รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนน้ำจืดและการประยุกต์ใช้ไบรโอโซนน้ำจืดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

Biodiversity of Freshwater Bryozoans and the Applications of Freshwater Bryozoans as Bioindicators in Assessing Water Quality in Songkram River

โดย
รศ. ดร. พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และคณะ
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดย
BRT
พ.ศ. 2550

รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนน้ำจืดและการประยุกต์ใช้ไบรโอโซนน้ำจืดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

Biodiversity of Freshwater Bryozoans and the Applications of Freshwater Bryozoans as Bioindicators in Assessing Water Quality in Songkram River

โดย

รศ. ดร. พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และคณะ

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนับสนุนโดย

BRT

พ.ศ. 2550

สารบัญ

	หน้า
ปกใน	
คำนำ	2
วัตถุประสงค์ของโครงการ	4
แผนงานวิจัย	5
วิธีการศึกษา	6
ผลและวิจารณ์	8
แม่น้ำสงคราม	8
จุดเก็บตัวอย่างน้ำ	8
คุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม	11
ไบรโอโซนจากภาคสนาม	22
รายละเอียดชนิดสายพันธุ์ไบรโอโซนที่มีในลุ่มน้ำสงคราม	28
การใช้ไบรโอโซนเป็นดัชนีศึกษาและตรวจติดตามคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม	32
การทดลองในห้องปฏิบัติการ	
ธาตุอาหาร (ฟอสเฟตและไนเตรต)	35
ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีต่อไบรโอโซน	36
การทดสอบความเป็นพิษของโลหะหนักที่มีต่อไบรโอโซน	37
การจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้	38
ประมวลผลโครงการโดยสรุปประเด็นที่ได้จากการสัมมนาและการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์	39
เอกสารอ้างอิง	40

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (11-12 มิ.ย. 49)	12
2	คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (23-24 มิ.ย. 49)	14
3	คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30 มิ.ย. - 1 ก.ค. 49)	16
4	คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30-31 ม.ค. 50)	18
5	คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (8-9 ก.พ. 50)	20
6	จุดสำรวจบนแม่น้ำสงครามและการค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดในลักษณะของโคโลนีและสแตโตบลาส	24
7	แหล่งน้ำที่สำรวจใกล้กับแม่น้ำสงครามและการค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดในลักษณะของโคโลนีและสแตโตบลาส	26
8	อัตราการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของ *Hislopia* sp. จากการศึกษาในแม่น้ำสงคราม	34
9	การเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดกับระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของฟอสเฟต	35
10	การเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดกับระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของไนเตรต	36
11	ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีต่อไบรโอโซน	36

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	จุดสำรวจในลุ่มน้ำสงคราม	9
2	จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสงครามและแหล่งน้ำใกล้เคียง	10
3	ลักษณะโคโลนีของไบรโอโซน	22
4	ไบรโอโซนบนเครื่องมือเก็บตัวอย่างและบนวัสดุธรรมชาติในแม่น้ำ	27

รายงานฉบับสมบูรณ์

ชื่อโครงการวิจัย ความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนน้ำจืดและการประยุกต์ใช้ไบรโอโซนน้ำจืดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

Biodiversity of Freshwater Bryozoans and the Applications of Freshwater Bryozoans as Bioindicators in Assessing Water Quality in Songkram River

หัวหน้าโครงการ

รศ. ดร. พัฒนา อนุรักษ์พงศธร
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กทม.10900
โทรศัพท์ 0-2942-8036 โทรสาร 0-2942-8715
e-mail: fscipna@ku.ac.th

ผู้ร่วมโครงการ

ผศ. ดร. จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์
ผศ. ดร. ตุลวิทย์ สถาปนจารุ
ผศ.ดร. ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ
ดร.ปิยาภรณ์ สมสมัคร
ดร.ประไพพิศ ชัยรัตนมโนกร
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กทม.10900
โทรศัพท์ 0-2942-8036 โทรสาร 0-2942-8715

ที่ปรึกษาโครงการ

Professor Dr. Timothy S. Wood
(Secretary of International Bryozoology Association)
Department of Biological Sciences,
Wright State University,
3640 Colonel Glenn Highway, Dayton, OH 45435 USA
e-mail: tim.wood@wright.edu

คำนำ

ความหลากหลายทางชีวภาพของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ เป็นสิ่งบ่งชี้ความยั่งยืนของระบบได้ทางหนึ่ง ในขณะเดียวกันการประเมินและติดตามคุณภาพของแหล่งน้ำ มีความสำคัญอย่างมากต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน การตรวจสอบคุณภาพน้ำสามารถทำได้ทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ การประเมินทางกายภาพและเคมีนั้นเป็นการตรวจวัดคุณภาพน้ำ ณ สถานที่และเวลาหนึ่งที่ทำการตรวจวัดหรือเก็บตัวอย่างน้ำ ส่วนการประเมินทางชีวภาพ อาศัยการตอบสนองของสิ่งมีชีวิตที่มีต่อสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างต่อเนื่อง เมื่อใช้ดัชนีทางชีวภาพร่วมกับดัชนีทางกายภาพและเคมีจะเป็นวิธีการที่ให้ความละเอียดและแม่นยำมากขึ้น ซึ่งจะนำไปสู่การประเมินสภาวะแวดล้อมที่ดีขึ้น รวมทั้งจะช่วยลดเวลาและงบประมาณในการตรวจวัดคุณภาพน้ำได้

การเลือกสิ่งมีชีวิตที่เป็นตัวบ่งชี้ (indicator) นั้นควรเป็นชนิดที่สามารถอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพในช่วงต่าง ๆ เพื่อความละเอียดและความต่อเนื่องในการประเมินคุณภาพน้ำ การวิจัยครั้งนี้ใช้ไบรโอโซน (bryozoans) เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (bioindicator) อนึ่งการศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับไบรโอโซนในประเทศไทยยังมีน้อยมาก ไบรโอโซนเป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดเล็กที่ยึดเกาะอยู่กับวัตถุที่แช่อยู่ในน้ำ เช่น หิน ไม้ ขวด เป็นต้น เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีโครงสร้างง่ายๆ ไม่ซับซ้อน ขยายตัวออกเป็นโคโลนีได้เองตามธรรมชาติ มีการเติบโตอย่างรวดเร็ว การขยายพันธุ์ได้ทั้งอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ สามารถพบได้ทั้งตามแหล่งน้ำธรรมชาติและในบ่อบำบัดน้ำเสีย นอกจากนี้ยังมีปฏิกิริยาไวต่อโลหะหนัก โดยเฉพาะ ทองแดง แคดเมี่ยม สังกะสี เป็นต้น ซึ่งมีความไวต่อโลหะหนักเหล่านี้มีมากกว่าสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังชนิดอื่นรวมทั้งปลา ไบรโอโซนมีจุดเด่นที่ได้เปรียบกว่าดัชนีทางชีวภาพอื่นๆ เช่น เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดอยู่กับที่จึงทำให้สามารถประเมินคุณภาพน้ำในตำแหน่งนั้นๆ ได้อย่างต่อเนื่องและถูกต้อง

ผลงานวิจัยเกี่ยวกับไบรโอโซนในประเทศไทยในขณะนี้มีเฉพาะงานวิจัย 2 โครงการของ พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และคณะ (2546, 2547) ซึ่งเป็นทีมนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้แก่การใช้ไบรโอโซนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพใหม่ในการประเมินคุณภาพน้ำแบบบูรณาการ บริเวณลุ่มน้ำแม่กลองและบริเวณลุ่มน้ำแม่น้ำบางปะกง โดยการออกสำรวจเก็บตัวอย่างไบรโอโซนในพื้นที่ต่าง ๆ ตลอดลุ่มน้ำเพื่อศึกษาถึงความหลากหลายของไบรโอโซนควบคู่ไปกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างชนิดของไบรโอโซนที่พบกับคุณภาพน้ำบริเวณที่พบโบรโอโซน นอกจากนั้นยังได้มีการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการรอดและการเจริญเติบโตของไบรโอโซนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติด้วยจากผลการศึกษาในภาคสนามพบไบรโอโซนทั้งสิ้น 21ชนิด มีทั้งที่ทราบชนิดและเป็นสายพันธุ์ที่ยังไม่มีการค้นพบมาก่อน ตัวอย่างของชนิดไบรโอโซนเช่น *Plumatella bombayensis, Locphopodella carteri* และ *Hislopia moniliformis* ผลจากการวิจัยครั้งนี้สามารถค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดสายพันธุ์ใหม่ของโลกในลุ่มน้ำแม่กลอง และได้รับพระราชานุญาตอัญเชิญพระ

นามาภิไธยสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อตั้งชื่อตระกูล (genus) ไบรโอโซน สาย พันธุ์ใหม่นี้ว่า *Sirindhornella cristata* ลงวันที่ 19 มกราคม 2547 พัฒนา อนุรักษ์พงศธร และคณะ (2547) ทำการวิจัยเรื่อง การใช้ไบรโอโซนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพใหม่ในการประเมินคุณภาพน้ำแบบบูรณาการบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง ทำนองเดียวกับแม่น้ำแม่กลองพบสายพันธุ์ไบรโอโซน 11 สายพันธุ์ ทำให้สามารถค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดสายพันธุ์ใหม่ของโลกในลุ่มน้ำแม่กลอง และได้รับพระราชานุญาตอัญเชิญพระนามสมเด็จพระเจ้าลูกเธอเจ้าฟ้าจุฬาภรณ์วลัยลักษณ์ เพื่อตั้งชื่อชนิด ไบรโอโซนสายพันธุ์ใหม่นี้ว่า *Pumatell chulabhorne* ลงวันที่ 5 เมษายน 2548 ทั้งนี้สามารถศึกษารายละเอียดการวิจัยไบรโอโซนดังกล่าวได้จาก **www.thaibryozoans.com**

ความมุ่งหวังต่อการทำวิจัยในแม่น้ำสงคราม คาดว่าจะพบชนิดของไบรโอโซนทั้งที่เหมือนและแตกต่างไปจากแม่น้ำทั้งสองสายที่ได้ทำไปแล้ว ทั้งนี้แม่น้ำที่ ได้ทำวิจัยไปแล้วนั้นเป็นแม่น้ำที่ค่อนข้างสกปรก เนื่องจากมีกิจกรรมที่เป็นสาเหตุของการปนเปื้อนจากสารมลพิษค่อนข้างมากเทียบกับที่ตั้งและกิจกรรมที่ตั้งอยู่บนแม่น้ำสงคราม จึงใคร่ที่จะใช้แม่น้ำสงครามเป็นตัวแทนการค้นหาความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนในลุ่มน้ำที่เป็นในน้ำสะอาด มีการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์น้อย ซึ่งน่าจะมีความหลากหลายมากกว่าแม่น้ำทั้งสอง ทั้งนี้ความสกปรกอาจเป็นสาเหตุให้ความหลากหลายทางชีวภาพลดน้อยไป อีกประการหนึ่งเพื่อเป็นการสำรวจความหลากหลายของไบรโอโซนในขณะที่แม่น้ำสงครามยังอยู่ในสภาพสะอาดอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งหากปล่อยให้เวลาผ่านไปมากกว่านี้แม่น้ำอาจจะสกปรกจนเป็นสาเหตุให้ไบรโอโซนบางสายพันธุ์ไม่สามารถจะมีชีวิตรอดได้

แผนการวิจัยนี้จะมีการประยุกต์ใช้ที่เก็บตัวอย่างแผ่นซ้อน (Hester-Dendy multiple-plate samplers) ในพื้นที่ที่คัดเลือก ทำการติดตั้งและเก็บตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ ทุก 2-4 สัปดาห์ ในช่วงเริ่มต้นจะติดตั้งที่เก็บตัวอย่างแผ่นซ้อนไว้หลาย ๆ ตัวในแต่ละพื้นที่เพื่อที่จะได้จำนวนข้อมูลเพียงพอการจำแนก species จะใช้ taxonomic keys ล่าสุดสำหรับภูมิภาค (Rao, 1992; Wood, 2004) ข้อมูลที่รวบรวมได้ในแต่ละพื้นที่จะถูกนำมาจัดทำเป็นดัชนีความหลากหลายของสายพันธุ์และชีวภาพ (Sovell and Vondracek, 1999) ตัวอย่างสิ่งมีชีวิตที่ค้นพบสามารถเก็บไว้ใน เอธิลแอลกอฮอลเพื่อการวิเคราะห์และตรวจพิสูจน์ได้ในภายหลัง

จุดมุ่งหมายที่เด่นอย่างหนึ่งของงานวิจัยนี้คือ การศึกษาไบรโอโซน ที่อาศัยอยู่กับสิ่งมีชีวิตอื่นๆ ในแหล่งน้ำผิวดินอย่างละเอียด (Wood, 2001) ซึ่งถึงแม้จะยังไม่ได้ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำมากนัก แต่ไบรโอโซนก็ยังมีจุดเด่นที่ได้เปรียบกว่า species ดั้งเดิมอยู่อีกมาก (Mukai, 1982, 1998; Pardue, 1981, Woss, 2000) อาทิเช่น เป็นสิ่งมีชีวิตที่เกาะติดอยู่กับที่จึงทำให้สามารถประเมินคุณภาพน้ำในตำแหน่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้อง มีความทนต่อความสกปรกของน้ำในแหล่งน้ำจึงสามารถเป็นดัชนีบอกถึงระดับความสกปรกได้ในขอบเขตที่กว้างขึ้น มีความอ่อนไหวต่อโลหะหนักจึงสามารถใช้เป็นดัชนีในการตรวจวัดระดับความเข้มข้นของโลหะหนักบางชนิดได้ในน้ำ การศึกษาที่กำลังดำเนินอยู่ในปัจจุบันที่มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์คือ การค้นหาและจำแนกสายพันุ์ของไบรโอโซนพื้นเมืองซึ่งมีความเหมาะสม

ที่จะใช้ในการเฝ้าติดตามทางชีวภาพ ในส่วนของการนำไบรโอโซนมาใช้ในการประเมินคุณภาพน้ำนั้นได้มีการศึกษาพบว่า ไบรโอโซนสามารถนำมาใช้ในการทดสอบความเป็นพิษและการปนเปื้อนของน้ำได้เป็นอย่างดี (Laovie, 1999) นอกจากนั้นยังใช้เป็นตัวดูดซับสารอินทรีย์จากแหล่งน้ำที่มีธาตุอาหารมากเกินไป และด้วยคุณสมบัติของไบรโอโซนที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยไม่สามารถย้ายถิ่นได้อย่างรวดเร็ว เก็บรวบรวมได้ง่าย และนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการได้ง่าย (Goonight, 1973) ดังนั้นการนำไบรโอโซนมาใช้ประเมินคุณภาพน้ำมีความเหมาะสมและเป็นไปได้

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. รวบรวมข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนในแม่น้ำสงคราม เพื่อนำไปเป็นข้อมูลพื้นฐานความหลากหลายของไบรโอโซนในประเทศไทย

2. พัฒนาเครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยใช้ไบรโอโซนเพื่อนำไปใช้ในแม่น้ำสงคราม

3. เผยแพร่ความรู้ที่ได้สู่สถานศึกษา ประชาชน และหน่วยงานต่างๆ ที่สนใจ เพื่อการมีส่วนร่วมในการติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำ รวมทั้งการรักษาสภาพแวดล้อม

แผนงานวิจัย

ชื่อโครงการ ความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนน้ำจืดและการประยุกต์ใช้ไบรโอโซนน้ำจืดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

กิจกรรม	ปีที่ 1 (เดือนที่)											
	1	2	3	4	5	6	7.	8	9	10	11	12
1. การคัดเลือกพื้นที่เพื่อการสำรวจรายละเอียด	←	→	←	→								
2. รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่ที่คัดเลือก		←	→									
3. สำรวจสภาพพื้นที่วิจัยและเก็บตัวอย่างน้ำ			←									
4. เก็บข้อมูลของตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในแหล่งน้ำในพื้นที่												→
5. วิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างน้ำ												
6. ศึกษากระบวนการทางชีวภาพและจัดประเภทไบรโอโซนที่ค้นพบในแหล่งน้ำ												
7. รวบรวมข้อมูลและประมวลผล										←		→
8. การสัมมนาเผยแพร่สู่สาธารณะ											← →	
9. จัดทำรายงานการวิจัยประจำปี										←		→

วิธีการศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของพื้นที่วิจัยจากระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

2. ออกสำรวจและทดลองภาคสนาม

2.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง โดยพิจารณาจากลักษณะของแหล่งน้ำ ความเร็วระแสน้ำ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำ เป็นต้น

2.2 เก็บตัวอย่างน้ำ วิเคราะห์คุณภาพน้ำ และการเจริญเติบโตของไบรโอโซนเพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของไบรโอโซนและคุณภาพน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่าความนำไฟฟ้า

2.3 เก็บตัวอย่างไบรโอโซน จำแนกชนิดตามหลักอนุกรมวิธาน ศึกษากาเจริญเติบโต และกระบวนการทางชีวภาพของไบรโอโซน เลือกสายพันธุ์ที่เหมาะสมต่อการนำเป็นดัชนีทางชีวภาพในการตรวจติดตามคุณภาพของน้ำในแม่น้ำสงคราม

2.4 เตรียมเครื่องมือเก็บตัวอย่างไบรโอโซน (Hester-Dendy multiple-plate sampler) ประกอบด้วย แผ่นตัวอย่างทำด้วยฟิวเจอร์บอร์ดขนาด 3×8 ซม. นำไปวางในน้ำบ่อเพาะเลี้ยงของคณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ซึ่งเป็นพบแล้วว่ามีไบรโอโซนที่ทราบชนิด 5 สายพันธุ์อาศัยอยู่ ทิ้งไว้ให้ไบรโอโซนเกาะและเจริญเติบโตตามธรรมชาติบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดนานประมาณ 10-14 วัน เก็บแผ่นตัวอย่างมาตรวจสอบและกำจัดสิ่งมีชีวิตอื่นที่ไม่ต้องการออกไป เหลือไว้แต่โคโลนีของไบรโอโซน *Hislopia* ที่มีขนาดเล็ก และมีระยะห่างกันพอเหมาะ นับและบันทึกจำนวนโซอิดที่มีชีวิตที่สามารถสังเกตเห็นการทำงานกระเพาะได้ในแต่ละโคโลนี วิธีการนี้ดัดแปลงมาจากการศึกษาก่อนหน้านี้ซึ่งเป็นการนำเอาเศษของแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่มีไบรโอโซนมาติดบนแผ่นฟิวเจอร์บอร์ดที่มีขนาดใหญ่กว่าโดยใช้กาวที่ต้องใช้ความร้อนในการละลายกาว ซึ่งคาดว่าเป็นสาเหตุหนึ่งที่ก่อให้เกิดของการตายของไบรโอโซน ในการศึกษาที่แม่น้ำสงครามจึงตัดปัญหาดังกว่าออกไปได้

3. การทดลองในห้องปฏิบัติการ

3.1 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดและธาตุอาหารในน้ำ ทดสอบการเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดในห้องปฏิบัติการ โดยนำไบรโอโซนที่ได้เตรียมเพาะเลี้ยงไว้บนแผ่นแก้ว มานับจำนวนเพื่อบันทึกจำนวนเริ่มต้น หลังจากนั้นแยกแผ่นแก้วออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 สำหรับทดสอบกับฟอสเฟต ชุดที่ 2 สำหรับทดสอบกับไนเตรต ระยะเวลาในการทดลอง 5 วัน ดังนี้

ชุดที่ 1 สำหรับทดสอบกับฟอสเฟต ที่ความเข้มข้น 0.0 0.1 และ 0.5 มก./ล.

ชุดที่ 2 สำหรับทดสอบกับไนเตรต ที่ความเข้มข้น 0.0 2.5 และ 5.0 มก./ล.

3.2 ศึกษาดัชนีคุณภาพน้ำต่อไบรโอโซน: ค่าออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง อุณหภูมิ (^{0}C) และ ความเค็ม (%)

โดยนำไบรโอโซนที่ได้เตรียมเพาะเลี้ยงไว้ มานับจำนวนเพื่อบันทึกจำนวนเริ่มต้น แปรเปลี่ยนค่าดัชนีต่างๆ สังเกตความเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น

3.3 ศึกษาความเป็นพิษของโลหะหนักที่มีต่อไบรโอโซน: โลหะหนักที่ใช้ศึกษาความเป็นพิษได้แก่ ทองแดง (copper, Cu) ตะกั่ว (lead, Pb) และแคดเมี่ยม (cadmium, Cd)

นำไบรโอโซนที่ได้เตรียมเพาะเลี้ยงไว้ มานับจำนวนเพื่อบันทึกจำนวนเริ่มต้น ใส่สารละลายโลหะตามความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในจานเพาะเลี้ยงไบรโอโซน สังเกตความเปลี่ยนแปลง ที่ 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ทำ 2 ซ้ำทุกการทดลอง

เตรียมสารละลายโลหะหนักจากสารละลายมาตรฐาน 1,000 มก./ล. ปรับให้ได้ความเข้มข้นที่ต้องการโดยน้ำกลั่น (deionized-distilled water)

ความเข้มข้นของสารละลายทองแดงที่ใช้ทดลอง 0.05, 0.11, 0.17, 0.2 มก./ล. (มาตรฐานของทองแดงในน้ำผิวดิน 0.1 มก./ล., กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

ความเข้มข้นของสารละลายแคดเมี่ยมที่ใช้ทดลอง 0.05, 0.10, 0.53, 1.00 มก./ล. (มาตรฐานของแคดเมี่ยมในน้ำผิวดิน 0.05 มก./ล., กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

ความเข้มข้นของสารละลายตะกั่วที่ใช้ทดลอง 0.05, 0.13, 0.53, 1.00, 1.67 มก./ล. (มาตรฐานของตะกั่วในน้ำผิวดิน 0.05 มก./ล., กรมควบคุมมลพิษ, 2538)

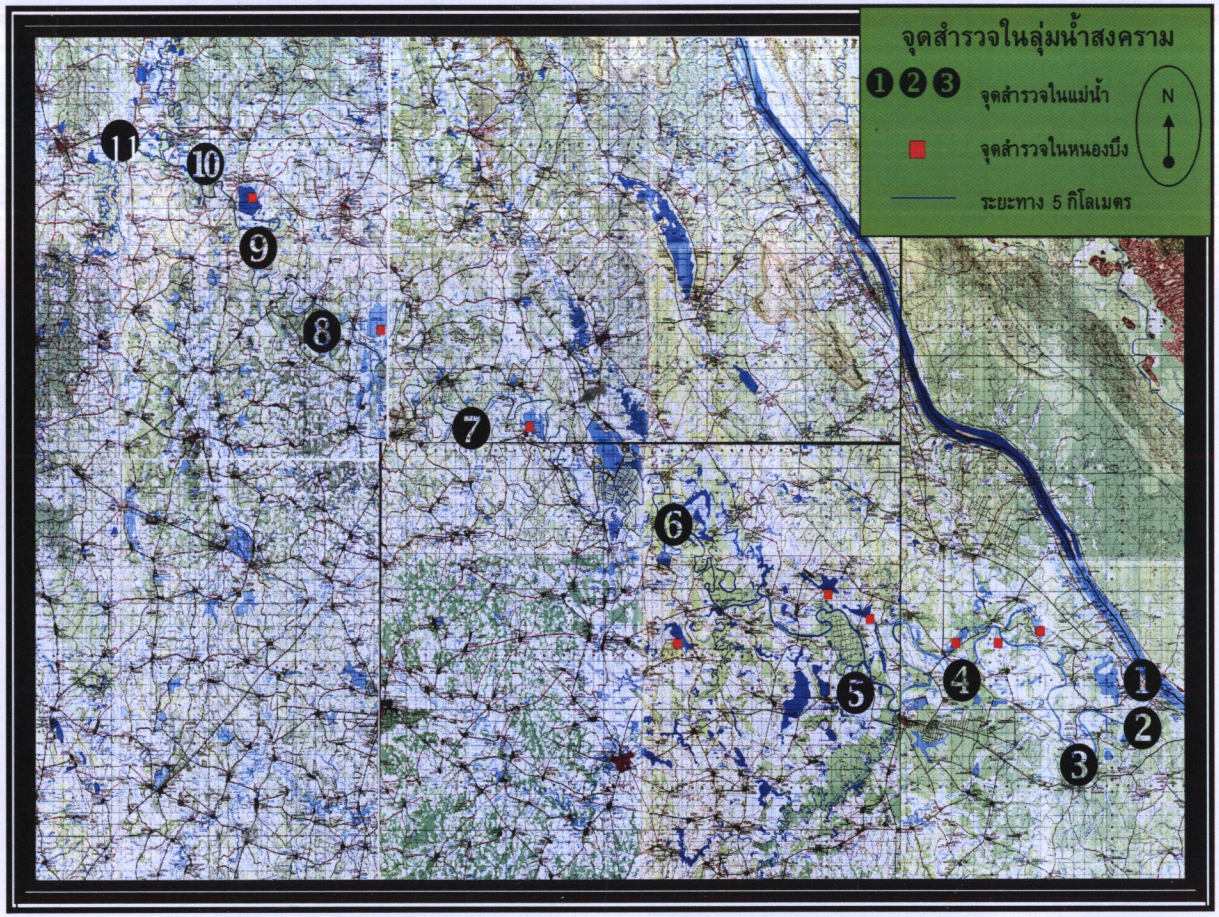
ผลและวิจารณ์

1. แม่น้ำสงคราม

จากศึกษาข้อมูลของพื้นที่วิจัยจากระบบเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) แม่น้ำสงครามมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพานในเขตอำเภอหนองหาน จังหวัดอุดรธานี แล้วไหลขึ้นไปทางเหนือ เข้าเขตจังหวัดหนองคาย ผ่านอำเภอโซ่พิสัย อำเภอเซกา ผ่านอำเภอวานรนิวาส จังหวัดสกลนคร จากนั้นไหลวกมาทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้ ผ่านจังหวัดนครพนมในเขตอำเภอศรีสงคราม เป็นระยะทางประมาณ 90 กิโลเมตร แล้วไหลไปบรรจบแม่น้ำโขงที่บ้านไชยบุรี ตำบลไชยบุรี ทางตอนเหนือของอำเภอท่าอุเทน จังหวัดนครพนม เป็นแม่น้ำที่กั้นเขตพื้นที่จังหวัดหนองคายกับจังหวัดสกลนคร แม่น้ำสงครามมีความยาวทั้งสิ้น 420 กิโลเมตร เป็นแหล่งปลาที่อุดมสมบูรณ์ที่สุดของในภาคอีสานและก่อให้เกิดระบบนิเวศน์ที่มีลักษณะเป็นป่าชุ่มน้ำ เรียกว่า ป่าบุ่ง ป่าทาม

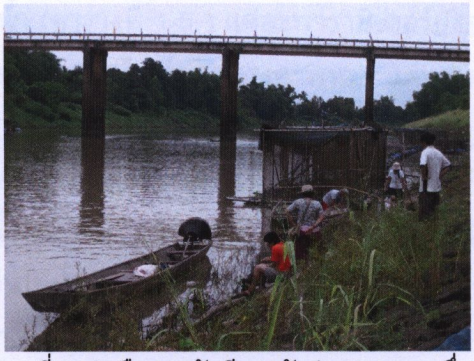
2. จุดเก็บตัวอย่างน้ำในแม่น้ำสงคราม

การออกสำรวจและทดลองภาคสนาม ได้จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม ดังแสดงในภาพที่ 1 การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างพิจารณาจากลักษณะของแหล่งน้ำ ความเร็วกระแสน้ำ รูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำ และความเหมาะสมต่อการทำงาน และความเป็นไปได้ที่จะต้องวางเครื่องมือเพื่อวางและเก็บตัวอย่างไบรโอโซน เพื่อใช้ไบรโอโซนน้ำจืดเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม ประมาณ 10 จุด เนื่องจากมีแหล่งน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง ที่อยู่ในพื้นที่ของลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งน้ำที่ขังอยู่เป็นน้ำจากการเอ่อท่วมของแม่น้ำสงครามในหน้าน้ำหลาก คาดว่าจะมีการเชื่อมโยงระหว่างไบรโอโซนน้ำจืดในแหล่งน้ำดังกล่าวกับ จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำ จึงได้กำหนดแหล่งน้ำดังกล่าวเป็นจุดเก็บตัวอย่างอีก 8 จุด (ภาพที่ 1 และ 2)

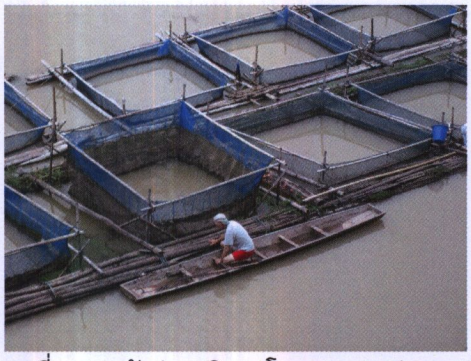


ภาพที่1 แผนที่ลุ่มน้ำสงครามและจุดเก็บตัวอย่าง

จุดที่ 1 ปากแม่น้ำสงครามประจบแม่น้ำโขง



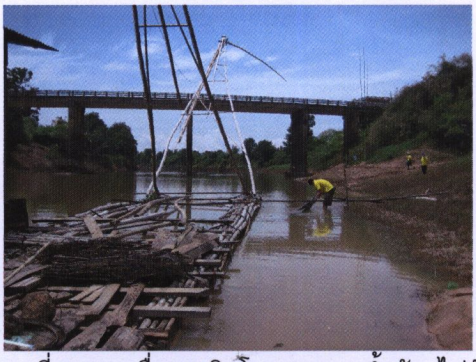
จุดที่ 2 ท่าเรือของวัดมีกระชังปลาจำนวนหนึ่ง



จุดที่ 3 กระชังปลาบริเวณโครงการชลประทาน

จุดที่ 4 เชิงสะพานที่เป็นแหล่งจำหน่ายสินค้า

จุดที่ 5 ชุมชนชาวประมงและมีร้านค้าริมฝั่ง



จุดที่ 6 แพเครื่องสูบริมโครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า

ภาพที่ 2 จุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสงครามและแหล่งน้ำใกล้เคียง

3. คุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม ในช่วงหน้าแล้ง และ ในช่วงน้ำหลาก คุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม ในแต่ละจุดเก็บไม่แตกต่างกันตลอดทั้งลำน้ำ (ตารางที่ 1-5) แต่ละพารามิเตอร์ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของน้ำผิวดิน DO ของจุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 1 (ต. ไชยบุรี จ. นครพนม) และ จุดเก็บตัวอย่างจุดที่ 6 (อ. อากาศอำนวย จ. สกลนคร) มีค่าใกล้เคียงกับผลรายงานคุณภาพน้ำที่สำคัญของแม่น้ำสงคราม ตรวจสอบในปี 2549 ของกรมควบคุมมลพิษ เนื่องจากแหล่งน้ำยังไม่มีกิจกรรมที่เป็นสาเหตุของการเกิดภาวะมลพิษตั้งอยู่ใกล้แม่น้ำ แม่น้ำสงครามจึงเหมาะที่จะเป็นตัวแทนการค้นหาความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนในลุ่มน้ำที่เป็นในน้ำสะอาด ที่มีการรบกวนจากกิจกรรมมนุษย์น้อย เปรียบเทียบกับแม่น้ำแม่กลองและบางปะกง ความลากหลายของไบรโอโซนน่าจะพบมากกว่าแม่น้ำทั้งสอง ในอนาคตความสกปรกอาจทำให้ไบรโอโซนบางสายพันธุ์ไม่สามารถจะมีชีวิตรอดได้ เป็นสาเหตุหนึ่งที่จะทำให้ความหลากหลายทางชีวภาพของไบรโอโซนน้ำจืดในแม่น้ำสงครามลดน้อย

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (11-12 มิ.ย. 49)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	11/6/2549	12.40	17°39.105 N 104°28.081 E	31.5	6.26	-	4.25	Altitude 117ม.
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	11/6/2549	10.30	17°38.466 N 104°27.974 E	30.4	6.26	-	4.33	Altitude 131ม.
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	11/6/2549	9.28	17°35.564 N 104°24.946 E	31	6.21	-	4.22	Altitude 116ม.
4	สะพานบ้านหากแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	11/6/2549	15.12	17°40.460 N 104°17.456 E	31.8	6.19	-	4.72	Altitude 130ม.
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	11/6/2549	17.20	17°41.291 N 104°09.139 E	31.9	6.19	-	4.83	Altitude 123ม.

ตารางที่ 1 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (11-12 มิ.ย. 49) (ต่อ)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	12/6/2549	9.45	17°46.628 N 103°57.358 E	31.5	6.82	-	7.12	
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	12/6/2549	12.20	17°58.071 N 103°50.157 E	31.8	6.67	-	8.49	
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	12/6/2549	11.02	17°52.053 N 103°46.697 E	31.6	6.26	-	4.94	
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค สะพานดอนหญ้านาง ต.หนองหญ้านาง อ.พรเจริญ จ. หนองคาย	12/6/2549	13.33	18°02.199 N 103°36.418 E	32.3	6.33	-	5.11	
10	สะพานห้วยปากคลอง อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	12/6/2549	16.30	18°05.122 N 103°33.219 E	32.1	6.28	-	5.98	
11	สะพานบ้านคำแก้ว อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	12/6/2549	15.55	18°04.172 N 103°30.836 E	32.6	6.49	-	9.055	

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (23-24 มิ.ย. 49)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	23/6/2549	14.00	17°39.105 N 104°28.081 E	32.9	6.46	299	3.81	
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	23/6/2549	14.30	17°38.466 N 104°27.974 E	34.2	6.48	292	5.03	
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	23/6/2549	12.00	17°35.564 N 104°24.946 E	33	6.26	330	4.21	ฟ้าโปร่ง
4	สะพานบ้านหากแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	23/6/2549	15.20	17°40.460 N 104°17.456 E	34.5	6.54	440	4.52	
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	23/6/2549	17.30	17°41.291 N 104°09.139 E	32.6	6.28	470	5.47	

ตารางที่ 2 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (23-24 มิ.ย. 49) (ต่อ)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	24/6/2549	9.20	17°46.628 N 103°57.358 E	30.4	6.14	365	6	ฝนตกตอนเช้า
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	24/6/2549	11.30	17°58.071 N 103°50.157 E	27.3	6.37	443	5.43	
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	24/6/2549	10.50	17°52.053 N 103°46.697 E	30.7	6.32	411	5.61	
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค สะพานดอนหญ้านาง ต.หนองหญ้านาง อ.พรเจริญ จ. หนองคาย	24/6/2549	14.45	18°02.199 N 103°36.418 E	30.9	6.36	251	6.2	บึงกาฬ
10	สะพานห้วยปากคลอง อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	24/6/2549	15.10	18°05.122 N 103°33.219 E	30.5	6.34	74.7	4.63	
11	สะพานบ้านคำแก้ว อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	24/6/2549	15.50	18°04.172 N 103°30.836 E	30.9	6.38	524	5.74	

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30 มิ.ย. - 1 ก.ค. 49)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	30/6/2549	13.40	17°39.105 N 104°28.081 E	31	6.2	273	4.77	
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	30/6/2549	14.10	17°38.466 N 104°27.974 E	31	6.29	277	4.92	
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	30/6/2549	11.45	17°35.564 N 104°24.946 E	30.9	6.21	289	5.09	ฝนตกตอนเช้า
4	สะพานบ้านหากแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	30/6/2549	15.00	17°40.460 N 104°17.456 E	31.4	6.33	297	5.34	
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	30/6/2549	15.50	17°41.291 N 104°09.139 E	30.8	6.26	285	5.44	

ตารางที่ 3 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30 มิ.ย. - 1 ก.ค. 49) (ต่อ)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	1/7/2549	9.40	17°46.628 N 103°57.358 E	30.2	6.34	341	5.62	ฝนตกตอนเช้า
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	1/7/2549	10.45	17°58.071 N 103°50.157 E	30.3	6.39	439	5.68	
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	1/7/2549	11.30	17°52.053 N 103°46.697 E	30.4	6.4	488	5.72	
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค สะพานดอนหญ้านาง ต.หนองหญ้านาง อ.พรเจริญ จ.หนองคาย	1/7/2549	13.40	18°02.199 N 103°36.418 E	30	6.19	229	6.4	บึงกาฬ
10	สะพานห้วยปากคลอง อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	1/7/2549	14.35	18°05.122 N 103°33.219 E	29.8	5.91	83.1	5.42	
11	สะพานบ้านคำแก้ว อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	1/7/2549	15.00	18°04.172 N 103°30.836 E	30.3	6.57	591	5.87	

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30-31 ม.ค. 50)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	30/1/2550	12.45	17°39.105 N 104°28.081 E	23.4	6.75	470	7.57	315.6
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	30/1/2550	11.00	17°38.466 N 104°27.974 E	23.4	6.65	503	7.03	337
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	30/1/2550	9.30	17°35.564 N 104°24.946 E	23.1	6.55	499.6	6.08	337
4	สะพานบ้านหาดแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	30/1/2550	14.00	17°40.460 N 104°17.456 E	23.5	7.45	490	7.22	326
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	30/1/2550	15.30	17°41.291 N 104°09.139 E	23.3	7.25	1043	8.53	701

ตารางที่ 4 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (30-31 ม.ค. 50) (ต่อ)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	31/1/2550	9.30	17°46.628 N 103°57.358 E	21.0	7.14	1210	7.73	851
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	31/1/2550	10.45	17°58.071 N 103°50.157 E	21.4	7.12	1366	8.18	955
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	31/1/2550	11.30	17°52.053 N 103°46.697 E	22.1	7.01	1408	7.07	969
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค สะพานดอนหญ้านาง ต.หนองหญ้านาง อ.พรเจริญ จ.หนองคาย	31/1/2550	16.00	18°02.199 N 103°36.418 E	20.4	7.19	641	8.01	457
10	สะพานห้วยปากคลอง อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	31/1/2550	13.50	18°05.122 N 103°33.219 E	23.1	7.06	620	8.87	419
11	สะพานบ้านคำแก้ว อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	31/1/2550	14.35	18°04.172 N 103°30.836 E	23.1	6.97	278.4	5.87	187.5

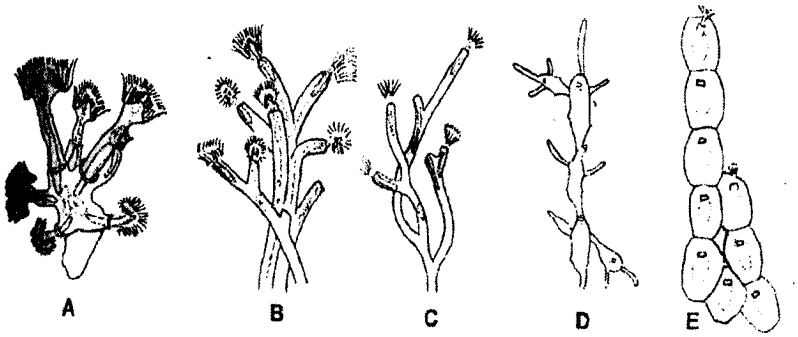
ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (8-9 ก.พ. 50)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	8/2/2550	10.10	17°39.105 N 104°28.081 E	22.9	7.50	511	8.41	346
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	8/2/2550	9.54	17°38.466 N 104°27.974 E	22.8	7.54	5.7	8.35	314.4
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	8/2/2550	8.55	17°35.564 N 104°24.946 E	22.7	7.65	460.2	7.84	312.9
4	สะพานบ้านหาดแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	8/2/2550	10.55	17°40.460 N 104°17.456 E	23.8	8.13	507	9.28	337
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	8/2/2550	11.50	17°41.291 N 104°09.139 E	23.7	7.48	1303	8.74	808

ตารางที่ 5 คุณภาพน้ำของแม่น้ำสงคราม (8-9 ก.พ. 50) (ต่อ)

จุดที่	สถานี	วันที่สำรวจ	เวลา (น.)	พิกัด GPS	อุณหภูมิน้ำ (°C)	pH	ค่าการนำไฟฟ้า (µS)	DOที่ 30 ซม. (มก./ล)	หมายเหตุ
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	8/2/2550	13.28	17°46.628 N 103°57.358 E	24.3	7.84	1490	8.87	981
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	8/2/2550	14.12	17°58.071 N 103°50.157 E	23.8	8.41	1292	10.18	859
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	9/2/2550	10.10	17°52.053 N 103°46.697 E	22.4	7.64	1440	7.23	647
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค สะพานดอนหญ้านาง ต.หนองหญ้านาง อ.พรเจริญ จ.หนองคาย	9/2/2550	13.00	18°02.199 N 103°36.418 E	24.7	7.55	663	7.04	434
10	สะพานห้วยปากคลอง อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	9/2/2550	11.15	18°05.122 N 103°33.219 E	22.5	7.60	272.6	7.14	185.8
11	สะพานบ้านคำแก้ว อ.โซ่พิสัย จ.หนองคาย	9/2/2550	11.55	18°04.172 N 103°30.836 E	24.0	7.45	678	7.53	450

4. ไบรโอโซนจากภาคสนาม



ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนีของไบรโอโซน

A โคโลนีลักษณะกลมของ Lophopodidae

B โคโลนีลักษณะคล้ายท่อของ Plumatellidae

C โคโลนีลักษณะคล้ายท่อของ Fredericellidae

D โคโลนีของ ctenostome ที่ยังไม่มีการอธิบายไว้

E โคโลนีของ ctenostome พวก Hislopidae

ที่มา: Wood (2004)

ไบรโอโซนน้ำจืดที่พบในจุดเก็บตัวอย่างในแม่น้ำสงครามและแหล่งน้ำในลุ่มน้ำ ลักษณะของไบโอโซนที่พบทั้งเป็นโคโลนีและสเตโตบลาส (ตารางที่ 6) ปัจจัยที่มีต่อการสำรวจพบไบรโอโซนหรือไม่ในจุดเก็บตัวอย่าง ได้แก่ วัสดุที่ไบโอโซนสามารถยึดเกาะ เช่น กิ่งไม้ ใบไม้ ถุงกระดาษหรือเศษพลาสติกที่ลอยหรือจมอยู่ในน้ำ (ภาพที่ 4) เวลาที่เหมาะสม ในเวลาที่ออกสำรวจพบไบรโอโซนบางประเภทอาจอยู่ในระยะพักตัวเป็นสเตโตบลาส ซึ่งมีขนาดเล็ก ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ชัด จึงมีความจำเป็นที่ต้องทำการสำรวจซ้ำในจุดเก็บนั้น ๆ ปริมาณน้ำและความเร็วของกระแสน้ำเป็นปัจจัยหนึ่งซึ่งอาจจะพัดพาวัสดุที่ไบรโอโซนยึดเกาะไปไกลจากที่เคยอยู่เดิม จึงไม่สามารถพบพบไบรโอโซน ในทางกลับกันกระแสน้ำอาจพัดพาวัสดุที่ไบรโอโซนยึดเกาะมาบริเวณที่สำรวจได้ เหตุผลดังกล่าวจึงต้องออกแบบเตรียมเครื่องมือเก็บตัวอย่างไบรโอโซน (Hester-Dendy multiple-plate sampler) เพื่อให้วางตัวอย่างไบรโอโซนที่เหมาะสมในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง เพื่อเป็นตัวอย่างที่แท้จริงในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญเติบโตของไบรโอโซนและคุณภาพน้ำ เพื่อนำมาใช้เป็นดัชนีคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม ในการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

โคโลนีไบรโอโซนที่พบในลำน้ำแม่น้ำสงคราม ได้แก่ *Internectella bulgarica, Plumatella bombayensis, Hislopia species, Plumatella javanica* สายพันธุ์ที่พบสเตโตบลาส (Statoblast) ได้แก่*Hyalinella lendenfeldi, Plumatella bombayensis, Lophopodella carteri, และAsajirella gelatinosa* ส่วนโคโลนีที่พบในแหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่*Plumatella siamensis Hislopia species, Internectella bulgarica, Plumatella javanica, Plumatella siamensis, Plumatella vorstmani,*

Plumatella casmiana, Hyalinella lendenfeldi สายพันธุ์ที่พบสเตโตบลาส ได้แก่*Plumatella bombayensis, Lophopodella carteri, Internectella bulgarica, Hyalinella lendenfeldi, Plumatella siamensis, Plumatella javanica, Asajirella gelatinosa, Plumatella vorstmani* (ตารางที่ 6) ทั้งนี้จะเห็นได้ว่าการสำรวจครั้งนี้พบความหลากหลายด้านสายพันธุ์ของไบรโอโซนเป็นที่น่าสนใจยิ่งต่อ การติดตามตรวจสอบสายพันธุ์ของไบรโอโซนที่แปรเปลี่ยนตามฤดูกาลและจุดเก็บตัวอย่างที่มากขึ้น

ตารางที่ 6 จุดสำรวจบนแม่น้ำสงครามและการค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดในลักษณะของโคโลนีและสแตโตบลาส

จุดที่	สถานที่	พิกัด (ระดับความสูงจากน้ำทะเล)	รายละเอียดพื้นที่สำรวจ	ลักษณะไบรโอโซนที่พบ	
				โคโลนี	สแตโตบลาส
1	ร้านอาหารปากแม่น้ำ ปากน้ำแม่น้ำสองสี ต.ไชยบุรี อ.ท่าอุดร จ.นครพนม	17°39.105 N 104°28.081 E (115 m)	โดยรอบกระชังปลาปากแม่น้ำสองสีบรรจบกับแม่น้ำโขง มีไบรโอโซนเกาะตามตาข่ายของกระชังปลาเป็นจำนวนมาก	*Hislopia malayensis* *Plumatella bombayensis*	*Plumatella bombayensis*
2	ท่าน้ำวัดศรีสุมังชมชื่น ต.บ้านตาล อ.ท่าอุเทน จ.นครพนม	17°38.466 N 104°27.974 E (131 m)	ท่าน้ำวัดที่ใช้เป็นท่าเทียบเรือชาวประมง มีการเลี้ยงปลาในกระชังที่ฝั่งตรงข้ามจำนวนมาก ใกล้กับเชิงสะพานข้ามแม่น้ำสงคราม	*Hislopia species* *Plumatella javanica* *Internectella bulgarica*	*Plumatella bombayensis* *Hyalinella lendenfeldi* *Lophopodella carteri*
3	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	17°35.564 N 104°24.946 E (161 m)	เป็นบริเวณเลี้ยงปลาในกระชังขนาดเล็ก โดยรอบไม่มีชุมชนและกิจกรรมอื่นๆ เป็นพื้นที่ซึ่งได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำโขงในหน้าแล้ง	*Internectella bulgarica* *Plumatella bombayensis*	*Hyalinella lendenfeldi*
4	สะพานบ้านหากแพง อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	17°40.460 N 104°17.456 E (130 m)	เคยเป็นแหล่งท่องเที่ยว มีร้านค้าร้างริมแม่น้ำ ซากเรือนำเที่ยว ไม่มีกิจกรรมในบริเวณนี้ แต่มีชุมชนอยู่ห่างออกไปเล็กน้อยด้านเหนือน้ำ	-	*Hyalinella lendenfeldi*

ตารางที่ 6 จุดสำรวจบนแม่น้ำสงครามและการค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดในลักษณะของโคโลนีและสแตโตบลาส (ต่อ)

จุดที่	สถานที่	พิกัด (ระดับความสูงจากน้ำทะเล)	รายละเอียดพื้นที่สำรวจ	ลักษณะไบรโอโซนที่พบ	
				โคโลนี	สแตโตบลาส
5	สะพานบ้านดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม จ.สกลนคร	17°41.291 N 104°09.139 E (123 m)	เป็นชุมชนโดยรอบสะพานข้ามแม่น้ำ มีทั้งสองฝั่ง ซึ่งฝั่งตรงข้ามพื้นที่สำรวจมีร้านค้าและร้านอาหาร ส่วนฝั่งที่สำรวจมีกระชังปลามาก มีเรือนแพ และการตกปลาและยกยอ	*Plumatella javanica*	*Asajirella gelatinosa* *Hyalinella lendenfeldi*
6	สะพานบ้านท่าแร่ อ.เซกา จ.สกลนคร	17°46.628 N 103°57.358 E (127 m)	จุดแบ่งเขตจังหวัดสกลนครและหนองคาย เป็นที่ตั้งของแพเครื่องสูบน้ำร้าง มีท่อสูบน้ำขนาดใหญ่ และเป็นที่จอดเรือหาปลา น้ำค่อนข้างใส ไม่มีกระชังปลาในบริเวณสำรวจ	-	*Hyalinella lendenfeldi*
7	วัดสิงหาญ ต.บ้านท่างาม อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	17°58.071 N 103°50.157 E (127 m)	ท่าน้ำวัดที่กั้นริมตะหลิ่งด้วยก้อนหินจำนวนมาก ไม่มีต้นไม้เล็กใหญ่ในบริเวณสำรวจ ใช้เป็นท่าเทียบเรือของวัด น้ำไหลค่อนข้างเร็ว	-	*Hyalinella lendenfeldi*
8	แพอาหาร วัดสงครามประดิษฐ์ อ.คำตากล้า จ.สกลนคร	17°52.053 N 103°46.697 E (132 m)	เป็นร้านอาหารบนเรือนแพ ริมท่าน้ำของวัด มีพืชน้ำอยู่บริเวณแพ เป็นที่อยู่อาศัยและมีการปล่อยน้ำทิ้งลงบริเวณสำรวจ	*Internectella bulgarica* *Hislopia malayensis*	*Hislopia malayensis*

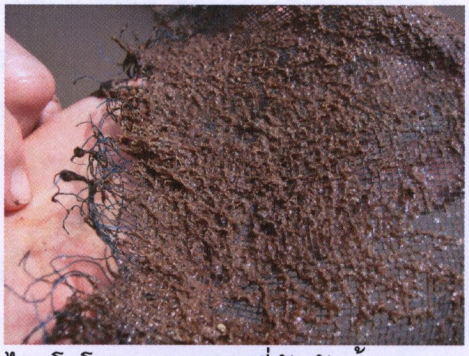
ตารางที่ 7 แหล่งน้ำที่สำรวจใกล้กับแม่น้ำสงครามและการค้นพบไบรโอโซนน้ำจืดในลักษณะของโคโลนีและสแตโตบลาส

แหล่งน้ำที่	สถานที่	พิกัด (ระดับความสูงจากน้ำทะเล)	ลักษณะไบรโอโซนที่พบ	
			โคโลนี	สแตโตบลาส
1	หนองไฮ้	17°40.355 N 104°22.259 E	*Plumatella javanica*	-
2	หนองน้อย	17°41.818 N 104°20.563 E	*Internectella bulgarica* *Plumatella vorstmani*	*Internectella bulgarica*
3	หนองปอ	17°40.896 N 104°18.062 E	*Internectella bulgarica*	*Internectella bulgarica* *Hyalinella lendenfeldi*
4	หนองคาด	17°42.544 N 104°12.917 E	*Plumatella javanica*	-
5	หนองสาป	17°43.845 N 104°09.431 E	*Plumatella bombayensis*	-
6	หนองน้ำจั้น	17°35.781 N 104°00.903 E	*Plumatella siamensis*	*Hyalinella lendenfeldi*
7	หนองหลวง	17°51.310 N 103°53.220 E	*Plumatella siamensis* *Plumatella javanica* *Plumatella vorstmani* *Plumatella casmiana*	*Plumatella siamensis* *Plumatella javanica* *Hyalinella lendenfeldi* *Asajirella gelatinosa*
8	หนองเริง	18°02.261 N 103°36.986 E	*Hyalinella lendenfeldi* *Plumatella javanica*	*Hyalinella lendenfeldi* *Plumatella javanica*

ไบรโอโซนบนเครื่องมือเก็บตัวอย่าง

ไบรโอโซนบนก้อนหินที่น้ำท่วมถึง

ไบรโอโซนบนก้านมะพร้าวที่ลอยอยู่ในน้ำ



ไบรโอโซนบนตาข่ายที่สัมผัสน้ำ

ไบรโอโซนบนลำไม้ไผ่ที่จมอยู่ในน้ำ

การค้นหาและการพิสูจน์ทราบสายพันธุ์

ภาพที่ 4 ไบรโอโซนบนเครื่องมือเก็บตัวอย่างและบนวัสดุธรรมชาติในแม่น้ำ

5. รายละเอียดชนิดสายพันธุ์ไบรโอโซนที่มีในลุ่มน้ำสงคราม

Asajirella gelatinosa (Oka, 1980) เป็นไบรโอโซนใน มีโคโลนีเป็นลักษณะทรงกลมโปร่งใสคล้ายเจลลี่ (gelatinous) และอ่อนนุ่ม (flaccid) สามารถเจริญเติบโตได้ยาวกว่า 15 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลางยาวกว่า 6 เซนติเมตร ผนังลำตัวโปร่งใสยกเว้นในที่ได้รับแสงอาทิตย์ อาจจะมีสาหร่ายเจริญเติบโต สเทโทบลาสต์ ที่มีรูปทรงคล้ายจาน มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 มิลลิเมตร หรือยาวกว่า ซึ่งนับได้ว่าโตที่สุดในกลุ่ม Phylactolaemata และมีรูปทรงคล้ายตะขอเล็กๆ รอบๆ ขอบของ สเทโทบลาสต์ โคโลนีที่เจริญเต็มที่แล้วจะปล่อยสเทโทบลาสต์ออกมาจำนวนมาก ซึ่งจะลอยน้ำหลังจากสเทโทบลาสต์แห้งสนิทแล้ว นิเวศวิทยาของ *Asajirella gelatinosa* เป็นที่รู้จักอย่างดีจากการศึกษาทั้งในภาคสนามและในห้องปฏิบัติการโดย (Mukai *et al.*, 1979) พบโคโลนีในแหล่งน้ำตื้น เช่น บ่อน้ำ โดยจะเจริญเติบโตอยู่บนเสาของท่าเรือที่เป็นไม้ กิ่งและใบไม้ของพืชน้ำ และกิ่งไม้หรือท่อนซุงที่ลอยในน้ำ การรวมตัวและการเจริญเติบโตของหลาย ๆ โคโลนีนั้นจะเกิดเป็นกลุ่มก้อนใหญ่ๆ ของวัตถุที่คล้ายวุ้นใส โดยกลุ่มเหล่านั้นสามารถมีขนาดกว้างได้ถึง 15 เซนติเมตร และยาวมากกว่า 30 เซนติเมตร โคโลนีเล็ก ๆ นั้นเข้าใจว่าสามารถจะแยกตัวและเคลื่อนที่ออกจากกันได้ ดังอธิบายไว้ในการแบ่งตัวในส่วนของการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ มีโพลีพายด์ขนาดใหญ่ที่สุดในพวกไบรโอโซนน้ำ

Fredericella sultana (Blumenbach, 1779) พบสายพันธุ์นี้ครั้งแรกในประเทศไทย สืบเนื่องมาจากโครงการวิจัยครั้งนี้ โคโลนีมีลักษณะเป็นท่อยาวเป็นสายกระจายออกไป กิ่งก้านเรียวยาวยื่นไปในน้ำเหมือนซากพืชที่เน่าเปื่อย เมื่อเอาออกมาจากน้ำมีลักษณะอ่อนนุ่มติดกับตัวกลางที่ยึดเกาะอยู่ หนวดของโลโฟฟอร์เรียงเป็นรูปวงกลม ซึ่งแปลกไปจากไบรโอโซนน้ำจืดซึ่งมักมีลักษณะเป็นรูปเกือกม้า สเทโทบลาสต์คล้ายเมล็ดถั่ว มีผิวเรียบและสว่าง ความยาวเป็น 2- 3 เท่าของความกว้าง ไม่มีสิ่งเคลือบ โลโลนีจะติดกับตัวกลางที่ยึดเกาะอยู่เสมอ ไม่หลุดอย่างเป็นอิสระในน้ำ พบทั่วไปในยุโรป แถบเหนือของเอเชีย และมีรายงานว่าพบในอินเดียและแถบตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศสหรัฐอเมริกา

Hyalinella lendenfeldi (Ridley, 1886) มีลักษณะคล้ายกับสกุล Plumatella ในหลายด้าน เช่น ลักษณะโคโลนี และรูปร่างของสเทโทบลาสต์ แต่สกุล Hylinella นี้มีโลโฟฟอร์ทรงเกือกม้า *Hyalinella lendenfeldi* มีลักษณะเป็นท่อใส ๆ คล้ายวุ้น ไม่มีการแตกกิ่งก้านสาขามากนัก ค้นพบครั้งแรกบริเวณใกล้กับเมืองซิดนีย์ ประเทศออสเตรเลีย ในปี ค.ศ. 1886 โดย Whitelegge จากนั้นได้มอบตัวอย่างให้แก่ Dr. Von Lendenfeld เพื่อนำส่งให้กับ British Museum ในลอนดอน ประเทศอังกฤษ เจ้าหน้าที่เข้าใจผิดว่าผู้ที่ค้นพบคือ Dr. Von Lendenfeld จึงตั้งชื่อให้เป็น *Lophopus lendenfeldi* หลังจากนั้นไม่มีการพบเห็น *Hyalinella lendenfeldi* อีกเลย จนกระทั่งปี ค.ศ. 2002 Dr. Timothy S. Wood พบที่ทะเลสาบในจังหวัดเชียงใหม่ สามารถอธิบายวงจรชีวิตของสายพันธุ์นี้ได้จากข้อมูลที่รวบรวมได้จากการวิจัยครั้งนี้ พบโคโลนีได้ในน้ำ

ตื้นในช่วงก่อนแล้ง มีลักษณะเป็นท่อยาวมีผนังหนา เมื่อเกิดสเทโทบลาสต์ขนาดใหญ่ในท่อ ท่อจะบางลงมีลักษณะเหมือนแผ่นเมมเบรน เมื่อได้รับน้ำฝนที่ตกลงมา สเทโทบลาสต์จำนวนมากจะหลุดออกไป ติดอยู่กับตะกอนและรอยแยกของหิน สามารถอยู่ในช่วงศีลได้ยาวนาน

Hislopia malayensis (Annandale, 1916) โคโลนีทั้งหมดเกาะติดกับพื้นผิวสัมผัสของวัสดุที่จมอยู่ในน้ำ โซอิดหลักอันหนึ่งจะแตกเป็นโซอิดใหม่ทางด้านข้าง ด้วยการเจริญเติบโตและแตกกิ่งก้านสาขาเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โซอิดจะรวมตัวกันอยู่มากมายและหนาแน่นจนเกือบจะเป็นเพียงชั้นเดียวกันหมด โซอิดแต่ละโซอิดจะแบนราบและมีช่องเปิด (orifice) บริเวณใกล้กับปลายสุด โซอิดแต่ละโซอิดจะพัฒนาจากบริเวณที่อยู่ใกล้เคียงกับโซอิดอันก่อน ช่องเปิดนี้จะถูกดึงขึ้นโดยกล้ามเนื้อภายในไปสู่รูปร่าง quadrangular เมื่อโพลีพายด์ หดกลับ โลโฟฟอร์มีหนวดประมาณ 12 – 20 เส้น เรียงตัวเป็นรูปวงกลมบริเวณรอบปาก ลักษณะที่โดดเด่นของไส้ใน (gut) คือกล้ามเนื้อกระเพาะอาหาร ที่เรียงตัวเป็นสัน โดยจะทำหน้าที่ทั้งบดและเก็บอนุภาคอาหาร ท่อนำไข่ (funiculus) อัณฑะ (testes) และรังไข่ (ovaries) ไม่มีตำแหน่งที่แน่นอนในผนังลำตัว สายพันธุ์นี้เจริญเติบโตตลอดปีโดยไม่ขึ้นกับฤดูกาล ได้มีการรายงานสายพันธุ์ *Hislopia* 5 สายพันธุ์ รวมถึง *Hislopia malayensis* (Annandale, 1916) จากจังหวัดปัตตานีในภาคใต้ของประเทศไทย โดยความน่าเชื่อถือของลักษณะสัณฐานวิทยาที่ใช้ในการจำแนกความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ยังไม่เคยได้รับการทดสอบ พบ *Hislopia* ได้ทั่วโลกโดยเฉพาะในเขตเส้นศูนย์สูตร (tropical climates) *Hislopia* นั้นอยู่ในชั้น Gymnolaemata ซึ่งสายพันธุ์ส่วนใหญ่ในชั้นเป็นสายพันธุ์น้ำเค็ม

Hislopia ไม่สร้างสเทโทบลาสต์ แต่มีการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ โดยตัวอ่อนที่สามารถว่ายน้ำได้ (swimming larvae) ซึ่งได้ถูกอธิบายไว้โดย Dr. Timothy S. Wood เมื่อเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2547 ว่าเกิดจากไข่ที่ถูกปล่อยออกมาและปฏิสนธิ จากนั้นเริ่มต้นแบ่งตัว ภายใน 2 ชั่วโมง มี 8 เซลล์ และมี cleavage ที่มีเส้นรัศมีที่สมบูรณ์ และพัฒนาต่อไป จนเกิดเป็นตัวอ่อนที่สามารถว่ายน้ำได้หลังจาก 26 ชั่วโมง โดยตัวอ่อนมีลักษณะคล้ายกับ cyphonautes larvae ซึ่งเป็นตัวอ่อนของไบรโอโซนน้ำเค็มทั่วๆ ไป มีรูปร่างเหมือนกับหมวกทรงสูง และมีขน (cilia) รอบๆ ขอบ (brim) ของตัวอ่อน มีระบบทางเดินอาหารที่สมบูรณ์ ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นในการศึกษาความพิศวงของสายพันธุ์นี้ต่อไป

Internectella bulgarica (Gruncharova, 1871) สกุล *Internectella* นั้นเป็นสกุลที่มีความคล้ายคลึงระหว่าง *Fredericella* และ *Plumatella* สำหรับในการอธิบายในรายงายนี้จัดไว้ในวงศ์ Fredericellidae ลักษณะภายนอกนั้นคล้ายกับ *Fredericella* ที่มีลักษณะกิ่งก้านสาขาเล็กๆ กระจายออก และมีโซอิดอยู่กันอย่างห่างๆ บางกิ่งก้านอาจมีการเจริญเติบโตโดยไม่ยึดติดกับพื้นผิว แต่ไม่บ่อยนักที่มันจะรวมตัวกัน การเจริญเติบโตที่รวดเร็วอาจทำให้เกิดเป็นพุ่มขนาดใหญ่พอประมาณได้ โซอิดจะมีโลโฟฟอร์ที่ประกอบไปด้วยหนวด 18-22 เส้น เรียงตัวรูปทรง

กลมรอบบริเวณปาก สเทโทบลาสต์มีลักษณะเล็กและแน่น กลมเรียว ถูกสร้างขึ้นบริเวณที่มีการยึดติดของโคโลนี มีเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กกว่าเส้นผ่านศูนย์กลางด้านในของโซอีเซียมเพียงเล็กน้อย แต่สกุล *Internectella* จะมีความแตกต่างที่สเทโทบลาสต์ โดยสเทโทบลาสต์ที่มีการเกาะติดจะมีขอบที่เป็นลักษณะเด่น และบางครั้งพบเหมือนกันเป็นคู่ และอาจพบ สเทโทบลาสต์อิสระได้ด้วย มีรูปร่างที่ไม่แน่นอน สามารถลอยน้ำได้เมื่อถูกปล่อยออกมา ปกติแล้วโคโลนีจะเจริญเติบโตในน้ำไหล

Internectella bulgarica สร้างโคโลนีขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นท่อเรียว เป็นสายพันธุ์ที่อยู่ตรงกลางระหว่าง *Fredericella* และ *Plumatella* จึงถูกเรียกว่า *Internectella* พบครั้งแรกที่ประเทศบัลแกเรียในปี ค.ศ. 1972 ซึ่งเป็นบุคคลเพียงคนเดียวเท่านั้นที่พบสายพันธุ์นี้ในประเทศบัลแกเรียและไม่มีการพบอีกเลย จากนั้นในปี พ.ศ. 2545 Dr. Timothy S. Wood ได้เดินทางไปประเทศบัลแกเรียเพื่อค้นหาสายพันธุ์นี้เป็นเวลา 1 สัปดาห์เต็ม แต่ไม่พบ เมื่อเดินทางมาศึกษาไบรโอโซนน้ำจืดในประเทศไทยพบว่ามี *Internectella bulgarica* เป็นจำนวนมากและเป็นสายพันธุ์ที่พบได้ทั่วไปในแม่น้ำสายต่างๆ

Lophopodella cateri (Hyatt, 1868) อยู่ใน family เดียวกับ *Asejirella* เป็นโคโลนีที่ค่อนข้างเล็ก โดยรวมแล้วไม่ค่อยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 1 ซม. หลังจากรวมเป็นโคโลนีได้ขนาดหนึ่งแล้ว จะแบ่งแยกตัวออกมาอย่างช้า ๆ มักจะเพิ่มเป็น 2 เท่า ทุก ๆ 3-6 วัน ในน้ำที่มีอุณหภูมิอุ่น สเทโทบลาสต์เป็นรูปไข่ป้าน โดยมีหนามตะขออยู่ทั้งสองข้าง *Lophopodella* เจริญเติบโตได้ดีในน้ำไหลหรือน้ำที่ไม่นิ่ง แต่อาจพบได้ในถิ่นอาศัยที่สงบ กระจายตัวอยู่ทั่วไปในพื้นที่เอเชียใต้ ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อเมริกาเหนือ และบางส่วนของยุโรป

Genus *Plumatella* โคโลนีมีลักษณะเป็นท่อเล็กๆ แตกกิ่งก้านสาขา แต่รูปร่างลักษณะอาจแตกต่างกันไปแม้แต่ในสายพันธุ์เดียวกัน กิ่งก้านอาจมีลักษณะสั้นและรวมกันแน่น อาจรวมกันเป็นก้อนหรือเส้นใหญ่ๆ หรืออาจมีลักษณะยาวและแผ่กิ่งก้านสาขาออกไป โดยมีทั้งกิ่งก้านที่ยึดติดกับพื้นผิวสัมผัสและอยู่อย่างอิสระ ผนังลำตัวอาจโปร่งใสหรือทึบแสง- แต่ลักษณะที่ทุกสายพันธุ์มีเหมือนกันคือ ในการสืบพันธุ์จะผลิตสเทโทบลาสต์ 2 แบบ ได้แก่ floatoblast ที่สามารถลอยตัวได้หลังจากถูกปล่อยออกมาจากโคโลนี และ sessoblast ที่จะติดแน่นกับพื้นผิวสัมผัส โลโฟฟอร์มีลักษณะเป็นรูปตัว U หรือ V ซึ่งไบรโอโซนในสกุลนี้ถือได้ว่าเป็นสกุลที่ใหญ่ที่สุดของไบรโอโซน ชั้น Phylactolaemata โดยคิดเป็น 40% ของสายพันธุ์ทั้งหมดในชั้น สายพันธุ์ที่พบได้แก่

Plumatella bombayensis (Annandale, 1908) มีโคโลนีที่มีสีเข้ม แตกกิ่งก้านสาขา จึงมีปรากฏให้เห็นหลายรูปแบบ ในที่น้ำไหลท่อจะรัดตัวกับตัวกลางยึดเกาะ ในบริเวณน้ำนิ่งท่อจะชูตัวสูงขึ้น ทั้งโคโลนีมีสีเข้ม ในบางโอกาสท่อยาวเป็นสายโดยมีกิ่งก้านเจริญออกข้างนอกตัวกลางที่ยึดเกาะอยู่ มีอยู่อย่างเดียวที่คงเหมือนกันคือ สเทโทบลาสต์อิสระ พบครั้งแรกที่เมืองบอมเบย์ ประเทศอินเดีย และพบในประเทศอินโดนีเซีย เป็นอีกสายพันธุ์หนึ่งที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทยสามารถเจริญเติบโตได้ตลอดทั้งปี เป็นสายพันธุ์ที่แพร่กระจายได้ดีในกลุ่มมีอาศัยในน้ำจืด สามารถมีชีวิตรอดได้ในน้ำท่วม มักจะเห็นติดอยู่ตามกิ่งไม้

Plumatell casmiana มีลักษณะโคโลนีที่หนาแน่น แบน และแตกกิ่งก้านสาขามากมาย เป็นสายพันธุ์ที่พบได้ทั่วโลก ยกเว้นในแถบแอนตาร์กติกา สร้างสเทโทบลาสต์ 3 แบบ หนึ่งในนั้นมีลักษณะที่แปลกมากเนื่องจากสามารถงอกได้ภายในระยะเวลาเพียงไม่กี่นาทีหลังจากที่ถูกปล่อยออกจากโคโลนี

Plumatella javanica (Kraepelin, 1906) พบน้อยครั้งกว่าชนิดอื่น ๆ แต่เมื่อพบในพื้นที่ใดมักจะพบในปริมาณมาก *P. javanica* เป็นพวก plumatellids ที่สามารถบ่งบอกชนิดได้ง่ายจากภาคสนาม มีท่อยาว แตกเป็นกิ่งก้านไม่มาก และติดอยู่กับวัตถุที่ยึดเกาะตลอดสายท่อ โดยมีโซอิดสั้น ๆ ต่อกันเป็นเส้นตรงโค้งชูตัวออกจากวัตถุที่ยึดเกาะ ผนังของโคโลนีเปราะบาง ฉีกขาดง่าย จึงไม่ค่อยพบโคโลนีที่สมบูรณ์ อาจพบ *P. javanica* ได้ในบริเวณน้ำตื้นรอบขอบอ่างน้ำและทะเลสาบที่เป็นน้ำนิ่ง พบครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซีย รายงานว่าพบทั่วไปในประเทศอินเดียและตอนเหนือของประเทศไทย

Plumatella siamensis (Wood, 2006) พบมากในห้วยน้ำซัน แต่แปลกมากที่ไม่พบในแหล่งน้ำอื่น ๆ ในระหว่างที่ออกสำรวจของโครงการ มีสเตโตบลาสต์ที่แปลกซึ่งสามารถแตกตัวได้ทันทีถูกปล่อยออกมา เหมือนพฤติกรรมของเลปโตบลาสต์ของ *P. casmiana* ในช่วงเวลาออกภาคสนามมีโอกาสพบว่า *P. siamensis* มีร่องรอยของแคปซูลหลอมรวมกับด้านในของฝาโฟลตโตบลาสต์ มีรายละเอียดน้อยมากเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของไบรโอโซนชนิดนี้ พึ่งพบเห็นเฉพาะในประเทศไทย จัดว่าเป็นประเภทหายาก

Plumatella vorstmani (Toriumi, 1952) โคโลนีมีลักษณะเป็นท่อ ผนังบางและเปราะบาง เตโตบลาสต์เกิดขึ้นค่อยข้างน้อย ซึ่งหากไม่มีเตโตบลาสต์ก็ระบุชนิดได้ยาก ตลอดระยะเวลาของโครงการนี้มีโอกาสพบตัวอย่างที่สมบูรณ์มาก ไบรโอโซนชนิดนี้พบทั่วไปในประเทศไทย รวมทั้งประเทศกัมพูชา อินโดนีเซีย และญี่ปุ่น

6. การใช้ไบรโอโซนเป็นดัชนีศึกษาและตรวจติดตามคุณภาพน้ำในแม่น้ำสงคราม

ไบรโอโซนที่เลือกนำมาศึกษาในการทำศึกษาและตรวจติดตามคุณภาพน้ำครั้งนี้คือสายพันธุ์ *Hislopia malayensis* ซึ่งพบได้ทั่วไปในแหล่งน้ำของประเทศไทย ทั้งในทะเลสาบที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและแม่น้ำที่มีสภาพสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ซึ่งสายพันธุ์ดังกล่าวเจริญกระจายได้ดีอยู่ทั่วไปในลุ่มแม่น้ำสงคราม จึงไม่เป็นการนำเอาสายพันธุ์ใหม่เข้าไปปล่อยในพื้นที่ดังกล่าว ยิ่งกว่านั้น *H. malayensis* เป็นโคโลนีที่มีโซอิดรวมตัวกันแน่น สามารถปรับตัวได้อย่างดีต่อการติดและเจริญเติบโตบนตัวกลางที่สร้างให้ ยังข้อดีอื่นๆ ได้แก่ง่ายต่อการวัดการเจริญเติบโตของโคโลนีโดยการนับจากจำนวนโซอิดที่ประกอบเป็นโคโลนีนั้นๆ และสามารถแยกแยะได้ง่ายระหว่างโซอิดที่มีชีวิตกับโซอิดที่ตายแล้ว

ในการศึกษาและตรวจติดตามคุณภาพน้ำ ให้นำแผ่นตัวอย่างไปวางในแม่น้ำในตำแหน่งที่เลือกไว้ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากนับจำนวนโซอิด ในแต่กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยแผ่นตัวอย่าง 5 แผ่นใส่ไว้ในท่อพีวีซีเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 ซม. เพื่อป้องกันแผ่นตัวอย่างจากการเสียหาย (mechanical damage) ผูกด้วยเชือกไนล่อนแล้วค่อย ๆ หย่อนลงในน้ำในบริเวณที่คาดว่าจะปลอดภัยจากการรบกวน ทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน นำแผ่นตัวอย่างกลับมานับจำนวนโซอิด เวลาที่วางตัวอย่างและเก็บตัวอย่างวัดคุณสมบัติของน้ำ ได้แก่อุณหภูมิ ค่าความนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และออกซิเจนละลายน้ำ แผ่นตัวอย่างทั้งหมดถูกนำไปวางและเก็บตามลำดับ แต่ละครั้งใช้เวลา 2 วัน เก็บข้อมูล 2 ช่วงคือช่วงน้ำหลาก (เดือนมิถุนายน 2549) และช่วงแล้ง (เดือนกุมภาพันธ์ 2550)

หลังจากเก็บตัวอย่าง นำมานับจำนวนโซอิดที่มีชีวิตสังเกตจากกระเพาะทำงาน ในกรณีที่โคโลนีเจริญเติบโตดีมากเกินกว่าที่จะนับจำนวนโซอิดให้ถูกต้องได้นั้น จะใช้วิธีการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีแล้วคำนวณโดยใช้สูตร 2.67 โซอิดต่อตารางมิลลิเมตร บันทึกด้วยว่าโซอิดยังมีชีวิตอยู่หรือตายแล้ว หรือว่าโซอิดยังคงอยู่หรือหายไป ยังคงสามารถสังเกตเห็นเส้นขอบของโซอิดที่หายไป ซึ่งจะนับเป็นจำนวนรวมของโซอิดในโคโลนี เนื่องจากเป็นข้อมูลที่สำคัญของขนาดที่ใหญ่ที่สุดที่โคโลนีสามารถอยู่ได้คำนวณอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของแต่ละโคโลนีโดยใช้ข้อมูลของจำนวนโคโลนีเริ่มต้นและจำนวนโคโลนีในวันสุดท้าย ในบางกรณีคำนวณขนาดของโคโลนีในตอนเริ่มต้นเพื่อหาค่าการเจริญเติบโตที่เกิดขึ้นระหว่างเวลาที่เริ่มนับจำนวนโซอิดในห้องปฏิบัติการและเวลาที่หย่อนแผ่นตัวอย่างลงในแม่น้ำ

ณ จุดวางตัวอย่างจุดหนึ่ง พบว่ามีไบรโอโซนตายเป็นจำนวนมาก บางโคโลนีก็หายไปหมด บางโคโลนีมีอัตราการเจริญเติบโต 5 % ต่อวันและบางโคโลนีก็เพิ่มจำนวนเป็น 2 เท่าได้เร็วมาก การวิเคราะห์ครั้งนี้จึงได้เลือกอัตราการเจริญเติบโตที่สูงที่สุดจากแต่ละจุดวางตัวอย่าง

โดยสมมุติให้เป็นตัวแทนของอัตราการเจริญเติบโตที่มีศักยสูงที่สุดสำหรับโคโลนีทั้งหมด สังเกตและบันทึกอัตราการรอดของไบรโอโซนที่จุดวางตัวอย่างในภาพรวม ตามปกติอัตราการเจริญเติบโตในช่วงน้ำหลากจะมากอย่างมีนัยยะกว่าช่วงแล้ง คาดว่าการที่น้ำมีปริมาณมากในบริเวณนี้หมายถึงการมีปริมาณสูงของค่าออกซิเจนละลายน้ำ ธาตุอาหาร อนุภาคของสาร ปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นไปเจือจางอาจก่อผลเสียหายได้เช่นกัน อัตราการเจริญเติบโตต่อวันในช่วงน้ำหลากมีค่าสูงสุด 45 % ในขณะที่ในช่วงแล้งมีค่าที่เกิน 18 % อยู่บ้าง การอยู่รอดของโคโลนีในช่วงน้ำหลากมีค่าสูงกว่า โดยที่ มีอัตราการตายที่ 100 % เพียงแค่ 1 จุดวางตัวอย่างเท่านั้น ในช่วงแล้ง อัตราการตายที่ 100 % มีถึง 5 จุดจากทั้งหมด 10 จุด สาเหตุการตายไม่สามารถบ่งบอกได้ บางครั้งทั้งหมดหรือบางส่วนของโคโลนีหายไปหมดสิ้น บ่อยครั้งที่โซอิดตายอย่างง่ายดาย การตายไม่ไปด้วยกันกับค่าปัจจัยอื่น ๆ ที่วัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง (อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความนำไฟฟ้า และออกซิเจนละลายน้ำ) ในภาพรวมแล้วไบรโอโซนเจริญเติบโตเร็วดีในช่วงสัปดาห์แรกที่หย่อนลงในแม่น้ำแต่ได้ตายก่อนที่จะเก็บมานับปริมาณ แต่ยังคงเหลือซากให้เห็น

มีคำอธิบายที่เป็นไปได้หลายกรณี สำหรับการตายที่อยู่เหนือการคาดการณ์ในช่วงที่ทำการตรวจติดตาม ที่ชัดเจนที่สุดน่าจะเป็นผลรวมของสภาวะสิ่งแวดล้อมที่ไม่ได้ตรวจวัด ระหว่างการเก็บตัวอย่าง ตัวอย่างเช่นในช่วงเช้ามากออกซิเจนละลายน้ำลดลงต่ำกว่า tolerance limits จะเห็นได้จาก สถานีที่ 4 อาจมีปัจจัยอื่นอีก เช่น เกิดจากการเดินทางระยะไกลไปยังจุดวางตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม เนื่องจากมีอุตสาหกรรมขนาดเล็กในพื้นที่และอาจจะเป็นไปได้ที่มีการทิ้งสารพิษลงแหล่งน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุของการตายได้ ความเป็นได้อีกกรณีหนึ่งมักเป็นไปได้อยู่เสมอและมีหลักฐานบางอย่างให้เห็น ได้แก่ผู้ล่า และปรสิต ซึ่งอาจเป็นปลาหรือหอย การเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดของเคมีของน้ำหรือธาตุอาหาร ที่มีต่อไบรโอโซนเมื่อสัมผัสน้ำในแม่น้ำสงครามเป็นครั้งแรก ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลาให้ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่อย่างช้า ๆ ทั้งนี้จักเป็นข้อควรระวังสำหรับการวิจัยในครั้งต่อ ๆ ไป ลักษณะการวางตัวของแผ่นตัวอย่างกับการตกตะกอนของสารอนุภาค แผ่นตัวอย่างทั้งหมดถูกแขวนตั้งแนวดิ่ง แต่เมื่ออยู่ในแนวราบบางโคโลนีอาจจะหงายขึ้น บางโคโลนีอาจคว่ำลง การศึกษาครั้งนี้ไม่ได้บันทึกถึงผลที่เกิดขึ้นจากความแตกต่างดังกล่าว ไม่สามารถสรุปได้ว่าเป็นปัจจัยหนึ่งที่ก่อให้การตายของไบรโอโซน

ตารางที่ 8 อัตราการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของ *Hislopia* sp. ในแม่น้ำสงคราม

จุดที่	สถานี	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน	
		อัตราการเจริญเติบโต (%)	อัตราการรอดชีวิต (%)	อัตราการเจริญเติบโต (%)	อัตราการรอดชีวิต (%)
1	โครงการชลประทาน ฝายห้วยหวายหลึม	18.30	0.630	45.00	100.00
2	วัดศรีสุมังชมชื่น (บ. ท่าคอกแก้ว แม่น้ำสองสี)	4.30	0	32.00	100.00
3	ร้านอาหารปากแม่น้ำ (ต. ไชยบุรี อ. ท่าอุดร จ. นครพนม)	4.60	0	38.00	38.00
4	บ.หาดแพง อ. ศรีสงคราม	0	0	30.00	67.00
5	บ.ดงหนองบัว ต.บ้านข่า อ.ศรีสงคราม	13.30	43.75	25.00	67.00
6	โครงการสูบน้ำด้วยไฟฟ้า บ.ดอนบ่อ อากาศอำนวย สกลนคร	17.00	31.25	0	0
7	วัดสิงห์หาญ บ.ท่างาม ต.หนองบัวลีน อ.คำตากล้า สกลนคร	11.00	0	39.00	100.00
8	แพอาหาร ใกล้วัดสงครามประดิษฐ์	11.00	0	38.00	88.00
9	แพที่พักคน (พรเจริญ) ผ่านประปาส่วนภูมิภาค	5.00	0.67	28.00	50.00
10	สะพานห้วยคำแก้ว	17.30	61.50	17.00	83.00

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำเบื้องต้น และอัตราการเจริญเติบโตของไบรโอโซนสายพันธุ์ *Hislopia* spp. พบว่าไบรโอโซนสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพน้ำที่ค่อนข้างหลายหลาย และช่วงการอยู่รอดของไบรโอโซนต่อค่าดัชนีคุณภาพน้ำบางประการในห้องปฏิบัติการ มีช่วงการรอดที่แคบกว่าการทดลองในพื้นที่จริงอาจเนื่องมาจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น สภาพภูมิประเทศ และการไหลของน้ำ เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้อาจเป็นส่วนหนึ่งที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไบรโอโซนซึ่งจำเป็นต้องมีการศึกษาในรายละเอียดต่อไป

7. การทดลองในห้องปฏิบัติการ

ผลที่มีต่อการเจริญเติบโตและการรอดชีวิตของไบรโอโซนในภาคสนามเป็นเป็นผลรวมของดัชนีคุณภาพน้ำรวม ไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นผลมาจากปัจจัยใด จึงได้ทดสอบผลของบางดัชนีที่มีต่อไบรโอโซน ได้แก่ ธาตุอาหาร (ฟอสเฟตและไนเตรต) ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไป และโลหะหนัก

ธาตุอาหาร (ฟอสเฟตและไนเตรต)

ผลการทดลองแสดงว่า ธาตุอาหารในน้ำคือ ฟอสเฟตและไนเตรต ไม่มีความสัมพันธ์กับการเจริญเติบโตของไบโอโซนน้ำจืดโดยตรง คือไม่สามารถนำสารอาหารเหล่านี้ไปใช้ในการสร้างอาหารและเซลล์ของไบรโอโซนได้ ซึ่งจากการสำรวจในแหล่งน้ำธรรมชาติที่มีค่าของธาตุอาหาร สูง มักจะมีการแพร่กระจายของไบรโอโซนมาก ก็น่าจะมาจากสาเหตุของการเพิ่มขึ้นของแพลงตอนในน้ำและการมีลักษณะของน้ำที่มีค่าของสารแขวนลอยสูงประกอบด้วย จากข้อมูลพื้นฐานนี้จึงอาจกล่าวได้ว่า ไบรโอโซนน้ำจืดไม่มีคุณสมบัติเหมาะสมเพียงพอในการนำไปใช้เป็นตัววัดคุณภาพน้ำด้านสารอาหารคือฟอสเฟตและไนเตรตโดยตรง จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์หาความเชื่อมโยงทางอ้อมเพิ่มเติม เพื่อจะได้แสดงผลของการเพิ่มขึ้นของสารอาหารที่มีต่อไบโอโซนน้ำจืดต่อไป

ตารางที่ 9 การเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดกับระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของฟอสเฟต

ระดับความเข้มข้นของฟอสเฟต (มก./ล.)	ค่าเฉลี่ยของจำนวนไบรโอโซน (โซอิด)	
	วันแรก	วันสุดท้าย (5 วัน)
0.0	9	4
0.1	9	5
0.5	9	4

ตารางที่ 10 การเจริญเติบโตของไบรโอโซนน้ำจืดกับระดับความเข้มข้นต่าง ๆ ของไนเตรต

ระดับความเข้มข้นของไนเตรต (มก./ล.)	ค่าเฉลี่ยของจำนวนไบรโอโซน (โซอิด)	
	วันแรก	วันสุดท้าย (5 วัน)
0.0	11	6
2.5	11	6
5.0	11	7

ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีต่อไบรโอโซน

Hislopia sp.เป็นสัตว์น้ำจืดไม่มีกระดูกสันหลัง สามารถดำรงชีวิตได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป โดยมีช่วงการเจริญเติบโตและการตายดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปที่มีต่อไบรโอโซน

ดัชนีคุณภาพน้ำ	**ดัชนีบ่งชี้ของ *Hislopia* sp.**	
	ช่วงการเจริญเติบโต	**ช่วงการตาย**
ค่าออกซิเจนละลายน้ำ หรือ DO (mg/l)	5 - 8	ต่ำกว่า 5 สูงกว่า 8
ความเป็นกรดเป็นด่าง หรือ pH	6 - 8	ต่ำกว่า 6 สูงกว่า 8
อุณหภูมิ (^{0}C)	15 - 35	ต่ำกว่า 15 สูงกว่า 35
ความเค็ม (%)	0	มากกว่า 0

การทดสอบความเป็นพิษของโลหะหนักที่มีต่อไบรโอโซน

หลังจากนำไบรโอโซนที่ได้เตรียมเพาะเลี้ยงไว้ มานับจำนวนเพื่อบันทึกจำนวนเริ่มต้น ใส่สารละลายโลหะตามความเข้มข้นต่าง ๆ ลงในจานเพาะเลี้ยงไบรโอโซน สังเกตความเปลี่ยนแปลง ที่ 0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 48, 72 และ 96 ชั่วโมง ทำ 2 ซ้ำทุกการทดลอง มีผลดังนี้

1. ทองแดง

พบว่า lophophore มีความไวต่อความเป็นพิษของทองแดงมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบความเป็นพิษของตะกั่ว และแคดเมี่ยม ทองแดงแสดงความเป็นพิษเฉียบพลัน (acute toxic) อย่างชัดเจน สังเกตได้ชัดเจนว่าหนวดของ lophophore หดตัวอย่างรวดเร็ว (retraction) หลังจากได้รับสารละลายทองแดงที่มีความเข้มข้น 005 มก./ล. ภายในเวลาไม่ถึง 1 นาที และการดึงหนวดเข้าไปไว้ในตัวทันทีที่ได้รับสารละลายทองแดงที่มีความเข้มข้น 0.17 และ0.20 มก./ล. ซึ่งไม่พบอาการดังกล่าวจากการทดลองของ ตะกั่ว และแคดเมี่ยม ในทุกๆ ความเข้มข้นของการทดลอง อย่างไรก็ตาม lophophore สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะความเป็นพิษได้ในทุกๆ ความเข้มข้นของการทดลองและปรับตัวเพื่อคืนสภาพได้ภายในเวลา 6 ชั่วโมงทั้งนี้ lophophore จะแสดงความอ่อนแออย่างเห็นได้ชัดเจน จากความผิดปรกติของหนวดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะควบคุม และจะตายเกินครึ่งหนึ่งภายใน 96 ชั่วโมงของการทดลอง

2. แคดเมี่ยม

lophophore ของ ไบรโอโซนน้ำจืด ที่เลี้ยงในสารละลายแคดเมี่ยมที่มีความเข้มข้น 0.53, 1.00 มก./ล.ตายเกินครึ่งภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนในสารละลายที่มีความเข้มข้น 0.05, 0.10 มก./ล. lophophore ตายเกินครึ่งภายใน 48 ชั่วโมง และตายเกือบหมดภายใน 96 ชั่วโมง ส่วนที่เลี้ยงในสารละลายควบคุมตายไม่หมดแต่ไม่แข็งแรงอาจเนื่องจากอาหารในสารละลายไม่เพียงพอ ซึ่งอาการดังกล่าวสังเกตได้เป็นบางส่วนจาก lophophore ที่เลี้ยงในสารละลายควบคุม

3. ตะกั่ว

lophophore ของ ไบรโอโซนน้ำจืด ที่เลี้ยงในสารละลายตะกั่วทุกความความเข้มข้นตายเกินครึ่งภายใน 72 ชั่วโมง เป็นที่สังเกตว่า lophophore ที่เลี้ยงในสารละลายควบคุมตายครึ่งหนึ่งภายในเวลา 72 ชั่วโมงเช่นกัน และ ตายเกือบหมดภายใน 96 ชั่วโมง

8. การจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้

การศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพนั้น อาจเป็นการศึกษากับสิ่งมีชีวิตที่รู้จักกันอยู่ดีแล้ว หรือเป็นสิ่งมีชีวิตที่ยังไม่เป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย สำหรับไบรโอโซนน้ำจืดนั้นจัดอยู่ในประเภทหลัง เนื่องจากมีผู้ศึกษาเรื่องนี้ในเมืองไทยน้อยมาก การทำความเข้าใจจำเป็นต้องการพื้นฐานความรู้ด้านชีววิทยาประกอบ เพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ในสาขาอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องต่อไป

ในการจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้ของโครงการนี้ จึงมุ่งเน้นที่นักศึกษาและนักวิจัยเป็นหลัก ในการนำความรู้พื้นฐานเหล่านี้ไปวิจัยในเชิงประยุกต์ต่อไป โดยแบ่งการจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้ออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนบรรยาย และส่วนปฏิบัติการ

สำหรับส่วนบรรยาย ได้จัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้ออกเป็น 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี และครั้งที่ 2 สำหรับนักวิจัยและนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา โดยในแต่ละครั้งมีเนื้อหาการบรรยายและการซักถามเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง สำหรับส่วนปฏิบัติการนั้น จะเป็นผู้วิจัยและนักศึกษาในพื้นที่สำรวจคือ ลุ่มน้ำสงครามเป็นหลัก เนื่องจากจะต้องเดินทางและใช้เวลาสำรวจในแต่ละครั้งประมาณ 4-5 วัน

ผลการจัดสัมมนาเพื่อเผยแพร่ความรู้ได้ดำเนินการไปตามวัตถุประสงค์คือ การแนะนำให้รู้จักกับสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่เรียกว่า ไบรโอโซน ซึ่งมีความหลากหลายของชนิดมากในประเทศไทย และได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ไบรโอโซนในด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นดัชนีทางชีวภาพตัวใหม่ที่สามารถพัฒนาต่อไปเพื่อการนำไปใช้งานจริงได้ในอนาคต

มีเอกสารประกอบการอบรมแนบท้าย

9. ประมวลผลโครงการโดยสรุปประเด็นที่ได้จากการสัมมนาและการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

ประเด็นที่ได้จากการสัมมนา

1. ควรมีการผลิตเอกสารหรือตำราของไบรโอโซนน้ำจืดของประเทศไทย เป็นภาษาไทย เพื่อให้สามารถศึกษาได้ง่ายสำหรับบุคคลทั่วไป ซึ่งยังไม่เป็นที่รู้จักกันหรือเข้าใจผิดว่าเป็นพืชน้ำ ทั้งๆ ที่เป็นสัตว์น้ำ
2. ควรมีการรวบรวมข้อมูลจากงานวิจัยต่างๆ เพื่อจัดทำฐานข้อมูลสายพันธุ์ต่างๆ ของไบรโอโซนน้ำจืดที่มีอยู่ในประเทศไทย นอกเหนือจากลุ่มน้ำสงคราม และควรสำรวจเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ฐานข้อมูลที่สมบูรณ์ขึ้น ก่อนที่สภาพแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงไปจนทำให้ไบรโอโซนน้ำจืดสูญพันธุ์ไป
3. ควรมีการศึกษาศักยภาพในการนำไบรโอโซนไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ อาทิเช่น ด้านการประมง ด้านสิ่งแวดล้อม และด้านเภสัชศาสตร์ เป็นต้น และที่สำคัญคือการศึกษาหาวิธีการเพาะเลี้ยงไบรโอโซนเพื่อเป็นวัตถุดิบในการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

ประเด็นที่ได้จากการจัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์

1. ข้อจำกัดด้านเวลาในการสำรวจ ซึ่งในความแตกต่างของช่วงเวลาจะมีผลต่อการขยายพันธุ์ของไบรโอโซนสายพันธุ์ต่างชนิด เนื่องจากการสำรวจในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาความหลากหลายของสายพันธุ์ในพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำสงคราม ซึ่งมีพื้นที่กว้างขวาง จึงจำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการเดินทางค่อนข้างมาก เพื่อให้การสำรวจครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด ข้อดีจากการสำรวจลักษณะนี้คือ การได้ข้อมูลในภาพรวมของแหล่งน้ำเกือบทั้งหมดในลุ่มน้ำ ไม่ว่าจะเป็นแม่น้ำ หนองหรือบึง และคลองเชื่อม ทำให้ทราบถึงการกระจายตัวของสายพันธุ์ต่างๆ ทั้งนี้ก็มีข้อด้อยอยู่บางประการคือ ข้อมูลรายละเอียดในบริเวณแหล่งน้ำที่สำรวจ ซึ่งไม่สามารถดำเนินการได้ภายในเวลา 1-2 วัน เนื่องจากแหล่งน้ำแต่ละแห่งมีความกว้างใหญ่มาก ทำให้การศึกษาการกระจายตัวของไบรโอโซนในแต่ละแหล่งน้ำจึงไม่สามารถดำเนินการได้
2. การรค้นพบสายพันธุ์ใหม่ๆ เฉพาะถิ่นของลุ่มน้ำสงคราม ทำให้ต้องเก็บข้อมูลเพื่อสร้างฐานข้อมูลสำหรับสายพันธุ์ที่ค้นพบนั้นๆ เนื่องจากไม่มีเอกสารอ้างอิงสำหรับบางสายพันธุ์ที่พบในประเทศไทย โดยผู้เชี่ยวชาญที่เป็นที่ปรึกษาให้กับโครงการฯ จะต้องศึกษาในพื้นที่และนำกลับมาศึกษาต่อในห้องปฏิบัติการ ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาและงบประมาณเพิ่มขึ้นในส่วนงานวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

เอกสารอ้างอิง

พัฒนา อนุรักษ์พงศธร, จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, ตุลวิทย์ สถาปนจารุ, รัฐชา ชัยชนะ, ภัทรา เพ่งธรรมกีรติ, ณัฐวุฒิ อินทร และ Timothy, S.W, 2548 คู่มือการใช้ไบรโอโซนเป็นดัชนีบังชี้คุณภาพน้ำเล่มที่ 2 ลุ่มน้ำบางปะกง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

พัฒนา อนุรักษ์พงศธร, จักรกฤษณ์ มหัจฉริยวงศ์, ตุลวิทย์ สถาปนจารุ, รัฐชา ชัยชนะ, ณัฐวุฒิ อินทรและ Timothy, S.W. 2547 คู่มือการใช้ไบรโอโซนเป็นดัชนีบังชี้คุณภาพน้ำ เล่มที่ 1 ลุ่มน้ำแม่กลอง ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

Burton, G.A. Jr. and Baird, D. (eds.) 2000. Ecosystem complexity: implications for assessing response to stress. Pellston Workshop Series, SETAC Press

LaVoie, D. Comparison of bryozoas, hydra, and amphipoda for *in situ* aquatic toxicity assessment. J. North Amer. Benthol. Soc.

Mukai, H. 1982. Development of freshwater bryozoas (Phylactolaemata). In: Harrison, F.W. & Cowden, R.R. (eds.). Developmental Biology of Freshwater Invertebrates, Alan R. Liss, Inc., New York, New York, pp. 535-576.

Mukai, H. 1998. Growth and propagation of colonies of the freshwater bryozoans *Asajirella gelatinosa* and *Pectinatella magnifica* (Phylactolaemata) cultured in the natural habitat. Science Reports of the Faculty of Education Gunma University 46: 47-89.

Rao, K.S. 1992. Fresh-water Ecology (Bryozoa). Anmol Publications, New Dehli.

Wood, T. 2001. Bryozoans. Pages 505-525 *In*: J. Thorp and A. Covich, Editors, *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*, Second Edition. Academic Press.

Wood, S. T. 2004. Bryozoa. *In* C. M. Yule and Y. H. Sen. *Freshwater Invertebrates of Malaysian Region.* Academy of Sciences, Malaysia

Wood, T, Anurakpongsatorn, P. Chaichana, R., Mahukcariyawong, J, and Satapanajaru, T. 2005. Predation on Freshwater Bryozoans by the Apple Snail, Pomacea cacaliculata, Ampulariidae, an Invasive Spesies in Southeast Asia: a Summary report. Denisia 16. Zugleich Kataloge der OO. Landesmuseen Neue Serie 28: 283-286.

http://iwis.pcd.go.th/IWIS/index.php date 1 Nov 2006