บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของการตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ตัวชี้วัดทางชีวภาพ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological monitoring) เป็นวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำโดยการใช้การตอบสนองทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตเพื่อที่จะประเมินการปลี่ยนปลงของสิ่งแวดล้อมนอกเหนือจากวิธีทางกายภาพและทางเคมี (Matthews, 1982) การใช้ตัวชี้วัดทางชีวภาพเริ่มศึกษาครั้งแรกในทวีปยุโรปช่วงต้นศตวรรษที่ 20 (David and Vincent, 1992) โดยดูการปรากฏตัวของสิ่งมีชีวิต สภาพของสิ่งมีชีวิต และจำนวนของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้นๆ สิ่งมีชีวิตได้แก่ พืชน้ำชนิดต่าง ๆ หรือสัตว์น้ำ เช่น ปลา แมลงสัตว์หน้าดิน หรือไบรโอซัว ต่างก็สามารถที่จะบอกถึงความสัมพันธ์และใช้เป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ได้ ดังนั้นเราจึงเรียกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ว่า "ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Bioindicator)" (Abel, 1989)

การใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นมีข้อดีหลายประการ กล่าวคือ ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสามารถบ่งบอกถึงสถานะภาพของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่แหล่งน้ำที่สะอาดไปจนถึงแหล่งน้ำที่มีความสกปรก เช่น ถ้าเราพบปลาผีเสื้อหรือปลาพลวงหินในแหล่งน้ำ เราก็สามารถคาดเดาได้ว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพดีและสะอาด เนื่องจากปลาเหล่านี้อาศัยอยู่แต่เฉพาะในแหล่งน้ำที่มีความสะอาด ในกรณีตรงกันข้าม ถ้าเราพบหนอนแมลงวันดอกไม้ หรือหนอนริ้นน้ำจืดในแหล่งน้ำใดแหล่งน้ำหนึ่ง เราก็สามารถที่จะบอกได้อย่างคร่าว ๆ ว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพไม่ดีหรือสกปรก ดังนั้นการสังเกตุถึงชนิดและปริมาณของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำสามารถจะทำให้เราทราบข้อมูลได้อย่างคร่าว ๆ ว่าน้ำในแหล่งน้ำนั้นมีคุณภาพเป็นเช่นไร ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำคือ ในบางกรณีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพหรือทางเคมีเพียงอย่างเดียวยังมีข้อจำกัด เช่น การตรวจสอบทางเคมีนั้นมีพารามิเตอร์อยู่หลายตัว ดังนั้นถ้ามีการตรวจวัดพารามิเตอร์ทุกตัวจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงและเป็นการสิ้นเปลือง ดังนั้นการตรวจสอบทางชีวภาพจึงเป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยให้นักวิทยา-ศาสตร์สามารถติดตามตรวจสอบหาสาเหตุที่แท้จริงของการเปลี่ยนแปลงหรือการเกิดมลพิษในแหล่งน้ำนั้นได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย ยกตัวอย่างเช่น เมื่อเราสังเกตเห็นปลาในแหล่งน้ำลอยขึ้นมาเหนือผิวน้ำ เราก็พอที่จะสันนิษฐานได้ว่าตอนนี้น้ำในแหล่งน้ำนั้นมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่น้อยกว่าสภาพปกติ ดังนั้นเราก็

ทำการตรวจวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen หรือค่า DO) โดยที่ไม่ต้องเสียเวลาตรวจวัดพารามิเตอร์ตัวอื่นที่ไม่จำเป็น

นอกจากนั้น การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพยังสามารถแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงหรือสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำได้อีกด้วย ทั้งนี้เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำนั้นได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารพิษตลอดเวลา และเมื่อผลกระทบที่เกิดขึ้นมีความรุนแรงเกินระดับที่สิ่งมีชีวิตนั้น ๆ จะสามารถรับได้ สิ่งมีชีวิตเหล่านั้นก็จะแสดงอาการที่ผิดปกติออกมาในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งอย่างน้อยก็เป็นการส่งสัญญาณเตือนให้เราได้ทราบล่วงหน้าก่อนที่ผลกระทบที่รุนแรงนั้นจะเกิดขึ้นกับคนหรือขยายวงกว้างออกไป เช่น กรณีที่ปลาเป็นโรค เราสามารถสังเกตเห็นได้ชัดจากแผลที่เกิดขึ้นบริเวณผิวหนังและลำตัว ซึ่งทำให้สามารถสันนิษฐานได้ว่าตอนนี้แหล่งน้ำกำลังได้รับการปนเปื้อนจากสารเคมีบางอย่างหรือกำลังเกิดโรคระบาดขึ้นในแหล่งน้ำ ดังนั้นเราสามารถที่จะวางแผนเพื่อป้องกันและหาทางแก้ไขปัญหาได้ทันท่วงทีก่อนที่ปัญหาจะลุกลามมากขึ้น และเราสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดค่ามาตรฐานของสารพิษที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำโดยที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

ประการสุดท้ายที่ตัวชี้วัดทางชีวภาพสามารถประเมินคุณภาพของแหล่งน้ำได้ดีกว่าการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี คือ ถ้าพิจารณาจากการสังเกตด้วยสายตา เราไม่สามารถบอกได้เลยว่าแหล่งน้ำนั้นกำลังเปลี่ยนแปลงหรือได้รับการปนเปื้อนจากสารพิษ โดยเฉพาะถ้าการเปลี่ยนแปลงหรือมลพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำนั้นเป็นสิ่งที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และ/หรือไม่มีรส แต่การสังเกตจากความผิดปกติของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ปริมาณของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ และชนิดของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ ณ ขณะนั้น สามารถที่จะส่งสัญญาณบอกให้เราได้รู้อย่างคร่าว ๆ ว่าตอนนี้แหล่งน้ำนั้นมีสถานภาพเป็นเช่นไร ดีหรือเสื่อมโทรม หรือกำลังได้รับผลกระทบจากอะไรบางอย่าง ยกตัวอย่างเช่น ถ้าเราสังเกตด้วยตาเปล่า เราจะไม่สามารถบอกได้เลยว่าตอนนี้น้ำในแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากธาตุอาหารพืช ซึ่งได้แก่ ไนเตรตและฟอสเฟต ที่เป็นสารละลายที่ไม่มีสี แต่สิ่งที่จะบอกเราได้ว่าชัดว่าตอนนี้น้ำในแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากธาตุอาหารดังกล่าวก็คือ แพลงก์ตอนพืช (สาหร่ายขนาดเล็ก) ที่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (plankton bloom) จนทำให้สีของน้ำเปลี่ยนเป็นสีของแพลงก์ตอนพืช หรือที่เรียกว่า เกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีหรือน้ำแดง (Red tide) ซึ่งเราสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า สิ่งที่กล่าวมาทั้งหมดนี้คือข้อดีเพียงบางส่วนของการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้เป็นตัวประเมินคุณภาพน้ำ อย่างไรก็ตามของการนำสิ่งมีชีวิตมาชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นก็ยังมีข้อกำจัดอยู่บ้าง เช่น เราไม่สามารถบอกได้ว่าสารมลพิษที่ปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำนั้นมีปริมาณเท่าใดหรือเป็นสารพิษชนิดใด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สิ่งมีชีวิตที่มีการนำมาใช้เป็นตัวประเมินคุณภาพน้ำนั้นแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ กลุ่มของพืชน้ำ (Aquatic flora) เช่น แพลงก์ตอนพืช (Phytoplankton) และกลุ่มของสัตว์น้ำ (Aquatic fauna) เช่น ปลา (Fish) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน (Benthic macroinvertebrate) และไบรโอซัว (Bryozoan)

2.2 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน คือ สัตว์ที่อาศัยอยู่ในตะกอนดิน หรือดำรงชีวิตอยู่บนพื้นผิวท้องน้ำ หรืออาศัยอยู่ตามวัสดุใต้ผิวน้ำ ตามแหล่งน้ำต่าง ๆ ขนาดตั้งแต่ 200-500 ไมโครเมตร สามารถพบได้ตั้งแต่ระบบนิเวศน้ำจืด น้ำกร่อย และระบบนิเวศทะเลสัตว์ที่อยู่ในกลุ่มนี้บางชนิดมีช่วงชีวิตทั้งหมดอยู่ในน้ำ ในขณะที่สัตว์อีกหลาย ๆ ชนิดเจริญเติบโตอยู่ในน้ำเพียงบางช่วงอายุ เช่น กลุ่มของตัวอ่อนแมลงชนิดต่าง ๆ สัตว์หน้าดินบางชนิดอาจจะมีการสร้างวัสดุต่าง ๆ เพื่อปกป้องตนเอง เช่น ปลอก (cases) ท่อ (tubes) หรือรัง (nets) หรือวัสดุอื่น ๆ อยู่ใต้น้ำ ในขณะที่สัตว์บางชนิดนั้นจะฝังตัวอย่างอิสระในตะกอนดิน มีวงจรชีวิตช่วงที่เป็นตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวเต็มวัยอยู่บนบก หรือบางชนิด อาจจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำตลอดชีวิต (Slack และ คณะ, 1973 อ้างตาม Rosenberg และ Resh, 1993) กลุ่มสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ เป็นองค์ประกอบที่มีบทบาทสำคัญในการถ่ายทอด พลังงานในระบบนิเวศน้ำจืด เนื่องจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้หลายชนิด กินซากพืชซากสัตว์ (scavengers) บางชนิดกินพืช (herbivores) บางชนิดกินสัตว์ (Carnivors) บางชนิดกินทั้งพืชและสัตว์ (omnivors) นอกจากนี้ตัวมันเอง ยังเป็นอาหารที่สำคัญของปลาด้วย (Odum และคณะ, 1967)

การศึกษาเรื่องสัตว์หน้าดินนั้น ได้มีการกำหนดขนาดของสัตว์หน้าดินไว้ว่าจะต้องเป็นสัตว์ที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า โดยปราศจากการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ช่วยในการขยายขนาด และจะต้องเป็นสัตว์ที่ไม่สามารถรอดผ่านตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานเบอร์ 30 (เทียบขนาดได้กับช่องตะแกรงร่อนที่มีความกว้าง 0.595 มิลลิเมตร หรือ 0.600 มิลลิเมตร) ของประเทศสหรัฐอเมริกาได้ จึงจะเรียกว่าเป็นสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ (Benthic macroinvertebrates) โดยส่วนใหญ่ตะแกรงมาตรฐานที่ใช้ในการร่อนหาสัตว์หน้าดินนั้นจะเป็นตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานเบอร์ 30 ของประเทศสหรัฐอเมริกา แต่ในการศึกษาสัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่บริเวณแหล่งน้ำกร่อยหรือในทะเลนั้นจะใช้ตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานเบอร์ 50 (เทียบขนาดได้กับช่องตะแกรงร่อนที่มีความกว้าง 0.30 มิลลิเมตร) หรือตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานเบอร์ 35 (เทียบขนาดได้กับช่องตะแกรงร่อนที่มีความกว้าง 0.50 มิลลิเมตร) แต่โดยส่วนแล้วไม่ว่าจะเป็นการศึกษาสัตว์หน้าดินในระบบนิเวศน้ำจืด น้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กร่อย หรือน้ำเค็มนั้น เราสามารถใช้ตะแกรงร่อนขนาดเดียวกัน ซึ่งก็คือ ตะแกรงร่อนขนาดมาตรฐานเบอร์ 30 ได้

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมีอยู่หลายกลุ่ม แต่กลุ่มที่ได้รับความสนใจได้แก่

1. **Phylum Annilida** สัตว์ในไฟลัมนี้ได้แก่ ไส้เดือน ปลิง และแม่เพรียง ซึ่งมีลำตัวแบ่งเป็นปล้องอย่างแท้จริง คือมีผนังกั้นอยู่ภายในด้วย ผนังลำตัวนิ่มเป็นมัดกล้ามเนื้อ และมี cuticle คลุมอยู่บางๆ ปากอยู่ที่ปล้องหน้าสุด และช่องทวารอยู่ที่ปล้องท้ายสุด บางชนิดมีตา บางชนิดไม่มี การเจริญเติบโตโดยการเพิ่ม การสืบพันธุ์มีทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ และทุกชนิดมีสองเพศในตัวเดียว (hermaphrodite) ในไฟลัมนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ที่น่าสนใจคือ Class Oligocheataสัตว์ในชั้นนี้ได้แก่ ไส้เดือนที่รู้จักกันดี พวกที่อยู่ในน้ำเรียกว่าไส้เดือนน้ำ (aquatic earthworm) ไส้เดือนน้ำมีทั้งหมด 10 วงศ์ แต่อยู่ในน้ำอย่างแท้จริงมี 4 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Aeolosmatidae, Naididae, Tubificidae และ Branchiobdellidae พวกที่อยู่ในดิน พวกที่อยู่ในน้ำทั้งหมดเป็นสัตว์หน้าดินมักมีขนาดเล็กตั้งแต่ 1-30 มม. มีลำตัวเปราะบางใส จำนวนปล้องของสัตว์ในชั้นนี้แตกต่างกัน แม้ว่าจะเป็นชนิดเดียวกันก็ตาม มีอยู่เพียงวงศ์เดียวที่มีจำนวนปล้องแน่นอน คือ Branchiobdellidae ซึ่งมีส่วนหัวแยกออกชัดเจนและส่วนลำตัวมี 11 ปล้อง ในวงศ์อื่นๆ มีจำนวนปล้องแตกต่างกันออกไป ตั้งแต่ 7-500 ปล้อง ไส้เดือนน้ำมีรายงานไว้ในประเทศไทยเพียง 2 ชนิด อยู่ในวงศ์ Tubificidae

2. **Phylum Arthropoda** มี 1 ชั้น ที่เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน คือ ชั้นอินเสคตา (CLASS INSECTA) ได้แก่กลุ่มแมลง สัตว์ในชั้นนี้มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดีกว่าสัตว์อื่นมีมากว่า 1,000,000 ชนิด รวมทั้งหมดประมาณ 32-35 อันดับ ในจำนวนนี้มีที่เป็นแมลงน้ำหรือช่วงชีวิตหนึ่งอยู่ในน้ำ เพียง 11 อันดับ คิดเป็นประมาณ 4 เปอร์เซนต์ของชนิดของแมลงทั้งหมดแมลงน้ำส่วนใหญ่อยู่ในน้ำจืด มีน้อยชนิดที่อยู่ในทะเลหรือน้ำกร่อย แมลงน้ำสามารถปรับตัวให้เข้ากับแหล่งน้ำทุกชนิดของน้ำจืด ส่วนใหญ่อยู่ในน้ำตื้น ลึกไม่เกิน 10 เมตร และในที่มีปริมาณออกซิเจน ในแหล่งน้ำเสียหรือในที่ขาดออกซิเจนจะไม่มีตัวอ่อนในแมลงอยู่เลย
ยกเว้นบางชนิดในอันดับ DIPTERA เท่านั้น ในประเทศไทยสำรวจพบแมลงทั้งหมด 27 อันดับ เฉพาะอันดับที่มีตัวแทนอยู่ในน้ำมี 10 อันดับ ที่พบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำจืด

2.1 **Order Colembola** แมลงหางดีด (spring tail) เป็นอันดับของแมลงที่ค่อนข้างโบราณ ไม่มีปีกมักพบอยู่ตามริมฝั่ง และส่วนมากพบดีดตัวอยู่บนผิวน้ำ ในประเทศไทยพบ 3 ชนิด

2.2 **Order Hemiptera** เป็นอันดับของแมลงพวกมวน มีตัวอ่อนอยู่ในน้ำและมีบางชนิดอยู่ในน้ำทั้งตัวอ่อนและตัวเต็มวัย เรียกว่าพวก paurometabolous insects มีพบอยู่ในประเทศไทยมากชนิดด้วยกัน ส่วนใหญ่เป็นตัวเบียน บางชนิดทำลายลูกปลาเล็กๆ ในน้ำได้ มีน้อยชนิดที่กินพืชและ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อินทรีย์วัตถุในน้ำเป็นอาหาร

2.3 **Order Ephemeroptera** เป็นอันดับของตัวอ่อนแมลงชีปะขาว (Mayfly) ตัวอ่อนอาศัยตามพื้นท้องน้ำที่ค่อนข้างสะอาด มีเหงือกช่วยหายใจแอ มีแพนหาง 3 หาง ส่วนมากกินอาหารโดยการกรอง ตัวเต็มวัยอาศัยอยู่บริเวณใกล้ริมน้ำที่ตัวอ่อนอาศัยอยู่

2.4 **Order Odonata** ตัวอ่อนแมลงปอ (Dragon and Damsel fly) คือมีตัวเต็มวัยอยู่บนบก ตัวอ่อน (naiads) อยู่ในน้ำและมีเหงือกช่วยหายใจ เป็นผู้ล่ากินสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเป็นอาหาร

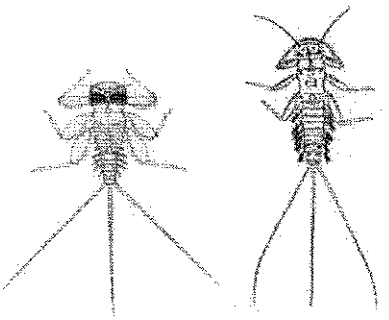
2.6 **Order Coleoptera** ได้แก่พวกแมลงปีกแข็งเช่นด้วง มีตัวเต็มวัยอาศัยอยู่ในน้ำหลายชนิด

2.7 **Order Diptera** ได้แก่พวกหนอนแดง (Chironomid) ค่อนข้างทนต่อสภาวะการเปลี่ยนแปลงภายในบ่อได้ดีพบได้ง่ายในบริเวณแหล่งน้ำจืดทั่วไปตัวอ่อนมีสีแดงของฮีโมโกลบิน (สามารถใช้สังเกตสภาพบ่อน้ำได้หากมีออกซิเจนมากเพียงพอจะมีสีแดงสด) ตัวเต็มวัยคือพวกริ้นน้ำจืดมีลักษณะและขนาดคล้ายยุงแต่มีหนวดคู่หน้ายาวและแตกออกคล้ายขนนก

2.8 **Order Tricoptera** คือพวกหนอนปลอกน้ำ (Caddisfly) นับว่าเป็นดรรชนีบ่งบอกความสะอาดของน้ำที่สำคัญตัวหนึ่ง โดยจะพบในแหล่งน้ำที่ค่อนข้างสะอาดเท่านั้น มีลักษณะที่พิเศษคือในตัวอ่อนที่อยู่ในน้ำจะเก็บเอาเศษกรวด ดิน ใบไม้ มาสร้างเป็นรังห่อหุ้มตัว

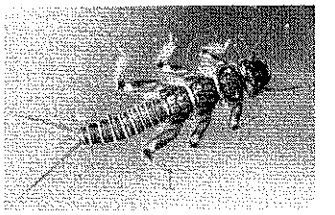
เหตุผลสำคัญอีกประการหนึ่งที่มีการใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำเนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้แตกต่างกัน ที่อาศัยอยู่ในน้ำสะอาดไปจนถึงที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำที่สกปรกมาก ๆ ความหลากหลายของสัตว์ดินที่อาศัยในสภาพแวดล้อมที่ต่างกันจึงเป็นตัวแทนที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี ตัวอย่างสัตว์หน้าดินที่สามารถนำใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ เช่น ตัวอ่อนชีปะขาวหัวโต และหัวเหลี่ยม (O. Ephlemerotera) แมลงหนอนปลอกน้ำ (O. Trichoptera) และแมลงเกาะหิน (Order Plecoptera) ที่สามารถพบได้ในแหล่งน้ำที่มีความสะอาดสูงมาก และมีปริมาณออกซิเจนละลายอยู่สูง เช่น ตามลำธารที่ยังไม่ถูกรบกวน ดังภาพที่ 1

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ก

ข



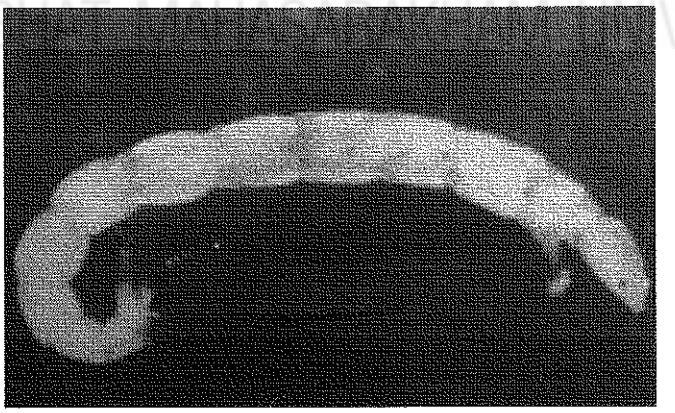
ค

ภาพที่ 1 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อม

(ก) ลักษณะตัวอ่อนแมลงชีปะขาวหัวโต (ซ้าย) และตัวอ่อนแมลงชีปะขาวหัวเหลี่ยม (ขวา) (ข) แมลงหนอนปลอกน้ำ (ค) แมลงเกาะหินพบได้ในแหล่งน้ำคุณภาพดี และมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำสูงมาก (ที่มา : http://www.thai.net/oae/seminar.htm, www.cals.ncsu.edu/.)

แหล่งน้ำที่มีความสกปรก เราจะพบสิ่งมีชีวิตในกลุ่มหนอนแมลงวันดอกไม้ หนอนริ้นน้ำจืด หรือไส้เดือนน้ำ (สรณรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ และ สตีเฟน ทิลลิง, 2543) สัตว์เหล่านี้เป็นกลุ่มที่สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมได้เกือบทุกอย่าง เนื่องจากมีการปรับที่ดีจนสามารถดำรงอยู่ในแหล่งน้ำที่มีความสกปรกสูงได้ เช่น หนอนริ้นน้ำจืด ลำตัวมักจะเป็นสีแดงเนื่องจากมีสารคล้ายฮีโมโกลบินหรือเม็ดเลือดแดง ซึ่งสามารถเก็บออกซิเจนได้ดี หรือหนอนแมลงวันดอกไม้ที่ลำปล้องสุดท้ายนั้นวิวัฒนาการเปลี่ยนไปเป็นหางที่มีลักษณะกลวงและสามารถปรับความยาวได้ ให้ขึ้นไปหายใจบริเวณผิวน้ำได้ (ภาพที่ 2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2 หนอนแดง (*Chironomus* sp.) เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้สูง (ที่มา: www.cals.ncsu.edu/...)

2.3 การประเมินคุณภาพน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ

การประเมินคุณภาพน้ำโดยวิธีทางชีวภาพ (Biological Monitoring) ในระยะต้นเป็นแนวคิดเรื่องสปีชีส์บ่งชี้ (Indicator Species) เริ่มใช้กันเมื่อต้นศตวรรษที่ 20 โดยอาศัยการสังเกตลักษณะการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะทางสรีรวิทยา พฤติกรรม และการกระจายตัวของสัตว์ต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (David and Vincent., 1992) การปรากฏตัวของสิ่งมีชีวิต สภาพของสิ่งมีชีวิต และจำนวนของสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืชน้ำชนิดต่าง ๆ หรือสัตว์น้ำ เช่น ปลา แมลงสัตว์หน้าดิน หรือไบรโอซัว สามารถที่จะบอกถึงความสัมพันธ์และเป็นตัวชี้วัดการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมนั้น ๆ ได้ จึงเรียกสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ว่า "ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Bioindicator)" (Deborah, 1996) ในกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่กล่าวมาทั้งหมดนี้ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืด ซึ่งส่วนมากเป็นระยะตัวอ่อนของแมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ได้รับความนิยมในการใช้ประเมินผลกระทบติดตามคุณภาพน้ำ และการตรวจวัดมลพิษทางน้ำในหลายประเทศทั่วโลก (Rsenberg and Resh, 1993; นฤมล แสงประดับ 2542) โดยมีลำดับพัฒนาการต่างกันไป ซึ่ง Rosenberg และ Resh (1993) และนฤมล แสงประดับ (2549) ได้ทำการเรียบเรียงถึงพัฒนาการการใช้ระบบ ชีวภาพในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ เริ่มจาก ระบบ Saprobian ซึ่งเป็นระบบที่เก่าแก่ที่สุด ใช้ครั้งแรกในประเทศเยอรมัน (Kolkwitz และ Marsson, 1909 อ้างตาม Rosenberg และ Resh, 1993) มีหลักการคือ แบ่งแหล่งมลพิษออกเป็น ระบบต่างๆ ตามปริมาณของออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ โดยในการแบ่ง ได้อาศัยชนิดของสัตว์ที่พบในแหล่งนั้นๆ สัตว์เหล่านั้นมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากน้อยเพียงใดในการ ดำรงชีวิตประจำวัน โดยสิ่งมีชีวิตที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้กลุ่มต่างๆ ได้แก่ จุลินทรีย์ สาหร่าย เห็ดรา โปรโตซัว และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังกลุ่มที่ปรากฏนั้นๆ ตัวอ่อนแมลงชีปะขาว ตัวอ่อนสโตนฟลาย และตัวอ่อนหนอนปลอกน้ำถูกจำแนกในกลุ่มที่ไม่ทนต่อสภาวะไม่มีออกซิเจน (Introlerant Index) อาศัยในน้ำคุณภาพดี ส่วนหนอนริ้นน้ำจืด หนอนแดง (Chironomus) และไส้เดือนน้ำจืด (Tubifex) ถูกจัดในกลุ่มที่ทนต่อภาวะออกซิเจนต่ำ (Tolerant Index) พบในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของมลพิษ ระบบนี้เป็นที่ยอมรับในหลายประเทศในทวีปยุโรป แต่ได้รับความสนใจน้อยในทวีปอเมริกาเหนือ เนื่องจากชี้วัดได้เพียงของเสียจากสารอินทรีย์ ไม่ใช่ของเสียจากสารพิษ และถึงแม้ว่าระบบนี้ถูกวิจารณ์ว่าไม่เหมะสมกับระบบน้ำไหล และมีข้อจำกัดหลายอย่าง แต่ก็เป็นจุดเริ่มต้นที่ทำให้ มีการพัฒนาระบบการใช้สิ่งมีชีวิต

ในการประเมินคุณภาพของน้ำหรือสิ่งแวดล้อมในเวลาต่อมาเป็นระยะกลางได้มีการนำเอาแนวความคิดเรื่องการพิจารณาชุมชนสัตว์ (Community Approach) นักนิเวศวิทยาได้ให้ความสนใจต่อแผนการเปลี่ยนแปลงความหลากชนิดและความชุกชุม หนือโครงสร้างชุมชนทั้งหมดของสัตว์ โดยการพัฒนาดัชนีความหลากหลายแบบระบบค่าคะแนนเพื่อประเมินสภาพระบบนิเวศน์วิธีนี้ได้รับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ความนิยมอย่างกว้างขวางในทวีปยุโรป โดยเริ่มในประเทศอังกฤษ และอเมริกาเหนือ นิยมใช้ระบบ The Trent Biotic Index (TBI) โดยวิธีนี้ ได้เริ่มมีการให้ค่าคะแนน ตามปริมาณการใช้ออกซิเจนของกลุ่มสัตว์โดยทำการแบ่งสัตว์ออกเป็น 6 กลุ่มใหญ่ ๆ ค่าคะแนนที่ได้จะมีตั้งแต่ 0 (แหล่งน้ำสกปรกมาก ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่เลย) จนถึง 10 (แหล่งน้ำสะอาด ไม่มีการปนเปื้อนของมลพิษ) เนื่องจากระบบ TBI ยังไม่สมบูรณ์นัก ดังนั้น Chandler (1970 อ้างตาม Rosenberg และ Resh, 1993) ชาวสกอต ได้ปรับปรุงวิธีการขึ้นมาใหม่ ให้ชื่อว่า Chandler Biotic Score (CBS) โดยได้รวบรวม เอาสัตว์ในท้องถิ่นร่วมเข้าเป็นกลุ่มประเมินผลด้วยวิธีการนี้ ต้องอาศัยความชำนาญในเรื่องของ อนุกรมวิธานมาก ผลรวมของคะแนน ในแต่ละแหล่ง บอกให้ทราบถึงสภาพของแหล่งตัวอย่างนั้นๆ ค่าคะแนนมีตั้งแต่ 0 ถึง มากกว่า 3,000 ค่าคะแนนน้อย บอกให้ทราบว่าน้ำมีการปนเปื้อนของมลพิษมาก ค่าคะแนนสูงบอกให้ทราบว่า แหล่งน้ำนั้นสะอาด ในประเทศอังกฤษ นักนเวศวิทยาได้พัฒนาระบบ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score สำหรับประเมินคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำไหล หลักการคล้าย CBS คือ ให้ค่าคะแนนตามความทนต่อ มลพิษของสัตว์นระดับวงศ์ สัตว์กลุ่มใดทนมลพิษได้มาก ค่าคะแนนจะน้อย แต่หากกลุ่มใดทนได้น้อย ค่าคะแนนก็มาก (ISO., 1979; Armitage และคณะ, 1983 อ้างตาม Rosenberg และ Resh, 1993) ต่อมา พบว่า ค่าคะแนนที่ได้ในระบบนี้ เมื่อเทียบกับปริมาณสารปนเปื้อนที่มีอยู่จริง มักได้ผลที่ไม่ตรงกัน แต่ถ้านำผลรวมค่าคะแนนจากระบบ BMWP ของแต่ละวงศ์มาหารด้วยจำนวนวงศ์ของสัตว์ที่พบ ในสถานีนั้นๆ จะได้เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนน ต่อกลุ่มสิ่งมีชีวิต (ASPT) ซึ่งจะช่วยลดความแปรปรวนที่เกิดจากฤดูกาลและขนาดของลำธาร

นอกจากนี้ William และ Hinsenhoff (1986) ได้ปรับปรุงระบบ BMWP มาเป็นระบบ Family Level Biotic Index (FBI) ซึ่งแตกต่างจก BMWP ตรงที่หากสัตว์กลุ่มใด ทนต่อมลพิษได้มาก จะมีค่าคะแนนสูง หากกลุ่มใดทนต่อมลพิษได้น้อย ค่าคะแนนจะต่ำ ดังนั้น ผลรวมของคะแนนโดยวิธีนี้ หากได้ค่าคะแนนสูงแสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีสิ่งเจือปนมากกว่าแหล่งน้ำที่มีผลรวมคะแนนน้อยกว่า

นักนิเวศวิทยาในประเทศออสเตรเลีย ได้ทำการปรับปรุงระบบ BMWP มาเป็นระบบ SIGNAL (Stream Invertebrates Grade Number Average) โดยผลรวมคะแนนในแต่ละสถานี หารด้วยจำนวนวงศ์ของสัตว์ทั้งหมดที่พบในสถานีนั้นๆ ข้อดีของวิธีการนี้คือ ช่วยลดความแปรปรวนที่อาจเกิดจากขนาดของลำธารและความลำเอียงจากการเก็บตัวอย่าง(Chessman,1995)

ปัจจุบันการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพแบบเร็ว (Rapid Bioassessment) ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อร่นระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในเชิงปริมาณ การประเมินทางชีวภาพแบบเร็วนี้เป็นการรวมการประเมินแหล่งอาศัย คุณภาพน้ำ และสภาพสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ โดยอาศัยเหตุผลว่าผลรวมของคุณภาพแหล่งอาศัยและคุณภาพน้ำเป็นตัวกำหนดสภาพสิ่งมีชีวิตในชุมชน วิธีการนี้ช่วยลดค่าใช้จ่ายและระยะเวลาขณะที่วิธีการสำรวจยังคงเป็นวิทยาศาสตร์ สามารถสำรวจได้หลายพื้นที่ ได้

ผลลัพธ์ที่รวดเร็วและง่ายต่อการเข้าใจได้ของผู้มีอำนาจในการตัดสินใจ หรือบุคคลทั่วไปที่มิใช่ผู้เชี่ยวชาญ (Resh and Jackson, 1993) วิธีการประเมินทำโดยการเปรียบเทียบสภาพอ้างอิง (Reference Condition) หรือ สถานีอ้างอิง (Reference Site) กับสถานีทดสอบ (Test Site) โดยสถานีทั้งสองแบบนี้มีลักษณะต่างๆ คล้ายคลึงกัน เช่น บริเวณต้นน้ำเปรียบเทียบกับบริเวณท้ายน้ำ (Upstream vs Downstream) โปรโตคอลที่นิยมใช้ได้แก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง และชุมชนปลา (Rapid Bioassessment Protocal for Macroinvertebrate and Fishes) เมทริกที่นิยมใช้มี 5 ประเภท คือ จำนวนชนิด (Richness) ชุมชน (Community) ความทนทาน (Torlerance) การหาอาหาร (Functional Feeding Group) แหล่งอาศัย (Habitat) เมทริกเหล่านี้ถูกประเมินเพื่อหาความซ้ำซ้อน (Redundancy) และความผันแปร (Variability) ให้เหลือเพียงเมทริกแกน (Core metrics) (Barbour et.al., 1992; Hannaford and Resh, 1995)

ในการประเมินทางชีวภาพความคลาดเคลื่อนตามทฤษฎีที่อาจเกิดขึ้นได้ 2 แบบ คือ แบบแรก ความคลาดเคลื่อนแบบแรก มีผลกระทบแต่ในความจริงไม่มี และแบบที่ 2 ได้ผลว่าไม่มีผลกระทบแต่จริงๆ มีผลกระทบเกิดขึ้น ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการที่เราตัดสิ่งมีชีวิตที่พบจำนวนน้อยๆ ออกไปอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทั้งสองแบบ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตที่พบจำนวนน้อยๆ (Rare Species) อาจช่วยเพิ่มความเที่ยงตรงและความไวต่อโมเดลทำนายถ้าส่วนมากมีการตอบสนองทางบวกแก่ผลกระทบ สิ่งมีชีวิตจำนวนมาก และพบบ่อย (Abundant Species) ในสภาพแวดล้อมที่เด่นชัด เพียงพอต่อการแยกความแตกต่างได้ ดังนั้นการเก็บตัวอย่างที่มากพอจึงเป็นการป้องกันความคลาดเคลื่อนๆ ต่างๆ เหล่านี้ได้ (Cao, et.al, 2001)

นอกจากนี้ยังมีการประเมินแบบอื่นๆ เช่น การวัดด้านชีวเคมีบ่งชี้ถึงระดับโมเลกุล (Biomarkers), Bioassay, Fluctuating Asymmentry และ Lef Litter Decay เป็นต้น (Downs, et. al, 2002)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

และจากเหตุผลต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นหากมีการเก็บตัวอย่างทางชีวภาพและมีการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการที่เหมาะสม การเฝ้าระวังคุณภาพด้านชีวภาพของแหล่งน้ำสามารถที่จะบ่งชี้ปัญหาหรือการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำรวมถึงปัญหาการปนเปื้อนสารพิษในแหล่งน้ำได้ การวิเคราะห์ข้อมูลจากการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำด้านชีวภาพร่วมกับด้านเคมีและกายภาพจะสามารถบ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติของน้ำด้านชีวภาพกับสภาวะการปนเปื้อนของสารเคมีที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะมีประโยชน์ในการหาระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่ยอมให้มีได้ในแหล่งน้ำเพื่อกำหนดเป็นเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ปัจจุบันมีหลักฐานและงานวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมและมลภาวะที่เกิดขึ้นในแหล่งน้ำมีผลกระทบโดยตรงต่อจำนวนชนิด (Species) ปริมาณ (Abundance) และรูปแบบการกระจายตัวของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ (Abel, 1989) ดังนั้นการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้านชีวภาพจึงได้เข้ามามีบทบาทสำคัญและมีผู้นิยมใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำร่วมกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและเคมี เพื่อให้ผลที่ได้ออกมามีความน่าเชื่อถือ ถูกต้องและแม่นยำมากยิ่งขึ้น

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในประเทศไทยในยุคเริ่มแรก ส่วนมากเป็นการศึกษาเกี่ยวกับการสำรวจความหลากชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เช่น ชิตชล ผลารักษ์(2538) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบกลุ่มสัตว์ไม่กระดูกสันหลังประเภทเบนธอส ในห้วยช่างเคี่ยนและห้วยหนองหอย จ.เชียงใหม่ อิสระ ธานี (2537) และสุจิตรตรา ไทยทำนัส (2538) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ห้วยพรมแล้งและ ในลำธารห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ. เพชรบูรณ์ ตามลำดับ รัตนา (2537) สำรวจสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำพอง มนตรี (2537) สำรวจแมลงน้ำบริเวณน้ำตกต่างๆ ทางภาคใต้ ศุภลักษณ์ ระดมสุข (2538) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณน้ำตกเพ็ญพบใหม่ และน้ำตกวังกวาง อ.ภูกระดึง จ.เลย ศิริพร แซ่เฮง 2544) ศึกษาความหลากชนิดของมวนในบริเวณเทือกเขาภูพาน จังหวัดสกลนคร นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาความหลากชนิดของแมลงชีปะขาว และแมลงหนอนปลอกน้ำหลายกลุ่มในลำธารห้วยพรมแล้งและ ในลำธารห้วยหญ้าเครือ อุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จ.เพชรบูรณ์ ดังนี้ วิไลลักษณ์ ไชยปะ (2544) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำวงศ์ Leptoceridae ประสาท เนื่องเฉลิม (2544) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงหนอนปลอกน้ำ วงศ์ อลงกรณ์ ผาผง (2544) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Leptophlebiidae บุญเสฐียร บุญสูง (2545) ศึกษาความหลากชนิดของแมลงชีปะขาววงศ์ Heptageniidae

การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแง่เกี่ยวกับคุณภาพสิ่งแวดล้อม มีค่อนข้างน้อย เช่น รัชฎาภรณ์และเสาวคนธ์ (2535) ทำการศึกษาเกี่ยวกับสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ที่พบหลังจากเกิดวิกฤตการณ์น้ำเน่าเสียใน แม่น้ำพอง แม่น้ำชี และแม่น้ำมูล ในระยะเวลา 1 เดือนเศษ พบหนอนแดง (Chironomidae) สม่ำเสมอในทุกจุดที่เก็บ และพบว่า หลังวิกฤตน้ำเสีย ปลาและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กตายเป็นจำนวนมาก ภายใน 1เดือน สัตว์หน้าดินสามารถฟื้นตัวกลับคืนได้ Inmuong และ

คณะ (1996) ศึกษาการติดตามคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในบริเวณ เบตรับน้ำลำน้ำพอง เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า บริเวณต้นลำธารน้ำ มีคุณภาพดีกว่าบริเวณด้านล่าง ซึ่งการแปลผลคุณภาพน้ำที่วัดได้นี้ มีความแน่นอนกว่าการใช้วิธีทางเคมีเพียงอย่างเดียว

Sangpradub และคณะ (1996) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับปัจจัยด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง ผลการศึกษาในระยะ 1 ปีแรก พบว่า บริเวณต้นน้ำพบสัตว์หลายชนิดที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาสพแวดล้อม มากกว่าบริเวณลำธารด้านล่าง ซึ่งพบสัตว์น้อยชนิดกว่า และเป็นชนิดที่มีความทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม และยุพิน ถือดำ (2537) ศึกษาการใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในการแบ่งชั้นคุณภาพน้ำ จากลำธารบนดอยอินทนนท์ และแม่น้ำปิง โดยใช้ดัชนีไบโอติก และซาไบโอติก เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่า น้ำที่วัดได้ทั้ง 3 ฤดูกาล มีคุณภาพที่ใกล้เคียงกัน คุณภาพน้ำบริเวณต้นลำธารดีกว่า น้ำในช่วงล่าง และค่าดัชนีไบโอติก ในฤดูฝน ต่ำกว่าฤดูร้อน และฤดูหนาว ส่วนค่าดัชนีซาโพรบิก ในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อนและฤดูหนาวตามลำดับ

สารสิน อุยยานนท์ และคณะ (2539) ศึกษาผลการใช้ตัวแปรด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยาในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในแม่น้ำพอง จังหวัดขอนแก่นตามวิธีของ GEMS/WATER (WHO) ทั้งหมด 5 สถานี ในฤดูหนาว ฤดูร้อน ฤดูฝน พบว่าตัวแปรด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีววิทยามีความผันแปรไปตามฤดูกาล และมีค่าแตกต่างกัน และสถานีต่างๆ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากน้ำทิ้งในชุมชน และอุตสาหกรรม เมื่อประมวลจากค่าความหลากหลายทางชีวภาพ (Shannon Indices- H) มีความไวในการตรวจสอบคุณภาพน้ำเชิงลบ ASPT ให้ค่าคะแนนในเชิงบวก และระบบค่าคะแนน BMWP ให้ผลปานกลาง และสามารถระบุลักษณะแม่น้ำได้อย่างเด่นชัด ว่าส่วนปนเปื้อน ส่วนฟื้นตัว ซึ่งตัวแปรด้านเคมี และฟิสิกส์ยังไม่สามารถระบุได้อย่างเด่นชัด และตัวแปรทางชีวภาพมีความสัมพันธ์กับค่าการละลายออกซิเจน (DO) ผลการศึกษาจะสอดคล้องกับการวิจัยในต่างประเทศ ซึ่งสามารถนำผลการศึกษามาพัฒนาเป็นรูปแบบการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำได้เช่นเดียวกับประเทศที่พัฒนาแล้วอื่นๆ

อลงกรณ์ ผาผง (2540) ศึกษาการทดสอบการให้ค่าคะแนนแก่สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังเพื่อเป็นตัวติดตามประเมินคุณภาพน้ำ พบว่าน้ำในลำธารภูหินเหล็กไฟมีคุณภาพดีกว่าลำธารน้ำตกตาดหมอก และน้ำตกตาดฟ้า และพบว่าการใช้ระบบค่าคะแนนแบบ BMWP / ASPT ให้ผลสอดคล้องกับคุณภาพในบ้านเราดีกว่าระบบค่าคะแนนอื่นๆและหากต้องการนำมาใช้ในบ้านเราจำเป็นต้องมีการปรับปรุงเพื่อให้นำสัตว์ที่พบในท้องถิ่นเราเข้าร่วมมากที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บุญเสฐียร บุญสูง (2540) ศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในลำน้ำพอง จ. ขอนแก่น พบว่าบริเวณที่ชาวบ้านมีกระชังเลี้ยงปลานั้นมีหนอนแดงและไส้เดือนน้ำจืดอาศัยอยู่มาก

พรทิพย์ จันทรมงคล และคณะ (2544) พงษ์ศักดิ์ เหล่าดี (2544) และ ศิราภรณ์ ชื่นบาล (2544) ศึกษาการใช้กลุ่มแมลงน้ำปลอกน้ำ (O. Tricoptera) เป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในลำน้ำปิงได้และสามารถประยุกต์ใช้เป็นดัชนีชีวภาพในการติดตามตรวจมลพิษในน้ำได้เป็นอย่างดี

Inmuong *et..al* (1996) ศึกษาการประเมินคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณลุ่มน้ำพอง ซึ่งผลการศึกษาพบว่าการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพร่วมกับวิธีการทางเคมีสามารถใช้ประเมินคุณภาพน้ำได้อย่างถูกต้องและแน่นอนมากกว่าการใช้ตัวแปรทางเคมีเพียงอย่างเดียว

Sangpradub *et..al* (1996) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน กับปัจจัยด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพองตอนบนที่สภาพแวดล้อมยังสมบูรณ์อยู่จะพบสัตว์กลุ่มที่ไวต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าลำน้ำพองตอนล่างที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของชุมชนมากกว่า

นฤมล แสงประดับ และ คณะ (1987) ได้เริ่มศึกษาระบบค่าคะแนนในประเทศไทย โดยตรวจสอบคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำพองเป็นตัวอย่างการศึกษาพบว่าสัตว์กลุ่ม Ephemeroptera, Plecoptera และ Trichoptera (EPT) ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำสูง สามารถจำแนกสถานีออกเป็นคุณภาพน้ำดีมาก ปานกลาง และปนเปื้อนสูงได้อย่างเด่นชัด สามารถใช้เป็นสถานีอ้างอิงหรือสถานีคุณภาพน้ำดีมาก เพื่อเปรียบเทียบกับสถานีอื่นๆ ในเขตลุ่มน้ำเดียวกันได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY