ผลกระทบของการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อคุณภาพน้ำและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย

นนธวัช ก้อนแพง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
ปีการศึกษา 2558
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

IMPACT OF TILAPIA CAGE CULTURE ON WATER QUALITY AND DIVERSITY OF BENTHIC FAUNA IN AUN RIVER, SAKON NAKORN PROVINCE, THAILAND

NONTAWAT KONPHANG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS

FOR THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE

MAJOR IN AGRICULTURE FACULTY OF AGRICULTURE

UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ACADEMIC YEAR 2015

COPYRIGHT OF UBON RATCHATHANI UNIVERSITY

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์

เรื่อง ผลกระทบของการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อคุณภาพน้ำและความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน ในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย

ผู้วิจัย นายนนธวัช ก้อนแพง

คณะกรรมการสอบ

รองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ	ประธานกรรมการ
รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แหลมคม	กรรมการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ เสาวกูล	กรรมการ

อาจารย์ที่ปรึกษา

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แหลมคม)

.....	.....
(รองศาสตราจารย์ธีระพล บันสิทธิ์)	(รองศาสตราจารย์ ดร.อริยาภรณ์ พงษ์รัตน์)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์	รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

ปีการศึกษา 2558

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลักเป็นอย่างสูงที่ได้ถ่ายทอดความรู้และแนะนำ ในการทำงานวิจัยนี้ให้เป็นไปได้ด้วยดี ตลอดจนการตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์เล่มนี้ให้มีความถูกต้องสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แหลมคม อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมรองศาสตราจารย์ ดร.ทวนทอง จุฑาเกตุ ประธานกรรมการสอบป้องกันวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเนาว์ เสาวกูล กรรมการผู้ควบคุมภายนอกที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ถูกต้อง

ขอขอบพระคุณผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดจังหวัดสกลนครที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการของศูนย์และอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างศึกษาวิจัยภาคสนาม ขอขอบพระคุณ คุณศิราณี งอยจันทร์ศรี และเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ ขอขอบพระคุณ ดร.ฉัตรชัย ปรีชา อาจารย์คณะประมง มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย ที่ให้ความช่วยเหลือในการศึกษาวิจัยในห้องปฏิบัติการ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้องทุกท่านที่ให้ความรัก ความห่วงใย กำลังใจและสนับสนุนในการเรียนและการวิจัยให้สำเร็จลงได้ด้วยดี

นนธวัช ก้อนแพง

ผู้วิจัย

บทคัดย่อ

เรื่อง	: ผลกระทบของการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อคุณภาพน้ำและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ประเทศไทย
ผู้วิจัย	: นนธวัช ก้อนแพง
ชื่อปริญญา	: วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	: เกษตรศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	: รองศาสตราจารย์ ดร.ปราณีต งามเสน่ห์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธนาทิพย์ แหลมคม
คำสำคัญ	: ลำน้ำอูน, สัตว์หน้าดิน, Belgian Biological Index (BBI), Biological Monitoring Working Party (BMWP)

การศึกษาผลของการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อคุณภาพน้ำและชุมชนของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนครโดยเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดิน จาก 12 สถานี ทุกสองเดือนตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ผลการศึกษาพบว่าการเลี้ยงปลานิลในกระชังมีผลกระทบต่อทั้งคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของประชาคมสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังมีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินและพบปริมาณของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Hexagenia* sp. (แมลงชีปะขาว) และ *Ecnomus* sp. (หนอนปลอกน้ำ) ในปริมาณสูง ซึ่งเป็นกลุ่มที่ทนต่อมลภาวะได้น้อย ส่วนบริเวณที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะมีปริมาณไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย ไนไตรท์ และปริมาณฟอสฟอรัสในรูปออร์โธฟอสเฟตสูง และพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่มที่มีความทนทานต่อมลภาวะสูง ซึ่งได้แก่ ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง (*Chironomus* sp.) ไส้เดือนน้ำ (Tubifex) และสัตว์หน้าดินในกลุ่มของหอยซึ่งเป็นกลุ่มผู้ย่อยสลายสารอินทรีย์

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่สำรวจพบทุกสถานีจำแนกได้เป็น 3 ไฟลัม ได้แก่ Mollusca จำนวน 8 วงศ์ 12 สกุล ไฟลัม Arthropoda 4 วงศ์ 5 สกุล และ ไฟลัม Annelida 2 วงศ์ 3 สกุล ตามลำดับ โดย Mollusca ที่พบมากเป็นกลุ่มของ Melanoides รองลงมาได้แก่ Corbiculiidae and Anulotaia ตามลำดับ เมื่อนำมาใช้ในการคำนวณค่าดัชนีชีวภาพของคุณภาพน้ำ 2 ดัชนีชีวภาพ คือ ดัชนี Belgian Biological Index (BBI) และดัชนี Biological Monitoring Working Party (BMWP)/คะแนน Average Score Per Taxa (ASTP) ผลการประเมินคุณภาพตามวิธีการของใช้ดัชนีชีวภาพทั้งสอง พบว่ามีระดับคุณภาพใกล้เคียงกันโดยบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลาเกือบทั้งหมดมี

คุณภาพน้ำอยู่ในระดับ III คือปนเปื้อนปานกลางต่างกันเพียงสถานีที่ 12 คือจุดเก็บน้ำกระชังเลี้ยงปลาบ้าน นาคูณใหญ่ ที่ถูกจัดว่ามีคุณภาพน้ำระดับ IV คือปนเปื้อนมากด้วยดัชนี BMWP/ASTP ส่วนจุดที่ ไม่มีการกระชังเลี้ยงปลามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ II คือปนเปื้อนเบาบาง แสดงว่าทั้งสองดัชนีชีวภาพสามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของแม่น้ำได้ โดยดัชนี BMWP/ASTP จะสะดวกกว่าเนื่องจากไม่ต้องอาศัยการจำแนกทางอนุกรมวิธานที่ละเอียดมาก

ABSTRACT

TITLE : IMPACT OF TILAPICA CULTURE ON WATER QUALITY AND DIVERSITY OF BENTHIC FAUNA IN AUN RIVER, SAKON NAKORN PROVINCE, THAILAND

AUTHOR : NONTAWAT KONPHANG

DEGREE : MASTER OF SCIENCE

MAJOR : FISHERIES SCIENCE

ADVISOR : ASSOC. PROF. PRANEET NGAMSNAE, Ph.D.

CO-ADVISOR : ASST. PROF. THANATHIP LEAMKOM, Ph.D.

KEYWORDS : AUN RIVER, BENTHIC FAUNA, BELGIAN BIOLOGICAL INDEX (BBI), BIOLOGICAL MONITORING WORKING PATER (BMWP)

The impact of tilapia cage culture on water quality and macroinvertebrate communities of Aun River in Sakonnakorn Province, Northeastern Thailand was assessed. Benthic macroinvertebrate sampling and water quality monitoring were performed in 12 sites along the Aun River during April 2012 to on February 2013. The results showed that intensive tilapia cage culture affected on both water quality and macroinvertebrate community.The water quality class at the reference stations was moderate, also inhabited with predominant benthic macroinvertebrate such as *Hexagenia* sp.and *Ecnomus* sp.,which were sensitive to pollution. Whereas, higher concentrations of ammonia, nitrite nitrogen and orthophosphate were found in the water samples from cage culture stations, and the highly tolerant to pollution e.g. *Chironomus* sp.,Tubifex and molluscs were greatly abundant in the sediment collected from these stations.

The abundance of invertebrate individuals identified representing 3 phylum viz. Mollusca with 8 families and 12 genera, Arthropoda with 4 families and 5 genera and 2 families, 3 genera of Annelida respectively. All Molluscs found, Melanoides was the most diverse group followed by Corbiculiidae and Anulotaia respectively. According to two biotic indices, diversities of benthic macroinvertebrates in sampling sites were

calculated, and water quality classes were determined. Water quality classes of almost fish cage sites were indicated moderately polluted (class III) by the two indices, only station 12 which was found heavily polluted (class IV by BMWP/ASTP index, whereas the reference stations were slightly polluted (class II). The biotic index values are found also consistent with the pollution gradient, which suggests that both indices were suitable for water quality assessment in this river and pollution type. However, the use of the BMWP index is preferable due to the lesser needs in terms of taxonomic identification.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ก**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ง**
สารบัญ	**ฉ**
สารบัญตาราง	**ช**
สารบัญภาพ	**ฎ**
คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวอักษรย่อ	**ฑ**
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	2
1.3 สมมุติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ลักษณะทั่วไปของลำน้ำอูน	4
2.2 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี	5
2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน	8
2.4 การจำแนกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน	11
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 อุปกรณ์ภาคสนามและสารเคมี	15
3.2 การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง	16
3.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	24
3.4 การรวบรวมตัวอย่างและจำแนกสัตว์หน้าดิน	25
3.5 ดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์	26
3.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล	31

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี	32
4.2 ชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน	41
4.3 การวิเคราะห์กลุ่มของประชาคมสัตว์หน้าดินด้วยวิธี cluster analysis	53
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการวิจัย	57
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	59
5.3 ข้อเสนอแนะ	63
เอกสารอ้างอิง	**65**
ภาคผนวก	
ก คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	71
ข ชนิดและจำนวนสัตว์หน้าดิน	77
ค การประเมินคุณภาพน้ำในระบบน้ำไหลด้วยดัชนีชีวภาพ	89
ง เอกสารตีพิมพ์และเผยแพร่	101
ประวัติผู้วิจัย	113

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	25
2	กลุ่มสัตว์หน้าดินและค่าดัชนี Belgian Biological Index (BBI)	29
3	ระดับการปนเปื้อนและคะแนนของดัชนีชีวภาพ Belgian Biological Index (BBI)	29
4	เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ASPT) จากการศึกษาสัตว์หน้าดินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินและคุณภาพน้ำทั่วไป	31
5	ปริมาณสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่างลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	44
6	ปริมาณสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนสำรวจ (ตัวต่อตารางเมตร)	45
7	ค่าดัชนีความถี่ในแต่ละวงศ์สัตว์หน้าดินของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	47
8	ดัชนีความคล้ายคลึงในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	51
9	ค่าดัชนีความคล้ายคลึงในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	52
10	ค่าดัชนี Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) ในสถานีเก็บตัวอย่างลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	53
11	ปริมาณออกซิเจนในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	72
12	ปริมาณอุณหภูมิของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	72
13	ปริมาณค่า pH ของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	72
14	ปริมาณค่าความเป็นด่างของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	ปริมาณค่าความกระด้างของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	73
16	ปริมาณค่าแอมโมเนียในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	73
17	ปริมาณค่าไนไตรท์ในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	74
18	ปริมาณค่าคลอโรฟิลล์ เอ ในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	74
19	ปริมาณค่าออร์โธฟอสเฟตในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	74
20	ปริมาณค่าการนำไฟฟ้าในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	75
21	ปริมาณค่าความโปร่งใสของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	75
22	ปริมาณค่าความเร็วของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	75
23	ปริมาณค่าความลึกของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	76
24	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนเมษายน 2555	83
25	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนมิถุนายน 2555	84
26	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนสิงหาคม 2555	85
27	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนตุลาคม 2555	86
28	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนธันวาคม 2555	87
29	จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนกุมภาพันธ์ 2556	88
30	ดัชนีความถี่ของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	90

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
31	ดัชนีค่าความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	90
32	ดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	90
33	ดัชนีความเท่าเทียมของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	91
34	ค่าคะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian biotic index (BBI)	92
35	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนเมษายน 2555	93
36	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนมิถุนายน 2555	94
37	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนสิงหาคม 2555	95
38	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนตุลาคม 2555	96
39	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนธันวาคม 2555	97
40	คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนกุมภาพันธ์ 2556	98
41	คะแนน Biological Monitoring Working Party (BMWP)	99
42	ค่าคะแนน Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) ในสถานีเก็บตัวอย่างลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร	100

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่ A แผนที่ลำน้ำอูนทางภูมิศาสตร์ และ B สถานีเก็บตัวอย่าง	20
2	สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1-4 ในลำน้ำอูน	21
3	สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5-8 ในลำน้ำอูน	22
4	สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9-12 ในลำน้ำอูน	23
5	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	33
6	อุณหภูมิของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	34
7	ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	35
8	ความกระด้างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	35
9	ค่าความเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	36
10	ค่าแอมโมเนียที่ละลายในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	37
11	ปริมาณไนไตรท์ที่ละลายในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	37
12	ปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	38
13	ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่ละลายอยู่ในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	39
14	ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	39
15	ค่าความโปร่งใสของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ค่าความเร็วของกระแสน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	40
17	ค่าความลึกของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	41
18	ดัชนีความถี่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	48
19	ค่าดัชนีความชุกชุมในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	49
20	ดัชนีความหลากหลายในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	50
21	ดัชนีความเท่าเทียมในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	50
22	การวิเคราะห์กลุ่มโดยวิธี Cluster Analysis จากพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	55
23	การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างคุณภาพน้ำและสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	56
24	สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	78
25	สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	79
26	สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	80

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	81
28	สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556	82

คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวอักษรย่อ

คำย่อและความหมายสถานีเก็บตัวอย่าง

คำย่อ	ความหมาย	คำย่อ	ความหมาย
NU1	สถานีอ้างอิง บ้านต้นผึ้ง	NU7	บ้านดอนสัมพันธ์
NU2	บ้านต้นผึ้ง	NU8	บ้านท่าวังหิน
NU3	บ้านขัวคอนแคน	NU9	บ้านนาคอย
NU4	สถานีอ้างอิง บ้านสว่าง	NU10	บ้านอูนนา
NU5	บ้านต้นม่วง	NU11	บ้านอูนยางคำ
NU6	บ้านพอกใหญ่	NU12	บ้านนาคูณใหญ่

คำย่อและความหมายสัตว์หน้าดิน

คำย่อ	ความหมาย	คำย่อ	ความหมาย
SP1	*Hyriopsis* sp.	SP11	*Clea* sp.
SP2	*Corbicula* sp.	SP12	*Melanoides* sp.
SP3	*Limnoperna* sp.	SP13	*Gomphoides* sp.
SP4	*Scabies* sp.	SP14	*Arigomphus* sp.
SP5	*Ensidens* sp.	SP15	*Hexagenia* sp.
SP6	*Scaphula* sp.	SP16	*Ecnomus* sp.
SP7	*Pilsbryoconcha* sp.	SP17	*Chironomus* sp.
SP8	*Anulotaia* sp.	SP18	*Chaetogaster* sp.
SP9	*Idiopama* sp.	SP19	*Branchiura* sp.
SP10	*Lymnaea* sp.	SP20	*Tubifex* sp.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญในการวิจัย

ลำน้ำอูนเป็นลำน้ำขนาดกลางโดยมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพานในเขต อำเภอกุดบากและอำเภอนิคมน้ำอูนไหลรวมเป็นแม่น้ำลงสู่เขื่อนน้ำอูน ซึ่งน้ำอูนเป็นเขื่อนขนาดใหญ่ที่สุดของ จังหวัดสกลนคร สามารถเก็บกักน้ำได้ 520 ล้านลูกบาศก์เมตร ลำน้ำอูนยาวประมาณ 150 กิโลเมตร กว้าง 75 เมตร ไหลผ่านอำเภอพังโคน อำเภอพรรณานิคม อำเภออากาศอำนวย อำเภอนาหว้า และอำเภอครีสงคราม ลำน้ำอูนไหลลงสู่แม่น้ำสงครามบริเวณ บ้านปากอูน ตำบลศรีสงคราม อำเภอศรีสงคราม และมีลำน้ำอูนบางส่วนที่ไหลลงสู่หนองหาร จังหวัดสกลนคร เป็นต้นกำเนิดของลำน้ำก่ำ ปริมาณน้ำและอัตราการไหลของน้ำอูนขึ้นอยู่กับการปล่อยน้ำของเขื่อนน้ำอูน ที่จะทำการปล่อยน้ำตลอดทั้งปี รวมถึงการไหลรวมของลำน้ำสาขาหลายสาย และรวมถึงลำน้ำปลาหาง เป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญของลำน้ำอูน โดยต้นน้ำอยู่ในเขต อำเภอวาริชภูมิไหลผ่านอำเภอสว่างแดนดิน อำเภอพังโคนและไหลบรรจบลำน้ำอูนที่บ้านสว่าง ตำบลสว่าง อำเภอพรรณานิคม มีความยาวประมาณ 65 กิโลเมตร (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน จังหวัดสกลนคร)

ปัจจุบันการบริโภคปลามีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทำให้เกิดการขยายตัวของการเลี้ยงปลาเพิ่มมากขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศ รวมทั้งลำน้ำอูนก็เป็นอีกลำน้ำที่มีปริมาณการเลี้ยงและการขยายตัวอย่างรวดเร็วของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชัง โดยพบว่าในตอนบนของลำน้ำมีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยงอยู่จำนาน 42 ราย 630 กระชัง (สำนักงานประมงจังหวัดสกลนคร, 2554 (ก)) และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังในเขตลำน้ำอูนตอนล่างบริเวณอำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีจำนวนเกษตรกรผู้เลี้ยง 73 ราย 1,101 กระชัง (สำนักงานประมงจังหวัดนครพนม, 2554 (ข)) การขยายตัวของกลุ่มผู้เลี้ยงและปริมาณกระชังที่มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นอาจก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำทำให้น้ำเสียส่งผล กระทบต่อกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังในลำน้ำอูนเองและกลุ่มเกษตรกรผู้ใช้น้ำทั้งทางด้านอุปโภคและบริโภคตามแนวลำน้ำอูน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ (Benthic macroinvertebrates) เป็นสัตว์ที่คืบคลานและอาศัยหรือหากินตามพื้นท้องน้ำรวมถึงสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่เกาะ หรืออาศัยตามก้อนหินโขดหินหรือขอนไม้ในแหล่งน้ำต่างๆด้วย สัตว์เหล่านี้ประกอบด้วย กุ้ง หอย ปู และตัวอ่อนของแมลงน้ำซึ่งเป็นกลุ่มที่พบมาก สัตว์กลุ่มนี้มีบทบาทที่สำคัญในระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด ซึ่งเป็นอาหาร

ของสัตว์น้ำชนิดอื่นหรือที่เรียกว่าผู้บริโภคใน ห่วงโซ่อาหาร และยังช่วยหมุนเวียนแร่ธาตุในระบบนิเวศ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ยังสามารถเป็นตัวชี้วัดชีวภาพและประเมินคุณภาพน้ำได้อีกด้วยและในต่างประเทศนิยมใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Bioindicators) ในการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพร่วมกับการประเมินคุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเป็นสัตว์ที่เคลื่อนที่น้อยดำรงชีวิตส่วนใหญ่อยู่ในน้ำทำให้ได้รับผลกระทบจากมลพิษทางน้ำโดยตรงมีความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายกว้างมีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมและส่วนมากมีขนาดใหญ่และสามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ กับชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน

1.2.2 เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ การแพร่กระจายและโครงสร้างชุมชนของสัตว์หน้าดินในพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังของลำน้ำอูน

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังโดยใช้ตัวชี้วัดทางเคมีและตัวชี้วัดทางชีวภาพโดยใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวชี้วัด

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

การเลี้ยงปลานิลในกระชังของกลุ่มเกษตรกรในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร อาจส่งผลกระทบต่อชนิดและการแพร่กระจายของโครงสร้างชุมชนของสัตว์หน้าดิน (Benthic macroinvertebrates)

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ศึกษาลักษณะอนุกรมวิธานของสัตว์หน้าดิน ที่พบในลำน้ำอูน เพื่อประยุกต์ใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพ Belgian Biological Index (BBI) และดัชนีชีวภาพ Biological Monitoring Working Party (BMWP) เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในจุดที่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชัง และจุดที่ไม่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชังซึ่งได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย บริเวณต้นน้ำ นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำทางกายและทางเคมีร่วมกัน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

จากข้อมูลสามารถบ่งชี้คุณภาพน้ำในจุดที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชัง และไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชัง รวมถึงผลกระทบจากสภาพแวดล้อมภายนอก ทั้งภาคการเกษตรและชุมชน รวมถึงการ

เปลี่ยนแปลงของลำน้ำในแต่ละฤดูกาล ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการบริหารทรัพยากรลำน้ำอูนให้มีคุณภาพสูงสุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของลำน้ำอูน

ลำน้ำอูน เป็นลำน้ำขนาดกลาง ต้นน้ำกำเนิดจากเทือกเขาภูพาน ในเขตอำเภอกุดบากและอำเภอนิคมน้ำอูน จังหวัดสกลนคร ไหลลงสู่ลำน้ำสงครามบริเวณบ้านปากอูน อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม เป็นลำน้ำยาวที่สุดและมีความสำคัญมากของชาวจังหวัดสกลนครและจังหวัดนครพนม ลำน้ำอูนเป็นลำน้ำที่ไหลช้า มีที่ราบน้ำท่วมในช่วงฤดูฝน แต่ในช่วงฤดูแล้งมีปัญหาขาดแคลนน้ำในการทำการเกษตร ต่อมาในปี พ.ศ. 2510 ได้มีการสร้างเขื่อนดินกั้นลำน้ำอูน บริเวณบ้านหนองบัว อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ห่างจากตัวจังหวัดประมาณ 54 กิโลเมตร เขื่อนถูกสร้างเสร็จ พ.ศ. 2517 เขื่อนน้ำอูนมีความสูง 29.50 เมตร สันเขื่อนยาว 3,000 เมตร เก็บน้ำได้ 520 ล้านลูกบาศก์เมตร ใช้ประโยชน์เพื่อการเพาะปลูกในฤดูฝน 185,800 ไร่ ในฤดูแล้ง 63,000 ไร่ และช่วยบรรเทาอุทกภัยในลุ่มน้ำอูนซึ่งเป็นเขื่อนขนาดที่ใหญ่ที่สุดของจังหวัดสกลนคร ลำน้ำอูนมีความยาวประมาณ 150 กิโลเมตร กว้าง 75 เมตร ไหลผ่านอำเภอพังโคน อำเอพรรณนานิคม อำเภออากาศอำนวย อำเภอนาหว้า สู่อำเภอศรีสงคราม ลงสู่แม่น้ำสงคราม ที่บ้านปากอูน ตำบลศรีสงคราม และมีบางส่วนที่เป็นแม่น้ำสาขาไหลลงสู่หนองหาร จังหวัดสกลนคร หลังจากการสร้างเขื่อนปริมาณน้ำในลำน้ำอูนจะขึ้นอยู่กับการปล่อยน้ำของเขื่อนน้ำอูน ที่จะทำการปล่อยน้ำตลอดทั้งปีรวมถึงการไหลรวมของลำน้ำสาขาหลายสาย รวมถึงลำน้ำปลาหางที่เป็นลำน้ำสาขาที่สำคัญของลำน้ำอูน ต้นน้ำอยู่ในเขตอำเภอวาริชภูมิ ไหลผ่านอำเภอสว่างแดนดิน อำเภอพังโคน และไปบรรจบลำน้ำอูนในเขตอำเภอพรรณนานิคม มีความยาวประมาณ 65 กิโลเมตร (โครงการส่งน้ำและบำรุงรักษาน้ำอูน จังหวัดสกลนคร) ปัจจุบันบริเวณลำน้ำอูนใต้เขื่อนลงไปได้มีการสร้างฝายกั้นเป็นจำนวนมาก เพื่อไปใช้ในการผลิตน้ำประปา การเกษตร กิจกรรมของชุมชน การท่องเที่ยว รวมถึงการเลี้ยงปลาในกระชังที่เป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน จากการบริโภคปลามีปริมาณเพิ่มขึ้นทำให้เกิดการขยายตัวของการเลี้ยงปลาเพิ่มมากขึ้นในทั่วทุกภาคของประเทศ รวมทั้งลำน้ำอูนก็เป็นอีกหนึ่งลำน้ำที่มีปริมาณการเลี้ยงปลาและการขยายตัวอย่างรวดเร็วของกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากระชังตอนบนของลำน้ำมีจำนวน 42 ราย 630 กระชัง (สำนักงานประมงจังหวัดสกลนคร, 2554) และเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังในเขตลำน้ำอูนตอนล่างบริเวณ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีจำนวนผู้เลี้ยงปลากระชัง 73 ราย 1,101 กระชัง (สำนักงานประมงจังหวัดนครพนม, 2554) การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นที่นิยมกันมากในเขตลุ่มน้ำอูน โดยมีการส่งเสริมจากภาครัฐและเอกชน สนับสนุนการพัฒนาในพื้นที่ลุ่มน้ำให้เกิดประโยชน์การขยายตัว

ของกลุ่มผู้เลี้ยงและปริมาณกระชังปลานิล โดยการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะเป็นการเลี้ยงแบบพัฒนาเป็นการเลี้ยงแบบใช้อาหารสำเร็จรูปปล่อยในอัตราที่มีความหนาแน่นสูงเพื่อให้ผลตอบแทนที่สูงและใช้ระยะเวลาเลี้ยงที่สั้นลง ได้ผลผลิตต่อพื้นที่สูงจึงก่อให้เกิดมลภาวะทางน้ำจากปริมาณอาหารและการขับถ่ายของปลาที่มีปริมาณมากเกินความสามารถในการรองรับของลำน้ำตามธรรมชาติของลำน้ำอูน และยังมีน้ำเสียจากชุมชน การเกษตรในชุมชนที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำทำให้น้ำเสียเป็นผลกระทบทั้งผู้เลี้ยงเอง และกลุ่มผู้ใช้น้ำจากลำน้ำอูน

2.2 คุณภาพน้ำทางกายภาพ และทางเคมี

น้ำเป็นทรัพยากรหมุนเวียน มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งมีชีวิตทั้ง พืช สัตว์ มนุษย์ ใช้ในการอุปโภคบริโภคและเป็นที่อยู่อาศัยของ ปลา และสัตว์น้ำอื่น ๆ ลำน้ำมีต้นกำเนิดจากเทือกเขาเป็นแหล่งผลิตน้ำให้แก่ลำธาร บริเวณต้นน้ำในป่าและก็ไหลรวมกันกลายเป็นแม่น้ำ ทรัพยากรน้ำเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยรักษาความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ซึ่งคุณภาพน้ำมีความหมายที่กว้าง และถูกกำหนดคุณสมบัติตามความต้องการหรือความเหมาะสมสำหรับกิจกรรมต่าง ๆของสิ่งมีชีวิตทั้งทางกายภาพและทางเคมี โดยปกติน้ำในธรรมชาติจะมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันออกไป โดยมีสารเจือปนอยู่ในน้ำมากน้อยแตกต่างกัน ขึ้นกับแหล่งที่มาของน้ำนั้น

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยทั่วไปมีทั้งทางด้านกายภาพ เคมีและชีวภาพ ซึ่งทำให้ทราบถึงปริมาณของสารปนเปื้อนและสามารถนำข้อมูลไปใช้ในการบำบัดหรือปรับปรุงคุณภาพน้ำ ในการตรวจวัดทางกายภาพ จะเป็นการหาข้อมูลเบื้องต้นโดยใช้ประสาทสัมผัสภายนอกพิจารณา โดยในทางการประมงได้ทำการศึกษา แสงที่ส่องผ่าน อุณหภูมิ ความขุ่นของน้ำ ความเร็วของกระแสน้ำ และในทางการการวิเคราะห์น้ำทางเคมีทำการศึกษา ค่าความเป็นกรด ด่าง (pH) ความกระด้าง (Alkalinity) ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ค่าออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ (Dissolved Oxygen) ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (Ammomium Nitrogen) ค่าฟอสฟอรัส (Phosphorus) ส่วนคุณภาพน้ำทางชีวภาพ คือ สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น ปลา สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน สาหร่าย เป็นต้น

Wetzel (2001) ได้บรรยายความสำคัญของแสง (Light) เป็นแหล่งพลังงานความร้อนที่เกิดจากดวงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังผิวโลก เป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญต่อความสมดุลของระบบนิเวศในแหล่งน้ำ เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานในการกระตุ้นและควบคุมเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำและแสงยังเป็นปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสง พืชน้ำ สาหร่าย และแพลงก์ตอนพืช

อุณหภูมิ (Temperature) เป็นปัจจัยทางกายภาพอันดับแรก ๆ ที่ทำการศึกษา อุณหภูมิมีผลต่อความหนาแน่นของน้ำ อัตราการสังเคราะห์ของพืชน้ำรวมทั้งอัตราเมตาบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตอีกด้วยการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำจะอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมแต่ถ้าอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงออกไปเป็นระยะ

เวลานาน ซึ่งจะมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายและการสืบพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้น และส่งผลกระทบต่อกระบวนการทางกายภาพ และทางชีวภาพในน้ำเสมอเมื่ออุณหภูมิในน้ำสูงขึ้นจะทำให้ความสามารถในการละลายน้ำของออกซิเจนในน้ำลดลงอาจทำให้สิ่งมีชีวิตเกิดสภาวะเครียดและตายได้ โดยนิยมใช้เทอร์โมมิเตอร์วัด มีหน่วยวัดเป็นองศาเซลเซียส

ความขุ่นของน้ำ (Turbidity) หมายถึง ของแข็งแขวนลอยนา ๆ ชนิดที่มีขนาดแตกต่างกันออกไป เช่น ดิน เศษไม้ใบไม้ขนาดเล็ก สาหร่าย แพลงก์ตอน จุลินทรีย์ และสารอื่น ๆ เป็นต้น และความขุ่นของน้ำ ยังขึ้นอยู่กับความปั่นป่วนมากั้นทางเดินของแสงในน้ำเป็นผลทำให้การมองเห็นในน้ำมีระยะจำกัด นอกจากนี้ในแหล่งน้ำที่มีสารอาหารสูงมักมีความขุ่นสูงความขุ่นที่แตกต่างกันจะดูดซับแสงได้ต่างกันด้วย และอีกปัจจัยความขุ่นเกิดจากกระแสน้ำที่รุนแรงและปั่นป่วน หรือเรียกว่าความเร็วของกระแสน้ำ

ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) เป็นการไหลเวียนของน้ำที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพดินฟ้าอากาศ ฤดูกาลและกระแสลม เป็นลักษณะสำคัญของธารน้ำ ซึ่งปัจจัยดังกล่าวขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง ความลาดชันของทางน้ำ ความขรุขระของพื้นท้องน้ำ ความลึก และปริมาณฝน ความเร็วของกระแสน้ำในช่วงที่กระแสน้ำไหลเร็วจะไม่มีตะกอนขนาดเล็ก แต่ตะกอนจะตกในบริเวณที่น้ำไหลช้ากว่า ปริมาณน้ำมีส่วนสำคัญเมื่อมีปริมาณน้ำมากความเร็วของกระแสน้ำจะเพิ่มและแรงมากพอที่จะพาอนุภาคขนาดใหญ่หรือกัดเซาะพื้นท้องน้ำ หรือแม้แต่เซาะทำลายตลิ่งได้ ซึ่งปัจจัยนี้มีผลต่อปัจจัยอื่นๆได้ เช่น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ คือถ้าความเร็วของกระแสน้ำมากทำให้ออกซิเจนในอากาศละลายเข้ากับน้ำได้ง่าย

ความเป็นกรดด่าง (pH) เป็นลักษณะสมบัติที่สำคัญมากของน้ำที่สามารถวัดได้ง่ายและมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการต่างๆ บอกให้ทราบถึงความเข้มข้นของสภาพความเป็นกรดหรือสภาพความเป็นด่างของสารละลาย โดยทั่วไป pH ของน้ำในธรรมชาติจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.0–9.0 แต่ช่วง pH ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ มักจะมีค่าอยู่ระหว่าง 6.0–8.0 ซึ่งค่า pH มักจะตรวจวัดควบคู่ไปกับค่าความเป็นด่าง

ความเป็นด่าง (alkalinity) หมายถึง ความสามารถในการสะเทินกรดแก่ของน้ำ ถ้าน้ำมีสภาพด่างสูงแสดงว่ามีอำนาจในการทำให้กรดเป็นกลาง ความเป็นด่างในน้ำธรรมชาติมักเกิดจาก อิออนไบคาร์บอเนต (HCO_3) ซึ่งถูกละลายด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากกว่าคาร์บอเนต (CO_3^2) และไฮดรอกไซด์ (OH) โดยทั่วไปแล้วความเป็นด่างมีความสำคัญต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำ เนื่องจากทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ช่วยควบคุมความเป็นกรดด่างของแหล่งน้ำที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและปรับสภาพน้ำให้มีความเป็นกลางมากที่สุด และจะพบค่าความเป็นด่างในน้ำธรรมชาติอยู่ในช่วง 10–200 มิลลิกรัมต่อลิตร

ค่าการนำไฟฟ้า (Conductivity) เป็นอีกปัจจัยที่มีความสอดคล้องกัน เนื่องจากเกี่ยวข้องกับอิออนต่างๆ ที่อยู่ในสารละลายซึ่งมาจากการละลายน้ำแล้วแตกตัวของสารอินทรีย์และอนินทรีย์ และมี

ความสามารถในการนำไฟฟ้าได้ค่าการนำไฟฟ้าจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นทั้งหมดของสารที่มีประจุละลายอยู่ในน้ำและขึ้นกับอุณหภูมิอีกด้วยซึ่งแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่มีคุณภาพดีจะมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ 150–300 $\mu s.cm^{-1}$ ถ้ามีค่าสูงกว่า 300 $\mu s.cm^{-1}$ แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีมลพิษ แต่ในแหล่งน้ำธรรมชาติบางแห่งที่มีต้นกำเนิดของน้ำมาจากเทือกเขาหินปูนก็จะทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงได้ถึงแม้ว่าจะมีคุณภาพน้ำดีก็ตาม

จันทร์พิมพ์ แสนอุดม (2536) ได้ทำการศึกษาตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ ได้แก่ ค่าคุณภาพน้ำ ความโปร่งแสง การนำไฟฟ้า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรดเป็นด่าง ในแม่น้ำสงครามที่ได้จากกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงานในเดือนสิงหาคม กันยายนและพฤศจิกายน 2535 พบว่า ตัวชี้วัดของคุณภาพน้ำเหล่านี้อยู่ในเกณฑ์ปกติเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved oxygen: DO) เป็นปัจจัยสำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำและเป็นค่าที่สามารถแสดงถึงความเหมาะสมต่อการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ คือ ถ้ามีปริมาณ DO ในแหล่งน้ำนั้นมากแสดงว่าเหมาะสำหรับการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยออกซิเจนจะมีความเข้มข้นหรือมีปริมาณมากบริเวณผิวน้ำและบริเวณที่มีการเคลื่อนที่ของน้ำอย่างรวดเร็ว แล้วจะค่อยๆ ลดลงตามระดับความลึกของแหล่งน้ำและน้ำที่มีอัตราการไหลช้าหรือน้ำนิ่ง นอกจากนี้ความเข้มข้นของออกซิเจนยังขึ้นกับอุณหภูมิ ความดันบรรยากาศและความเข้มข้นของอิออนต่างๆในน้ำอีกด้วย เมื่ออุณหภูมิต่ำออกซิเจนจะมีความสามารถละลายน้ำได้มากขึ้น ในขณะที่อุณหภูมิสูงจะละลายน้ำได้น้อยลง โดยค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำจะมีค่าประมาณ 5 $mg.l^{-1}$ โดยถ้าต่ำกว่า 3 $mg.l^{-1}$ จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ

BOD (Biochemical oxygen demand) เป็นอีกปัจจัยที่จำเป็นต้องตรวจวัดควบคู่กันไปกับค่า DO ซึ่งค่า BOD เป็นค่าความต้องการออกซิเจนของจุลินทรีย์เพื่อใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำหรือใช้สารอินทรีย์เป็นอาหารภายใต้ภาวะที่มีอากาศ (Aerobic condition) แสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของการปนเปื้อนของแหล่งน้ำกล่าวคือ ถ้าแหล่งน้ำนั้นมีค่า BOD สูง แสดงว่ามีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ในปริมาณสูง ซึ่งถ้ามีปริมาณสารอินทรีย์ที่มากเกินไปทำให้ออกซิเจนที่ละลายน้ำในธรรมชาติมีไม่เพียงพอ จึงเกิดสภาวะขาดออกซิเจนและมีผลทำให้เกิดการเน่าเหม็นของแหล่งน้ำและการเสียชีวิตของสัตว์น้ำต่างๆที่ขาดออกซิเจน

แอมโมเนีย (Ammonia nitrogen) เป็นไนโตรเจนรูปแบบหนึ่งซึ่งตามธรรมชาติในแหล่งน้ำทั่วไปจะมีปริมาณแอมโมเนียและสารประกอบแอมโมเนียละลายอยู่เพียงเล็กน้อยหรือน้อยกว่า 1 $mg.l^{-1}$ นอกจากนี้แอมโมเนียไนโตรเจนสามารถละลายน้ำได้ดีและมักถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรท์และกลายเป็นไนเตรทในที่สุด

ฟอสฟอรัส (Phosphorus) เป็นธาตุที่พบได้ทั่วไปในสิ่งมีชีวิตทุกชนิดมักพบในรูปฟอสเฟต สารประกอบฟอสเฟตเป็นสารอาหารที่จำเป็นของมนุษย์ สัตว์ พืชและจุลินทรีย์ นอกจากนี้สารฟอสเฟต

ยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในปุ๋ย ผงซักฟอก ยาสีฟัน นมและเครื่องดื่ม ในปัจจุบันปริมาณฟอสฟอรัสส่วนใหญ่ในน้ำเสียชุมชนเกิดขึ้นจากการใช้ผงซักฟอกในครัวเรือน โดยความเข้มข้นของฟอสเฟตในน้ำเสียชุมชนไทยมีค่าอยู่ในช่วง 2–10 $mg.l^{-1}$

2.3 คุณภาพน้ำทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

การศึกษาคุณภาพน้ำในด้านชีวภาพมีผลต่อการเจริญเติบโตและการกระจายตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ซึ่งสัตว์หน้าดินเป็นแหล่งอาหารธรรมชาติที่สำคัญของสัตว์น้ำในระบบนิเวศและเนื่องจากสัตว์หน้าดินเป็นกลุ่มผู้บริโภคชั้นต้น (Primary consumer) ของระบบนิเวศที่มีความเกี่ยวเนื่องกับระบบห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำ ดังนั้นการศึกษาชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูนเพื่อการประเมินคุณภาพน้ำและการบริหารจัดการเลี้ยงปลากระชังแบบมีส่วนร่วมในแหล่งน้ำของลำน้ำอูน เพื่อให้ทราบถึงสถานภาพของลำน้ำอูนในปัจจุบัน ศักยภาพการผลิตและรองรับการขยายตัวของการเลี้ยงปลากระชังและเป็นดัชนีที่ใช้ชี้วัดสภาพนิเวศวิทยาของลำน้ำอูน สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการจัดการทรัพยากรประมงในลำน้ำอูนเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและยั่งยืนตลอดไป

สิริ ทุกข์วินาศ และคณะ (2519: 231-261) ได้ศึกษาสัตว์หน้าดินหมายถึงสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลังที่คืบคลาน หากินอาศัยอยู่ที่พื้นผิวดินใต้แหล่งน้ำ สัตว์หน้าดินส่วนใหญ่กินแพลงก์ตอนขนาดเล็กและสารอินทรีย์ตามพื้นดินใต้ท้องน้ำ สัตว์หน้าดินถือเป็นห่วงโซ่อาหารชั้นหนึ่งในระบบนิเวศแหล่งน้ำ โดยเป็นอาหารธรรมชาติของปลาและสัตว์น้ำอย่างอื่น เนื่องจากสัตว์หน้าดินมีการตอบสนองต่อมลพิษในแหล่งน้ำได้อย่างกว้างขวาง

Hellawell (1986) ได้มีการใช้สัตว์หน้าดินเป็นดัชนีวัดความสกปรกและความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำ ถ้าบริเวณใดมีสัตว์หน้าดินหลายชนิดและมีจำนวนมากก็มักจะมีสัตว์น้ำอาศัยอยู่มากเช่นกัน

พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และคณะ (2543) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีแนวโน้มในการเป็นตัวชี้วัดของผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังเชิงพาณิชย์ได้ดี สัตว์ไมมีกระดูกสันหลังหน้าดินมีการตอบสนองต่อมลพิษของแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจนและยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชุมชนขณะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำด้วย

บุญเสถียร บุญสูง และนฤมล แสงประดับ (2545) ศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังมีผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยในช่วงที่มีการเลี้ยงปลานั้นพบว่าสัตว์ที่มีความทนทานสูงต่อมลพิษอาศัยอยู่มากในตะกอนบริเวณกระชัง เป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง หลังจากเลิกเลี้ยงปลาประมาณ 1 เดือน ชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินสามารถฟื้นตัวได้ โดยการพบสัตว์ที่มีความทนทานน้อยต่อมลพิษเข้ามาอาศัยอยู่ในบริเวณกระชังเลี้ยงปลา

Girgin (2010) ทำการศึกษาประเมินแม่น้ำ Kesap ในช่วงฤดูร้อนโดยใช้ดัชนีชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและจำแนก การประเมินคุณภาพน้ำผ่านการประยุกต์ใช้ดัชนี BBI ในช่วงฤดูร้อนของเดือน

กรกฎาคม ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในลำน้ำ Kesap จำนวน 6 จุด ทำการประเมินคุณภาพน้ำในแต่ละจุดตามที่กำหนดไว้ ตามดัชนี BBI การกำหนดคุณภาพน้ำในลำน้ำแบ่งเป็น 3 ระดับ คือ 2, 3 และ 4 (ปนเปื้อนน้อย,ปนเปื้อนปานกลางและปนเปื้อนมากตามลำดับ) นำสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังทั้ง 6 จุด มาคำนวณความหลากหลาย ค่าดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพแสดงถึงการสอดคล้องกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณตอนใต้ของโรงงานอุตสาหกรรมพบว่าคุณภาพน้ำลดลง นอกจากนี้การปนเปื้อนที่พบไม่สามารถสังเกตได้ด้วยการมองเห็นแต่ค่าดัชนีสามารถบ่งบอกได้ ในการสุ่มตัวอย่างสัตว์หน้าดินส่วนใหญ่พบ Ephemeroptera ผลการประเมินดัชนีชีวภาพสรุปได้ว่า พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Ephemeroptera มาก และชนิดที่โดดเด่นในลำน้ำ คือ Ephemeropterans, Potamanthus,Baetis และ Ephemerella ในสภาพปนเปื้อนน้อย ปนเปื้อนปานกลางและปนเปื้อนมาก

Korycinska and Krolak (2006) คุณภาพน้ำของแม่น้ำ Liwiec เป็นสาขาที่ยาวที่สุดของแม่น้ำ Bug ทางที่ราบลุ่มตอนใต้และตอนกลางของ Mazovia ทำการประเมินในปี 1998–2000 และ 2002 โดยมีการวิเคราะห์โดยใช้การศึกษาทางกายภาพ ทางเคมีและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง โดยใช้ดัชนีชนิดและชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในการคำนวณดัชนี BBI, BMWP/OQR ดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพ แสดงถึงค่าคุณภาพน้ำ Liwiec ทางกายภาพและทางเคมี จากดัชนี BBI และ BMWP/OQR พบว่าระดับการปนเปื้อนอยู่ในระดับปานกลาง ตามความหลากหลายของแม่น้ำ Liwiec Class 1 พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางเคมี BBI และ BMWP/OQR แสดงค่าดัชนีในการประเมินคุณภาพน้ำในที่ราบลุ่มแม่น้ำ อย่างไรก็ตามดัชนีความหลากหลายได้บ่งชี้สาเหตุของช่วงต่างๆของคุณภาพน้ำที่ควรได้รับการแก้ไข

Blijswijk, Coimbra and Graca (2004) การประเมินผลกระทบจากโรงงานน้ำเสียต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในแม่น้ำไอบีเรียตอนกลางของเมืองหลวงโปรตุเกส เป็นการใช้ดัชนีของ BMWP และ BBI ในการวัดความหลากหลายจำนวนชนิด และดัชนี Simpson และการวัดค่าแบบหลายตัวแปร Cluster, MDS และ CA analyses โดยได้รับผลกระทบเป็นระยะทาง 4-7 กิโลเมตรทางตอนใต้และก่อให้เกิดการคืนสภาพช้า จากการวิเคราะห์หลายตัวแปรอ้างอิงบริเวณต้นน้ำพบว่าอยู่ในระดับปานกลาง จากการวิเคราะห์ความคล้ายคลึงแสดงให้เห็นความเหมือนอย่างมีนัยสำคัญ โดยไม่พบความแตกต่างในกลุ่ม โดยมีค่า $P<0.001$ ดัชนี BBI และ BMWP มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญที่ $P<0.001$ แสดงให้เห็นว่าทั้งสองดัชนีมีความเหมาะสมในการตรวจสอบมลพิษในลำน้ำนี้ อย่างไรก็ตามแนะนำให้ใช้ดัชนี BMWP เนื่องจากข้อกำหนดในการจัดหมวดหมู่น้อยกว่า

ณัฐธิดา คลังกลาง และเรวดี โรจนกนันท์ (2552) ศึกษาน้ำเสียจากโรงงานผลิตน้ำมันปาล์มมีค่าความเข้มข้นของสารอินทรีย์สูง แม้แต่น้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วก็ยังพบว่ามีค่าสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนด ซึ่งหากมีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งดังกล่าวลงสู่แหล่งน้ำในปริมาณที่มากพอจะทำ

ให้คุณภาพน้ำเสื่อมโทรมลงและส่งผลถึงสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำได้ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ Belgian Biotic Index (BBI) ในสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำ ซึ่งดัชนี BBI นี้สามารถระบุช่วงเวลาที่มีการปนเปื้อนและช่วงเวลาการฟื้นตัวของแหล่งน้ำได้ รวมถึงศึกษาความสัมพันธ์ของค่าบ่งชี้คุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วย BBI กับผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี โดยดำเนินการศึกษาในลำน้ำใกล้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มในอำเภอหนองใหญ่ จังหวัดชลบุรี กำหนดระยะเวลาในการศึกษาระหว่างเดือนมกราคมถึงธันวาคม 2552

กานดา เรืองหนู (2542) จากการศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ระหว่างบริเวณที่มีการเลี้ยงปลากะพงหนาแน่นกับบริเวณใกล้เคียงเป็นระยะทางออกไป 5, 15, 25, 50 และ 100 เมตร บริเวณบ้านล่างท่าเสา ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ซึ่งมีพื้นที่ประมาณ 1.6 ตารางกิโลเมตร โดยทำการเก็บตัวอย่างทุก 3 เดือน ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2541 ถึงเดือนมีนาคม 2542 มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อมีระยะห่างจากจุดกระชังมากขึ้น สัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ที่ตรวจพบตลอดการศึกษามี 7 ไฟลัม รวม 91 ชนิด โดยพบสัตว์หน้าดินอยู่ในกลุ่ม Tanaidacea สกุล Ctenapseudes sp. เป็นชนิดเด่นมีกระจายอยู่ทุกจุดและมีปริมาณมากที่สุดในเดือนมีนาคม จากการศึกษาคุณภาพน้ำ ตะกอนดินและสัตว์หน้าดินไม่มีความแตกต่างที่ชัดเจนระหว่างบริเวณที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังหนาแน่นกับพื้นที่บริเวณใกล้เคียง

นฤมล แสงประดับ และคณะ (2541) ศึกษาดัชนีชีวภาพสำหรับจัดจำแนกน้ำทางชีวภาพในลุ่มน้ำพองได้ถูกกำหนดขึ้นจากการให้คะแนนแก่สัตว์ตามความทนทานต่อมลภาวะสารอินทรีย์และการพิจารณาสัดส่วนของกลุ่มสัตว์ในโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินตามการกระจายในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ที่ระดับที่แตกต่างกันในลำน้ำพอง

นฤมล แสงประดับ (2549) ปัจจุบันแม้มีการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติแต่น้ำที่ได้รับการบำบัดแล้วนี้รวมทั้งของเสียจากกิจกรรมการเกษตรและการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์ล้วนมีส่วนทำให้เกิดมีการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำซึ่งมีผลทำให้คุณค่าทางนิเวศของแหล่งน้ำลดลง การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำจืดมีหลายวิธี นอกเหนือจากการวิเคราะห์ทางเคมีและการทดสอบความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตแล้ว การใช้สิ่งมีชีวิต เช่น จุลินทรีย์ พืชน้ำและสาหร่าย สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และปลาเป็นตัวบ่งบอกคุณภาพน้ำเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางในกลุ่มสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำจืดซึ่งส่วนมากเป็นระยะเวลาตัวอ่อนของแมลงน้ำเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ได้รับความนิยมในการใช้ประเมินผลกระทบติดตามคุณภาพน้ำและตรวจวัดมลพิษทางน้ำในหลายประเทศทั่วโลก

กรมควบคุมมลพิษ (2549) ได้มีการพัฒนาตรวจสอบมลพิษในแหล่งน้ำโดยใช้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ๆ เป็นดัชนีร่วมชี้วัดระดับมลพิษของแหล่งน้ำเป็นการเชื่อมโยงข้อมูลทางชีวภาพกับคุณภาพน้ำเพื่อบ่งชี้สุขภาพของลุ่มน้ำ หลายประเทศในทวีป ยุโรป อเมริกา และออสเตรเลีย เลือกใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้น ๆ เพราะสามารถบ่งชี้ความ

เป็นพิษของแหล่งน้ำในสถานการณ์จริงที่มีต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่าสัตว์หน้าดิน ได้รับความนิยมในการนำมาเป็นข้อมูลร่วมในการประเมินคุณภาพน้ำ โดยอาศัยหลักการที่ว่าชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อคุณภาพสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไป

2.4 การจำแนกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินแบ่งออกเป็นหลายกลุ่ม มีรูปร่างหน้าตาที่แตกต่างกันไป การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินจึงจำเป็นต้องจำแนกว่าเป็นสัตว์ชนิดใด เพราะสัตว์แต่ละชนิดมีความทนทานต่อมลพิษไม่เท่ากัน สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกลุ่มที่ใหญ่ที่สุด คือ กลุ่มแมลงน้ำ ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากแต่ไม่มีแมลงน้ำชนิดใดที่มีลักษณะเหมือนกันเลย จึงมีความจำเป็นในการแบ่งหมวดหมู่ แมลงน้ำ ออกไปตามลักษณะและความสัมพันธ์ต่าง ๆ

2.4.1 หลักในการจำแนกแมลงน้ำออกเป็นหมวดหมู่

2.4.1.1 พิจารณาจากลักษณะภายนอก และภายในของแมลงน้ำว่าเหมือนหรือต่างกันอย่างไร

2.4.1.2 พิจารณาจากรูปแบบการเจริญของแมลงน้ำ

2.4.1.3 พิจารณาถึงพฤติกรรมความสัมพันธ์ของแมลงน้ำกับสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการแพร่กระจายตามถิ่นที่อยู่อาศัย

2.4.1.4 อาหาร

2.4.2 กลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่มีคุณสมบัติเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ ปราณีต งามเสน่ห์ (2554); สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ (2553) กล่าวถึงกลุ่มสัตว์หน้าดินที่มีคุณสมบัติเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำ ดังนี้

แมลงชีปะขาว หรือเมย์ฟลายส์ (mayflies) จัดอยู่ในอันดับ Ephemeroptera แมลงชีปะขาวเป็นกลุ่มของแมลงน้ำ ชนิดของแมลงชีปะขาวถูกพบกว่า 2,500 ชนิดทั่วโลก แมลงชีปะขาวใช้ชีวิตส่วนมากเป็นตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ ตัวอ่อนของแมลงชีปะขาวจะมีช่วงชีวิตที่ยาวนานอาศัยในน้ำนาน 1-2 ปี ซึ่งจะแตกต่างจากตัวเต็มวัย จะมีช่วงชีวิตเพียงแค่ 1-2 วันหลังจากโผล่พ้นจากน้ำเป็นตัวเต็มวัย แมลงชีปะขาวได้ชื่อเป็นแมลงที่มีอายุสั้นที่สุด หลังจากโผล่พ้นน้ำขึ้นมาสืบพันธุ์แล้ว ตัวผู้จะตายก่อน ส่วนตัวเมียจะรอวางไข่ก่อน แล้วจะตายตามตัวผู้ไป แมลงชีปะขาวเป็นแมลงน้ำในกลุ่มที่มีความไวต่อมลพิษในน้ำ แมลงน้ำมีตัวอ่อนหลายชนิดที่มีความทนทานได้น้อยต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ตัวอ่อนชีปะขาวที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพสิ่งแวดล้อมพบในน้ำคุณภาพดีจนถึงคุณภาพพอใช้ เช่น ชีปะขาวเข็ม ชีปะขาวกระโปรง ทนได้ในน้ำที่มีคุณภาพพอใช้ ชีปะขาวกรามโค้ง ชอบอยู่ในเนื้อไม้และชีปะขาวกรามงอน ชอบขุดรูอยู่ในพื้นทรายและ

ตะกอนที่นุ่ม ซึ่งทำให้แมลงเหล่านี้สามารถเป็นตัวชี้วัดของคุณภาพน้ำที่ดีได้ จึงมีการนิยมใช้แมลงชีปะขาวเพื่อการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

แมลงเกาะหิน (Plecoptera) เป็นแมลงดึกดำบรรพ์ คล้ายแมลงสาบ ใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนอยู่ในน้ำราว 3 – 4 สัปดาห์ ถึง 2 ปีแล้วแต่ชนิด เมื่อโตเต็มที่ตัวอ่อนจะคลานขึ้นมาลอกคราบเป็นตัวเต็มวัยตามริมฝั่งเพื่อวางไข่และกลับลงไปในน้ำ ตัวเต็มวัยอาจมีชีวิตอยู่ได้ 2–3 วัน ถึง 2–3 สัปดาห์ มีทั้งชนิดที่กินพืชและล่าเหยื่อกินเนื้อ ตัวอ่อนชนิดนี้หายใจทางเหงือกและต้องการปริมาณออกซิเจนสูง ส่วนมากพบตามธารน้ำไหลแรง ถ้าออกซิเจนเริ่มลดลงหลายชนิดจะลุกขึ้นทำท่าวิดพื้นเพื่อเพิ่มแรงกระแสน้ำไหลผ่านบนตัว กลุ่มนี้จัดเป็นสัญญาณสำคัญที่หายไปหากเกิดมลภาวะ

แมลงหนอนปลอกน้ำ (Trichoptera) เป็นแมลงที่มีอยู่ 2 พวกใหญ่ๆได้แก่ พวกที่มีบ้านอาศัยอยู่ในปลอกและพวกที่อยู่โดดๆ พวกที่ไม่มีปลอกมักจะเป็นสัตว์กินเนื้อ บางประเภทชักใยดักสัตว์ตัวเล็กๆที่ลอยอยู่ในน้ำ พวกที่อยู่ในปลอกอาจใช้เม็ดกรวด เม็ดทรายหรือเศษใบไม้มาสร้างบ้าน โดยเชื่อมวัสดุเหล่านี้ด้วยใยเหนียวจากปากของแมลง โตเต็มวัยสามารถบินได้คล้ายผีเสื้อกลางคืน แต่ปีกจะเป็นขน โดยทั่วไปช่วงวัยอ่อนใช้เวลาประมาณ 1 – 2 ปี ตัวอ่อนเต็มที่จะเข้าดักแด้ และเมื่อลอกคราบออกจะจับกลุ่มหาคู่ผสมพันธุ์และวางไข่ในน้ำ ทั้ง 2 พวก ไม่สามารถทนมลภาวะ

แมลงปอ (Odonata) ใช้ชีวิตส่วนใหญ่เป็นตัวอ่อนอยู่ในน้ำ โดยทั่วไปเป็นเวลา 1 ปี บางชนิดน้อยกว่านั้นและบางชนิดอยู่ในน้ำนานถึง 5 ปี เมื่อโตเต็มที่ตัวอ่อนจะคลานขึ้นมาบนบกเพื่อลอกคราบและคลี่ปีกเป็นตัวเต็มวัยที่มีปีกบินได้ ตัวเต็มวัยมีอายุ 2 – 3 เดือน ผสมพันธุ์และวางไข่ในน้ำ แมลงปอเป็นสัตว์กลุ่มที่เป็นนักล่าตัวยง มีกรามใหญ่ จับทั้งแมลง ลูกอ๊อดและแม้แต่ปลาตัวเล็กๆกิน จัดเป็นตัวควบคุมประชากรแมลงพาหะนำโรค เช่น ยุง ริ้นดำ ตัวเต็มวัยมีลำตัวยาวประมาณ 40 – 90 มิลลิเมตร นัยน์ตาขนาดใหญ่ หนวดสั้นเล็ก มีปากบางใส 2 คู่ ส่วนท้องยาวและมีขนาดเล็กกว่าอกมาก วางไข่บนผิวน้ำ ตัวอ่อนอาศัยอยู่ในน้ำ แมลงปอเข็มมีลำตัวขนาด 40 – 50 มิลลิเมตร ลำตัวบอบบางกว่าแมลงปอ เวลาเกาะอยู่กับที่ปีกจะหุบเข้าหากันและชี้ไปทางด้านหลัง ส่วนใหญ่ชอบน้ำค่อนข้างสะอาด แต่บางประเภททนมลภาวะได้ดีคือ ตัวอ่อนแมลงปอเข็มต้นหางหนา

มวนน้ำ (Hemiptera) เป็นตัวอ่อนที่หน้าไม่แตกต่างจากตัวเต็มวัย ตัวเต็มวัยบางชนิดบินได้ มีทั้งพวกที่อาศัยอยู่แต่บนผิวน้ำและพวกที่อาศัยในน้ำ พวกที่หากินอยู่บนผิวน้ำจะวางไข่บนผิวน้ำ โดยทั่วไปใช้เวลาประมาณ 1 ปี ที่จะโตถึงวัยผสมพันธุ์ เป็นสัตว์กลุ่มที่มีความหลากหลายมาก เช่น มวน วน มวนแมงป่องน้ำ มวนเข็มและมวนตะพาบ ส่วนมากเป็นสัตว์กินเนื้อ มีปากเป็นเข็มแหลมใช้จิ้มดูดของเหลวในร่างเหยื่อเกือบทุกประเภท ทนมลภาวะได้พอควร ยกเว้น มวนจานปากยาว ต้องอยู่ในน้ำสะอาดมาก

ด้วงน้ำ (Coleopter) เป็นกลุ่มที่หลากหลายมาก เช่น ด้วงสี่ตา ด้วงดิ่ง ด้วงน้ำ มีทั้งพวกที่กินเนื้อและพวกที่กินพืช ตัวเต็มวัยหายใจจากฟองอากาศที่เก็บไว้ตามขนบนตัวหรือใต้ปีก อาศัยอยู่ใน

แหล่งน้ำที่ค่อนข้างขุ่น ลำตัวยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร ลำตัวรูปไข่สีน้ำตาล มีจุดสีดำที่ปีกทั้งสองข้าง หนวดยาวเป็นปล้อง 10 ปล้อง

แมลงช้าง (Neuroptera) เป็นแมลงในอันดับ Megaloptera เป็นแมลงขนาดใหญ่ ลำตัวโตเต็มที่ 65 มิลลิเมตร และเป็นนักล่าที่ดุร้าย จับแมลงอื่นกินเป็นอาหาร มีอายุยืน บางครั้งถึง 5 ปี และทนมลภาวะได้ค่อนข้างดี เพราะมีเหงือกขนาดใหญ่ บางประเภทสามารถใช้หางดูดอากาศจากผิวน้ำอีกด้วย

กุ้ง เป็นสัตว์มีกระดองในอันดับ Caridea มักพบบริเวณที่น้ำไหลไม่แรงนัก อาจเป็นตามพื้นนุ่มๆใกล้ฝั่งน้ำหรือใต้หิน กินพืชและสัตว์ตัวเล็กๆเป็นอาหาร ลักษณะเด่น หัวโตยาว หนวดยาว บนหัวมีกรีเป็นแง่งยาวยื่นล้ำออกมาทางด้านหน้า ตัวยาวเป็นปล้อง มีเปลือกหุ้มทั้งตัว หางสั้น หลังผสมพันธุ์แล้วกุ้งตัวเมียจะวางไข่ไว้ใต้ท้อง ตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะเกาะอยู่ใต้ท้องแม่ระยะหนึ่งก่อนออกไปหากินเอง ในช่วงนี้ตัวอ่อนกุ้งเล็กมากเป็นแพลงก์ตอน ต้องลอกคราบหลายครั้งกว่าจะค่อยๆกลายรูปร่างเหมือนกุ้งตัวเต็มวัย กุ้งหายใจด้วยเหงือกซึ่งเรียงยาวเป็นแถวใต้ลำตัวส่วนท้อง บางประเภทต้องการน้ำสะอาดมีปริมาณออกซิเจนสูง ในขณะที่บางประเภททนมลภาวะได้

ปู เป็นสัตว์มีกระดอง สัตว์ชนิดนี้กินพืชและสัตว์ตัวเล็กๆหรือเศษซากของพืชและสัตว์ อยู่ได้ในพื้นที่ต่างกัน โดยทั่วไปไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่ดีนักเพราะใช้ชีวิตอยู่ทั้งในน้ำและบนบก สามารถเลี่ยงภาวะในน้ำได้ แต่ปูลำห้วยจัดว่าทนน้ำค่อนข้างสกปรกได้

หอย เป็นสัตว์น้ำในไฟลัม Mollusca เป็นสัตว์กินพืชมีเปลือกแข็งหุ้มลำตัวไม่มีขา มีเพียงกล้ามเนื้อที่ยื่นออกมาจากเปลือกเพื่อช่วยในการเคลื่อนไหว หอยที่ปรากฏในแหล่งน้ำจืด มี 2 กลุ่มใหญ่ๆ ได้แก่หอยสองฝาและหอยฝาเดียว

(1) หอยฝาเดียว เป็นกลุ่มหอยที่มีเปลือกชิ้นเดียวรูปร่างแบบต่างๆ อาจเป็นทรงหมวกหัวแหลมหรือขดเป็นเกลียว หอยฝาเดียวเกาะกินสาหร่ายขนาดเล็กที่ขึ้นอยู่ตามโขดหิน พืชใต้น้ำ หรือตามท้องน้ำเป็นอาหาร หายใจด้วยเหงือกคล้ายขนนกและมีช่องเก็บอากาศที่ทำหน้าที่คล้ายปอด

(2) หอยสองฝา เป็นหอยที่มีเปลือกเป็นฝาสองฝาขนาดเท่ากันสามารถอ้าเปิดปิดได้ ตัวอ่อนจะเป็นพยาธิ เกาะบนตัวปลาเมื่อโตจะหากินตามพื้นท้องน้ำ

หนอนริ้วน้ำจืดแดง มีลักษณะเด่นคือสีแดงทั้งตัว แต่มีบางชนิดที่สีขาวซุ่นไม่มีขามีข้อที่พับงอได้ เปลือกแข็งหุ้มตัว มีปล้องลำตัวน้อยกว่า 15 ปล้อง ติ่งขาปลอมคล้ายดุนเนื้อกุดๆ ที่ปลายหัวและหางด้านละ 1 คู่ มีเหงือกคล้ายจุกเนื้อยาวๆใต้โคนหางมักชอบอาศัยอยู่ตามโคลนตม กินเศษซากพืชซากสัตว์และสาหร่ายขนาดเล็กเป็นอาหาร

ไส้เดือนน้ำ รูปร่างผอมยาว ตัวมีปล้องมากกว่า 15 ปล้อง ไม่เห็นหัวที่มีปากและหน้าตา มีสีแดง น้ำตาล ชมพู เทา มักอาศัยอยู่ตามโคลนตมกินเศษซากพืชซากสัตว์และสาหร่ายขนาดเล็กเป็นอาหาร พบมี 2 ชนิด

(1) ไส้เดือนน้ำเสีย รูปร่างคล้ายไส้เดือนดิน สีชมพูอมเทา ไม่มีขน

(2) ไส้เดือนปลอกแดง คล้ายเส้นด้ายสีแดง หัวมุดอยู่ในปลอกโคลนแกว่งหางชี้ไปมาในน้ำ บางชนิดมีขนพลิ้วตามตัว ส่วนหางถ้าปริมาณออกซิเจนลดลง ตัวหนอนจะยื่นส่วนหางออกมาจากปลอกโคลนมากขึ้นเรื่อยๆ เพื่อหาออกซิเจนในน้ำ

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ภาคสนามและสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์ภาคสนาม

3.1.1.1 ขวดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1 ลิตร

3.1.1.2 ขวด BOD

3.1.1.3 กระบอกเก็บน้ำ

3.1.1.4 ขวด medical flat ขนาด 150 ml และ 250 ml

3.1.1.5 แว่นขยาย

3.1.1.6 ถังเก็บดิน

3.1.1.7 กะละมัง ล้างตะกอนดิน

3.1.1.8 ตะแกรงร่อนสัตว์หน้าดิน ขนาดตาข่าย 0.5, 1, 1.5 mm.

3.1.1.9 คีมคีบปลายแหลม

3.1.1.10 ชุดเก็บหน้าดิน แกรบ (Ekman dredge)

3.1.1.11 ขวดเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน

3.1.1.12 เทอร์โมมิเตอร์

3.1.1.13 เครื่องวัดความลึกของน้ำ

3.1.1.14 เครื่องวัดความเร็วของน้ำ

3.1.1.15 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

3.1.1.16 เครื่องวัดค่าความโปร่งใสของน้ำ

3.1.2 สารเคมีภาคสนาม

3.1.2.1 ฟอร์มาลีน 10%

3.1.2.2 แอลกอฮอล์ 70%

3.1.2.3 ชุดตรวจวัดออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

3.1.2.4 ชุดตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH)

3.1.3 อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

3.1.3.1 กล้องจุลทรรศน์

3.1.3.2 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความเป็นด่าง

3.1.3.3 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าความกระด้าง

3.1.3.4 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าออร์โธฟอสฟอรัส

3.1.3.5 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าแอมโมเนีย

3.1.3.6 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าไนไตรท์

3.1.3.7 ชุดอุปกรณ์วิเคราะห์ค่าคลอโรฟิลล์ เอ

3.2 การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง

กำหนดสถานีศึกษาบริเวณการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดลำน้ำ ตั้งแต่บริเวณบ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ถึงบ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ซึ่งเป็นสถานีที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชัง รวมทั้งสิ้น 12 สถานี โดยมีหลักเกณฑ์ในการศึกษาคือ ต้องมีตัวแทนของสถานีการปนเปื้อน (polluted sited) คือบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชัง โดยทำการคัดเลือกในแต่ละสถานีให้มีลักษณะที่คล้ายคลึงกันมากที่สุด และสถานีอ้างอิง (reference sites) คือบริเวณที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยที่สุด ซึ่งทำการเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ ในลำน้ำ จำนาน 6 ครั้ง ซึ่งครอบคลุมทุกฤดูกาลในรอบปี ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำและสัตว์หน้าดินทุกๆ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 โดยมีรายละเอียดของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างดังนี้

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1 (NU1) บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°24'43.2"N 103°49'58.5"E สถานีศึกษานี้กำหนดให้เป็นสถานีอ้างอิงที่ 1 เนื่องจากเป็นสถานีที่อยู่ห่างจากกระชังบ้านต้นผึ้งขึ้นไปทางบริเวณต้นน้ำเป็นระยะทางประมาณ 300 เมตร มีลักษณะติดกับแปลงเกษตรขนาดใหญ่ของชาวบ้าน โดยขอบของตลิ่งลำน้ำมีความชัน เป็นพื้นที่เถาวัลย์ปกคลุมรกทึบโดยมีความสมบูรณ์ ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์น้อยความเร็วของกระแสน้ำอยู่ในระดับต่ำ ความลึกประมาณ 3-4 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 1

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2 (NU2) บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°24'34.7"N 103°49'57.2"E ทั้งสองฝั่งของสถานีการศึกษานี้ติดกับบ้านเรือนและสวนปาล์มโดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 4×6 เมตร ต่อกันยาวจำนวน 40 กระชัง โดยมีอัตราการปล่อย 1,000–1,500 ตัวต่อกระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลตลอดทั้งปี ความเร็วของน้ำอยู่ที่ระดับต่ำ โดยน้ำมีระดับความลึก 3-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล
ดังภาพที่ 2

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3 (NU3) บ้านขัวคอนแคน ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°23'16.0"N 103°50'48.8"E ทั้งสองฝั่งของสถานีการศึกษานี้ติดกับวัด ชุมชน สวนป่าและฝายชะลอน้ำ โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 4×6 เมตร ต่อกันยาว จำนวน 16 กระชัง โดยมีอัตราการปล่อย 500–1,000 ตัวต่อกระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชัง 2 ฤดูกาล ยกเว้นฤดูแล้งเนื่องจากน้ำนิ่ง และน้ำนิ่งในฤดูร้อน โดยน้ำมีระดับความลึก 3-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 3

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4 (NU4) บ้านสว่าง ตำบลสว่าง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°21'52.9"N 103°56'29.7"E สถานีศึกษานี้กำหนดให้เป็นสถานีอ้างอิงที่ 2 เนื่องจากเป็นสถานีที่อยู่ห่างจากชุมชนบ้านสว่างเป็นระยะทางประมาณ 1 กิโลเมตร มีลักษณะทั้งสองฝั่งเป็นป่ารกทึบ ไม่ติดกับแปลงเกษตร โดยขอบของตลิ่งมีความชันมาก เป็นพื้นที่เถาวัลย์ปกคลุมรกทึบ คงความอุดมสมบูรณ์ซึ่งยากแก่การเข้าไปถึง จึงได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์น้อย มีความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ความลึกประมาณ 4-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 4

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5 (NU5) บ้านดอนต้นม่วง ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°19'29.0"N 103°58'34.5"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับชุมชนและป่าชุมชน โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ห่างกันเป็นช่วงๆ โดยมีกระชังทั้งหมด 160 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 900–1,000 ตัวต่อกระชัง ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 3-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 5

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 6 (NU6) บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°19'21.1"N 103°59'08.1"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับขุมชน ป่าชุมชนและอ่างเก็บน้ำประปาหมู่บ้าน โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร แต่ละแพห่างกันเล็กน้อยเป็นช่วงๆ โดยมีกระชังทั้งหมด 120 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 1,000–1,200 ตัวต่อกระชัง อยู่บริเวณฝายชะลอน้ำ ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 4-6 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 6

จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 (NU7) บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร สกลนคร มีพิกัดที่ 17°20'14.7"N 104°01'20.9"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้เป็นป่าไผ่ตลอดแนว โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ห่างกันเป็นช่วงๆ โดยมีกระชังทั้งหมด 84 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 600–1,000 ตัวต่อกระชัง ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 4-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 7

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8 (NU7) บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีพิกัดที่ 17°22'27.3"N 104°02'59.6"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับชุมชนและสวนยาง โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ติดกันยาว โดยเป็นกระชังของบริษัทซีพี จำนวน 80 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 900–1,000 ตัวต่อกระชัง อยู่บริเวณหลังฝายคอนกรีตขนาดกลางของกรมชลประทาน ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 3.5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 8

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9 (NU9) บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนมมีพิกัดที่ 17°24'08.5"N 104°06'33.1"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับอ่างเก็บน้ำประปาชุมชนและป่าไผ่ โดยมีลักษณะเป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ห่างกันเป็นช่วงๆ โดยมีกระชังทั้งหมด 160 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 900–1,000 ตัวต่อกระชัง ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 3-5 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 9

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10 (NU10) บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีพิกัดที่ 17°25'49.2"N 104°09'48.9"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับป่าไผ่ โดยมีลักษณะเป็นลำน้ำขนาดใหญ่คดโค้งไปมา เป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ห่างกันเป็นช่วงๆ มีกระชังทั้งหมด 480 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 900–1,000 ตัวต่อกระชัง ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 5-6 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 10

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 11 (NU11) บ้านอูนยางคำ ตำบลนาหว้า อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีพิกัดที่ 17°26'41.8"N 104°09'34.2"E ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับชุมชนและป่าไผ่ โดยมีลักษณะเป็นคุ้งน้ำขนาดใหญ่และเป็นจุดเชื่อมต่อแม่น้ำ ตลิ่งมีความชันและสูงมาก มีการทรุดตัวของตลิ่งในช่วงฤดูฝน เป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 3×3 เมตร ห่างกัน โดยมีกระชังทั้งหมด 36 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 500–700 ตัวต่อกระชัง ความเร็วของน้ำอยู่ในระดับปานกลาง โดยน้ำมีระดับความลึก 5-6 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 11

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12 (NU12) บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีพิกัดที่ 17°29'43.0"N 104°08'11.4"E อยู่ในเขตจังหวัดนครพนม ทั้งสองฝั่งของการศึกษานี้ติดกับชุมชน ป่าไผ่ สวนยางและทุ่งเลี้ยงสัตว์ โดยมีลักษณะเป็นคุ้งน้ำขนาดใหญ่มีความกว้างของลำน้ำประมาณ 50 เมตร เป็นพื้นที่ในการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ขนาดกระชัง 4×6 เมตร ห่างกันเป็นช่วงๆมีกระชังทั้งหมด 120 กระชัง ทำการเลี้ยงปลานิลในกระชังตลอดทั้งปี โดยมีอัตราการปล่อย 900–1,000

ตัวต่อกระชัง โดยน้ำมีระดับความลึก 5-6 เมตร ลักษณะของลำน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ดังภาพที่ 12

แผนที่ และสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน รวม 12 สถานี ตั้งแต่ บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร–บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ตามลักษณะพื้นที่ของลำน้ำอูน และช่วงเวลาที่ต่างกันในรอบปี ซึ่งแบ่งเป็นสถานีเก็บตัวอย่างดังนี้ ภาพที่ 1

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 1. บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร (สถานีอ้างอิงที่ 1)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 2. บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 3. บ้านขัวคอนแคน ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 4. บ้านสว่าง ตำบลสว่าง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร (สถานีอ้างอิงที่ 2)

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 5. บ้านดอนต้นม่วง ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 6. บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 7. บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 8. บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร

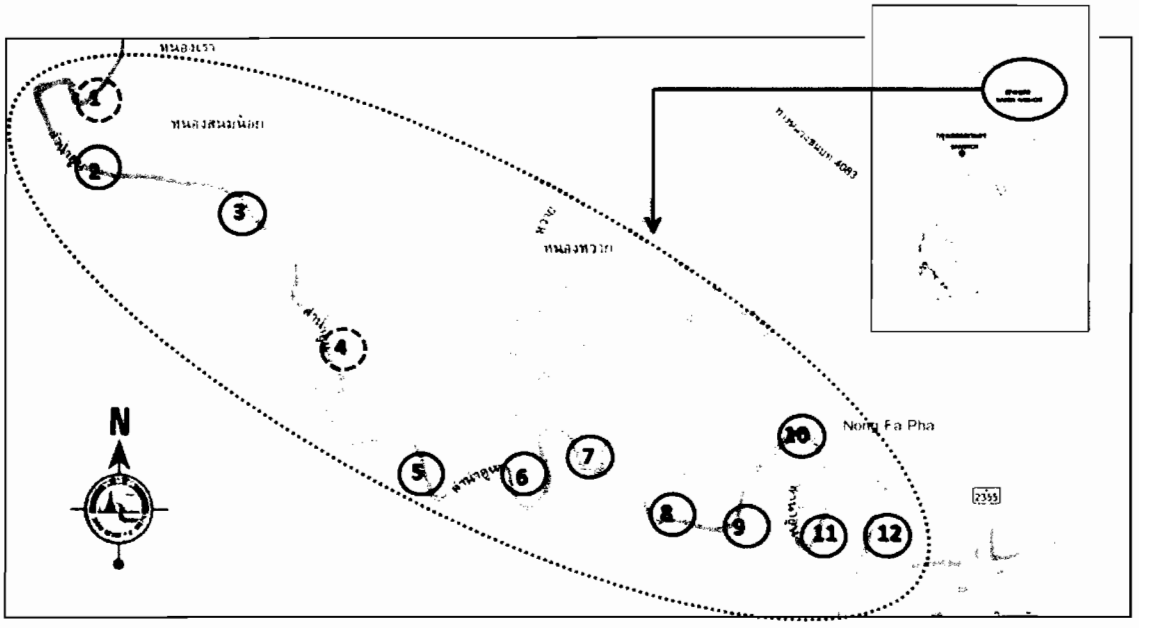
สถานีเก็บตัวอย่างที่ 9. บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 10. บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม

สถานีเก็บตัวอย่างที่ 11. บ้านอูนยางคำ ตำบลนาหว้า อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม

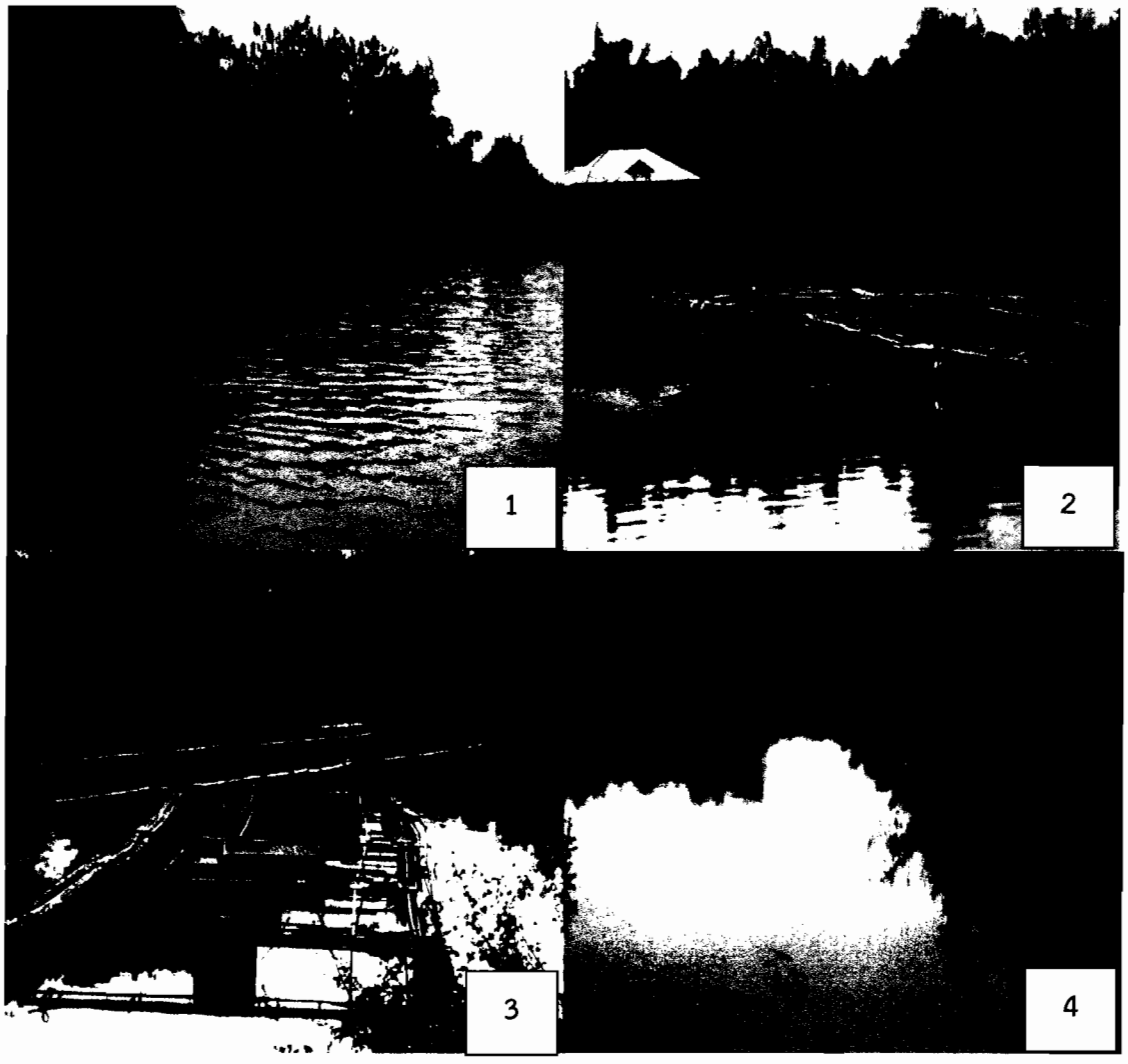
สถานีเก็บตัวอย่างที่ 12. บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม

A



B

ภาพที่ 1 (A) แผนที่ลำน้ำอูนทางภูมิศาสตร์ และ (B) สถานีเก็บตัวอย่าง



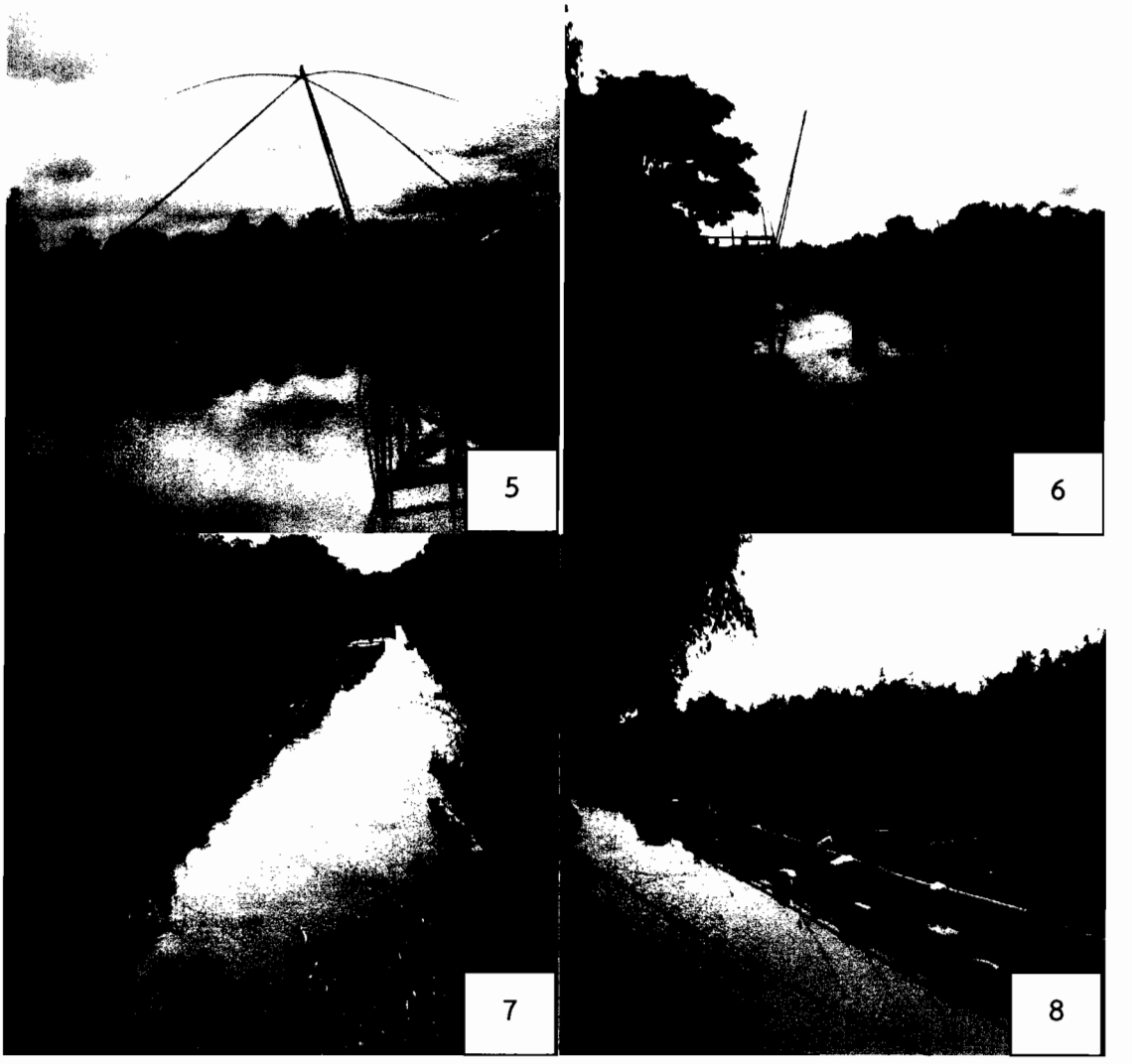
ภาพที่ 2 สถานีเก็บตัวอย่างภาพที่ 1-4 ในลำน้ำอูน

(1) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านต้นผึ้ง (สถานีอ้างอิงที่ 1)

(2) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านต้นผึ้ง

(3) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านขัวคอนแคน

(4) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านสว่าง (สถานีอ้างอิงที่ 2)



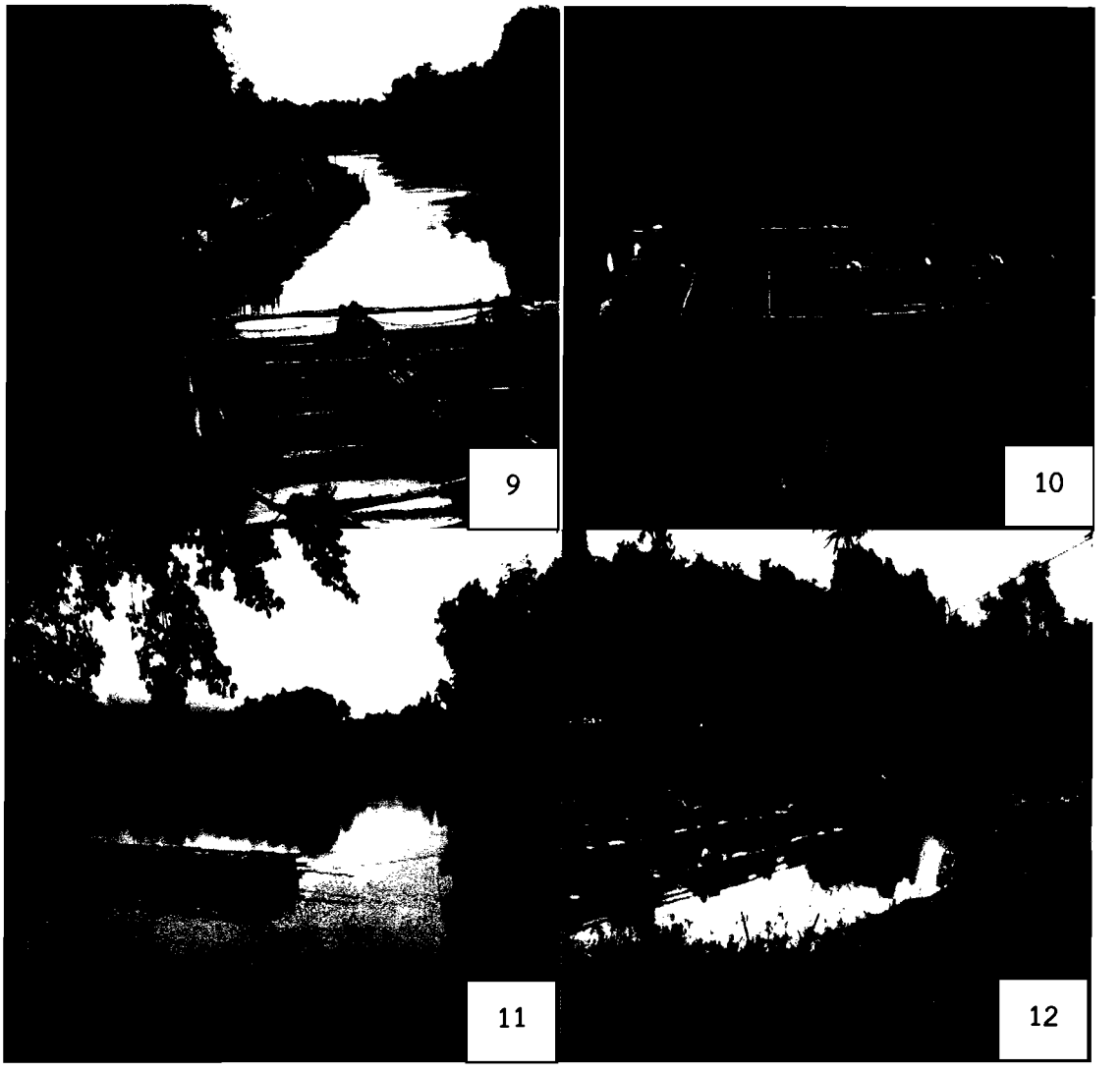
ภาพที่ 3 สถานีเก็บตัวอย่างภาพที่ 5-8 ในลำน้ำอูน

(5) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านดอนต้นม่วง

(6) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านพอกใหญ่

(7) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านดอนสัมพันธ์

(8) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านท่าวังหิน



ภาพที่ 4 สถานีเก็บตัวอย่างภาพที่ 9-12 ในลำน้ำอูน

(9) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านนาคอย

(10) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านอูนนา

(11) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านอูนยางคำ

(12) สถานีเก็บตัวอย่างบ้านนาคูณใหญ่

3.3 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.3.1. ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการ ณ สถานีเก็บตัวอย่าง

3.3.1.1 วัดค่าการนำไฟฟ้า

3.3.1.2 วัดค่าความเร็วของกระแสน้ำ

3.3.1.3 วัดค่าความลึกของกระแสน้ำ

3.3.1.4 วัดค่าความโปร่งแสงของน้ำ

3.3.1.5 วัดค่า pH ของน้ำ

3.3.1.6 วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

3.3.1.7 วัดค่าอุณหภูมิของน้ำ

3.3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ

การเก็บตัวอย่างน้ำทำการเก็บที่ผิวน้ำและพื้นท้องน้ำจำนวน สามซ้ำ โดยทำการเก็บน้ำซ้ำละประมาณ 1,000 มิลลิลิตร ใส่ในขวดเก็บน้ำ เก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 5–10 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณภาพน้ำในห้องปฏิบัติการ ดังนี้

3.3.2.1 วัดค่าความเป็นด่าง

3.3.2.2 วัดค่าความกระด้าง

3.3.2.3 วัดค่าแอมโมเนีย

3.3.2.4 วัดค่าไนไตรท์

3.3.2.5 วัดค่าออร์โธฟอสเฟต

3.3.2.6 วัดค่าคลอโรฟิลล์ เอ

โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำโดยการวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับผิวน้ำ และระดับผิวหน้าดิน โดยใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ Kemmerer เพื่อทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ (APHA, AWWA and WPCF, 1980) ดังนี้

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ดัชนีคุณภาพน้ำ	วิธีวิเคราะห์
อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)**	Thermometer probe เครื่อง SOLOMAT 520c
ความโปร่งแสง (เซนติเมตร)**	Secchi disc plate
ความนำไฟฟ้า (มิลลิซีเมนต์ต่อเซนติเมตร)**	Conductivity meter เครื่อง SOLOMAT 520c
ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)**	Azide Modification ของ Winkler Method
ความเป็นกรดเป็นด่าง **	pH meter เครื่อง SOLOMAT 520c
ความเป็นด่าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป $CaCO_3$)*	Titrimetric method
ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป $CaCO_3$)*	Titrimetric method
ออร์โธฟอสเฟต (มิลลิกรัมต่อลิตร)*	Phos ver method เครื่อง HACH DR/2000
แอมโมเนียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อลิตร)*	Nessler method เครื่อง HACH DR/2000
คลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)*	Trichromatic methods

* วิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

** วิเคราะห์ ณ จุดเก็บตัวอย่างในลำน้ำ

3.4 การรวบรวมตัวอย่างและจำแนกสัตว์หน้าดิน

การเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินจำนวน 3 ซ้ำในแต่ละสถานี โดยใช้เครื่องเก็บหน้าดิน (แกรบ เก็บดิน Ekman dredg) ขนาด 15x15 เซนติเมตร ส่วนในสถานีเก็บตัวอย่างในพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชัง จะทำการเก็บ จุดที่ 1 ในบริเวณกระชังของแพแรกบริเวณต้นน้ำ จุดที่ 2 อยู่บริเวณแพตอนกลางของสถานีนั้น จุดที่ 3 อยู่บริเวณแพปลาท้ายลำน้ำ ของสถานีเก็บตัวอย่างนั้น ๆ แล้วนำมาร่อนโดยใช้ตะแกรง และเก็บเศษไม้ ใบไม้ ปนมาด้วย ดังนั้นในการแยกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีดังนี้

(1) ล้างอุปกรณ์ให้สะอาดเพื่อไม่ให้มีสัตว์หรือเศษขยะติดค้างในอุปกรณ์จากการใช้ในครั้งก่อน

(2) ในการเก็บตัวอย่างตะกอนดินด้วยแกรบ โดยแบ่งเก็บตัวอย่างย่อย 3 ครั้ง ให้ครอบคลุมพื้นที่แล้วนำตัวอย่างทั้งหมดมารวมกัน

(3) ถ้าพบว่าปากของเครื่องเก็บตะกอนดินปิดไม่สนิทให้ทำการเก็บใหม่อีกครั้ง

(4) ทำการล้างตัวอย่างตะกอนดินผ่านตะแกรงร่อนระวังไม่ให้สัตว์หน้าดินหลุดหรือหนีออกไปได้

(5) นำตะกอนดินที่ล้างเรียบร้อยแล้วเทลงในถาดเติมน้ำเล็กน้อยทำการคัดเลือกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ด้วยคีมปลายแหลม (Forceps) ใส่ขวดและเก็บรักษาด้วยฟอร์มาลีน 10%

(6) จดบันทึกชื่อสถานีเก็บตัวอย่าง วันที่ ตำแหน่ง

3.4.1 การแยกชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกหน้าดินในห้องปฏิบัติการ

การแยกตัวอย่างในห้องปฏิบัติการเป็นการแยกเอาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินออกจากตะกอนดินและจำแนกชนิดมีขั้นตอน ดังนี้

3.4.1.1 เทตัวอย่างลงไปในตะแกรงร่อนหรือผ้ากรองน้ำแล้วล้างด้วยน้ำจืดก่อนจะเทใส่ถาดที่ใช้สำหรับคัดแยก

3.4.1.2 ทำการจำแนกชนิดสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบบ 2 ตา กำลังขยายต่ำ โดยใช้คีมปลายแหลม (Forceps) แยกสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินให้ถึงระดับสกุล นับจำนวน จดบันทึก หลังจากนั้นนำสัตว์ตัวอย่างแต่ละชนิดเก็บรักษาไว้ในแอลกอฮอล์ 70% เพื่อใช้ในการรักษาเนื้อเยื่อและจำแนกให้ถึงระดับต่ำที่สุด โดยจำแนกชนิดตามหนังสือของ (ณรรฐพล โลกิตสถาพร และคณะ,2551; สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ,2538; Barbour et al.,1999; Dennis,1979; MRC, 2010)

3.5 ดัชนีที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.5.1 ความถี่ของการพบวงศ์สัตว์หน้าดิน (Frequency of occurrence)

บ่งชี้ถึงความถี่ของการพบชนิดวงศ์ของสัตว์หน้าดินในระหว่างการทำการศึกษาซึ่งอธิบายถึงลักษณะการแพร่กระจายของวงศ์สัตว์หน้าดินเชิงพื้นที่

สูตรการคำนวณดังนี้ (3.1)

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความถี่เชิงพื้นที่ (F)} = \frac{\text{จำนวนครั้งที่พบวงศ์สัตว์หน้าดินในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง}}{\text{จำนวนครั้งที่ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด}} \times 100$$

3.5.2 ดัชนีความชุกชุมของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Richness index)

เป็นค่าที่ใช้ในการบ่งบอกถึงความหลากหลายและความชุกชุมของจำนวนวงศ์สัตว์หน้าดินที่พบในแต่ละจุดสำรวจและในแต่ละเดือนที่ทำการสำรวจ คำนวณจากค่า Margalef's index (Clarke and Warwick, 1994)

สูตรการคำนวณดังนี้

$$R = (S - 1) / \ln (n) \quad (3.2)$$

เมื่อ R = ดัชนีความชุกชุมของวงศ์สัตว์หน้าดิน

S = จำนวนวงศ์ทั้งหมดที่พบ

n = จำนวนตัวของสัตว์หน้าดินทั้งหมดที่พบ

ln = natural logarithm

3.5.3 ดัชนีความหลากหลายของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Diversity index)

เป็นดัชนีที่ใช้บ่งชี้ระดับความหลากหลายหรือความแตกต่างกันของวงศ์สัตว์หน้าดินที่พบ และบ่งบอกลักษณะคุณภาพของสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำทั้งภายในจุดสำรวจและโดยรวมของแหล่งน้ำ โดยใช้วิธีการคำนวณตามสูตรของ Shannon – wiener diversity index (Omori and ikeda,1984; Ludwig and Reynolds,1986; Clarke and Warwick,1994) ดังนี้

$$H = -\sum(p_i \log_2 p_i) \qquad (3.3)$$

เมื่อ H = ดัชนีความหลากหลาย

P_i = สัดส่วนของจำนวนวงศ์สัตว์หน้าดินชนิดที่ i ต่อจำนวนวงศ์สัตว์หน้าดินทั้งหมดในตัวอย่าง

3.5.4 ดัชนีความเท่าเทียมหรือดัชนีความสม่ำเสมอของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Evenness index หรือ equitability index)

แสดงถึงการกระจายของวงศ์และปริมาณสัตว์หน้าดินในจุดสำรวจและเดือนสำรวจ ถ้ามีค่าสูงแสดงว่าจุดสำรวจและเดือนสำรวจประกอบด้วยวงศ์สัตว์หน้าดินที่มีจำนวนใกล้เคียงกันและมีการกระจายที่เหมือนกัน การศึกษาครั้งนี้ใช้การคำนวณค่าดัชนีความเท่าเทียมตามวิธีของ Pielou's evenness index (Sheldon, 1969; Ludwig and and Reynolds, 1986; Clarke and Warwick, 1994) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$E = H/\ln S \text{ หรือ } H/H^{max} \quad (H^{max} = \ln S) \qquad (3.4)$$

เมื่อ E = ดัชนีความเท่าเทียม

H = ดัชนีความหลากหลาย

S = จำนวนวงศ์ของสัตว์หน้าดินที่พบในจุดสำรวจนั้น

H_{max} = ค่าดัชนีความหลากหลายที่อาจจะมีค่าได้มากที่สุดของจุดสำรวจนั้น จากการพบจำนวนของสัตว์หน้าดินในแต่ละวงศ์ (S) มีปริมาณมากเท่าๆกัน ($H_{max} = \ln S$)

3.5.5 ดัชนีความคล้ายคลึงของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Similarity index)

โดยวงศ์สัตว์หน้าดินที่พบในจุดสำรวจที่ต่างกันและเดือนสำรวจต่างกัน การคำนวณค่าดัชนีจากการคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความคล้ายคลึงแบบ Bray – Curtis (Clarke and Warwick, 1994; Ludwig and Reynolds, 1986) มีสูตรการคำนวณดังนี้

$$S_{(jk)} = 100 \quad 1 \left\{ \frac{\sum (i = 1...n) |Y_{ij} - Y_{ik}|}{\sum (i = 1...n)(Y_{ij} + Y_{ik})} \right\} \qquad (3.5)$$

เมื่อ S = ดัชนีความคล้ายคลึงมีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100

(ถ้า S = 0 แสดงว่าที่จุดสำรวจที่นำมาเปรียบเทียบกันมีตัวอย่างที่ไม่เหมือนกันเลย)

i = วงศ์สัตว์หน้าดินที่พบในจุดสำรวจที่เปรียบเทียบกัน (I = 1...n)

j = จำนวนสัตว์หน้าดินวงศ์ i ที่พบในตัวอย่างที่จุดสำรวจ j

k = จำนวนสัตว์หน้าดินวงศ์ i ที่พบในตัวอย่างที่จุดสำรวจ k

$S_{(jk)}$ = การเปลี่ยนแปลงค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างจุดสำรวจที่ j และ k

3.5.6 วิเคราะห์โดยการโปรแกรมทางสถิติ (Cluster analysis)

เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมสัตว์หน้าดินโดยโปรแกรมการวิเคราะห์ R-statistic version 3.1.1 (R Development Core Team, 2013) เพื่อวิเคราะห์สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดที่ในการติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำได้ และศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์หน้าดินที่ศึกษาในแต่ละกลุ่มมีระหว่างคุณภาพน้ำโดยใช้พารามิเตอร์ต่างๆกับสัตว์หน้าดินที่ศึกษาโดยใช้ canonical correlation anallsis: CCA

3.5.7 การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดคุณภาพทางชีวภาพด้วย Belgian Biological Index (BBI)

Belgian Biological Index BBI หมายถึงการประเมินแหล่งน้ำทางเทคนิคที่มีกิจกรรมหลาย ๆ ลักษณะที่มีผลต่อกลุ่มสัตว์หน้าดินประจำถิ่น และได้ถูกเรียกว่าเป็นตัวชี้วัดทางน้ำ โดยกลุ่มสัตว์หน้าดินประจำถิ่นเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการตอบสนองต่อการรบกวนมีความไวต่อผลกระทบทางชีวภาพทำให้สามารถคาดการณ์สถานการณ์ที่ค่อนข้างมีประสิทธิภาพ ง่ายต่อการวัดและตีความ

การคำนวณหาค่า Belgian Biological Index (BBI) ในการตรวจสอบน้ำคุณภาพน้ำทางชีวภาพ สามารถอธิบายได้ตามกลุ่มของ systematic units (De Pauw and vanhoorren, 1983) คือ การนำเอาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหน้าดินมาแบ่งเป็นกลุ่มออก เป็น 7 กลุ่ม (ตารางที่ 34)

ตารางที่ 2 กลุ่มสัตว์หน้าดินและค่าดัชนี Belgian Biological Index (BBI)

กลุ่ม	สัตว์หน้าดิน
1	Plecoptera หรือ Ecdyonuridae
2	Cased Trichoptera
3	Ancylidae หรือ Ephemeroptera ยกเว้น Ecdyonuridae
4	Aphelocheirus or Odonata or Gammaridae or Mollusca ยกเว้น Sphaeridae
5	Asellus or Hirudinea or Sphaeridae or Hemiptera ยกเว้น Aphelocheirus
6	Tubificidae or Chironomidae ot the thummi-plumosus group
7	Eristalinae (Syrphidae)

และทำการเปรียบเทียบค่าการให้คะแนนตามตารางมาตรฐานของ Tuffery and Verneaux (1968) จากนั้นจึงทำการแปลความหมายตามเกณฑ์ดัชนีชีวภาพคือ หมายเลขสูงสุดของดัชนี (10) หมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษและลำดับลดหลั่นไปจนถึงดัชนี (0) ซึ่งหมายถึง คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ที่มีการปนเปื้อนมลพิษรุนแรง ดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 3 ระดับการปนเปื้อน และคะแนนของดัชนีชีวภาพ Belgian Biological Index (BBI)

ระดับ	คะแนน BBI	ความหมาย
I	10-9	ปราศจากการปนเปื้อน
II	8-7	ปนเปื้อนเบาบาง
III	6-5	ปนเปื้อนปานกลาง
IV	4-3	ปนเปื้อนมาก
V	2-0	ปนเปื้อนรุนแรง

3.5.8 การวิเคราะห์ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพด้วย Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score

โดยคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) การวิเคราะห์ตามวิธีของ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548; Mustow, 2002) ตัวชี้วัดด้านชีววิทยาหรือดัชนีชีวภาพ ที่บ่งชี้สภาวะการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการได้รับสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำผิวดิน (surface waters) ที่จะกล่าวถึงในที่นี้คือ ดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์หน้าดินหรือ BMWP Score ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score คือค่าคะแนนที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำที่นักนิเวศวิทยาน้ำจืดกำหนดให้แก่สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดหรือแต่ละกลุ่มซึ่งมีความทนทานต่อสภาพมลพิษหรือปริมาณออกซิเจนในน้ำแตกต่างกันไป เป็นระบบคะแนนซึ่งมีพื้นฐานจากการวินิจฉัยถึงระดับวงศ์และไม่เฉพาะเจาะจงเพียงแม่น้ำหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ได้รับความสนใจและนำไปใช้ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำอย่างกว้างขวาง โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) กลุ่มที่ทนต่อสภาพมลพิษหรือทนทานต่อสภาพมลพิษน้อย แต่มีความต้องการออกซิเจนสูง มีคะแนนในช่วง 10-7 คะแนน โดยไล่มาตามลำดับจากที่มีความทนทานต่ำจนถึงที่มีความทนทานสูงขึ้น

(2) กลุ่มที่ทนต่อสภาพมลพิษปานกลางและต้องการออกซิเจนไม่มากเท่ากลุ่มแรก จะมีค่าคะแนนในช่วง 6-5 คะแนน

(3) กลุ่มที่ทนต่อสภาพมลพิษค่อนข้างมากและมีความต้องการออกซิเจนน้อย จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 4-3 คะแนน

(4) กลุ่มที่ทนต่อสภาพมลพิษสูงและมีความต้องการออกซิเจนน้อยมาก จะมีค่าคะแนนอยู่ในช่วง 2-1 คะแนน

กลุ่มที่มีคะแนนมากจะมีอัตราการเผาผลาญสูง ใช้ระบบหายใจทางเหงือก จึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจสูง ส่วนกลุ่มที่มีคะแนนน้อยจะหายใจผ่านผิวหนังเป็นกลุ่มที่ต้องการออกซิเจนต่ำหรือเกือบไม่ใช้ออกซิเจนเลย การตรวจสอบคุณภาพน้ำโดยใช้สัตว์หน้าดินนี้ นิยมศึกษากันในแหล่งน้ำไหล เช่น แม่น้ำลำธารมากกว่าในแหล่งน้ำนิ่ง การศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้วิธีนี้กระทำโดยการประเมินจากค่าดัชนีทางชีวภาพ ซึ่งคำนวณมาจากการใช้ BMWP Score เป็นการให้คะแนนสัตว์หน้าดิน เพื่อจะใช้เป็นค่าดัชนีทางชีวภาพบ่งบอกคุณภาพน้ำ โดยกำหนดให้สัตว์หน้าดินที่มีความทนทานต่อคุณภาพน้ำที่ต่างกัน มีคะแนนแตกต่างกันอย่างชัดเจน สัตว์หน้าดินที่ทนทานต่อมลพิษน้อย มีคะแนนสูง ส่วนที่ทนต่อสภาพมลพิษมากมีคะแนนต่ำ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

วิธีการใช้ BMWP (Biological Monitoring Working Party) Score

(1) นำสัตว์หน้าดินชนิดต่างๆในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งจำแนกและวินิจฉัยเรียบร้อยแล้วมาให้คะแนนตาม BMWP Score ของสัตว์หน้าดินทั่วไป จัดตาม Biotic Index of Thai Freshwater Invertebrates ซึ่งมีค่าแตกต่างกันในสัตว์ที่อยู่ในน้ำที่มีคุณภาพต่างกันอย่างชัดเจน

(2) เอาคะแนนของสัตว์แต่ละชนิดมารวมกัน

(3) นับจำนวนชนิดของสัตว์ที่พบและสามารถให้คะแนนได้

(4) นำค่าที่ได้ในข้อ 3 มาหารคะแนนรวมของสัตว์ในข้อ 2

(5) ค่าที่ได้ในข้อ 4 จัดเป็นคะแนนเฉลี่ย (average score per taxa = ASPT)

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ASPT) จากการศึกษาสัตว์หน้าดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนนเฉลี่ย (ASPT)	ระดับ	คุณภาพน้ำทั่วไป
1-2 จัดอยู่ใน	V	น้ำสกปรก
3-4 จัดอยู่ใน	IV	น้ำค่อนข้างสกปรก
5-6 จัดอยู่ใน	III	น้ำคุณภาพปานกลาง
7-8 จัดอยู่ใน	II	น้ำคุณภาพค่อนข้างดี
9-10 จัดอยู่ใน	I	น้ำคุณภาพดีจัดเป็นน้ำสะอาด

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2551

3.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล

3.6.1 ลำน้ำอูน จังหวัดสกลนครและจังหวัดนครพนม ที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชัง และลำน้ำปลาหางบางส่วนบริเวณ ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร

3.6.2 ห้องปฏิบัติการวิจัยคุณภาพน้ำ สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด จังหวัดสกลนคร และห้องปฏิบัติการวิจัยสัตว์หน้าดิน ภาควิชาประมง มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย

3.6.3 ระยะเวลาในการดำเนินงานเก็บตัวอย่างฤดูละ 2 ครั้งเป็นเวลา 1 ปี ตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556

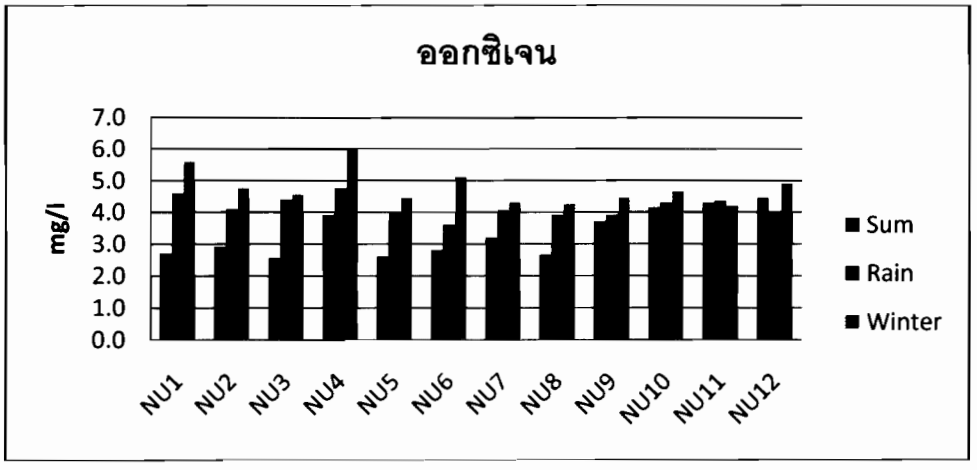
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำอูนจังหวัดสกลนครจนถึงอำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 โดยในเดือนเมษายน 2555 เป็นตัวแทนของฤดูร้อนครั้งที่ 1 เดือนมิถุนายนและเดือนสิงหาคม 2555 เป็นตัวแทนของฤดูฝน เดือนตุลาคมและเดือนธันวาคม 2555 เป็นตัวแทนของฤดูหนาว และเดือนกุมภาพันธ์ 2556 เป็นตัวแทนของฤดูร้อนครั้งที่ 2 ในแต่ละสถานีทำการเก็บตัวอย่างผิวน้ำ พื้นน้ำ จำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยซึ่งในแต่ละพารามิเตอร์จะมีที่แตกต่างกันของค่าที่วัดได้ จึงส่งผลให้ค่าที่วัดได้มีความคลาดเคลื่อนที่แตกต่างกันออกไป และในกรณีของแต่ละช่วงที่มีความคลาดเคลื่อนมาก แสดงว่าที่วัดออกมาได้นั้นมีความแตกต่างกันมาก และมีช่วงความคลาดเคลื่อนน้อยแสดงว่ามีความแตกต่างกันของค่านั้นมีน้อย ซึ่งผลการวิจัยมีดังนี้

4.1.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ

ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดูระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.6–6.0 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดู ($p<0.05$) โดยมีค่าสูงสุดอยู่ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU4 บ้านสว่าง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดู หนาว รองลงมาในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 ในระดับ 5.6 ในช่วงฤดู หนาว และมีค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU3 บ้านขัวคอนแคน ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร และ สถานีเก็บตัวอย่าง NU6 บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน (ภาพที่ 5 และตารางที่ 11) แสดงปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงในช่วงฤดูหนาว และค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำต่ำในช่วงฤดูร้อน

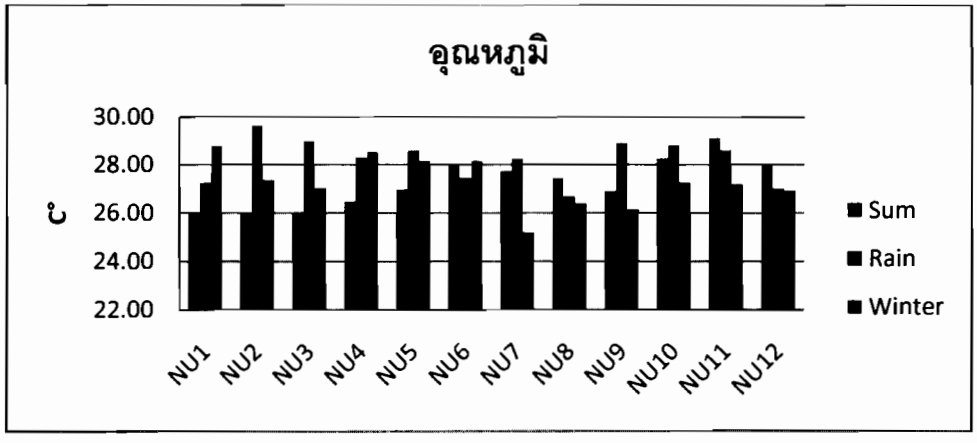


ภาพที่ 5 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

NU1 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านต้นผึ้ง (สถานีอ้างอิงที่ 1)
NU2 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านต้นผึ้ง
NU3 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านขัวคอนแคน
NU4 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านสว่าง (สถานีอ้างอิงที่ 2)
NU5 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านดอนต้นม่วง
NU6 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านพอกใหญ่
NU7 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านดอนสัมพันธ์
NU8 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านท่าวังหิน
NU9 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านนาคอน
NU10 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านอูนนา
NU11 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านอูนยางคำ
NU12 สถานีเก็บตัวอย่างบ้านนาคูณใหญ่

4.1.2 อุณหภูมิของน้ำ

อุณหภูมิของน้ำมีความสัมพันธ์กับเวลาและฤดูกาลที่ทำการเก็บตัวอย่างโดยในการศึกษาครั้งนี้ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน มีค่าอยู่ระหว่าง 25.2–29.6 $^{\circ}$C ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) โดยมีสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU2 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ช่วงฤดูฝน และมีค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร แต่อุณหภูมิของน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างที่มีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยเนื่องจากค่าที่ได้ยังมีแปรผันกับฤดูกาล ภูมิอากาศขณะนั้น และช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง (ภาพที่ 6 และตารางที่ 12) แสดงค่าอุณหภูมิส่วนใหญ่ของแต่ละฤดูกาลที่ทำการศึกษาเก็บตัวอย่างได้มีความแตกต่างกันน้อยมาก



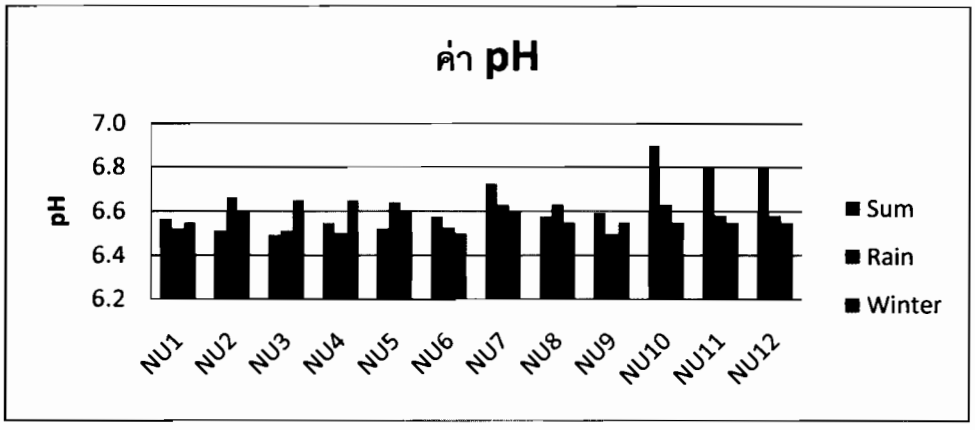
ภาพที่ 6 อุณหภูมิของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.3 ความเป็นกรดด่างของน้ำ (pH)

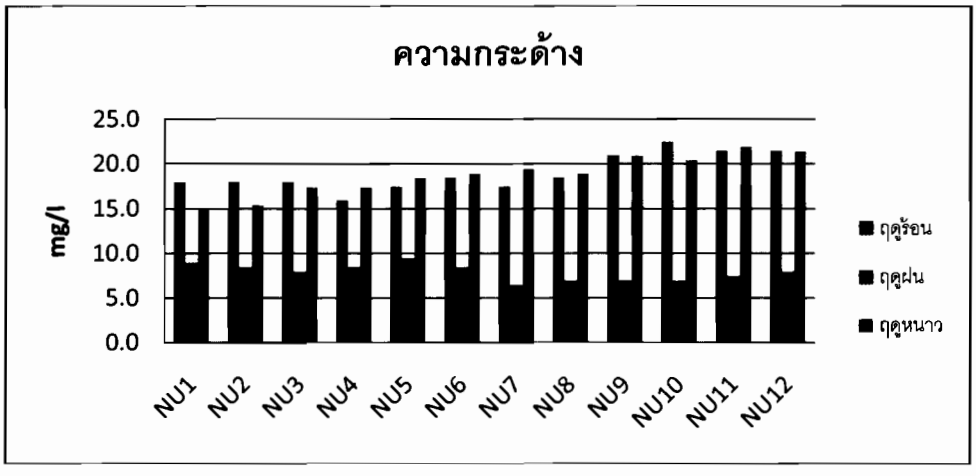
ค่าความเป็นกรดด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5–6.9 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานีโดยพบว่าในสถานีเก็บตัวอย่าง NU10 บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม NU11 บ้านอูนยางคำ ตำบลนาหว้า อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม และ NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูร้อน และค่าต่ำสุดอยู่ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU2, NU3, NU4 และ NU5 ในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU1, NU3, NU4, NU6 และ NU9 ในช่วงฤดูฝน และในช่วงฤดูหนาว มีค่า PH ต่ำที่สถานี NU6 บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ดัง (ตารางที่ 13 และ ภาพที่ 7)

4.1.4 ความกระด้างของน้ำ

ค่าความกระด้างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 6.5–22.5 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานีโดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU10 บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูร้อน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูฝน ดัง (ตารางที่ 15 และภาพที่ 8)



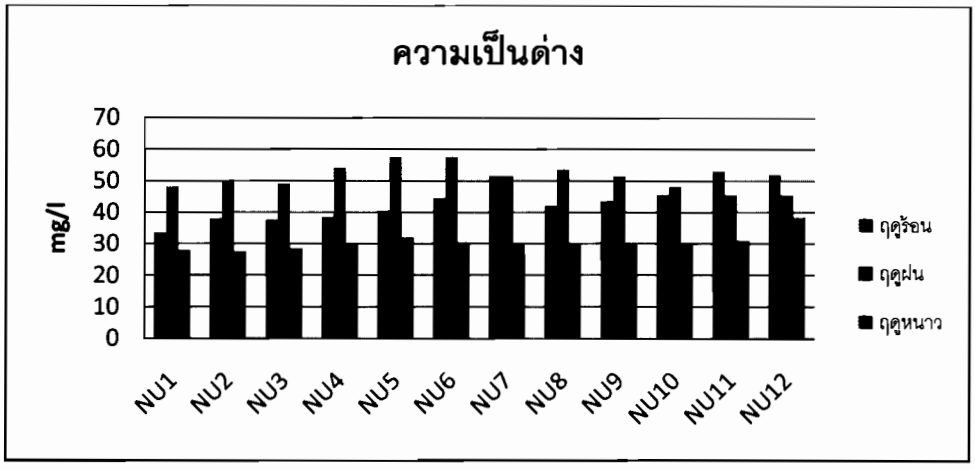
ภาพที่ 7 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556



ภาพที่ 8 ความกระด้างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.5 ความเป็นด่างของน้ำ

ค่าความเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 27.5-57.5 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานีโดยพบค่าสูงสุดใน 2 สถานี คือ สถานีเก็บตัวอย่าง NU5 บ้านดอนต้นม่วง ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และสถานีเก็บตัวอย่าง NU6 บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูฝน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU2 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูหนาว ดัง (ตารางที่ 14 และ ภาพที่ 9)



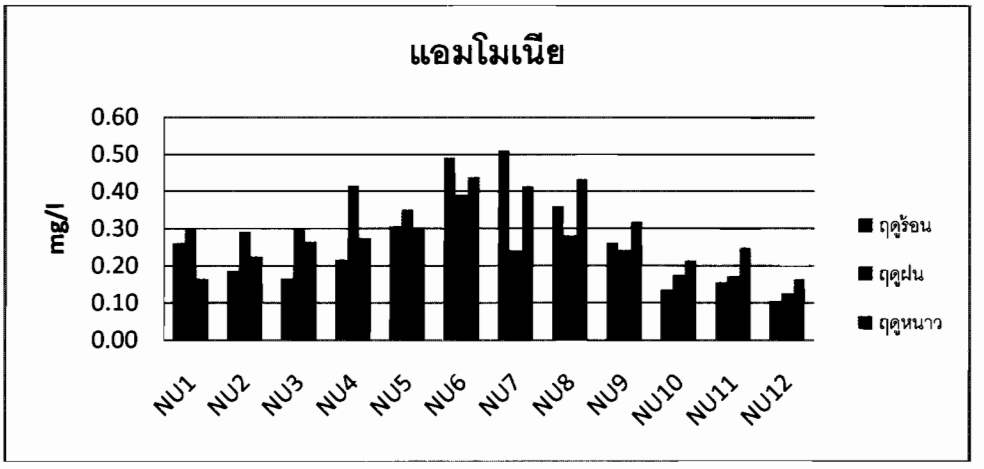
ภาพที่ 9 ค่าความเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.6 ค่าแอมโมเนีย

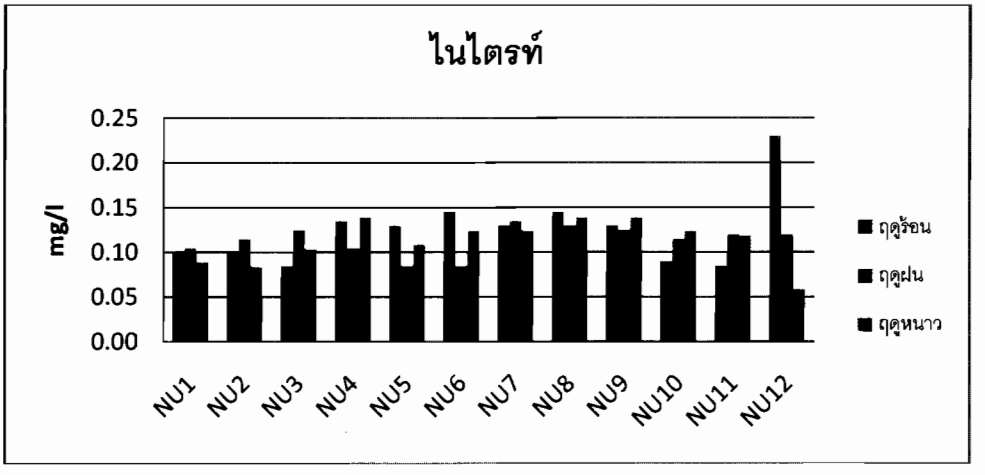
ค่าแอมโมเนียในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.11-0.51 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนมในช่วงฤดูร้อน ดัง (ตารางที่ 16 จากภาพที่ 10)

4.1.7 ค่าไนไตรท์

ค่าไนไตรท์ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.06-0.23 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูร้อน และพบค่าต่ำที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูหนาว ดัง (ตารางที่ 17 และภาพที่ 11)



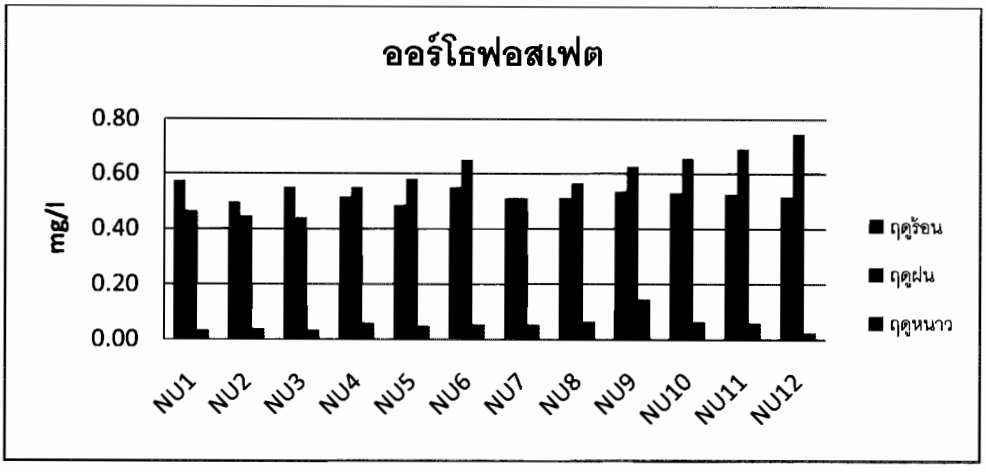
ภาพที่ 10 ค่าแอมโมเนียที่ละลายในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556



ภาพที่ 11 ปริมาณไนไตรท์ที่ละลายในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.8 ค่าออร์โธฟอสเฟต

ค่าออร์โธฟอสเฟตในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.03-0.75 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานีโดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูฝน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูหนาว ดัง (ตารางที่ 19 และภาพที่ 12)



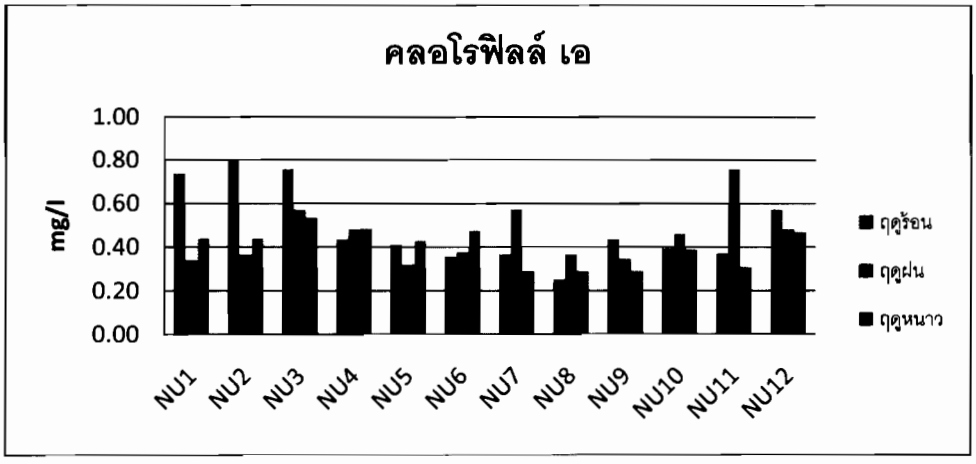
ภาพที่ 12 ปริมาณออร์โธฟอสเฟตที่ละลายอยู่ในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.9 ค่าคลอโรฟิลล์ เอ

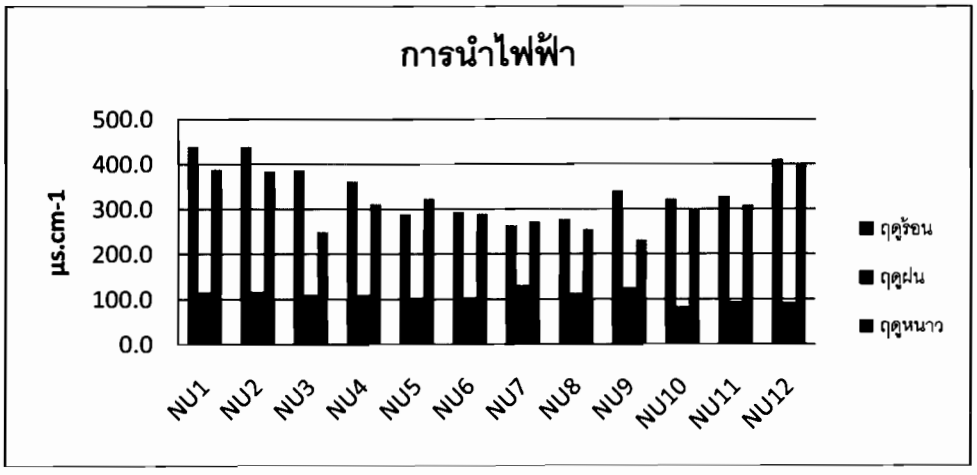
ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 0.25-0.81 mg/l^{-1} ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานีโดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU2 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน ดัง (ตารางที่ 18 และภาพที่ 13)

4.1.10 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำ

ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 85-440 $\mu s.cm^{-1}$ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร (สถานีอ้างอิงที่ 1) NU2 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU10 บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูฝน ดัง
(ตารางที่ 20 และภาพที่ 14)



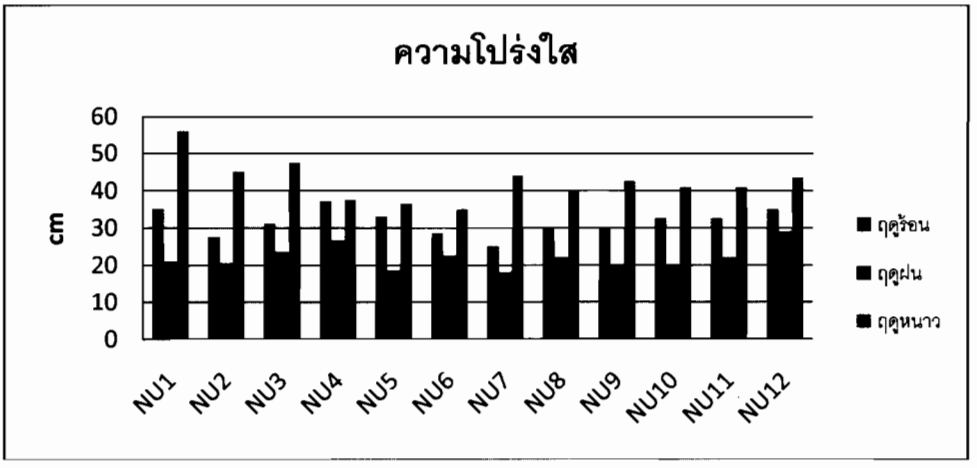
ภาพที่ 13 ค่าคลอโรฟิลล์ เอ ที่ละลายอยู่ในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556



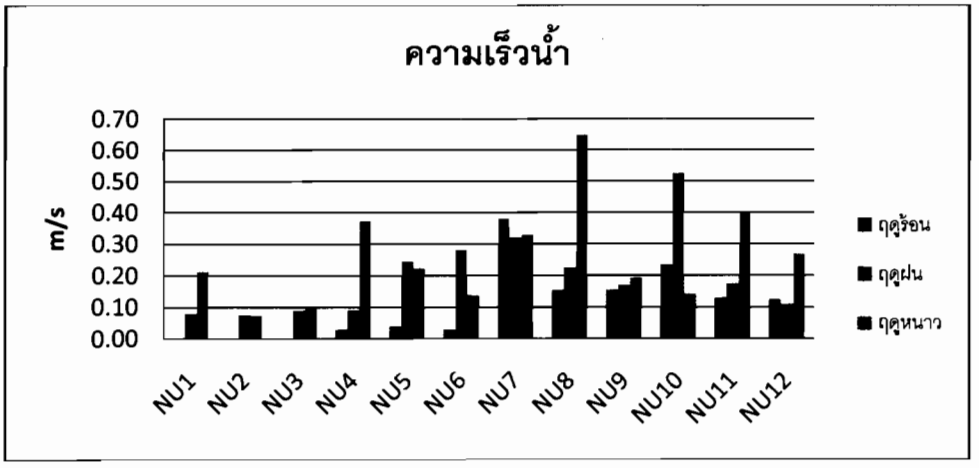
ภาพที่ 14 ค่าการนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.11 ค่าความโปร่งใสของน้ำ

ค่าความโปร่งใสของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 18-56 cm ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร (สถานีอ้างอิงที่ 1) ในช่วงฤดูหนาว และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูฝน ดัง (ตารางที่ 21 และภาพที่ 15)



ภาพที่ 15 ค่าความโปร่งใสของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556



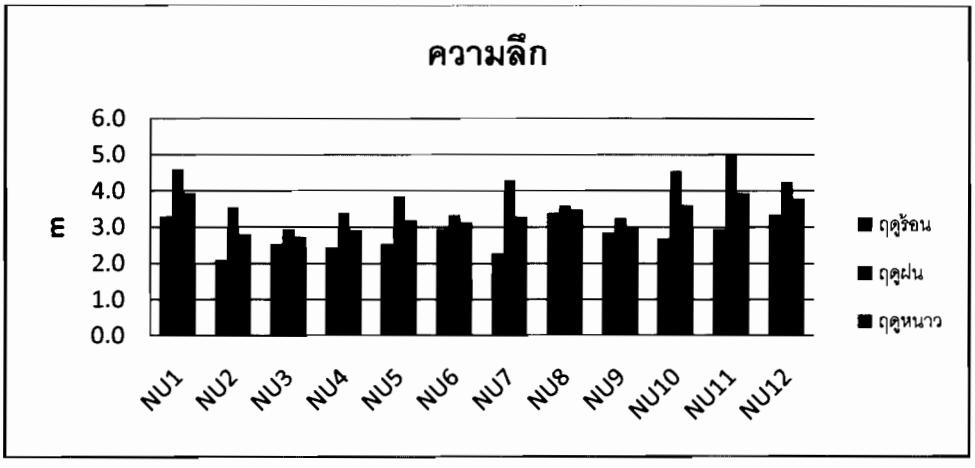
ภาพที่ 16 ค่าความเร็วของกระแสน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.1.12 ค่าความเร็วน้ำ

ค่าความเร็วของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 0-0.53 m/s ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU10 บ้านอูนนา ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูฝน และพบค่าต่ำสุดในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร (สถานีอ้างอิงที่ 1) NU2 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร และ NU3 บ้านขัวคอนแคน ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ในช่วงฤดูร้อน ดัง (ตารางที่ 22 และภาพที่ 16)

4.1.13 ค่าความลึกของน้ำ

ค่าความลึกของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าอยู่ระหว่าง 2.1-5 m ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในแต่ละฤดูกาล ($p<0.05$) ซึ่งมีค่าความแตกต่างกันในแต่ละสถานี โดยพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU11 บ้านอูนยางคำ ตำบลนาหว้า อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ในช่วงฤดูฝน และพบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU2 บ้านต้นผึ้ง ต.ต้นผึ้ง อ.พังโคน จ.สกลนคร ในช่วงฤดูร้อน ดัง (ตารางที่ 23 และภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 ค่าความลึกของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.2 ชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน

4.2.1 ชนิดในระดับสกุลและการจำแนกอนุกรมวิธาน

จากการศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร จากสถานีเก็บตัวอย่าง 12 สถานี ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมสัตว์หน้าดินในเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 พบสัตว์หน้าดินทั้งหมด 3 ไฟลัม คือ Arthropoda, Mollusca, และ Annelida และจัดจำแนกได้ 14 วงศ์ 20 สกุล ดังรายระเอียดต่อไปนี้

4.2.1.1 Phylum Arthropoda

Class Odonata

Family Gomphidea

Genus Gomphoides

Genus Arigomphus

Class Burrowers

Family Ephemeridae

Genus Hexagenia

Class Trichoptera

Family Ecnomidae

Genus Ecnomus

Class Diptera

Family Chironomidae

Genus Chironomus

4.2.1.2 Phylum Mollusca

Class Unionoida

Family Amblemidae

Genus Hyriopsis

Genus Scabies

Genus Ensidens

Genus Pilsbryoconcha

Class Mesogastorpoda

Family Viviparidae

Genus Anulotaia

Genus Idiopama

Class Neogastropoda

Family Buccidae

Genus Clea

Family Thiarinae

Genus Melanoides

Class Basommatophora

Family Lymnaeidae

Genus Lymnaea

Class Arcoida

Family Arcidae

Genus Scaphula

Class Veneroida

Family Corbiculidae

Genus Corbiculiidae

Class Mytilolda

Family Mytilidae

Genus Limnoperna

4.2.1.3 Phylum Annelida

Class Plesiopora

Family Naididae

Genus Chaetogaster

Class Tubificida

Family Tubicidae

Genus Tubifex

Genus Branchiura

ตารางที่ 5 ปริมาณสัตว์หน้าดิน (ตัวต่อตารางเมตร) ที่พบในสถานีเก็บตัวอย่าง ลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

	จุดสำรวจ											
สัตว์หน้าดิน	**NU1**	**NU2**	**NU3**	**NU4**	**NU5**	**NU6**	**NU7**	**NU8**	**NU9**	**NU10**	**NU11**	**NU12**
Phylum Arthropoda												
Gomphoides	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arigomphus	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0
Hexagenia	0	0	30	209	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomus	0	15	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomus	0	0	149	0	549	668	179	0	149	312	15	446
Phylum Mollusca												
Hyriopsis	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Scabies	0	0	15	45	0	0	0	0	0	15	0	0
Ensidens	0	0	105	60	0	0	0	0	0	75	90	0
Pilsbryoconcha	30	0	15	0	60	15	0	0	0	0	0	0
Anulotaia	30	90	60	60	1172	1660	416	149	446	194	1173	194
Clea	0	0	0	0	164	0	0	0	0	14	0	0
Idiopama	60	0	0	0	431	194	75	0	15	0	0	149
Melanoides	0	0	0	0	1053	9395	104	0	15	89	30	0
Lymnaea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	149
Scaphula	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0
Corbiculiidae	1113	343	1455	579	1603	935	149	45	30	134	150	209
Limnoperna	0	15	0	15	45	0	0	0	0	0	0	0
Phylum Annelida												
Chaetogaster	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Branchiura	0	0	15	0	0	0	60	0	119	60	0	60
Tubifex	0	0	0	0	504	2801	0	149	667	356	0	60
รวม	1263	463	1859	1043	5581	15668	983	448	1441	1250	1547	1267
จำนวนสกุล	6	4	9	8	9	7	6	5	7	9	6	7

ตารางที่ 6 ปริมาณสัตว์หน้าดินในแต่ละเดือนสำรวจ (ตัวต่อตารางเมตร)

	เดือนสำรวจ					
สัตว์หน้าดิน	**เมษายน**	**มิถุนายน**	**สิงหาคม**	**ตุลาคม**	**ธันวาคม**	**กุมภาพันธ์**
Phylum Arthropoda						
Gomphoides	15	0	0	0	0	0
Arigomphus	60	0	0	0	0	0
Hexagenia	0	0	0	90	60	89
Ecnomus	15	60	0	0	0	0
Chironomus	282	149	0	624	149	1263
Phylum Mollusca						
Hyriopsis	30	0	0	0	0	0
Scabies	45	0	0	15	15	0
Ensidens	15	75	60	15	30	135
Pilsbryoconcha	0	30	0	15	75	0
Anulotaia	1009	698	135	1854	1203	745
Clea	30	0	0	0	0	149
Idiopama	74	105	402	30	313	0
Melanoides	3423	4045	2697	194	327	0
Lymnaea	238	0	0	0	0	0
Scaphula	0	0	45	0	0	0
Corbiculiidae	1395	744	582	1099	1129	1796
Limnoperna	15	0	0	0	15	45
Phylum Annelida						
Chaetogaster	15	0	0	0	0	0
Branchiura	120	194	0	0	0	0
Tubifex	3453	667	0	268	0	149
รวม	10234	6722	3931	4204	3316	4371
จำนวนสกุล	17	10	6	10	10	8

จากการจำแนกสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูนทั้งหมด 12 สถานี พบความหลากหลายของสกุลสัตว์หน้าดินมากที่สุดที่สถานี NU3,NU5 และ NU10 พบสัตว์หน้าดินจำนวน 9 สกุล รองลงมาคือ NU4, NU6, NU9, NU12, NU1, NU7, NU11, NU8 และ NU2 พบ 8, 7, 7, 7, 6, 6, 6, 5 และ 4 สกุล ตามลำดับ ส่วนการแพร่กระจายของสัตว์หน้าดินตามเดือนสำรวจ พบจำนวนสกุลของสัตว์หน้าดินมากที่สุดในเดือนเมษายน 2555 คือ 17 สกุล รองลงมาคือ เดือนมิถุนายน 2555 เดือนตุลาคม 2555 ธันวาคม 2555 เดือนกุมภาพันธ์ 2556 และเดือนสิงหาคม 2555 พบจำนวนสกุลของ สัตว์หน้าดิน 10, 10, 10, 8 และ 6 ตามลำดับ สัตว์หน้าดินส่วนใหญ่ที่พบตามสถานีสำรวจและเดือนสำรวจพบสัตว์หน้าดินใน ไฟลัม Mollusca (หอย) มากถึง 8 วงศ์ 12 สกุล ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มของหอยฝาเดียว โดยในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจะพบสัตว์หน้าดินแตกต่างกันไปดังนี้

ปริมาณของสัตว์หน้าดิน

การศึกษาสัตว์หน้าดินบริเวณการเลี้ยงปลานิลในกระชังและสถานีอ้างอิงในลำน้ำอูน จากการสำรวจ 12 สถานี พบมีปริมาณสัตว์หน้าดินในบริเวณกระชังปลานิลและสถานีอ้างอิง เฉลี่ยเท่ากับ 136.72±266.08 ตัวต่อตารางเมตร จากปริมาณสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีสำรวจพบว่าสถานีสำรวจ NU6 มีปริมาณสัตว์หน้าดินมากที่สุด และสถานีสำรวจ NU8 เป็นสถานีที่พบปริมาณสัตว์หน้าดินน้อยที่สุด โดยปริมาณสัตว์หน้าดินที่พบในแต่ละสถานีสำรวจตั้งแต่สถานี NU1, NU2, NU3, NU4, NU5, NU6, NU7, NU8, NU9, NU10, NU11 และสถานีสำรวจ NU12 โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1263, 463, 1859, 1043, 5581, 15668, 983, 448, 1441, 1250, 1547 และ 1267 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ส่วนปริมาณสัตว์หน้าดินตามเดือนสำรวจ พบว่าในช่วงของเดือนเมษายน 2555 มีปริมาณสัตว์หน้าดินสูงที่สุด คือ 10,234 ตัวต่อตารางเมตร และเดือนธันวาคม 2555 มีปริมาณสัตว์หน้าดินที่พบน้อยที่สุด คือ 3,316 ตัวต่อตารางเมตร ส่วนปริมาณสัตว์หน้าดินที่พบในสถานีสำรวจตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าเท่ากับ 10234, 6722, 3931, 4204, 3316 และ 4371 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

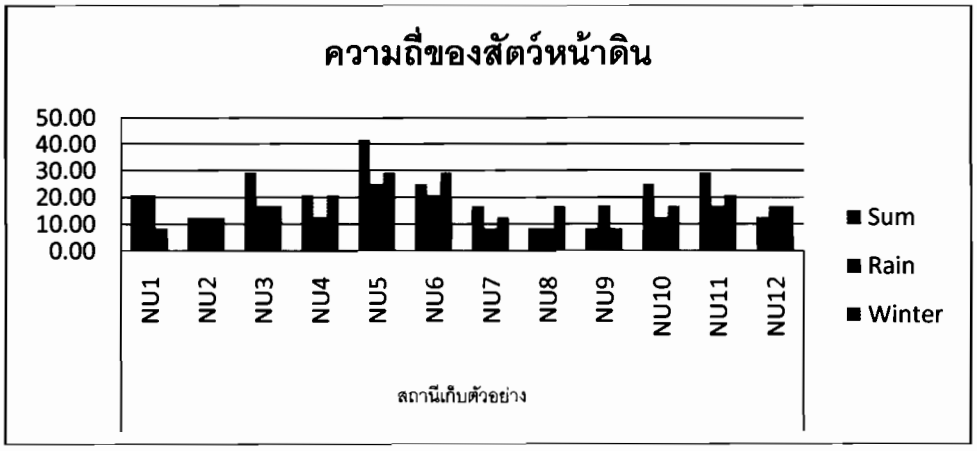
ความถี่ของการพบวงศ์สัตว์หน้าดิน (Frequency of occurrence)

ในการเก็บข้อมูลของสัตว์หน้าดินที่พบในสถานีสำรวจในแต่ละครั้งพบว่าชนิดของสัตว์หน้าดิน ดังตารางที่ 7, ตารางที่ 30 และ ภาพที่ 18 เป็นค่าความถี่ในการพบสัตว์หน้าดินพบวงศ์สัตว์หน้าดินสูงสุดในวงศ์ Viviparidae และ Corbiculidae พบร้อยละ 100 โดยพบวงศ์สัตว์หน้าดินทั้ง 2 วงศ์ พบทุกเดือนและทุกสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน รองลงมา Chironomus, Tubicidae, Amblemidae, Thiarinae, Mytilidae, Gomphidea, Ephemeridae, Ecnomidae, Buccidae และ Lymnaeidae พบร้อยละ 66.7, 66.7, 58.3, 50, 25, 16.7, 16.7, 16.7, 16.7, 16.7 ตามลำดับ และสัตว์หน้าดินที่มีโอกาสพบน้อยที่อยู่ในวงศ์ Arcidae และ Naididae คิดเป็นร้อยละ 8.3 (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ค่าดัชนีความถี่ในแต่ละวงศ์สัตว์หน้าดินของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

Phylum	Order	Family	เปอร์เซ็นต์ความถี่
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	16.7
	Burrowers	Ephemeridae	16.7
	Trichoptera	Ecnomidae	16.7
	Diptera	Chironomidae	66.7
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	58.3
	Mesogastorpoda	Viviparidae	100
	Neogastropoda	Buccidae	16.7
		Thiarinae	50
	Basommatophora	Lymnaeidae	16.7
	Arcoida	Arcidae	8.3
	Veneroida	Corbiculidae	100
	Mytilolda	Mytilidae	25
Annelida	Plesiopora	Naididae	8.3
	Tubificida	Tubicidae	66.7

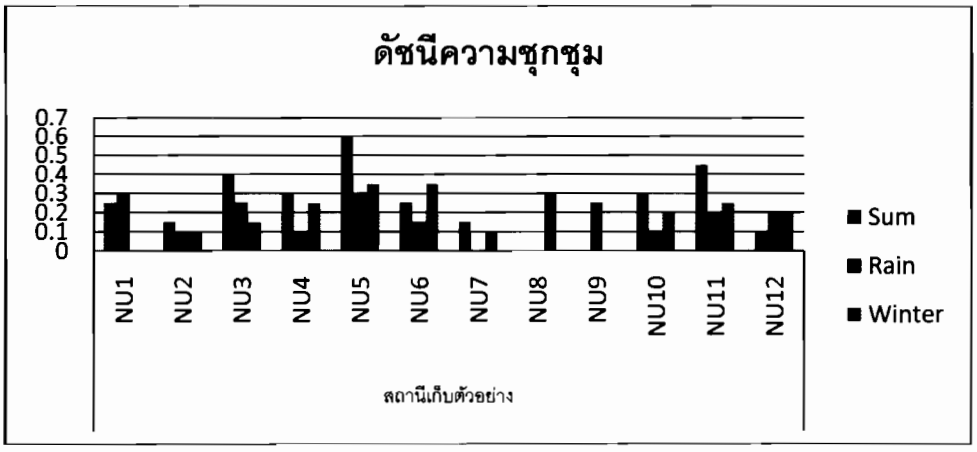
และโอกาสในการพบ วงศ์สัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง พบวงศ์สัตว์หน้าดินสูงสุดในสถานี NU5 บ้านดอนต้นม่วง ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร พบในช่วงฤดูร้อน คิดเป็นร้อยละ 41.67 และโอกาสในการพบวงศ์สัตว์หน้าดินในลำน้ำอูนน้อยที่สุดดังนี้ ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม คิดเป็นร้อยละ 8.33 โดยอยู่ในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร คิดเป็นร้อยละ 8.33 โดยอยู่ในช่วงฤดูฝน และพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว คิดเป็นร้อยละ 8.33 ดัง (ตารางที่ 29 และภาพที่ 18)



ภาพที่ 18 ดัชนีความถี่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ดัชนีความชุกชุมของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Richness index)

การคำนวณค่าดัชนีความชุกชุมตามข้อมูลการเก็บตัวอย่างใน (ตารางที่ 30) พบมีค่าดัชนีความชุกชุมตามสถานีเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 0-0.6 (จากภาพที่ 19) กราฟแสดงค่าดัชนีความชุกชุมโดยสถานีเก็บตัวอย่าง NU5 บ้านดอนต้นม่วง ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีค่าดัชนีความชุกชุมสูงที่สุดเฉลี่ย 0.6 พบในช่วงฤดูร้อน และมีค่าต่ำที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และ NU9 บ้านนาคอน ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยพบในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร โดยพบในช่วงฤดูฝนและพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว



ภาพที่ 19 ดัชนีความชุกชุมในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

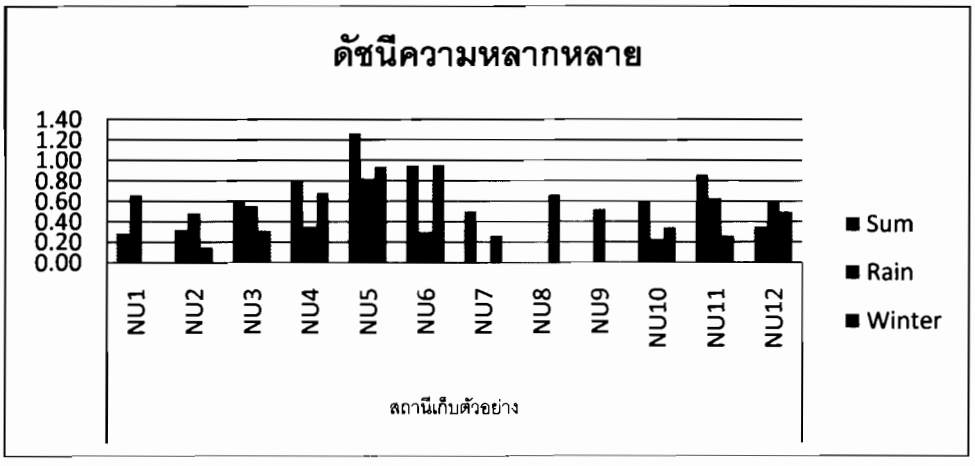
ดัชนีความหลากหลายของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Diversity index)

การคำนวณค่าดัชนีความหลากหลายตามข้อมูลการเก็บตัวอย่างใน (ตารางที่ 31) พบมีค่าดัชนีความหลากหลายตามสถานีเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 0-0.95 (จากภาพที่ 20) กราฟแสดงค่าดัชนีความหลากหลายโดยสถานีเก็บตัวอย่าง NU6 บ้านพอกใหญ่ ตำบลพอกน้อย อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุดเฉลี่ย 0.95 พบในช่วงฤดูร้อน และมีค่าต่ำที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และ NU9 บ้านนาคอน ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยพบในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร โดยพบในช่วงฤดูฝนและพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว

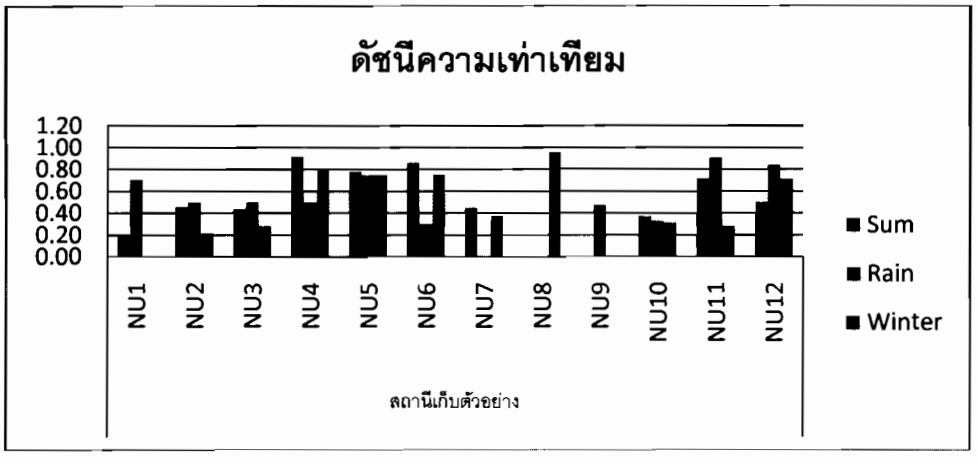
ดัชนีความเท่าเทียมหรือดัชนีความสม่ำเสมอของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Evenness index หรือ Equitability index)

การคำนวณค่าดัชนีความเท่าเทียมตามข้อมูลการเก็บตัวอย่างใน (ตารางที่ 32) พบมีค่าดัชนีความเท่าเทียมตามสถานีเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 0-0.96 (จากภาพที่ 21) กราฟแสดงค่าดัชนีความเท่าเทียมโดยสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร มีค่าดัชนีความเท่าเทียมสูงที่สุดเฉลี่ย 0.96 ในช่วงฤดูหนาว และมีค่าต่ำที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และ NU9 บ้านนาคอน ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยพบในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์

ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร โดยพบในช่วงฤดูฝนและพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว



ภาพที่ 20 ดัชนีความหลากหลายในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556



ภาพที่ 21 ดัชนีความเท่าเทียมในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ดัชนีความคล้ายคลึงของวงศ์สัตว์หน้าดิน (Similarity index)

ผลการวิเคราะห์ดัชนีความคล้ายคลึงตามเดือนที่เก็บตัวอย่างและสถานีเก็บตัวอย่าง เพื่อเปรียบเทียบโครงสร้างสัตว์หน้าดินที่พบมีความคล้ายคลึงระดับไหนตามการศึกษา โดยผลการวิเคราะห์ดัชนีความคล้ายคลึงของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน (จากตารางที่ 8) พบค่าดัชนีความคล้ายคลึงเฉลี่ยร้อยละ 61.19 และค่าความคล้ายคลึงอยู่ระหว่างร้อยละ 100–36.4 โดยพบว่าดัชนีความคล้ายคลึงสูงที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 กับ NU7 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงต่ำในสถานีเก็บตัวอย่าง NU4 กับ NU7, NU8, NU9, NU12 และ สถานีเก็บตัวอย่าง NU10 กับ NU6 สถานี NU11 กับ NU8 จากการวิเคราะห์จำแนกเป็นกลุ่มพบว่าในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1, NU2, และ NU3 เป็นสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำปลาหางมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงที่ต่ำ และสถานีเก็บตัวอย่างที่มีกิจกรรมการเลี้ยงการเลี้ยงปลานิลในกระชังในลำน้ำอูน คือสถานี NU5, NU6, NU7, NU8, NU9, NU10 และ NU11 มีค่าดัชนีความคล้ายคลึงอยู่ในระดับที่สูง ยกเว้นสถานี NU4 เป็นสถานีอ้างอิงมีค่าดัชนีความคล้ายคลึงต่ำ

ตารางที่ 8 ดัชนีความคล้ายคลึงในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

จุดสำรวจ	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11
NU2	44.4										
NU3	54.5	40									
NU4	54.5	80	66.7								
NU5	46.2	54.5	71.4	57.1							
NU6	54.5	40	83.3	50	85.7						
NU7	40	44.4	72.7	36.4	76.9	90.9					
NU8	40	44.4	54.5	36.4	50	54.5	60				
NU9	40	44.4	72.7	36.4	76.9	90.9	100	60			
NU10	50	36.4	76.9	46.2	93.3	92.3	83.3	50	83.3		
NU11	54.5	40	66.7	50	71.4	83.3	72.7	36.4	72.7	76.9	
NU12	50	44.4	72.7	36.4	61.5	72.7	80	60	80	66.7	72.7

เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความคล้ายคลึงตามเดือนที่เก็บตัวอย่างจากตารางที่ 9 พบว่าค่าดัชนีความคล้ายคลึงของวงสัตว์หน้าดินอยู่ในช่วงร้อยละ 46.2-85.7 โดยค่าดัชนีความคล้ายคลึงสูงสุดในเดือนเก็บตัวอย่างเดือนตุลาคม 2555 กับเดือนธันวาคม 2555 และค่าดัชนีความคล้ายคลึงต่ำสุดในเดือนเก็บ

ตัวอย่างเดือนสิงหาคม 2555 กับเดือนกุมภาพันธ์ 2556 แต่เมื่อพิจารณาระหว่างคู่ของเดือนเก็บตัวอย่างพบว่าเดือนเมษายน 2555 กับเดือนสิงหาคม 2555 และเดือนสิงหาคม กับเดือนกุมภาพันธ์ 2556 มีค่าความคล้ายคลึงต่ำร้อยละ 47.1 และ 46.2 ตามลำดับ ส่วนค่าดัชนีความคล้ายคลึงระหว่างคู่เดือนตุลาคม 2555 กับเดือนมิถุนายน 2555 เดือนธันวาคม 2555 กับเดือนตุลาคม 2555 เดือนกุมภาพันธ์ 2556 กับเดือนตุลาคม 2555 เดือนกุมภาพันธ์ 2556 กับเดือนสิงหาคม 2555 พบสัตว์หน้าดินในระดับวงศ์มีความคล้ายคลึงกันมากที่สุด

ตารางที่ 9 ค่าดัชนีความคล้ายคลึงในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

เดือนสำรวจ	เม.ย.-55	มิ.ย.-55	ส.ค.-55	ต.ค.-55	ธ.ค.-55
มิ.ย.-55	73.7				
ส.ค.-55	47.1	66.7			
ต.ค.-55	63.2	85.7	66.7		
ธ.ค.-55	63.2	71.4	66.7	85.7	
ก.พ.-56	70	66.7	46.2	80	80

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของผลกระทบจากการการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อชุมชนสัตว์หน้าดิน โดยใช้การคำนวณดัชนีสิ่งมีชีวิต Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) โดยแสดงในตารางที่ 10 ค่า BBI อยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ซึ่งค่า BBI class คือค่าระดับการปนเปื้อน อยู่ในระดับ 2 (II) และ 3 (III) โดยส่วนใหญ่ค่าระดับการปนเปื้อนอยู่ในระดับ 3 (ปนเปื้อนปานกลาง) ยกเว้นสถานี NU4 มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในระดับ 2 (ปนเปื้อนเบาบาง) ซึ่งเป็นสถานีอ้างอิงที่ 2 และค่า Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) จากคะแนนเฉลี่ยดัชนีสิ่งมีชีวิต BMWP/ASTP อยู่ในระดับค่าคุณภาพน้ำในระดับ 2 (II), 3 (III) และ 4 (IV) พบค่าคุณภาพน้ำระดับ II ในสถานี NU4 (น้ำคุณภาพค่อนข้างดี) เป็นสถานีอ้างอิงที่ 2 ระดับคุณภาพน้ำ III ในสถานี NU1, NU2, NU3, NU5, NU6, NU7, NU8, NU9, NU10, และ NU11 (น้ำคุณภาพ ปานกลาง) ระดับคุณภาพน้ำ IV ในสถานี NU12 (น้ำค่อนข้างสกปรก) เป็นจุดปลายน้ำ จากตารางที่ 35 - 40

ตารางที่ 10 ค่าดัชนี Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) ในสถานีเก็บตัวอย่างลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

Site	T	BBI	BMWP	BBIclass	ASTPclass
NU1	12	6	49	III	III
NU2	9	6	40	III	III
NU3	17	6	82	III	III
NU4	14	7	85	II	II
NU5	24	6	110	III	III
NU6	21	6	99	III	III
NU7	10	6	44	III	III
NU8	8	6	37	III	III
NU9	10	6	43	III	III
NU10	15	5	63	III	III
NU11	16	6	77	III	III
NU12	11	5	36	III	IV

4.3 การวิเคราะห์กลุ่มของประชาคมสัตว์หน้าดินด้วยวิธี Cluster Analysis

การวิเคราะห์กลุ่มด้วยวิธี Cluster Analysis เป็นการวิเคราะห์ทางสถิติแบบหลายตัวแปร (multivariate analysis) โดยจำแนกและแสดงลักษณะการจัดกลุ่มความหลากหลายและความชุกชุมของประชาคมสัตว์หน้าดินที่สุ่มเก็บตัวอย่างจาก 12 สถานี ในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร สามารถจัดกลุ่มความคล้ายคลึงของประชาคมสัตว์หน้าดินได้ 4 กลุ่ม (cluster) (ดังภาพที่ 22) และวิเคราะห์ความถูกต้องระหว่างกลุ่มที่แบ่ง โดยการวิเคราะห์ analysis of similarlarities (ANOSIM) พบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่ม (cluster) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (R=0.509, P=0.001) โดยมีรายระเอียดของแต่ละกลุ่มดังนี้

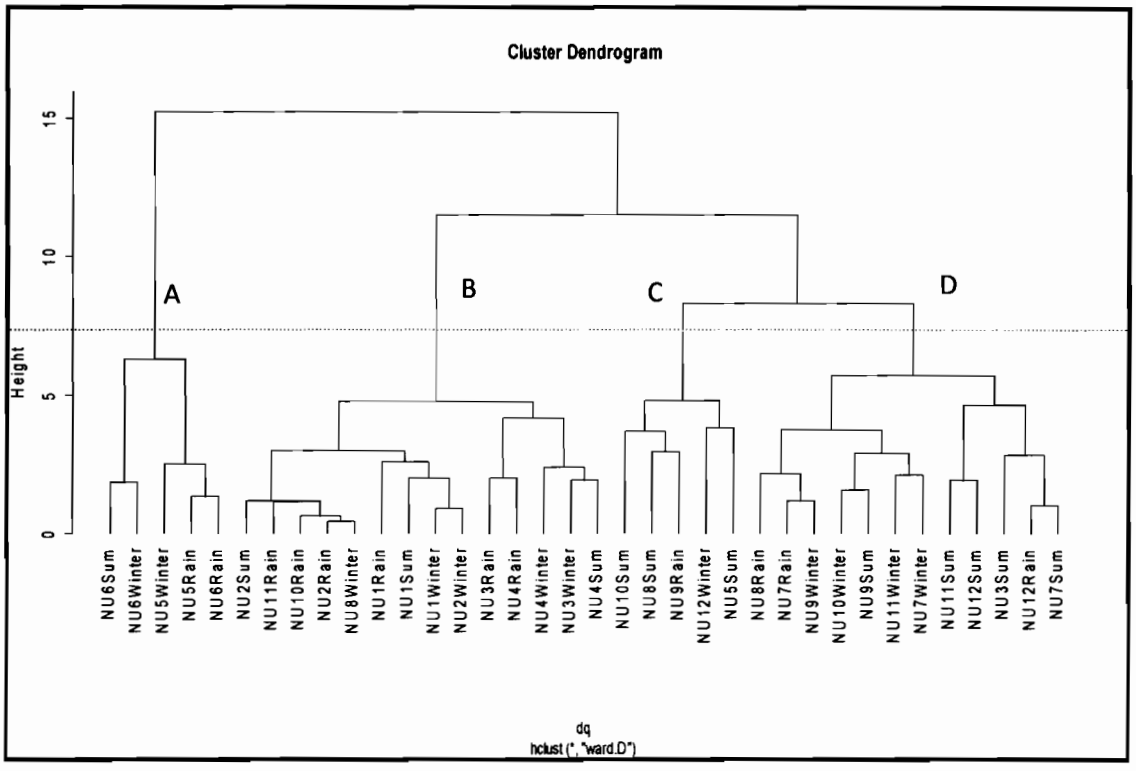
กลุ่ม A พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ หอยเจดีย์ ไส้เดือนน้ำจืด ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ โดยพบมากในกลุ่มของหอย (หอยเจดีย์) *Melanoides* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 53.43 รองลงมาพบ ไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 14.51 และพบสัตว์หน้าดินที่รองลงมาในกลุ่ม คือ *Anulotaia* sp., *Corbicula* sp., *Chironomus* sp., *Idiopama* sp., *Pilsbryoconcha*

sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 13.90, 11.08, 3.46, 3.24, 0.39 ตามลำดับเป็นสัตว์ที่อยู่ในกลุ่มผู้ย่อยสลายต้องการออกซิเจนในปริมาณหายใจผ่านผิวหนัง

กลุ่ม B พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ แมลงเกาะหิน แมลงชีปะขาว หนอนปลอกน้ำ และหอย โดยพบมากในสัตว์หน้าดิน *Corbicula* sp. คิดเป็นร้อยละ 71.65 รองลงมา *Anulotaia* sp. คิดเป็นร้อยละ 7.90 และพบกลุ่มสัตว์หน้าดินรองลงมาในกลุ่ม คือ *Hexagenia* sp., *Ensidens* sp., *Ecnomus* sp., *Idiopama* sp., *Scabies* sp., *Limnoperna* sp., *Pilsbryoconcha* sp., *Hyriopsis* sp., *Melanoides* sp., *Gomphoides* sp., *Chaetogaster* sp., *Branchiura* sp. คิดเป็นร้อยละ 6.48, 4.18, 2.36, 1.86, 1.39, 0.92, 0.92, 0.46, 0.46, 0.46, 0.46, 0.46 ตามลำดับ กลุ่ม B เป็นกลุ่มที่มีความหลากหลายของชนิดมากที่สุด

กลุ่ม C พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม ไส้เดือนน้ำ ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง และ หอย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำพบมากในกลุ่มของไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 39.87 รองลงมาพบริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง *Chironomus* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 23.17 และพบกลุ่มสัตว์หน้าดินรองลงมาในกลุ่ม คือ *Corbicula* sp., *Anulotaia* sp., *Clea* sp., *Branchiura* sp., *Idiopama* sp., *Melanoides* sp., *Ensidens* sp., *Arigomphus* sp., *Limnoperna* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 13.99, 5.44, 4.11, 4.11, 3.42, 2.39, 1.38, 1.38, 1.03 ตามลำดับ

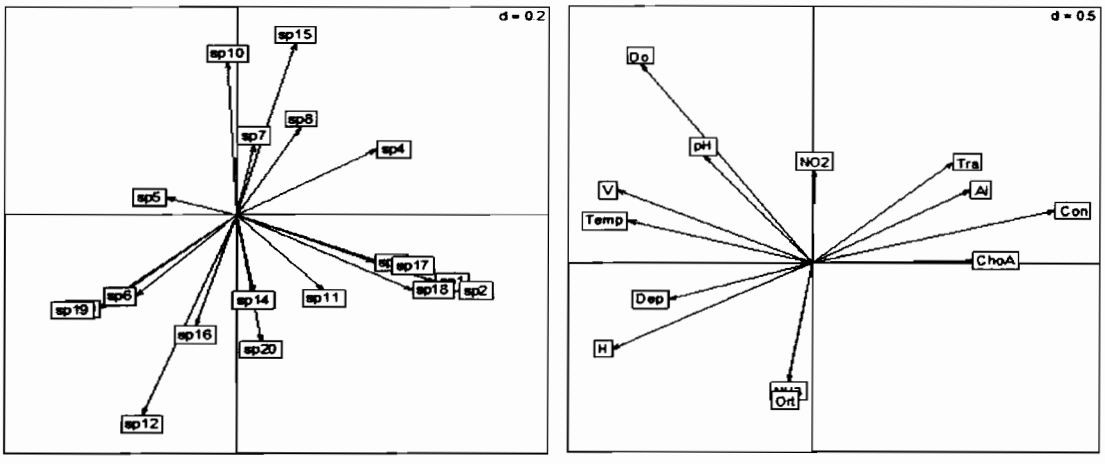
กลุ่ม D พบสัตว์หน้าดินกลุ่ม หอย ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำพบมากในกลุ่มของหอยขม *Anulotaia* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 44.04 รองลงมาพบหอยกาบน้ำจืด (หอยเล็บม้า) *Corbicula* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 24.13 และพบกลุ่มสัตว์หน้าดินรองลงมาในกลุ่ม คือ *Chironomus* sp., *Lymnaea* sp., *Idiopama* sp., *Ensidens* sp., *Branchiura* sp., *Melanoides* sp., *Scaphula* sp., *Hyriopsis* sp., *Scabies* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 14.91, 4.49, 4.23, 2.27, 2.27, 2.55, 0.85, 0.28, 0.28 ตามลำดับ



ภาพที่ 22 การวิเคราะห์กลุ่มโดยวิธี Cluster Analysis จากพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อประชาคมสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูนในแต่ละฤดู ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

4.3.1 การวิเคราะห์หาความสัมพันธ์คาโนนิคอล (canonical correlation anallsis: CCA)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำทางเคมี และชีวภาพ จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้ (canonical correlation anallsis; CCA) เพื่อหาความสัมพันธ์ (ภาพที่ 25) จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ กับชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง พบชนิดสัตว์หน้าดิน sp15 (*Hexagenia* sp.) เป็นกลุ่มของแมลงชีปะขาว มีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า NH3 (แอมโมเนีย) และค่า Ort (ออร์โธฟอสเฟต) แต่มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับสัตว์หน้าดิน sp20 (*Tubifex* sp.) และพบสัตว์หน้าดิน sp1 (*Hyriopsis* sp.), sp2 (*Corbicula* sp.), sp17 (*Chironomus* sp.), sp18 (*Chaetogaster* sp.) โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่า DO (ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ) และ pH



ภาพที่ 23 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์คาโนนิคอล (CCA) ระหว่างคุณภาพน้ำ และสัตว์หน้าดินใน ลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน พบ 3 ไฟลัม 14 วงศ์ 20 สกุล ชนิดที่มีโอกาสพบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Viviparidae และ Corbiculidae พบในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง ซึ่งปริมาณเฉลี่ยสัตว์หน้าดิน 136.72±266.08 ตัวต่อตารางเมตร และพบโครงสร้างชุมชนของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Hyriopsis* sp., *Corbicula* sp., *Limnoperna* sp., *Scabies* sp., *Lymnaea* sp., *Clea* sp., *Gomphoides* sp., *Chironomus* sp., *Pilsbryoconcha* sp., *Anulotaia* sp. และ *Tubifex* sp. ในพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังของลำน้ำอูน ส่วนในบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะพบชุมชนสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Ensidens* sp., *Hexagenia* sp. และ *Ecnomus* sp. ซึ่งจะพบมากในบริเวณที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในที่ไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ไม่เกินค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน และพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Ensidens sp., Hexagenia sp.*และ *Ecnomus sp.* เป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินที่ต้องการปริมาณออกซิเจนในการหายใจและทนต่อความเป็นพิษของน้ำได้น้อยจึงมักพบในแหล่งน้ำที่คุณภาพดี ส่วนในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังค่าคุณภาพน้ำจะอยู่ในระดับปานกลาง โดยจะพบค่าแอมโมเนีย ค่าไนไตรท์ ออร์โธฟอสเฟต ในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลาจากมูลปลา และจากอาหารที่เหลือ จึงมักพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Hyriopsis* sp., *Corbicula* sp., *Limnoperna* sp., *Scabies* sp., *Lymnaea* sp., *Clea* sp., *Gomphoides* sp., *Chironomus* sp., *Pilsbryoconcha* sp., *Anulotaia* sp. และ *Tubifex* sp. เพื่อย่อยสลายเศษอาหารบริเวณใต้กระชังปลา ซึ่งเป็นสัตว์ที่ทนต่อสภาวะความเป็นพิษได้สูง ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าดัชนี BBI และ BMWP/ASTP

บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลานิลในกระชังและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน โดยกำหนดสถานีเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 สถานี ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 โดยกำหนดให้เดือนเมษายน 2555 เป็นตัวแทนฤดูร้อนครั้งที่หนึ่ง เดือนมิถุนายน 2555 และเดือนสิงหาคม 2555 เป็นตัวแทนฤดูฝน เดือนตุลาคม 2555 และเดือนธันวาคม 2555 เป็นตัวแทนฤดูหนาว เดือนกุมภาพันธ์ 2556 เป็นตัวแทนฤดูร้อนครั้งที่สอง ซึ่งนำคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของชุมชนสัตว์หน้าดิน โดยพบสถานีเก็บตัวอย่าง NU4 เป็นสถานีอ้างอิงที่ สอง ค่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ ดี ส่วนสถานีอ้างอิงที่ หนึ่ง NU1 และสถานีที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชังมีค่าคุณภาพน้ำอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชัง และยังสืบเนื่องจากในช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างลำน้ำอูนและลำน้ำสาขามีปริมาณน้ำน้อยเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่ลดลง

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ในแต่ละฤดู ตลอดทั้งปี ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 สถานี พบสัตว์ หน้าดิน จำนวน 3 ไฟลัม 14 วงศ์ 20 สกุล ไฟลัมที่พบคือ Arthropoda, Mollusca และ Annelida โดยพบมากในกลุ่มของ ไฟลัม Mollusca (หอย) มากถึง 8 วงศ์ 12 สกุล จากการเก็บตัวอย่าง 12 สถานี พบมีปริมาณสัตว์หน้าดินในบริเวณกระชังปลานิลและสถานีอ้างอิง เฉลี่ยเท่ากับ 136.72±266.08 ตัวต่อตารางเมตร และพบปริมาณสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Thiariaae, Viviparidae และ Corbiculidae พบมากที่สุด จากการเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน สัตว์หน้าดินที่มีโอกาสพบมากที่สุดในวงศ์ Viviparidae และ Corbiculidae โดยพบได้ในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง และทุกฤดูกาล

จากการศึกษาดัชนีความถี่ ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุม มีค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU5 ในช่วงฤดูร้อน พบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอ นาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบล หนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร โดยอยู่ในช่วงฤดูฝน และพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว

ดัชนีความเท่าเทียม มีค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 ในช่วงฤดูนาว พบค่าต่ำสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร และสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูร้อน สถานีเก็บตัวอย่าง NU7 บ้านดอนสัมพันธ์ ตำบลหนองลาด อำเภอเมือง จังหวัดสกลนคร NU8 บ้านท่าวังหิน ตำบลเชิงชุม อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร โดยอยู่ในช่วงฤดูฝน และพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร NU9 บ้านนาคอย ตำบลนางัว อำเภอ นาหว้า จังหวัดนครพนม โดยอยู่ในช่วงฤดูหนาว จากการวิเคราะห์ดัชนีความคล้ายคลึง พบสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 กับ NU7 มีความคล้ายคลึงสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนตุลาคม 2555 กับเดือนมิถุนายน 2555 และเดือนธันวาคม 2555 กับเดือนตุลาคม 2555 มีความคล้ายคลึงกันสูงถึง 85.7 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติสามารถจัดกลุ่มโดยใช้โปรแกรม Cluster Analysis แบ่งตามลักษณะที่มีความคล้ายคลึงกันได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม A พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ หอยเจดีย์ ไส้เดือนน้ำจืด ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ โดยพบมากในกลุ่มของหอย (หอยเจดีย์) *Melanoides* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 53.43 รองลงมาพบ ไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็น ร้อยละ 14.51 โดยพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU5 และ NU6 ในทุกฤดูกาล กลุ่ม B พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ แมลงเกาะหิน แมลงชีปะขาว หนอนปลอกน้ำ และหอย โดยพบมากในสัตว์หน้าดิน *Corbicula* sp. คิดเป็นร้อยละ 71.65 รองลงมา *Anulotaia* sp. คิดเป็นร้อยละ 7.90 กลุ่ม C พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม ไส้เดือนน้ำ ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง และ หอย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ พบมากในกลุ่มของไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 39.87 รองลงมาพบริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง *Chironomus* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 23.17 กลุ่ม D พบสัตว์หน้าดินกลุ่ม หอย ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำพบมากในกลุ่มของหอยขม *Anulotaia* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 44.04 รองลงมาพบหอยกาบน้ำจืด (หอยเล็บม้า) *Corbicula* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 24.13 และทำการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้โปรแกรม canonical correlation anallsis; CCA เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน พบชนิดสัตว์หน้าดินที่มีความทนทานต่อมลพิษได้น้อยอาศัยอยู่คือ sp15 (*Hexagenia sp.*) เป็นกลุ่มของแมลงชีปะขาว หายใจด้วยเหงือกต้องการออกซิเจนในปริมาณมาก จึงมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า NH3 (แอมโมเนีย) และค่า Ort (ออร์โธฟอสเฟต) แต่ค่า NH3 (แอมโมเนีย) และค่า Ort (ออร์โธฟอสเฟต) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับสัตว์หน้าดิน sp20 (*Tubifex* sp.) และพบกลุ่มที่มีความทนทานต่อมลพิษได้มากอาศัยอยู่คือ สัตว์หน้าดิน sp1 (*Hyriopsis* sp.), sp2 (*Corbicula* sp.), sp17 (*Chironomus* sp.), sp18 (*Chaetogaster* sp.) เป็นสัตว์หน้าดินในกลุ่มของผู้ย่อยสลาย หายใจผ่านผิวหนังต้องการปริมาณออกซิเจนน้อย โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่า DO (ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ) และ pH

จากการวิเคราะห์เชิงคุณภาพของชุมชนสัตว์หน้าดิน โดยใช้การคำนวณดัชนีสิ่งมีชีวิต Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) พบค่าการประเมินของดัชนี BBI และ BMWP/ASTP ไปในทิศทางเดียวกัน คือ ค่าคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในระดับ III ปนเปื้อนปานกลาง ส่วนในสถานี NU4 สถานีอ้างอิงที่สอง อยู่ในระดับ II ปนเปื้อนเบาบาง หรือคุณภาพน้ำค่อนข้างดี ยกเว้นในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 บ้านนาคูณใหญ่ ตำบลนาคูณใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม มีค่าตามคะแนนดัชนี BMWP/ASTP อยู่ในระดับ IV คุณภาพน้ำค่อนข้างสกปรก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 คุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

จากการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีในลำน้ำอูน ในระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 พบว่าในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกันในบางปัจจัย และในเรื่องของฤดูกาลในการเก็บตัวอย่าง จึงทำให้คุณภาพน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งมีความแตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

ปริมาณออกซิเจน หรือ DO ที่ละลายในน้ำโดยปกติระบบนิเวศน้ำไหลจะมีค่า DO สูงกว่าในระบบน้ำนิ่งเพราะการไหลของน้ำทำให้อากาศสามารถละลายเข้าไปอยู่ในน้ำได้ แต่ลำน้ำอูนได้ทำการก่อสร้างฝายกั้นน้ำของชลประทานและของชุมชนหลายแห่งทำให้น้ำนิ่งในช่วงฤดูน้ำน้อย อีกทั้งลำน้ำอูนเป็นลำน้ำที่มีสีขุ่นอยู่ตลอดเวลาแสงจึงส่องผ่านได้น้อยจึงส่งผลให้ค่า DO ในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 2.6–6.0 mg/l ทำการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณกระชังปลานิล ทำให้ค่าออกซิเจนในน้ำอยู่ในระดับค่อนข้างต่ำ และในบริเวณการเลี้ยงปลานิลในกระชังมีเครื่องเติมอากาศติดอยู่ แต่พบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงในช่วงฤดูหนาว แต่ช่วงฤดูร้อนพบค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในระดับที่ ต่ำ ยกเว้นในสถานี NU4 ซึ่งเป็นสถานีอ้างอิงที่ 2 พบค่าออกซิเจนสูงในทุกฤดูกาลและพบสัตว์หน้าดินมากในกลุ่มของแมลงชีปะขาว (*Hexagenia sp.*) โดยมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Girgin (2010) โดยกล่าวว่าสัตว์หน้าดินส่วนใหญ่พบ Ephemeroptera ผลการประเมินดัชนีชีวภาพสรุปได้ว่า พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Ephemeroptera มาก และชนิดที่โดดเด่นในลำน้ำจะแสดงถึงคุณภาพน้ำอยู่ในสภาพการปนเปื้อนน้อย

อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 25.2–29.6 $^{\circ}$C ซึ่งค่าเป็นไปตามฤดูกาลและช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง โดยมีค่าต่ำสุดในช่วงเดือนธันวาคม คือฤดูหนาว ของสถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ และช่วงที่มีอากาศร้อนอยู่ในช่วงเดือนสิงหาคม 2555 และเดือนตุลาคม 2555 อยู่ในช่วงฤดูฝนมีอุณหภูมิสูงเป็นส่วนใหญ่ และช่วงฤดูร้อนมีบางสถานีที่มีอุณหภูมิสูง การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างเกิดจากภูมิอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป และช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างนั้น

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.5-6.9 ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐานระดับน้ำผิวดินทั่วไป โดยกำหนดอยู่ในช่วง 5-9 และสถานีเก็บตัวอย่าง NU10, NU11 และ NU12 ซึ่งเป็นตอนปลายลำน้ำอูนที่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชัง มีค่า pH สูงอยู่ในระดับ 7 อยู่ในช่วงฤดูร้อน

ค่าความกระด้าง Hardness ของน้ำอยู่ในช่วง 6.5-22.5 mg/l ในทุกสถานีเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนและในช่วงฤดูหนาว พบค่าความกระด้างของน้ำอยู่ในระดับสูง และ ในฤดูฝน พบค่าความกระด้างของน้ำอยู่ในระดับต่ำในทุกสถานีเก็บตัวอย่าง

ค่าความเป็นด่างของน้ำในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 27.5-57.5 mg/l จากการวิเคราะห์ความเป็นด่างของน้ำพบว่าในช่วงของฤดูร้อน และ ฤดูฝนมีค่าความเป็นด่างในระดับสูง พบค่าสูงสุดในสถานี NU5 และ NU6 ในช่วงฤดูหนาว มีค่าความเป็นด่างของน้ำอยู่ในระดับต่ำ

ค่าแอมโมเนีย Ammonia ปริมาณแอมโมเนียที่อยู่ในน้ำนั้นเกิดจากการหายใจทางเหงือกของปลาและแบคทีเรียในการย่อยสลาย อาหารที่ตกค้างพื้นท้องน้ำ และขี้ปลา ค่า pH อุณหภูมิของน้ำที่สูงขึ้นจะส่งผลให้เกิดความเป็นพิษรุนแรงขึ้นด้วย ในลำน้ำอูนค่าแอมโมเนียอยู่ในช่วง 0.11-0.51 mg/l จากการวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียพบค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 แล NU6 ในช่วงฤดูร้อน พบปริมาณค่าแอมโมเนียในระดับสูง และในช่วงฤดูฝนตรวจพบค่าแอมโมเนียในลำน้ำอูน อยู่ในระดับต่ำผลจากปริมาณน้ำที่เพิ่มขึ้นในปริมาณมาก แต่ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU6 ได้พบค่าแอมโมเนียในปริมาณสูงในทุกฤดูกาล เนื่องจากมีปริมาณการปล่อยที่มีความหนาแน่นมาก

ค่าไนไตรท์ Nitrite เกิดจากการย่อยสลายของแอมโมเนียโดยแบคทีเรียที่ใช้ออกซิเจน และการเลี้ยงปลานิลในกระชังมากเกินไปทำแบคทีเรียทำการย่อยสลายเป็นไนเตรทได้ช้าลงเมื่อค่าไนไตรท์สูงส่งผลให้ค่าออกซิเจนลดลงโดยการนำไปใช้ของแบคทีเรีย โดยค่าไนไตรท์ที่เหมาะสมควรอยู่ในระดับ 0 ค่าไนไตรท์ในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 0.06-0.23 mg/l มีค่าในระดับต่ำ ส่งผลต่อการเลี้ยงปลาและสิ่งแวดล้อมได้ไม่มาก ยกเว้นสถานีเก็บตัวอย่าง NU12 มีค่าไนไตรท์สูงในช่วงฤดูหนาว เกิดจากปริมาณน้ำที่น้อยลงและการเคลื่อนกระชังเข้าหากันจึงมีปริมาณของเสียอาหารที่เหลือและมูลปลาตกค้างในปริมาณที่สูงขึ้นจากช่วงฤดูกาลอื่น

ค่าออร์โธฟอสเฟต Orthophosphate เป็นสารฟอสฟอรัสที่ละลายในน้ำเป็นอาหารที่สำคัญของแพลงก์ตอนพืช และพืชน้ำ พบได้ทั่วไปตามแหล่งน้ำธรรมชาติ พบมากในน้ำทิ้งชุมชน น้ำทิ้งจากแปลงเกษตรที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำพบค่าออร์โธฟอสเฟตในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 0.03-0.75 mg/l โดยพบค่าสูงในทุกสถานีเก็บตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนและในช่วงฤดูฝน และในช่วงฤดูหนาว พบค่าออร์โธฟอสเฟตมีค่าต่ำโดยพบค่าต่ำที่สุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU12

ค่าคลอโรฟิลล์ เอ Chlorophyll a ที่พบในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 0.25-0.81 mg/l โดยพบค่าคลอโรฟิลล์ เอ ในปริมาณที่สูง ในช่วงต้นฤดูร้อน ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1, NU2 และ NU3 ค่า

คลอโรฟิลล์ เอ เนื่องจากปริมาณน้ำที่ลดลง ระดับน้ำตื้นแสงส่องได้ดี จึงเกิดการเพิ่มปริมาณของแพลงก์ตอน และพืชน้ำขึ้น

ค่าการนำไฟฟ้า Conductivity ในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 85-440 $\mu s.cm^{-1}$ ค่าการนำไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับปริมาณความมากน้อยของอิออนชนิดต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งเป็นผลมาจากกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์และสภาพทางธรณีวิทยาของแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจากการศึกษาพบว่าค่าการนำไฟฟ้าค่อนข้างต่ำในเดือนมิถุนายน 2555 เดือนสิงหาคม 2555 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝนของทุกสถานีเก็บตัวอย่างเกิดจากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มขึ้นเกิดการเจือจางของสิ่งปนเปื้อนหรืออิออนต่างๆที่อยู่ในน้ำ แต่เมื่อเข้าสู่ฤดูหนาวและฤดูร้อนปริมาณน้ำลดลงแต่ปริมาณอิออนยังเท่าเดิมทำให้ ค่าการนำไฟฟ้าสูงขึ้นตามไปด้วย

ค่าความโปร่งใสของน้ำ Transparency ในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 18-56 cm ค่าความโปร่งใสของน้ำสูงในสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาว และในสถานีเก็บตัวอย่าง NU7 ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูฝน มีปริมาณน้ำมากไหลแรงทำให้ขุ่น ค่าความโปร่งแสงที่วัดได้อยู่ในระดับต่ำ และจากการวัดค่าความโปร่งแสงของน้ำในสถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่จะอยู่ในระดับ 20-35 cm

ค่าความเร็วของน้ำ Velocity ในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 0-0.53 m/s ค่าความเร็วน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจะมีความแตกต่างกัน จากขนาดของฝายและการปล่อยน้ำของขลประทานน้ำอูน พบค่าความเร็วน้ำสูงในช่วงฤดูหนาว ในสถานีเก็บตัวอย่าง NU4 (สถานีอ้างอิงที่ 2) NU8, NU11 และ NU12 ซึ่งได้รับผลจากการเปิด ปิดประตูระบายน้ำ และในช่วงฤดูฝน จากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งความเร็วของน้ำในสถานีเก็บตัวอย่าง NU5, NU6 และ NU10 ค่าความเร็วน้ำที่สูงเกิดจากปริมาณน้ำฝนและการระบายน้ำของเขื่อนน้ำอูน และพบค่าความเร็วน้ำระดับต่ำที่สุด ในช่วงฤดูร้อน ในบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง NU1 (สถานีอ้างอิงที่ 1), NU2 และ NU3 เป็นช่วงฤดูที่มีระดับน้ำต่ำและทำให้เกิดน้ำนิ่งในสถานีเก็บตัวอย่างดังกล่าว

ค่าความลึกของน้ำในลำน้ำอูนอยู่ในช่วง 2.1-5.0 m จากการศึกษากิจกรรมการเลี้ยงปลานิลในกระชังในลำน้ำอูน จะนิยมเลี้ยงในบริเวณเหนือฝายกั้นน้ำ ซึ่งจะมีระดับน้ำไม่ต่ำกว่า 2 เมตร ตลอดทั้งปี น้ำลึกสูงสุดในช่วงฤดูฝน จากปริมาณน้ำฝนที่เพิ่มสูงขึ้น โดยระดับความลึกส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 2.30-3.50 เมตร

5.2.2 สัตว์หน้าดิน

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ในแต่ละฤดู ตลอดทั้งปี ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 ทำการเก็บตัวอย่างทั้งหมด 12 สถานี พบสัตว์หน้าดิน จำนวน 3 ไฟลัม 14 วงศ์ 20 สกุล ไฟลัมที่พบคือ Arthropoda, Mollusca และ Annelida โดยพบมากในกลุ่ม Mollusca (หอย) มากถึง 8 วงศ์ 12 สกุล จากการเก็บตัวอย่าง 12 สถานี พบมีปริมาณสัตว์หน้าดินในบริเวณกระชังปลานิลและสถานีอ้างอิง เฉลี่ยเท่ากับ 136.72±266.08 ตัวต่อตารางเมตร และพบปริมาณสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Thiariaae, Viviparidae และ Corbiculidae มาก

ที่สุด จากการเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน สัตว์หน้าดินที่มีโอกาสพบมากที่สุดในวงศ์ Viviparidae และ Corbiculidae พบในทุกสถานีเก็บตัวอย่างทุกฤดูกาล จากศึกษาดัชนีความถี่ ดัชนีความหลากหลาย ดัชนีความชุกชุม มีค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU5 ในช่วงฤดูร้อน และดัชนีความเท่าเทียมมีค่าสูงสุดในสถานีเก็บตัวอย่าง NU8 ในช่วงฤดูหนาว

จากการวิเคราะห์ดัชนีความคล้ายคลึง พบสถานีเก็บตัวอย่าง NU9 กับ NU7 มีความคล้ายคลึงสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเดือนตุลาคม 2555 กับเดือนมิถุนายน 2555 และเดือนธันวาคม 2555 กับเดือนตุลาคม 2555 มีความคล้ายคลึงกันสูงถึง 85.7 เปอร์เซ็นต์ มีความสอดคล้องกับ Hellawall (1986) ในบริเวณที่พบสัตว์หน้าดินหลายชนิดก็จะพบปริมาณสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่มากเช่นกัน

5.2.3 ผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

จากวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชั่น 3.10 เมื่อนำมาวิเคราะห์การจัดกลุ่ม โดยใช้ Cluster Analysis โดยการจัดกลุ่มสัตว์หน้าดินกับคุณภาพน้ำที่มีความคล้ายคลึงกันอยู่ใกล้กันเป็นกลุ่มเดียวกัน จากการวิเคราะห์แบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่ม A พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ หอยเจดีย์ ไส้เดือนน้ำจืด ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ โดยพบมากในกลุ่มของหอย (หอยเจดีย์) *Melanoides* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 53.43 รองลงมาพบ ไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 14.51 โดยพบในสถานีเก็บตัวอย่าง NU5 และ NU6 โดยพบได้ในทุกฤดูกาล กลุ่ม B พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของ แมลงเกาะหิน แมลงชีปะขาว หนอนปลอกน้ำ และหอย โดยพบมากในสัตว์หน้าดิน *Corbicula* sp. คิดเป็นร้อยละ 71.65 รองลงมา *Anulotaia* sp. คิดเป็นร้อยละ 7.90 โดยพบได้ในทุกฤดูกาล กลุ่ม C พบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม ไส้เดือนน้ำ ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง และ หอย อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำ พบมากในกลุ่มของไส้เดือนน้ำ *Tubifex* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 39.87 รองลงมาพบริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง *Chironomus* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 23.17 โดยจะพบมากในช่วงฤดูร้อน กลุ่ม D พบสัตว์หน้าดินกลุ่ม หอย ริ้นน้ำจืดหรือหนอนแดง อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำพบมากในกลุ่มของ หอยขม *Anulotaia* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 44.04 รองลงมาพบหอยกาบน้ำจืด (หอยเล็บม้า) *Corbicula* sp. โดยคิดเป็นร้อยละ 24.13 โดยพบได้ทุกฤดูกาล

จากการวิเคราะห์ canonical correlation anallsis; CCA เพื่อหาความสัมพันธ์ของค่าคุณภาพน้ำกับสัตว์หน้าดิน โดยภายในกลุ่มเดียวกันจะมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันจะแปรผันตามกัน ส่วนกลุ่มที่อยู่ตรงกันข้ามจะมีแนวโน้มไปในทางตรงกันข้ามกัน จากการวิจัยพบว่า ชนิดสัตว์หน้าดินที่มีความทนทานต่อมลพิษได้น้อยอาศัยอยู่คือ sp15 (*Hexagenia sp.*) เป็นกลุ่มของแมลงชีปะขาว หายใจด้วยเหงือกต้องการออกซิเจนในปริมาณมาก จึงมีความสัมพันธ์เชิงลบกับค่า NH3 (แอมโมเนีย) และค่า Ort (ออร์โธฟอสเฟต) แต่ค่า NH3 (แอมโมเนีย) และค่า Ort (ออร์โธฟอสเฟต) มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันกับสัตว์หน้าดิน sp20 (*Tubifex* sp.) และพบกลุ่มที่มีความทนทานต่อมลพิษได้มากอาศัยอยู่คือ สัตว์หน้าดิน sp1 (*Hyriopsis* sp.), sp2 (*Corbicula* sp.), sp17 (*Chironomus* sp.), sp18

(*Chaetogaster* sp.) เป็นสัตว์หน้าดินในกลุ่มของผู้ย่อยสลาย หายใจผ่านผิวหนังต้องการปริมาณออกซิเจนน้อย โดยมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับค่า DO (ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ) และ pH พบมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ บุญเสถียร บุญสูง และนฤมล แสงประดับ (2545) ศึกษาการเลี้ยงปลาในกระชังมีผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยในช่วงที่มีการเลี้ยงปลานั้นพบว่าสัตว์ที่มีความทนทานสูงต่อมลพิษอาศัยอยู่มากในตะกอนบริเวณกระชัง เป็นบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง หลังจากเลิกเลี้ยงปลาประมาณ 1 เดือน ชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินสามารถฟื้นตัวได้ โดยการพบสัตว์ที่มีความทนทานน้อยต่อมลพิษเข้ามาอาศัยอยู่ในบริเวณกระชังเลี้ยงปลา

5.2.4 ผลการประเมินคุณภาพน้ำด้วยดัชนีชีวภาพ

การวิเคราะห์เชิงคุณภาพของผลกระทบจากการการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อชุมชนสัตว์หน้าดิน มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Girgin (2010); Korycinska and Krolak (2006); Blijswijk, Coimbra and Graca (2004) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำและประเมินผลกระทบของน้ำเสียต่อชุมชนสัตว์หน้าดินในลำน้ำโดยใช้ดัชนี BBI และ BMWP เพื่อประเมินลำน้ำพบมีผลคล้ายคลึงกับการศึกษาผลกระทบการเลี้ยงปลานิลในกระชังในลำน้ำอูน โดยใช้การคำนวณดัชนีสิ่งมีชีวิต Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) โดยแสดง ค่า BBI อยู่ในช่วง 5 ถึง 7 ซึ่งค่า BBI class คือค่าระดับการปนเปื้อน อยู่ในระดับ II และ III โดยส่วนใหญ่ค่าระดับการปนเปื้อนอยู่ในระดับ III (ปนเปื้อนปานกลาง) ยกเว้นสถานี NU4 มีค่าการปนเปื้อนอยู่ในระดับ II (ปนเปื้อนเบาบาง) ซึ่งเป็นสถานีอ้างอิงที่สอง และค่า Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) จากคะแนนเฉลี่ยดัชนีสิ่งมีชีวิต BMWP/ASTP อยู่ในระดับค่าคุณภาพน้ำในระดับ II, III และ IV พบค่าคุณภาพน้ำระดับ II ในสถานี NU4 (น้ำคุณภาพค่อนข้างดี) เป็นสถานีอ้างอิงที่ สอง ระดับคุณภาพน้ำ III ในสถานี NU1, NU2, NU3, NU5, NU6, NU7, NU8, NU9, NU10, และ NU11 (น้ำคุณภาพปานกลาง) ระดับคุณภาพน้ำ IV ในสถานี NU12 (น้ำค่อนข้างสกปรก) เป็นจุดปลายน้ำ มีความสอดคล้องกับ พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และคณะ (2543) ศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน มีแนวโน้มในการเป็นตัวชี้วัดของผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังเชิงพาณิชย์ได้ดี สัตว์ไมมีกระดูกสันหลังหน้าดินมีการตอบสนองต่อมลพิษของแหล่งน้ำได้อย่างชัดเจนและยังสามารถแสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างชุมชนขณะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงปลานิลในกระชังของกลุ่มเกษตรกรในลำน้ำอูน และลำน้ำปลาหางบางส่วน ตั้งแต่ บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร ถึงบ้านคูณใหญ่ ตำบลนาคูนใหญ่ อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ตลอดระยะเวลา 1 ปี ซึ่งผลการวิจัยส่วน

ใหญ่อยู่ในระดับปานกลาง แต่เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงทางภูมิอากาศที่ไม่แน่นอน ที่มีความแตกต่างกันในแต่ละปี ดังนั้นการเก็บตัวอย่างเพียงปีเดียวในงานวิจัยนี้อาจถือได้ว่าไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ถึงการเลี้ยงปลานิลในกระชังเป็นผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและลำน้ำอูนหรือไม่ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงถือได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานในการศึกษาลำน้ำอูนต่อไปในอนาคต

5.3.2 ควรมีการตั้งกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังลำน้ำอูนเพื่อรักษาคุณภาพน้ำและการเลี้ยงปลาอย่างยั่งยืนและไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชนริมน้ำอูน

เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิง

กานดา เรืองหนู. **ผลกระทบของการเลี้ยงปลากระพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา.** ภาควิชาการจัดการ สิ่งแวดล้อม: มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2542.

กรมควบคุมมลพิษ. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง.** สำนักจัดการคุณภาพน้ำ: กรมควบคุมมลพิษ, 2548.

_____. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง.** สำนักจัดการคุณภาพน้ำ: กรมควบคุมมลพิษ, 2549.

_____. **คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง.** สำนักจัดการคุณภาพน้ำกรมควบคุมมลพิษ, 2553.

กรมชลประทาน. **โครงการส่งน้ำบำรุงและบำรุงรักษาน้ำอูน.** สกลนคร: ฝ่ายจัดสรรน้ำ, ม.ป.ป.

จันทร์พิมพ์ แสนอุดม. **การศึกษาแพลงก์ตอนพืชกลุ่มเดสมิดในแม่น้ำสงครามและลำน้ำสาขา.** กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น 187, 2536.

ณัฐธิดา คลังกลาง และเรวดี โรจนกนันท์. **การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน เพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการประยุกต์ใช้ Belgian Biotic Index (BBI) กรณีศึกษา ลำน้ำใกล้โรงงานผลิตน้ำมันปาล์มใน อำเภอหนองใหญ่จังหวัดชลบุรี.** สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์: มหาวิทยาลัยมหิดล, 2552.

นฤมล แสงประดับ. "การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำจืดด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง," **วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 34(1): 24-36, 2549.

นฤมล แสงประดับ และคณะ "ดัชนีชีวภาพสำหรับการจัดจำแนกคุณภาพน้ำทางชีววิทยาในลุ่มน้ำพองด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน," **วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 26(4): 289-304, 2541

บุญเสถียร บุญสูง และนฤมล แสงประดับ. "ผลของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำชี," **วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 30(4): 228-240, 2545.

ปราณีต งามเสน่ห์. **การติดตามตรวจสอบและตัวชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีววิทยาของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด.** สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2554.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

พินิจ สีห์พิทักษ์เกียรติ และคณะ. "การเจริญเติบโต แบบจำลองผลผลิตผลกระทบสิ่งแวดล้อม และเศรษฐกิจของการเลี้ยงปลานิลในกระชังเชิงพาณิชย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย", **วารสาร การประมง.** 53(4): 333-346. 2543.

สุชาติ อุปถัมภ์ และคณะ. สังข์วิทยา. กรุงเทพฯ: ศักดิ์โสภาการพิมพ์, 2538.

กรมประมง. **รายชื่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังจังหวัดสกลนคร**. สกลนคร: กรมประมง, 2554(ก).

_____. **สรุปข้อมูลเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. นครพนม: กรมประมง, 2554(ข).

สิริ ทุกข์วินาศ,และคณะ **รายงานประจำปีการสำรวจคุณสมบัติและผลเกี่ยวเนื่องของน้ำต่อการดำรงชีวิตของ สัตว์หน้าดินในแม่น้ำแม่กลอง.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ: กรมประมง, 2519.

อรรถพล โลกิตสถาพร และวรมิตร ศิลปะชัย. **ความชุกชุมและความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในคลองพระองค์เจ้าไชยานุชิต. เอกสารวิชาการฉบับที่ 25/2551.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด: กรมประมง, 2551.

APHA, AWWA and WPCF. **Standard Methods for Examination of Water and Wastewater American Public Health Association**. Washington D.C. APHA, AWWA and WPCF, 1980.

Barbour, at al. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers Periphyton.** Environmental Protection Agency: Office of Water, Washington D.C, 1999.

Clarke,K.R. and R.M. warwick. **Change in Marine Communities and approach to statistical analysis**. New Zealand: Massey University, 1994.

Dennis M. Lehmkuhl. **Aquatic Insects**. USA: University of Saskatchewan, 1979.

De Pauw, N.; Vanhooren, G. "Method for biologicalquality assessment of watercourses in Belgium", **Hydrobiologia.** 100(1): 153-168, 1983.

Gyorgy vincze, at al. "Water quality assessments on a natural wetland (Igrice-marsh) on the basis of chemical parameters and macroinvertebrates taxa", **Ştiintele Vietii**. 21: 901-905, 2011

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Hellawell, J.M. **Biology Indicators of Freshwater Pollution and Enviromental Management**. Lodon: Elsevie, A.J. and J.F. Reynolds, 1986. **Statistical Ecology**. New York: John Wiley and Sons Inc, 1986.

Ludwig, A.J. and J.F. **Statistical ecology.** New York: John wiley and Sons Inc, 1986.

M. Korycinska, E. Krolak. "The use of various biotic iIndices for evaluation of water quality in the lowland rivers of poland (exemplified by the liwiec river)", **PolishJ of Environ. Stud.** 15(3): 419-428, 2006

MRC. **Biomonitoring Methods for the Lower Mekong Basin**. Vientiane: Mekong River Commission, 2010.

Mustow, S.E. "Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score", **Hydrobiologia.** 479(1): 191-229, 2002.

Mustafa Duran and Menderes Suicmez. "Utilization of both macroinvertebrates and physicochemical parameters for evaluating water quality of the stream Cekerek (Tokat, Turkey)", **Journal of Environmental Biology**. 28(2): 231-236, 2007

Omori, M. and T. Ikeda. **Method in Marine Zooplankton Ecology**. New York: John Wiley and Sons Inc, 1984.

S. Girgin. "Evaluation of the benthic macroinvertebrate distribution in a stream environment during summer using biotic index. Int", **J. Environ. Sci. Tech.** 7(1): 11-16, 2010.

Tuffery, G. and Verneaux,J. "Method for biological quality assessment fo watercourses in Belgium", Belgium, **Hydrobiologia**. 100: 153-163, 1968.

W. V. Blijswijk, C.N. Coimbra and M.A.S. Graça. "The use of biological methods based on macroinvertebrates to an Iberian stream (Central Portugal) receiving a paper mill effluent", **Limnetica.** 23(3-4): 307-314.2004.

Wetzel,R.E. **Limnology.Lake and River Ecosysitems**. New York: Academic Press, 2001.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

Volodymyr Liashenko. "Assessment of Water Quality in the Ukrainian Part of the Danube Delta Based on Biotesting and Bioindication of Bottom Sediments", **Acta zool. bulg. Suppl.** 7: 159-163, 2014.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี

ตารางที่ 11 ปริมาณออกซิเจนในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	2.7	2.9	2.6	3.9	2.6	2.8	3.2	2.7	3.7	4.2	4.3	4.5
ฤดูฝน	4.6	4.1	4.4	4.8	4.0	3.6	4.1	3.9	3.9	4.3	4.4	4.0
ฤดูหนาว	5.6	4.8	4.6	6.0	4.5	5.1	4.3	4.3	4.5	4.7	4.2	4.9

ตารางที่ 12 ปริมาณอุณหภูมิของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	อุณหภูมิของน้ำ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	26.0	26.0	26.0	26.5	27.0	28.0	27.7	27.4	26.9	28.3	29.1	28.0
ฤดูฝน	27.2	29.6	29.0	28.3	28.6	27.4	28.2	26.7	28.9	28.8	28.6	27.0
ฤดูหนาว	28.8	27.4	27.0	28.5	28.2	28.2	25.2	26.4	26.2	27.3	27.2	27.0

ตารางที่ 13 ปริมาณค่า pH ของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	pH ของน้ำ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	6.6	6.5	6.5	6.5	6.5	6.6	6.7	6.6	6.6	6.9	6.8	6.8
ฤดูฝน	6.5	6.7	6.5	6.5	6.6	6.5	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6	6.6
ฤดูหนาว	6.6	6.6	6.7	6.7	6.6	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6

ตารางที่ 14 ปริมาณค่าความเป็นด่างของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ความเป็นด่างของน้ำ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	33.5	38	37.5	38.5	40.5	44.5	51.5	42	43.5	45.5	53	52
ฤดูฝน	48	49.5	49	54	57.5	57.5	51.5	53.5	51.5	48	45.5	45.5
ฤดูหนาว	28	27.5	28.5	29.5	32	30.5	30	29.5	29.5	29.5	31	38.5

ตารางที่ 15 ปริมาณค่าความกระด้างของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ความกระด้างของน้ำ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	18	18	18	16	17.5	18.5	17.5	18.5	21	22.5	21.5	21.5
ฤดูฝน	9	8.5	8	8.5	9.5	8.5	6.5	7	7	7	7.5	8
ฤดูหนาว	15	15.5	17.5	17.5	18.5	19	19.5	19	21	20.5	22	21.5

ตารางที่ 16 ปริมาณค่าแอมโมเนียในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	แอมโมเนีย											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.26	0.19	0.17	0.22	0.31	0.49	0.51	0.36	0.26	0.14	0.16	0.11
ฤดูฝน	0.30	0.29	0.30	0.42	0.35	0.39	0.24	0.28	0.24	0.18	0.17	0.13
ฤดูหนาว	0.17	0.23	0.27	0.28	0.30	0.44	0.42	0.44	0.32	0.22	0.25	0.17

ตารางที่ 17 ปริมาณค่าไนไตรท์ในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ไนไตรท์											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.10	0.10	0.09	0.14	0.13	0.15	0.13	0.15	0.13	0.09	0.09	0.23
ฤดูฝน	0.11	0.12	0.13	0.11	0.09	0.09	0.14	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12
ฤดูหนาว	0.09	0.09	0.11	0.14	0.11	0.13	0.13	0.14	0.14	0.13	0.12	0.06

ตารางที่ 18 ปริมาณค่าคลอโรฟิลล์ เอ ในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	คลอโรฟิลล์ เอ											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.74	0.81	0.76	0.44	0.41	0.36	0.37	0.25	0.44	0.39	0.37	0.57
ฤดูฝน	0.34	0.37	0.57	0.48	0.32	0.38	0.57	0.37	0.35	0.46	0.76	0.48
ฤดูหนาว	0.44	0.44	0.54	0.49	0.43	0.48	0.29	0.29	0.29	0.39	0.31	0.47

ตารางที่ 19 ปริมาณค่าออร์โธฟอสเฟตในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ออร์โธฟอสเฟต											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.58	0.50	0.55	0.52	0.49	0.55	0.51	0.51	0.54	0.53	0.53	0.52
ฤดูฝน	0.47	0.45	0.44	0.55	0.58	0.65	0.51	0.57	0.63	0.66	0.69	0.75
ฤดูหนาว	0.04	0.04	0.04	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07	0.15	0.07	0.06	0.03

ตารางที่ 20 ปริมาณค่าการนำไฟฟ้าในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	การนำไฟฟ้า											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	440	440	387	362.5	289.5	294	265	277.5	341	323.5	329	411.5
ฤดูฝน	118	118.5	111.5	111.5	105.5	106	132	114.5	126.5	85	95.5	93.5
ฤดูหนาว	390	386.5	252	313	325.5	291.5	275	257.5	234	303	311.5	404.5

ตารางที่ 21 ปริมาณค่าความโปร่งใสของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ความโปร่งใส											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	35	27.5	31	37	33	28.5	25	30	30	32.5	32.5	35
ฤดูฝน	21	20.5	23.5	26.5	18.5	22.5	18	22	19.5	20	22	29
ฤดูหนาว	56	45	47.5	37.5	36.5	35	44	40	42.5	41	41	43.5

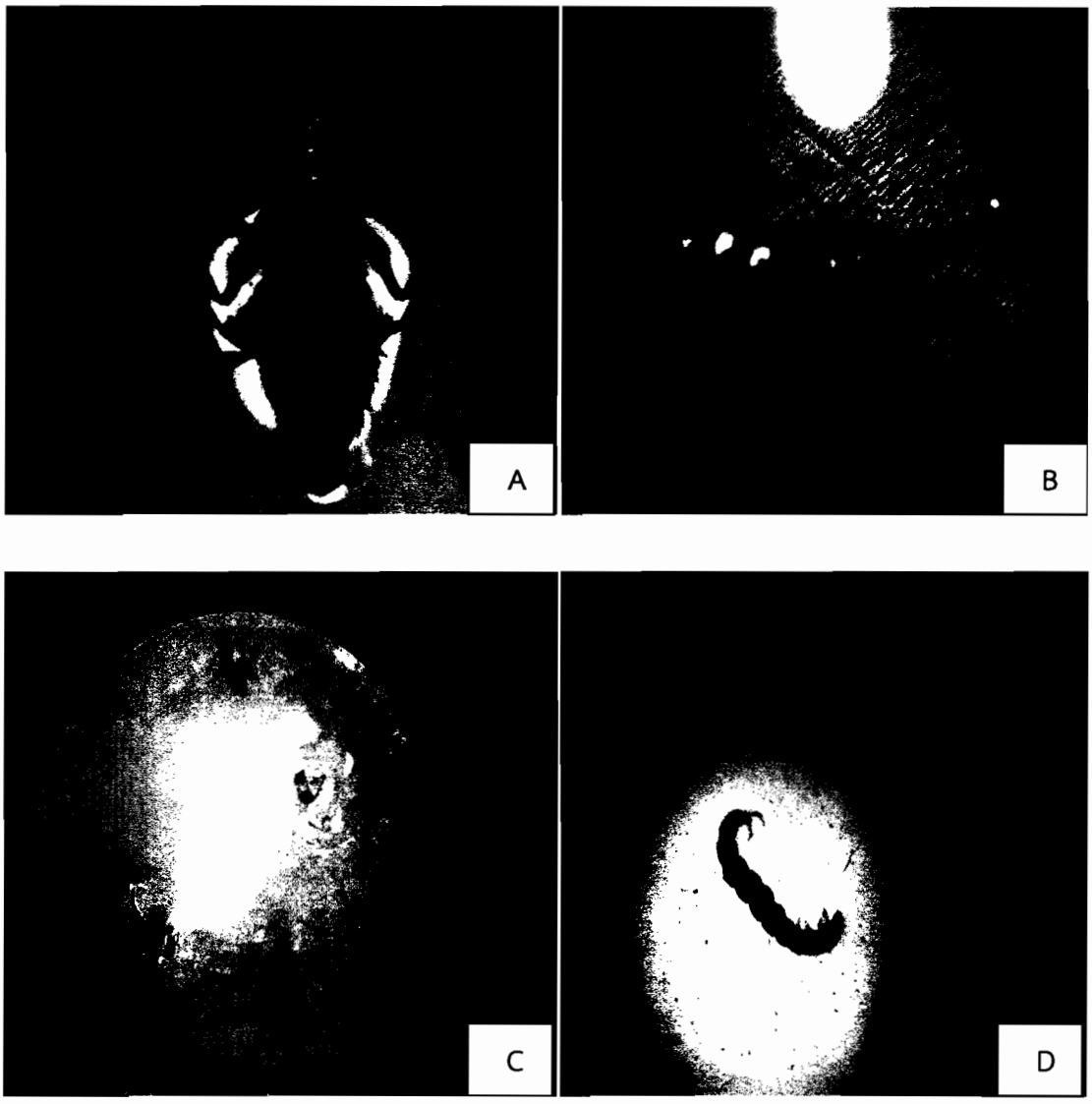
ตารางที่ 22 ปริมาณค่าความเร็วของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ความเร็วน้ำ											
	NU 1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.00	0.00	0.00	0.03	0.04	0.03	0.38	0.16	0.16	0.24	0.13	0.13
ฤดูฝน	0.08	0.08	0.09	0.09	0.25	0.28	0.32	0.23	0.17	0.53	0.18	0.11
ฤดูหนาว	0.22	0.08	0.11	0.38	0.23	0.14	0.33	0.65	0.20	0.15	0.40	0.27

ตารางที่ 23 ปริมาณค่าความลึกของน้ำในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	ความลึก											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	3.3	2.1	2.6	2.5	2.6	3.0	2.3	3.4	2.9	2.7	3.0	3.4
ฤดูฝน	4.6	3.6	3.0	3.4	3.9	3.4	4.3	3.6	3.3	4.6	5.0	4.3
ฤดูหนาว	4.0	2.8	2.8	2.9	3.2	3.2	3.3	3.5	3.1	3.6	4.0	3.8

ภาคผนวก ข
ชนิดและจำนวนสัตว์หน้าดิน



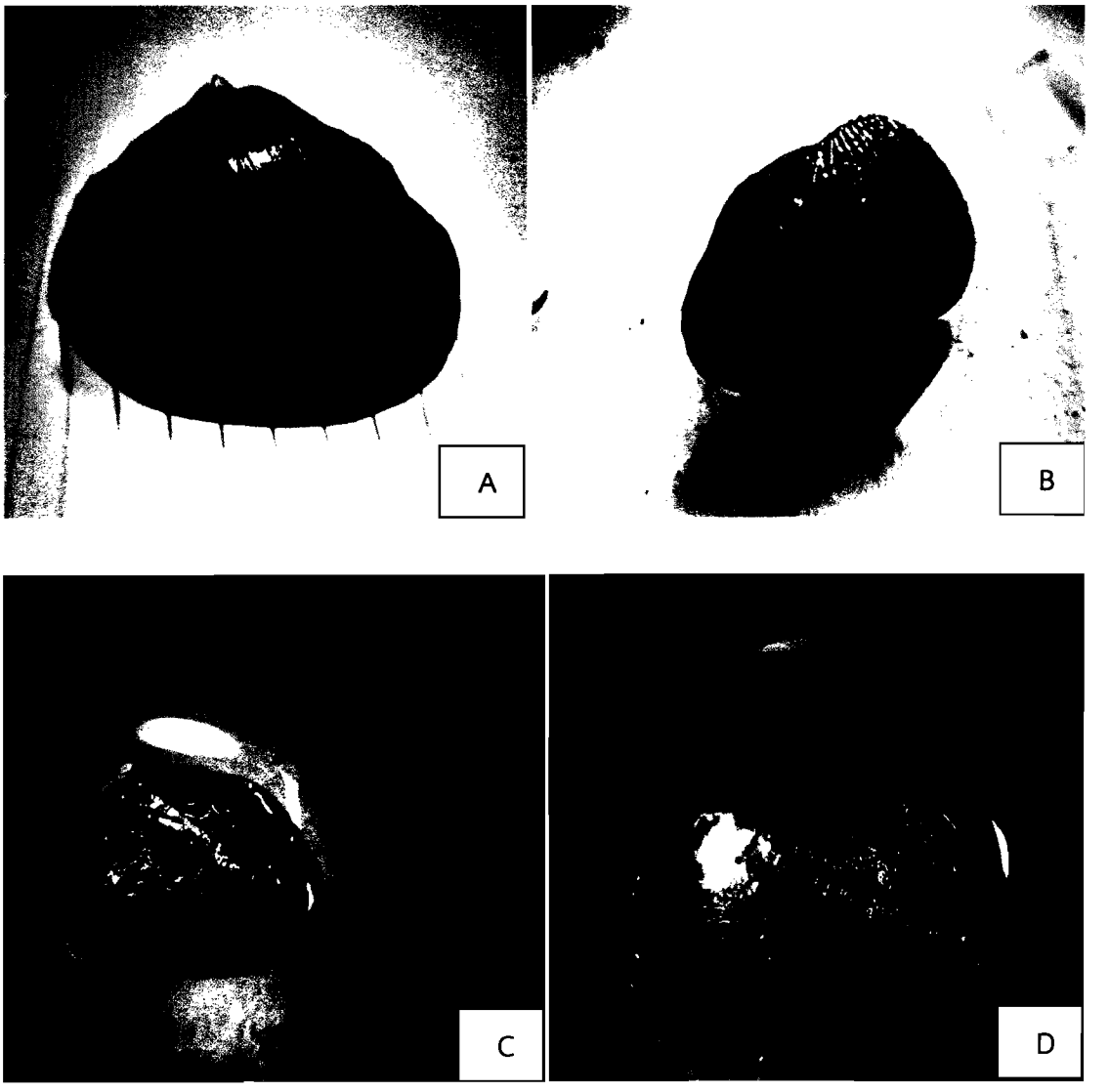
ภาพที่ 24 สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

A *Gomphoides* sp.

B *Arigomphus* sp.

C *Hexagenia* sp.

D *Ecnomus* sp.



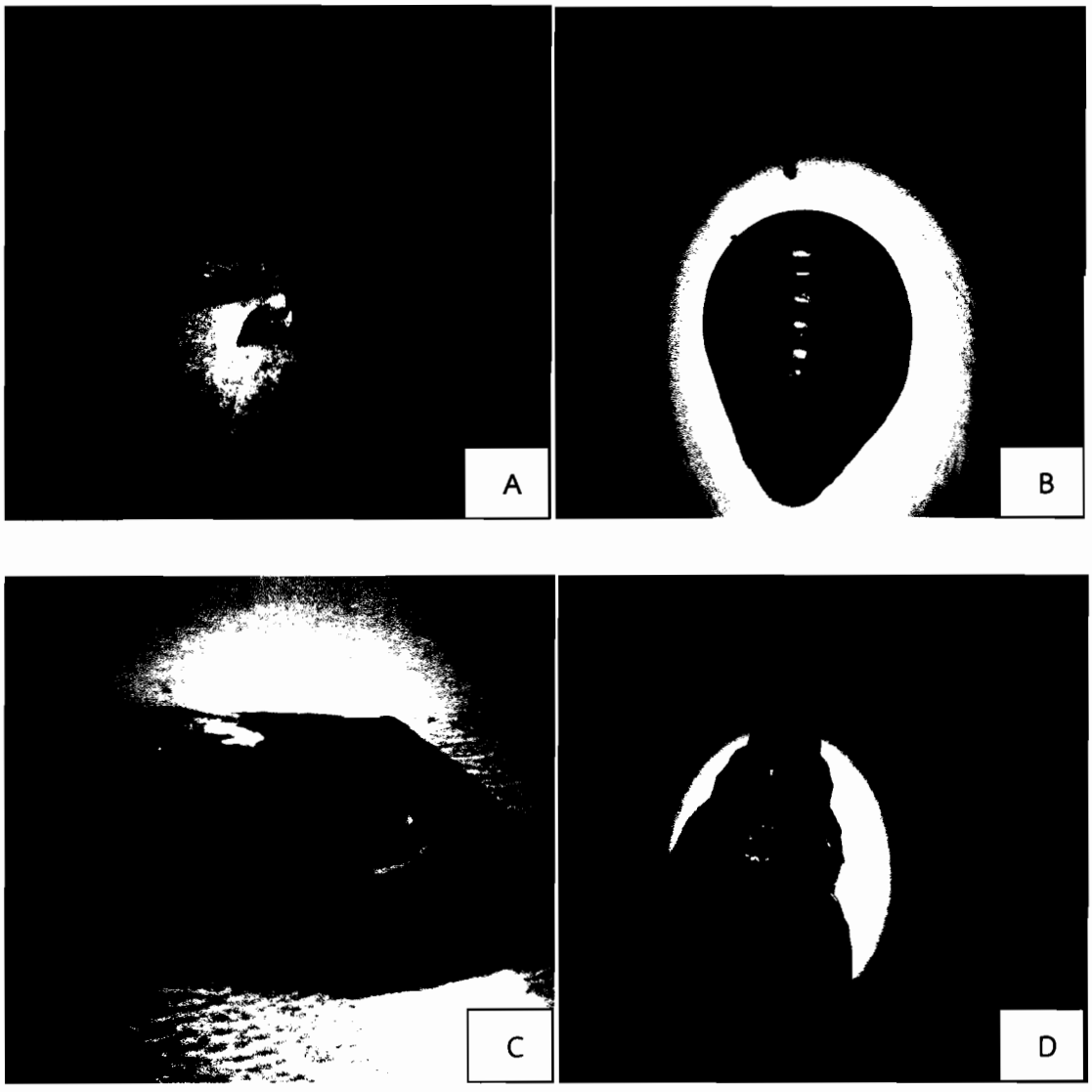
ภาพที่ 25 สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

A *Hyriopsis* sp.

B *Scabies sp.*

C *Ensidens* sp.

D *Pilsbryoconcha* sp.



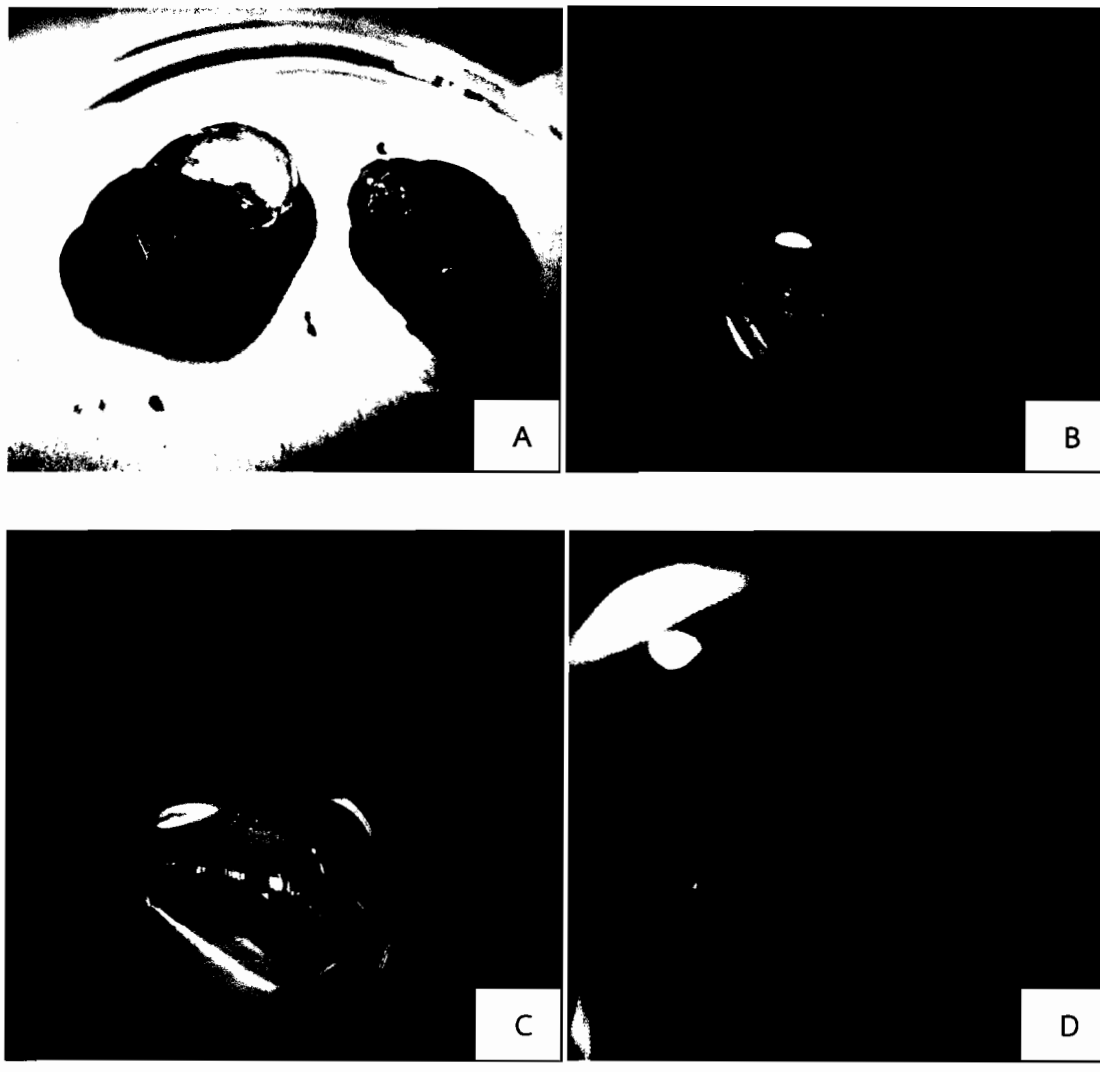
ภาพที่ 26 สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

A *Scaphula* sp.

B *Corbicula* sp.

C *Limnoperna* sp.

D *Anulotaia* sp.



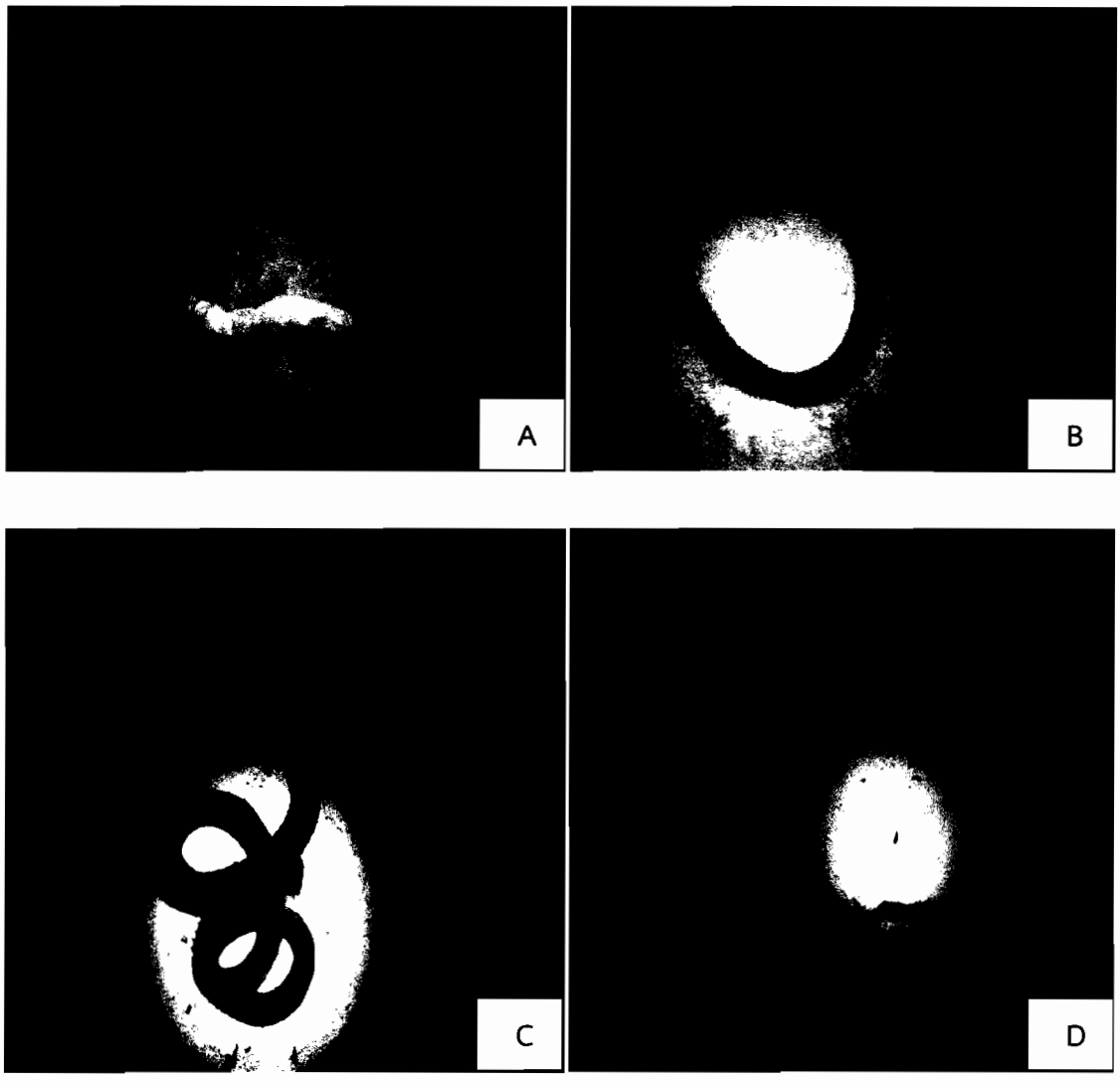
ภาพที่ 27 สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

A *Idiopama* sp.

B *Clea* sp.

C *Melanoides* sp.

D *Lymnaea* sp.



ภาพที่ 28 สัตว์หน้าดินภายใต้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำแบบสองตาในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

A *Chironomus* sp.

B *Chaetogaster* sp.

C *Tubifex* sp.

D *Branchiura* sp.

ตารางที่ 24 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนเมษายน 2555

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	267	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	15	0	0	0	0	15	0	0
NU2	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0
NU3	15	623	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU4	15	89	15	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU5	0	356	0	0	0	0	0	89	0	0	15	0	0	0	0	0	104	0	0	504
NU6	0	0	0	0	0	0	0	340	74	0	0	3334	0	0	0	0	0	0	0	2593
NU7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0
NU8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0
NU9	0	0	0	0	0	0	0	282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU10	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	15	89	0	0	0	0	163	0	60	356
NU11	0	60	0	0	15	0	0	178	0	89	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
NU12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	30	1395	15	45	15	0	0	1009	74	238	30	3423	15	60	0	15	282	15	120	3453

ตารางที่ 25 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนมิถุนายน 2555

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	149	0	0	0	0	30	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU2	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU3	0	15	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0
NU4	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0
NU5	0	297	0	0	0	0	0	74	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
NU6	0	149	0	0	0	0	0	445	45	0	0	4000	0	0	0	0	0	0	0	0
NU7	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU8	0	0	0	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	119	667
NU10	0	74	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU11	0	30	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	60	0
รวม	0	744	0	0	75	0	30	698	105	0	0	4045	0	0	0	60	149	0	194	667

ตารางที่ 26 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนสิงหาคม 2555

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	89	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU2	0	60	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU3	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU4	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU5	0	149	0	0	0	0	0	0	297	0	0	889	0	0	0	0	0	0	0	0
NU6	0	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	1778	0	0	0	0	0	0	0	0
NU7	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU8	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU9	0	30	0	0	0	0	0	15	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
NU10	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU11	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
NU12	0	15	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	0	582	0	0	60	45	0	135	402	0	0	2697	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 27 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนตุลาคม 2555

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	163	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU2	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU3	0	312	0	15	15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
NU4	0	267	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0
NU5	0	282	0	0	0	0	0	563	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0
NU6	0	0	0	0	0	0	0	726	30	0	0	134	0	0	0	0	297	0	0	208
NU7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0
NU8	0	30	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU9	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU10	0	0	0	0	0	0	0	119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU11	0	15	0	0	0	0	0	312	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
NU12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	297	0	0	60
รวม	0	1099	0	15	15	0	15	1854	30	0	0	194	0	0	90	0	624	0	0	268

ตารางที่ 28 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนธันวาคม 2555

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU2	0	149	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU3	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU4	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0
NU5	0	341	0	0	0	0	60	386	134	0	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0
NU6	0	341	0	0	0	0	15	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0
NU7	0	0	0	0	0	0	0	356	15	0	0	104	0	0	0	0	0	0	0	0
NU8	0	15	0	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU9	0	0	0	0	0	0	0	60	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU10	0	15	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0
NU11	0	0	0	0	15	0	0	356	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU12	0	45	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	0	1129	15	15	30	0	75	1203	313	0	0	327	0	0	60	0	149	0	0	0

ตารางที่ 29 จำนวนสัตว์หน้าดินในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนกุมภาพันธ์ 2556

Site	sp1	sp2	sp3	sp4	sp5	sp6	sp7	sp8	sp9	sp10	sp11	sp12	sp13	sp14	sp15	sp16	sp17	sp18	sp19	sp20
NU1	0	371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU2	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU3	0	356	0	0	15	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0
NU4	0	74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	0	0	0	0	0
NU5	0	178	45	0	0	0	0	60	0	0	149	0	0	0	0	0	445	0	0	0
NU6	0	445	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	371	0	0	0
NU7	0	149	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0
NU8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149
NU9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	0	0	0
NU10	0	0	0	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU11	0	0	0	0	60	0	0	297	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NU12	0	149	0	0	0	0	0	149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
รวม	0	1796	45	0	135	0	0	745	0	0	149	0	0	0	89	0	1263	0	0	149

ภาคผนวก ค
การประเมินคุณภาพน้ำในระบบน้ำไหลด้วยดัชนีชีวภาพ

ตารางที่ 30 ดัชนีความถี่ของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	สถานีเก็บตัวอย่าง											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	20.83	12.50	29.17	20.84	41.67	25.00	16.67	8.33	8.33	25.00	29.17	12.50
ฤดูฝน	20.84	12.50	16.67	12.50	25.00	20.84	8.33	8.33	16.67	12.50	16.67	16.67
ฤดูหนาว	8.33	12.50	16.67	20.84	29.17	29.17	12.50	16.67	8.33	16.67	20.84	16.67

ตารางที่ 31 ดัชนีค่าความชุกชุมของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	สถานีเก็บตัวอย่าง											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.25	0.15	0.4	0.3	0.6	0.25	0.15	0	0	0.3	0.45	0.1
ฤดูฝน	0.3	0.1	0.25	0.1	0.3	0.15	0	0	0.25	0.1	0.2	0.2
ฤดูหนาว	0	0.1	0.15	0.25	0.35	0.35	0.1	0.3	0	0.2	0.25	0.2

ตารางที่ 32 ดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	สถานีเก็บตัวอย่าง											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.29	0.32	0.58	0.80	1.26	0.95	0.50	0.00	0.00	0.60	0.86	0.35
ฤดูฝน	0.66	0.48	0.55	0.35	0.82	0.30	0.00	0.00	0.52	0.23	0.63	0.58
ฤดูหนาว	0.00	0.15	0.31	0.68	0.94	0.95	0.26	0.66	0.00	0.34	0.26	0.50

ตารางที่ 33 ดัชนีความเท่าเทียมของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556

ฤดู	สถานีเก็บตัวอย่าง											
	NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
ฤดูร้อน	0.21	0.46	0.44	0.92	0.78	0.86	0.45	0.00	0.00	0.37	0.72	0.50
ฤดูฝน	0.71	0.50	0.50	0.50	0.75	0.30	0.00	0.00	0.47	0.33	0.91	0.84
ฤดูหนาว	0.00	0.22	0.28	0.79	0.75	0.75	0.38	0.96	0.00	0.31	0.28	0.72

ตารางที่ 34 ค่าคะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index (BBI)

I Faunistic group	II	III Total number of systematic units present				
		0-1	2-5	6-10	11-15	16 and mord
1. Plecoptera or Ecdyonuridae	1: several S.U.[1]	-	7	8	9	10
	2: only 1 S.U.	5	6	7	8	9
2. Cased Trichoptera	1: several S.U.	-	6	7	8	9
	2: only 1 S.U.	5	5	6	7	8
3. Ancylidae or Ephemeroptera	1: more than 2 S.U.	-	5	6	7	8
(exceqt Ecdyonuridae)	2: 2 or < 2 S.U.	3	4	5	6	7
4. Aphelocheirus or Odonata	0: all S.U. mentioned					
or Gammaridae or Mollusca	above are absent	3	4	5	6	7
(except Sphaeridae)						
5. Asellus or Hirudinea or Sphaeridae	2	3	4	5	-	-
or Hemiptera (except Aphelocheirus)						
6. Tubificidae or Chironomidae ot	1	2	3	-	-	-
the thummi-plumosus group						
7. Eristalinae (Syrphidae)	0: alle S.U. mentioned	0	1	1	-	-
	above are absent					

ตารางที่ 35 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนเมษายน 2555

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides	15							>16				
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia												
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus		15										
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae					>16					>16	15	
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis			15	15								
			Scabies				>16								
			Ensidens											15	
			Pilsbryoconcha												
	Mesogastorpoda	Viviparidae	Anulotaia	15	>16	15		>16	>16			>16	>16	>16	
			Idiopama						>16						
	Neogastropoda	Buccidae	Clea					15					15		
		Thiarinae	Melanoides						>16				>16		
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea											>16	>16
	Arcoida	Arcidae	Scaphula												
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16		>16	>16	>16						>16	
	Mytilolda	Mytilidae	Limnoperna				15								
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster	15											
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex					>16	>16				>16		
			Branchiura							>16			>16		

ตารางที่ 36 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนมิถุนายน 2555

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides												
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia												
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus				>16								
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae												>16
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis												
			Scabies												
			Ensidens			15	>16								
			Pilsbryoconcha	>16											
	Mesogastorpoda	Viviparidae	Anulotaia					>16	>16	15	>16		15	>16	
			Idiopama	>16					>16						
	Neogastropoda	Buccidae	Clea												
		Thiarinae	Melanoides					>16	>16						
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea												
	Arcoida	Arcidae	Scaphula												
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16	>16	15		>16	>16				>16	>16	
	Mytilolda	Mytilidae	Limnoperna												
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster												
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex									>16			
			Branchiura			15						>16			>16

ตารางที่ 37 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนสิงหาคม 2555

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides												
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia												
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus												
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae												
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis												
			Scabies												
			Ensidens			>16									
			Pilsbryoconcha												
	Mesogastorpoda	Viviparidae	Anulotaia	15	>16							15			>16
			Idiopama					>16	>16	>16					
	Neogastropoda	Buccidae	Clea												
		Thiarinae	Melanoides					>16	>16			15		15	
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea												
	Arcoida	Arcidae	Scaphula								>16				
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16	>16		>16	>16				>16	>16	>16	15
	Mytilolda	Mytilidae	Limnoperna												
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster												
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex												
			Branchiura												

ตารางที่ 38 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนตุลาคม 2555

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides												
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia			>16	>16								
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus												
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae						>16	>16					>16
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis												
			Scabies			15									
			Ensidens			15									
			Pilsbryoconcha			15									
	Mesogastorpoda	Viviparidae	Anulotaia				>16	>16	>16		15	>16	>16	>16	
			Idiopama						>16						
	Neogastropoda	Buccidae	Clea												
		Thiarinae	Melanoides					>16	>16					15	
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea												
	Arcoida	Arcidae	Scaphula												
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16	>16	>16	>16	>16			>16			15	
	Mytilolda	Mytilidae	Limnoperna												
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster												
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex						>16						>16
			Branchiura												

ตารางที่ 39 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนธันวาคม 2555

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides												
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia				>16								
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus												
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae										>16		
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis												
			Scabies										15		
			Ensidens										15	15	
			Pilsbryoconcha					>16	15						
	Mesogastropoda	Viviparidae	Anulotaia				>16	>16		>16	15	>16		>16	
			Idiopama					>16		15		15			>16
	Neogastropoda	Buccidae	Clea												
		Thiarinae	Melanoides					>16	>16	>16					
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea												
	Arcoida	Arcidae	Scaphula												
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16	>16	>16		>16	>16		15		15		>16
	Mytiloida	Mytilidae	Limnoperna		15										
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster												
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex												
			Branchiura												

ตารางที่ 40 คะแนนดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index ของสัตว์หน้าดินในสถานีเก็บตัวอย่างในลำน้ำอูน เดือนกุมภาพันธ์ 2556

Phylum	Order	Family	Genus	สถานีที่เก็บ และ จำนวนที่พบ (ตัว)											
				NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	Gomphoides												
			Arigomphus												
	Burrowers	Ephemeridae	Hexagenia				>16								
	Trichoptera	Ecnomidae	Ecnomus												
	Diptera	Chironomidae	Chironomidae			>16		>16	>16	>16		>16			
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	Hyriopsis												
			Scabies												
			Ensidens			15							>16	>16	
			Pilsbryoconcha												
	Mesogastorpoda	Viviparidae	Anulotaia			>16		>16	>16	>16				>16	>16
			Idiopama												
	Neogastropoda	Buccidae	Clea					>16							
		Thiarinae	Melanoides												
	Basommatophora	Lymnaeidae	Lymnaea												
	Arcoida	Arcidae	Scaphula												
	Veneroida	Corbiculidae	Corbiculiidae	>16	>16	>16	>16	>16	>16	>16					>16
	Mytiloida	Mytilidae	Limnoperna					>16							
Annelida	Plesiopora	Naididae	Chaetogaster												
	Tubificida	Tubicidae	Tubifex								>16				
			Branchiura												

ตารางที่ 41 คะแนน Biological Monitoring Working Party (BMWP)

Phylum	Order	Family	Score
Arthropoda	Odonata	Gomphidea	6
	Burrowers	Ephemeridae	10
	Trichoptera	Ecnomidae	5
	Diptera	Chironomidae	2
Mollusca	Unionoida	Amblemidae	6
	Mesogastorpoda	Viviparidae	6
	Neogastropoda	Buccidae	6
		Thiarinae	6
	Basommatophora	Lymnaeidae	3
	Arcoida	Arcidae	6
	Veneroida	Corbiculidae	3
	Mytilolda	Mytilidae	3
Annelida	Plesiopora	Naididae	1
	Tubificida	Tubicidae	1

ตารางที่ 42 ค่าคะแนน Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) ในสถานีเก็บตัวอย่างลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร

Taxa / score BMWP		NU1	NU2	NU3	NU4	NU5	NU6	NU7	NU8	NU9	NU10	NU11	NU12
Gomphoides	8	15											
Arigomphus	8								60				
Hexagenia	10			30	209								
Ecnomus	5		15		60								
Chironomidae	1			149		549	668	179		149	312	15	446
Hyriopsis	6			15	15								
Scabies	6			15	45						15		
Ensidens	6			105	60						75	90	
Pilsbryoconcha	6	30		15		60	15						
Anulotaia	6	30	90	60	60	1172	1660	416	149	446	149	1173	194
Idiopama	6	60				431	194	75		15			149
Clea	6					164					14		
Melanoides	6					1053	9395	104		15	89	30	
Lymnaea	3											89	149
Scaphula	6								45				
Corbiculiidae	3	1113	343	1455	579	1603	935	149	45	30	134	150	209
Limnoperna	3		15		15	45							
Chaetogaster	1	15											
Tubifex	1					504	289		149	667	356		60
Branchiura	1			15				60		119	60		60
Total taxa richness		1263	463	1859	1043	3581	15668	983	448	1441	1250	1547	1267
Number of genus		12	9	17	14	24	21	10	8	10	15	16	11
BMWP		49	40	82	85	110	99	44	37	43	63	77	36
ASTP		4.08	4.44	4.82	6.07	4.58	4.71	4.44	4.62	4.7	4.20	4.81	3.27

ภาคผนวก ง
เอกสารตีพิมพ์ และ เผยแพร่

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ร่วมกับ มหาวิทยาลัยเฉลิมกาญจนา วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี สุรินทร์
วิทยาลัยเทคนิคสุรินทร์ และมหาวิทยาลัยจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตสุรินทร์

เกียรติบัตรฉบับนี้ให้ไว้เพื่อแสดงว่า

นนธวัช ก้อนแพง และ ปราณีต งามเสน่ห์

ได้นำเสนอผลงานวิจัย **ภาคโปสเตอร์**

เรื่อง **การใช้ดัชนีชีวภาพประเมินคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิล ในกระชังในแม่น้ำอูน จังหวัดสกลนคร**

ในการประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ ครั้งที่ ๓ และสัมมนาวิชาการ ราชมงคลสุรินทร์วิชาการ ครั้งที่ ๙

"งานวิจัย ช่วยไทย เศรษฐกิจอุดม สังคมยั่งยืน"

ระหว่างวันที่ ๘ - ๙ กรกฎาคม ๒๕๕๘

ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์

ให้ไว้ ณ วันที่ ๙ กรกฎาคม ๒๕๕๘

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนุวัฒน์ สีมลคุณ)
รองอธิการบดีประจำวิทยาเขตสุรินทร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

การใช้ดัชนีชีวภาพประเมินคุณภาพน้ำและการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน บริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังในแม่น้ำอูน จังหวัดสกลนคร

The use of biotic indices to evaluate water quality and distribution of benthic macroinvertebrates in Aun River (Sakonnakorn Province, Thailand), carrying Tilapia cage culture

นนธวัช ก้อนแพง* และปราณีต งามเสน่ห์
สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อ.วารินชำราบ จ.อุบลราชธานี 34190

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเลี้ยงปลานิลในกระชังต่อคุณภาพน้ำและชุมชนของสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร โดยประยุกต์ใช้ 2 ดัชนีชีวภาพได้แก่ ดัชนี Belgian Biological Index (BBI) และดัชนี Biological Monitoring Working Party (BMWP)/คะแนน Average Score Per Taxa (ASTP) ทำการเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดิน จาก12 สถานีทุกสองเดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 พบว่าการเลี้ยงปลานิลในกระชังมีผลกระทบต่อสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยสัตว์ที่มีความทนทานต่อมลภาวะสูง ซึ่งได้แก่หนอนแดง (*Chironomus sp.)* ไส้เดือนน้ำ (Tubifex) อาศัยอยู่ในดะกอนบริเวณกระชังเลี้ยงปลามากกว่าบริเวณที่ไม่มีการกระชังเลี้ยงปลา ผลการวิเคราะห์และจำแนกพบสัตว์หน้าดิน 3 ไฟลัม ได้แก่ Mollusca จำนวน 8 วงศ์ 12 สกุล ไฟลัม Arthropoda 4 วงศ์ 5 สกุล และ ไฟลัม Annelida 2 วงศ์ 3 สกุลตามลำดับ โดย Mollusca ที่พบมากเป็นกลุ่มของ Melanoides รองลงมาได้แก่ Corbiculiidae and Anulotaia ตามลำดับ ผลการประเมินคุณภาพตามวิธีการของใช้ดัชนีชีวภาพทั้งสองพบว่ามีระดับคุณภาพใกล้เคียงกันโดยบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลาเกือบทั้งหมดมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ III คือปนเปื้อนปานกลาง ต่างกันเพียงสถานีที่ 12 คือจุดเก็บน้ำกระชังเลี้ยงปลาบ้านนาคูน ที่ถูกจัดว่ามีคุณภาพน้ำระดับIVคือปนเปื้อนมากด้วยดัชนี BMWP/ASTP ส่วนจุดที่ไม่มีการกระชังเลี้ยงปลามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ II คือปนเปื้อนเบาบาง แสดงว่าทั้งสองดัชนีชีวภาพสามารถนำมาใช้ในการประเมินคุณภาพของแม่น้ำได้ โดยดัชนี BMWP/ASTP จะสะดวกกว่าเนื่องจากไม่ต้องอาศัยการจำแนกทางอนุกรมวิธานที่ละเอียดมาก

คำสำคัญ: ลำน้ำอูน, สัตว์หลังหน้าดิน, Belgian Biological Index (BBI), Biological Monitoring Working Party (BMWP)

ABSTRACT

The impact of tilapia cage culture on water quality and macroinvertebrate communities of Aun River in Sakonnakorn Province, Northeastern Thailand was assessed. The water quality was assessed through the application of the Belgian biotic index (BBI), Biological Monitoring and Working Party (BMWP)/Taxa (ASTP). Benthic macroinvertebrate sampling and water quality monitoring were performed in 12 sites along the Aun River during April 2012 to February 2013.The distribution of dominant genera of the sites was evaluated according to water quality.

The results showed that intensive tilapia cage culture affected the macrinvertebrate community. The highly tolerant to pollution taxa e.g. blood worms (*Chironomus sp.)* and Tubifex were predominant in the sediment collected from the impacted sites. The abundance of invertebrate individuals identified representing 3 phylum viz. Mollusca with 8 families and 12 genera, Arthropoda with 4 families and 5 genera and 2 families, 3 genera of Annelida respectively. All Molluscs found, Melanoides was the most diverse group followed by Corbiculiidae and Anulotaia respectively. According to two biotic indices, diversities of benthic macroinvertebrates in sampling sites were calculated, and water quality classes were determined. Water quality classes of almost fish cage sites were indicated moderately polluted (class III) by the two indices, only station 12 which was found heavily polluted (class IV by BMWP/ASTP index, whereas the reference stations were slightly polluted (class II). The biotic index values are found also consistent with the pollution gradient, which suggests that both indices were suitable for water quality assessment in this river and pollution type. However, the use of the BMWP index is preferable due to the lesser needs in terms of taxonomic identification.

Keyword: Aun River, Benthic Fauna, Belgian Biological Index (BBI), Biological Monitoring Working Party (BMWP)

บทนำ

แม่น้ำอูนเป็นลำน้ำขนาดกลางและมีขนาดใหญ่ที่สุดของ จังหวัดสกลนคร มีต้นกำเนิดจากเทือกเขาภูพาน ไหลผ่านจังหวัดสกลนคร ลงสู่แม่น้ำสงครามที่อำเภอศรีสงคราม จังหวัดนครพนม ผลของการสร้างเขื่อนกั้นลำน้ำอูนเพื่อการเกษตรในปี 2510 ทำให้ลำน้ำอูนมีน้ำในลำน้ำตลอดทั้งปี จึงมีโครงการส่งเสริมการเกษตรตลอดลำน้ำอูน รวมถึงการเลี้ยงปลานิลในกระชังเป็นที่นิยมกันมากของกลุ่มเกษตรกร จากการนิยมบริโภคปลามากขึ้นจึงเกิดการขยายตัวและแพร่หลายอย่างรวดเร็วของกลุ่มผู้เลี้ยงและจำนวนกระชังที่เพิ่มมากขึ้น (สำนักงานประมงจังหวัดสกลนคร, 2554 และสำนักงานประมงจังหวัดนครพนม, 2554) ปลานิลที่เลี้ยงในกระชังมีการเจริญเติบโตสูงและขายได้ราคาดี กิจกรรมต่างๆที่มนุษย์กระทำต่อลำน้ำย่อมมีผลต่อคุณภาพน้ำและสิ่งแวดล้อมของแหล่งน้ำนั้นทั้งโดยตรงและโดยอ้อม การเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำอูนเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ

การประเมินคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ นอกจากใช้ตัวแปรทางกายภาพและเคมีในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแล้ว ปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบการตรวจสอบ โดยการใช้สิ่งมีชีวิตในน้ำเป็นดัชนีร่วมชี้วัดระดับมลพิษของแหล่งน้ำ(ปราณีต,2554) สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่ใช้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำก็เนื่องมาจากสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้แตกต่างกัน ตั้งแต่สัตว์หน้าดินที่อาศัยอยู่ในน้ำสะอาด ไปจนถึงสัตว์หน้าดินที่สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำที่สกปรกมากๆ ดังนั้นความหลากหลายของสัตว์ดินที่อาศัยอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันจึงเป็นเสมือนตัวแทนที่บ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้เป็นอย่างดี (Morse *et al.*, 2007; Resh, 1996) ดัชนีชีวภาพจึงเป็นข้อมูลที่ใช้สนับสนุนค่าคุณภาพน้ำทางเคมีและกายภาพให้เห็นผลชัดเจน สามารถนำมาใช้ประกอบการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำ และสามารถให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการเฝ้าระวังลำน้ำได้ง่าย

ถึงแม้ว่ากิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชังตามแม่น้ำธรรมชาติในประเทศไทย ได้ขยายตัวและแพร่หลายอย่างรวดเร็วไปทั่วทุกภูมิภาค แต่การตรวจติดตามและการศึกษาผลกระทบจากการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำในประเทศไทย ยังมีการดำเนินการเพียงไม่กี่แห่ง อาทิเช่น นฤมลและคณะ, (2552) ศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำน่าน การศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำชี (วิทยา, 2541; บุญเสถียรและนฤมล,2545) ศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่(กานดา, 2542)ในทะเลสาบสงขลาตอนล่าง ส่วนแหล่งน้ำทางภาคเหนือนั้น ชินุมา, (2547) ได้ศึกษาผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำและความหลากหลายของแพงก์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เมาะ

การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ดัชนีชีวภาพ Belgian Biotic Index (BBI) และดัชนี BMWP/ASTP เพื่อประเมินผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำ และการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร

วิธีดำเนินการศึกษา

สถานที่ทำการศึกษา

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินทั้งสิ้น 12 สถานี (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) ในลำน้ำอูน จังหวัดสกลนคร จำนาน 6 ครั้ง ซึ่งครอบคลุมทุกฤดูกาลในรอบปี ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์หน้าดินทุกๆ 2 เดือน ตั้งแต่เดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 แบ่งสถานีเก็บตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่มดังนี้

สถานีกระชังเลี้ยงปลานิล ในลำน้ำอูน รวม 10 จุด ตั้งแต่ บ้านต้นผึ้ง ตำบลต้นผึ้ง อำเภอพังโคน จังหวัดสกลนคร-บ้านนาคูนใหญ่ ตำบลนาคูนใหญ่อำเภอนาหว้า จังหวัดนครพนม ทั้ง 10 จุดนี้มีกิจกรรมการเลี้ยงปลานิลของกลุ่มเกษตรกรในลำน้ำอูน เก็บตลอดทั้งปีครอบคลุมทุกฤดูกาล

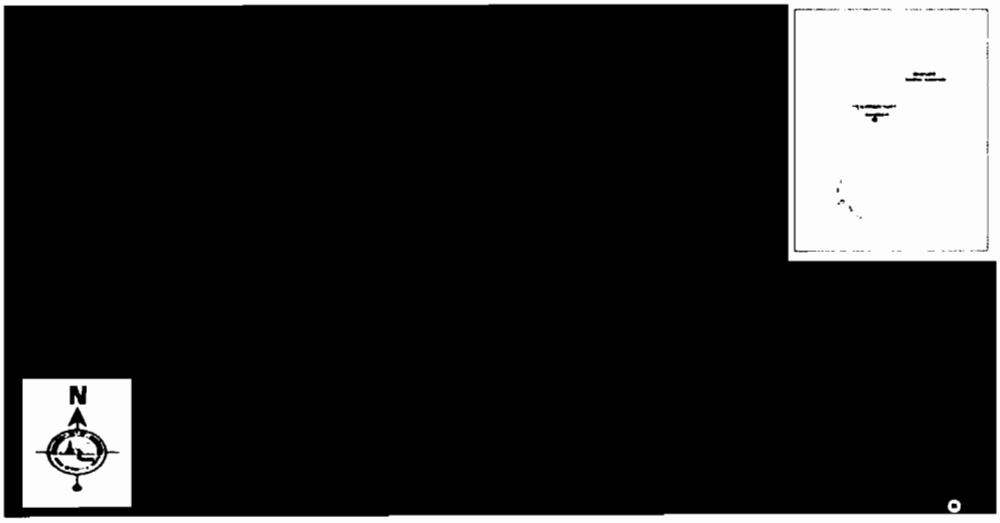
สถานีศึกษาอ้างอิง กำหนดจากพื้นที่ที่ไม่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง 2 แห่ง ได้แก่ลำน้ำบริเวณบ้านต้นผึ้งซึ่งอยู่ต้นน้ำดอนเหนือสุดของสถานีอื่นๆเป็นสถานีอ้างอิงแหล่งที่ 1 และบริเวณลำน้ำบ้านสว่างเป็นสถานีอ้างอิงแหล่งที่ 2

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

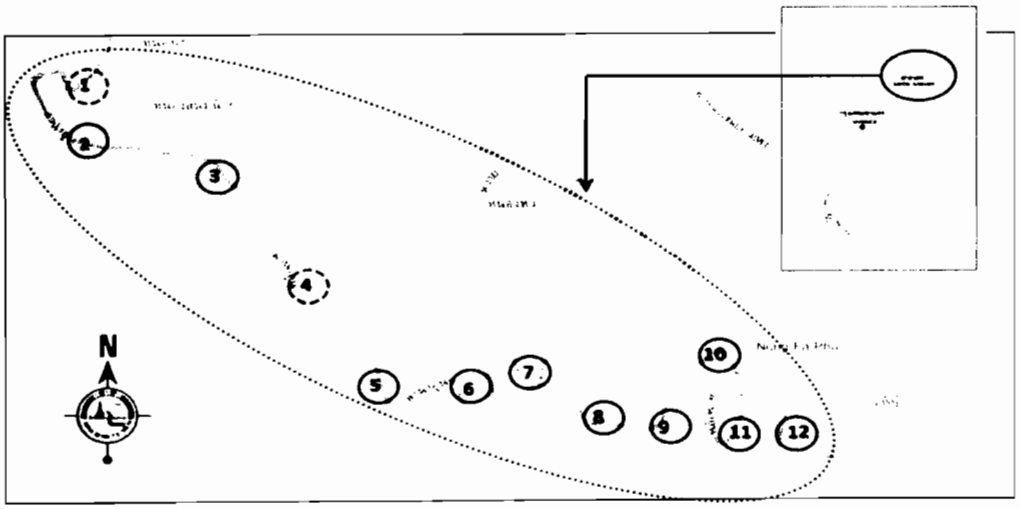
ทำการศึกษาคุณภาพน้ำโดยการวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับผิวน้ำและระดับผิวหน้าดิน โดยใช้กระบอกเก็บน้ำแบบ Kemmerer เพื่อทำการวิเคราะห์ตามวิธีของ (APHA, AWWA and WPCF, 1980) ดังนี้ อุณหภูมิของน้ำ ความโปร่งแสง ความนำไฟฟ้า ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้าง ออร์โธฟอสฟอรัส แอมโมเนีย-ไนโตรเจน, ไนไตรท์-ไนโตรเจนและคลอโรฟิลล์ เอ

ตารางที่ 1 ลักษณะทั่วไป และตำแหน่งที่ตั้งของสถานีศึกษาทั้ง 12 สถานี

สถานีที่	ชื่อสถานี	รหัส	พิกัด	ลักษณะทั่วไป	กิจกรรม
1	บ้านตันผึ้ง 1	CT	17°24'43.2"N 103°49'58.5"E	สมบูรณ์ทางธรรมชาติเป็นคุ้งน้ำ	จุดอ้างอิง 1
2	บ้านตันผึ้ง 2	TP	17°24'34.7"N 103°49'57.2"E	40 กระชัง อัตรา1,000-1,500 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
3	บ้านขัวคอนแคน	KK	17°23'16.0"N 103°50'48.8"E	16 กระชัง อัตรา500 -1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
4	บ้านสว่าง	CS	17°21'52.9"N 103°56'29.7"E	สมบูรณ์ทางธรรมชาติเป็นพื้นที่น้ำธรรมชาติ	จุดอ้างอิง 2
5	บ้านดอนดันม่วง	TM	17°19'29.0"N 103°58'34.5"E	8 กระชัง20 แพอัตรา900-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
6	บ้านพอกใหญ่	PY	17°19'21.1"N 103°59'08.1"E	8 กระชัง 15 แพ อัตรา1,000-1,200 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
7	บ้านดอนสัมพันธ์	SP	17°20'14.7"N 104°01'20.9"E	12 กระชัง 7 แพ อัตรา600-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
8	บ้านท่าวังหิน	TV	17°22'27.3"N 104°02'59.6"E	80 กระชัง อัตรา900-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
9	บ้านนาคอย	NC	17°24'08.5"N 104°06'33.1"E	8 กระชัง 20 แพ อัตรา 900-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
10	บ้านอูนนา	ON	17°25'49.2"N 104°09'48.9"E	12 กระชัง40 แพ อัตรา900-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
11	บ้านอูนยางคำ	OY	17°26'41.8"N 104°09'34.2"E	12 กระชัง3 แพ อัตรา500-700 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล
12	บ้านนาคูณ	NY	17°29'43.0"N 104°08'11.4"E	8 กระชัง15 แพ อัตรา900-1,000 ตัว/กระชัง	กระชังเลี้ยงปลานิล



A



B

ภาพที่ 1 A และ B แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดินและตรวจสอบคุณภาพน้ำ รวม12 สถานี

การเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และจำแนกชนิด

ทำการเก็บตัวอย่างตะกอนดินเพื่อศึกษาวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน โดยใช้ Birge-Ekman Grab ขนาด 15x15 เซนติเมตร ตักตะกอนหน้าดิน โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างสถานีละ 3 ซ้ำ นำตัวอย่างตะกอนดินมาแยกเอาเศษไม้ ใบไม้ และก้อนหินออก แล้วนำไปร่อนผ่านตะแกรง 3 ระดับชั้น ซึ่งมีขนาดช่องตา 0.5, 1 และ 2 มิลลิเมตร ตามลำดับ การร่อนตัวอย่างตะกอนดินเพื่อแยกสัตว์หน้าดินออกมาวิเคราะห์นั้น ใช้น้ำล้างอนุภาคตะกอนดินออกไป ใช้ปากคีบปลายแหลมคีบตัวอย่างสัตว์หน้าดินที่ติดค้างบนตะแกรงร่อนแต่ละชั้นใส่ลงในขวดแก้วที่เตรียมไว้ แล้วทำการล้างดินชั้นล่างสุดในตะแกรงร่อนใส่ลงในขวดแก้ว และคงสภาพตัวอย่างด้วย น้ำยาฟอร์มาลีน 10 % นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ โดยนำตัวอย่างที่ได้จากภาคสนามมาล้าง ใช้ถุงกรองขนาด 315 ไมครอน แยกตัวอย่างออกจากตะกอนและเศษซาก ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แบบสองตา นับจำนวนตัวของแต่ละชนิด แล้วคำนวณเป็นจำนวนตัวต่อตารางเมตร เก็บรักษาตัวอย่างที่คัดแยกได้ในแอลกอฮอล์ 70% เพื่อจำแนกชนิดของตัวอย่างให้ถึงระดับต่ำที่สุด

การวิเคราะห์ข้อมูลดัชนีชีวภาพ

Belgian Biological Index (BBI) เป็นดัชนีประเมินแหล่งน้ำที่ใช้ กลุ่มสัตว์หน้าดินประจำถิ่น ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำได้ไว การคำนวณหา BBI ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพ สามารถอธิบายได้ ตามกลุ่มของ systematic units (De Pauw and Vanhooren, 1983) และทำการเปรียบเทียบค่าการให้คะแนนตาม ตารางมาตรฐานของ Tuffery and Verneaux (1968) จากนั้นจึงทำการแปลความหมายตามเกณฑ์ดัชนีชีวภาพ คือ หมายเลขสูงสุดของดัชนี (10) หมายถึง คุณภาพน้ำ อยู่ในเกณฑ์ปราศจากการปนเปื้อนของมลพิษ และ เรียงลำดับลดหลั่นไปจนถึงดัชนี (0) ซึ่งหมายถึงคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์มีการปนเปื้อนมลพิษรุนแรง ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การแปลความหมายของดัชนีชีวภาพ Belgian Biological Index (BBI)

ระดับ	คะแนน **BBI**	ความหมาย
I	10-9	ปราศจากการปนเปื้อน
II	8-7	ปนเปื้อนเบาบาง
III	6-5	ปนเปื้อนปานกลาง
IV	4-3	ปนเปื้อนมาก
V	2-0	ปนเปื้อนรุนแรง

การวิเคราะห์ดัชนีชี้ BMWP (Biological Monitoring Working Party) Score และคะแนนเฉลี่ย ASPT (Average Score per Taxa) ดำเนินการตามวิธีของ Mustow, (2002) ค่า BMWP Score คือค่าคะแนนที่บ่งบอกถึงคุณภาพน้ำ ที่กำหนดให้แก่สัตว์หน้าดินแต่ละชนิดหรือแต่ละกลุ่มซึ่งมีความทนทานต่อสภาพมลพิษหรือปริมาณออกซิเจนในน้ำแตกต่างกันไป เป็นระบบคะแนนซึ่งมีพื้นฐานจากวินิจฉัยถึงระดับวงศ์และไม่เฉพาะเจาะจงเพียงแม่น้ำหรือพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่ง ได้รับความสนใจและนำไปใช้ใน

การประเมินคุณภาพแหล่งน้ำอย่างกว้างขวาง โดยมีหลักการพิจารณาคือ จะกำหนดคะแนนสูงจากกลุ่มสัตว์ที่มีความทนทานต่ำ ลงมาจนถึงที่มีความทนทานสูงขึ้น เนื่องจากกลุ่มที่มีคะแนนมากจะมีอัตราการเผาผลาญสูง ใช้ระบบหายใจทางเหงือก จึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจสูง ส่วนกลุ่มที่มีคะแนนน้อยจะหายใจผ่านผิวหนังเป็นกลุ่มที่ต้องการออกซิเจนต่ำหรือเกือบไม่ใช้ออกซิเจนเลย นำคะแนน BMWP Score ของสัตว์หน้าดินแต่ละชนิดมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนชนิดของสัตว์หน้าดินที่พบในสถานีศึกษา ได้เป็นคะแนนเฉลี่ย (average score per taxa = ASPT) คะแนนเฉลี่ยนี้จะชี้ถึงสภาวะการเสื่อมคุณภาพเนื่องจากการได้รับสารอินทรีย์ในแหล่งน้ำผิวดิน (surface waters) ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับชั้นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ตารางเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ย (ASPT) จากการศึกษาสัตว์หน้าดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และคุณภาพน้ำทั่วไป

คะแนนเฉลี่ย (ASPT)	ระดับ	คุณภาพน้ำทั่วไป
1-2 จัดอยู่ใน	V	น้ำสกปรก
3-4 จัดอยู่ใน	IV	น้ำค่อนข้างสกปรก
5-6 จัดอยู่ใน	III	น้ำคุณภาพปานกลาง
7-8 จัดอยู่ใน	II	น้ำคุณภาพค่อนข้างดี
9-10 จัดอยู่ใน	I	น้ำคุณภาพดีจัดเป็นน้ำสะอาด

ผลการศึกษา

ผลการตรวจวัดและวิเคราะห์คุณภาพน้ำในตารางที่ 4 พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนในน้ำในสถานีที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะต่ำกว่าสถานีอ้างอิง จาก 4.7 mg/L และ5.3 mg/L ในสถานีอ้างอิงทั้งสอง (สถานีที่ 1 และ 4) ลดลงเป็น 3.9 mg/L ในสถานีที่ 8 ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่นๆ ไม่มีความแตกต่างอย่างชัดเจน ในทุกสถานีที่ตรวจวัด

Table 4. Mean values of physico-chemical parameters measured along the sampling sites located in in Sakonnakorn Province, Northeastern Thailand. (Aprill,2012-February, 2013).

Parameters	Sampling sites											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dissolved Oxygen (mg/L)	4.7	4.1	4.2	5.3	4.0	4.0	4.0	3.9	4.1	4.7	4.4	4.6
Temperature (°C)	27.6	28.1	27.7	28.3	28.3	28.0	27.1	27.1	27.5	28.3	28.1	27.3
pH	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.5	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6
Hardness (mg/L $CaCO_3$)	37.60	38.20	39.40	41.80	45.00	45.00	45.40	44.20	43.00	41.80	44.40	44.80
Alkalinity (mg/L $CaCO_3$)	12.80	12.80	13.40	13.80	14.80	14.60	13.60	14.00	15.60	15.60	16.20	16.20
NH_3-N (mg/L)	0.24	0.23	0.24	0.30	0.32	0.44	0.39	0.36	0.27	0.18	0.19	0.13
NO_2-N (mg/L)	0.10	0.10	0.11	0.13	0.11	0.12	0.13	0.14	0.13	0.11	0.11	0.14
Ortho Phosphate (mg/L)	0.36	0.33	0.34	0.38	0.37	0.42	0.36	0.38	0.44	0.42	0.43	0.43
Chlorophyll-a (mg/L)	0.51	0.54	0.62	0.47	0.39	0.40	0.41	0.30	0.36	0.41	0.48	0.51
Conductivity (µS/cm)	316.00	315.00	250.17	262.33	240.17	230.50	224.00	216.50	233.83	237.17	245.33	303.17
Transparency (cm)	37	31	34	34	29	29	29	31	31	31	32	36
Velocity (m/s)	0.12	0.06	0.08	0.20	0.20	0.18	0.41	0.41	0.21	0.36	0.28	0.20
Depth (m)	3.57	2.85	2.50	2.88	3.00	3.00	3.08	3.43	2.93	3.25	3.30	3.02

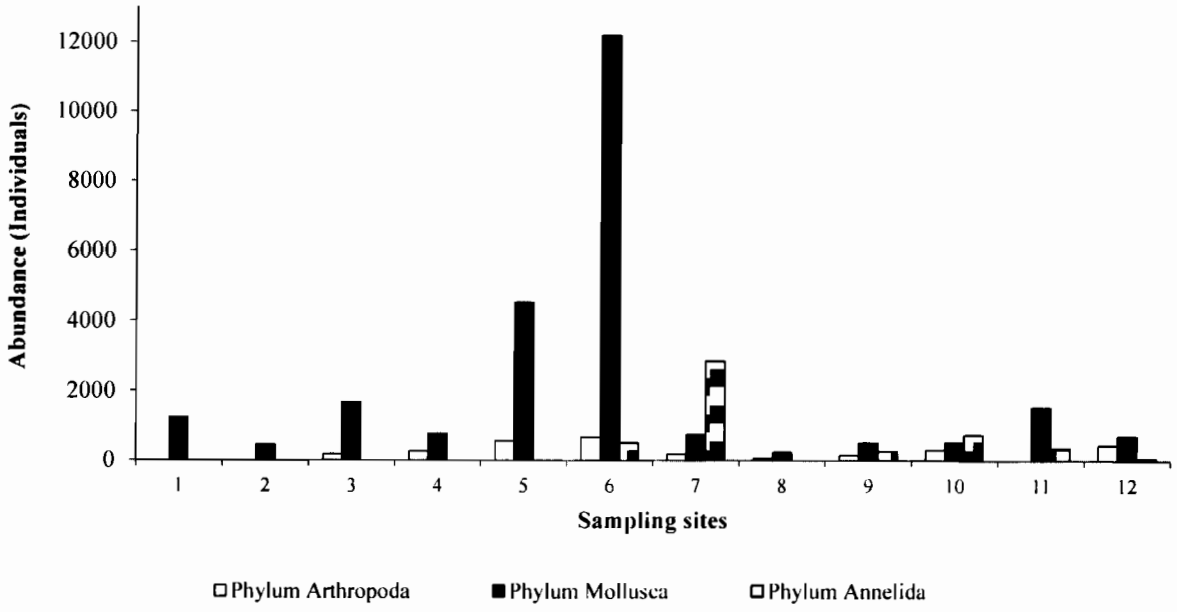
ชนิดและปริมาณของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน

ผลการรวบรวมสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในเดือนเมษายน 2555 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2556 ในทุกสถานีที่ศึกษา พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 3 ไฟลัม คือ Arthropoda, Mollusca, และ Annelida และจัดจำแนกได้ 14 วงศ์ 20 สกุล ดังรายระเอียดในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเฉลี่ย (ตัวต่อตารางเมตร) ที่ใน 12 สถานีของการสำรวจในลำน้ำอูน ระหว่างเดือนเมษายน 2555 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2556 รวมทั้งค่าดัชนีชีวภาพของน้ำของแต่ละสถานี

	Sampling sites											
Taxa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Phylum Arthropoda												
Gomphoides	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arigomphus	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	0	0
Hexagenia	0	0	30	209	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecnomus	0	15	0	60	0	0	0	0	0	0	0	0
Chironomidae	0	0	149	0	549	668	179	0	149	312	15	446
Phylum Mollusca												
Hyriopsis	0	0	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0
Scabies	0	0	15	45	0	0	0	0	0	15	0	0
Ensidens	0	0	105	60	0	0	0	0	0	75	90	0
Pilsbryoconcha	30	0	15	0	60	15	0	0	0	0	0	0
Anulotaia	30	90	60	60	1172	1660	416	149	446	194	1173	194
Clea	0	0	0	0	164	0	0	0	0	14	0	0
Idiopama	60	0	0	0	431	194	75	0	15	0	0	149
Melanoides	0	0	0	0	1053	9395	104	0	15	89	30	0
Lymnaea	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89	149
Scaphula	0	0	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0
Corbiculiidae	1113	343	1455	579	1603	935	149	45	30	134	150	209
Limnoperna	0	15	0	15	45	0	0	0	0	0	0	0
Phylum Annelida												
Chaetogaster	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Branchiura	0	0	15	0	0	0	60	0	119	60	0	60
Tubifex	0	0	0	0	0	504	2801	0	149	667	356	0
Total	1263	463	1859	1043	5077	13371	3784	299	923	1560	1903	1207
Number of taxa	6	4	9	8	9	7	6	5	7	9	6	7
BBI	6	6	6	7	6	6	6	6	6	5	6	5
BMWP	49	40	82	85	110	99	44	37	43	63	77	35
BBI class	III	III	III	**II**	III	III	III	III	III	III	III	III
BMWP class	III	III	III	**II**	III	III	III	III	III	III	III	**IV**
	MP	MP	MP	SP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	MP	**HP**

MP: Moderately polluted, SP: Slightly polluted, HP: Heavily polluted



ภาพที่ 2 แสดงปริมาณของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 3 ไฟลัมที่กระจายอยู่ใน 12 สถานีศึกษา

สัตว์ในไฟลัม Mollusca เป็นกลุ่มที่พบมากที่สุดในทุกสถานีสำรวจ (ภาพที่2) โดยชนิดที่มีโอกาสพบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Anulotaia และ Corbiculidae พบในทุกจุดเก็บตัวอย่าง และพบการกระจายของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Hyriopsis, Corbicula., Limnoperna, Scabies, Lymnaea., Clea, Gomphoides, Chironomidae, Pilsbryoconcha, Anulotaia และ Tubifex. ในพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังของลำน้ำอูน ส่วนในบริเวณที่ไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังจะพบชุมชนสัตว์หน้าดินในกลุ่ม Ensidens, Hexagenia และ Ecnomus ซึ่งจะพบมากในบริเวณที่มีคุณภาพน้ำค่อนข้างดี

ผลการคำนวณค่า Belgain Biotic Index (BBI) **และ** BMWP/ASTP

ผลการคำนวณดัชนีสิ่งมีชีวิต Belgian Biological Index (BBI) และ Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score และคะแนนเฉลี่ย Average Score per Taxa (ASTP) ที่แสดงในตารางที่ 5 ค่า BBI พบว่ามีค่าตั้งแต่ 5 ในสถานีที่ 8 ถึง 7 ในสถานีที่ 4 ส่วนค่า BMWP พบว่า มีค่าตั้งแต่ 35 (สถานีที่ 12) ถึง 110 (สถานีที่ 5) ผลการประเมินคุณภาพตามวิธีการของใช้ดัชนีชีวภาพทั้งสอง พบว่ามีระดับคุณภาพใกล้เคียงกันโดยบริเวณที่มีกระชังเลี้ยงปลาเกือบทั้งหมดมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ III คือ ปนเปื้อนปานกลาง ต่างกันเพียงสถานีที่ 12 คือจุดเก็บน้ำกระชังเลี้ยงปลาบ้านนาคูน ที่ถูกจัดว่ามีคุณภาพน้ำระดับIVคือปนเปื้อนมากด้วยดัชนี BMWP/ASTP ส่วนจุดที่ไม่มีการกระชังเลี้ยงปลามีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับ II คือปนเปื้อนเบาบาง

วิจารณ์ผลการศึกษา

จากการพบว่าชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Ensidens sp.*, *Hexagenia sp.*และ *Ecnomus sp.* มีปริมาณสูง ในจุดเก็บตัวอย่างที่เป็นจุดอ้างอิง มีปริมาณค่าออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูง

เนื่องจากสัตว์กลุ่มนี้ใช้ระบบหายใจทางเหงือก มีอัตราการเผาผลาญสูง จึงจำเป็นต้องใช้ออกซิเจนในการหายใจ ทนความเป็นพิษได้น้อยมักพบในที่มีการปนเปื้อนน้อย ซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการเลี้ยงปลาค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนกลุ่มที่มีคะแนนน้อยจะหายใจผ่านผิวหนังเป็นกลุ่มที่ต้องการออกซิเจนต่ำหรือเกือบไม่ใช้ออกซิเจนเลย จะพบมากในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังและพบสัตว์หน้าดินในกลุ่มที่ทนความเป็นพิษของน้ำได้มาก คือ *Chironomidae sp.,* และ *Tubifex sp.* และสัตว์หน้าดินในกลุ่มของหอยเป็นกลุ่มผู้ย่อยสลายเศษอาหาร มูลปลา เป็นกลุ่มสัตว์ที่พบมากที่สุดในลำน้ำอูน

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินในลำน้ำอูน พบ 3 ไฟลัม 14 วงศ์ 20 สกุล ชนิดที่มีโอกาสพบมากที่สุดอยู่ในวงศ์ Viviparidae และ Corbiculidae พบในทุกจุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งปริมาณเฉลี่ยสัตว์หน้าดิน 136.72ตัวต่อตารางเมตร และพบโครงสร้างชุมชนของสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Hyriopsis sp., Corbicula sp., Limnoperna sp., Scabies sp., Lymnaea sp., Clea sp., Gomphoides sp., Chironomidae sp., Pilsbryoconcha sp., Anulotaia sp* และ *Tubifex sp.* ในพื้นที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังของลำน้ำอูน

เมื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในที่ไม่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชัง ค่าคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี ตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน และพบสัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Ensidens sp., Hexagenia sp.*และ *Ecnomus sp.* เป็นกลุ่มสัตว์หน้าดินที่ต้องการปริมาณออกซิเจนในการหายใจและทนต่อความเป็นพิษของน้ำได้น้อยจึงมักพบในแหล่งที่คุณภาพดี ส่วนในบริเวณที่มีการเลี้ยงปลานิลในกระชังค่าคุณภาพน้ำจะอยู่ในระดับปานกลาง โดยจะพบค่าแอมโมเนีย ค่าไนไตรท์ ออร์โธฟอสเฟตมีแนวโน้มสูงกว่า บริเวณที่ไม่มีกิจกรรมการเลี้ยงปลาในกระชัง เป็นผลมาจากการสลายตัวของมูลปลา และจากอาหารที่เหลือ สัตว์หน้าดินในกลุ่ม *Hyriopsis sp., Corbicula sp., Limnoperna sp., Scabies sp., Lymnaea sp., Clea sp., Gomphoides sp., Chironomidae sp., Pilsbryoconcha sp., Anulotaia sp* และ *Tubifex sp.* จะทำหน้าที่ย่อยสลายเศษอาหารบริเวณใต้กระชังปลา ซึ่งเป็นสัตว์ที่ทนต่อสภาวะความเป็นพิษได้สูง ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าดัชนี BBI และ BMWP/ASTP

การศึกษาครั้งนี้ พบว่าดัชนีชีวภาพทั้ง 2 ค่าแสดงผลที่สอดคล้องกันเป็นส่วนใหญ่คือ ระดับคุณภาพน้ำผิวดินของสถานีอ้างอิงมีความปนเปื้อนน้อยกว่าสถานีที่การเลี้ยงปลานิลในกระชังของลำน้ำอูน อย่างไรก็ตามในสถานีที่ดัชนีทั้งสอง แสดงระดับความปนเปื้อนแตกต่างกันคือสถานีที่ 12 จะพบว่า ระดับคุณภาพน้ำที่แสดงด้วยคะแนนของ BMWP/ASTP จะปนเปื้อนมากกว่า ซึ่งน่าจะบ่งชี้ว่า ดัชนี BMWP/ASTP มีความไวต่อมลภาวะกว่าดัชนี BBI ลักษณะเช่นเดียวกันนี้พบในรายงานการศึกษาของ Graca et.al,(2004) เมื่อพิจารณาจากความละเอียดของการจำแนกทางอนุกรมวิธานของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่ใช้ในการคำนวณค่าดัชนีชีวภาพทั้งสองนั้น BMWP/ASTP ใช้การจำแนกเพียงระดับกลุ่มชนิด (Taxa) ส่วนดัชนี BBI ต้องทราบถึงระดับ Family และ Genus ในการคำนวณ ดังนั้นในกรณีนี้การดัชนี BMWP/ASTP ในการประเมินคุณภาพแหล่งน้ำทางชีวภาพจะสะดวกกว่าเนื่องจากใช้ความละเอียดในการจำแนกทางอนุกรมวิธานน้อยกว่า

เอกสารอ้างอิง

กานดา เรืองหนู. ผลกระทบของการเลี้ยงปลากระพงขาว *Lates calcarifer* (Bloch) ในกระชังต่อความหลากหลายของสัตว์หน้าดินขนาดใหญ่ บริเวณบ้านล่างท่าเสา. ภาควิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2542.

กรมควบคุมมลพิษ. คู่มือการตรวจสอบคุณภาพน้ำด้วยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง. สำนักจัดการคุณภาพ น้ำกรมควบคุมมลพิษ, 2548.

ชินุมา ปิ่นเกตุ.ผลกระทบของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำ และความหลากหลายของแพลงค์ตอนพืชในอ่างเก็บน้ำบริเวณโรงไฟฟ้าแม่เมาะ.วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 164 หน้า 2547.

นฤมล นาคมี อาวีระ ภัคมาตร์ พิสิษฐ์ ศรีกัลยานิวาท เดชา งามนิกุลชลิน อนุภาพ ทิพย์นพคุณ สุขสมาน สังโยคะ. ผลกระทบจากการเลี้ยงปลาในกระชังต่อคุณภาพน้ำในลำน้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. 2552.

บุญเสถียร บุญสูง และนฤมล แสงประดับ. ผลของการเลี้ยงปลาในกระชังต่อชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในลำน้ำชี. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 30(4): 228-240, 2545.

ปราณีต งามเสน่ห์. การติดตามตรวจสอบและตัวชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีววิทยาของระบบนิเวศแหล่งน้ำจืด. สาขาวิชาประมง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 208 หน้า, 2554.

สำนักงานประมงจังหวัดสกลนคร. รายชื่อเกษตรกรผู้เลี้ยงปลานิลในกระชังจังหวัดสกลนคร, 2554.

สำนักงานประมงจังหวัดนครพนม. สรุปข้อมูลเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ, 2554.

APHA, AWWA and WPCF. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater American Public Health Association, Washington D.C. 1,134 pp, 1980.

Morse, J.C., Bae, Y.J., Munkhjargal, G., Sangpradub, N., Tanida, K., Vshivkova, T.S., Wang, B.X., Yang, L.F. and Yule, C.M. 2007. Freshwater biomonitoring with macroinvertebrates in East Asia. Frontiers in Ecology and the Environment 5: 33-42.Mustow, S.E. 2002. Biological monitoring of rivers in Thailand ; Use and adaptation of the BMWP Score, Hydrobiologia 479:191-229.

Mustow, S.E. Biological monitoring of rivers in Thailand: use and adaptation of the BMWP score. Hydrobiologia 479(1): 191-229, 2002.

Resh, V. H., Myers, M. J. and Hannaford, M. J. 1996. Macroinvertebrates as biotic indicator of enviromental quality In Methods in Stream Ecology H. R. and G. A. KLambrti (Eds.), Acadermic Press, California.

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายนนธวัช ก้อนแพง

ภูมิลำเนา จังหวัดสกลนคร

ประวัติการศึกษา มัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่โรงเรียนธาตุนารายณ์วิทยา
จังหวัดสกลนคร ปีการศึกษา 2545
วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาประมง
คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน
วิทยาเขตสกลนคร ปีการศึกษา 2550

ที่อยู่ปัจจุบัน 172 หมู่ 5 ตำบลวังยาง อำเภอพรรณานิคม จังหวัดสกลนคร
โทรศัพท์ 0821050264
E-mail address: nontawat1921@hotmail.com