของน้ำในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง เก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน ในช่วงเดือนมกราคม-ธันวาคม 2552 ผลการศึกษา พบสัตว์หน้าดิน 3 ไฟลัม ได้แก่ มอลลัสกา แอนเนลิดา และอาร์โทรพอดา จำแนกได้เป็น 32 ชนิด 32 สกุล 30 วงศ์ และ 15 อันดับ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำ พบว่า ปริมาณไนเตรตและปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.558 และ 0.432 เมื่อวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสัตว์หน้าดิน พบว่า ปริมาณไนเตรตและปริมาณออร์โธฟอสเฟต สามารถพยากรณ์ปริมาณสัตว์หน้าดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ABSTRACT

The study aimed to study species, number and diversity of benthos including the relationship between water quality and the number of benthic fauna in 6 reservoirs. Samples were collected every 3 months from January to December in 2009. The results showed that there were 3 Phylums of benthic fauna consisting of phylum mollusca, annelida and arthropoda that could be classified into 32 types, 32 families, 30 genus, and 15 orders. The relationship analysis between water quality and the number of benthic fauna showed that the factors positively related with statistically significant level at 0.05 level. The correlation coefficient of benthic fauna were nitrate ($r = 0.58$), and ortho phosphate ($r = 0.432$). When analyzing the factors

affecting benthic fauna, it was found that the amount of nitrate and orthophosphate predation of benthic fauna was statistically significant at 0.05 level.

คำสำคัญ: สังคมสัตว์หน้าดิน อ่างเก็บน้ำ ลุ่มน้ำเลย

Keywords: Benthos community, Reservoir, Loei watershed

บทนำ

อ่างเก็บน้ำ เป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น มีความสำคัญต่อวิถีชีวิตมนุษย์ พืชและสัตว์ ทั้งทางตรงและทางอ้อม ไม่ว่าจะเป็นแหล่งน้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค เพื่อการเกษตร เลี้ยงสัตว์ อุตสาหกรรมรวมทั้งการเป็นแหล่งท่องเที่ยว นอกจากนี้แล้วอ่างเก็บน้ำยังมีความสำคัญต่อสภาพความเป็นอยู่ของชุมชนโดยรอบ คือ การเป็นแหล่งสร้างผลผลิตทางการประมงที่สำคัญ ตั้งแต่การเป็นแหล่งเพาะพันธุ์วางไข่ จนถึงแหล่งทำการประมงที่มีความอุดมสมบูรณ์ ทำให้อ่างเก็บน้ำสามารถผลิตสัตว์น้ำได้ในปริมาณมากในแต่ละปี (คันสนีย์, 2537; พงษ์พอ, 2542)

สัตว์หน้าดินมีความสำคัญต่ออ่างเก็บน้ำ เป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญของสัตว์น้ำวัยอ่อนในระบบนิเวศ Williams and Feltnate, 1992) ในแหล่งน้ำที่มีสัตว์หน้าดินอุดมสมบูรณ์เพียงพอให้สัตว์น้ำจำพวกกุ้ง ปู และปลาได้ใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ จะทำให้มีผลผลิตของการประมงเพิ่มขึ้นอย่างมีประสิทธิภาพ (อนุสรณ์, 2523) ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติบางประการของน้ำ ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน รวมทั้งความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัตว์หน้าดินกับคุณสมบัติบางประการของน้ำ ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการวางแผนจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำในอ่างเก็บน้ำ เพื่อให้คงความอุดมสมบูรณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อประชาชนในท้องถิ่นต่อไป

วิธีดำเนินการวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา คือ อ่างเก็บน้ำ จำนวน 6 แห่งในจังหวัดเลย รายละเอียดดังนี้

1.1 อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมาน ตั้งอยู่ที่บ้านโป่งเบี้ย หมู่ 3 ตำบลน้ำหมาน อำเภอเมือง จังหวัดเลย เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ บริเวณโดยรอบเป็นป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม พรรณไม้บริเวณรอบอ่างเก็บน้ำเป็นป่าไม้ชนิดต่างๆ รวมทั้งไม้ไผ่และป่าสักปลูก น้ำค่อนข้างนิ่ง มีคลื่นน้ำเล็กน้อย น้ำมีสีเขียวใส ไม่มีตะกอนแขวนลอยดินบริเวณใกล้ฝั่งเป็นกรวดปนโคลน มีสีน้ำตาลแดง พืชที่พบบริเวณริมตลิ่ง ได้แก่ สาหร่ายทางกระรอก ผักบู่ จอกหูหนู และหญ้าต่างๆ



รูปที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมาน

1.2 อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวย ตั้งอยู่ที่หมู่ 6 บ้านห้วยปลาตุ๊ก ตำบลนาดอกคำ อำเภอนาดัง จังหวัดเลย เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ บริเวณโดยรอบเป็นป่าไม้และพื้นที่เกษตรกรรม พรรณไม้บริเวณรอบอ่าง

เก็บน้ำเป็นป่าโปร่ง และเป็นพื้นที่เพื่อทำการเกษตร น้ำ
ค่อนข้างลึก เขียวใส นิ่ง ไม่มีตะกอนแขวนลอย



รูปที่ 2 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วย
น้ำสวย

1.3 อ่างเก็บน้ำห้วยลีนควาย ตั้งอยู่ที่บ้านแสง
เจริญ หมู่ 4 ตำบลนาด้วง อำเภอนาด้วง จังหวัดเลย
เป็นแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่ได้รับการปรับปรุงโดยการ
สร้างเขื่อนดินกั้นเพื่อให้สามารถเก็บน้ำได้มากขึ้น
บริเวณโดยรอบเป็นป่าไม้ละเมาะ พื้นที่เกษตรกรรม
พรรณไม้บริเวณรอบอ่างเก็บน้ำเป็นป่าไม้ชนิดต่างๆ
รวมทั้งไม้ไผ่และป่าปลูก ในช่วงที่น้ำลงต่ำสุดจะเห็นเป็น
พื้นดินโคลนน้ำเป็นบริเวณกว้างและมีพืชพรรณต่างๆ
ขึ้นส่วนใหญ่เป็นพริกหย้าและต้นไม้ขนาดเล็ก



รูปที่ 3 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วย
ลีนควาย

1.4 อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ ตั้งอยู่ที่ บ้านนาอี
เลิศ หมู่ 7 ตำบลวังสะพุง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย
เนื่องจากน้ำในแหล่งน้ำมีน้อยทำให้เกิดการแห้งขอดใน
ฤดูแล้ง ลักษณะพื้นท้องน้ำเป็นดินโคลน วัชพืชน้ำที่พบ
ได้แก่ สาหร่ายหางกระรอก จอกหูหนู และผักตบชวา
เป็นต้น พื้นที่ทิศเหนือและทิศใต้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม
สวนยางพารา ทิศตะวันออกเป็นพื้นที่ลุ่มซึ่งเป็นพื้นที่นา
ฝั่งด้านตะวันออกและด้านใต้มีต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้น
ปะปนอยู่และมีหญ้าขนาดเล็กขึ้นแทรกอยู่จนถึงขอบน้ำ



รูปที่ 4 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วย
อีเลิศ

1.5 อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำขาว ตั้งอยู่ที่บ้าน
กำเนิดเพชร หมู่ 11 ตำบลเมือง อำเภอเมือง จังหวัด
เลย เป็นแหล่งน้ำปิดขนาดเล็ก เนื่องจากน้ำในแหล่งน้ำ
มีน้อยทำให้เกิดการแห้งขอดในฤดูแล้ง ลักษณะพื้นท้อง
น้ำเป็นดินโคลน วัชพืชน้ำที่พบ ได้แก่ สาหร่ายหาง
กระรอก จอกหูหนู และผักตบชวา เป็นต้น พืชพรรณ
ธรรมชาติส่วนใหญ่เป็นป่าไผ่ ถัดออกไปเป็นการ
ปรับเปลี่ยนพื้นที่ทำการเกษตรโดยเฉพาะสวนยางพารา



รูปที่ 5 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาว

1.6 อ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว ตั้งอยู่ที่บ้านวังยาว หมู่ 2 ตำบลนาแหม อำเภอมือง จังหวัดเลย เป็นแหล่งน้ำขนาดเล็ก มีระดับความลึกประมาณ 2-3 เมตร น้ำมีลักษณะนิ่งใสสีชา มักมีตะกอนแขวนลอย พื้นอ่างมีลักษณะเป็นดินร่วนมีกรวดปน ในแหล่งน้ำพบพรรณไม้น้ำชนิดต่างๆ โดยเฉพาะสาหร่ายและพืชน้ำชนิดต่างๆ เช่น สาหร่ายหางกระรอก สาหร่ายเส้นด้าย ผักตบชวา จอกหนุหนุ และหญ้า เป็นจำนวนมาก



รูปที่ 6 ลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว

2. การเก็บตัวอย่างน้ำ จำนวน 4 ครั้ง คือ เดือนกุมภาพันธ์, พฤษภาคม, สิงหาคม และพฤศจิกายน พ.ศ.2552 โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำแบบ Van Dom ห่างจากชายฝั่ง 2 เมตร ที่จุดกึ่งกลางความลึก

บรรจุน้ำลงขวดแก้วและรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4°C นำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบางประการ รายละเอียดดังตารางที่ 2

3. การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน โดยใช้เครื่องตักดินชนิด Ekman ขนาด 15x15x15 ซม.³ ตักดินพื้นท้องน้ำ ห่างจากฝั่ง 2 เมตร สถานีละ 3 ครั้ง เทรวมกันแล้ว นำมาร่อนในตะแกรงเบอร์ 40 ขนาดตา 420 ไมครอน รักษาตัวอย่างด้วยฟอร์มาลินเข้มข้น 7% นำตัวอย่างไปจำแนกตามระบบอนุกรมวิธานโดยใช้คู่มือ Meritt and Cummin (1996); Sangpradub and Boonsoong (2006).

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพน้ำ นำข้อมูลคุณภาพน้ำแต่ละสถานีมาหาค่าเฉลี่ยและทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแต่ละพารามิเตอร์ระหว่างสถานีโดยใช้วิธีวิเคราะห์ One Way ANOVA

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลสัตว์หน้าดิน ได้แก่ การจำแนกทางอนุกรมวิธานในระดับสกุล ความหนาแน่น ดัชนีความมากชนิด (Margalef's index) ดัชนีความเท่าเทียม (Pielou's evenness) ดัชนีความหลากหลาย (Shannon-Weiner diversity index) และดัชนีความคล้ายคลึง (Bray-Curtis similarity index)

4.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับปริมาณสัตว์หน้าดินโดยการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) และวิเคราะห์ปัจจัยคุณภาพน้ำที่มีผลต่อปริมาณสัตว์หน้าดินโดยการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Regression Analysis)

ผลการวิจัย

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า น้ำในจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดมีคุณภาพใกล้เคียงกันทั้ง 4 ครั้ง จากการใช้สถิติทดสอบ พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณไนเตรต และออร์โธฟอสเฟต มีความแตกต่าง

กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนค่าความโปร่งแสงของน้ำ ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำ และปริมาณบีโอดี มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รายละเอียดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยคุณลักษณะทางกายภาพและเคมีของน้ำบางประการ

	อ่างห้วย น้ำหมาน	อ่างห้วย น้ำสวย	อ่างห้วย ล้นควาย	อ่างห้วย อีเลิศ	อ่างห้วย น้ำพาว	อ่างห้วย แห้ว	p value
Temperature (°C)	27.25±2.98	28.00±2.98	27.00±2.50	27.75±2.50	27.00±2.16	27.50±1.70	.107
Transparency (cm)	117.50±9.57	92.50±12.90	105.00±17.07	70.00±8.16	70.00±18.25	77.50±8.16	11.353*
Suspended Solid (mg/L)	9.75±2.88	15.50±4.03	22.00±9.20	25.50±5.41	29.25±5.31	30.50±4.50	9.788**
DO (mg/L)	5.60±1.95	5.97±0.80	5.15±1.07	4.65±0.69	6.52±0.30	5.80±0.62	7.712
pH	7.42±0.43	7.72±0.41	8.10±0.33	7.50±0.39	8.00±0.17	7.92±0.34	1.844*
Conductivity (ms/cm)	291.25±16.52	301.25±17.50	337.50±22.17	295.00±75.05	312.50±53.54	297.50±31.09	.628
BOD (mg/L)	1.87±0.35	1.67±0.20	1.55±0.17	2.42±0.59	2.65±0.54	3.15±0.54	9.809**
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0.020±0.23	0.040±0.02	0.085±0.01	0.110±0.19	0.150±0.07	0.152±0.12	9.102*
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	0.172±0.63	0.225±0.17	0.255±0.09	0.270±0.12	0.305±0.16	0.322±0.12	9.833*

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

2. การจำแนกตามหลักอนุกรมวิธาน พบสัตว์หน้าดิน 3 ไฟลัม ส่วนใหญ่อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา (60.31%) รองลงมา คือ ไฟลัมอาร์โทรพอดา (33.32%) และไฟลัมแอนเนลิดา มีสัดส่วนน้อยที่สุด (6.37%) เมื่อ

พิจารณาความหนาแน่น พบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยอีเลิศ มีค่าสูงสุด (3,351.85 ตัว/ตารางเมตร) ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวย มีค่าต่ำสุด (859.25 ตัว/ตารางเมตร) รายละเอียดในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2552

Texa	อ่างห้วย น้ำหมาน	อ่างห้วย น้ำสวย	อ่างห้วย ล้นควาย	อ่างห้วย อีเลิศ	อ่างห้วย น้ำพาว	อ่างห้วย แห้ว
Phylum Mollusca						
<i>Brotia</i> sp.	-	-	42	51	32	-
<i>Melanoides</i> sp.	-	10	20	65	120	43
<i>Pila polita</i>	-	-	12	31	17	-
<i>Pomacea insularis</i>	-	-	21	43	26	85
<i>Filopaludina</i> sp.	-	26	98	156	110	58
<i>Clea</i> sp.	29	-	23	68	56	26

ตารางที่ 2 สัตว์หน้าดินที่พบในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง ระหว่างเดือนมกราคม-ธันวาคม 2552 (ต่อ)

Taxa	อ่างห้วย น้ำหมาน	อ่างห้วย น้ำสวย	อ่างห้วย ล้นควาย	อ่างห้วย อีเลิศ	อ่างห้วย น้ำพาว	อ่างห้วย แห้ว
<i>Lymnaea</i> sp.	27	31	24	45	76	65
<i>Hyriopsis</i> sp.	-	-	27	44	32	50
<i>Corbicula</i> sp.	-	-	67	98	111	52
<i>Limnopema</i> sp.	10	-	-	26	12	-
Phylum Annelida						
<i>Branchiura</i> sp.	10	-	38	23	30	-
<i>Nais</i> sp.	20	10	30	25	20	12
Phylum Arthropoda						
<i>Berosus</i> sp.	-	-	22	10	18	-
<i>Agabus</i> sp.	2	5	3	-	2	-
<i>Chironomus</i> sp.	9	-	30	22	15	-
<i>Bezzia</i> sp.	1	2	17	-	-	-
<i>Baetis</i> sp.	75	25	10	37	10	-
<i>Caenis moesta</i>	-	30	15	9	-	-
<i>Povilla</i> sp.	16	8	-	-	-	4
<i>Enallagma</i> sp.	-	-	10	8	-	8
<i>Libellula</i> sp.	-	10	-	7	-	2
<i>Gomphus</i> sp.	19	10	30	19	-	7
<i>Hydroptila</i> sp.	-	-	3	5	-	-
<i>Polycentropus</i> sp.	-	-	20	40	10	-
<i>Psychomyia</i> sp.	-	-	23	30	10	-
<i>Ranatra</i> sp.	-	6	10	-	-	-
<i>Gerris</i> sp.	2	4	3	-	11	-
<i>Velia</i> sp.	-	3	2	2	4	-
<i>Notonecta</i> sp.	21	1	1	2	-	-
<i>Caridina</i> sp.	-	-	15	9	26	-
<i>Ostracoda</i> sp.	41	51	75	30	87	42
<i>Lynceiopsis</i> sp.	-	-	10	-	15	-
Taxa Richness	14	16	29	26	23	13
จำนวนทั้งหมด	282	232	701	905	850	454
ความหนาแน่น (ตัว/ตารางเมตร)	1044.44	859.26	2596.30	3,352.00	3148.18	1681.48

3. อ่างเก็บน้ำห้วยล้นควายมีดัชนีความมากชนิดสูงสุด (4.27) อ่างเก็บน้ำห้วยแห้วมีค่าต่ำสุด (1.96) ดัชนีความเท่าเทียม มีค่าระหว่าง 0.85-0.89 ส่วนค่า

ดัชนีความหลากหลาย พบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยล้นควายมีค่าสูงสุด (3.01) ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานและห้วยแห้วมีค่าต่ำสุด (2.25) รายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ดัชนีความมากชนิด ดัชนีความเท่าเทียมกัน และดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน

จุดเก็บตัวอย่าง	ดัชนีความมากชนิด	ดัชนีความเท่าเทียม	ดัชนีความหลากหลาย
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมาน	2.30	0.85	2.25
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวย	2.75	0.85	2.37
อ่างเก็บน้ำห้วยล้นควาย	4.27	0.89	3.01
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำห้วยอีเลิศ	3.67	0.88	2.88
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำห้วยน้ำพาว	3.26	0.86	2.71
อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำห้วยแห้ว	1.96	0.87	2.25

4. ดัชนีความคล้ายคลึง มีค่าระหว่าง 44.44- 87.27% โดยอ่างเก็บน้ำห้วยล้นควายและห้วยอีเลิศมีค่ามากที่สุด (87.27%) ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำ

หมาน และอ่างเก็บน้ำห้วยแห้วมีค่าต่ำที่สุด (44.44%) รายละเอียดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าดัชนีความคล้ายคลึงของสังคมสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำ 6 แห่ง

	ห้วยน้ำหมาน	ห้วยน้ำสวย	ห้วยล้นควาย	ห้วยอีเลิศ	ห้วยน้ำพาว	ห้วยแห้ว
ห้วยน้ำหมาน	100.00	66.66	55.81	50.00	54.05	44.44
ห้วยน้ำสวย		100.00	62.22	52.38	46.15	55.17
ห้วยล้นควาย			100.00	87.27	84.61	52.38
ห้วยอีเลิศ				100.00	81.63	61.53
ห้วยน้ำพาว					100.00	50.00
ห้วยแห้ว						100.00

5. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสัตว์หน้าดิน และคุณสมบัติน้ำบางประการ พบว่า ปริมาณไนเตรต และ ปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในเชิงบวก

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 กับปริมาณสัตว์หน้าดิน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ เท่ากับ 0.558 และ 0.432 รายละเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงค่า Pearson's Correlation Coefficient ของปริมาณสัตว์หน้าดินกับคุณลักษณะบางประการของน้ำ

	Temperature	Transparency	Suspended Solid	DO	pH	Conductivity	BOD	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Number of benthic
Temperature	1.00	.065	-.084	.110	-.494*	-.373	.118	-.023	-.113	.209
Transparency		1.00	-.730*	-.367	-.300	.064	-.472*	-.527*	-.575*	-.260
Suspended Solid			1.00	.152	.399	.186	.521*	.667**	.738**	.332
DO				1.00	.146	-.047	.265	-.036	.132	-.246
pH					1.00	.404	-.050	.276	.399	-.043
Conductivity						1.00	-.129	.033	.082	-.151
BOD							1.00	.605**	.578**	.194
NO ₃ ⁻								1.00	.824**	.558*

ตารางที่ 5 แสดงค่า Pearson's Correlation Coefficient ของปริมาณสัตว์หน้าดินกับคุณลักษณะบางประการของน้ำ (ต่อ)

	Tempera- ture	Trans- parency	Suspended Solid	DO	pH	Conduc- tivity	BOD	NO ₃ ⁻	PO ₄ ³⁻	Number of benthic
PO ₄ ³⁻									1.00	.432*
Number of benthic										1.00

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05, ** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

6. การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสัตว์หน้าดินด้วยวิธีการวิเคราะห์ถดถอยเชิงเส้นพหุคูณแบบขั้นตอน พบว่า ปริมาณไนเตรต และปริมาณออร์โธฟอสเฟต สามารถพยากรณ์ปริมาณสัตว์หน้าดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยตัวแปรทั้งสองร่วมกันพยากรณ์ปริมาณสัตว์หน้าดินได้ 26.40% มีความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของการพยากรณ์ (S.E._{est}) 69.36759 รายละเอียดในตารางที่ 6 และสามารถเขียนสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนดิบได้ ดังนี้

$$\text{Number of benthic} = -339.686 + 268.399 \text{ NO}_3^- + 14.985 \text{ PO}_4^{3-}$$

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์อำนาจพยากรณ์ของปริมาณไนเตรต (NO₃⁻) และปริมาณออร์โธฟอสเฟต (PO₄³⁻) ที่มีต่อปริมาณสัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำ

ตัวแปร พยากรณ์	R	R ²	Adjusted R ²	b	S.E. _{est}	β	t	Sig
NO ₃ ⁻	0.427	0.183	0.146	268.399	104.247	0.463	2.575*	.018
PO ₄ ³⁻	0.573	0.328	0.264	14.985	7.039	0.383	2.129*	0.45
a = -339.686				S.E. _{est} = 69.36759				

หมายเหตุ: * มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. คุณสมบัติบางประการของน้ำ พบว่า น้ำในจุดเก็บตัวอย่างแต่ละจุดมีคุณภาพใกล้เคียงกันทั้ง 4 ครั้ง อยู่ในเกณฑ์คุณภาพดี จัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 และอยู่ในเกณฑ์ความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตสัตว์น้ำต่างๆ ดังนี้

1.1 อุณหภูมิของน้ำ มีค่าในช่วง 27.0-28.0 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่าใกล้เคียงกับอุณหภูมิของน้ำในสภาพธรรมชาติ ซึ่งผันแปรอยู่ระหว่าง 23-32 องศาเซลเซียส สอดคล้องกับผลการศึกษาของ

Lewmanomont et al. (1995) ที่กล่าวว่า อุณหภูมิ น้ำที่มีความเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำอยู่ระหว่าง 25-32 องศาเซลเซียส

1.2 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 4.65-6.52 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นช่วงที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เมื่อเปรียบเทียบกับอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา มีค่าอยู่ในช่วง 0-12.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (สมชาย, 2539) ซึ่งค่าต่ำสุดที่พบนั้นมีอันตรายต่อสัตว์น้ำมาก เพราะแสดงว่าไม่มีออกซิเจนในน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในพื้นที่อื่น เช่น ที่อ่างเก็บน้ำ

เขื่อนกัวลม มีค่าอยู่ในช่วง 4.4-7.9 มิลลิกรัมต่อลิตร (บุญยรัตน์ และคณะ, 2536) เขื่อนแม่จันทน์ชล มีค่าในช่วง 6.4-12.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (ทัศนีย์, 2532)

1.3 ความเป็นกรด-ด่าง มีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 7.42-8.00 เป็นช่วงที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สอดคล้องกับ ประเทือง (2534) ที่กล่าวว่า ความเป็นกรด-ด่าง ระหว่าง 6.5-9.0 เป็นระดับที่เหมาะสมสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ สอดคล้องกับการศึกษาในพื้นที่อื่น เช่น ที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนกระเสียว มีค่าอยู่ในช่วง 6.5-8.5 (บุญยรัตน์ และคณะ, 2536) และที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.41 (สมชัย และกิตติพันธ์, 2540)

1.4 ค่าการนำไฟฟ้า มีค่าระหว่าง 291.25-337.50 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร พบว่า อยู่ในระดับที่ใช้เป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ เช่น อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหวานและ อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำสวยซึ่งเป็นอ่างเก็บน้ำขนาดใหญ่และมีปริมาณน้ำมากตลอดปี ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยลั่นควายและอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพานไม่เหมาะต่อการนำมาใช้เป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เนื่องจากมีค่าการนำไฟฟ้าสูงกว่า 300 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร สอดคล้องกับ ธิดา (2542) ที่กล่าวว่า น้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมีค่าการนำไฟฟ้าระหว่าง 150-300 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร หากมีค่าสูงกว่า 300 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร แสดงว่าน้ำมีมลพิษ มีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

1.5 ค่าบีโอดี มีการเปลี่ยนแปลงระหว่าง 1.55-3.15 มิลลิกรัมต่อลิตร เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในน้ำประเภทที่ 2 พบว่า มีค่าสูงกว่าที่กำหนดเท่ากับ 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร อย่างไรก็ตามยังอยู่ในระดับที่ใช้เป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้

1.6 ปริมาณไนเตรต มีค่าอยู่ในช่วง 0.020-0.152 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับอ่างเก็บน้ำพาน จังหวัดอุดรธานี มีปริมาณไนเตรตที่ผิวน้ำอยู่ในช่วง 0.002-0.009 มิลลิกรัมต่อลิตร และที่ระดับความลึก 2 เมตร มีปริมาณไนเตรตอยู่ในช่วง 0.002-0.029 มิลลิกรัมต่อลิตร (สิรินา, 2543) และอ่างเก็บน้ำคลองทลา จังหวัดสงขลา มีปริมาณไนเตรตอยู่ในช่วง 0.001-0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร (สุชาติ และรักสัจ, 2537) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นแหล่งน้ำนิ่งและได้รับสารปนเปื้อนจากการทำเกษตรกรรมรอบแหล่งน้ำ

1.7 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีค่าอยู่ในช่วง 0.170-0.420 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยทุกอ่างเก็บน้ำมีค่าออร์โธฟอสเฟตเกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จึงจัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีอาหารธรรมชาติมากเกินไป (ไมตรี และจารุวรรณ, 2528) และมีค่าแตกต่างจากอ่างเก็บน้ำอื่นๆ เช่น อ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา มีค่าอยู่ในช่วง 0-0.156 มิลลิกรัมต่อลิตร (สมชาย, 2539) และที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ มีปริมาณฟอสเฟตก่อนเก็บกักน้ำอยู่ในช่วง 0.098-0.115 มิลลิกรัมต่อลิตร (ถวัลย์ และคณะ, 2545)

2. ชนิดและการกระจาย พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 3 ไฟลัม ได้แก่ มอลลัสกา แอนเนลิดา และอาร์โทรพอด ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับ จงดี (2544) พันธุ์ทิพย์ (2544) และ นครเศศ (2550) เมื่อพิจารณาโครงสร้างสัตว์หน้าดิน พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในไฟลัมมอลลัสกา โดยพบในอ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำพาน อ่างเก็บน้ำห้วยอีเล็ค และอ่างเก็บน้ำห้วยลั่นควาย รองลงมา คือ ไฟลัมอาร์โทรพอด ส่วนไฟลัมแอนเนลิดา มีสัดส่วนน้อยที่สุด สำหรับสัตว์หน้าดินในไฟลัมมอลลัสกาที่พบนี้มีสัดส่วนปริมาณมากกว่ากลุ่มอื่น อาจเป็นเพราะว่าอ่างเก็บน้ำเหล่านั้นมีการสะสม

ของสารอินทรีย์และแร่ธาตุต่างๆ พัดพามาจากพื้นที่โดยรอบซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยพบการสะสมมากบริเวณพื้นที่ริมฝั่ง จึงเกิดสภาพที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของพวกหอย (Cronin, 1975) ประกอบกับการเก็บตัวอย่างในครั้งนี้เก็บตัวอย่างบริเวณริมฝั่งน้ำ จึงพบหอยมีการแพร่กระจายตลอดปีและหนาแน่นบริเวณริมฝั่งมากกว่าบริเวณกลางน้ำ

3. เมื่อพิจารณาข้อมูลด้านความหลากหลายพบว่า

3.1 ดัชนีความมากชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 1.96-4.27 โดยอ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควายมีค่าสูงสุด และอ่างเก็บน้ำห้วยแห้วมีค่าต่ำสุด จากการผลการศึกษาพบว่า อ่างเก็บน้ำทั้ง 2 แห่ง มีลักษณะสัณฐานแตกต่างกัน ได้แก่ ความลึก ความกว้าง ลักษณะเนื้อดิน ท้องน้ำ และสภาพแวดล้อม จึงเห็นความมากชนิดที่แตกต่างกันชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ขวัญเรือน, สุขุม และอิสริยา (2553) ที่พบว่า ความอุดมสมบูรณ์และชนิดสัตว์หน้าดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างผันแปรตามลักษณะพื้นที่ท้องน้ำและปริมาณสารอินทรีย์สะสมบริเวณพื้นที่ท้องน้ำ

3.2 ดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน มีค่าอยู่ในช่วง 2.25-3.01 โดยอ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควายมีค่าสูงสุด อ่างเก็บน้ำห้วยแห้วและอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานมีค่าต่ำสุด จากผลข้างต้นนำมาเข้าหลักเกณฑ์ตามรายงานของ Warren (1971) และ Mason (1991) ที่กำหนดค่าดัชนีความหลากหลายว่าค่าสูงกว่า 2 แสดงว่าคุณภาพของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำดีเหมาะสมต่อการดำรงชีวิต ดังนั้น ค่าความหลากหลายที่ได้จากการคำนวณแสดงให้เห็นว่า สภาพแวดล้อมในอ่างเก็บน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี สิ่งมีชีวิตอาศัยอยู่ได้

3.3 ดัชนีความเท่าเทียม มีค่าระหว่าง 0.85-0.89 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าปริมาณสัตว์หน้า

ดินแต่ละชนิดใกล้เคียงกันและมีการกระจายตัวที่เหมือนกัน (Sheldon, 1969) โดยอ่างเก็บน้ำที่มีค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงจะบอกได้ว่ามีความหลากหลายทางชนิดสูงด้วย

4. ดัชนีความคล้ายคลึงกันของสังคม พบว่าอ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควายและอ่างเก็บน้ำห้วยอิลีมีค่าสูงสุด (87.27%) อธิบายได้ว่า อ่างเก็บน้ำทั้งสองแห่งมีขนาดและลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกันมาก พื้นที่ท้องน้ำเป็นบริเวณน้ำตื้น มีโคลนเลนซึ่งเป็นสารอินทรีย์สะสมในปริมาณมาก สัตว์หน้าดินที่พบจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกัน ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานและอ่างเก็บน้ำห้วยแห้วมีค่าต่ำสุด (44.44%) อาจเป็นเพราะว่ามีลักษณะทางกายภาพแตกต่างกันชัดเจนทั้งขนาด ปริมาณน้ำ ความลึก และปริมาณสารอินทรีย์ในท้องน้ำ โครงสร้างสัตว์หน้าดินที่พบจึงมีลักษณะคล้ายคลึงกันน้อย สอดคล้องกับผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพของอ่างเก็บน้ำในครั้งนี้

5. ความสัมพันธ์ของปริมาณสัตว์หน้าดินกับคุณสมบัติบางประการของน้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตและ ปริมาณไนเตรต มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับปริมาณสัตว์หน้าดิน สอดคล้องกับการศึกษาของ จูติมา (2542) ที่พบว่า โพลีคีต 2 ชนิด คือ *Nereis* sp. และ *Parheteromastus* sp. สามารถนำมาใช้เป็นชนิดพันธุ์บอกรวมสารอินทรีย์ไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในตะกอนดินได้ และ ชลดา (2550) พบว่า *Chironomid* larvae และ *Branchiura* sp. มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับค่าไนเตรต ทั้งนี้อธิบายได้ว่า สารทั้งสองชนิดนี้ละลายน้ำได้ดีและแพลงก์ตอนพืชสามารถนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการเจริญเติบโต ในแหล่งน้ำที่มีไนเตรทและออร์โธฟอสเฟตสูง อาจทำให้มีการเพิ่มปริมาณของพืชน้ำอย่างรวดเร็วจนโดยเฉพาสาหร่าย ปิดกั้นแสงทำ

ให้ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้แล้วตายไปกลายเป็นการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์ให้แก่แหล่งน้ำ (มันลิน, 2540 ; อรทัย, 2545) ซึ่งจะเป็นแหล่งอาศัยและหากินตามพื้นผิวหน้าดินหรือดำรงชีวิตอยู่บริเวณพื้นที่ท้องน้ำของสัตว์หน้าดินกลุ่มต่างๆ เช่น ไส้เดือน ปลอกแดง ไส้เดือนน้ำ หอย เป็นต้น จึงทำให้ส่งผลในเชิงบวกต่อจำนวนสัตว์หน้าดินในแหล่งน้ำได้

สรุปผลการศึกษา

1. คุณสมบัติบางประการของน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์หน้าดินและมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยในรอบปีที่ศึกษา
2. โครงสร้างสัตว์หน้าดิน พบว่า ส่วนใหญ่อยู่ในฟิล์มมอลลัสกา รองลงมาคือ ฟิล์มอาร์โทรพอด ในขณะที่ฟิล์มแอนเนลิดามีสัดส่วนน้อยที่สุด
3. ความหลากหลายชนิด พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 1.96-4.27 โดยอ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควายมีค่าสูงสุด ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว มีค่าต่ำสุด ดัชนีความเท่าเทียม พบว่า มีค่าใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 0.59-0.89 ส่วนดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน พบว่า อ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควาย มีค่าสูงสุด (3.01) ส่วนอ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานและห้วยแห้ว มีค่าต่ำสุด (2.25)
4. อ่างเก็บน้ำห้วยลิ้นควายและห้วยอีเล็ด มีค่าความคล้ายคลึงมากที่สุด (87.27%) ในขณะที่อ่างเก็บน้ำห้วยน้ำหมานและอ่างเก็บน้ำห้วยแห้ว มีค่าความคล้ายคลึงต่ำที่สุด (44.44%)
5. ปริมาณไนเตรตและปริมาณออร์โธฟอสเฟต มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 กับปริมาณสัตว์หน้าดิน ส่วนการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อปริมาณสัตว์หน้าดินพบว่า ปริมาณไนเตรต และปริมาณออร์โธฟอสเฟต สามารถพยากรณ์ปริมาณสัตว์หน้าดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยตัวแปรทั้งสองร่วมกันพยากรณ์

ปริมาณสัตว์หน้าดินได้ร้อยละ 26.40 และเขียนสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนติดได้ ดังนี้

$$\text{ปริมาณสัตว์หน้าดิน} = -339.686 + 268.399\text{PO}_4^{3-} + 14.985\text{NO}_3^-$$

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.นฤมล แสงประดับ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาด้านวิชาการและเอกสาร พร้อมทั้งให้ความรู้ทางด้านกรจำแนกชนิดสัตว์หน้าดินเบื้องต้นให้แก่นักศึกษา ขอขอบคุณ นางสาวยุวดี บุญเรือง และนางสาวศิริลักษณ์ เพชรตรง นักศึกษาโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่ช่วยในการเก็บรวบรวมตัวอย่าง ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ขวัญเรือน ยอดคำ, สุขุม ไร่ใจ และอิสริยา วุฒิสินธุ์. (2553). การศึกษานิเวศวิทยาทางน้ำ เพื่อกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ประมงในพื้นที่ชุ่มน้ำ เขตห้ามล่าสัตว์ป่าหนองบงคาย จังหวัดเชียงราย. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 4(1): 65-77.
- จงดี ศรีนพรัตน์วัฒน์. (2544). ความหลากหลาย ความชุกชุม และการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดิน ในเขตรักษาพืชพันธุ์ของบึงบอระเพ็ด จังหวัดนครสวรรค์. นครสวรรค์ : สถาบันราชภัฏนครสวรรค์. 69 หน้า.
- ชลดา เจียบนา. (2550). ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอก อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 78 หน้า.
- ฐิติมา ทองศรีพงษ์. (2542). ผลกระทบของการเพิ่มปริมาณสารอินทรีย์จากน้ำทิ้งในน้ำกึ่งที่มีต่อสัตว์หน้าดินบริเวณปากแม่น้ำจันทบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 157 หน้า.

- ถวัลย์ ชูขจร อรณุช อิงคสุวรรณ และปรีชา พาชื่นใจ. (2545). ประชากรปลาในอ่างเก็บน้ำ เขื่อนป่าสักชลสิทธิ์ ในวารสารการประมง (50)2: 121-132.
- ทัศนีย์ ภูพิพัฒน์. (2532). การสำรวจชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำ เขื่อนแม่จัดสมบูรณ์ชล จังหวัดเชียงใหม่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 107/2532. กรุงเทพฯ : สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 35 หน้า.
- ธิดา เพชรหมณี. (2542). คู่มือการเพาะเลี้ยงแพลงก์ตอน. สงขลา : สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา. 49 หน้า.
- นัครศ สอนสุภาพ. (2550). การวิเคราะห์การแพร่กระจายและโครงสร้างประชาคมของสัตว์พื้นท้องน้ำเพื่อประเมินสถานภาพความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำในพื้นที่อ่างเก็บน้ำเขื่อนวชิราลงกรณ์และอ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์ จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์. 207 หน้า.
- บุญยรัตน์ จันทร์สว่าง, ถวัลย์ ชูขจร, ทัศนีย์ ภูพิพัฒน์, พนม สอดสุข, สุรียา ทานสุทัศน์ และเพียงใจ แก้วจรรยา. (2536). การสำรวจทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำเขื่อนกระเสียว จังหวัดสุพรรณบุรี. เอกสารวิชาการฉบับที่ 140/2536. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด, กรมประมง. 36 หน้า.
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน. (2537, 24 กุมภาพันธ์). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16 ง.
- ประเทือง เขาว์วันกลาง. (2534). คุณภาพน้ำทางการประมง. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์สิริกส์เซ็นเตอร์. 86 หน้า.
- พงษ์พ้อ อาสนจินดา และคณะ. (2542). การสำรวจสถานภาพของพื้นที่ชุ่มน้ำสำคัญบริเวณอ่างที่ราบเชียงใหม่-ลำพูน. เชียงใหม่ : ศูนย์วิจัยน้ำ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 46 หน้า.
- พันธ์ทิพย์ เลิศบุรุษ. (2544). สัตว์พื้นท้องน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนท่าทุ่งนา จังหวัดกาญจนบุรี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 157 หน้า.
- มันสิน ตันฑุลเวศม์. (2540). คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ. กรุงเทพฯ : ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 364 หน้า.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. (2528). คุณสมบัติและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรุงเทพฯ. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง. 115 หน้า.
- คันสนีย์ ชูแวว. (2537). การอนุรักษ์พื้นที่ชุ่มน้ำ: สถานการณ์ปัจจุบันและมาตรการที่จำเป็น. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย. 144 หน้า.
- สมชัย ศุกลพันธ์ และกิตติพันธ์ จาบจินดา. (2540). การสำรวจชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำเขื่อนแม่กวง จังหวัดเชียงใหม่. เอกสารวิชาการฉบับที่ 1/2540. กรุงเทพฯ : กองประมงน้ำจืด, กรมประมง. 32 หน้า.
- สมชาย สุรวิทย์. (2539). ความสัมพันธ์ระหว่างแพลงก์ตอนพืชกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำเขื่อนรัชชประภา จังหวัดสุราษฎร์ธานี. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 178 หน้า.
- สิริวา จิณะหล้า. (2543). การตรวจติดตามคุณภาพน้ำและความเป็นพิษของปลา ปักเป้า (*Tetraodon leurus* Bleeker) ในอ่างเก็บน้ำพาน จังหวัดอุดรธานี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 148 หน้า.
- สุชาติ กสิสุวรรณ และ รักสัจ สุขเกษมเมตร. (2537). การสำรวจชลชีววิทยาและทรัพยากรประมงในอ่างเก็บน้ำคลองหลา จังหวัดสงขลา. เอกสารวิชาการฉบับที่ 3/2537. กรุงเทพฯ : ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง. 76 หน้า.
- อรทัย ขวาลภาฤทธิ์. (2545) คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย. กรุงเทพฯ : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. 243 หน้า.
- อนุสรณ์ ฤทธาณี. (2523). สัตว์หน้าดินในอ่างเก็บน้ำบางพระ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 170 หน้า.

- APHA, AWWA. And WEF. (1998). Standard methods for the examination of water and waste water. 20th ed. Washington DC: American Public Health Association. 1134 p.
- Cronin, L. E. (ed.). (1975). Estuarine Research Vol.1. New York: Academic Press Inc. 738 p.
- Lewmanomont, K., Wongrat, L. and Suppranwanid, C. (1995). Algae in Thailand. Office of Environmental Policy and Planning Bangkok, Thailand. 334 p.
- Mason, C.F. (1991). Biology of Freshwater Pollution. New York: John Wiley and Sons Inc. 351 p.
- Merritt, R.T. and Cummins, K.W. (1996). An introduction to the aquatic insects of North America. 3rd ed. United States of America: Kendall/Hunt publishing company. 862 p.
- Sangpradub, N. and Boongsoong, B. (2006). Identification of freshwater invertebrates of the Lower Mekong river and its tributaries. Vientiane: Mekong river commission, Vientiane, Lao PDR. 268 p.
- Sheldon, A.L. (1969). Equitability Indices : Dependence on the Species Count. Ecology 50: 466-467.
- Warren, C.E. (1971). Biology and Pollution Control. Philadelphia: W.B. Saunders Company. 434 p.
- Williams, D. D. and Feltmate, B. W. (1992). Aquatic Insects. Wallingford: C.A.B. International. 358 p.

