

การประยุกต์ใช้สัตว์หน้าดินในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณแม่น้ำพุมดวง จังหวัดสุราษฎร์ธานี An Application of Macro invertebrates for Aquatic Environmental Monitoring of the Phumduang River, Surat Thani Province

อภินันท์ แสงประเสริฐ¹, วัสสา คงนคร², พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี³

¹คณะกรรมการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112 โทรศัพท์: 087-6297845 E-mail: apinun_s@boonrawd.co.th

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่

ต.คอหงส์ อ.หาดใหญ่ จ. สงขลา 90112 โทรศัพท์: 084-6824830 E-mail: watsa_yui@yahoo.com

³คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี

31 หมู่ 6 ต.มะขามเตี้ย อ.เมือง จ. สุราษฎร์ธานี 84100 โทรศัพท์: 081-6915713 E-mail: p_laudee@yahoo.com

บทคัดย่อ

การประยุกต์ใช้สัตว์หน้าดิน ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำบริเวณแม่น้ำพุมดวง และคลองสาขา ในเขตพื้นที่อำเภอพนม อำเภอศรีรัฐนิคม อำเภอบ้านตาขุน และ อำเภอพุนพิน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ดำเนินการเก็บตัวอย่าง 12 จุดศึกษา ระหว่างเดือนสิงหาคม 2553-เดือนพฤษภาคม 2554 จุดศึกษาละ 4 ครั้ง ทุกๆ 3 เดือน พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 21 อันดับ 67 วงศ์ 2,515 ตัว สัตว์หน้าดินที่ปรากฏส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Atyidae, Tipulidae, Gerridae, Chironomidae, Oligochaetes, Baetidae และ Veliidae ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความทนทานต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษ พบมากในจุดศึกษาที่เป็นแหล่งชุมชนเมือง ขณะที่การปรากฏของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Heptageniidae, Ephemeridae, Caenidae, Perlidae, Gomphidae, Macromiidae, Naucoridae และ Ecnomidae มีความทนทานน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ พบมากในจุดควบคุม ซึ่งเป็นจุดที่ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย การใช้สัตว์หน้าดินประเมินคุณภาพน้ำสามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 และ 2 น้ำมีคุณภาพดี กลุ่มที่ 3 คุณภาพน้ำปานกลางถึงค่อนข้างดี และกลุ่มที่ 4 คุณภาพน้ำค่อนข้างปานกลางถึงสกปรก เมื่อใช้คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และ เคมีบางประการ เปรียบเทียบกับมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน สามารถประเมินคุณภาพน้ำได้ผลเช่นเดียวกับการใช้สัตว์หน้าดิน ซึ่งคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นจะแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในบริเวณใกล้เคียง

จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชีวภาพ และคุณภาพน้ำด้านกายภาพและเคมี พบว่า Diversity index เหมาะสมในการประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขามากที่สุด เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ, Velocity, pH และ DO ซึ่งจากการประเมินคุณภาพน้ำด้วย Diversity index สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำระหว่างเดือนสิงหาคม 2553-เดือนพฤษภาคม 2554 คุณภาพน้ำมีค่าระหว่าง ค่อนข้างสกปรกถึงค่อนข้างดี

คำสำคัญ: แม่น้ำพุมดวง, สัตว์หน้าดิน, คุณภาพน้ำ, ดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ

Abstract

An application of macro invertebrates for aquatic environmental monitoring of The Phumduang Tributary was investigated. The study was carried out from August 2010 until May 2011. Twelve sampling sites were selected. The data collection of water quality and macro invertebrates were collected every three months. The 2,515 individual from 67 families of macro invertebrates were identified. The dominant families found in the impact sites were Atyidae, Chironomidae, Tipulidae, Oligochaetes, Gerridae, Baetidae and Veliidae. The sensitive families such as Caenidae, Ephemeridae, Heptageniidae, Gomphidae, Macromiidae, Perlidae, Naucoridae and Ecnomidae were found at reference site which were identified as a potential bioindicators of clean river ecosystems. The highest numbers and diversity of

the insect were found at site KS03, which were Fourthly-two families found. Four groups of the study were classified using macro invertebrates family. Group I and II were good water quality, while sampling site group III was fairly good to moderate water quality and sampling site group IV was moderate to fairly poor. In this study using macro invertebrates to assess the water quality can be uses as the same of the surface water quality standard of Thailand. The Water quality in each site was different depending on land use pattern and human activities beside the river.

Statistical analysis was used to exposed the correlation of biotic indices and water quality. The diversity index was the most suitable index to evaluate the water quality in the Phumduang River. The parameters such as water temperature, pH, velocity and DO were correlated to the index .The result of the diversity index showed that the water quality in the study were fairly poor to good quality.

Keywords: Phumduang River, macro invertebrate, water quality, bioindicator

1. บทนำ

จากการพัฒนาเศรษฐกิจสังคมของประเทศ ได้พัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้า สังคมเมืองได้พัฒนาขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม อันส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิต ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันได้กลายเป็นปัญหาที่รุนแรง จำเป็นต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน และต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย นับเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีพ มนุษย์ได้รับประโยชน์จากแม่น้ำหลายประการ ทั้งอุปโภคและบริโภค นันทนาการ ประมง ท่องเที่ยว พลังงาน ชลประทาน เกษตรกรรม อุตสาหกรรม คมนาคม และที่พักอาศัย เป็นต้น และน้ำยังเป็นทรัพยากรน้ำเสียจากชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม ผลจากการใช้ประโยชน์จากน้ำดังกล่าว ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำ คุณภาพน้ำเสื่อมโทรม ซึ่งตามธรรมชาติแล้วน้ำจะมีกระบวนการฟอกตัวเอง หากความสกปรกที่เกิดขึ้นไม่มากนัก

อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันสถานภาพของแหล่งน้ำ ปัญหามลพิษทางน้ำยังคงเป็นปัญหาหลัก กรมควบคุมมลพิษ ได้รายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำของปี พ.ศ.2553 พบว่าแม่น้ำที่สำคัญ 48 สายทั่วประเทศ กว่าร้อยละ 39 ถูกจัดจำแนกอยู่ในคุณภาพเสื่อมโทรมเพิ่มขึ้น และคุณภาพน้ำระดับพอใช้ลดจำนวนลงมาอยู่เกณฑ์เสื่อมโทรมอย่างต่อเนื่องทุกปี[1] โดยมีรายงานสรุปว่า ในช่วงตอนบนของแม่น้ำสายหลักๆ มีคุณภาพน้ำที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ตอนล่างคุณภาพน้ำมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลง สาเหตุมาจาก น้ำเสียจากอุตสาหกรรม น้ำเสียชุมชน และเกษตรกรรม เนื่องจากการสะสมของปริมาณสารอินทรีย์ แบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม รวมถึงการเจริญเติบโตของวัชพืชน้ำ และสาหร่ายต่างๆ[1] ทั้งนี้ปัญหาจะเกิดขึ้นมาก โดยเฉพาะบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ ที่มีการขยายตัวทางเศรษฐกิจและสังคม โดยสาเหตุหลักแหล่งที่มาของมลพิษ มีความหลากหลาย ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ของ

ในบริเวณนั้น สำหรับแนวทางการจัดการ และแก้ไขปัญหามลพิษทางน้ำที่สำคัญประการหนึ่ง คือการติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เพื่อให้ทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตั้งแต่ต้น ก่อนเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมคุณภาพของน้ำในแม่น้ำขึ้น

ดัชนีชี้วัดส่วนใหญ่แล้วมักจะใช้ดัชนีทางด้านกายภาพ หรือเคมีเพียงอย่างเดียว ซึ่งเป็นเพียงการประเมินผลของคุณภาพน้ำในขณะเก็บตัวอย่างน้ำนั้น ไม่สามารถทราบถึงการเปลี่ยนแปลงตามช่วงฤดูกาลได้ ปัจจุบันในประเทศที่พัฒนาแล้ว เริ่มให้ความสำคัญกับดัชนีทางชีวภาพมากขึ้น เช่น การใช้สัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ตามท้องน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนของแมลงน้ำที่แสดงระดับของผลกระทบจากมลพิษ ได้ละเอียดกว่าดัชนีทางกายภาพ และเคมี หรือการใช้สาหร่ายบางชนิด เป็นดัชนีแสดงการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ เช่น สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน เป็นต้น[2]

ลุ่มน้ำตาปเป็นลุ่มน้ำที่สำคัญสายหนึ่งในภาคใต้ตอนบน มีพื้นที่ 12,224.53 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่ จังหวัดกระบี่ นครศรีธรรมราช สุราษฎร์ธานี มีลุ่มน้ำสายหลักที่สำคัญ 2 สาย คือ แม่น้ำตาป และคลองพุมดวง จากการสำรวจภาคสนามของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 14 พบว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ใกล้กับแม่น้ำตาป-พุมดวง มีการลักลอบปล่อยน้ำเสียของกิจกรรมบางประเภท และเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีในการปลูกพืชเศรษฐกิจ ซึ่งการปลูกพืชเศรษฐกิจเหล่านี้มีการเปิดหน้าดิน และการสะสมของสารเคมีในดิน และ น้ำ ยังมีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม อันส่งผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยรวม[3]

การเฝ้าระวังติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำ บริเวณแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขา จัดเป็นมาตรการที่สำคัญ ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ กระบวนการติดตามตรวจสอบคุณภาพ และการประเมินผลกระทบบางสิ่งแวดล้อมทางน้ำ โดยการใช้สิ่งมีชีวิตสัตว์หน้าดินควบคู่กับการวิเคราะห์ทางกายภาพ และ ทางเคมี ดำเนินการเพื่อป้องกันความเสียหายของทรัพยากรน้ำ และ สะท้อนถึงสภาพที่เป็นปัจจุบันของคุณภาพของแหล่งน้ำ เพื่อที่จะนำข้อมูลไปใช้เป็นแนวทางในการป้องกัน และแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมของพื้นที่ หรือการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขาให้อยู่ในสถานะที่เหมาะสมอันจะส่งผลต่อการใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน ส่งผลต่อเศรษฐกิจและสังคมที่ดีขึ้น

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวบ่งชี้ร่วมกับคุณภาพน้ำทางกายภาพ และ เคมี บริเวณแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.2 เพื่อประเมินผลกระทบจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่อคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เคมี และ ความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน บริเวณแม่น้ำพุมดวง และคลองสาขา จังหวัดสุราษฎร์ธานี

2.3 เพื่อเปรียบเทียบดัชนีชีวภาพและประเมินคุณภาพน้ำด้วยดัชนีชีวภาพที่เหมาะสม (ASPT, ASPT^{thai}, HBI และ Diversity index)

3.แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดัชนีชีวภาพ เป็นการตรวจวัดสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ สิ่งมีชีวิตที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ แพลงก์ตอน โปรโตซัว สาหร่าย พืช สัตว์หน้าดิน ปลา จุลินทรีย์ โคลิฟอร์ม เป็นต้น ที่นิยมใช้มากในอเมริกาเหนือ ออสเตรเลีย และประเทศในแถบยุโรป คือ สัตว์หน้าดิน[4-6] ข้อดีของการใช้สัตว์หน้าดิน[7] ได้แก่เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีจำนวนและความหลากหลายมากที่สุด ในระบบนิเวศน้ำไหลจึงพบได้ทั่วไป มีช่วงการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงและการปนเปื้อนที่กว้าง สามารถแสดงถึงระดับของภาวะมลพิษได้ในหลายระดับ มีความสำคัญต่อการถ่ายทอดพลังงานในระบบนิเวศ โดยธรรมชาติจะอาศัยอยู่กับที่ หรือมีการเคลื่อนย้ายที่ไม่ไกลจากเดิมมากนัก ความผิดปกติที่เกิดขึ้น จึงสามารถอนุมานถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำ ลำธารในบริเวณนั้นได้ บางกลุ่มมีช่วงชีวิตที่สั้น สามารถใช้ใน

การติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในระยะสั้น หรือการทดสอบทางพิษวิทยาสิ่งแวดล้อม ส่วนบางกลุ่มที่มีวงจรชีวิตยาวสามารถใช้ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมในระยะยาวได้ เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีขนาดใหญ่ทำให้ง่ายต่อการสังเกต และเก็บตัวอย่างโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับผู้ที่ไม่ชำนาญการเฉพาะด้าน และวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลมี การศึกษา และพัฒนามาแล้วค่อนข้างดี อีกทั้งเครื่องมือ และวิธีการที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างไม่ยุ่งยาก ซับซ้อน และไม่เสียค่าใช้จ่ายมากด้วย ในส่วนข้อด้อย สัตว์หน้าดินไม่ตอบสนองต่อมลพิษทุกชนิด ชนิด และปริมาณของสัตว์หน้าดินมีความผันแปรตามฤดูกาล เช่น ในช่วงน้ำหลาก สัตว์จะมีจำนวนลดลง และอาจเกิดพฤติกรรมการ drift การจัดจำแนกชนิดในบางกลุ่มค่อนข้างยาก ในปัจจุบัน การประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพ นิยมใช้ข้อมูลรวมของสัตว์หน้าดิน เพื่อให้ได้ภาพรวมของระบบนิเวศ นอกจากนี้ ยังต้องพิจารณาผลการประเมินทางกายภาพ เคมี และแหล่งอาศัยอีกด้วย โดยพบว่าแมลงในแต่ละวงศ์ หรือสกุล จะมีความทนทานต่อมลภาวะแตกต่างกัน เช่น ตัวอ่อนแมลงชีปะขาวกลุ่มที่พบเฉพาะบริเวณที่ไม่มีการปนเปื้อน น้ำมีคุณภาพดีมักจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความทนทานต่ำ หรือไวต่อมลภาวะ เช่นวงศ์ Heptageniidae พบมากในแหล่งน้ำที่คุณภาพดี ส่วนกลุ่มที่พบในบริเวณที่มีการปนเปื้อนไม่มากนัก จัดอยู่ในกลุ่มที่มีความทนทานปานกลาง และที่มีการกระจายกว้างมากสามารถพบได้ทุกบริเวณทั้งไม่มีและมีการปนเปื้อน จัดเป็นกลุ่มที่มีความทนทานสูง เช่นวงศ์ Baetidae พบในแหล่งน้ำที่คุณภาพแย่มาก โดยในแหล่งน้ำจืด นิลมุล[8] ได้จำแนกสัตว์หน้าดินออกเป็น 4 กลุ่ม เพื่อใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำ กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน และตัวอ่อนแมลงชีปะขาวบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดีมาก กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีปลอก และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำไม่มีปลอก บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำดี กลุ่มที่ 3 ได้แก่ ตัวอ่อนแมลงบ่อ กุ้งและปู บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำพอใช้ กลุ่มที่ 4 ได้แก่ตัวอ่อนแมลงและไส้เดือนน้ำจืดบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเลว และหากไม่มีสัตว์เลยบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำเลวมาก จันทา[9] ศึกษาถึงผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตร ต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารลุ่มน้ำปะทิว จังหวัดชัยภูมิ พบดัชนีชี้วัดทางชีวภาพที่เหมาะสมในการนำมาเป็นตัวชี้วัด คือ จำนวนชนิด และร้อยละของ EPT Sangpradub *et al.*[10] ได้ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อม ต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในลุ่มน้ำพอง ด้วยการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพของน้ำ และ ศึกษาองค์ประกอบโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ตลอดลำน้ำพอง พบว่ามีความสัมพันธ์กันมาก บริเวณที่น้ำมีคุณภาพดี มีจำนวนชนิดของสัตว์มากกว่า โดยเฉพาะอย่างยิ่งตัวอ่อนแมลงชีปะขาว แมลงสโตนฟลาย และแมลงหนอนปลอกน้ำ สัตว์เหล่านี้มีจำนวนชนิด และจำนวนตัวลดน้อยลง ในสถานที่ที่น้ำมีคุณภาพเสื่อมลง และในบริเวณสถานที่ที่น้ำมีคุณภาพเสื่อมมาก เนื่องจากการปนเปื้อนของมลพิษไม่พบตัวอ่อนแมลงกลุ่มนี้เลย แต่พบตัวอ่อนริ้นน้ำจืด หนอนแดงวงศ์ Chironomidae และไส้เดือนน้ำจืดซึ่งจัดเป็นกลุ่มสัตว์ที่ทนต่อมลพิษ ทางภาคกลาง วุฒาและคณะ[11] ศึกษาสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยา พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม มีแนวโน้มว่าเมื่อปริมาณอินทรีย์สาร และปริมาณโคลนเลนสูงขึ้นจะพบสัตว์หน้าดินหนาแน่นมากขึ้น ในเขตลุ่มน้ำทางภาคใต้ พงศ์ศักดิ์[3] ได้ศึกษาผลกระทบของการใช้พื้นที่ต่อคุณภาพน้ำ บริเวณลุ่มน้ำตาป จังหวัดสุราษฎร์ธานี พบว่ากลุ่มสัตว์หน้าดินโดยส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Baetidae, Corixidae, Protoneuridae, Palaemonidae และ Oligochaetes ซึ่งเป็นกลุ่มที่มีความทนทานต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษ พบมากในบริเวณจุดศึกษาที่เป็นแหล่งชุมชนเมือง ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ใน ขณะที่การปรากฏของสัตว์หน้าดินในกลุ่มTrichoptera, Plecoptera และ Ephemeroptera พบเป็นจำนวนมากในจุดควบคุม เนื่องจากสัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้มีความทนทานน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม ในต่างประเทศ Azrina *et al.*[12] ศึกษาผลกระทบของการใช้พื้นที่ต่อคุณภาพน้ำ การกระจายและความหลากหลายทางชีวภาพ ของสัตว์หน้าดิน

บริเวณแม่น้ำ Langat เพนนิงซูล่า ประเทศมาเลเซีย พบว่า สัตว์หน้าดินต้นน้ำมีความหลากหลายมากกว่าปลายน้ำ บริเวณต้นน้ำส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่ม Ephemeroptera และ Chironomid dipteran ซึ่งเป็นสัตว์ที่มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม ส่วนกลุ่มที่ทนทานต่อการปนเปื้อนของสารมลพิษ พบมากในบริเวณปลายน้ำ ซึ่งเป็นจุดศึกษาที่เป็นแหล่งชุมชนเมือง ได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ ส่วนใหญ่อยู่ในวงศ์ Oligochaeta การพิจารณาความสัมพันธ์ของจุดศึกษาระหว่างคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และการปรากฏของสัตว์หน้าดินแต่ละชนิด พบว่า ความหลากหลาย และความชุกชุมได้รับอิทธิพลจากปริมาณของแข็งแขวนลอยทั้งหมด และค่าความนำไฟฟ้าของน้ำในแม่น้ำ

Biotic Indices Score ดัชนีชีวภาพ เป็นวิธีการใช้ระบบค่าคะแนน เช่น BMWP (Biological Monitoring Working Party), BMWP-ASPT (Average Score Per Taxa), FBI (Family Biotic Index), HBI (Hisenhoff Biotic Index) เป็นต้น ระบบที่นิยมใช้ได้แก่ BMWP โดยนักนิเวศวิทยาประเทศอังกฤษ ได้พัฒนาระบบนี้ ซึ่งมีหลักการ คือ ให้ค่าคะแนนตามความทนต่อมลพิษของสัตว์ในระดับวงศ์ สัตว์กลุ่มใดทนมลพิษได้มาก ค่าคะแนนจะน้อย แต่หากกลุ่มใดทนได้น้อยค่าคะแนนก็มาก[13] ต่อมาพบว่าค่าคะแนนที่ได้ในระบบนี้ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารปนเปื้อนที่มีอยู่จริง มักได้ผลไม่ตรงกัน แต่หากนำผลรวมค่าคะแนนจากระบบ BMWP ของแต่ละวงศ์มาหารด้วยจำนวนวงศ์ของสัตว์ที่พบ ในสถานีนั้นๆ จะได้เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะช่วยให้ผลความแปรปรวนที่เกิดจากฤดูกาล และขนาดของถ้ำธาร[14] นอกจากนี้ Hisenhoff[15] ได้ปรับปรุงมาเป็นระบบ Hisenhoff Biotic Index (HBI) ซึ่งแตกต่างจาก BMWP ตรงที่หากสัตว์กลุ่มใดทนต่อมลพิษได้มาก จะมีค่าคะแนนสูง หากกลุ่มใดทนต่อมลพิษได้น้อย ค่าคะแนนจะต่ำ ดังนั้นผลรวมของคะแนนโดยวิธีนี้ หากได้คะแนนสูงแสดงว่าแหล่งน้ำนั้น มีสิ่งเจือปนมากกว่าแหล่งน้ำที่มีผลรวมคะแนนน้อย และการคำนวณวิธีนี้เป็นการศึกษาเชิงปริมาณ โดยมีการนำเอาจำนวนตัวมาคำนวณด้วย ซึ่งแตกต่างจากการคำนวณของ BMWP ที่ใช้การปรากฏพบหรือไม่เท่านั้นซึ่งเป็นวิธีศึกษาในเชิงคุณภาพ การใช้ HBI ในการประเมินคุณภาพน้ำในประเทศไทย มีใช้อย่างแพร่หลาย เช่น รุ่งทิศา[16] ได้นำกลุ่มสัตว์หน้าดินประเมินคุณภาพน้ำในแม่น้ำปิงทางภาคเหนือของไทยโดยใช้ Diversity index, ASPT, EPT ratio และ HBI พบว่า HBI เหมาะสมรองจาก ASPT^{thai} ในการประเมินคุณภาพน้ำเนื่องจาก มีความสัมพันธ์ในทางที่ตรงกันกับค่า NH₄⁺ และมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่า DO ส่วนการศึกษาของ Chiangthong[17] ในการประเมินคุณภาพน้ำกลุ่มน้ำแม่คำ โดยใช้แมลงน้ำในการคำนวณดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพคะแนน BMWP^{thai} ร่วมกับ ASPT สัตว์ส่วน EPT ต่อแมลงทั้งหมด และ HBI พบว่าการนำไฟฟ้า ปริมาณไนโตรเจน-ไนโตรเจน และ ฟอสเฟต มีความสัมพันธ์กับการปรากฏของแมลงน้ำรวมถึงค่า BMWP^{thai} -ASPT สัตว์ส่วน EPT ต่อแมลงทั้งหมดในขณะที่ค่าดัชนีความหลากหลาย มีความสัมพันธ์กับความเร็วกระแสน้ำ ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ความเป็นด่าง และค่าการนำไฟฟ้า สำหรับค่า HBI ไม่เหมาะกับการใช้ ปัจจุบันประเทศไทยยังไม่มีคู่มือ และวิธีการมาตรฐานสำหรับประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพในการช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพน้ำ

4. วิธีดำเนินงาน

4.1 พื้นที่ศึกษา เป็นพื้นที่ของแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขา คือ คลองพะแสง คลองสก และ คลองยัน ครอบคลุมพื้นที่ 4 อำเภอ ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี ได้แก่ อ.บ้านตาขุน อ.พนม อ.คีรีรัฐนิคม และ อ.พุนพิน กำหนดจุดศึกษาตลอดลำน้ำรวม 12 จุดศึกษา โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดจุดศึกษา ต้องเป็นตัวแทนของจุดศึกษา ปนเปื้อน และจุดศึกษาอ้างอิง โดยแต่ละจุดศึกษาจะให้ครอบคลุมทุกกิจกรรมของการใช้พื้นที่ โดยมีลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินต่างๆ กันประกอบด้วย พื้นที่บริเวณป่าอนุรักษ์ พื้นที่บริเวณการเกษตร พื้นที่บริเวณแหล่งชุมชน การเลี้ยงปลาในกระชัง การขุดทรายเพื่อประกอบธุรกิจ โรงงานอุตสาหกรรม และบริเวณที่เป็นเขื่อน รวมไปถึง

ถึงการใช้อยู่อาศัยทั้งทางอุปโภคและบริโภค โดยพื้นที่ทำการศึกษาคือครอบคลุมพื้นที่ระหว่างละติจูดที่ 9°5'11.33"N และ 8°50'46.24"N กับลองจิจูด 99°10'10.03"E และ 98°45'25.72"E รวมจุดเก็บตัวอย่าง 12 จุดศึกษา ใน 4 คลอง คือแม่น้ำพุมดวง คลองยัน คลองพะแสง และคลองสก

จุดเก็บตัวอย่างจำนวน 12 จุดศึกษา มีลักษณะการวางตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างตามระยะห่าง ลักษณะกิจกรรมและการปนเปื้อนของสิ่งต่างๆ ของแต่ละช่วงคลอง โดยแม่น้ำพุมดวง ซึ่งเป็นจุดที่ค่อนข้างมีผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆ มาก เช่น ทำการเกษตรกรรม การเลี้ยงปลากระชัง อุโมงค์ และโรงงานอุตสาหกรรมสุรา มีการขุดทรายจากลำน้ำ บ้านเรือนชุมชน ร้านอาหาร วัด และตลาดสดขนาดใหญ่ พื้นที่ท้องน้ำมีทั้งตะกอนดินสีดำ สีแดง โคลน ดินปนทราย ดินเหนียวปนทราย หิน และดินเหนียวผสมหิน มีการวางจุดเก็บตัวอย่าง 4 จุด ได้แก่ PD01, PD02, PD03 และ PD04 คลองยันเป็นแหล่งธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ ยังมีผลกระทบน้อย กิจกรรมต่างๆ ยังมีไม่มากนัก เช่น ทำเกษตรกรรม มีการพังทลายของหน้าดินบริเวณริมตลิ่ง บ้านเรือนชุมชนไม่ค่อยหนาแน่นมากนัก วัด และเป็นตลาดสดขนาดเล็ก ลานเทศบาล และร้านอาหาร พื้นที่ท้องน้ำเป็นทราย ทรายละเอียด กรวด และหินขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ เป็นจุดศึกษาที่มีความลึกน้อยที่สุดในจำนวนจุดศึกษาทั้งหมด มีการวางจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 3 จุด ได้แก่ K01, K02 และ K03 คลองพะแสง ต้นน้ำของเขื่อนรัชชประภา เป็นคลองที่รองรับน้ำจากการระบายน้ำของเขื่อนรัชชประภา พบการปนเปื้อนและคราบน้ำมันลอยบนผิวน้ำ ทำเกษตรกรรม เช่น สวนยาง สวนผลไม้ มีร้านอาหาร รีสอร์ท บ้านเรือนชุมชนอยู่บ้างเล็กน้อย พื้นที่รอบๆ แหล่งน้ำเป็นเทือกเขา การวางจุดเก็บตัวอย่างจำนวน 2 จุด ได้แก่ KSE01 และ KSE02 คลองสก มีการทำเกษตรกรรม เช่น สวนยาง สวนปาล์ม สวนผลไม้บ้างเล็กน้อย ที่ตั้งของบ้านเรือนชุมชน ร้านค้า ร้านอาหาร และตลาดสดขนาดกลาง มีการใช้ประโยชน์ทั้งทางอุปโภคและบริโภค เช่น ล้างรถ ท่อน้ำเป็นทรายผสม กรวด พื้นที่ท้องน้ำเป็นกรวด หิน และทรายผสมกัน มีการวางจุดเก็บตัวอย่าง 3 จุด ได้แก่ KS01, KS02 และ KS03 ซึ่งถูกกำหนดให้เป็นสถานีอ้างอิง เนื่องจากเป็นจุดที่อยู่ใกล้กับอุทยานแห่งชาติเขาสก เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำคลองสก ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย ทั้งสองฝั่งของจุดศึกษานี้ ยังคงเป็นป่า มีการใช้ประโยชน์ทั้งทางอุปโภคและบริโภคบ้างเล็กน้อย พื้นที่ท้องน้ำค่อนข้างหลากหลายมีทั้งกรวด และทรายผสม ดัง Figure 1

4.2 การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ และ เคมี เก็บตัวอย่างน้ำ 4 ครั้งคือ เดือนสิงหาคม 2553 พฤศจิกายน 2553 กุมภาพันธ์ 2554 และ เดือนพฤษภาคม 2554 นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ บริษัทสุราษฎร์ธานี เบเวอเรจ จำกัด ทำการวิเคราะห์ตัวแปรคุณภาพน้ำต่างๆ ดัง Table 1

4.3 การศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ เก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน 4 ครั้ง บริเวณเดียวกับจุดเก็บตัวอย่างน้ำ โดยทำการศึกษาในเชิงปริมาณ ใช้ Pond net และวิธีการเก็บแบบ Kick method สำหรับจุดศึกษาที่มีความลึกไม่เกิน 50 ซม.ส่วนที่ลึกเกิน 50 ซม.ใช้วิธีเก็บแบบ sweep พืชน้ำบริเวณใกล้ริมฝั่ง เก็บสถานีละ 30 นาทีเท่าๆกัน รักษาสภาพตัวอย่างสัตว์หน้าดินโดยการเติม 70% แอลกอฮอล์ นับจำนวนสัตว์หน้าดินและจำแนกจนถึงระดับวงศ์ โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอ และหนังสือในการวินิจฉัยตัวอย่างของ McCafferty[18], Dudgeon[19]

4.4 ดัชนีทางชีวภาพ วิเคราะห์หาค่า Diversity index โดยวิธีของ Shannon and Weiner[20] BMWP, BMWP^{thai} score, ASPT[14] และ HBI Index

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติน้ำทั้ง 12 จุดศึกษาในฤดูเดียวกันและต่างฤดู โดย Descriptive Statistics และวิเคราะห์ One way ANOVAs ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จัดกลุ่มความคล้ายคลึงของพื้นที่ศึกษาที่บ่งชี้ของสัตว์หน้าดิน ด้วยวิธี Cluster analysis วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของค่าของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพโดยใช้วิธี Pearson's correlation of coefficient และหา



Figure 1 Sampling stations in The Phumduang River and their branches, Surat Thani Province : Phumduang River (PD01, 02, 03, 04), Klong Yun (K01, 02, 03), Klong Phasaeng (KSE01, 02), Klong Sok (KS01, 02, 03)

Table 1 Water quality analysis methods

Parameter	Method	Parameter	Method
Temperature	Thermometer, Barometer	DO	Azide modification of iodometric method
Turbidity	Spectrophotometer model DR 2000	BOD	Azide modification of iodometric method
pH	pH-meter model pH 540 GLP	Total solids	Dried at 103-105 °C
Conductivity	Conductivity meter model LF 538	Nitrite-Nitrogen	UV-visible Spectrophotometer model Cary-100
Alkalinity	Titration	Total phosphorus	UV-visible Spectrophotometer model Cary-100
Hardness	Titration		

ความสัมพันธ์ของดัชนีชีวภาพทั้ง 4 แบบเช่นเดียวกับวงศ์ของสัตว์หน้าดิน เพื่อพิจารณาว่าดัชนีชนิดใดที่เหมาะสมในการประเมินคุณภาพน้ำในครั้งนี

5.ผลการศึกษา/การทดลอง

ผลการศึกษาคณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และ ชีวภาพของแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขา จังหวัดสุราษฎร์ธานี เป็นระยะเวลาต่อเนื่องครอบคลุมตลอดทั้งปีโดยทำการศึกษา 4 ช่วงในเดือนสิงหาคม 2553 เดือนพฤศจิกายน 2553 เดือนกุมภาพันธ์ 2554 และเดือนพฤษภาคม 2554 ทั้ง 12 จุดศึกษาพบว่า

5.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพ อุณหภูมิอากาศมีค่าอยู่ระหว่าง 26-45°C เฉลี่ย 31.44±1.79 อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 24-31°C เฉลี่ย 27.58±0.54 อัตราเร็วของกระแสน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.11-2.35 m/s เฉลี่ย 0.51±0.23 ความขุ่นของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6-135 FTU เฉลี่ย 22.31±8.70 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 6.63-8.08 เฉลี่ย 7.34±0.31 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 53.40-187.20 μ S/cm เฉลี่ย 111.46±31.13

5.2 คุณภาพน้ำทางเคมี ค่าความเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 19.50-92.00 mg/l เฉลี่ย 52.43±17.40 ค่าความกระด้างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 10.50-90.60 mg/l เฉลี่ย 47.18±19.0 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 2.87-8.62 mg/l เฉลี่ย 6.00±1.39 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.08-1.73 mg/l เฉลี่ย 0.43±0.19 ค่าปริมาณไนโตรเจนไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.001-0.518 mg/l เฉลี่ย 0.043±0.01 ปริมาณฟอสเฟตที่ละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.22-2.92 mg/l เฉลี่ย 0.81±0.30

5.3 ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดิน พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 21 อันดับ 67 วงศ์ จำนวน 2,515 ตัว จำนวนของอันดับอยู่ในช่วง 5-16 อันดับ จุดศึกษาที่มีจำนวนอันดับมากที่สุดพบที่จุดศึกษา KS03 และมีจำนวนอันดับต่ำสุด 5 อันดับ พบที่จุดศึกษา KSE02 โดยวงศ์ที่เด่นพบเกือบทุกจุดศึกษาคือวงศ์ Atyidae, Veliidae, Gerridae, Chironomidae, Baetidae, Oligochaetes, Tipulidae, Gomphidae และ Macromiidae ความหลากหลายของวงศ์แต่ละจุดศึกษาอยู่ในช่วง 5-42 วงศ์ จุดศึกษาที่มีวงศ์มากที่สุด พบที่จุดศึกษา KS03 และจุดศึกษาที่มีวงศ์ต่ำสุดพบที่จุดศึกษา KSE02 ดัง Table 4

5.4 ดัชนีทางชีวภาพ ค่า BMWP score มีค่าระหว่าง 6-137 คะแนน เฉลี่ย 91±160.03 ASPT ค่าเฉลี่ยต่อกลุ่มของสัตว์หน้าดินมีค่าระหว่าง 3.00-6.27 เฉลี่ย 4.21±2.05 BMWP^{thai} score มีค่าระหว่าง 12-156 คะแนน เฉลี่ย 71.50±44.34 ASPT^{thai} มีค่าระหว่าง 3.00-6.17 เฉลี่ย 5.12±0.85 ค่าคะแนน HBI มีค่าอยู่ระหว่าง 1.61-6.26 เฉลี่ย 3.84±1.60 Shannon-Wiener Index มีค่าอยู่ระหว่าง 0.76-2.89 เฉลี่ย 1.77±0.77

5.5 การวิเคราะห์ทางสถิติความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดิน พื้นที่ศึกษาและคุณภาพสิ่งแวดล้อม จากการจัดกลุ่มศึกษาด้วยวิธี Cluster analysis โดยอาศัยการปรากฏของวงศ์สัตว์หน้าดินเป็นตัวกำหนด สามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 4 กลุ่มคือกลุ่มที่ 1 พบสัตว์หน้าดินมากที่สุด ได้แก่จุดศึกษา KS03 โดยจุดศึกษาในบริเวณดังกล่าวเป็นกลุ่มที่อยู่ต้นน้ำ มีป่าเขาล้อมรอบมีการปนเปื้อนจากการเกษตรและน้ำทิ้งจากครัวเรือนน้อย กลุ่มที่ 2 พบสัตว์หน้าดินปานกลาง ได้แก่จุดศึกษา K02, K03 และ KS02 ลักษณะของพื้นที่ในบริเวณดังกล่าว

เริ่มมีการปนเปื้อนของสารเคมีจากการทำการเกษตร น้ำทิ้งจากครัวเรือน ตลาดสดขนาดเล็ก และมีบ้านเรือนชุมชนไม่ค่อหนาแน่นมากนัก กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่พบสัตว์หน้าดินปานกลางถึงน้อย ได้แก่จุดศึกษา PD03 และ K01 ลักษณะของพื้นที่ในบริเวณดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารเคมี จากการทำการเกษตรกรรม น้ำทิ้งจากครัวเรือน และมีบ้านเรือนชุมชนไม่ค่อหนาแน่นมากนัก กลุ่มที่ 4 พบ สัตว์หน้าดินน้อยที่สุด ได้แก่จุดศึกษา PD01, PD02, PD04, KSE01, KSE02 และ KS01 ส่วนใหญ่เป็นจุดศึกษาที่อยู่ในย่านชุมชน ลักษณะของพื้นที่ในบริเวณดังกล่าวมีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากการทำการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม การปล่อยน้ำทิ้งจากชุมชน การเลี้ยงปลากระชัง อยู่ช่อมรถ การขุดทรายจากลำน้ำ ร้านอาหาร รีสอร์ท และรองรับน้ำจากการระบายน้ำของเขื่อนรัชชประภา ดัง Figure 2 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ และเคมี โดยใช้กลุ่มของพื้นที่ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกลุ่มศึกษาของสัตว์หน้าดิน มาใช้ในการจัดแบ่ง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย พบว่า มีปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความแตกต่างกันใน 4 กลุ่มศึกษาคือ ค่า River-width, Velocity, pH, Conductivity, Alkalinity, Hardness และ DO เป็นตัวกำหนดความแตกต่างระหว่างจุดศึกษา ดัง Table 2 จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชีวภาพและ คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ด้วย Pearson's correlation of coefficient พบว่า ASPT มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า pH ($P<0.01$) เช่นเดียวกับ DO และ $\text{NO}_2\text{-N}$ ($P<0.05$) $\text{ASPT}^{\text{thai}}$ มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับ Velocity, pH และ DO ($P<0.05$) Diversity index มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับ DO ($P<0.01$) เช่นเดียวกับ Velocity และ pH ($P<0.05$) แต่อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม ($P<0.05$) ส่วน HBI นั้นไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรใดๆเลย ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า Diversity index มีความเหมาะสมมากที่สุดสำหรับการประเมินคุณภาพน้ำในการศึกษาครั้งนี้ $\text{ASPT}^{\text{thai}}$ และ ASPT เหมาะสมรองลงไป การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างวงศ์ของสัตว์หน้าดิน และคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีบางประการด้วย Pearson's correlation of coefficient พบว่าวงศ์ Unionidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Conductivity,

Alkalinity และ Hardness ($P<0.05$) ในขณะที่วงศ์ Elmidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกัน กับค่า pH ($P<0.05$) ส่วนวงศ์ Gyrinidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับ Velocity ($P<0.01$) วงศ์ Helodidea มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า PO_4 ($P<0.01$) วงศ์ Heteroceridae, Hydrophilidae และ Psephenidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกัน กับค่า BOD ($P<0.05$) ในขณะที่ $\text{NO}_2\text{-N}$ ($P<0.05$) มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับวงศ์ Atyidae วงศ์ Baetidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.01$) ค่า DO ($P<0.05$) มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับวงศ์ Caenidae ค่า Velocity ($P<0.05$) มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับ วงศ์ Ephemeridae, วงศ์ Heptageniidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า pH และ DO ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม กับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.05$) วงศ์ Naucoridae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.01$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า DO ($P<0.05$) วงศ์ Notonectidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Conductivity และค่า TS ($P<0.05$) วงศ์ Calopterygidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่า $\text{NO}_2\text{-N}$ ($P<0.05$) ส่วนวงศ์ Chlorocyphidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม กับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.05$) และมีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า pH ($P<0.05$) วงศ์ Libellulidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.05$) วงศ์ Macromiidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า pH และ DO ($P<0.05$) วงศ์ Protoneuridae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า pH ($P<0.05$) วงศ์ Peltoperlidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Turbidity ($P<0.05$) และมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับอุณหภูมิ น้ำ ($P<0.05$) วงศ์ Perlidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่า Conductivity, Alkalinity และ Hardness ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Turbidity ($P<0.01$) วงศ์ Ecnomidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับค่า Alkalinity และ Hardness ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Velocity ($P<0.05$) ดัง Table 3

Figure 2 The cluster analysis of sampling period by using macro invertebrates diversity of Phumduang River and their branches from August 2010 to May 2011

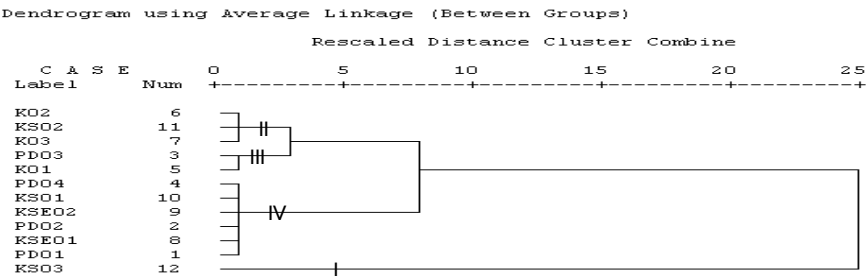


Table 2 Mean $\pm$ SD environmental parameter value of each dendrogram group with differences the $P<0.05$ level indicated from ANOVA analysis. Value followed by the some letter are not different at $P<0.05$

Parameter	Unit	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
River width	M	45.50 $\pm$ 0.00 ^a	42.90 $\pm$ 17.42 ^a	60.80 $\pm$ 14.97 ^{ab}	96.83 $\pm$ 59.46 ^b
Velocity	m/s	0.64 $\pm$ 0.25 ^a	0.61 $\pm$ 0.28 ^a	0.74 $\pm$ 0.67 ^{ab}	0.36 $\pm$ 0.28 ^{ac}
pH	-	7.76 $\pm$ 0.26 ^a	7.59 $\pm$ 0.26 ^a	7.28 $\pm$ 0.21 ^b	7.17 $\pm$ 0.34 ^b
Conductivity	$\mu\text{S}/\text{cm}$	141.13 $\pm$ 17.68 ^{ac}	94.13 $\pm$ 38.63 ^b	95.96 $\pm$ 22.78 ^{ab}	120.34 $\pm$ 33.57 ^a
Alkalinity	mg/l	69.50 $\pm$ 9.26 ^a	42.33 $\pm$ 23.56 ^b	44.69 $\pm$ 12.98 ^b	57.21 $\pm$ 16.48 ^a
Hardness	mg/l	65.10 $\pm$ 9.80 ^a	35.69 $\pm$ 25.35 ^b	38.45 $\pm$ 13.62 ^b	52.85 $\pm$ 17.88 ^{ab}
DO-Dissolved oxygen	mg/l	7.55 $\pm$ 0.37 ^a	7.30 $\pm$ 0.75 ^{ab}	5.76 $\pm$ 1.35 ^{bc}	5.17 $\pm$ 1.49 ^c

Table 3 Pearson's correlation values and significance levels between macro invertebrates families and environmental parameters. Only significant values are reported. *P< 0.05, **P< 0.01

Family	Water Temp.	Velocity	Tur.	pH	Cond	Alkalinity	Hardness	DO	NO ₂ -N	PO ₄	TS	BOD
Unionidae					0.637 [*]	0.629 [*]	0.625 [*]					
Elmidae				0.605 [*]								
Gyrinidae		0.791 ^{**}										
Helodidae									0.841 ^{**}			
Heteroceridae												0.661 [*]
Hydrophilidae												0.661 [*]
Psephenidae												0.661 [*]
Atyidae									0.602 [*]			
Baetidae	-0.777 ^{**}											
Caenidae								0.581 [*]				
Ephemeraeidae		0.676 [*]										
Heptageniidae	-0.646 [*]			0.673 [*]				0.612 [*]				
Naucoridae	-0.790 ^{**}							0.583 [*]				
Notonectidae					0.626 [*]						0.592 [*]	
Calopterygidae									0.579 [*]			
Chlorocyphidae	-0.594 [*]			0.600 [*]								
Libellulidae	-0.618 [*]											
Macromiidae				0.586 [*]				0.655 [*]				
Protoneuridae				0.595 [*]								
Peltoperlidae	-0.628 [*]		0.684 [*]									
Perlidae			0.763 ^{**}		-0.620 [*]	-0.677 [*]	-0.693 [*]					
Ecnomidae		0.663 [*]				-0.600 [*]	-0.593 [*]					

6.การอภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายและทางเคมีในพื้นที่บริเวณแม่น้ำพุมดวง และคลองสาขา คือ คลองพะแสง คลองศก และคลองยัน จังหวัดสุราษฎร์ธานี ทั้ง 12 จุดศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำมีค่าอยู่ในช่วง 24-31^oC โดยความแตกต่างของอุณหภูมิมีขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอากาศ และสิ่งแวดล้อมบริเวณจุดศึกษา ซึ่งอุณหภูมิจะมีผลต่อสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดและกลุ่มที่อาศัยอยู่ในน้ำ เนื่องจากจะสามารถอาศัยอยู่ได้ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่ออัตราการหายใจและระบบเมตาบอลิซึม[21] เมื่อเทียบกับแหล่งน้ำธรรมชาติของประเทศไทยที่มีค่าอยู่ระหว่าง 20-35^oC พบว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ แต่มีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล คือ ต่ำในฤดูร้อน และ สูงในฤดูร้อนซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจำเนียรและนิวัติ[22]รายงานว่าอุณหภูมิของน้ำในลำธารในพื้นที่ทุกแห่ง ที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ จะผันแปรตามอุณหภูมิอากาศ หรือฤดูกาล อัตราเร็วของกระแสน้ำมีความแตกต่างกันระหว่างเดือนโดยพบว่าเดือนพฤศจิกายน 2553 และเดือนพฤษภาคม 2554 นั้น อัตราเร็วของกระแสน้ำสูงกว่าเดือนอื่นๆ เนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำมากไหลแรงและเร็วกว่าเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูแล้ง ในขณะที่จุดศึกษา KSE01 และ 02 อัตราเร็วกระแสน้ำขึ้นอยู่กับการระบายน้ำของเขื่อนรัชชประภา ความขุ่นของน้ำมีค่าสูงที่สุดถึง 135 FTU สาเหตุหลัก ความขุ่นมีค่าสูงขึ้นเนื่องจากเข้าสู่ฤดูฝนมีการพังทลายของหน้าดินน้ำฝนได้ชะตะกอนดินลงสู่แม่น้ำ ทำให้มีการพังกระจายของตะกอนมาก ค่า pH ของน้ำมีค่าระหว่าง 6.63-8.08 ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติของมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินทั่วไป[23] ค่า pH มีค่าสูงในปลายฤดูฝน ซึ่งเกิดจากการชะล้างแร่ธาตุจากพื้นที่ลงสู่แม่น้ำทำให้มีค่าสูงขึ้น ส่วนค่าการนำไฟฟ้า มีค่าอยู่ระหว่าง 53.50-187.20 μ S/cm จุดศึกษา KS01 มีการนำไฟฟ้าที่สูงที่สุด เนื่องจากอยู่ใกล้กับย่านชุมชน ตลาดนัด มีการปล่อยน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่างๆ นอกจากนี้ สาเหตุหลักส่วนใหญ่เนื่องจากการพังทลายของหน้าดินที่ชะเอาไอออนชนิดต่างๆลงสู่แหล่งน้ำ ค่าการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเป็นลำดับจาก เดือนสิงหาคม เดือนพฤศจิกายน (ฤดูฝน) และสูงที่สุดในเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากเป็นฤดู

ร้อนปริมาณน้ำในแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขามีปริมาณลดลง ส่งผลให้ปริมาณไอออนในน้ำความเข้มข้นมากกว่าเดิม นอกจากนี้ค่าการนำไฟฟ้า ยังได้รับผลกระทบจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์เช่น การเกษตรกรรม และการปล่อยน้ำทิ้งจากชุมชน[17] แต่มีแนวโน้มลดลงในเดือนพฤษภาคมเนื่องจากเป็นช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำฝนลงสู่แม่น้ำมากขึ้น ทำให้ธาตุมีประจุไฟฟ้าน้อยลง แต่อย่างไรก็ตามค่าการนำไฟฟ้าของทุกจุดเก็บตัวอย่างมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ส่วนค่าความเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 19.50-92.00 mg/L ค่าความเป็นด่างเป็นดั่งบ่งชี้ว่ามีการปนเปื้อนของ ไอออน คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต และ ไฮดรอกไซด์ โดยแหล่งกำเนิดที่สำคัญมาจากฝนและดิน[17] โดยจุดศึกษาที่มีค่าเฉลี่ยความเป็นด่างสูงกว่าจุดอื่นๆคือจุดศึกษา KS01, 02 และ 03 เนื่องจากจุดศึกษาดังกล่าวตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณเขาคอก ที่มีสภาพธรณีวิทยาเป็นภูเขาหินปูนสูงสลับซับซ้อน ความกระด้าง มีค่าอยู่ระหว่าง 10.50-90.60 mg/L มีค่าเฉลี่ย 47.18 mg/L จัดอยู่ในน้ำกระด้างเล็กน้อย ความกระด้างโดยตัวเองแล้วไม่มีผลกระทบต่อทางชีววิทยา ค่า DO มีค่าอยู่ระหว่าง 2.87-8.62 mg/L ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่1 ถึง 4 โดยจุดศึกษาที่มีค่า DO สูงสุดพบที่จุดศึกษา KS03 เนื่องจากเป็นจุดศึกษาที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมการใช้พื้นที่น้อย ส่วนจุดศึกษาที่มีค่า DO ต่ำสุดพบที่บริเวณจุดศึกษา KSE02 ได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำของเขื่อนทำให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำลง ในส่วนค่า BOD พบว่าจุดศึกษาที่อยู่ในย่านชุมชน จะมีปริมาณค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นถึงการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของรุ่งทิศา[16] ที่ทำการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแม่น้ำปิงในช่วงปี 2547-2548 หลังผ่านย่านชุมชนพบว่าค่า BOD สูงขึ้นในจุดที่ตั้งอยู่ในแหล่งชุมชน ค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำ พบว่าจุดศึกษา KS01, 02 และ 03 มีค่าสูงกว่าจุดอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับการนำไฟฟ้า, ความเป็นด่าง และความกระด้าง โดยค่านำไฟฟ้า และค่าของแข็งทั้งหมดในน้ำจะแปรผันตามกัน[24] ในส่วนของธาตุอาหารที่ปนเปื้อนมาจากปุ๋ยเคมีในการทำเกษตร ซึ่งถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำลำคลองในรูปแบบไนโตรเจน-ไนโตรเจนมีค่าระหว่าง 0.001-0.518 mg/L ระดับการ

Table 4 Macroinvertebrates were found in August 2010-May 2011 at study site, Phumduang River and their branches, Surat Thani Province, Thailand

Study site	Klong Phumduang				Klong Yan			Klong Seang		Klong Sok		
	PD01	PD02	PD03	PD04	K01	K02	K03	KSE01	KSE02	KS01	KS02	KS03
Order Amphipoda												
Family Hyalidae				1					1		1	1
Order Bivalvia												
Family Sphaeriidae						1						
Order Unionoida												
Family Unionidae										1	1	
Order Coleoptera												
Family Cercionidae			1									1
Chrysomelidae												1
Dryopidae												3
Dytiscidae			15				2			2	8	2
Elmidae	2				1		1				7	7
Gyrinidae				2	29	3	6					6
Helodidae	1											
Heteroceridae						30						
Hydrophilidae						1						
Psephenidae						1						
Scirtidae											1	
Staphylinidae												1
Order Collembora												
Family Entomobryidae				1								1
Order Decapoda												
Family Atyidae	215	158	28	2	40	25	20	4		19	46	36
Parathelphusidae							2	1				
Order Diptera												
Family Ceratopogonidae	2				3							2
Chironomidae	6	7	6	31	10	12	21		1	1	8	19
Psychodidae							1					
Tabanidae		2						3			2	
Tipulidae	1		1		3	10	1			1	4	36
Order Ephemeroptera												
Family Baetidae			1	1	2	4	22				5	38
Caenidae						9	5				1	5
Ephemeridae		2	2		200	67	1					2
Heptageniidae			1		3		4				9	10
Leptophlebiidae				1		2						1
Neophemeridae							1					
Oligoneuridae		1										
Order Gastropoda												
Family Planorbidae		1										
Order Architaenioglossa												
Family Viviparidae	2								6			
Order Sorbeoconcha												
Family Marginellidae			35			1						10
Thiaridae								27	82	109	2	
Order Hemiptera												
Family Cercopidae						1						
Corixidae			1		1						1	1
Gerridae			9	6	27	11	51	48		35	11	27
Hebridae											1	1
Mesoveliidae											1	
Naucoridae						2	6				1	6
Nepidae						1						
Notonectidae										4	1	
Pleidae				1			1				9	
Veliidae				10	2		4	2		1	18	1
Order Lepidoptera												
Family Pyralidae	7						1					3
Order Odonata												
Family Aeshnidae		1										1
Calopterygidae	1					1	1					1
Chlorocyphidae	1		1				2				4	3
Coenagrionidae	2											4
Corduliidae												4
Gomphidae	2		3		1	4	3			1	1	41
Libellulidae			1				1					5
Macromiidae		2	2		5	20	9				5	18
Protoneuridae											1	1
Suborder Oligochaeta												
Family Oligochaetes	5	22	47	48	12	4		21	26	46	3	91
Order Plecoptera												
Family Peltoperlidae							2					
Pertidae						5	9					
Order Trichoptera												
Family Brachycentridae												1
Ecmonidae	2			1	7	4	2					
Hydropsychidae				1		2						1
Phitopotamidae											1	
Polycentropodidae	1											
Order Araneae												
Family Pisauridae	1		1				2	1			1	4
Tetraenathidae	1											2
Order Blattodea												
Family Cryptocercidae			1								18	4
Order Hymenoptera												
Family Diapriidae												5
Order Orthoptera												
Family Tetrigidae							8	25			1	1
Total	252	196	156	106	346	221	189	132	116	220	173	408

ปนเปื้อนของธาตุอาหารเหล่านั้นจัดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 1 ฟอสเฟตที่ละลายน้ำมีค่าระหว่าง 0.22-2.92 mg/l ส่วนใหญ่มาจากน้ำที่ใช้ในการชักพอกจากอุตสาหกรรม ครวเรือน หรือปุ๋ยที่ใช้จากเกษตรกรรมแล้วถูกชะมาตามน้ำฝน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของรุ่งทิพา[16] ที่พบว่าจุดศึกษาที่มีค่าปริมาณสารอาหารโดยเฉพาะ ไนเตรต-ไนโตรเจน และแอมโมเนีย-ไนโตรเจนสูงในจุดศึกษาที่บ้านเรือนชุมชนหนาแน่น และทำเกษตรกรรมริมฝั่ง ในส่วนความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์หน้าดินพบทั้งหมด 2,515 ตัว ใน 3 ฝั่ม 21 อันดับ 67 วงศ์ โดยมีความหลากหลายของอันดับอยู่ในช่วง 5-16 อันดับ ความหลากหลายของวงศ์อยู่ในช่วง 5-42 วงศ์ ซึ่งความหลากหลายของวงศ์ที่ปรากฏจะมีค่าสูงในจุดที่มีคุณภาพน้ำดี เช่น ในจุดศึกษาที่เป็นจุดควบคุม ความหลากหลายของวงศ์สูงกว่าจุดอื่นๆ เนื่องจากจุดศึกษานี้มีถิ่นอาศัยเหมาะสมสำหรับกลุ่มสัตว์หน้าดิน มีพื้นที่น้ำที่หลากหลาย กระแสน้ำไหลไม่แรงมีระดับน้ำค่อนข้างคงที่ตลอดปี มีพืชริมฝั่งปกคลุมตลอดสาย และมีการรบกวนจากพื้นที่ริมฝั่งน้อย สอดคล้องกับอรรถวรรณ[25] ที่กล่าวว่าสัตว์ที่เกาะริมฝั่งจะมีความหลากหลายมากกว่าสัตว์หน้าดิน และความหลากหลายจะขึ้นอยู่กับความหลากหลายชนิดของพื้นที่น้ำและองค์ประกอบของพืชริมฝั่งเป็นสำคัญ และจุดศึกษาที่มีความหลากหลายของวงศ์ต่ำสุด คือจุดศึกษา KSE02 ซึ่งมีการรบกวนจากพื้นที่ริมฝั่งมาก เช่นจากการทำการเกษตรกรรม ที่รองรับน้ำจากการระบายน้ำของเขื่อน ร้านอาหาร และรีสอร์ท ครบสนิมและคราบน้ำมันลอยบนผิวน้ำ พื้นที่น้ำเป็นกรวด และหินขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งจุดศึกษานี้มีถิ่นอาศัยไม่เหมาะสม สำหรับกลุ่มสัตว์หน้าดินวงศ์ที่เด่นส่วนใหญ่คือ Atyidae, Chironomidae, Oligochaetes, Gerridae, Tipulidae, Baetidae, และ Veliidae สามารถพบได้ในแทบทุกคุณภาพน้ำ ทนทานต่อการปนเปื้อนของสารพิษจึงสามารถพบได้ทั่วไป ขณะที่การปรากฏของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Heptageniidae, Ephemeridae, Perlidae, Gomphidae, Macromiidae และ Ecnomidae พบมากในจุดควบคุม เช่น จุดศึกษา K01, 02, 03 ,KSO2 และ 03 ทั้งนี้เนื่องจากสัตว์หน้าดินในกลุ่มนี้ มีความทนทาน น้อยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม[26] จากการวิเคราะห์ การจัดกลุ่มศึกษาโดยใช้วงศ์ของสัตว์หน้าดินเป็นตัวกำหนดตามความเหมือนกันของจุดศึกษาโดยอาศัยการปรากฏของสัตว์หน้าดินเป็นตัวกำหนด สามารถแบ่งจุดศึกษาออกเป็น 4 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกเป็นกลุ่มที่พบจำนวนสัตว์หน้าดินมากที่สุดซึ่งเป็นจุดศึกษาที่อยู่ต้นน้ำ มีป่าเขาล้อมรอบ มีการปนเปื้อนจากการเกษตรและน้ำทิ้งจากครัวเรือนน้อย ส่วนกลุ่มที่ 2 และ 3 พบจำนวนสัตว์หน้าดินปานกลางถึงน้อย ส่วนกลุ่มที่ 4 พบสัตว์หน้าดินน้อยส่วนใหญ่เป็นจุดศึกษาที่อยู่ในย่านชุมชนและอยู่ปลายน้ำเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางกายภาพและเคมี โดยใช้กลุ่มของพื้นที่ซึ่งเป็นผลมาจากการจัดกลุ่มศึกษาของสัตว์หน้าดินมาใช้ในการจัดแบ่ง ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพบว่าปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมซึ่งมีความแตกต่างกันใน 4 กลุ่มศึกษาคือค่า River-width, Velocity, pH, Conductivity, DO, Alkalinity และ Hardness จากการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีชีวภาพ และคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีพบว่า Diversity index เหมาะสมในการประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขามากที่สุด เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับ อุณหภูมิ, Velocity, pH และ DO ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Chiangthong[17] ที่พบว่า Diversity index เหมาะสมในการประเมินคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำแม่คำ ในอำเภอจัน อำเภอมะป้าหลวง จังหวัดเชียงราย เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับค่า DO, Velocity Conductivity และ Alkalinity และจากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า มี 2 ดัชนี ที่เหมาะสมรองลงไป คือ ASPT และ $ASPT^{Thai}$ ส่วน HBI ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรใดๆเลย สอดคล้องกับการศึกษาของ Chiangthong[17] ที่พบว่า HBI ไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรใดๆเลย จากการประเมินคุณภาพน้ำด้วย Diversity index สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำระหว่างเดือนสิงหาคม 2553-เดือนพฤษภาคม 2554 คุณภาพน้ำมีค่าระหว่างค่อนข้างสกปรก-ค่อนข้างดี โดยพบว่าจุดศึกษา PD01, 02 และ KSE02 มีคุณภาพน้ำต่ำสุด การวิเคราะห์หาความ

สัมพันธ์ระหว่างวงศ์ของสัตว์หน้าดิน และ คุณสมบัติทางกายภาพ และเคมี พบว่า วงศ์ Heptageniidae มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกัน กับค่า pH และ DO ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม กับอุณหภูมิ ($P<0.05$) ส่วนวงศ์ Perlidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม กับค่า Conductivity, Alkalinity และ Hardness ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกัน กับค่า Turbidity ($P<0.01$) ในขณะที่วงศ์ Ecnomidae มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้าม กับค่า Alkalinity และ Hardness ($P<0.05$) แต่มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับค่า Velocity ($P<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของ Watanasit[27] ที่พบว่าจำนวนตัวของสัตว์หน้าดินใน Order Ephemeroptera, Plecoptera, Tricoptera และ Diptera มีความสัมพันธ์ในทางที่ตามกันกับ Velocity

7.สรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินคุณภาพน้ำของแม่น้ำพุมดวง และคลองสาขาโดยใช้คุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี ร่วมกับสัตว์หน้าดินเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพ รวมถึงเปรียบเทียบดัชนีชีวภาพทั้ง 4 แบบ เพื่อให้เหมาะสม กับการนำไปประเมินคุณภาพน้ำ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า

7.1 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 3 ฝั่ม 21 อันดับ 67 วงศ์ 2,515 ตัว สัตว์หน้าดินที่ปรากฏในแม่น้ำพุมดวงและคลองสาขาสวนใหญ่อยู่ในวงศ์ Atyidae, Chironomidae, Oligochaetes, Gerridae, Tipulidae, Baetidae, และ Veliidae พบมากในบริเวณจุดศึกษาที่เป็นแหล่งชุมชนเมืองได้รับผลกระทบจากการใช้พื้นที่ ขณะที่การปรากฏของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Heptageniidae, Ephemeridae, Perlidae, Gomphidae, Macromiidae และ Ecnomidae พบมากในจุดควบคุม เนื่องจากมีความทนทานน้อยต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อม

7.2 การประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี ตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินของประเทศไทย สามารถแบ่งจุดศึกษาได้เป็น 4 กลุ่ม คือ คุณภาพน้ำดี ได้แก่จุดศึกษา KS03, K02, 03 และ KS02 คุณภาพค่อนข้างดีถึงปานกลาง ได้แก่จุดศึกษา PD03 และ K01 คุณภาพน้ำปานกลางถึงค่อนข้างสกปรก ได้แก่จุดศึกษา PD01, 02, 04, KSE01, 02 และ KS01 และได้ผลเช่นเดียวกับการใช้สัตว์หน้าดินประเมินคุณภาพน้ำ ซึ่งคุณภาพของแหล่งน้ำนั้นจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ต้นน้ำและบริเวณใกล้เคียง

7.3 การศึกษาเปรียบเทียบดัชนีชีวภาพทั้ง 4 แบบ พบว่า HBI ไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำเพราะไม่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรใดๆเลย และในลุ่มน้ำขนาดเล็กหรือพื้นที่ต้นน้ำที่ส่วนใหญ่พบสัตว์หน้าดินเป็นแมลงน้ำ ในขณะที่ Diversity index เหมาะสมในการประเมินคุณภาพน้ำในครั้งนี้มากที่สุด เนื่องจากมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิ, Velocity, pH และ DO รองลงมา มี 2 ดัชนี คือ ASPT เนื่องจากสอดคล้องกับค่า pH, DO และ NO_2-N ส่วน $ASPT^{Thai}$ สัมพันธ์สอดคล้องกับค่า Velocity, pH และ DO

7.4 จากการประเมินคุณภาพน้ำด้วย Diversity index สามารถสรุปได้ว่าคุณภาพน้ำ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2553-เดือนพฤษภาคม 2554 คุณภาพน้ำมีค่าระหว่างค่อนข้างดีถึงค่อนข้างสกปรก โดยพบว่าจุดศึกษาที่ PD01, 02 และ KSE02 มีคุณภาพน้ำต่ำสุด

7.5 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ ระหว่างวงศ์ของสัตว์หน้าดินและคุณสมบัติทางกายภาพ และเคมีบางประการพบว่า วงศ์ Heptageniidae มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับค่า pH, DO และ อุณหภูมิ ส่วนวงศ์ Perlidae มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า Conductivity, Alkalinity, Hardness และ Turbidity ส่วนวงศ์ Ecnomidae มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับค่า Alkalinity, Hardness และ Velocity

8.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ดร.พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี ที่ให้คำปรึกษาตลอดการ

ศึกษา ขอบคลุม คุณชัยพร แสงประเสริฐ ที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างต่างๆ และขอบคลุมน้องๆที่ห้องปฏิบัติการ บริษัทสุราษฎร์ธานี เบเวอร์เรจ จำกัด ที่ช่วยให้การวิเคราะห์คุณภาพน้ำผ่านสำเร็จลงได้ด้วยดี

9.เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ, “รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2553”, กรุงเทพมหานคร กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2553.
- [2] ชลดา เจียมนาน, “ความสัมพันธ์ของสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำห้วยกระบอกอำเภอน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.
- [3] พงศ์ศักดิ์ เหล่าดี, “การศึกษาตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมบริเวณลุ่มน้ำตาปี จังหวัดสุราษฎร์ธานี”, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี, 2548.
- [4] Barour, M.T., Gerritsen, J., Snyder, B.D., Stribling, J.B., “Rapid bioassessment protocols for use in streams and wadeable rivers : Periphyton, Benthic Macro invertebrates and Fish”, 2nd ed. Office of Water US Environmental Protection Agency, Washington ,DC. EPA-841-B-99-002, 1999.
- [5] Morse, J.C., Y.J., Sangpradub, N., Tanida, K., Vshivkova, T.S., Wang, B., Yang L., & Yule, C.M., “Freshwater biomonitoring with macro invertebrates in East”, *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 33-42, 2007.
- [6] Resh, V. H., “Which group is best? Attributes of different biological assemblages used in fresh water bio-monitoring programs”, *Environmental Monitoring and Assessment*, 138, 131-138, 2008.
- [7] Rosenberg, D.M. and Resh, V.H., “Fresh water Bio-monitoring and Benthic Macro invertebrates”, New York Chapman and Hall, 488 pp, 1993.
- [8] นฤมล แสงประดับ, “นาฬิกาสัตว์หน้าดิน ทางเลือกของการดูแลเฝ้าระวังคุณภาพแหล่งน้ำโดยชุมชนท้องถิ่น”, *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 27 (4), 279-287, 2542.
- [9] จันทิตา ศรีจันทร์, “ผลกระทบจากกิจกรรมการเกษตรต่อโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำธารลุ่มน้ำปะทิว จังหวัดชัยภูมิ”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.
- [10] Sangpradub, N., Inmuong, Y., Hanjavanit, C. and Inmuong, U., “A correlation study between fresh water benthic macro invertebrate fauna and environmental quality factors in Nam Pong basin Thailand part I”, *A Research Report to the Thailand Research Fund*, 1996.
<http://www.reocities.com/CapeCanaveral/Launchpad/3239/> (Accessed January 30, 2010)
- [11] วรุษา กาญจนอักษร และ ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ, “สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่บริเวณแม่น้ำเจ้าพระยาตอนล่าง”, *ภาคีวิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, 2005.
- [12] Azrina, M.Z., Yap C.K., Rahim Ismail A., Ismail A., Tan S.G., “Anthropogenic impacts on the distribution and biodiversity of benthic macro invertebrates and water quality of the Langat River, Peninsular Malaysia”, *Ecotoxicology and Environmental Safety* 64, 337-347, 2005.
- [13] อลงกรณ์ ผาผิง, “การทดสอบการใช้ค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อติดตามคุณภาพน้ำ”, *ปัญหาพิเศษปริญาวิทยาศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 2540.
- [14] Mustow, S. E., “Biological Monitoring of river in Thailand : use and adaptation of the BMWP Score”, *Hydrobiologia*, 479, 191-229, 2002.
- [15] Hilsenhoff, W.L., “Rapid field assessment of organic pollution with family level biotic index”, *Jour of the North American Benthology Society*, 7(1), 65-68, 1998.
- [16] รุ่งนภา ทากัน, “การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ประเภทพื้นท้องน้ำเป็นตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำ ทางชีวภาพของแม่น้ำปิง ปี 2547-2548”, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท บัณฑิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2549.
- [17] Chiangthong, K., “Use of aquatic insects as bio Indicators of water quality of Mae Kham Watershed ,Mae Jan and Mae Fah Laung Districts, Chiang Rai Province”, M.S.thesis Environmental science Program Chiang Mai University, 2005 .
- [18] McCafferty, W.P., “Aquatic Entomology”, Jones and Bartlett Publishers Inc., Boston, 1983.
- [19] Dudgeon, D., “Tropical Asian Stream Zoo benthos Ecology and Conservation”, Hong Kong University Press, 1999.
- [20] Magurran, A. E., “Ecological diversity and Its measurement”, Princeton University Press New jersey, 1988.
- [21] Vijarannakorn, T. “Distribution of Microcystis aeruginosa kiitz. And Water Quality in Mae Kuang Udomtara Reservoir, Chiang Mai Province”, M.S. thesis Environment Science Program Faculty of Science Chiang Mai University, 2003 .
- [22] จำเนียร ธรสิลังกูร และนิวัติ เรืองพาณิชย์, “คุณภาพของน้ำด้านกายภาพและเคมีภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ณ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกกราช”, *รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่มที่ 81 ภาควิชานูรุษวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ*. 55 น., 2524.
- [23] ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537), “มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ”, ฝ่ายแหล่งน้ำจัดและฝ่ายแหล่งน้ำทะเล กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, โรงพิมพ์ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร , 2537.
- [24] Witzel, R.G., “Limnology”, W.B. Saunder, Philadelphia Pennsylvania, 1975.
- [25] อรพรรณ บุญฤดี, “องค์ประกอบของระบบนิเวศแม่น้ำน่านบริเวณหมู่บ้านหาดผาชน และความสัมพันธ์เชิงอาหารของปลา”, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2540.
- [26] Sangpradub, N., Inmuong Y., Hanjavanit, C., Asachai, A. and P. Udonpimai., “Distribution of Ephemeropteran Plecopteran and Trichopteran (EPT) Larvae in Watershed Stream, Northeast Thailand”, *Research Reports on Biodiversity in Thailand*, 316-319, 1999.
- [27] Watanasit, S., “Aquatic insects in streams in southern province of Thailand”, *Songklanakarin J.Sci technol*, 18(4), 385-396, 1996.