

การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีน

เอกธ แก้วขาว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาชีววาริชศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

เมษายน 2550

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เอกอรร แก้วขาว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์
.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ ชีวาพร)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นตะจิตร์)
.....กรรมการ
(Professor Frederick William H. Beamish)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า
.....ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ ชีวาพร)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นตะจิตร์)
.....กรรมการ
(Professor Frederick William H. Beamish)
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงนุช ตั้งเกริกไธพาร)
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวาริชศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 30 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2550

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก รองศาสตราจารย์ ดร. วรวิทย์ ชีวาพร
ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วิญญิต มั่นทะจิตร และ Professor
Dr. Frederick William H. Beamish กรรมการที่ปรึกษา ตลอดจนรองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงศ์
วุฒิพันธุ์ชัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นงนุช ตั้งเกริกโอฬาร กรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์
ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่
ด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณกลุ่มเพื่อนที่ช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่างภาคสนาม และน้อง ๆ โดยเฉพาะ
นางสาวนันทยา แป้นถึง ที่ช่วยเหลือประสานงานเกี่ยวกับการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ตลอดจน
ทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
สำเร็จลงได้ด้วยดี

เอกกร แก้วขาว

46910502: สาขาวิชา: วาริชศาสตร์; วท.ม. (วาริชศาสตร์)

คำสำคัญ: สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน/ แม่น้ำท่าจีน/ การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อม

เอกอ. แก้วขาว: การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีน

(BIOASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY OF THE THACHIN RIVER) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: วรวิทย์ ชีวาพร, Ph.D., วิญญิต มั่นทะจิตร, Ph.D., FREDERICK WILLIAM H. BEAMISH, Ph.D. 149 หน้า. ปี พ.ศ. 2550.

จากการเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ คุณภาพน้ำ และตะกอนดินในแม่น้ำท่าจีน 9 สถานีครอบคลุมตอนบน ตอนกลาง และตอนล่างของแม่น้ำ ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2547 (ฤดูหนาว) เดือนมีนาคม 2548 (ฤดูร้อน) และเดือนพฤษภาคม 2548 (ฤดูฝน) เพื่อศึกษาความหลากหลายทางชนิด และองค์ประกอบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อม ตลอดจนประเมินและจัดประเภทคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีนด้วยตัวแปรทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ ผลการศึกษาทั้งจากการประเมินด้วยคุณภาพน้ำ สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน และดัชนีชีวภาพ พบแม่น้ำท่าจีนอยู่ในภาวะเสื่อมโทรม โดยตอนบนมีคุณภาพน้ำดีกว่าตอนล่าง และสัตว์ที่เป็นชนิดเด่นแทบทุกสถานีคือ สัตว์ในวงศ์ Turbificidae ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตบ่งชี้ภาวะความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ นอกจากนี้ แม่น้ำท่าจีนยังสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะคุณภาพน้ำและตะกอนดิน ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการจัดการสิ่งแวดล้อม คือ บริเวณปากแม่น้ำ (TC01) ซึ่งนอกจากคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมแล้ว ยังมีลักษณะเฉพาะของระบบนิเวศน้ำกร่อย โดยค่าความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณฟอสเฟต และปริมาณบีโอดีสูงกว่าสถานีอื่น ๆ บริเวณตอนล่างและตอนกลางของแม่น้ำบางสถานี (TC07 TC13 TC15 และ TC17) ซึ่งคุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมมาก พบปริมาณไนไตรท์ ในไตรท์ แอมโมเนีย บีโอดี อนุภาคดินร่วนและดินเหนียว และมีปริมาณสารอินทรีย์ในดินสูงกว่าสถานีตอนบนของแม่น้ำ ตลอดจนมีปริมาณสัตว์ในวงศ์ Turbificidae มาก และบริเวณตอนบนและตอนกลางของแม่น้ำ 1 สถานี (TC22 TC23 TC25 และ TC28) ซึ่งคุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรมน้อยกว่าบริเวณอื่น พบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูง ปริมาณสารอาหารต่ำ นอกจากนี้ยังประกอบด้วยอนุภาคทราย และมีปริมาณสารอินทรีย์ต่ำ อย่างไรก็ตามพบสัตว์ในวงศ์ Turbificidae มากแต่มีความซุกซมน้อยกว่ากลุ่มบริเวณตอนล่างและตอนกลางของแม่น้ำบางสถานี ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ชนิดเด่น คือ Turbificidae กับปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมพบมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ที่มีค่าออกซิเจนละลายน้ำต่ำ และมีปริมาณไนไตรท์ และปริมาณดินร่วนและดินเหนียวสูง นอกจากนี้สามารถประยุกต์ใช้ดัชนี The Biological Monitoring Working Party^{THAI} (BMWP^{THAI}) ในการประเมินคุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนแบบเร็วได้ เนื่องจากผลที่ได้ไม่แตกต่างกับการประเมินด้วยวิธีอื่น แต่สามารถตรวจวัดได้อย่างรวดเร็ว จำแนกได้ง่าย และเสียค่าใช้จ่ายน้อย แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อจำกัด จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งจะทำให้การประเมินด้วยดัชนี BMWP^{THAI} มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

46910502: MAJOR: AQUATIC SCIENCE; M.Sc. (AQUATIC SCIENCE)

KEYWORDS: BENTHIC MACROINVERTEBRATE/ THE THACHIN RIVER/ RAPID
ASSESSMENT

EAK-ON KEAWKHAO: BIOASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL QUALITY
OF THE THACHIN RIVER. THESIS ADVISOR: VORAVIY CHEEVAPORN, Ph.D.,
VIPOOSIT MANTHACHITRA, Ph.D., FREDERICK WILLIAM H. BEAMISH, Ph.D. 149 P.
2007.

Samples on benthic macroinvertebrate, water quality and sediment in the Thachin River were collected in November (Winter) 2005, March (Dry Season) and May (Rainy Season) 2006. There were nine sampling stations covering the upper, middle and lower parts of the Thachin River. The aims of this study were to examine the richness and composition of the benthic macroinvertebrate along the Thachin River, to study the relation between sediment, water quality and the variation of benthic community along the Thachin River and to classify water quality of the Thachin River by integrating physicochemical and biological variables. The study results revealed that the degradation of the Thachin river was evident as indicated by water physiochemical parameters, benthic macroinvertebrates and biotic indices. Water quality in the upstream was better than that the downstream. Oligochaete, Tubificidae which was an indicator taxa for pollution, was the dominant taxa. In addition, this river could be classified into three groups, depending on water quality and sediment characteristics. Firstly, the area of the river mouth (TC01) where water quality was in the deteriorated state and was characterized by brackish water ecosystem. Concentration of Salinity, Conductivity, Phosphate and BOD were higher than those in other stations. Secondly, the area of the lower part and some stations of the middle part (TC07, TC13, TC15 and TC17) where water quality was most deteriorated, the concentration of nitrite, nitrate, ammonia, BOD, the percentage of silt and clay, organic matter in sediment and Tubificidae were higher than those in the upstream. Lastly, in the area of the upper part and one station of the middle part (TC22, TC23, TC25 and TC28) where water quality was least deteriorated because the concentration of DO and nutrient were low. Moreover, this area was consisted of sand particle and low concentration of organic matter. However, Tubificidae was dominant in this area but was less abundant in the other stations. Furthermore, the correlation

among the dominant taxa, Tubificidae, and other environmental factors showed that DO, nitrite and the percentage of silt and clay were correlated with this organism. In addition, biotic index named the Biological Monitoring Working Party^{THAI} (BMWP^{THAI}) which had been developed in the Ping River could be employed for rapid assessment in the Thachin River because it did not alter the way in which the sites were classified, as easy to use and less costly. However, some further investigation was recommended.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ข
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมุติฐานของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ข้อจำกัดในการตรวจวัดทางกายภาพและเคมี.....	5
ข้อดีในการตรวจวัดทางชีวภาพ.....	6
ลักษณะสิ่งมีชีวิตที่นิยมใช้เป็นดัชนีบ่งบอกสถานะของแหล่งน้ำ.....	7
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ (Benthic Macroinvertebrate).....	8
ชนิดของสัตว์หน้าดิน.....	9
ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่..	11
การใช้สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่เป็นดัชนีบ่งชี้	
(Indicator Species).....	12
การศึกษาหรืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	16
สภาพทั่วไปของกลุ่มน้ำท่าจีน.....	33
การใช้ประโยชน์พื้นที่ในเขตกลุ่มน้ำท่าจีน.....	34
ประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน.....	35
แหล่งกำเนิดมลพิษในกลุ่มแม่น้ำท่าจีน.....	43
คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน.....	45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	51
พื้นที่ศึกษา.....	51
ปัจจัยที่ทำการศึกษา.....	52
ระยะเวลาดำเนินการศึกษา.....	53
รายการอุปกรณ์.....	53
แผนการเก็บข้อมูล.....	55
วิธีการเก็บตัวอย่าง.....	55
การวิเคราะห์ตัวอย่าง.....	56
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	60
4 ผลการศึกษา.....	64
คุณภาพน้ำและตะกอนดิน.....	64
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน.....	74
การประเมินและการจัดประเภทคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวแปรร่วมทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ และความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ขนาดใหญ่ กับปัจจัยสิ่งแวดล้อม.....	82
แนวทางในการจัดประเภทคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีทางชีวภาพ.....	97
5 อภิปรายและสรุปผลการศึกษา.....	99
คุณภาพน้ำและตะกอนดิน.....	99
สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน.....	100
ความสัมพันธ์ของดัชนีชีวภาพ (Biotic Indices) กับคุณภาพน้ำ.....	102
การประเมินคุณภาพน้ำ โดยใช้ตัวแปรร่วมทางกายภาพ เคมีและชีวภาพและ ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่ กับปัจจัย สิ่งแวดล้อม.....	103
การประเมินและจัดประเภทคุณภาพน้ำ โดยใช้ดัชนีทางชีวภาพ.....	105
สรุปผลการศึกษา.....	106
บรรณานุกรม.....	110

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	115
ภาคผนวก ก คุณภาพน้ำ บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในแต่ละฤดูกาล.....	116
ภาคผนวก ข ปริมาณสารอินทรีย์ ในตะกอนดิน และขนาดอนุภาคตะกอนดิน บริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	120
ภาคผนวก ค คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนจากการประเมินด้วยดัชนีคุณภาพน้ำ.....	124
ภาคผนวก ง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่ บริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	126
ภาคผนวก จ การประเมินทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีน ปี 2547-2548.....	136
ภาคผนวก ฉ ภาพสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่.....	141
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	149

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 แผนการดำเนินงาน.....	4
2 สเกลมาตรฐานเวนต์เวิร์ท.....	12
3 ค่าความหนาแน่นและองค์ประกอบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ขนาดใหญ่ของแหล่งน้ำที่ยังไม่ได้รับผลกระทบ.....	21
4 การจำแนกกลุ่มสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณ อ่าว Chesapeake.....	23
5 ค่าความอ่อนไหวของสิ่งมีชีวิตจากดัชนีทางชีวภาพ The BMWP Score ^{THAI}	31
6 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน.....	38
7 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	52
8 วิธีการเก็บรักษาตัวอย่าง และระยะเวลาที่สามารถเก็บรักษาตัวอย่าง.....	56
9 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทะเล.....	57
10 คุณภาพน้ำและตะกอนดินบริเวณแม่น้ำท่าจีน วันที่ 28 พ.ย. 2547 ถึง วันที่ 25 พ.ค. 2548.....	65
11 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์คุณภาพน้ำและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หน้าดินขนาดใหญ่.....	96
12 การประเมินคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยใช้ดัชนีคุณภาพน้ำและ ดัชนีทางชีวภาพ.....	97
13 ความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีคุณภาพน้ำ จำนวนสิ่งมีชีวิตรวมที่พบ ดัชนี ความชุกชุมทางชนิด และดัชนีความหลากหลาย กับค่า BMWP ^{THAI}	98
14 คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2547 (ฤดูหนาว).....	117
15 คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2548 (ฤดูร้อน).....	118
16 คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน พฤษภาคม 2548 (ฤดูฝน).....	119
17 ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Matter) ในตะกอนดิน และขนาดอนุภาค ตะกอนดิน (Particle Size) บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2547 (ฤดูหนาว).....	121

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
18 ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Matter) ในตะกอนดิน และขนาดอนุภาค ตะกอนดิน (Particle Size) บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2548 (ฤดูร้อน).....	122
19 ปริมาณสารอินทรีย์ (Organic Matter) ในตะกอนดิน และขนาดอนุภาค ตะกอนดิน (Particle Size) บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2548 (ฤดูฝน).....	123
20 คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนจากการประเมินด้วยดัชนีคุณภาพน้ำ.....	125
21 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2547 (ฤดูหนาว).....	127
22 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2548 (ฤดูร้อน).....	130
23 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำดินขนาดใหญ่บริเวณแม่น้ำท่าจีน ระหว่างเดือน พฤษภาคม 2548 (ฤดูฝน).....	133
24 ค่าเฉลี่ยการประเมินทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีน ปี 2547-2548.....	137
25 การประเมินทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน พฤศจิกายน-ธันวาคม 2547 (ฤดูหนาว).....	138
26 การประเมินทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน กุมภาพันธ์-มีนาคม 2548 (ฤดูร้อน).....	139
27 การประเมินทางชีวภาพบริเวณแม่น้ำท่าจีนระหว่างเดือน พฤษภาคม 2548 (ฤดูฝน).....	140

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 ตัวอย่างลักษณะการอยู่อาศัยของสัตว์หน้าดิน.....	10
2 ตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินที่นิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ.....	13
3 <i>Capitella capitata</i>	14
4 การเปลี่ยนแปลงจำนวนและชนิดของสิ่งมีชีวิตตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณ สารอินทรีย์.....	15
5 สัตว์ในกลุ่ม EPT.....	17
6 ความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณพื้นที่อ่างอิง.....	19
7 ความชุกชุมของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินขนาดใหญ่บริเวณห้วยแขยง.....	20
8 แบบจำลองรูปภาพ (Graphical Model) ของพื้นที่ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากมลพิษ บริเวณอ่าว Chesapeake.....	25
9 เปรียบเทียบแบบจำลองกับพื้นที่ที่มีค่า DO ต่ำ บริเวณอ่าว Chesapeake.....	26
10 เปรียบเทียบแบบจำลองกับพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนโลหะหนัก และ Semi-Volatile Organic Compounds ในตะกอนดิน.....	26
11 ชนิดและปริมาณสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน บริเวณทะเลสาบสงขลา.....	28
12 ไม้เคียนทะเลวงศ์ Capitellidae สกุล <i>Heteromastus filiformis</i>	29
13 สัตว์หน้าดินชนิด <i>Apseudes sapensis</i>	29
14 พื้นที่บริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	33
15 ประเภทของแหล่งน้ำในแม่น้ำท่าจีน.....	36
16 สัดส่วนของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ในลุ่มน้ำท่าจีน.....	43
17 สัดส่วนของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ในลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง....	44
18 สัดส่วนของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ในลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลาง...	44
19 สัดส่วนของน้ำเสียจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทต่าง ๆ ในลุ่มน้ำท่าจีนตอนบน.....	45
20 คุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนปี 2546.....	45
21 ปริมาณออกซิเจนละลายในแม่น้ำท่าจีนช่วง 10 ปี.....	48
22 ปริมาณความสกปรกในรูปสารอินทรีย์ในแม่น้ำท่าจีน 10 ปี.....	48
23 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคอกโคลิฟอร์มในแม่น้ำท่าจีน 10 ปี.....	49
24 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	51

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
25 แผนผังการเก็บข้อมูล.....	55
26 สามเหลี่ยมแยกชนิดตะกอนดิน.....	58
27 คุณภาพน้ำแม่น้ำท่าจีนจากการประเมินด้วยดัชนีคุณภาพน้ำ (WQI).....	66
28 ปริมาณออกซิเจนละลายบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	67
29 ปริมาณบีโอดีบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	67
30 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	68
31 ปริมาณฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	68
32 ปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจนบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	69
33 ร้อยละปริมาณอนุภาคดินร่วนและดินเหนียวบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	71
34 ร้อยละปริมาณสารอินทรีย์ในตะกอนดินบริเวณแม่น้ำท่าจีน.....	72
35 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณอนุภาคทรายและปริมาณสารอินทรีย์ใน ตะกอนดิน.....	72
36 ชนิด ความขรุขระ และองค์ประกอบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเฉลี่ย (ตัว/ ตร.ม.) เดือนพฤศจิกายน 2547.....	79
37 ชนิด ความขรุขระ และองค์ประกอบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเฉลี่ย (ตัว/ ตร.ม.) เดือนมีนาคม 2548.....	80
38 ชนิด ความขรุขระ และองค์ประกอบของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินเฉลี่ย (ตัว/ ตร.ม.) เดือนพฤษภาคม 2548.....	81
39 การจัดกลุ่มคุณภาพน้ำด้วยตัวแปรทางกายภาพและเคมี.....	83
40 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสิ่งแวดล้อมกับกลุ่มสถานีคุณภาพน้ำ.....	84
41 ความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินกับกลุ่มสถานีคุณภาพน้ำ.....	85
42 ค่าความเค็มบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	86
43 ค่าความนำไฟฟ้าบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	86
44 ค่าปริมาณฟอสเฟตบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	87
45 ค่าปริมาณบีโอดีบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	87
46 ปริมาณ Amphipod บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
47 ปริมาณ Polychaete บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	88
48 ปริมาณ Stenothyridae บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	89
49 ปริมาณ Thiaridae บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	89
50 ปริมาณ Planorbidae บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	90
51 ค่าปริมาณไนไตรท์บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	91
52 ค่าปริมาณไนเตรทบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	91
53 ค่าปริมาณแอมโมเนียบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	92
54 ปริมาณอนุภาคดินร่วนและดินเหนียวบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	92
55 ปริมาณสารอินทรีย์บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	93
56 ปริมาณ Tubificidae บริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	93
57 ปริมาณออกซิเจนละลายบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	94
58 ปริมาณอนุภาคทรายบริเวณแม่น้ำท่าจีนในช่วงฤดูหนาว ร้อน และฝน.....	95
59 สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังน้ำจืดขนาดใหญ่ บริเวณแม่น้ำท่าจีน ปี 2547 และ 2548.....	142