รายงานการวิจัย
เรื่อง

การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

The Study of Water Quality Assessment at Lam Ta Khong River from Utilizing Eco-Friendly Cleanser at Lam Ta Khong and Pha Kluay Mai Camping Site, Khao Yai National Park

โดย

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล

ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ภายใต้งบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ปีงบประมาณ 2553

รายงานการวิจัย
เรื่อง

การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

The Study of Water Quality Assessment at Lam Ta Khong River from Utilizing Eco-Friendly Cleanser at Lam Ta Khong and Pha Kluay Mai Camping Site, Khao Yai National Park

โดย

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล
วท.ด.(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
วท.บ.(วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

หัวข้อวิจัย การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

ชื่อผู้วิจัย ทัศนาวลัย อุฑารสกุล

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบัน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ปีการศึกษา 2553

.....

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลกระทบจากการนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาใช้บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในช่วงเดือนตุลาคม 2552 – มกราคม 2553 โดยผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่นำมาใช้ให้กับนักท่องเที่ยว บ้านพักเจ้าหน้าที่อุทยาน และร้านอาหารที่ตั้งอยู่บริเวณลำตะคอง ได้แก่ น้ำยาล้างจาน สบู่เหลว น้ำยาซักผ้าและน้ำยาทำความสะอาดอเนกประสงค์ ผลการศึกษาคุณภาพน้ำเปรียบเทียบก่อนและหลังใช้มีพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่ DO, BOD, ไนเตรท, ฟอสเฟต, และไขมัน น้ำมันและไขข้น รวมถึงดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ คุณภาพน้ำหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเปลี่ยนแปลงในทางที่ดีขึ้นโดยมีปริมาณ BOD ฟอสเฟต ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ผลการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำที่พบในจำนวนมากคือแมลงกลุ่มมวนจิงโจ้น้ำ (Gerridae) และมวนจิงโจ้น้ำเล็ก (Vellidae) ซึ่งอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่ดีถึงคุณภาพน้ำค่อนข้างสกปรก

จากการสำรวจความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ควรนำมาจำหน่ายในอุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือแชมพู น้ำยาล้างจาน และสบู่ตามลำดับ ทั้งนี้ นักท่องเที่ยวร้อยละ 98.3 ต้องการให้อุทยานแห่งชาติมีการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยว และนักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มีความยินดีในการจ่ายเงินจำนวน 20 บาท เพื่อซื้อผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ทั้งนี้ ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมในการนำไปประยุกต์ใช้กับพื้นที่อนุรักษ์อื่นของประเทศไทยเพื่อช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีสู่ระบบนิเวศ

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

Research Title The Study of Water Quality Assessment at Lam Ta Khong River from Utilizing Eco-friendly Cleanser at Lam Ta Khong and Pha Kluay Mai Camping Site, Khao Yai National Park

Name Tatsanawalai Utarasakul

Faculty Science and Technology

Institute Suan Sunandha Rajabhat University

Year 2010

.....

Abstract

This research studied impacts of eco-friendly cleansers on Lam Ta Khong River at Lam Ta Khong and Pha Kluay Mai Campsites in Khao Yai National Park during October 2009 to January 2010. Eco-friendly cleansers such as dish washer, liquid soap, detergent, and cleanser were utilized in campsites for tourists, restaurants and staff accommodations along Lam Ta Khong River. The Prominent parameters which are Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), Nitrate, Phosphate and Fat Oil and Grease (FOG) have been monitored monthly as well as bio-indicators. The results of this research can be indicated that, after implemented environmental friendly cleansers BOD and Phosphate were decreased with the significant level of 95%. For bioindicator, Gerridae and Vellidae were the most number of species have been recorded in this area which can indicated water quality between slightly poor to good quality.

From tourist questionnaires can concluded that shampoo, dish washer, and soap are proper eco-friendly cleansers for sale in the national park. 98.3 percent of tourists agree with the promotion of eco-friendly cleanser in national park. Especially, they have willingness to pay average 20 baht. Consequently, eco-friendly cleansers are appropriate for implemented in other protected areas in order to decreased discharge of chemical contamination into natural ecosystem.

Keywords: Eco-friendly Cleansers, Khao Yai National Park

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลายท่าน ขอขอบพระคุณท่านอธิการบดี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา ท่านคณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา และคณะ ที่ให้โอกาสผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยนี้ พร้อมให้การสนับสนุน ส่งเสริมทุกๆ ด้านตลอดระยะเวลาที่ได้เป็นอาจารย์ในรั้วแก้วเจ้าจอมแห่งนี้

ขอขอบพระคุณหัวหน้าสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมผศ.ชัยศรี ธาราสวัสดิ์พิพัฒน์ ที่ให้การส่งเสริม สนับสนุนและร่วมลงพื้นที่ในการวิจัย ขอขอบคุณผู้ช่วยศิวพันธุ์ ชูอินทร์ ที่ช่วยให้คำแนะนำด้านการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ตลอดจนคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ที่ให้กำลังใจ เป็นกัลยาณมิตรที่น่ารักอบอุ่นยิ่ง

ขอขอบพระคุณหัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่และเจ้าหน้าที่ผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือทุกๆ ด้านตลอดเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณ ดร.อรุณี ศุภสินสาธิต ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยา และคำแนะนำ ความปรารถนาดีที่มอบให้มาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.กำธร ธีรคุปต์ รศ.จริยา เล็กประยูร ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นอย่างสูงในการให้ความช่วยเหลือวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีทางชีวภาพ และให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ยิ่งกับผู้วิจัยเสมอมา ขอขอบคุณ คุณเอสรา มงคลชัยชนะ ที่ช่วยแนะนำน้องๆ ในการจำแนกสิ่งมีชีวิต และความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน

ขอขอบคุณ ดร.นฤมล เวียงวัง ที่ร่วมเดินทางไปเก็บข้อมูล ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ท่ามกลางสายฝนและลมหนาว ขอขอบคุณนักศึกษาที่น่ารักทั้ง 4 คน นางสาวอัญชลี วงศ์พิพันธ์ นางสาวจินดานุช มะลิวัลย์ นางสาวอลิสา บุญปรก และนายประกิต เบาสันเทียะ ที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยดี

งานวิจัยนี้คงไม่สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้หากไม่ได้รับความร่วมมือจากนักท่องเที่ยวทุกท่าน ที่ร่วมกันใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในระหว่างเวลาที่ทำการวิจัย

ขอขอบพระคุณ มารดา บิดา และครอบครัวอุฑารสกุล ครอบครัวแพทย์จรัส ที่เป็นกำลังใจที่สำคัญในชีวิตมาโดยตลอด

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) งบประมาณแผ่นดิน ปี 2553

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล

ตุลาคม 2553

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(1)
ABSTRACT		(2)
กิตติกรรมประกาศ		(3)
สารบัญ		(4)
สารบัญภาพ		(6)
สารบัญตาราง		(7)
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 หลักการและเหตุผล	1
	1.2 วัตถุประสงค์	3
	1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	1.4 นิยามศัพท์ที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	2.1 อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	5
	2.2 นิเวศวิทยาน้ำจืดและดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ	10
	2.3 ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่มีต่อสิ่งแวดล้อม	26
	2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3	วิธีการวิจัย	36
	3.1 สถานที่ทำการวิจัย	36
	3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์	39
	3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย	42
	3.4 ระยะเวลาการวิจัยและแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย	46
บทที่ 4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล	47
	4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	47
	4.2 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ	61
	4.3ผลการศึกษาความคิดเห็นนักท่องเที่ยวต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	74

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5	สรุปผลการศึกษา	77
	5.1 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี	77
	5.2 สรุปผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ	83
	5.3 สรุปผลการศึกษาความคิดเห็นนักท่องเที่ยวต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	85
	5.4 สรุปผลการศึกษา	85
	5.5 ข้อเสนอแนะ	86
บรรณานุกรม		87
ภาคผนวก		90
ภาคผนวก ก	ภาพการนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในพื้นที่วิจัย และตัวอย่างป้ายรณรงค์	91
ภาคผนวก ข	แบบสำรวจความคิดเห็นนักท่องเที่ยว	96
ภาคผนวก ค	การเผยแพร่ผลงานวิจัย	99
	- นำเสนองานวิจัยในการประชุม World Ecotourism Conference 2010	
	- นำเสนองานวิจัยในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ	
ประวัติผู้เขียนรายงานการวิจัย		

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แมลงกลุ่มที่มีวงจรชีวิต 3 ขั้นตอน	17
2.1	แมลงกลุ่มที่มีวงจรชีวิต 4 ขั้นตอน	17
2.3	ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน	19
2.4	ตัวอ่อนชีปะขาว	19
2.5	ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ	20
2.6	กุ้ง	20
2.7	ตัวอ่อนของแมลงปอ	21
2.8	หอย	21
2.9	มวนน้ำ	22
2.10	ด้วงน้ำ	22
2.11	หนอนตัวแบน	23
2.12	หนอนแมลงวัน	23
2.13	ตัวอ่อนแมลงช้าง	23
2.14	จิงโจ้น้ำ	25
3.1	จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	38
3.2	จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่	39
3.3	แผนผังการดำเนินงานวิจัย	45
4.1	สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนตุลาคม 2552	63
4.2	สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนพฤศจิกายน 2552	64
4.3	สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนธันวาคม 2552	65
4.4	สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนมกราคม 2553	66
4.5	สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนมกราคม 2553	67

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สถิตินักท่องเที่ยวบนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พ.ศ. 2547-2550	9
2.2	เกณฑ์มาตรฐานค่าบีโอดี	14
3.1	กำหนดจุดศึกษา	36
4.1	ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	48
4.2	ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)ในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	49
4.3	ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ (FOG) ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	51
4.4	ปริมาณของไนเตรต (NO_3^-) ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	52
4.5	ปริมาณของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	54
4.6	ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้ออี โคไล ในน้ำในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	55
4.7	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์	58
4.8	จำนวนตัว อันดับ และจำนวนวงศ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำระหว่างเดือนตุลาคม 2552 – เดือนมกราคม 2553	62
4.9	ดัชนีความหลากหลายระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนมกราคม 2553	69
4.10	ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) ก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์	70
4.11	คุณภาพน้ำและดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนมกราคม 2553	72
4.12	ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ	73
4.13	ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	75

บทที่ 1

บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้รับการประกาศจัดตั้งให้เป็นอุทยานแห่งชาติแห่งแรกของประเทศไทย เมื่อปี พ.ศ. 2505 มีอาณาเขตครอบคลุมพื้นที่ 2,168.64 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,355,396.96 ไร่ ไร่ ใน 4 จังหวัด ได้แก่ สระบุรี นครราชสีมา ปราจีนบุรี นครนายก ผืนป่าเขาใหญ่ เป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำลำธารที่สำคัญเช่น แม่น้ำนครนายก แม่น้ำมูล แม่น้ำลำตะคอง อุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ไม้และสัตว์ป่านานาชนิด เช่น ช้างป่า กวาง เก้ง กระทิง ตลอดจนมีเอกลักษณ์ทางธรรมชาติที่สวยงาม (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551)

เมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2548 ผลจากการประชุมคณะกรรมการมรดกโลก สมัยสามัญครั้งที่ 29 (The 29th Session of the World Heritage Committee) ณ เมืองเดอร์บัน สาธารณรัฐแอฟริกาใต้ ได้มีมติ เห็นชอบให้ผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ ซึ่งรวมถึงพื้นที่ อุทยานแห่งชาติทับลาน อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติตาพระยา และเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าดงใหญ่ (UNESCO, 2008) ได้รับการขึ้นบัญชีแหล่งมรดกโลกทางธรรมชาติตามหลักเกณฑ์ที่ 4 ที่ยูเนสโกกำหนด กล่าวคือมีความโดดเด่นด้านความหลากหลายทางชีวภาพที่ประกอบด้วย ชนิดพันธุ์หายาก มีคุณค่าโดดเด่น ที่ตกอยู่ในภาวะอันตราย แต่ยังสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ซึ่งผืนป่าแห่งนี้มีชนิดพันธุ์สัตว์ป่ามากกว่า 805 ชนิด (มีชนิดพันธุ์ที่อยู่ในสถานภาพใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง 1 ชนิด ชนิดพันธุ์ใกล้สูญพันธุ์ 4 ชนิด และชนิดพันธุ์ที่เสี่ยงต่อการคุกคาม 19 ชนิด (ฝ่ายวิชาการ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, 2551)

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ นับได้ว่ามีความอุดมสมบูรณ์ทางสภาพป่าและสัตว์ป่าที่ชุกชุม และมีความสวยงามตามธรรมชาติ จึงทำให้เป็นสถานที่พักผ่อนที่สำคัญและเป็นที่รู้จักของชาวไทยและชาวต่างชาติ ประกอบกับมีการคมนาคมที่สะดวกจึงทำให้มีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้าไปใช้ประโยชน์ใน

พื้นที่อุทยานแห่งชาติเพื่อประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งส่งผลกระทบในด้านการจัดการทรัพยากรธรรมชาติเพื่อรองรับการใช้ประโยชน์ของนักท่องเที่ยว เช่น ปัญหาความแออัด สิ่งอำนวยความสะดวกไม่เพียงพอ และผลกระทบจากกิจกรรมนันทนาการซึ่งนำไปสู่ความเสื่อมโทรมของทรัพยากร สูญเสียความเป็นธรรมชาติและความอุดมสมบูรณ์ของพื้นที่ หากไม่ได้รับการจัดการอย่างถูกวิธี

ในปี พ.ศ. 2550 อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีนักท่องเที่ยว 871,268 คน ในจำนวนนี้มีนักท่องเที่ยวพักค้างคืน 130,758 คน (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551) และกิจกรรมหลักที่นักท่องเที่ยวให้ความสนใจ ได้แก่ การเดินป่าศึกษาธรรมชาติ เล่นน้ำตก ดูนก ส่องสัตว์ และกางเต็นท์พักแรม ปัจจุบัน เขาใหญ่มีที่พักที่สามารถรองรับนักท่องเที่ยวสำหรับการกางเต็นท์พักแรมใน 2 พื้นที่ คือ ลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551) ซึ่งสามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ 1,400 คนต่อวัน แต่ในช่วงวันหยุดมีนักท่องเที่ยวสูงถึง 3,400 คน จากสถิตินักท่องเที่ยวที่มาพักแรมที่ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวพบว่านักท่องเที่ยวเข้าไปในวันธรรมดาเฉลี่ย 206 คน/วัน และในวันหยุดเฉลี่ย 1,108 คน/วัน และมีร้อยละ 50 ที่พักแรมบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ โดยนักท่องเที่ยวประเภทกางเต็นท์พักแรมมีอัตราการใช้น้ำเฉลี่ย 227 ลิตร/คน/วัน และนักท่องเที่ยวไปกลับใช้น้ำเฉลี่ย 19 ลิตร/คน/วัน (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2551 อ้างถึงในบริษัท เอเชีย แล็ป คอนซัลแตนท์ จำกัด,2547) ซึ่งพบว่ามีปริมาณการใช้น้ำในช่วงวันธรรมดา 25,981 ลิตร/วัน มีการใช้น้ำช่วงวันหยุด 128,809 ลิตร/วัน ในที่นี้นักท่องเที่ยว 1 คนทำให้เกิดน้ำเสียร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ ดังนั้นน้ำเสียที่เกิดขึ้นในวันธรรมดาและวันหยุด บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้จึงเท่ากับ 20,784.80 และ 103,047.20 ลิตรตามลำดับ

ที่ผ่านมาอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ประสบปัญหามาก เนื่องจากมีนักท่องเที่ยวมากเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ (Carrying Capacity)โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีนักท่องเที่ยวหนาแน่นมากในช่วงเดือน ต.ค.-ก.พ.ของทุกปีทำให้เกิดผลกระทบตามมาคือสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมและทรัพยากรธรรมชาติถูกทำลาย (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช 2551) ด้วยเหตุนี้ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องหามาตรการที่เหมาะสมมาใช้ในการป้องกันผลกระทบจากน้ำเสียที่เกิดขึ้นทั้งจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและจากร้านอาหารในพื้นที่กางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดส่วนใหญ่ มีสารเคมีที่ไม่สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ เช่น LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) ซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์ที่อยู่ในน้ำและตกค้างอยู่ในระบบนิเวศเป็นเวลานาน และทำลายกระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพและมีผลต่อความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในระบบนิเวศ การนำผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำยาล้างจาน น้ำยาซักผ้า น้ำยาทำความสะอาดห้องน้ำ มาใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ จึงเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีสู่ระบบนิเวศ และรักษาไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพโดยเฉพาะบริเวณผืนป่าอนุรักษ์ของประเทศไทย

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีแนวทางที่จะลดผลกระทบจากการท่องเที่ยวในพื้นที่ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ โดยการนำผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาใช้ในพื้นที่ โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ บริเวณลำตะคองเปรียบเทียบก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะช่วยให้กิจกรรมการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้น ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด นอกจากนี้ ยังเป็นการช่วยสร้างความตระหนักให้กับนักท่องเที่ยว และเจ้าหน้าที่ที่อยู่ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ให้มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ผืนป่ามรดกโลกโดยมีวิถีการดำเนินชีวิตและท่องเที่ยวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำบริเวณลำตะคองภายหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทราบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำที่เกิดขึ้นเมื่อมีการนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ ซึ่งเป็นการช่วยลดการปนเปื้อนของสารเคมีสู่ระบบนิเวศ

1.3.2 สามารถนำข้อมูลที่ศึกษามาใช้ในการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำและติดตามผลกระทบจากการท่องเที่ยวในอนาคตได้

1.3.3 ผลการศึกษาสามารถเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ใช้กับอุทยานแห่งชาติแห่งอื่นๆ ในประเทศไทย

1.4 สัญลักษณ์และคำย่อ

คำย่อ	ความหมาย
BOD	Biochemical Oxygen Demand
DO	Dissolved Oxygen
FOG	Fat Oil and Grease
DI	Diversity Index

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง ณ ลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาประกอบด้วย

2.1 อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

2.2 นิเวศวิทยาน้ำจืดและดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ

2.3 ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีอาณาเขตคาบเกี่ยวติดต่อกันถึง 11 อำเภอของ 4 จังหวัด คือ จังหวัด สระบุรี จังหวัดนครราชสีมา จังหวัดปราจีนบุรี และจังหวัดนครนายก ได้รับสมญาว่าเป็นอุทยานมรดกของกลุ่มประเทศอาเซียน เป็นป่าผืนใหญ่ในเทือกเขาพนมดงรัก ในส่วนหนึ่งของดงพญาไฟหรือดงพญาเย็นในอดีต ประกอบด้วยขุนเขาน้อยใหญ่สลับซับซ้อนหลายลูก เป็นแหล่งกำเนิดของต้นน้ำลำธารที่สำคัญถึง 5 สาย เช่น แม่น้ำนครนายก แม่น้ำมูล อุดมสมบูรณ์ไปด้วยพันธุ์ไม้และสัตว์ป่านานาชนิด เช่น ช้างป่า กวาง เก้ง กระทิง ตลอดจนมีเอกลักษณ์ทางธรรมชาติที่สวยงาม อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีเนื้อที่ 2,168.64 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,355,396.96 ไร่

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ประกอบด้วยเทือกเขาสลับซับซ้อนกันหลายลูก ได้แก่ เขาร่ม ซึ่งเป็นยอดเขาที่สูงที่สุด 1,351 เมตร เขาแหลมสูง 1,326 เมตร เขาเขียวสูง 1,292 เมตร เขาสามยอดสูง

1,142 เมตร เขาฟ้าผ่าสูง 1,078 เมตร เขากำแพงสูง 875 เมตร เขาสมอปูนสูง 805 เมตร และเขาแก้วสูง 802 เมตร ซึ่งวัดความสูงจากระดับน้ำทะเลเป็นเกณฑ์ และยังประกอบด้วยทุ่งกว้างสลับกับป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์ ด้านทิศเหนือและตะวันออกพื้นที่จะลาดลง ทางทิศใต้และตะวันตกเป็นที่สูงชันไปเรื่อย ๆ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งกำเนิดต้นน้ำลำธารที่สำคัญถึง 5 สาย ดังนี้

แม่น้ำปราจีนบุรีและแม่น้ำนครนายก ซึ่งอยู่ในพื้นที่ทางทิศใต้ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกษตรกรรมและระบบทางเศรษฐกิจและสังคมของภูมิภาคนี้ แม่น้ำทั้ง 2 สายนี้พบกันที่จังหวัดฉะเชิงเทรา กลายเป็นแม่น้ำบางปะกงแล้วไหลลงสู่อ่าวไทย

แม่น้ำลำตะคองและแม่น้ำพระเพลิง ซึ่งอยู่ในพื้นที่ทางทิศเหนือ ไหลไปหล่อเลี้ยงพื้นที่เกษตรกรรมของที่ราบสูงโคราช ไปบรรจบกับแม่น้ำมูล ซึ่งเป็นแหล่งน้ำสำคัญของภาคอีสาน ตอนล่างไหลลงสู่แม่น้ำโขง

ห้วยมวกเหล็ก ซึ่งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งมีปริมาณน้ำไหลตลอดทั้งปี และให้ประโยชน์ทางด้านการเกษตร โดยเฉพาะการปศุสัตว์ของภูมิภาคนี้ ไหลลงสู่แม่น้ำป่าสัก ที่อำเภอมวกเหล็ก

2.1.1 **ลักษณะภูมิอากาศ**

เนื่องจากพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีสภาพเป็นป่ารกทึบ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุม ทำให้เกิดฝนตกชุกตามฤดูกาล อากาศไม่ร้อนจัดและหนาวจัดจนเกินไป จัดอยู่ในประเภทเย็นสบาย เหมาะแก่การเดินทางท่องเที่ยว และประกอบกิจกรรมนันทนาการชนิดต่าง ๆ อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 23 องศาเซลเซียส

จากรายงานสภาพภูมิอากาศบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ในรอบ 10 ปี (พ.ศ.2542-2551) ซึ่งอ้างอิงจากสถานีตรวจวัดปริมาณน้ำฝนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (สถานีที่ 431031-อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ จ.นครราชสีมา) พบว่าในปี พ.ศ. 2542 เดือนที่ฝนตกมากที่สุดคือ เดือนกันยายน มีปริมาณฝนรวม 330.6 มิลลิเมตร เดือนที่ฝนตกน้อยที่สุดคือ เดือนพฤศจิกายน มีปริมาณฝนรวม 30.8 มิลลิเมตร (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2552)

2.1.2 **พรรณไม้และสัตว์ป่า**

1. ป่าเบญจพรรณแล้ง: ลักษณะของป่าชนิดนี้อยู่ทางด้านทิศเหนือ ซึ่งมีระดับความสูงระหว่าง 200-600 เมตร จากระดับน้ำทะเล ประกอบด้วยไม้ยืนต้นประเภทผลัดใบ เช่น มะค่าโมง ประดู่ ตะแบก ตะเคียนหนู แดง นนทรีย์ ซ้อ ปออีเก้ง สมอพิเภก ตะคล้ำ เป็นต้น พืชชั้นล่างมีไม้ไผ่และหญ้าต่าง ๆ รวมทั้งกล้วยไม้ ในฤดูแล้งป่าชนิดนี้จะมีไฟลุกลามเสมอ และตามพื้นป่าจะมีหินปูนผุดขึ้นทั่ว ๆ ไป

2. ป่าดงดิบแล้ง: ลักษณะป่าชนิดนี้มีอยู่ทางทิศตะวันออก ซึ่งเป็นที่ราบลูกเนินในระดับความสูง 200-600 เมตร จากระดับน้ำทะเล ไม้ชั้นบน ได้แก่ ไม้ยางนก พันจำ เคี่ยมคะนอง ตะเคียนทอง ตะเคียนหิน ตะแบก สมพง สองสลึง มะค่าโมง ปออีเก้ง สะตอ ซาก และคอแลน เป็นต้น ไม้ยืนต้นชั้นรองมี กะเบากลัก หลวงขี้อาย และกัดลิ้น เป็นต้น พืชจำพวกปาล์ม เช่น หมากลิง และลาน พืชชั้นล่างประกอบด้วยพืชจำพวกมะพร้าว นกคุ้ม พวกขิง ข่า กล้วยป่าและเตย เป็นต้น

3. ป่าดงดิบชื้น: ลักษณะป่าชนิดนี้เป็นป่าที่อยู่ในระดับความสูง 400-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล จะมีชนิดไม้คล้ายคลึงกับป่าดงดิบแล้ง เพียงแต่ว่าไม้วงศ์ยางขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก เช่น ยางกล่อง ยางขน ยางเสี้ยน และกระบาก โดยเฉพาะพื้นที่ถูกรบกวนจะพบชมพูป่าและกระทุ่มน้ำขึ้นอยู่ทั่วไป พันธุ์ไม้ผลัดใบ เช่น ปออีเก้ง สมพง และกว้าว ป่าดิบชื้น บนที่สูงขึ้นไปจะมี ยางปาย และยางควน นอกจากไม้ยางแล้วไม้ชั้นบนชนิดอื่น ๆ ยังมีเคี่ยมคะนอง ปรก จำปีป่า พะดงและทะโล้ ไม้ชั้นรอง ได้แก่ ก่อน้ำ ก่อรัก ก่อด่าง และก่อเดือย

4. ป่าดิบเขา ป่าชนิดนี้เกิดอยู่ในที่ที่มีอากาศเย็นบนภูเขาสูง ที่สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 1,000 เมตรขึ้นไป สภาพป่าแตกต่างไปจากป่าดงดิบชื้นอย่างเห็นได้ชัด ไม่มีไม้วงศ์ยางขึ้นอยู่เลยพันธุ์ไม้ที่พบเป็นไม้เนื้ออ่อน เช่น พญาไม้ มะขามป้อมดง ขุนไม้ และสนสามพันปี และไม้ก่อชนิดต่าง ๆ ที่พบขึ้นในป่าดงดิบชื้น นอกจากก่อน้ำและก่อต่าง ๆ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 600-900 เมตรเท่านั้น ตามเขาสูงจะพบกำลังเสือโคร่งขึ้นกระจัดกระจาย ไม้ชั้นรอง ได้แก่ เก็ดล้านส้มแปะ แกนมอ เพลา จังหัน และหว้า พืชชั้นล่างได้แก่ ต้างผา กำลังกาสาตัวผู้ กูด และกล้วยไม้ดิน

5. ทุ่งหญ้าและป่ารุ่นหรือป่าเหล่า ลักษณะป่าชนิดนี้เป็นผลเสียเนื่องจากการทำไร่เลื่อนลอยในอดีต ก่อนมีการจัดตั้งป่าเขาใหญ่เป็นอุทยานแห่งชาติได้มีราษฎรอาศัยอยู่และได้แผ้วถางป่าทำไร่

เมื่อมีการอพยพราษฎรลงไปสู่ที่ราบ บริเวณไร่ดังกล่าวถูกปล่อยทิ้ง ต่อมามีสภาพเป็นทุ่งหญ้าคาเสียส่วนใหญ่ บางแห่งมีหญ้าแขม หญ้าพง หญ้าขนตาช้างเลาและตองกง และยังมีกูดชนิดต่าง ๆ ขึ้นปะปนอยู่ด้วย เช่น โขนใหญ่ กูดปี้ด โขนผี กูดงอดแงด

เนื่องจากในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีการป้องกันไฟป่าเป็นอย่างดี พื้นที่ป่าหญ้าหรือป่าเหล่านี้จึงไม่ถูกรบกวนจากไฟป่าเลย ดังนั้น จึงมีพันธุ์ไม้เบิกนำจำนวนไม่น้อย แพร่พันธุ์กระจัดกระจายทั่วไป เช่น สอยดาว บรมือ ลำพูป่า เลี่ยน ปอหู ตลงแตบ ฯลฯ ปัจจุบันพื้นที่ป่าทุ่งหญ้าบางแห่งได้กลับฟื้นคืนสภาพเป็นป่าละเมาะบ้างแล้ว

2.1.3 **สัตว์ป่า**

อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีทั้งทุ่งหญ้า หนองน้ำ ลำธาร ป่าผลัดใบไปจนถึงป่าดงดิบ ความหลากหลายของถิ่นอาศัยนี้นำมาซึ่งความหลากหลายของสัตว์ป่าโดยเฉพาะในป่าดงดิบจะพบสัตว์นานาชนิดอาศัยอยู่ตั้งแต่บนเรือนยอดไม้ลงมาตามลำต้นและพื้นป่าแม้กระทั่งลึกลงไปใต้ผืนดิน ทั้งสัตว์ป่าที่หากินในเวลากลางวันและเวลากลางคืน

จากการสำรวจพบว่าในผืนป่ามรดกโลกแห่งนี้มีสัตว์ป่าที่ไม่รวมแมลงมากกว่า 800 ชนิด เป็นสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมกว่า 112 ชนิด สัตว์เลื้อยคลานและสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 209 ชนิด นกมีราว 392 ชนิด ส่วนผีเสื้อและแมลงมีมากกว่าพันชนิด สัตว์เหล่านี้ล้วนแต่มีถิ่นอาศัยเฉพาะในบริเวณป่าเขตร้อนและมีความสำคัญระดับโลกโดยมีสัตว์ป่าที่มีสถานภาพใกล้สูญพันธุ์เช่น ช้างป่า เสือโคร่ง วัวแดง ฯลฯ สัตว์ที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์อีกหลายสิบชนิดเช่น เสือลายเมฆ แมวลายหินอ่อน กระทิง ชะนีมงกุฎ หมีควาย เลียงผา นกโกโรโกโส เป็นต้น (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551ก)

จากการศึกษาตามโครงการการอนุรักษ์ช้างป่าและการจัดการพื้นที่ป้องกัน (ELEPHANT CONSERVATION AND PROTECTED AREA MANAGMENT) โดย MR. ROBERT J.DOBIAS ภายใต้ความร่วมมือของ WWF และ IUCN ในปี พ.ศ. 2527-2528 พบว่ามีจำนวนประมาณ 250 เชือก นกที่น่าสนใจและพบเห็นบ่อย ได้แก่ นกเงือก นกขุนทอง นกขุนแผน นกพญาไฟ นกแต้วแล้ว นกโพระดก นกแซงแซว นกเขา นกกระปูด ไก่ฟ้า และนกกินแมลงชนิดต่างๆ นกเงือกทั้ง 4 ชนิด ที่พบบนเขาใหญ่นับว่าเป็นสิ่งที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวที่ชอบดูนกเป็นอย่างดี เพราะสามารถพบเห็นได้ทั่วไป

2.1.4 สถิตินักท่องเที่ยว

จากสถิตินักท่องเที่ยวอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ปี 2547 จำนวน 840,240 คน ปี 2548 จำนวน 771,903 คน เฉพาะเดือนธันวาคม 2550 มีนักท่องเที่ยวสูงสุดถึง 210,300 ในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีสถานที่กางเต็นท์รองรับได้ 1,400 คนต่อวัน แต่ในช่วงวันหยุดมีนักท่องเที่ยวมาพักกางเต็นท์สูงสุด 2,700 คนต่อวัน ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สถิตินักท่องเที่ยวบนอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พ.ศ. 2547-2550

สถิตินักท่องเที่ยวเขาใหญ่	
ปี พ.ศ.	**จำนวนนักท่องเที่ยว**
2547	840,240 คน
2548	903,823 คน
2549	939,556 คน
2550	771,903 คน

แหล่งที่มา : กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช (2551)

หมายเหตุ : - เฉพาะเดือน ธ.ค.50 มีนักท่องเที่ยวขึ้นเขาใหญ่ถึง 210,300 คน

- ช่วงเดือนต.ค.2550-มิ.ย.2551 มีจำนวนนักท่องเที่ยวไปกลับ 529,096 คน/ พักค้าง 132,695 คน

- ในช่วงวันหยุดเคยมีนักท่องเที่ยวสูงสุด 3,400 คนต่อวัน

- วันธรรมดามีนักท่องเที่ยวต่ำสุด 40 คนต่อวัน

- นักท่องเที่ยวไป-กลับ 528,096 คน พักค้าง 132,695 คน

- ทั้งอุทยานฯ รองรับการกางเต็นท์ได้ 1,400 คน/วัน แต่มีนักท่องเที่ยวจริง 1,800 คน/วัน และมีสถิติมากถึง 2,700 คน/วัน

2.2 ระบบนิเวศวิทยาน้ำจืดและดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ

2.2.1 **ระบบนิเวศวิทยาน้ำจืด** (บริษัท อิโคลัส เอ็นวี จำกัด, 2543)

ระบบนิเวศวิทยาน้ำจืดเป็นส่วนที่มีความใกล้ชิดกับการดำรงชีวิตของมนุษย์ และมักได้รับผลกระทบจากการพัฒนาต่างๆ นอกจากนี้ระบบนิเวศน้ำจืดยังประกอบด้วยสิ่งต่างๆ ทั้งมีชีวิตและไม่มีชีวิตที่มีความสัมพันธ์สลับซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางนิเวศวิทยาที่สำคัญ ได้แก่

1) การเปลี่ยนแปลงของสภาพพื้นดินที่อยู่โดยรอบ (Changes in surrounding land use patterns) โดยการเปลี่ยนแปลงสภาพของพื้นดินที่อยู่รอบแหล่งน้ำ ย่อมส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น ทำให้แหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตแตกต่างไปจากเดิม สิ่งมีชีวิตในบริเวณดังกล่าวซึ่งมีวงจรชีวิตทั้งหมดหรือบางส่วนในแหล่งน้ำจะถูกทำลายตามไปด้วย เช่น สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ รวมทั้งสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหรือสัตว์หน้าดิน

2) การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำ (Changes in water depth) การพัฒนาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำ การเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำในระบบนิเวศน้ำจืดตามธรรมชาติอาจเกิดขึ้น เป็นระยะโดยเฉพาะในแม่น้ำลำธาร โดยเฉพาะในช่วงฤดูน้ำหลากและฤดูแล้ง ซึ่งผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อระบบนิเวศจะรุนแรงมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำที่เปลี่ยนไปจากการเปลี่ยนแปลงโดยธรรมชาติ โดยเฉพาะระดับน้ำที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง หรือเป็นการเปลี่ยนแปลงที่ถาวร ซึ่งจะทำให้ที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงไปด้วย

3) การเปลี่ยนแปลงของความเร็วหรือการไหลของน้ำ (Changes to the flow regime) การไหลของน้ำเป็นลักษณะพิเศษอย่างหนึ่งของระบบนิเวศน้ำจืด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงความเร็วหรือการไหลของน้ำนอกจากจะมีผลโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตและแหล่งที่อยู่อาศัยในระบบนิเวศแล้ว ยังเกี่ยวข้องกับปริมาณความเข้มข้นของสารต่างๆ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลาย ธาตุอาหารและสารแขวนลอยต่างๆ รวมทั้งปริมาณน้ำ ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมทั้งทางกายภาพและชีวภาพ

4) การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแหล่งน้ำ (Changes in physical characteristic of water body) อาจเกิดเนื่องจากการพัฒนา เช่น การลดหรือเพิ่มขนาดพื้นที่ การขุดลอกหรือ

เปลี่ยนแปลงเส้นทางเดินของกระแสน้ำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศนั้นๆ รวมทั้งโครงสร้างของระบบนิเวศอาจสูญเสียไป

5) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากภาวะมลพิษ (Changes on water quality from pollution) โดยปกติแหล่งน้ำในธรรมชาติจะมีการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางเคมีซึ่งจะเป็นผลให้เกิดความหลากหลายในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำนั้นๆ กิจกรรมของมนุษย์ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำเกินกว่าระดับปกติที่สิ่งมีชีวิตจะสามารถทนทานได้ เช่น การมีธาตุอาหารหรือสารพิษเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้องค์ประกอบและความหลากหลายทางชีวภาพเปลี่ยนแปลงไป ในระยะยาวยังทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของแหล่งน้ำได้อีกด้วย

นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาในการวิเคราะห์ผลกระทบก็คือ การเปลี่ยนแปลงที่มีต่อระบบนิเวศนั้นเป็นการเปลี่ยนแปลงที่อยู่ในระดับที่เกิดขึ้นตามปกติในธรรมชาติหรือไม่ และผลกระทบหรือการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นนั้นเป็นเพียงช่วงระยะเวลาสั้น (short term) หรือระยะยาว (long term)

การศึกษาสถานภาพของระบบนิเวศน้ำจืดและข้อมูลที่จำเป็น

การศึกษาสถานภาพของระบบนิเวศน้ำจืดจะทำให้ทราบถึงโครงสร้าง (structure) องค์ประกอบ (composition) และการทำงานของระบบ (function) ในบริเวณพื้นที่ศึกษา ข้อมูลเกี่ยวกับสถานภาพของระบบนิเวศน้ำจืดที่จำเป็นสำหรับการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมอาจแบ่งหมวดหมู่ได้ ดังนี้

1) พื้นที่แหล่งน้ำในประเทศ ได้แก่ แม่น้ำ คู คลอง หนอง บึง และอ่างเก็บน้ำต่าง ๆ รวมทั้งที่เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น
2) ทรัพยากรชีวภาพหรือชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตที่พบในน้ำจืด ได้แก่ สิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น แพลงก์ตอนพืชและสัตว์ สัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง เช่น ตัวอ่อน แมลง และพวกกุ้ง ปู หอย เป็นต้น สัตว์น้ำจำพวกปลา และพืชน้ำประเภทต่าง ๆ โดยพิจารณาเกี่ยวกับสถานภาพและความสำคัญของชนิดพันธุ์นั้น ๆ
3) คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ และเคมีภาพ ตลอดจนมลพิษต่าง ๆ ที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำ เช่น อุณหภูมิ ความขุ่น ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนละลาย และปริมาณธาตุอาหารพืช เป็นต้น
4) การจำแนกพื้นที่ลุ่มน้ำในประเทศ รวมทั้งประเภทการใช้ประโยชน์ (watershed and land use classification)

5) การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรสัตว์น้ำจืด ได้แก่ การทำการประมงในพื้นที่ รวมทั้งการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำและการพัฒนาทรัพยากรประมงตลอดจนภาวะเศรษฐกิจการประมงที่เกี่ยวข้อง

6) กฎหมายและระเบียบข้อบังคับต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์และคุ้มครองแหล่งที่อยู่อาศัย ชนิดพันธุ์และการใช้ประโยชน์ในพื้นที่แหล่งน้ำจืดต่าง ๆ ของประเทศรวมทั้งในระดับระหว่างประเทศที่มีความตกลงไว้

2.2.2 **ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำ**

โดยทั่วไปการวิเคราะห์คุณภาพน้ำสามารถแบ่งประเภทดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำเป็น 3 ประเภทคือ (ชลาทร ศรีตุลานนท์และคณะ, 2525)

1) คุณภาพน้ำทางกายภาพ (Physical parameter) ได้แก่ ความขุ่น สี การนำไฟฟ้า ของแข็งทั้งหมดในน้ำ สารแขวนลอย อุณหภูมิ ความโปร่งแสง

2) คุณภาพน้ำทางเคมี (Chemical parameter) ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความกระด้าง ออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen: DO) บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand: BOD) ธาตุและสารประกอบที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น โลหะ ธาตุอาหารพืชน้ำ

3) คุณภาพน้ำทางชีวภาพ (Biological parameter) ได้แก่ จุลินทรีย์ประเภทต่างๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส พยาธิ โปรโตซัว สาหร่าย เป็นต้น

สามารถสรุปรายละเอียดของดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำที่สำคัญ ได้ดังนี้

(1) อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิของน้ำเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำพื้นฐาน ซึ่งหมายถึงระดับความร้อนของน้ำ โดยปกติน้ำตามธรรมชาติจะได้รับพลังงานความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์และการถ่ายเทความร้อนจากบรรยากาศและพื้นดิน อุณหภูมิของน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ ซึ่งตามปกติอุณหภูมิของน้ำตามธรรมชาติจะผันแปรตามอุณหภูมิของอากาศซึ่งขึ้นอยู่กับฤดูกาล ระดับความสูงและสภาพภูมิประเทศ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงดวงอาทิตย์ กระแสลม ความลึก ปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่นและสภาพแวดล้อมทั่วๆไปของแหล่งน้ำ (แสงสรรค์ ภูมิสถานและคณะ, 2547) และสำหรับอุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำลำคลองและแหล่งน้ำตามธรรมชาติของประเทศไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 20-35 องศาเซลเซียส (เกษม, 2530)

(2) ความเป็นกรด-เบส (pH) หมายถึง ความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออน ค่าพีเอชจะแสดงถึงความเป็นกรด-เบสของน้ำเสียนั้นๆ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) ปกติแหล่งน้ำธรรมชาติมี

พีเอชอยู่ระหว่าง 5-9 แต่มีกรณีที่พีเอชอาจสูงหรือต่ำกว่านี้ในแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ในดินเปรี้ยว อาจได้รับอิทธิพลจากการเป็นกรดของดินทำให้ค่าพีเอชของน้ำต่ำจนเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ ส่วนมากสัตว์น้ำจะตายเมื่อพีเอชน้อยกว่า 4 และพีเอชมากกว่า 11 น้ำในธรรมชาติส่วนมากมีค่าความเป็นกรดเป็นด่างเล็กน้อยเนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตละลายอยู่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในช่วง 7-8.5 สิ่งมีชีวิตในน้ำจะเจริญเติบโตได้เป็นอย่างดี น้ำที่เหมาะสมแก่การเลี้ยงสัตว์มากที่สุดจะอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 หรือ 9 เป็นอย่างสูง น้ำที่มีพีเอชต่ำจะมีความอุดมสมบูรณ์น้อยกว่าแหล่งน้ำที่มีพีเอชสูงและสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะสามารถทนต่อพีเอชไม่เท่ากัน ระดับพีเอชอาจแปรผันไปตามอิทธิพลของสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น จุลินทรีย์ แพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำ (ปิยนุช ค้าของและคณะ, 2549)

(3) ความโปร่งใส (Transparency) และความขุ่น (Turbidity) ความขุ่น หมายถึง น้ำที่มีสารแขวนลอยซึ่งขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้นความขุ่นจะเกิดจากการที่น้ำนั้นมีสารแขวนลอยอยู่ เช่น ดินละเอียดหรืออาจเป็นพวกอินทรีย์สาร อนินทรีย์สาร แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ซึ่งสารพวกนี้จะก่อให้เกิดการกระจายและการดูดซึมของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง สารแขวนลอยดังกล่าวอาจจะมีขนาดตั้งแต่คอลลอยด์ซึ่งละเอียดมาก (ใหญ่กว่า 0.2 มิลลิไมครอน แต่เล็กกว่า 10 มิลลิไมครอน) จนกระทั่งถึงหยาบ (10^2 ถึง 10^3 มิลลิไมครอน) พวกหลังนี้ตกตะกอนได้ง่ายแต่พวกแรกจะไม่ตกตะกอนและจะเป็นสาเหตุของความขุ่นของน้ำตามทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำหรือน้ำที่ค่อนข้างสงบนิ่ง (แสงสรรค์ ภูมิสถานและคณะ, 2546) แหล่งน้ำโดยทั่วไปที่มีความโปร่งใสอยู่ระหว่าง 30-60 เซนติเมตร จัดว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ หากมีค่าต่ำกว่า 30 เซนติเมตร น้ำมีความขุ่นมากเกินไป ซึ่งอาจทำให้เกิดการขาดแคลนออกซิเจนได้ แต่ถ้าความโปร่งใสมีมากกว่า 60 เซนติเมตร ก็แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นขาดความอุดมสมบูรณ์ (ปิยนุช ค้าของและคณะ, 2549)

(4) ปริมาณออกซิเจนละลาย (Dissolved oxygen: DO) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีความสำคัญมากต่อแหล่งน้ำและเป็นปัจจัยที่สำคัญของการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น อุณหภูมิของอากาศ ความเค็ม ความเร็วของกระแสน้ำและอัตราการหายใจของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำนั้น ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำยังเป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งด้วย เพราะออกซิเจนเป็นธาตุที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ปริมาณออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง เช่น

ออกซิเจนจะมีความสามารถในการละลายน้ำเพิ่มขึ้น 40 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลงจาก 25 องศาเซลเซียสไปจนกระทั่งเกือบ 0 องศาเซลเซียส ในน้ำธรรมชาติที่มีคุณภาพดีมักมีออกซิเจนละลายอยู่ในน้ำอยู่ระหว่าง 5-7 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชลทร ศรีตุลานนท์และคณะ, 2525)

(5) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี (Biochemical oxygen demand: BOD) ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี หรือ บีโอดี คือปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในเวลา 5 วัน ซึ่งค่าบีโอดีนี้บอกให้ทราบถึงปริมาณการเจือปนของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำและเป็นการวัดค่าความสกปรกของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติและยังมีรายงานว่า ค่าบีโอดีจะบอกถึงความสกปรกของน้ำในรูปของออกซิเจน ซึ่งแบคทีเรียที่ต้องการใช้ ถ้ามีสารอินทรีย์ในน้ำมากออกซิเจนจะถูกใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีมากขึ้น ทำให้ค่าบีโอดีสูงแต่ถ้าสารอินทรีย์น้อย กระบวนการย่อยสลายก็จะมีน้อยทำให้ค่าบีโอดีลดต่ำลง สำหรับประเทศไทย กองมาตรฐานคุณภาพน้ำ (2534) ได้กำหนดค่าบีโอดีของแหล่งน้ำผิวดินซึ่งมิใช่ทะเลและแยกประเภทน้ำตามการใช้ประโยชน์ไว้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 เกณฑ์มาตรฐานค่าบีโอดี

ประเภทคุณภาพน้ำ	ค่าบีโอดี
1	เป็นไปตามธรรมชาติ
2	ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร
3	ไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
4	ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

แหล่งที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2540

(6) ฟอสฟอรัส (Phosphorus) ฟอสฟอรัสเป็นสารอาหารที่สำคัญสำหรับสิ่งมีชีวิตในการสร้างเซลล์ใหม่ มักอยู่ในรูปของ ฟอสเฟต โพลีฟอสเฟตและอินทรีย์ฟอสเฟต ปริมาณฟอสฟอรัสในน้ำเสียที่เหมาะสมจะทำให้ระบบบำบัดน้ำเสียทางชีวภาพทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การปล่อยน้ำทิ้งที่มีฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำอาจจะกระตุ้นการเติบโตของพืชน้ำอย่างรวดเร็วจนเกิดสภาพผิดปกติเกิด

เป็นปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) การหมุนเวียนของฟอสฟอรัสต่างจากธาตุอื่นที่ไม่มีการหมุนเวียนผ่านรูปที่เป็นก๊าซ ฟอสฟอรัสเป็นธาตุที่มีอยู่ในธรรมชาติน้อยมาก และเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยา เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ด้วยเหตุนี้ฟอสฟอรัสจึงถูกใช้หมุนเวียนอยู่ระหว่างสิ่งมีชีวิตและไม่มีชีวิตในปริมาณที่จำกัด ดังนั้น ฟอสฟอรัส จึงเป็นปัจจัยที่จำกัดจำนวนสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหลายชนิด ฟอสฟอรัสถือเป็นธาตุอาหารจำกัดบนพื้นดิน เพราะเกิดจากการชะล้างเท่านั้น ในการเกษตรกรรมจะใช้ปุ๋ยฟอสเฟตในรูปของสารประกอบอนินทรีย์ แต่ถ้าปุ๋ยเหล่านี้ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำมากจะเกิดการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วของพืชน้ำเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น(Eutrophication)ตามมาเช่นกัน (ปิยนุช ค้าของและคณะ, 2549)

(7) ไนโตรเจน (Nitrogen) สารประกอบไนโตรเจนที่เกี่ยวข้องกับน้ำเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น โปรตีน กรดอะมิโนและสารประกอบอินทรีย์ไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรต สารประกอบไนโตรเจนรูปต่างๆ มีความสัมพันธ์กันโดยสามารถเปลี่ยนรูปกลับไปมากันได้โดยปฏิกิริยาชีวเคมีแบคทีเรีย ไนโตรเจนเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสะอาดของน้ำ โดยในการตรวจสอบคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ถ้าพบสารประกอบไนโตรเจนในรูปอินทรีย์ไนโตรเจน (Org-N) และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน (NH_3-N) ในปริมาณมาก อาจแสดงว่าน้ำนั้นมีความสกปรกและมีการปนเปื้อน (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2549) ถ้ามีไนโตรเจนในน้ำมากจะทำให้พืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วหรือเกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น (Eutrophication) ตามมา (ปิยนุช ค้าของและคณะ, 2549)

(8) ปริมาณไขมัน น้ำมันและไขข้นในน้ำ (Fat Oil and Grease :FOG) น้ำมันและไขมัน หมายถึงปริมาณน้ำมันและไขมันที่ปนเปื้อนในน้ำเมื่อน้ำมันและไขมันลอยอยู่บนผิวน้ำทำให้ออกซิเจนจากอากาศไม่สามารถถ่ายเทลงสู่น้ำได้ น้ำมันและไขมันเป็นสารอินทรีย์ที่มีแอลกอฮอล์ (alcohol) หรือกลีเซลรอลหรือกลีเซอรีน (glycerol and glycerin) เป็นองค์ประกอบที่สะสมอยู่ในพืชและสัตว์โดยธรรมชาติ ซึ่งต่างกับน้ำมันแร่ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนเมื่ออยู่ในสถานะที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า น้ำมัน แต่ถ้าอยู่ในสถานะที่เป็นของแข็งที่อุณหภูมิปกติเรียกว่า ไขมัน ไขมันจะมีความคงตัวมากกว่าสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ทำให้ถูกย่อยสลายโดยแบคทีเรียได้ยาก ถ้ามีสารละลายด่าง เช่น โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ฯลฯ จะทำให้กลีเซอรีนถูกปล่อยออกมาเกิดเกลือด่าง (alkali

salt) ของกรดไขมัน (fatty acid) น้ำมันและไขมันอาจปนเปื้อนกับน้ำเสียที่มาจากบ้านเรือน เช่น เนย น้ำมันหมู เนยเทียม น้ำมันและน้ำมันพืช ธัญพืช ผลไม้บางชนิด ฯลฯ

ไขข้นเมื่อถูกปล่อยมากับน้ำเสียจะเคลือบอยู่ที่ผิวน้ำทำให้เกิดปัญหายุ่งยากทั้งภายในท่อระบายน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียและถ้าไม่มีการกำจัดออกจากน้ำเสียจะทำให้เกิดปัญหาต่อพวกสิ่งมีชีวิตในน้ำและทำให้เป็นคราบน้ำมันที่ผิวของแหล่งน้ำ ไม่ควรปล่อยน้ำเสียที่มีไขข้นมากกว่า 15-20 มิลลิกรัมต่อลิตรลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ (นิลุบล พินิจการและคณะ, 2544)

2.2.3 ดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการศึกษาชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตที่ไม่มีกระดูกสันหลัง (invertebrates) เช่น ตัวอ่อนแมลงหนอน หอยฝาเดียว และหอย 2 ฝา เป็นต้น มีความสำคัญในห่วงโซ่อาหารของระบบนิเวศโดยเฉพาะเป็นอาหารของสัตว์น้ำขนาดใหญ่ เช่น ปลา และทำให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารต่าง ๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นดรรชนีในการแสดงให้เห็นถึงคุณภาพของแหล่งน้ำและผลกระทบจากภาวะมลพิษต่าง ๆ

1) สำหรับกรณีที่ทราบว่าโครงการพัฒนาจะทำให้เกิดผลกระทบทั้งโดยทางตรงและทางอ้อมต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษาหรือมีการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์หน้าดิน ควรจะต้องทำการศึกษาในรายละเอียดของชนิดและปริมาณสัตว์หน้าดิน
2) การเก็บรวบรวมตัวอย่างสัตว์หน้าดินควรปฏิบัติให้ครอบคลุมทุกฤดูกาลของปี โดยใช้เครื่องมือและวิธีการเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมตามสภาพพื้นที่
3) สำหรับการจำแนกทางอนุกรมวิธาน (taxonomy) ของสัตว์หน้าดินจะต้องวิเคราะห์อย่างน้อยในระดับครอบครัว (family) แต่ควรจำแนกให้ถึงระดับสกุล (genus) หรือชนิดพันธุ์ (species) ก็จะมีความเหมาะสมหากทำได้โดยเฉพาะเมื่อต้องการนำผลการศึกษาไปใช้ในการติดตามตรวจสอบผลกระทบหรือเป็นดรรชนี (biotic index) สำหรับแสดงถึงสภาพแวดล้อม
4) ข้อมูลที่จะต้องรายงานคือ รายชื่อ จำนวน และองค์ประกอบของชนิดพันธุ์ที่พบ (species composition) ปริมาณที่พบแต่ละชนิด (abundance) โดยระบุเป็นจำนวนตัวต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร เป็นต้น

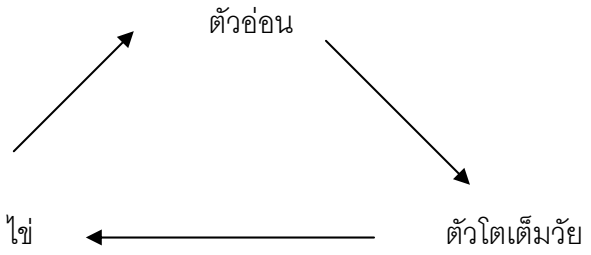
ทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในพื้นที่ศึกษากับผลการสำรวจ หรือข้อมูลทุติยภูมิที่เคยมีการสำรวจมาก่อนในพื้นที่หรือระบบนิเวศน้ำจืดที่มีลักษณะใกล้เคียงกัน เพื่อแสดงให้เห็นถึงความอุดมสมบูรณ์หรือความเข้มแข็งและเปราะบางของระบบนิเวศในพื้นที่ นอกจากนี้ควรวิเคราะห์เปรียบเทียบความหลากหลายทางชีวภาพ (biological diversity) ของชนิดสัตว์หน้าดินที่พบด้วย

สัตว์ขนาดเล็กในแหล่งน้ำ จะใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพลำน้ำ ลำธาร โดยศึกษาสัตว์ที่มีขนาดใหญ่กว่า 2 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถสังเกตได้ง่ายจากตาเปล่าหรือแว่นขยาย โดยสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

2.2.3.1 **แมลง** เป็นกลุ่มสัตว์ที่พบมากที่สุดในลำธาร ส่วนใหญ่ใช้ชีวิตในน้ำเฉพาะช่วงวัยอ่อนและขึ้นไปใช้ชีวิตบนบกเพื่อผสมพันธุ์ เมื่อโตเต็มวัย แต่ก็มีอีกหลายชนิดที่อาศัยอยู่ในน้ำตลอดชีวิต

วงจรชีวิตแมลง

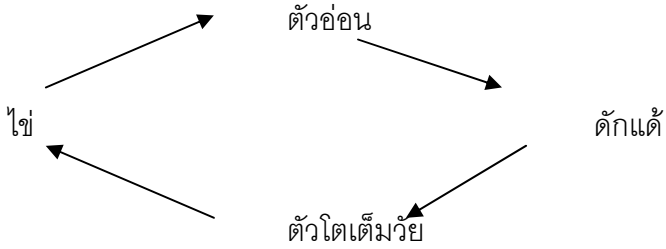
วงจรชีวิตแมลงมีอยู่ 2 แบบ แบบแรกเป็นกลุ่มที่มีวงจรชีวิต 3 ขั้นตอน (ภาพที่ 2.1) ดังนี้



ภาพที่ 2.1 แมลงกลุ่มที่มีวงจรชีวิต 3 ขั้นตอน

ตัวอ่อนประเภทนี้ (nymph) ดูเหมือนสัตว์ที่โตเต็มวัยแต่ปีกยังไม่พัฒนาเต็มที่ ในระยะเติบโตต้องลอกคราบหลายครั้งตามขนาดที่เปลี่ยนแปลง หลังลอกคราบแต่ละครั้ง ตุ่มที่ปีกจะขยายใหญ่ขึ้น และเมื่อลอกคราบครั้งสุดท้าย จะกลายเป็นแมลงมีปีกที่โตเต็มวัย เช่น แมลงปอ

แมลงกลุ่มที่สองมีวงจรชีวิต 4 ขั้นตอน (ภาพที่ 2.2) ดังนี้



ภาพที่ 2.2 แมลงกลุ่มที่มีวงจรชีวิต 4 ขั้นตอน

ตัวอ่อนประเภทนี้ (Larva) ดูไม่เหมือนสัตว์ที่โตเต็มวัยเลยมักกินอาหารและลอกคราบจนกระทั่งมีขนาดใหญ่เต็มที่ จึงลอกคราบครั้งสุดท้ายและกลายเป็นดักแด้ ชีวิตช่วงนี้เป็นระยะฟักตัวโดยเนื้อเยื่อในร่างกายจัดระบบใหม่หมด จากนั้นจึงจะโผล่ออกมาจากรังดักแด้ กลายเป็นแมลงที่โตเต็มวัย เช่น ยุง

การสร้างผลกระทบต่อระบบนิเวศในน้ำ จึงสามารถส่งผลกระทบต่อจำนวนแมลงที่บินอยู่ในอากาศ จากห่วงโซ่อาหาร ถ้าตัวอ่อนแมลงปอถูกมลภาวะตายไป ผลที่ตามมา คือ จำนวนประชากรยุงแพร่เชื้อโรคสูงขึ้น

2.2.3.2 **สัตว์มีกระดอง** เป็นสัตว์ที่มีเปลือกแข็งหุ้มลำตัว บางครั้งเรียกว่ากระดองและมีขามีข้อมากกว่า 8 ขา เช่น กุ้ง ปู เมื่อเติบโตจบคับเปลือก จะลอกคราบและทิ้งเปลือกเก่าไป

2.2.4 **สัตว์ตัวชี้บ่งมลภาวะ** (นฤมล, 2542)

สัตว์ส่วนใหญ่ที่อาศัยอยู่ในธารน้ำไหลเป็นตัวชี้วัดระดับมลภาวะในน้ำได้เราเรียกสัตว์เหล่านี้ว่า “ตัวบ่งชี้” หลายกลุ่มยังอาจพบได้ตามบ่อบึงน้ำนิ่งอีกด้วย “ข้อมูลชีวิตสัตว์” นี้ได้จัดเรียงกลุ่มสัตว์ตามลำดับความทนทานต่อสภาวะ จากกลุ่ม/ชนิดที่ทนได้น้อยและอาศัยอยู่ได้แต่ในน้ำสะอาดมากไปจนถึงพวกที่ทนมลภาวะได้ดี สังเกตสัญลักษณ์คุณภาพน้ำที่สัตว์แต่ละกลุ่มสามารถอาศัยอยู่ได้กำกับไปด้วย

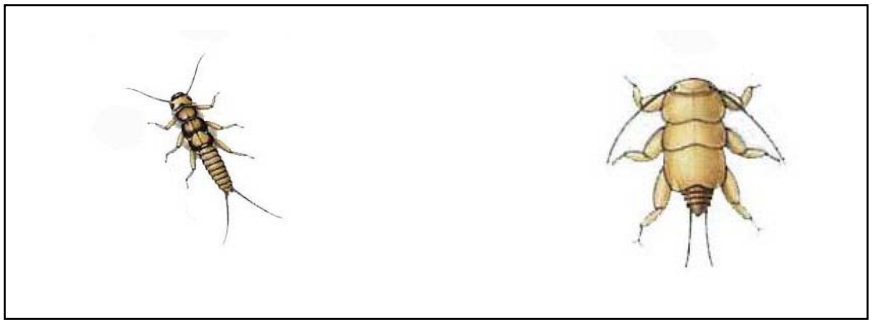
น้ำสะอาดมาก น้ำสะอาด

น้ำคุณภาพพอใช้ได้ น้ำสกปรก

สัตว์บางกลุ่มมีตัวบ่งชี้คุณภาพน้ำระดับต่างๆ หลายประเภทรวมอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

2.2.4.1 **ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน (แมลงในอันดับ** Plecoptera)

ตัวอ่อนแมลงเกาะหินหายใจทางเหงือกและต้องการปริมาณออกซิเจนสูงมักพบตามธารน้ำไหลแรง ถ้าออกซิเจนเริ่มลดลง หลายชนิดจะลุกขึ้นทำท่าวิดพื้น เพื่อเพิ่มแรงกระแสน้ำไหลผ่านบนตัว จะเป็นสัตว์กลุ่มแรกๆ ที่หายไปหากเกิดมลภาวะ มีทั้งที่กินพืชและที่ล่าเหยื่อกินเนื้อ (ภาพที่ 2.3)



ภาพที่ 2.3 ตัวอ่อนแมลงเกาะหิน

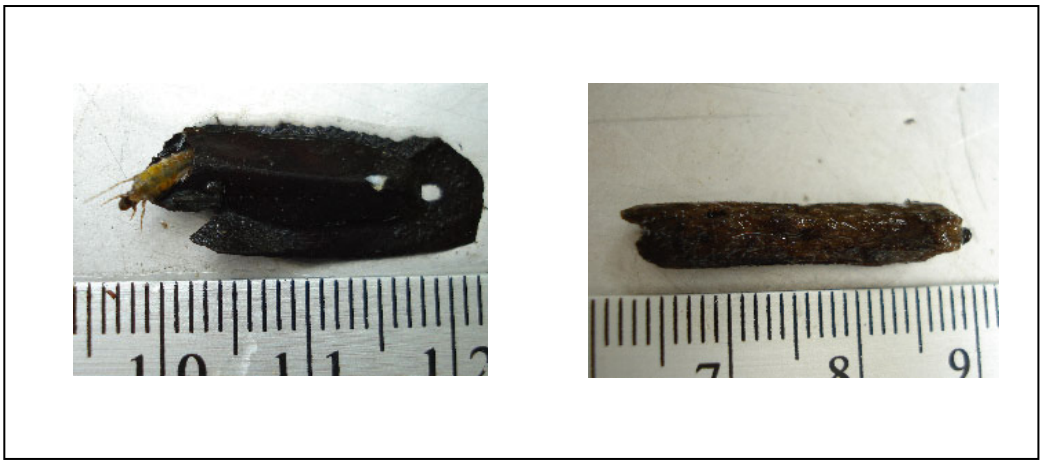
2.2.4.2 **ตัวอ่อนชีปะขาว (แมลงในอันดับ** Ephemeroptera)

ตัวอ่อนชีปะขาวกินตะไคร่ที่ขึ้นตามวัชพืชน้ำและก้อนหิน มีเหงือกและส่วนใหญ่ต้องอยู่ในน้ำสะอาดมาก หรือน้ำสะอาดมีออกซิเจนสูง ถ้าสัตว์กลุ่มนี้หายไปจึงเป็นสัญลักษณ์เตือนภัยถึงมลภาวะ แต่ตัวอ่อนชีปะขาวว่ายน้ำและตัวอ่อนชีปะขาวกระโปรง มีความทนทานต่อมลภาวะเป็นพิเศษ (ภาพที่ 2.4)

ภาพที่ 2.4 ตัวอ่อนชีปะขาว

2.2.4.3 **ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ** **(แมลงในอันดับ** Trichoptera)

ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมีอยู่ 2 พวกใหญ่ๆ ได้แก่ พวกที่อาศัยอยู่ในปลอกและพวกที่อยู่โดดๆ พวกที่ไม่มีปลอกมักจะเป็นสัตว์กินเนื้อ บางประเภทชักใยดักสัตว์ตัวเล็กๆ ที่ลอยอยู่ในน้ำ พวกที่อยู่ในปลอกใช้เม็ดกรวดเม็ดทราย หรือเศษใบไม้มาสร้างบ้าน โดยเชื่อมวัสดุเหล่านี้ด้วยใยเหนียวจากปาก ทั้ง 2 พวกไม่ค่อยทนมลภาวะ ยกเว้นตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำซิโก้ ซึ่งทนมลภาวะได้พอสมควร (ภาพที่ 2.5)



ภาพที่ 2.5 ตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำ

2.2.4.4 **กุ้ง** **(สัตว์ไม่มีกระดูกกระดองในอันดับ** Decapoda)

กุ้งกินพืชและสัตว์ตัวเล็กๆ เป็นอาหาร กุ้งน้ำตกชอบน้ำสะอาดค่อนข้างมาก แต่กุ้งฝอยอาจทนมลภาวะได้บ้าง (ภาพที่ 2.6)

ภาพที่ 2.6 กุ้ง

2.2.4.5 **ตัวอ่อนของแมลงปอ & ตัวอ่อนแมลงปอเข็ม (แมลงในอันดับ** Odonata)

สัตว์กลุ่มนี้เป็นนักล่า มีกรามใหญ่ จับทั้งแมลง ลูกอ๊อด และแม้แต่ปลาตัวเล็กๆ กิน จึงเป็นตัวควบคุมประชากรแมลงที่เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญมาก เช่น ยุงและริ้นดำ แมลงปออาจใช้เวลาเป็นตัวอ่อนอยู่ในน้ำหลายปี กว่าจะโตเป็นตัวเต็มวัยบินได้มีชีวิตอยู่ไม่กี่สัปดาห์ ส่วนใหญ่ชอบน้ำค่อนข้างสะอาด (ภาพที่ 2.7)

ภาพที่ 2.7 ตัวอ่อนของแมลงปอ

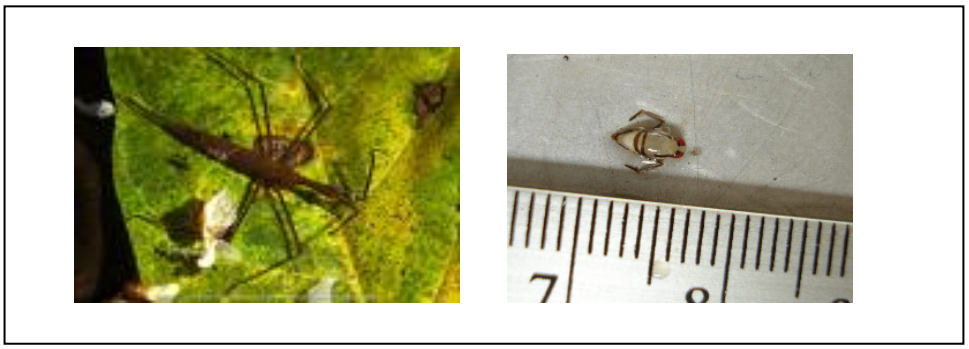
2.2.4.6 **หอย (สัตว์น้ำในไฟลัม** Mollusca)

หอยเป็นสัตว์กินพืชมีเปลือกแข็ง โดยร่างกายขัดสารออกมาสร้างเปลือกขึ้นเอง ถ้าน้ำเริ่มเป็นกรด จะเป็นสัตว์กลุ่มแรกๆ ที่หายไป หอยแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ หอยสองฝา และหอยฝาเดียว พวกหลังมีเปลือกหลายรูปแบบ ได้แก่ หอยหมวกเจ๊กน้ำจืดรูปทรงกรวยแบนคล้ายฝาชี อาศัยในน้ำสะอาดไหลแรง และพวกหอยฝาเดียวที่มีเปลือกขดเป็นวงเกลียว พวกนี้บางประเภทมีแผ่น “ประตู” (operculum) ปิดฝาหอยโดยทั่วไป มักจะทนมลภาวะได้น้อยกว่าพวกไม่มีประตู เพราะหอยฝาเดียวไม่มีประตูไม่ได้ใช้เหงือกหายใจเหมือนหอยอื่นๆ (ภาพที่ 2.8)

ภาพที่ 2.8 หอย

2.2.4.7 **มวนน้ำ** (**แมลงในอันดับ** Hemiptera)

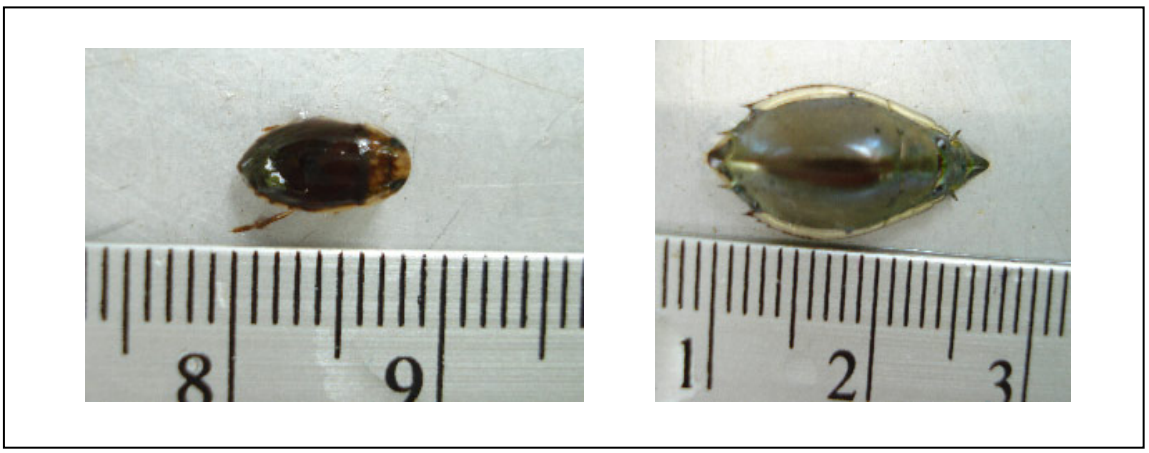
เป็นสัตว์กลุ่มที่หลากหลายมาก มีทั้งพวกอาศัยอยู่แต่บนผิวน้ำ และพวกที่อาศัยอยู่ในน้ำ มวนน้ำส่วนมากเป็นสัตว์กินเนื้อ มีปากเป็นเข็มแหลมใช้จิ้มดูดของเหลวในร่างเหยื่อ เกือบทุกประเภททนมลภาวะได้พอสมควร มีเว้นแต่มวนจานปากยาว พวกนี้ต้องอยู่ในน้ำสะอาดมาก (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 มวนน้ำ

2.2.4.8 **ด้วงน้ำ** (**แมลงในอันดับ** Coleoptera)

เป็นกลุ่มที่หลากหลายมากเช่นกัน มีทั้งพวกที่กินเนื้อและพวกที่กินพืช ตัวเต็มวัยหายใจจากฟองอากาศที่เก็บไว้ตามขนบนตัวหรือใต้ปีก (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่2.10 ด้วงน้ำ

2.2.4.9 **หนอนตัวแบน** **(หนอนในอันดับ** Tricladida)

ตัวแบนราบ จึงหายใจผ่านผิวบางได้โดยตรง ไถตัวหากินตามพื้นใต้น้ำ โดยกลืนเหยื่อเล็กๆ เข้าไปทั้งตัว ทนมลภาวะได้พอสมควร (ภาพที่ 2.11)

ภาพที่ 2.11 หนอนตัวแบน

2.2.4.10 **หนอนแมลงวัน** **(แมลงในอันดับ** Diptera)

เป็นสัตว์กลุ่มใหญ่ มีหลายประเภทรวมถึงพวกที่สามารถทนสภาพแวดล้อมได้เกือบทุกอย่าง แม้แต่ในน้ำสกปรกมากยังอาจพบหนอนแมลงวันบางประเภทได้ พวกที่ทนทานที่สุด ได้แก่ หนอนริ้นน้ำจืด และหนอนแมลงวันดอกไม้ หนอนริ้นน้ำจืดมักเป็นตัวสีแดง มีสารคล้ายเลือดซึ่งเก็บออกซิเจนได้ดี ส่วนหนอนแมลงวันดอกไม้มีปล้องลำตัวปล้องสุดท้ายแปรรูปเป็นหางกลวงปรับความยาวได้ จึงยืดหางขึ้นไปหายใจถึงผิวน้ำได้ หนอนแมลงวันส่วนมากกินเศษพืชซากสัตว์เป็นอาหาร (ภาพที่ 2.12)

ภาพที่ 2.12 หนอนแมลงวัน

2.2.4.11 **ตัวอ่อนแมลงช้าง** **(แมลงในอันดับ** Megaloptera)

เป็นแมลงขนาดใหญ่และเป็นนักล่าที่ดุร้าย จับแมลงอื่นกินเป็นอาหาร มีอายุยืนบางครั้งถึง 3 ปี แมลงช้างกรามโตชอบน้ำสะอาดในขณะที่แมลงช้างปีกลายทนมลภาวะได้ค่อยข้างดี บางประเภทใช้หางดูดอากาศจากผิวน้ำได้โดยตรง (ภาพที่ 2.13)

ภาพที่ 2.13 ตัวอ่อนแมลงช้าง

2.2.4.12 **เหาน้ำ** **(สัตว์ไม่มีกระดองในอันดับ** Isopoda)

กินเศษใบไม้เน่าเป็นอาหาร และทนมลภาวะได้ดี

2.2.4.13 **ปู (สัตว์ไม่มีกระดองในอันดับ** Decapoda)

กินพืชและสัตว์ตัวเล็กๆ หรือเศษซากของพืชและสัตว์ อยู่ได้ในหลายพื้นที่โดยทั่วไปไม่ใช่ตัวบ่งชี้ที่ดีนัก เพราะใช้ชีวิตอยู่ทั้งในน้ำและบนบก จึงเลี่ยงมลภาวะในน้ำได้ อย่างไรก็ตาม ปูลำห้วยทนน้ำค่อนข้างสกปรกได้

2.2.4.14 **ปลิง** **(หนอนในชั้นย่อย** Hirudinea)

เป็นกลุ่มสัตว์กินเนื้อที่กินสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังตัวเล็กๆ เช่น หอยฝาเดียวเป็นอาหาร ปลิงดูดเลือดคนหายากมาก

2.2.4.15 **ตัวหนอนไส้เดือน (หนอนในชั้นย่อย** Oligochaeta)

ตัวหนอนหรือไส้เดือนเป็นหนอนแท้ๆ (worm) รูปร่างผอมยาว ไม่ใช่ตัวอ่อนหน้าตาคล้ายหนอนอย่างหนอนแมลง (larva) มีวงจรชีวิตสั้นและออกลูกหลานได้เร็วมาก อาศัยในโคลนตม กินเศษตะกอนซากพืชซากสัตว์ปกติเป็นอาหารแก่สัตว์อื่น แต่จะพบเป็นจำนวนมากในน้ำสกปรกที่สัตว์อื่นอยู่ไม่ได้ หายใจผ่านผิวบางโดยตรง หลายชนิดมีสารเฮโมโกลบินสีแดงเก็บออกซิเจนได้ดี

2.2.4.16 **จิงโจ้น้ำ (แมลงในอันดับ** Hemiptera)

จิงโจ้น้ำเป็นแมลงที่มักพบอยู่บนผิวน้ำ อาศัยอยู่ร่วมกันเป็นกลุ่มพบได้ทั่วไป มีลำตัวผอมยาวสีดำ น้ำตาล มีขาหน้าสั้น ส่วนขา 2 คู่หลังเรียวยาว จิงโจ้น้ำจะใช้ขาสองคู่นี้ในการเคลื่อนที่เท้ามี 2 ปล้อง ขาปกคลุมด้วยขนละเอียดแน่นยากแก่การเปียกน้ำ และจากการที่มันมีน้ำหนักตัวที่เบาขาของมันจึงทำให้มันสามารถวิ่งไปบนผิวน้ำได้ โดยมีแรงพยุง ที่เรียกว่า แรงตึงผิว (Surface tension) แรงนี้ยึดเหนี่ยวโมเลกุลของน้ำเข้าไว้ด้วยกันทำให้ผิวน้ำมีลักษณะเหมือนผิวหนังที่มีความยืดหยุ่น จึงทำให้จิงโจ้น้ำไม่จม จึงไกลไปมาบนผิวน้ำราวกับนักสเก็ตน้ำแข็ง พร้อมใช้ขาหน้าในการจับเหยื่อ และใช้ขาคู่หลังบังคับทิศทาง (ภาพที่ 2.14)

ภาพที่ 2.14 จิงโจ้น้ำ

นักวิทยาศาสตร์นิยมใช้สัตว์หน้าดินเป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพในการตรวจวัดคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำไหล (นฤมล, 2542) เนื่องจาก

1) เคลื่อนที่ได้น้อย ทำให้ได้รับผลกระทบจากมลพิษโดยตรง

2) มีความหลากหลายของชนิดพันธุ์ และมีการแพร่กระจายกว้าง

3) มีความไวต่อการถูกรบกวน และฟื้นตัวช้า

4) บางชนิดมีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

5) เป็นอาหารของสัตว์น้ำ

6) ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในแหล่งน้ำสามารถบ่งบอกถึงสถานะภาพของแหล่งน้ำได้ เนื่องจากสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะดำรงชีวิตอยู่ในแหล่งน้ำที่มีสภาพแตกต่างกัน

7) การใช้สิ่งมีชีวิตเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำนั้นมีความสะดวกกว่าการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมี เพราะการตรวจสอบทางกายภาพและทางเคมีนั้นมีพารามิเตอร์อยู่หลายตัว

8) การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางชีวภาพยังสามารถแสดงให้เห็นถึงระดับความรุนแรงของการเปลี่ยนแปลงหรือสภาวะมลพิษในแหล่งน้ำได้

9) ตัวชี้วัดทางชีวภาพสามารถประเมินคุณภาพแหล่งน้ำได้ดีกว่าการตรวจวัดคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี เช่น การสังเกตด้วยตาเปล่าไม่สามารถบอกได้ว่าแหล่งน้ำได้รับการปนเปื้อนจากธาตุอาหารพืช แต่สังเกตได้จากสาหร่ายที่เจริญอย่างรวดเร็ว (plankton bloom)

2.3 **ผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่มีต่อสิ่งแวดล้อม**

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดส่วนใหญ่ในท้องตลาด จะมีสารเคมีตกค้างสู่สิ่งแวดล้อม เช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีสารอินทรีย์พวก LAS (Linear Alkyl Benzene Sulfonate) เมื่อปล่อยลงสู่แหล่งน้ำจะไปทำลายเหงือกปลาและสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในน้ำ ผลกระทบของผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2551) มีดังนี้

2.3.1 **ผงซักฟอก**

ผลกระทบของผงซักฟอกที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารเคมีหลายชนิด เช่น สารลดแรงตึงผิวบางชนิด เช่น

- alkylphenol ethoxylate (APEO) เป็นสารลดแรงตึงผิวแบบไม่มีประจุ ซึ่งสามารถสลายตัวอยู่ในรูปที่มีความเสถียรและเป็นพิษมากขึ้น นอกจากนี้ APEOs ยังสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตได้
- สารลดความกระด้างของน้ำเป็นสารที่ลดความกระด้างของน้ำและช่วยให้สารลดแรงตึงผิวสามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีอยู่หลายชนิดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น

• Phosphonate เป็นสารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และมักเกิดการรวมตัวกับโลหะหนักในตะกอนดินเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน

• Ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) เป็นสารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และมักเกิดการรวมตัวกับโลหะหนักในตะกอนดินเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน

• nitrilotriacetic acid (NTA) เป็นสารที่ย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และมักเกิดการรวมตัวกับโลหะหนักในตะกอนดินเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน และยังเป็นสารก่อมะเร็ง

• ฟอสเฟตกับปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน

• ซีโอไลต์กับการเกิดสารแขวนลอยในน้ำ

• สาร STPP ในสารซักฟอกจะลดความกระด้างโดยดึงอนุภาคแคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) ออกจากน้ำ แคลเซียมหรือแมกนีเซียมจะเข้าแทนที่โซเดียมในโมเลกุลของ STPP ซึ่งเป็นสารลดความกระด้างที่ทำหน้าที่ได้ประสิทธิผลดีแต่สามารถก่อให้เกิดปัญหาต่อสิ่งแวดล้อมได้ หลายประเทศมีความเห็นว่าฟอสเฟตอาจเป็นต้นเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) ในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงได้ให้ความสนใจกับสารซักฟอกที่ไม่มีส่วนประกอบของฟอสเฟตโดยใช้สารอื่นทดแทนเป็นสารลดความกระด้าง

2.3.2 **ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสำหรับถ้วยชาม**

ประกอบด้วยสารลดแรงตึงผิวและสารประกอบเคมีอื่นๆ หลายชนิด บางชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก บางชนิดเป็นสารพิษ หรือสารก่อมะเร็งเมื่อเกิดการสะสมและตกค้างในแหล่งน้ำธรรมชาติ จะทำให้สมดุลในสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไป เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร

- **สารลดแรงตึงผิว** สารลดแรงตึงผิวโดยทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนที่ละลายในน้ำ (water soluble component) และส่วนที่ละลายในไขมัน (fat soluble component) ซึ่งส่วนที่ละลายไขมันซึมเข้าไปในเหงือกของปลา ทำให้ความสามารถในการควบคุมปริมาณเกลือเสียไป สารลดแรงตึงผิวบางชนิด เช่น alkylphenol ethoxylate (APEO) เป็นสารลดแรงตึงผิวแบบไม่มีประจุ ย่อยสลายทางชีวภาพ

ได้ยาก โดยจะสลายตัวอยู่ในรูปที่มีความเสถียรและเป็นพิษมากขึ้น นอกจากนี้ APEOs ยังสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตได้

- **สารลดความกระด้างของน้ำ** ชนิด phosphate และ polyphosphate เป็นสารที่มีฟอสฟอรัสเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นเมื่อทิ้งลงแหล่งน้ำนิ่ง เช่น ทะเลสาบ บึง อ่างเก็บน้ำ จะกลายเป็นสารอาหารให้กับพืชน้ำ ซึ่งจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้แหล่งน้ำตื้นเขิน และเมื่อพืชน้ำเหล่านี้ตายลง จะเกิดการเน่าเสียของแหล่งน้ำ มีผลกระทบต่อสัตว์น้ำ สารลดความกระด้างของน้ำอื่นๆ เช่น zeolite, polyacrylates, NTA, EDTA และphosphonate สลายตัวทางชีวภาพได้ช้า นอกจากนี้ phosphonate และ EDTA มักเกิดการรวมตัวกับโลหะหนักในตะกอนดินกลายเป็นสารที่มีโครงสร้างซับซ้อน ซึ่งทำให้เกิดการสะสมของสารพิษ

- **สารกันเสีย** ใส่เพื่อป้องกันการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ บางชนิดย่อยสลายทางชีวภาพยาก บางชนิดมีความเป็นพิษและอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ฟอร์มาลิน

- **สารฟอกขาว** ส่วนมากใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดสำหรับถ้วยชาม สำหรับเครื่องล้างจาน สารฟอกขาวประเภทคลอรีน เช่น hypochlorite จะทำ าให้เกิดสารประกอบ organochlorine ซึ่งค่อนข้างเสถียร ทำให้เกิดการสะสมในสิ่งแวดล้อม

2.3.3 **แชมพู**

สารเคมีที่เป็นส่วนประกอบของแชมพูบางชนิดมีการย่อยสลายได้ยาก หรือไม่ย่อยสลายเลย ทำให้เกิดการสะสมในสิ่งแวดล้อม บางชนิดเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและห่วงโซ่อาหารในแหล่งน้ำและดิน บางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง สารเคมีที่ประกอบอยู่ในแชมพู ได้แก่

- **สารลดแรงตึงผิว** โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนที่ละลายในน้ำ และส่วนที่ละลายในไขมัน ซึ่งส่วนที่ละลายในไขมันจะซึมผ่านเข้าไปในเหงือกปลา ทำให้ความสามารถในการควบคุมปริมาณเกลือเสียไป นอกจากนี้สารลดแรงตึงผิวแต่ละชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้แตกต่างกัน บางชนิดสลายตัวได้ยากและเกิดการสะสมและตกค้างในแหล่งน้ำ ทำให้สมดุลในสภาวะแวดล้อมทางน้ำเปลี่ยนแปลงและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำได้ อย่างไรก็ตามการย่อยสลายทางชีวภาพ

ของสารลดแรงตึงผิวจะเกิดขึ้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณออกซิเจนละลาย ปริมาณจุลินทรีย์ในแหล่งน้ำ หรือระยะเวลาที่ใช้ในการย่อยสลาย หากปัจจัยเหล่านี้มีจำกัดจะทำให้การสลายตัวช้าลง

- **สารลดความกระด้างของน้ำ** เช่น ฟอสเฟต และโพลิฟอสเฟตประกอบด้วยฟอสฟอรัสซึ่งเป็นธาตุอาหาร เมื่อปล่อยสู่แหล่งน้ำในปริมาณที่มาก จะทำให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำมากเกินไป พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และเมื่อตายลงก่อให้เกิดปัญหาการเน่าเสียของแหล่งน้ำ สารลดความกระด้างของน้ำชนิดอื่น เช่น zeolite, polyacrylates, NTA, EDTA และ phosphonate สลายตัวได้ค่อนข้างช้า ส่วน EDTA และ phosphonate เชื่อว่าทำให้เกิด mobility ของโลหะหนักเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ NTA ยังเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย

- **สารกันเสีย** บางชนิดย่อยสลายทางชีวภาพได้ยาก และบางชนิดมีความเป็นพิษเป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ฟอร์มาลดีไฮด์ และ isothiozolinones สามารถทำให้เกิดอาการแพ้ได้ นอกจากนี้สารกันเสียยังทำให้ประสิทธิภาพของระบบบำบัดของเสียลดลง โดยฆ่าแบคทีเรียที่มีความจำเป็นในกระบวนการบำบัด

- **สารทำอิมัลชัน** บางชนิดย่อยสลายได้ยาก หรือไม่ย่อยสลาย ทำให้เกิดการตกค้างและสะสมในสิ่งแวดล้อม บางชนิดมีความเป็นพิษ ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหาร

ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมหรือที่ได้รับฉลากเขียว (Green Label) จะหลีกเลี่ยงการเติมสารเคมี เช่น secondary alkane sulphonate (SAS), linear alkylbenzene sulphonate (LAS), nitriloacetic acid (NTA), phosphonates ซึ่งเป็นสารที่มีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ โดยการนำสารที่สกัดจากสารธรรมชาติมาใช้แทนสารเคมีบางชนิด ซึ่งจะช่วยรักษาความสมดุลของระบบนิเวศได้ในระยะยาว

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล (2550) ได้ประยุกต์ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อพัฒนาการท่องเที่ยว ที่อุทยานแห่งชาติศรีน่าน จังหวัดน่าน ได้ศึกษาถึงการใช้ทรัพยากรของนักท่องเที่ยวพบว่านักท่องเที่ยวต้องการใช้พื้นที่ในการพักแรมอย่างน้อย 2 ตารางเมตร/คน ใช้น้ำประมาณ 10.8 ลิตร/คน/

วัน และสร้างขยะประมาณ 600 กรัม/คน/วัน และได้จัดทำคู่มือพักแรมเชิงนิเวศ ลดผลกระทบจากการท่องเที่ยวด้วยการเพิ่มถังขยะและประชาสัมพันธ์ให้นักท่องเที่ยวร่วมกันแยกขยะและใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม รวมทั้งเพิ่มกิจกรรมการเรียนรู้ด้านดาราศาสตร์ให้กับนักท่องเที่ยว ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวได้รับความสนใจและร่วมมืออย่างดียิ่งจากนักท่องเที่ยว และสามารถเป็นแนวทางในการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติได้ หากมีการจัดการที่เหมาะสม

ปิยนุช ค้าของ และคณะ (2549) ศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณท่าเทียบเรือโดยสารในเขตของกรุงเทพมหานคร และการประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำได้เก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์บริเวณท่าเทียบเรือโดยสารในเขตกรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 11 สถานี โดยเริ่มดำเนินการวิจัยตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2549 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2550 รวมทั้งสิ้น 5 เดือน เก็บตัวอย่างทุกวันที่ 1 และวันที่ 5 ของเดือน ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพและทางเคมีรวมทั้งสิ้น 9 พารามิเตอร์ คือ อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง การนำไฟฟ้า ของแข็งแขวนลอย ของแข็งละลายน้ำทั้งหมด บีโอดี ทีเคเอ็น น้ำมันและไขมัน และฟอสฟอรัสในน้ำนำค่าต่างๆ มาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

สุจยา ยอดเพชร และคณะ (2543) กล่าวไว้ว่า การเก็บตัวอย่างน้ำในแหล่งน้ำที่เป็นแหล่งน้ำไหล ทำการเก็บที่จุดกึ่งกลางความกว้างของแหล่งน้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก ณ จุดตรวจสอบ ส่วนในแหล่งน้ำนิ่งทำการเก็บที่ระดับความลึก 1 เมตร ณ จุดตรวจสอบแหล่งน้ำที่มีความลึกเกินกว่า 2 เมตร สำหรับแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม ให้เก็บที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร ณ จุดตรวจสอบ ซึ่งเป็นการเก็บตัวอย่างตามวิธีที่กำหนดไว้ในประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2537) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ส่วนดัชนีคุณภาพน้ำบางดัชนีได้ทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ทันทีในภาคสนาม ได้แก่ อุณหภูมิน้ำ ความนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง และความโปร่งแสง ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ดัชนีคุณภาพน้ำอื่นๆ เก็บตัวอย่างมาทำการตรวจวัด/วิเคราะห์ ในห้องปฏิบัติการ

แสงสรรค์ ภูมิสถาน และคณะ (2547) ศึกษาคุณภาพน้ำและประเมินผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำบริเวณน้ำตกเอราวัณเปรียบเทียบคุณภาพน้ำในแต่ละฤดูกาล ช่วงเวลาและ

บริเวณที่มีระดับการใช้ประโยชน์แตกต่างกันและศึกษาขีดความสามารถในการฟอกตัวของน้ำบริเวณน้ำตกเอราวัณ ผลการศึกษา พบว่าคุณภาพน้ำโดยภาพรวมบริเวณน้ำตกเอราวัณอยู่ในเกณฑ์ดี ส่วนการเปรียบเทียบความแตกต่างพบว่า ฤดูกาลที่แตกต่างกันส่งผลให้คุณภาพน้ำในด้าน สี อุณหภูมิ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ ปริมาณของแข็ง แขวนลอย ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระดับการใช้ประโยชน์ที่ต่างกันระหว่างวันหยุดและวันธรรมดาส่งผลให้คุณภาพน้ำในด้าน สี ความขุ่น อุณหภูมิ และค่าความเป็นกรดเป็นด่าง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และระดับการใช้ประโยชน์ที่ต่างกันในแต่ละบริเวณส่งผลให้คุณภาพน้ำในด้านปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำ ค่า ความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วน การศึกษาความสามารถในการฟอกตัวของน้ำพบว่าสามารถฟื้นคืนสภาพสู่สภาพเดิมโดยใช้เวลาประมาณ 4–16 ชั่วโมง

ชลาทร ศรีตุลานนท์ และคณะ (2525) การศึกษาคุณสมบัติทางด้านฟิสิกส์และเคมีของน้ำจากลุ่มน้ำลำตะคอง เริ่มตั้งแต่เดือนมีนาคม 2524 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2525 พบว่ามี pH อยู่ในช่วง 6.8 - 8.85 อุณหภูมิของน้ำ 20.5 - 31 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ 3.1 - 9.8 มิลลิกรัมต่อลิตร ความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมี 0.25 - 3.1 มิลลิกรัมต่อลิตร

ศุภกิจ นนทนานันท์ และคณะ (2550) ได้ทำการศึกษาโครงการ การบริหารจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงบูรณาการบริเวณลุ่มน้ำสงครามด้วยระบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ กล่าวไว้ว่าในการตรวจวัดค่าคุณภาพน้ำนิยมใช้ค่าดัชนีคุณภาพน้ำเพื่อบอกคุณภาพของแหล่งน้ำ โดยค่าดัชนีคุณภาพน้ำนี้คำนวณจากค่าตัวแปรต่างๆ ที่ตรวจวัดได้แล้วทำการคำนวณซึ่งค่าที่ได้จะอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 (0 เท่ากับคุณภาพต่ำที่สุด และ 100 เท่ากับคุณภาพดีที่สุด) และนำค่าตัวแปรต่างๆ ที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่มาคำนวณด้วยวิธี Unweighted Mulitiplication River Water Quality Index เพื่อนำมาแสดงแสดงถึงระดับคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ การคำนวณค่าดัชนีคุณภาพน้ำทั่วไปคิดจากการรวมคะแนนดัชนีคุณภาพน้ำ 9 ดัชนี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH), ออกซิเจนละลายน้ำ (DO), ของแข็งทั้งหมด (TS), แบคทีเรียกลุ่มฟีคัล (Fecal Coliforms), ไนเตรท (NO_3), ฟอสเฟต (PO^{3-}_4), ความขุ่น (Turbidity), อุณหภูมิของน้ำ (Temp), ค่าบีโอดี (BOD) และนำค่าดัชนีคุณภาพน้ำที่

วิเคราะห์ได้เทียบกับค่ามาตรฐานของกองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กฤษณา อินต๊ะยศ (2549) ศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในบางบริเวณของแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย โดยศึกษาระหว่างเดือนตุลาคมถึงธันวาคม 2549 โดยเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำจากจุดเก็บตัวอย่างทั้งหมด 6 จุด จากการศึกษาพบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำทั้งหมด 3,768 ตัว 58 วงศ์ 8 อันดับ พบว่าค่าดัชนี ความหลากหลายทางชีวภาพในเดือนธันวาคม มีมากที่สุด รองลงมาคือ เดือนตุลาคม และเดือนพฤศจิกายน ตามลำดับ จากการประเมินคุณภาพน้ำทางชีวภาพ โดยใช้ ASPT พบว่าระหว่างเดือนตุลาคม ถึง ธันวาคม 2549 มีคุณภาพน้ำระหว่างค่อนข้างดี ถึง ค่อนข้างสกปรก และจากการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและทางเคมีบางประการ ทั้ง 6 จุดศึกษา ตลอด 3 เดือน พบว่า จุดที่ 1 คือ อุทยานแห่งชาติขุนแจ และ จุดที่ 2 บ้านโป่งน้ำร้อน จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 คือ คุณภาพน้ำค่อนข้างดี จุดที่ 3 บ้านทุ่งรวงทอง จุดที่ 4 บ้านม่วงคำ และ จุดที่ 5 บ้านท่าสันกลาง จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 คือ คุณภาพน้ำค่อนข้างสกปรก และจุดที่ 6 บ้านป่าบง จัดเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 คือ คุณภาพน้ำปานกลาง

สุภาภรณ์ กาสุริยะ (2549) ศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพเคมีภาพและชีวภาพ โดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2549 ถึง เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ในการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอนในจุดศึกษาทั้ง 8 จุด พบแพลงก์ตอนพืช ทั้งหมด 6 Division 44 speciesโดย แพลงก์ตอนพืชใน Division Chlorophyta มีปริมาณที่พบมากที่สุด รองลงมาคือ Division Euglenophyta โดย Division นี้จะพบว่ามีความหลากหลายของสปีชีส์มากกว่า Divisionอื่นๆ ชนิดที่เด่นคือ *Euglena* spp., *Stombomonas* sp บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี (ยุวดี, 2540) และ Divition Cyanophyta มีจำนวนน้อยที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ และพบแพลงก์ตอนสัตว์เพียง ชนิดเดียวคือ *Carchesium colonial bell animalcyles.* สำหรับแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ดังกล่าวสามารถใช้เป็นดัชนีแสดงคุณภาพน้ำได้และการประเมินคุณภาพน้ำโดยใช้มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก(WHO) สามารถแบ่งคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 คุณภาพน้ำชั้นดีเยี่ยม ได้แก่ จุดศึกษาที่ 6 เดือนพฤศจิกายน, จุดศึกษาที่ 2 ในเดือนธันวาคมและเดือนมกราคม

ระดับที่ 2 คุณภาพน้ำชั้นดีมาก ได้แก่ จุดศึกษาที่ 1,7 ,8 ในเดือนธันวาคม และจุดศึกษาที่ 1,3,5,7 ในเดือนมกราคม จุดศึกษานอกจากนี้จัดอยู่ในระดับที่ 3 คุณภาพน้ำชั้นดี

เพ็ญประภา เพชระบูรณิน และ สุภาพร เทียมวงศ์ (2550) ศึกษาสัตว์ที่เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยศึกษาในระบบนิเวศบก เกี่ยวความหลากชนิดเฉพาะของนกที่เป็นสัตว์ป่าคุ้มครองและถิ่นที่อยู่อาศัย และศึกษาระบบนิเวศแหล่งน้ำ เกี่ยวกับความหลากชนิดและจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินในแหล่งน้ำที่แบ่งตามประโยชน์การใช้งาน จำนวน 4 แหล่ง ทั้ง 3 ฤดูใน 1 ปี ผลการศึกษาแหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ด้านการประมง พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน 7 อันดับ 14 วงศ์ แหล่งน้ำที่ใช้ในการบำบัดน้ำ พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ฤดู 9 อันดับ 14 วงศ์ แหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ด้านประปา พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดินโดยรวมทั้ง 3 ฤดู 7 อันดับ 16 วงศ์ และ แหล่งน้ำที่ใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการ พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ฤดู 7 อันดับ 13 วงศ์ ผลการประเมินคุณภาพน้ำด้วยสัตว์หน้าดิน โดยการใช้ BMWP Score พบว่าคุณภาพน้ำทั้ง 4 แหล่ง มีคุณภาพปานกลาง

ยุวดี พีรพรพิศาล (2540) การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพระหว่างเดือน เมษายน 2539 – พฤษภาคม 2540 พบว่าสามารถใช้แพลงก์ตอนพืช 4 สปีชีส์ และแพลงก์ตอนสัตว์ 2 สปีชีส์ เป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพน้ำ โดยแพลงก์ตอนพืช 3 สปีชีส์ ได้แก่ *Planktolyngbya limnetice* Lemmerman , *Aulacoseira granalata* (Ehrenberg) Ralfs และ *Trachelomonas volvocseira* Ehrenberg บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ส่วน *Dinobryon divergens* Imhof บ่งชี้คุณภาพน้ำดี แพลงก์ตอนสัตว์ที่บ่งชี้คุณภาพน้ำไม่ดี ได้แก่ *Polyarthra vulgaris* และบ่งชี้คุณภาพน้ำดี ได้แก่ *Tetramastrix opoliensis* คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำอ่างแก้วจัดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำจืดผิวดินอยู่ในประเภท 2 และเมื่อจัดตามความมากน้อยของสารอาหารจัดเป็น Mesotrophic reservoir คุณภาพน้ำในอ่างเก็บน้ำนี้ยังมีความเหมาะสมที่จะทำมาเป็นน้ำดิบเพื่อทำน้ำประปาแจกจ่ายในมหาวิทยาลัย สามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภค บริโภค โดยต้องผ่านการบำบัดที่เหมาะสมก่อน

วิลาสินี วัฒนาวงศ์ดอน (2540) การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macroinvertebrate) ในบึงหนองเอียดเมื่อวันที่ 28 พฤศจิกายน พ.ศ.2539 และวันที่ 28 มกราคม พ.ศ.

2540 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ 2 ไฟลัม 5 อันดับ 11 วงศ์ 13 ชนิด และ 2 ไฟลัม 6 อันดับ 8 วงศ์ 8 ชนิด ตามลำดับ โดยพบมวนน้ำ (O.Hemiptera) เป็นจำนวนมากที่สุด และที่พบเป็นจำนวนมากรองลงมา คือ กุ้ง (O.Decapoda) จากการเก็บตัวอย่าง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่บริเวณตะกอนดิน ไม่พบว่ามีสัตว์ชนิดใดอาศัยอยู่ ทั้งนี้เพราะบริเวณตะกอนดิน ประกอบด้วย เศษเน่าเปื่อยของซากพืช เป็นจำนวนมาก จึงทำให้อัตราการย่อยสลายสูง ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำ จากบึงหนองเอียด พบว่าน้ำมีคุณภาพที่ไม่ค่อยดีนัก เนื่องมาจากอิทธิพลของสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ภายในบึงเอง และการเจือปนของสารดังกล่าว น่าจะมาจากซากผักตบชวา และพืชน้ำอื่นๆในบึง มากกว่าปัจจัยภายนอก เพราะบริเวณโดยรอบ ของบึง จะมีแนวของต้นฐูปฤาษีขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น ช่วยกันไม่ให้หน้าดิน และตะกอนไหลลงสู่บึงได้

นฤมล แสงประดับ และคณะ (2541) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในแหล่งน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพองวิธีการเก็บตัวอย่างเชิงปริมาณและตัวอย่างน้ำจากลุ่มน้ำพอง 24 สถานี แม่น้ำชี 3 สถานี จำนวนสถานีละ 6 ซ้ำ ทุก 2 เดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี พบโครงสร้างชุมชนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในลำน้ำพองตอนบน ซึ่งมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์น้อย มีความหลากชนิดของสัตว์มากกว่า ลำน้ำพองตอนล่างที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์มากกว่า และพบว่าฤดูกาล มีผลมากต่อชนิดและความหนาแน่นของสัตว์ คือในฤดูฝนจะพบจำนวนชนิด และจำนวนตัวของสัตว์ลดลงอย่างมาก เนื่องจากเกิดน้ำหลากพัดพาสัตว์ไปกับกระแสน้ำ การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติวิเคราะห์หลายตัวแปร พบว่าสามารถจัดจำแนก สถานีต่าง ๆ ได้ด้วยข้อมูลองค์ประกอบทางชีวภาพ ในแต่ละสถานีนั้น และสามารถแสดงปัจจัยทางเคมี ฟิสิกส์ ที่มีความสัมพันธ์ต่อคุณภาพน้ำได้ พบตัวอ่อนแมลงชีปะขาว และตัวอ่อนแมลงหนอนปลอกน้ำมาก ในบริเวณแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี คือมีค่า DO สูง และ BOD ต่ำ พบตัวอ่อนแมลงสองปีก เช่น หนอนแดง (*Chironomidae*) มากในบริเวณที่ มีมลภาวะมีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูง ตัวอ่อนริ้นน้ำกร่อย (*Chaoborus sp.*) พบมากในบริเวณที่มีค่าการนำไฟฟ้าสูง และพบไส้เดือนน้ำจืดซึ่งเป็นสัตว์ที่ มีความทนทานมากที่สุด มีปริมาณมากในบริเวณที่มีการปนเปื้อนของสารอินทรีย์สูงมาก

พร้อมทั้งระบุไว้ว่าการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีเชิงปริมาณข้อมูลระดับวงศ์ ให้ผลการวิเคราะห์เช่นเดียวกับ ข้อมูลระดับสกุลหรือชนิด ระบบค่าคะแนน BMWP/ASPT และ/หรือดัชนี EPT และดัชนี

ความหลากหลาย Shannon- Weiner's index ล้วนเป็นวิธีที่ใช้ได้ สำหรับประเมินการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ จากการปนเปื้อนของสารอินทรีย์

บทที่ 3

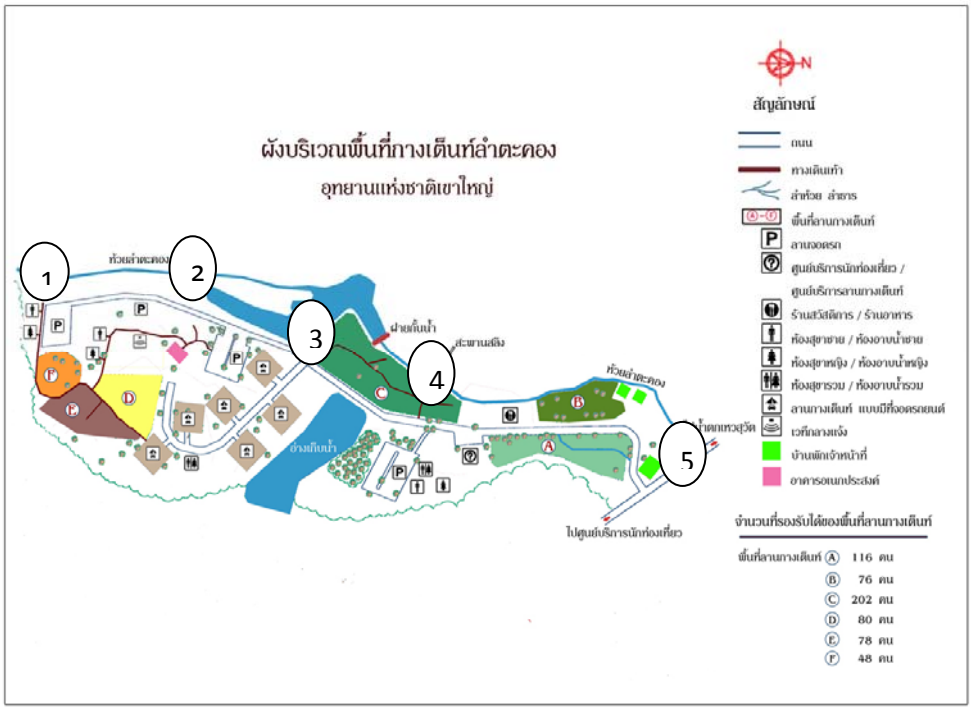
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สถานที่ทำการวิจัย

พื้นที่ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้กำหนดพื้นที่วิจัยเป็น 2 บริเวณได้แก่ บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ (ภาพที่ 3.1- 3.2) และกำหนดจุดศึกษาพื้นที่ละ 5 จุด ตั้งแต่บริเวณต้นธารน้ำไหลก่อนถึงลานกางเต็นท์จนถึงบริเวณท้ายลำน้ำทั้ง 2 แห่ง โดยมีหลักเกณฑ์ในการกำหนดจุดศึกษา คือ ต้องเป็นตัวแทนของสถานีปนเปื้อน (Polluted sites) และสถานีอ้างอิง (Reference site) ของบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ โดยพิจารณาการปนเปื้อนที่เกิดจากกิจกรรมการท่องเที่ยวรวมถึงการใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น การล้างจาน การประกอบอาหาร การชำระล้างร่างกาย รวมไปถึงการใช้ประโยชน์จากลำธาร ซึ่งได้กำหนดจุดศึกษาดังตาราง 3.1

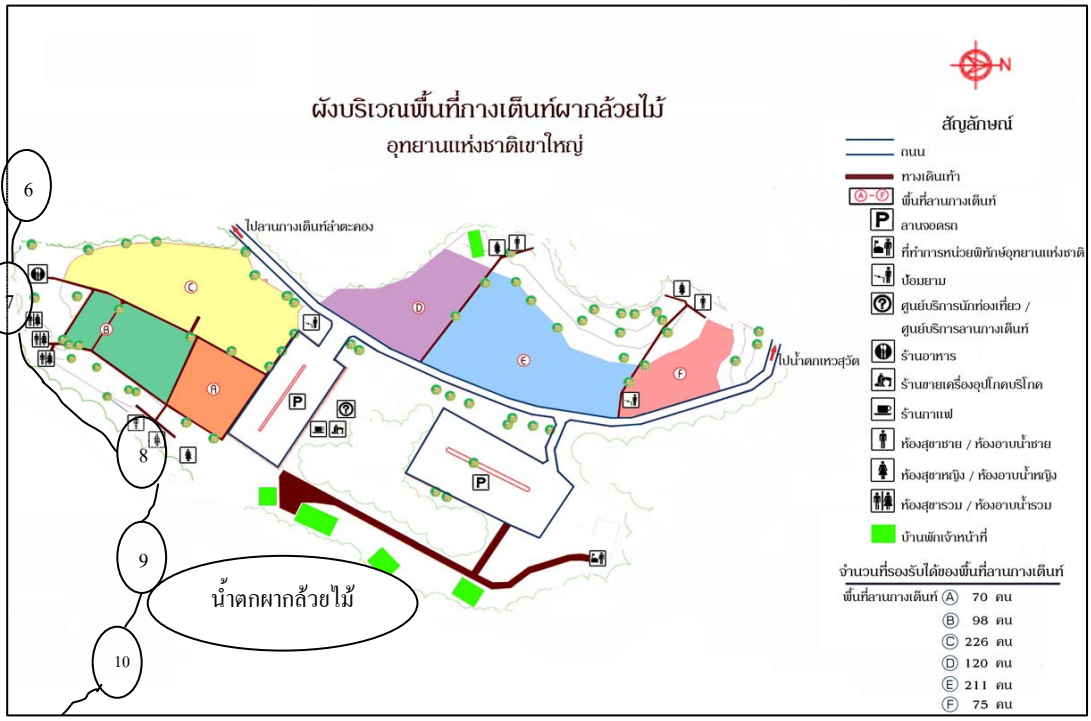
ตารางที่ 3.1 กำหนดจุดศึกษา

ตำแหน่ง	จุดศึกษา	พิกัด
ลานกางเต็นท์ลำตะคอง		
1	บริเวณใกล้กับห้องน้ำที่แรกของลานกางเต็นท์ลำตะคอง	พิกัด 47P 0757070 UTM 1595927
2	บริเวณโขดหินห่างจากจุดที่ 6 ประมาณ 100 เมตร ของลานกางเต็นท์ลำตะคอง	พิกัด 47P 0757134 UTM 1595977
3	บริเวณที่ปล่อยน้ำออกจากห้องน้ำตรงกลางลานกางเต็นท์ลำตะคอง	พิกัด 47P 0757236 UTM 1595951
4	บริเวณสะพาน ของลานกางเต็นท์ลำตะคอง	พิกัด 47P 0757326 UTM 1595925
5	บริเวณท้ายน้ำตรงสะพานทางเข้าลานกางเต็นท์ลำตะคอง	พิกัด 47P 0757556 UTM 1595849
ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้		
6	บริเวณต้นน้ำของลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้	พิกัด 47P 0158649 UTM 1596465
7	บริเวณใกล้กับห้องน้ำที่แรกของลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้	พิกัด 47P 0758778 UTM 1596612
8	บริเวณตรงกลางของห้องน้ำของลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้	พิกัด 47P 0758877 UTM 1596675
9	บริเวณตรงกลางระหว่างจุดที่ 3 กับ 5 เป็นจุดที่ 4 ของลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้	พิกัด 47P 0759008 UTM 1596536
10	บริเวณท้ายน้ำ ของลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้	พิกัด 47P 0759043 UTM 15965558



ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

แหล่งที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551



ภาพที่ 3.2 จุดเก็บตัวอย่างบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

แหล่งที่มา: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551

3.2 เครื่องมือ อุปกรณ์

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีประกอบด้วย

3.2.1.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

(1) เครื่องมือที่ใช้ในภาคสนาม

- เครื่องวัดพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System: GPS)
- เครื่อง pH meter
- เครื่อง Conductivity meter
- เครื่อง DO meter

(2) เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) ใช้วิธี Direct method โดยใช้ DO meter

- ตู้อบ (BOD Incubator) เป็นตู้สามารถควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และต้องมืดเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเจนเพิ่มขึ้นจากสาหร่าย
- เครื่อง DO meter

(3) เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าไนโตรเจนในรูปไนเตรทโดยใช้สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

Spectrophotometer

- เครื่อง Spectrophotometer
- เครื่องอังน้ำ (Water bath)

(4)เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าฟอสเฟต โดยใช้ Spectrophotometer

- เครื่อง Spectrophotometer

(5) เครื่องมือที่ใช้ในการหาปริมาณไขมันน้ำมันและไขข้นในน้ำ (FOG)

- เครื่องชั่ง (Balance) ชนิดละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- เครื่องอังน้ำ (Water bath)
- เตาอบ (Oven)
- ภาชนะทำแห้ง (Dessicator)

3.2.1.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษา

(1) อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนาม

- ขวดพลาสติก (Polyethylene) ขนาด 1 ลิตร จำนวน 240 ขวด
- Label เพื่อบอกลักษณะและรายละเอียดของตัวอย่างน้ำ
- เชือกฟาง
- ตุ้มเหล็ก
- นาฬิกาจับเวลา
- กล้องถ่ายรูป
- กล่องโฟมใส่ขวดน้ำตัวอย่าง

(2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD: Biochemical Oxygen Demand) ใช้วิธี Direct method โดยใช้ DO meter

- ขวด BOD ขนาด 300 มิลลิลิตรพร้อมจุกแก้ว
- เครื่องเติมอากาศ
- น้ำกลั่น

(3) อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาค่าไนโตรเจนในรูปไนเตรท โดยใช้ Spectrophotometer

- หลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร
- สารละลายมาตรฐานไนเตรต
- สารละลายโซเดียมอาร์เซไนต์
- สารละลาย Brucine-Sulfanilic Acid Solution
- สารละลายกรดซัลฟิวริค

- สารละลายโซเดียมคลอไรด์

(4) อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาค่าฟอสเฟต โดยใช้ Spectrophotometer

- กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 40
- กรดซัลฟิวริค 5 N
- สารละลาย Potassium Antimonyl Tartrate Solution
- สารละลาย Ammonium Molybdate Solution
- กรด Ascorbic Acid 0.1N
- น้ำยาผสม (Combined Reagent)
- สารละลายมาตรฐานฟอสเฟต

(5) อุปกรณ์ที่ใช้ในการหาปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ (FOG)

- กรวยแยก
- บีกเกอร์ขนาด 100, 250และ1,000 มล.
- กระบอกตวงแก้ว (Cylinder) ขนาด 50 และ 1,000
- กระดาษกรอง WHATMAN เบอร์ 40
- ขวดวัดปริมาตร (Volumetric flash) ขนาด 100 และ 1,000 มล.
- กรวยกรองแก้วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7เซนติเมตร
- ชามระเหย (Evaporating dish)
- Sulfuric acid (H_2SO_4) AR grade
- n-Hexane (C_6H_{14})AR grade
- Sodium Sulfate Anhydrous (Na_2SO_4anhydrous) AR grade

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาคุณภาพน้ำโดยใช้ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพ ประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และวินิจฉัยตัวอย่าง ได้แก่

1. ขวดแก้วเก็บตัวอย่าง ขนาด 20 มิลลิลิตร สำหรับดองตัวอย่าง
2. 70% เอทิลแอลกอฮอล์ สำหรับดองตัวอย่าง
3. สวิงจับแมลง (Sweep net)
4. กระดาษบันทึก ปากกา pigment ink และอุปกรณ์เครื่องเขียนชนิดต่างๆ
5. กล้องจุลทรรศน์แบบสเตอริโอซูม (stereo zoom microscope)
6. กล้องถ่ายภาพดิจิตอล และอุปกรณ์ในการถ่ายภาพ
7. แผ่นสไลด์ (microscope slide) และแผ่นปิดสไลด์ (cover glass)

8. ปากคีบ (forceps)
9. เข็มเขี่ย
10. พู่กัน
11. จานเลี้ยงเชื้อ (petri dish)
12. หลอดหยด (dropper)
13. กระดาษสติ๊กเกอร์
14. กล่องเก็บแผ่นสไลด์
15. กล่องเก็บตัวอย่าง
16. ถาดก้นลึก
17. น้ำกลั่น
18. ตะแกรงร่อน

3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการศึกษามีดังนี้

1. สำรวจภาคสนามบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ ศึกษาสถานภาพของพื้นที่ในด้านกายภาพ ด้านชีวภาพ ชนิดของพืชและสัตว์ที่พบในพื้นที่

2. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างบริเวณลานกางเต็นท์ทั้ง 2 แห่งโดยวิธี stratified random sampling กำหนดจุดเก็บตัวอย่างพื้นที่ละ 5 จุด วันละ 2 ครั้ง โดยจะวิเคราะห์คุณภาพน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว เดือนละ 3 วัน ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน – มกราคม

3. จัดทำคู่มือพักแรมเชิงนิเวศเพื่อรณรงค์ให้นักท่องเที่ยวเกิดความตระหนักในการใช้ทรัพยากร และทราบถึงผลกระทบจากกิจกรรมการท่องเที่ยวและการใช้ทรัพยากรที่มีต่อสิ่งแวดล้อม และรณรงค์ให้นักท่องเที่ยวและเจ้าหน้าที่ร่วมกันใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

4. นำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำยาล้างจาน ผงซักฟอก สบู่ มาใช้นักท่องเที่ยวและเจ้าหน้าที่ใช้ในบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ เป็นระยะเวลา 3 เดือน

5. เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยใช้ Integrated Sampling และเปรียบเทียบคุณภาพน้ำก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1) การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี มีพารามิเตอร์ที่ศึกษาได้แก่

- อุณหภูมิ (Temperature) โดยใช้ DO meter
- ความเป็นกรด-เบส (pH) โดยใช้ pH meter
- ค่าออกซิเจนละลาย (DO) โดยใช้ DO meter
- ค่าความสกปรกในรูปบีโอดี (BOD) ใช้ Dilution method ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน
- ไนโตรเจน ในรูปไนเตรท โดยใช้ Spectrophotometer
- ฟอสเฟต โดยใช้ Spectrophotometer
- Total Coliform Bacteria โดยใช้ วิธี MPN or Multiple tube fermentation technique)

2) การศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ

วิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธีการทางชีวภาพ จากแมลงน้ำและสัตว์หน้าดินที่พบในบริเวณลำตะคองในพื้นที่กางเต็นท์ทั้ง 2 แห่ง ศึกษาความหลากหลายของชนิด จำนวน สถานภาพและความสำคัญของชนิดพันธุ์นั้น ๆ โดยมีขั้นตอนการศึกษา ดังนี้

-เก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่พื้นท้องน้ำ ที่มีขนาดตั้งแต่ 0.2 – 0.5 มิลลิเมตร ที่อาศัยอยู่บนพื้นท้องน้ำและที่เกาะอยู่รอบพืชน้ำ โดยใช้สวิงขนาดรูตาข่าย 0.4 มิลลิเมตร สุ่มเก็บตัวอย่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ซึ่งมีจุดเก็บตัวอย่าง 10 จุด ตักรอบๆ พืชน้ำที่ขึ้นบริเวณตลิ่งเป็นพื้นที่ใกล้เคียงกันในแต่ละจุดศึกษา เทตัวอย่างลงใน ถาดก้นลึก ทำการล้างตะกอนพื้นท้องน้ำที่ใหญ่ๆ เช่น ก้อนหิน เอาเศษขยะใบไม้ออก เอาสิ่งมีชีวิตที่ได้ รักษาสภาพตัวอย่างด้วยแอลกอฮอล์ 75 % ก่อนนำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

ทั้งนี้ ในการเก็บตัวอย่าง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำต้องเก็บจากปลายน้ำแล้วทวนกระแสน้ำขึ้นไปเพื่อไม่ให้รบกวนสัตว์ที่อยู่เหนือน้ำ ทำการแยกและวิเคราะห์โดยใช้ Stereomicroscope

- เปรียบเทียบคุณสมบัติของกลุ่มสัตว์ (Community character) ระหว่าง 10 สถานี โดยพิจารณา ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index)

ค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) ใช้สูตรของ Shannon – weiner index ที่ได้ดัดแปลงแล้ว (Odum, 1983) มีสูตร ดังนี้คือ

$$H' = - (Pi \log Pi)$$

โดยที่ H' = ดัชนีความหลากหลาย Shanon-Weiner

Pi = สัดส่วนของจำนวนสิ่งมีชีวิตที่ i ต่อจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

I = จำนวนตัวทั้งหมด

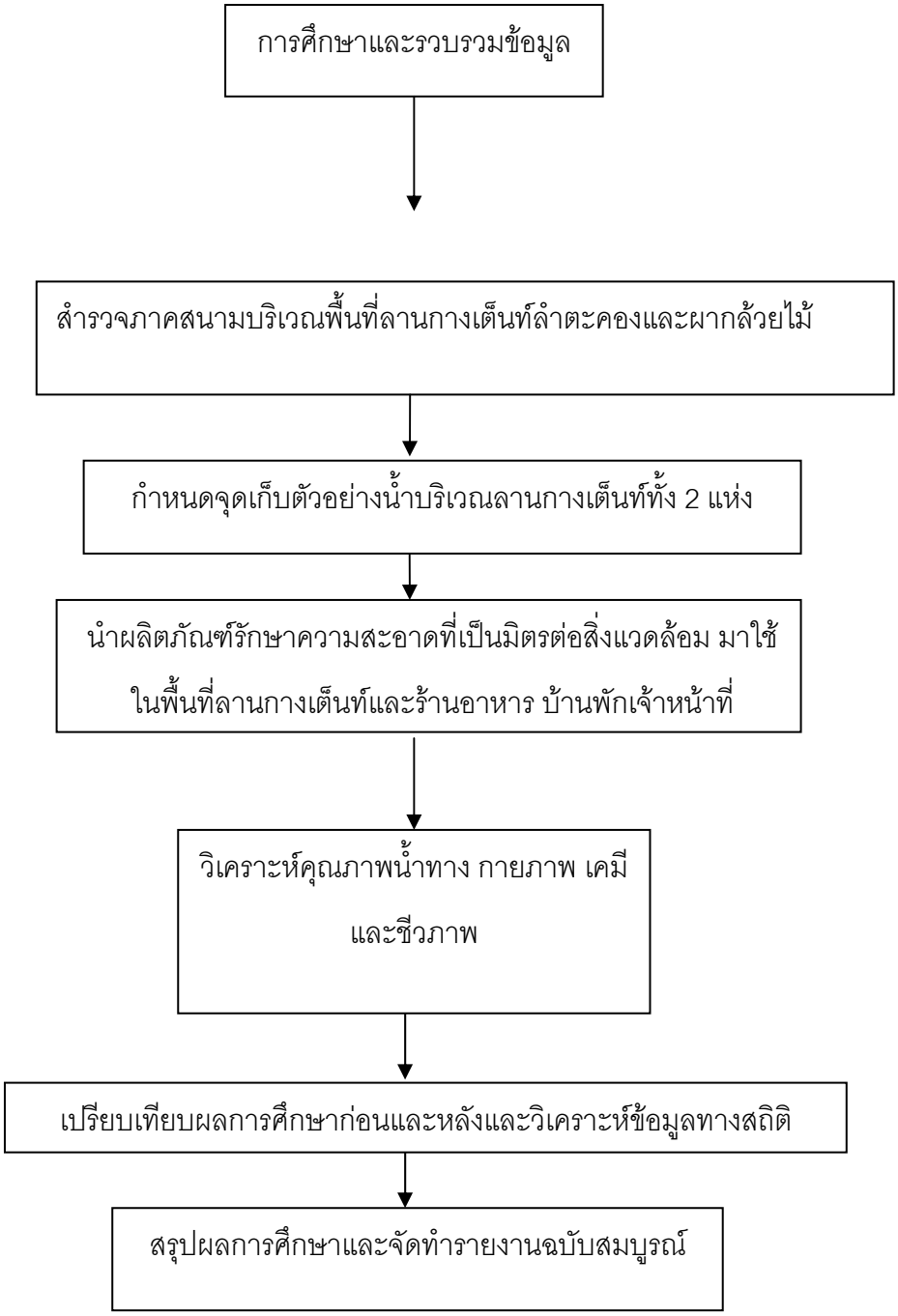
6. เปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้วยวิธีการทางสถิติ ดังนี้

- เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ โดยใช้วิธีการทางสถิติ (t-test)

- ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์โดยใช้วิธีการทางสถิติ (correlation analysis)

7. เก็บรวบรวมสถิตินักท่องเที่ยวในช่วงเวลาที่ศึกษาและทำแบบสอบถามการใช้ทรัพยากรของนักท่องเที่ยว

8. สรุปและวิเคราะห์ผลการศึกษา



ภาพที่ 3.3 แผนผังการดำเนินงานวิจัย

3.4 ระยะเวลาทำวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

ระยะเวลาดำเนินโครงการ 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2552 – กันยายน 2553

ขั้นตอนการดำเนินงาน	เดือน											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.สำรวจภาคสนามบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้												
2. กำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณลานกางเต็นท์ทั้ง 2 แห่ง												
3. จัดทำคู่มือพักแรมเชิงนิเวศ												
3.นำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มาใช้ในพื้นที่												
4. วิเคราะห์คุณภาพน้ำทาง กายภาพ เคมี และชีวภาพ												
5. เปรียบเทียบผลการศึกษาก่อนและหลังและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ												
6. เก็บข้อมูลสถิตินักท่องเที่ยวและแบบสอบถามความคิดเห็น												
7. สรุปและวิเคราะห์ผล												
8. จัดทำรายงานฉบับสมบูรณ์												

บทที่ 4

ผลการศึกษาและการวิเคราะห์ผล

4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ (DO, BOD, FOG, NO_3^-, PO_4^{3-} , Total Coliform Bacteria, E. coli) ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ตุลาคม) และหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (พฤศจิกายน 52-มกราคม 53) โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์ดังนี้

4.1.1 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลาย(DO) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO)ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) mg/l	
		ก่อนใช้	หลังใช้
ลำตะคอง	1	7.61	8.19
	2	7.85	8.02
	3	7.67	7.5
	4	8.25	8.2
	5	7.98	8.44
ผากล้วยไม้	6	8.02	8.28
	7	8.13	8.61
	8	7.78	8.5
	9	7.95	8.42
	10	8.34	8.28

ค่า DO ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณลำตะคองมีค่าใกล้เคียงกันโดยจุดที่มีค่า DO สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 8.2 mg/l และในช่วงใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 8.4 mg/l สำหรับลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ค่า DO ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจุดที่มีค่า DO สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 8.34 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 8 มีค่าเท่ากับ 8.61 mg/l แต่ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทั้งก่อนและ

หลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่า DO เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องมากกว่า 6 mg/l

4.1.2 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่4.2

ตารางที่ 4.2 ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD)ในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	ปริมาณออกซิเจนที่จุลินทรีย์ใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ (BOD) mg/l	
		ก่อนใช้	หลังใช้
ลำตะคอง	1	3.05	3.05
	2	2.99	1.99
	3	3.34	2.44
	4	3.27	2.51
	5	2.98	2.17
ผากล้วยไม้	6	3.35	1.47
	7	3.05	1.96
	8	2.91	1.83
	9	2.71	1.5
	10	3.14	1.75

ค่า BOD บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกัน โดยมีจุดที่มีค่า BOD สูงสุดในช่วงก่อนใช้คือจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.34 mg/l และในช่วงหลังใช้คือ จุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 3.05 mg/l

ค่า BOD ณ ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกัน จุดที่มีค่า BOD สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 6 มีค่าเท่ากับ 3.35 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.96 mg/l

โดยทุกจุดที่ศึกษามีค่า BOD ลดลงหลังจากที่ใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะอยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว ทั้งนี้ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำมีค่า BOD ที่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 1.5 mg/l

4.1.3 **ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ** (FOG)

เนื่องจากผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ(FOG) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแยกเป็นรายเดือนแสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ (FOG) ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	ปริมาณไขมันและน้ำมันในน้ำ (FOG) mg/l			
		ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
ลำตะคอง	1	0	0	0	0
	2	0	8.33	0	0
	3	0	8.33	0	0
	4	0	16.66	0	0
	5	0	0	0	0
ผากล้วยไม้	6	0	0	0	8.33
	7	0	0	0	8.33
	8	8.33	0	0	0
	9	0	8.33	0	0
	10	0	0	0	8.33

จากตารางที่ 4.3 พบว่าค่า FOG ระหว่างช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในเดือนพฤศจิกายน ในจุดที่ 2, 3, 4 จะพบค่า FOG เท่ากับ 8.33, 8.33, 16.66 mg/l ตามลำดับ นอกนั้นไม่สามารถตรวจพบค่า FOG ในพื้นที่ศึกษา บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ พบค่า FOG ในเดือนตุลาคม จุดที่ 3 จะมีค่า FOG เท่ากับ 8.33 ในเดือนมกราคมในจุดที่ 1, 2, 5 จะมีค่า FOG เท่ากับ 8.33, 8.33, 8.33 ตามลำดับ

4.1.4 ปริมาณของไนเตรต (NO^{3-})

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของไนเตรต (NO_3^-) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณของไนเตรต (NO_3^-) ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	ปริมาณไนเตรต (NO_3^-) mg/l	
		ก่อนใช้	หลังใช้
ลำตะคอง	1	5.59	6.21
	2	5.93	6.18
	3	5.66	6.17
	4	5.96	6.2
	5	5.77	6.23
ผากล้วยไม้	6	5.64	5.62
	7	5.67	5.69
	8	5.65	5.66
	9	5.69	5.65
	10	5.72	5.78

ลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ค่า NO_3^- มีค่าสูงสุดในจุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 5.96 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 6.23 mg/l

ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ค่า NO_3^- มีค่าสูงสุดในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมคือจุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 5.72 mg/l และ 5.78 mg/l ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้และลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า NO_3^- เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) ที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 5 mg/l

4.1.5 **ปริมาณของฟอสเฟต** (PO_4^{3-})

ผลการวิเคราะห์ปริมาณของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแสดงดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปริมาณของฟอสเฟต (PO_4^{3-}) ในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	ปริมาณฟอสเฟต (PO_4^{3-})	
		ก่อนใช้	หลังใช้
ลำตะคอง	1	1.19	1.12
	2	1.08	0.99
	3	1.38	0.12
	4	1.02	0.99
	5	1.06	0.98
ผากล้วยไม้	6	0.84	0.87
	7	0.77	0.88
	8	0.81	0.86
	9	0.72	0.87
	10	1.06	0.93

ค่าฟอสเฟตบริเวณลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยจุดที่มีค่าฟอสเฟตสูงสุดคือจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.38 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.12 mg/l และในทุกจุดศึกษาค่าฟอสเฟตลดลงหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ค่าฟอสเฟตบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยจุดที่มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.06 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.93 mg/l

4.1.6 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)และเชื้ออี โคไล (*E.coli*)

ผลการวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในน้ำ (Total Coliform Bacteria) และเชื้ออี โคไล (*E.coli*) บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษา ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แสดงดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดและเชื้ออี โคไล ในน้ำในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

สถานที่	จุดที่	Total Colifrom (MPN Index/100ml)		*E. coli* (MPN Index/100ml)	
		ก่อนใช้	หลังใช้	ก่อนใช้	หลังใช้
ลำตะคอง	1	696.16	118,272	29.5	1,792.66
	2	707.66	157,216.33	69.33	9,702.33
	3	1003.16	98,718	57.16	15,596.33
	4	1263	114,983	47.33	1,401
	5	1589.16	115,156.33	95.33	2,033
ผากล้วยไม้	6	740	103,454	57.66	19,800
	7	946.66	116,401	29.33	27,294.4
	8	818.33	96,440.6	57.66	15,123.3
	9	4,016.66	101,458	34.33	4,117.22
	10	738.33	74,000.5	37.66	972.22

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด (Total Coliform Bacteria) ณ บริเวณลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จุดที่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุดคือ จุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1,589 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์แต่อยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 157,216.33 MPN Index/100ml จากผลการศึกษาพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ลำตะคองในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552-มกราคม 2553)มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

ปริมาณเชื้อ *E. coli* บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจุดที่มีปริมาณเชื้อ *E. coli* สูงสุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 95.33 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 15,596.33 MPN Index/100ml พบว่าจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ลำตะคองในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวที่จุด 2และ 3 ซึ่งได้รับน้ำทิ้งจากห้องน้ำและกิจกรรมการกางเต็นท์พักแรมของนักท่องเที่ยว มีปริมาณ*เชื้อ E. coli* ที่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml (Fecal Coliform Bacteria)

พบว่าปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจุดที่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 4,016.66 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 116,401 MPN Index/100ml ผลการศึกษาพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทั้งก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

สำหรับปริมาณเชื้อ *E. coli* ณ ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จุดที่มีปริมาณเชื้อ *E. coli* สูงสุดคือจุดที่ 1และ3 มีค่าเท่ากับ 57.66 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 27,294.4

MPN Index/100ml และจุดที่มีค่าน้อยที่สุดคือ จุดที่ 5 ซึ่งอยู่ท้ายน้ำและมีระยะห่างจากพื้นที่ลานกางเต็นท์มากที่สุด ซึ่งพบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

4.1.2 การวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test (paired samples test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ได้ผลดังตารางที่ 4.7

โดยกำหนดสมมติฐานการวิจัยไว้ดังนี้

H_0: คุณภาพน้ำในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมไม่มีความแตกต่างกับคุณภาพน้ำหลังใช้ผลิตภัณฑ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

H_1: คุณภาพน้ำในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีความแตกต่างกับคุณภาพน้ำหลังใช้ผลิตภัณฑ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์

พารามิเตอร์	สถานที่	พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.	
		t	sig	t	sig	t	sig
BOD	ลำตะคอง	15.631	0.000*	0.777	0.443	3.065	0.005*
	ผากล้วยไม้	5.693	0.000*	6.607	0.000*	9.94	0.000*
DO	ลำตะคอง	6.236	0.000*	-7.557	0.000*	0.553	0.585
	ผากล้วยไม้	3.11	0.004*	-12.869	0.000*	3.44	0.002*
N	ลำตะคอง	-7.293	0.000*	-7.293	0.000*	-7.293	0.000*
	ผากล้วยไม้	-0.349	0.73	-0.349	0.73	-0.349	0.73
P	ลำตะคอง	1.655	0.109	1.655	0.109	1.655	0.109
	ผากล้วยไม้	-0.978	0.336	-0.978	0.336	-0.978	0.336
FOG	ลำตะคอง	-2.112	0.043*	-	-	-	-
	ผากล้วยไม้	0	1	1	0.326	-1.361	0.184
Total Coliform Bacteria	ลำตะคอง	-3.754	0.001	-10.62	0.000*	-9.411	0.000*
	ผากล้วยไม้	-4.448	0.000*	-5.672	0.000*	-10.595	0.000*
E. coli	ลำตะคอง	-1.566	0.128	-4.213	0.000*	-1.887	0.068
	ผากล้วยไม้	-3.599	0.001	-7.291	0.000*	-2.59	0.015

หมายเหตุ : * มีความแตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างของคุณภาพน้ำในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า

(1) ค่า BOD : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง มีค่า BOD ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายนกับเดือนมกราคม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ในขณะที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทุกเดือนที่ศึกษามีค่า BOD แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(2) ค่า DO: บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า DO ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า DO ทั้ง 3 เดือน ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

(3) ค่า NO_3^- : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า NO_3^- ระหว่างระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า NO_3^- ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือนไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(4) ค่า PO_4^{3-} : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า PO_4^{3-} ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3เดือน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(5) ค่า FOG: บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า FOG ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในเดือนพฤศจิกายน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า FOG ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(6) ค่า Total Coliform Bacteria : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง มีค่า Total Coliform Bacteria ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายน เดือนธันวาคมและเดือนมกราคม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ค่า Total Coliform Bacteria ทั้ง 3 เดือนระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

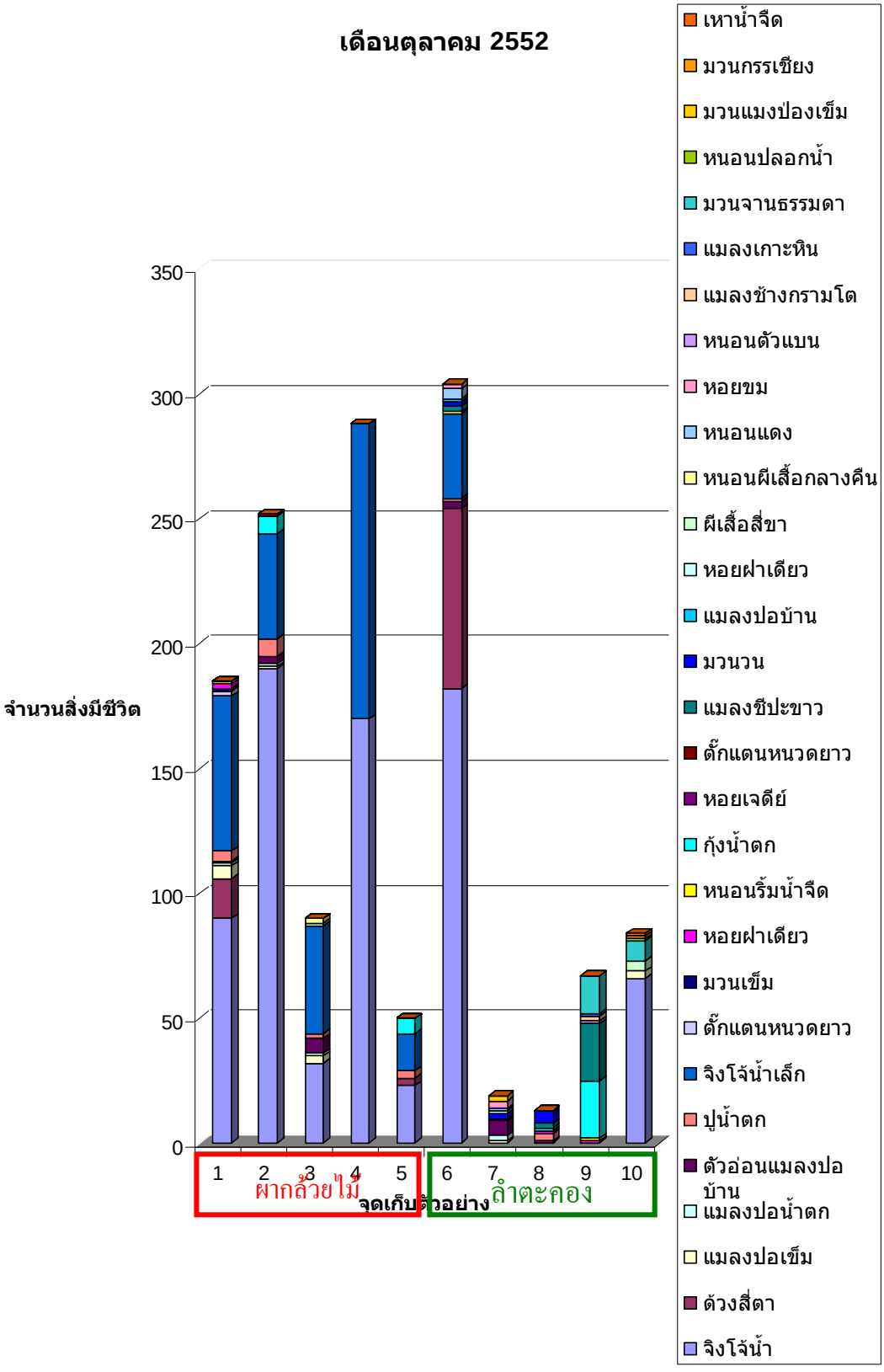
(7) ค่า *E. coli* : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า *E. coli* ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายนกับเดือนมกราคม ไม่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ในเดือนธันวาคม แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า *E.coli* ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4.2 **ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพ**

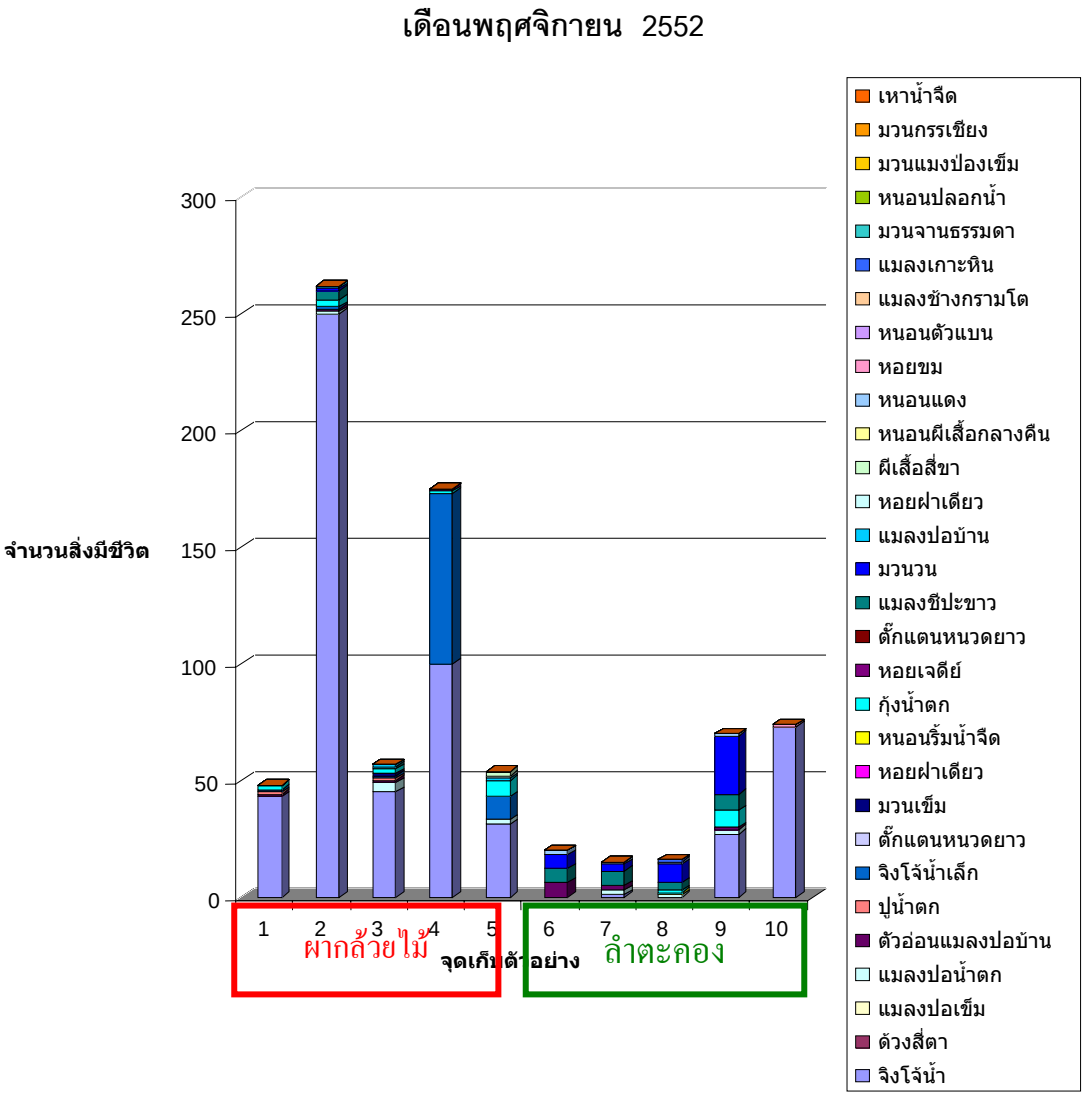
ผลการศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ บริเวณลำตะคอง ณ ลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ รวม 10 จุดศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2552 – มกราคม 2553 สามารถสรุป สรุปได้ดังตาราง 4.8 และแผนภูมิแสดงสัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในแต่ละเดือนแสดงไว้ดังภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.8 จำนวนตัว อันดับ และจำนวนวงศ์ของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 – เดือนมกราคม 2553

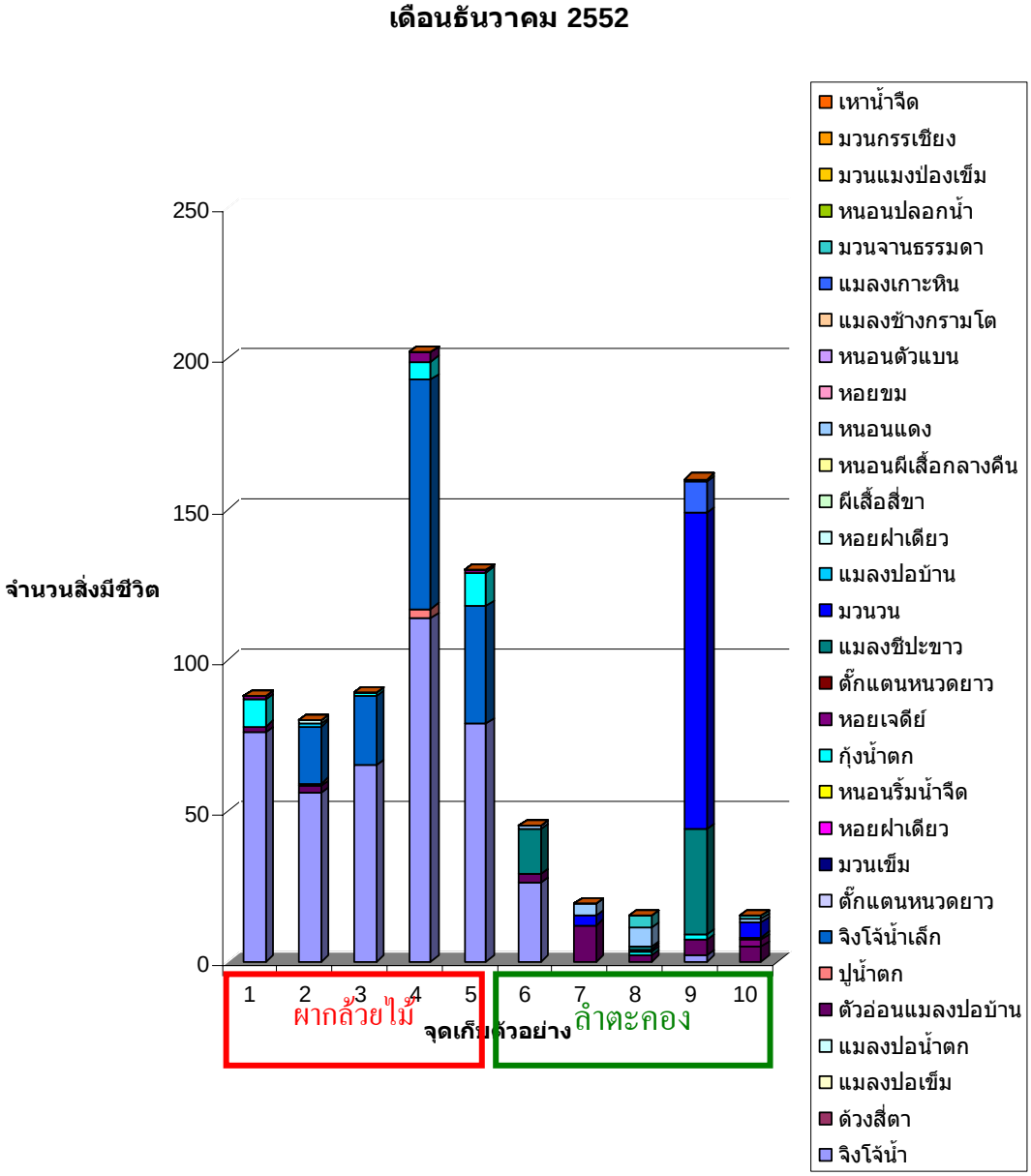
พื้นที่ศึกษา	จุดที่	เดือนตุลาคม 2552			เดือนพฤศจิกายน 2552			เดือนธันวาคม 2552			เดือนมกราคม 2553		
		ตัว	อันดับ	วงศ์	ตัว	อันดับ	วงศ์	ตัว	อันดับ	วงศ์	ตัว	อันดับ	วงศ์
ผากล้วยไม้	1	185	8	11	46	3	3	58	2	4	94	3	4
	2	252	4	8	262	4	7	80	4	5	98	3	4
	3	73	5	9	57	4	7	89	2	3	66	3	4
	4	288	2	2	176	3	4	202	3	5	169	4	6
	5	50	3	5	52	5	6	130	4	6	106	3	4
รวม		**848**	**22**	**35**	**593**	**19**	**27**	**559**	**15**	**23**	**533**	**16**	**22**
ลำตะคอง	6	303	4	5	20	4	4	46	5	5	97	3	4
	7	19	4	8	15	4	5	19	3	3	17	4	5
	8	13	5	6	16	6	6	15	6	6	20	5	6
	9	67	7	8	72	5	7	160	6	7	67	6	7
	10	84	5	7	74	2	2	15	5	6	103	3	5
รวม		**486**	**25**	**34**	**197**	**21**	**24**	**255**	**25**	**27**	**304**	**21**	**27**
รวมทั้งหมด		**1,385**	**12**	**25**	**890**	**9**	**13**	**845**	**9**	**14**	**857**	**10**	**16**



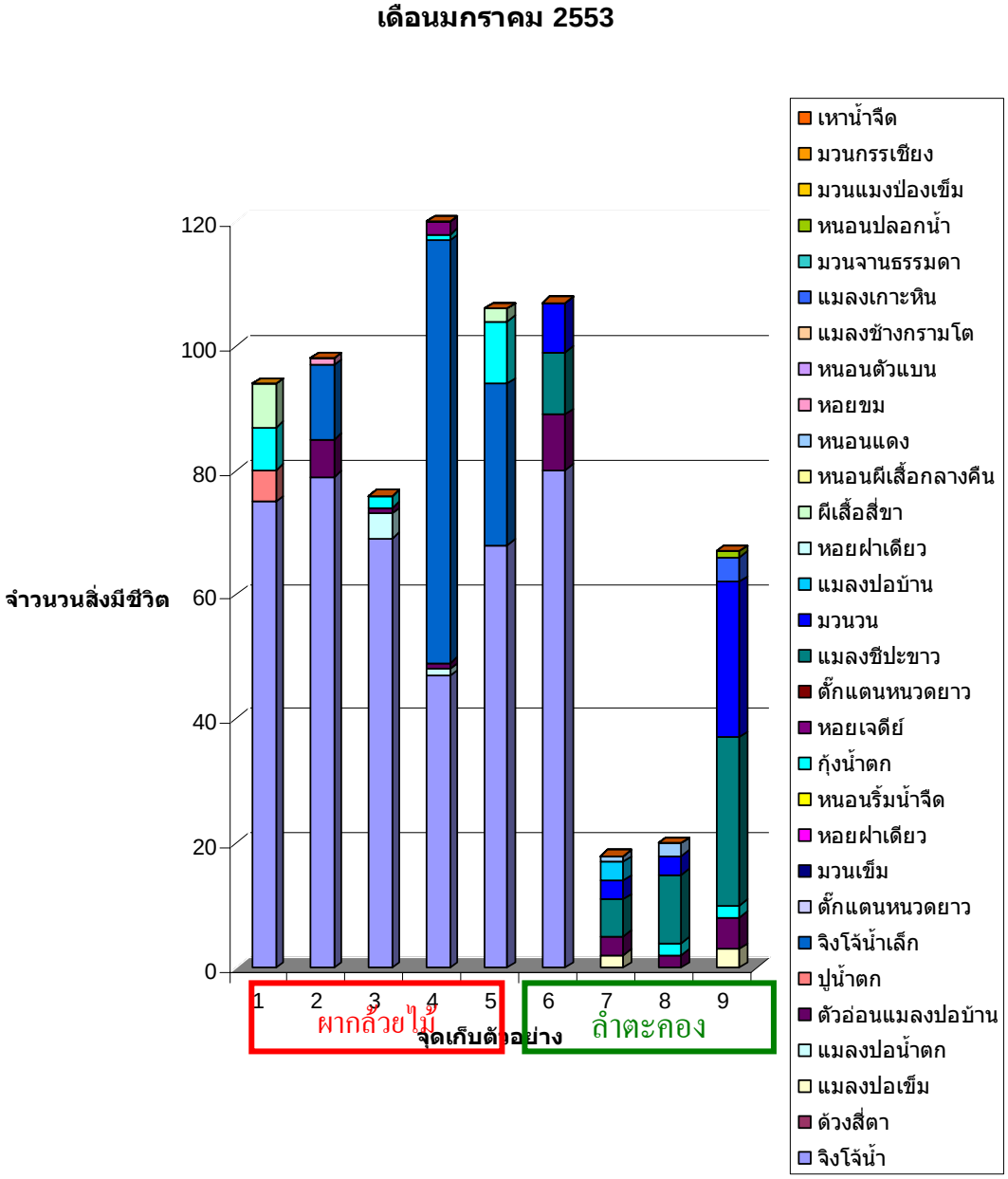
ภาพที่ 4.1 สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนตุลาคม 2552



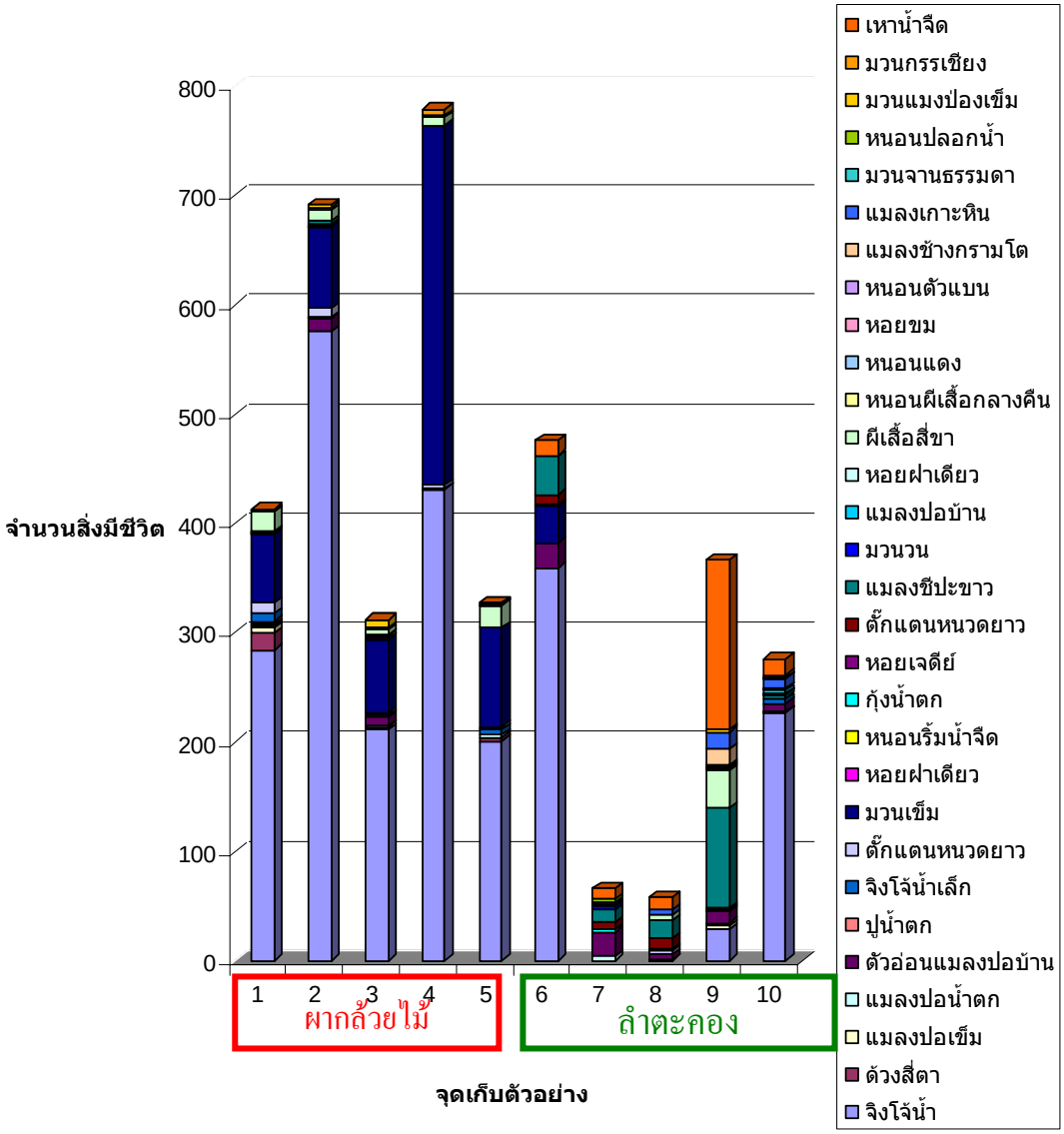
ภาพที่ 4.2 สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนพฤศจิกายน 2552



ภาพที่ 4.3 สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนธันวาคม 2552



ภาพที่ 4.4 สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาเดือนมกราคม 2553



ภาพที่ที่ 4.5 สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตที่พบในพื้นที่ศึกษาระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนมกราคม 2553

เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ พบว่า เดือนตุลาคม 2552 มีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ มากกว่า เดือนพฤศจิกายน เดือนธันวาคม และเดือนมกราคม และบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ จุดศึกษา ที่ 4 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ที่สามารถพบได้ทุกจุดศึกษา และทุกเดือนในการเก็บตัวอย่าง คือ จิงโจ้น้ำ

จำนวนตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำพบมากที่สุดในเดือนตุลาคม 2552 มีจำนวน 1,385 ตัว ซึ่งมากกว่าในเดือนพฤศจิกายน 2552 มกราคม 2553 และธันวาคม 2552 ตามลำดับ และบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้พบจำนวนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ลำตะคอง และจุดเก็บตัวอย่างที่พบมากที่สุดของบริเวณพื้นที่ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ คือ จุดที่ 4 พบถึง 835 ตัว ซึ่งเป็นช่วงก่อนฤดูกาลท่องเที่ยวและอยู่ในช่วงปลายฤดูฝน จึงมีจำนวนตัวของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำจำนวนมากกว่า

4.2.2 **ผลการศึกษาดัชนีความหลากหลาย** (Diversity Index: DI)

จากข้อมูลข้อ 4.2.1 สามารถนำมาหาค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ โดยมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.9 และผลการเปรียบเทียบค่าดัชนีความหลากหลายระหว่างและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.9 ดัชนีความหลากหลายระหว่างเดือนตุลาคม 2552 - เดือนมกราคม 2553

พื้นที่ศึกษา	จุดเก็บ	ดัชนีความหลากหลาย				ค่า DI เฉลี่ยแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง
		ก่อนใช้ผลิตภัณฑ์		หลังใช้ผลิตภัณฑ์		
		ต.ค. 2552	พ.ย. 2552	ธ.ค. 2552	ม.ค. 2553	
ผากล้วยไม้	1	0.0567	0.2153	0.2155	0.3136	0.2003
	2	0.3303	0.1173	0.3677	0.2613	0.2692
	3	0.5569	0.3907	0.2732	0.1714	0.3481
	4	0.2938	0.1977	0.3992	0.3805	0.3178
	5	0.5689	0.5608	0.4115	0.4024	0.4859
ลำตะคอง	6	0.2500	0.5768	0.4479	0.365	0.4099
	7	0.8301	0.6881	0.3949	0.7163	0.6573
	8	0.8651	0.6740	0.6636	0.5663	0.6923
	9	0.5738	0.5534	0.4476	0.6086	0.5459
	10	0.7319	0.0175	0.6695	0.2425	0.4154
ค่า DI เฉลี่ยแต่ละเดือน		0.5058	0.3992	0.4291	0.4028	0.4342
ค่า DI เฉลี่ยแต่ละช่วงเวลา		**0.4525**		**0.4159**		

เมื่อพิจารณาดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ พบว่า ใน เดือนตุลาคม 2552 มีค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าในเดือนธันวาคม 2552 มกราคม 2553 และพฤศจิกายน 2552 ตามลำดับ และบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง ในเดือนตุลาคม 2552 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากที่สุด (DI = 0.8651) และอยู่ในช่วงฤดูกาลก่อนการท่องเที่ยว และเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่พบค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุด (DI = 0.6923)

ตารางที่ 4.10 ดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index) ก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์

พื้นที่ศึกษา	จุดเก็บ	DI ก่อนท่องเที่ยว	DI ช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว	เปรียบเทียบค่า DI
ผากล้วยไม้	1	0.0567	0.2481	↑
	2	0.3303	0.1243	↓
	3	0.5569	0.2784	↓
	4	0.2938	0.3258	↑
	5	0.5689	0.4582	↓
ลำตะคอง	6	0.2500	0.4632	↑
	7	0.8301	0.5997	↓
	8	0.8651	0.6346	↓
	9	0.5738	0.5365	↓
	10	0.7319	0.3098	↓

ก่อนเทศกาลการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ฯ ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ อยู่ระหว่าง 0.0567 - 0.8651 และช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ อยู่ระหว่าง 0.1243 - 0.6346 จากตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบในภาพรวมค่าดัชนีความหลากหลาย พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวมีแนวโน้มน้อยกว่าช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยว

ในภาพรวมค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวมีค่าน้อยกว่าช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยว เนื่องจากในช่วงท่องเที่ยวเป็นช่วงที่มีผู้คนเข้ามาใช้พื้นที่ในอุทยานเพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและจัดกิจกรรมการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นการรบกวนสิ่งมีชีวิตโดยตรง ทำให้สิ่งมีชีวิตหลบหนีอาศัยอยู่ในบริเวณอื่นที่ปลอดภัย และสิ่งแวดล้อมที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงสภาพไปทั้งลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น การปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่อยู่อาศัย ความขุ่นของน้ำ สีของน้ำ กลิ่น ความลึกของน้ำ การไหลของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ ค่า pH สารเคมีที่ละลายปนมาในน้ำ

4.2.3 ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในแต่ละพื้นที่ศึกษา เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คุณภาพน้ำและดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 – เดือนมกราคม 2553

สถานที่	จุดที่	ต.ค.52			พ.ย.52			ธ.ค.52			ม.ค. 53			**ก่อนใช้**			**หลังใช้**		
		DO	pH	DI	DO	pH	DI	DO	pH	DI	DO	pH	DI	DO	pH	DI	DO	pH	DI
ผากล้วยไม้	1	8.02	6.65	0.0567	7.43	7.56	0.2153	9.94	7.62	0.2155	7.49	7.62	0.3136	8.02	6.65	0.057	8.22	7.36	0.2002
	2	8.13	6.33	0.3303	7.8	7.33	0.1173	10.23	7.44	0.3677	7.82	7.58	0.2613	8.13	6.33	0.33	8.49	7.17	0.2691
	3	7.78	6.82	0.5569	7.68	7.32	0.3907	10.03	7.5	0.2732	7.81	7.52	0.1714	7.78	6.82	0.557	8.32	7.29	0.348
	4	7.95	6.68	0.2938	7.67	7.41	0.1977	10.46	7.53	0.3992	7.15	7.44	0.3805	7.95	6.68	0.294	8.3	7.26	0.3178
	5	8.34	6.52	0.5689	7.54	7.36	0.5608	9.82	7.5	0.4115	7.49	7.38	0.4024	8.34	6.52	0.569	8.29	7.19	0.4859
ลำตะคอง	6	7.61	6.85	0.25	7.1	7.55	0.5768	9.5	7.51	0.4479	7.98	7.35	0.365	7.61	6.85	0.25	8.04	7.31	0.4099
	7	7.85	7.07	0.8301	6.96	7.49	0.6881	9.52	7.53	0.3949	7.59	7.33	0.7163	7.85	7.07	0.83	7.98	7.35	0.6573
	8	7.67	6.61	0.8651	6.99	7.37	0.674	8.34	7.47	0.6636	7.19	7.37	0.5663	7.67	6.61	0.865	7.54	7.2	0.6922
	9	8.25	6.7	0.5738	6.82	7.39	0.5534	10.17	7.52	0.4476	7.61	7.52	0.6086	8.25	6.7	0.574	8.21	7.28	0.5458
	10	7.98	6.49	0.7319	6.76	7.5	0.0175	10.38	7.55	0.6695	8.2	7.5	0.2425	7.98	6.49	0.732	8.33	7.26	0.4153

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ พบว่า ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์มีค่า DO ระหว่าง 8.34 – 7.61 mg/l ซึ่งคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ดีเนื่องจากมีค่า DO เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) ที่กำหนดไว้คือ DO มากกว่า 6 mg/l

และในตารางที่ 4.12 ได้นำผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำมาหาความสัมพันธ์ทางสถิติ โดยใช้การวิเคราะห์ทางสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Correlation Coefficient) เพื่อความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ (DO, pH) กับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) โดยกำหนดสมมติฐานว่า

H_0 : คุณภาพน้ำ (DO, pH) กับดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ไม่มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญ .05

H_1 : คุณภาพน้ำ (DO, pH) กับดัชนีความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ มีความสัมพันธ์ ที่ระดับนัยสำคัญ .05

ตารางที่ 4.12 ความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างคุณภาพน้ำกับดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ

เปรียบเทียบคุณภาพน้ำ	N	r*	Sig
DO - DI	20	-0.386	0.133
pH - DI	20	-0.095	0.689

*P < 0.05

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) พบว่า ค่า Sig = 0.133 (> 0.05) ดังนั้น ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) พบว่า ค่า Sig = 0.689 (> 0.05) ดังนั้น ค่า pH และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติเช่นกัน

4.3 ผลการศึกษาความคิดเห็นนักท่องเที่ยวต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากการสำรวจความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ระหว่างเดือนตุลาคม 2552 – มกราคม 2553 สรุปได้ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 ความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ความคิดเห็น	**ร้อยละ** (n= 129)
1.การนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดมาใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ	
- สบู่	94.1
- แชมพู	85.1
- น้ำยาล้างจาน	72.7
2.ประเภทของผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด	
- สบู่	89.1
- แชมพู	29.8
- น้ำยาล้างจาน	72.9
3.ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ควรนำมาจำหน่ายในอุทยานฯ	
- สบู่	33.0
- แชมพู	53.7
- น้ำยาล้างจาน	45.5
4.ความคิดเห็นต่อการให้อุทยานแห่งชาติมีการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยว	
-เห็นด้วย	98.3
5.จำนวนเงินที่นักท่องเที่ยวยินดีใช้เพื่อซื้อผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ	
- ไม่ระบุ	13.4
- 5 บาท	2.7
- 10 บาท	24.1
- 20 บาท	25.0
- 30 บาท	6.3
- 40 บาท	0.9
- 50 บาท	10.7
- 100 บาท	14.3
- 150 บาท	0.9
- 200 บาท	1.8

จากตารางที่ 11 สรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดนักท่องเที่ยวมาใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือ สบู่คิดเป็นร้อยละ 94.1 รองลงมาคือแชมพู ร้อยละ 85.1 และน้ำยาล้างจาน ร้อยละ 72.7

ประเภทของผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวคือสบู่ น้ำยาล้างจาน และแชมพู คิดเป็นร้อยละ 89.1. 79.9 และ 29.8 ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ควรนำมาจำหน่ายในอุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือแชมพู รองลงมาคือ น้ำยาล้างจาน และสบู่ คิดเป็นร้อยละ 53.7, 45.5 และ 33.0 ตามลำดับ

ทั้งนี้ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 98.3 ต้องการให้อุทยานแห่งชาติมีการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยวโดยมีความยินดีในการจ่ายเงินตั้งแต่ 5 บาท ถึง 200 บาทโดยที่นักท่องเที่ยวร้อยละ 25 ยินดีในการจ่ายเงิน 20 บาท รองลงมาคือ จำนวน 10 บาทและ 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.1 และ 14.3 ตามลำดับ

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ได้ดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2552 – มกราคม 2553 โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ (DO, BOD, FOG, NO_3^-, PO_4^{3-}, Total Coliform Bacteria, *E. coli*) ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (ตุลาคม 2552) และหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (พฤศจิกายน 52-มกราคม 53) โดยมีผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในแต่ละพารามิเตอร์สรุปได้ ดังนี้

ค่า DO ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณลำตะคองมีค่าใกล้เคียงกันโดยจุดที่มีค่า DO สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 8.2 mg/l และในช่วงใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 8.4 mg/l สำหรับลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ค่า DO ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจุดที่มีค่า DO สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 8.34 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 8 มีค่าเท่ากับ 8.61 mg/l แต่ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทั้งก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่า DO เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องมากกว่า 6 mg/l

ค่า BOD บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกัน โดยมีจุดที่มีค่า BOD สูงสุดในช่วงก่อนใช้คือจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 3.34 mg/l และในช่วงหลังใช้คือ จุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 3.05 mg/l

ค่า BOD ณ ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์ มีความแตกต่างกัน จุดที่มีค่า BOD สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 6 มีค่าเท่ากับ 3.35 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 7 มีค่าเท่ากับ 1.96 mg/l

โดยทุกจุดที่ศึกษามีค่า BOD ลดลงหลังจากที่ใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดเพื่อสิ่งแวดล้อม แม้ว่าจะอยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว แต่ทั้งนี้ ผลการศึกษาพบว่า ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำมีค่า BOD เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) ที่กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 1.5 mg/l

ค่า FOG ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ณ บริเวณลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นช่วงเดือนที่อยู่นอกเทศกาลท่องเที่ยว ไม่สามารถตรวจพบค่า FOG ในน้ำ แต่ในพื้นที่ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในจุดที่มีร้านอาหาร พบค่า FOG ในน้ำอยู่ที่ 8.33 mg/l

ผลการวิเคราะห์ FOG บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า มีค่า FOG ในบางจุดศึกษาเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่เป็นเทศกาลท่องเที่ยวจึงมีนักท่องเที่ยวเดินทางมาพักค้างแรมและประกอบอาหาร จำนวนมากจึงทำให้มีไขมันบางส่วนสะสมอยู่ในแหล่งน้ำ พบค่า FOG สูงสุดที่ลานกางเต็นท์ลำตะคองจุดที่มีร้านอาหาร มีปริมาณ FOG 16.33 mg/l

ค่าไนเตรตที่พบบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงสุดในจุดที่ 4 ซึ่งเป็นจุดที่มีร้านอาหารมีค่าเท่ากับ 5.96 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 6.23 mg/l

ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ค่าไนเตรต มีค่าสูงสุดในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมคือจุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 5.72 mg/l และ 5.78 mg/l ตามลำดับ ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้และลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า NO_3^- เกินค่า

มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) ที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 5 mg/l โดยภาพรวมพบว่าแม้ค่าไนไตรตจะสูงขึ้นภายหลังจากที่ใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่เมื่อเทียบกับจำนวนนักท่องเที่ยวและปริมาณน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมของนักท่องเที่ยวแล้ว นับว่าไนเตรตมีค่าสูงขึ้นไม่มากนัก ประกอบกับเป็นช่วงฤดูแล้งจึงทำให้อัตราการไหลของน้ำมีช้าและค่อนข้างนิ่ง ทำให้การปนเปื้อนของไนเตรตยังสะสมตกค้างอยู่ในพื้นที่ศึกษา และพบว่า จุดที่มีค่าไนเตรตสูงที่สุดของทั้งสองพื้นที่ศึกษาคือจุดสุดท้ายที่มีการเก็บตัวอย่างซึ่งสะสมปริมาณสารไนเตรตตกค้างในแหล่งน้ำมากกว่าจุดอื่นๆ

ผลการศึกษาค่าฟอสเฟตบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสรุปได้ว่าจุดที่มีค่าฟอสเฟตสูงสุดคือจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.38 mg/l ซึ่งเป็นจุดที่มีพืชน้ำเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) มีสารอาหารในแหล่งน้ำมากจึงทำให้พืชน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ฟอสเฟตมีค่าสูงสุดคือจุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.12 mg/l และในทุกจุดศึกษาค่าฟอสเฟตลดลงหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ค่าฟอสเฟตบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยจุดที่มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.06 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 0.93 mg/ l

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ณ บริเวณลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงสุดบริเวณจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1,589 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม แต่อยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 157,216.33 MPN Index/100ml จากผลการศึกษาพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ลำตะคองในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว (ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2552- มกราคม 2553)มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

ปริมาณเชื้อ *E.coli* บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและอยู่นอกเทศกาลท่องเที่ยว จุดที่มีปริมาณเชื้อ *E.coli* สูงสุดคือจุดที่

5 มีค่าเท่ากับ 95.33 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ฯ ซึ่งอยู่ในเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 15,596.33 MPN Index/100ml พบว่าจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ลำตะคองในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวที่จุด 2และ 3 ซึ่งได้รับน้ำทิ้งจากห้องน้ำและกิจกรรมการกางเต็นท์พักแรมของนักท่องเที่ยว มีปริมาณเชื้อ *E.coli* ที่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 4,000 MPN Index/100ml

ผลการศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สรุปได้ว่า จุดที่มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดสูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 4 มีค่าเท่ากับ 4,016.66 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ซึ่งอยู่ในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 116,401 MPN Index/100ml ผลการศึกษาพบว่าทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทั้งก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

สำหรับปริมาณเชื้อ *E.coli* ณ ลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม จุดที่มีปริมาณเชื้อ *E.coli* สูงสุดคือจุดที่ 1 และจุดที่3 มีค่าเท่ากับ 57.66 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 2 มีค่าเท่ากับ 27,294.4 MPN Index/100ml และจุดที่มีค่าน้อยที่สุดคือ จุดที่ 5 มีค่า 972.22 MPN Index/100ml ซึ่งเป็นจุดที่อยู่ท้ายน้ำและมีระยะห่างจากพื้นที่ลานกางเต็นท์ จึงมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องไม่เกิน 5,000 MPN Index/100ml

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งสองพื้นที่ศึกษา บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการท่องเที่ยว ซึ่งส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียและ *E.coli* ในแหล่งน้ำ ที่สูงเกินมาตรฐานในระดับสูงมาก จึงควรมีมาตรการป้องกันการใช้น้ำจากแหล่งน้ำเพื่อประกอบกิจกรรมการชะล้างภาชนะของนักท่องเที่ยวโดยตรง รวมถึงการรณรงค์ให้นักท่องเที่ยวไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูล รวมถึงล้างภาชนะและการขับถ่ายสิ่งปฏิกูลจากนักท่องเที่ยวสู่แหล่งน้ำทั้งในและนอกเทศกาลท่องเที่ยว

สรุปการวิเคราะห์ทางสถิติ

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้นำมาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคุณภาพน้ำก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้วิธีการทางสถิติ t-test (paired samples test) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 สรุปได้ ดังนี้

(1) ค่า BOD : บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ทุกเดือนที่ศึกษาระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีค่า BOD แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 เช่นเดียวกับบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง มีค่า BOD ในเดือนพฤศจิกายนกับเดือนมกราคม แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

(2) ค่า DO : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า DO ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายนและเดือนธันวาคม แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า DO ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

(3) ค่า NO_3^- : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า NO_3^- ระหว่างระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า NO_3^- ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือนไม่แตกต่างกัน

(4) ค่า PO_4^{3-} : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า PO_4^{3-} ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3เดือน ไม่แตกต่างกัน

(5) ค่า FOG : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า FOGระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในเดือนพฤศจิกายน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า FOG ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน ไม่แตกต่างกัน

(6) ค่า Total Coliform : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง มีค่า Total Coliform ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายน เดือนธันวาคม และเดือนมกราคม แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ มีค่า Total Coliform ระหว่างระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

(7) ค่า *E.coli* : บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองมีค่า *E.coli* ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเดือนพฤศจิกายนกับเดือนมกราคม ไม่แตกต่างกัน แต่ในเดือนธันวาคม แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้มีค่า *E.coli* ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

5.2 สรุปผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางชีวภาพบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ในระหว่างการศึกษาวิจัยได้พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำสรุปได้ดังนี้

ในเดือนตุลาคม ซึ่งเป็นก่อนช่วงเวลาที่มีการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นช่วงปลายฤดูฝนและอยู่ก่อนถึงเทศกาลท่องเที่ยว พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ รวม 1385 ตัว รองลงมาคือ เดือนมกราคม ตุลาคม และ พฤศจิกายน พบจำนวน 897, 890 และ 845 ตัว ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเฉพาะจำนวนชนิดของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ พบว่า เดือนตุลาคม 2552 มีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ มากกว่าเดือนพฤศจิกายน เดือนธันวาคม และเดือนมกราคม และบริเวณลานกางเต็นท์ผากล้วยไม้ จุดศึกษา ที่ 4 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ที่สามารถพบได้ทุกจุดศึกษา และทุกเดือนในการเก็บตัวอย่าง คือ จิงโจ้น้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำที่พบในจำนวนมากอย่างโดดเด่น คือ แมลงกลุ่มมวนจิงโจ้น้ำ (Gerridae) และมวนจิงโจ้น้ำเล็ก (Vellidae) ตามลำดับ เนื่องจากมวนจิงโจ้น้ำและมวนจิงโจ้น้ำเล็กเป็นกลุ่มแมลงที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำ ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายในแหล่งน้ำ และสามารถพบอาศัยอยู่ในถิ่นอาศัยที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลได้ หรือในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่ดีถึงคุณภาพน้ำค่อนข้างสกปรก ซึ่งถือได้ว่ามีความทนทานต่อสภาพมลภาวะได้ค่อนข้างดี

ผลการศึกษาดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (Diversity Index: DI) พบว่าใน เดือนตุลาคม 2552 มีค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าในเดือนธันวาคม 2552 มกราคม 2553 และพฤศจิกายน 2552 ตามลำดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคอง ในเดือนตุลาคม 2552 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 มีค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากที่สุด (DI = 0.8651) และอยู่

ในช่วงฤดูกาลก่อนการท่องเที่ยว และเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่พบค่าดัชนีความหลากหลายสูงที่สุด (DI = 0.6923) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณจุดศึกษามีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่สามารถพบได้ทั้งระบบนิเวศน้ำนิ่งและน้ำไหล ประกอบกับเป็นช่วงฤดูฝนทำให้การปนเปื้อนจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์มีสะสมในแหล่งน้ำน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว

ก่อนเทศกาลการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ฯ ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ อยู่ระหว่าง 0.0567 - 0.8651 และช่วงฤดูกาลท่องเที่ยว ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ อยู่ระหว่าง 0.1243 - 0.6346 เมื่อเปรียบเทียบในภาพรวมค่าดัชนีความหลากหลาย พบว่า ค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวมีแนวโน้มน้อยกว่าช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยว

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) พบว่า ค่า Sig = 0.133 (> 0.05) ดังนั้น ค่าปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) ไม่มีความสัมพันธ์ทางสถิติ

และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างค่า pH และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) พบว่า ค่า Sig = 0.689 (> 0.05) ดังนั้น ค่า pH และดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ (DI) ไม่มีความสัมพันธ์กันทางสถิติเช่นกัน

ในภาพรวมค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวมีค่าน้อยกว่าช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยว เนื่องจากในช่วงท่องเที่ยวเป็นช่วงเวลาที่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการชะล้าง ทำความสะอาดต่างๆ ซึ่งเป็นการรบกวนสิ่งมีชีวิตโดยตรง ทำให้สิ่งมีชีวิตหลบหนีอาศัยอยู่ในบริเวณอื่นที่ปลอดภัย และการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากกิจกรรมการท่องเที่ยวจึงทำให้สิ่งแวดล้อมที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงสภาพไปทั้งลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น การเกิดการปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่อยู่อาศัย ความขุ่นของน้ำ สีของน้ำ กลิ่น ความลึกของน้ำ การไหลของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลาย

ในน้ำ ค่า pH สารเคมีที่ละลายปนมาในน้ำ ประกอบกับในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยวเป็นช่วงฤดูฝนทำให้การปนเปื้อนจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์มีสะสมในแหล่งน้ำน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว

5.3 สรุปผลการศึกษาความคิดเห็นนักท่องเที่ยวต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดนักท่องเที่ยวมาใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือ สบู่คิดเป็นร้อยละ 94.1 รองลงมาคือแชมพู ร้อยละ 85.1 และน้ำยาล้างจาน ร้อยละ 72.7

ประเภทของผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุดในความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวคือสบู่ น้ำยาล้างจาน และแชมพู คิดเป็นร้อยละ 89.1. 79.9 และ 29.8 ตามลำดับ

ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ควรนำมาจำหน่ายในอุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือแชมพู รองลงมาคือ น้ำยาล้างจาน และสบู่ คิดเป็นร้อยละ 53.7, 45.5 และ 33.0 ตามลำดับ

ทั้งนี้ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 98.3 ต้องการให้อุทยานแห่งชาติมีการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยวโดยมีความยินดีในการจ่ายเงินตั้งแต่ 5 บาท ถึง 200 บาทโดยที่นักท่องเที่ยวร้อยละ 25 ยินดีในการจ่ายเงิน 20 บาท รองลงมาคือ จำนวน 10 บาทและ 100 บาท คิดเป็นร้อยละ 21.1 และ 14.3 ตามลำดับ

5.4 สรุปผลการศึกษา

1. การใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมส่งผลให้คุณภาพน้ำมีค่า BOD และฟอสเฟต ลดลง
2. จำนวนนักท่องเที่ยวมีความสัมพันธ์กับคุณภาพน้ำ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับค่า BOD, ฟอสเฟตและไนเตรท แต่มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับค่า DO
3. ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพน้ำที่ศึกษา เช่น พฤติกรรมของนักท่องเที่ยว ปัจจัยทางกายภาพ คุณภาพอากาศ อัตราการไหลของน้ำ ปริมาณน้ำฝน ฯลฯ
4. ค่าดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวมีค่าน้อยกว่าช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยว

5. กิจกรรมการท่องเที่ยว อาจเป็นการรบกวนสิ่งมีชีวิตโดยตรง ทำให้สิ่งมีชีวิตหลบหนีอาศัยอยู่ในบริเวณอื่นที่ปลอดภัย เนื่องจากถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงสภาพไปทั้งลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น ความขุ่นของน้ำ สีของน้ำ กลิ่น ความลึกของน้ำ การไหลของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลาย ค่า pH สารเคมีที่ปนเปื้อนในระบบนิเวศ

5.5 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการบำบัดน้ำทิ้งจากห้องน้ำ จุดล้างจาน และร้านอาหาร ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติและพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทย ตลอดจนถึงรีสอร์ท โฮมสเตย์ และบ้านพักอาศัยที่อยู่ริมแหล่งน้ำ

2. การใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาด ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่และนักท่องเที่ยวซึ่งร่วมกันใช้ผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียมไว้

3. อาจมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเพื่อเป็นทางเลือกให้กับนักท่องเที่ยวที่อยากมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ยินดีที่จะจ่ายเงิน 20 บาทเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ในอุทยานแห่งชาติ

4. ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตจากธรรมชาติ ให้กับนักท่องเที่ยว ร้านอาหารและเจ้าหน้าที่อุทยานฯ

5. รณรงค์ให้นักท่องเที่ยวไม่ทิ้งขยะและ ล้างจาน แปรงฟัน และทำกิจกรรมอื่นๆ ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำธรรมชาติ

6. ควรมีมาตรการที่เข้มงวดในการจำกัดจำนวนนักท่องเที่ยวที่พักแรม เนื่องจากมีการขาดแคลนน้ำ การปนเปื้อนของน้ำทิ้ง ปัญหาการจัดเก็บขยะในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว

7. ควรมีการประยุกต์ใช้รูปแบบการพักแรมเชิงนิเวศ ร่วมกับการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยว การจัดการขยะและน้ำทิ้ง ร่วมกับการสร้างสื่อให้ความรู้กับนักท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพน้ำและดัชนีชีวัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการศึกษาวิจัยในระยะยาวต่อไป

8. ส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่ของอุทยาน และเยาวชนในพื้นที่ มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำและคุณภาพสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551. **การจองบ้านพักในอุทยานแห่งชาติ** [Online]. Available from http://www.dnp.go.th/parkreserve/asp/style1/accommodation.asp

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551. **ผืนป่าดงพญาเย็น-เขาใหญ่ มรดกโลก** [Online]. Available from http://www.dnp.go.th/parkreserve/world_np_03.asp?lg=1

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551. **สถิตินักท่องเที่ยว** [Online]. Available from http://www.dnp.go.th/NPRD/develop/Stat_Tourist.php

กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2551.**อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่** [Online]. Available from: http://www.dnp.go.th/nprd/project/khaoyai.php

กฤษณา อินต๊ะยศ. (2549). **การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำในบางบริเวณของแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย**. กรุงเทพมหานคร: รายงานการวิจัย ครุศาสตร์บัณฑิต สาขาการศึกษา (ชีววิทยา) ปีการศึกษา 2549.

จริยา เล็กประยูร. (2549).**มวนน้ำที่ทองผาภูมิตะวันตก**.จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT.กรุงเทพฯ: บริษัทจิราวัฒน์เอ็กซ์เพรส จำกัด.

ชลาทร ศรีตุลานนท์และสุเทพ พลเสน.(2525). **คุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาของลุ่มน้ำลำตะคอง**. นครราชสีมา: งานวิจัยภูมิปัญญาท้องถิ่นด้านการจัดการทรัพยากรน้ำ พ.ศ.2547 สำนักวิจัย พัฒนาและอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ

ชิตชล ผลารักษ์. (2544). **ความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังและความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารในแม่น้ำแม่แตง** จ.เชียงใหม่.การประชุมวิชาการทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางน้ำ. จ.เชียงใหม่

ณรงค์ มหรรณพ. 2548. **คู่มือการจัดการอุทยานแห่งชาติในประเทศไทย**. สำนักบริหารจัดการพื้นที่อนุรักษ์ ที่ 16. กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

ทัศนาวลัย อุฑารสกุล. 2550. **การประเมินศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวและการประยุกต์ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในอุทยานแห่งชาติศรีน่าน จังหวัดน่าน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 151 หน้า

นฤมล แสงประดับ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง ชุติมา หาญจวณิช และอุไรวรรณ อินทร์ม่วงผล (2541). **การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในแหล่งน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บริษัท อิโคลัส เอ็นวี จำกัด. 2543. **แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศวิทยาน้ำจืด**. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม

บริษัท เอเชีย แล็ป คอนซัลแตนท์ จำกัด. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่**.

บุญเสฐียร บุญสูง และ นฤมล แสงประดับ. (2547). **คู่มือตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยสัตว์หน้าดิน**. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. บริษัทโรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด.กรุงเทพฯ.

ปิยนุช ค้าของและสมจิตร ไชยจันทร์.(2549).**การศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณท่าเทียบเรือโดยสารกรุงเทพมหานคร**.กรุงเทพฯ: โครงการวิจัยตามหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ฝ่ายวิชาการ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. 2551. **รายงานโครงการการติดตามการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับได้ทางด้านนันทนาการ ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ประจำปีงบประมาณ 2551**.

เพ็ญประภา เพชระบูรณิน และ สุภาพร เทียมวงศ์ (2550).**การศึกษาสัตว์ที่เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในมหาวิทยาลัยขอนแก่น**.ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ยุวดี พีรพรพิศาล (2540).**การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพระหว่างเดือน เมษายน 2539 – พฤษภาคม 2540**. เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิลาสินี วัฒนาวงศ์ดอน (2540) .**การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macroinvertebrate) ในบึงหนองเอียด**. ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิตภาควิชานิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภกิจ นนทนานันท์.(2550).**โครงการการบริหารจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงบูรณาการบริเวณลุ่มแม่น้ำสงครามด้วยระบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์ สารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ์ จังหวัดสกลนคร

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.(2542).**รายงานผลการดำเนินการเพื่อกำหนดนโยบายการท่องเที่ยวเพื่อรักษาระบบนิเวศ** . กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2551. **ฉลากเขียว** [Online]. Available from: http://www.tei.or.th/GreenLabel/th_index.html

สรรัชฎ์ กาญจนะวณิชย์ และ สตีเฟน ทิลลิง. (2543). **คู่มือจำแนกพันธุ์สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังในบึง และลำธารไทย**.พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.

สาวิตรี มาไลยพันธ์. (2538). **หนังสือบทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: ภาควิชากีฏวิทยาคณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาภรณ์ กาสุริยะ (2549) **การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีภาพและชีวภาพ โดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนี** .กรุงเทพมหานคร: วิจัยครุศาสตร์บัณฑิต สาขาการศึกษา (ชีววิทยา) ปีการศึกษา 2549.

แสงสรรค์ ภูมิสถานและนภาวรรณ ฐานะกาญจน์.(2547).**ผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติ กรณีศึกษาอุทยานห่งชาติเอราวัณ**.กรุงเทพฯ: วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการจัดการทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Marion, J. L. and Farrell, T. A. 2002. Management practices that concentrate visitor activities: camping impact management at Isle Royale National Park, USA. **Journal of Environmental Management.** (66): 201 – 212.

UNESCO. 2008. **World Heritage** [Online] Available from http://whc.unesco.org/en/list/590/

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ภาพการนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในพื้นที่วิจัย และตัวอย่างป้ายรณรงค์

ภาคผนวก ก

การนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในพื้นที่ลานกางเต็นท์

การเก็บตัวอย่างน้ำและบันทึกข้อมูลภาคสนาม

ตัวอย่าง ป้ายรณรงค์การใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ร่วมกันใช้
น้ำยาล้างจาน
ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

มีส่วนผสมของสารสกัดจากธรรมชาติ
สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ไม่ทำลายป่าไม้และแหล่งน้ำ

โครงการวิจัย "การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณตามแนวเส้นทางลำตะคองและผากลัวไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่"

โดย: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โทร. 02-1601210
ได้รับทุนสนับสนุนจาก: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ร่วมกันใช้
ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาด
ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

มีส่วนผสมของสารสกัดจากธรรมชาติ
สามารถย่อยสลายได้ในธรรมชาติ ไม่ทำลายป่าไม้และแหล่งน้ำ

โครงการวิจัย "การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณตามแนวเส้นทางลำตะคองและผากลัวไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่"

โดย: สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา โทร. 02-1601210
ได้รับทุนสนับสนุนจาก: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ตัวอย่างสติ๊กเกอร์ ติดที่ขวดผลิตภัณฑ์

ภาคผนวก ข
แบบสำรวจความคิดเห็นนักท่องเที่ยว

แบบสำรวจความคิดเห็นของนักท่องเที่ยวต่อการการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาด
ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม บริเวณลานกางเต็นท์ .....
อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

คำชี้แจง : โปรดตอบคำถามโดยใส่เครื่องหมาย ✓ลงในช่องว่างหน้าคำตอบที่ท่านเลือก หรือใส่หมายเลขแสดงลำดับที่ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ○ ชาย ○หญิง
2. อายุ
○ต่ำกว่า 15 ปี ○ 15-20 ปี ○21-25 ปี ○26-30 ปี
○31- 40 ปี ○ มากกว่า 40 ปี
3. ระดับการศึกษา
○ประถมศึกษา ○มัธยมศึกษา ○ปริญญาตรี
○สูงกว่าปริญญาตรี ○อื่นๆ โปรดระบุ.....
4. อาชีพ
○นักเรียน/นักศึกษา ○รับราชการ ○รัฐวิสาหกิจ
○นักวิจัย ○ธุรกิจส่วนตัว ○พนักงานบริษัท
○อื่นๆ โปรดระบุ.....

ข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว

5. โปรดเรียงลำดับเหตุผลของการเดินทางมาท่องเที่ยวที่นี่ โดย ลำดับที่ 1 หมายถึง เหตุผลลำดับแรก , ลำดับที่ 2 หมายถึง เหตุผลลำดับที่ 2 ..... (ท่านสามารถเลือกเรียงกี่ลำดับก็ได้)

เหตุผล	**ลำดับที่**	**เหตุผล**	**ลำดับที่**
1) พักผ่อน	.....	7) กางเต็นท์พักแรม	.....
2) ดูสัตว์ป่า	.....	8) ชมทิวทัศน์	.....
3) ชมพรรณไม้/ดอกไม้	.....	9) ขี่จักรยาน	.....
4) ดูนก	.....	10) เดินป่า	.....
5) ศึกษา/วิจัย	.....	11) ถ่ายรูป	.....
6) เล่นน้ำตก	.....	12) อื่นๆ (โปรดระบุ).....	

ข้อมูลเกี่ยวกับการท่องเที่ยว (ต่อ)

6. ท่านเดินทางมาจากจังหวัดใด .....

7. ท่านกางเต็นท์พักแรมในอุทยานแห่งนี้เป็นครั้งที่ .....จำนวน..... คืน

8. ท่านนำผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดประเภทใดมาด้วยบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

○ สบู่ ○ แชมพู ○ น้ำยาล้างจาน ○อื่นๆ (โปรดระบุ).....

9. ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดประเภทใดที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด

○ สบู่ ○ แชมพู ○ น้ำยาล้างจาน ○อื่นๆ (โปรดระบุ).....

10.ท่านคิดว่าผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมประเภทใดที่ควรนำมาจำหน่ายในอุทยานแห่งชาติ (เรียงลำดับ)

○ สบู่ ○ แชมพู ○ น้ำยาล้างจาน ○อื่นๆ (โปรดระบุ).....

11. ท่านเห็นด้วยหรือไม่หากอุทยานแห่งชาติมีการจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยว

○ เห็นด้วย ○ไม่เห็นด้วย

12. หากอุทยานแห่งชาติจัดเตรียมผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยว ท่านยินดีร่วมจ่ายให้กับอุทยานเป็นจำนวนเงิน.....บาท

13. ท่านอยากให้อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่มีการจัดกิจกรรมใดให้กับนักท่องเที่ยว

.....

.....

14. ข้อเสนอแนะอื่นๆ

.....

.....

.....

.....

.....

ขอขอบคุณที่ท่านสละเวลาให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อผู้วิจัย

วันที่.....

ภาคผนวก ค
การเผยแพร่ผลงานวิจัย

Mr. Tatsanawalai Utarasakul
Suan Sunandha Rajabhat University
Thailand

9 April 2010

Dear Mr. Tatsanawalai Utarasakul,

CONFIRMATION OF ACCEPTANCE: PRESENTATION DURING ACADEMIC SESSION, WORLD ECOTOURISM CONFERENCE, KUALA LUMPUR, 8 – 11 JULY 2010

Title of Paper: ECO-FRIENDLY CLEANSERS: THE PROMINENT KEY FOR ECO-CAMPSITE DEVELOPMENT IN KHAO YAI NATIONAL PARK, THAILAND

Thank you very much for submitting your abstract for consideration. There has been an overwhelming response from the academic fraternity from all over the world and the abstracts are mainly of high quality. As the Academic Session can only accommodate a limited number of papers, the paper review committee had to work overtime to reach a consensus on the selected abstracts. As such I would like to apologise for the slight delay in issuing this confirmation letter.

It gives me great pleasure to inform you that your paper has been accepted by the committee. Congratulations and I am sure the conference delegates will have a lot to gain from listening to your presentation, which is highly pertinent to the theme of WEC 2010.

However, I would like to brief you on the conditions of our invitation. Firstly this invitation is subject to your registration as a paying delegate on or before 16 April 2010. Registration can be made online at http://www.discoverymice.com/WEC2010/world-ecotourism-conference-2010-registration.htm. Secondly, all conference fees, accommodation, travelling and incremental expenses are to be borne by the successful author(s). Thirdly, the author (s) are requested to comply with the deadlines for registration as delegate as well as for submission of the full paper **on or before 28 May 2010** for review, failing which the Organisers reserve the right to withdraw the opportunity for the author(s) to make a presentation. All information can be obtained from the official website: www.WorldEcotourismConference.com. Enquiries pertaining your registration can be directed to registration@worldecotourismconference.com. As a paying speaker, your full paper will be included in the conference proceedings which will be distributed to the participants in the form of a CD Rom.

I am also glad to inform that as a paper presenter you are eligible to pay the early bird registration fee. Please key in **Promo Code: SP1090** when you make your online registration to activate this special offer.

Again I would like to congratulate you and look forward to meeting you in Kuala Lumpur come July!

Best wishes.

Prof. Dr. Amran Hamzah
Chairman
Paper Review Committee

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย
Environmental Engineering Association of Thailand

๒๕๕๒-๒๕๕๔

ผู้ทรงคุณวุฒิกิตติมศักดิ์
ศ.ดร.ธงชัย พรรณสวัสดิ์

นายก
ดร.เกษมสันต์ สุวรรณรัต

กรรมการกลาง
รศ.ดร.สุทิน อยู่สุข

ประธานฝ่ายการเงิน
รศ.ดร.วิษณุ มีอยู่

อุปนายก
ดร.ประเสริฐ ตปนียางกูร
รศ.ดร.เสนีย์ กาญจนวงศ์

รศ.ดร.วราวุธ เสือดี

ประธานฝ่ายวิชาการ
รศ.ดร.วันเพ็ญ วิโรจนกูฏ

เลขาธิการ
มีนา พิทยโสภณกิจ

รศ.ดร.เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ

ประธานฝ่ายกิจกรรม
ผศ.ศักดิ์ชัย สุริยจันทราทอง

ที่ปรึกษากิตติมศักดิ์
สันทัด สมชีวิตา
ศ.ดร.สุรินทร์ เศรษฐมานิตย์
นิศากร โฆษิตรัตน์
ปราณี พันธุมสินชัย
ดร.มณทิพย์ ศรีรัตนา ทาบูกานอน
ดร.อนุสรณ์ แสงนิ่มนวล
วิฑูรย์ สิมะโชคดี
อรพินท์ วงศ์ชุมพิศ
ดร.ณอคุณ สิทธิพงศ์

ที่ สวสท. ว 225/2553

30 ธันวาคม 2553

เรื่อง ตอบรับบทความเพื่อนำเสนอในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 10

เรียน ดร.ทัศนาวลัย อุฑารสกุล ธนาพร บุญชู และ ดร.กำธร ธีรคุปต์

สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รับเป็นเจ้าภาพร่วมกับ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงพลังงาน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ คณะเทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตสุราษฎร์ธานี สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์และทรัพยากร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ Wetlands International (ประเทศไทย) และศูนย์ความเป็นเลิศด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและของเสียอันตราย ได้จัดให้มีการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 10 ขึ้น ระหว่างวันที่ 23-25 มีนาคม 2554 ณ โรงแรมบีพี สมิหลา บีช แอนด์ รีสอร์ท จังหวัดสงขลา และท่านได้ส่งบทคัดย่อเพื่อเข้ารับการพิจารณาให้นำเสนอบทความในการประชุมวิชาการฯ นั้น

สมาคมฯ ขอแจ้งให้ท่านทราบว่าบทความของท่าน เรื่อง **"ผลกระทบจากการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง ณ ลานกางเต็นท์ ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่"** ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการพิจารณาบทความให้นำเสนอในรูปแบบ **oral presentation** โดยขอให้ท่านดำเนินการดังนี้

1. ปรับปรุงแก้ไขบทคัดย่อแบบยาว (Extended abstract) ในกรณีที่มีข้อเสนอแนะของผู้ประเมิน ตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด ไม่เกิน 2 หน้ากระดาษ A4 **ภายในวันที่ 14 มกราคม 2554** เพื่อจัดทำ proceeding ต่อไป
2. จัดทำบทความฉบับเต็ม (Full paper) ตามรูปแบบที่ได้กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด ไม่เกิน 8 หน้ากระดาษ A4 เพื่อจัดทำ CD proceeding โดยสมาคมฯ จะพิจารณาเฉพาะบทความที่เขียนตามรูปแบบที่กำหนด พร้อมทั้งส่งแบบลงทะเบียนและทำเนียบวิทยากร **ภายในวันที่ 31 มกราคม 2554**

ทั้งนี้ จึงขอให้ท่านใช้โปรแกรม Microsoft Word 2003 แล้วส่งกลับ**ทางอีเมล์ confer@eeat.or.th** มายังสมาคมฯ ภายในเวลาที่กำหนด วันและเวลาในการนำเสนอบทความจะแจ้งให้ทราบอีกครั้ง อนึ่ง ผู้ที่มีความประสงค์จะให้นำบทความที่นำเสนอในงานการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติครั้งที่ 10 ที่จัดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์ ลงในวารสาร TEEJ บทความดังกล่าวจะต้องเขียนเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น

ในการนี้ การเข้าร่วมนำเสนอบทความ ผู้นำเสนอบทความที่ได้รับอนุญาตจากต้นสังกัด สามารถเข้าร่วมการนำเสนอบทความและเข้าร่วมประชุมฯ ได้โดยไม่ถือเป็นวันลา และมีสิทธิ์เบิกค่าลงทะเบียนและค่าใช้จ่ายอื่นๆ ได้ตามระเบียบฯ ของทางราชการ ทั้งนี้ ในการประชุมฯ ดังกล่าว มีผู้เข้าร่วมการประชุมฯ จากภาคเอกชนและราชการ โดยมีภาคเอกชนเข้าร่วมไม่น้อยกว่าจำนวน 3 ใน 4 ของผู้เข้าร่วมการประชุมฯ ทั้งหมด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันเพ็ญ วิโรจนกูฏ)
ประธานฝ่ายวิชาการสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย

122/4 ซอยเรวดี ถนนพระราม 6 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ 10400
122/4 Soi Rawadee, Rama VI Rd., Samsen Nai, Phayathai, Bangkok 10400 ขึ้นทะเบียนกระทรวงการคลังที่ปรึกษาไทย ประเภท A หมายเลข 590
Tel: [66]02-6171530-1 ; Fax: [66]02-2799720 ; E-mail: info@eeat.or.th ; Website: http://www.eeat.or.th

www.ssru.ac.th

ประวัติของผู้เขียนรายงานการวิจัย

ชื่อ ทัศนาวลัย อุฑารสกุล

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

ที่ทำงาน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

ประวัติการศึกษา วท.ด. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พ.ศ. 2550)
วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (พ.ศ. 2544)
วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
มหาวิทยาลัยมหิดล (พ.ศ. 2542)

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2551 – ปัจจุบัน
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
พ.ศ. 2544-2545
รองนักวิจัย ฝ่ายพลังงานอุตสาหกรรมและสิ่งแวดล้อม
สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย