

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

การศึกษาผลกระทบจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีต่อคุณภาพน้ำลำตะคอง บริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ได้ดำเนินการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2552 – มกราคม 2553 โดยมีผลการศึกษา ดังนี้

5.1 สรุปผลการศึกษาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองและลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ 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 สำหรับลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ค่า DO ในช่วงก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่าแตกต่างกัน ซึ่งจุดที่มีค่า DO สูงสุดในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 8.34 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์คือ จุดที่ 8 มีค่าเท่ากับ 8.61 mg/l แต่ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ทั้งก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์มีค่า DO เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (ประเภทที่ 2) กำหนดไว้คือต้องมากกว่า 6 mg/l

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

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

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

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

ผลการวิเคราะห์ FOG บริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองและผากกล้วยไม้ในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมพบว่า มีค่า FOG ในบางจุดศึกษาเนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่ เป็นเทศกาลท่องเที่ยวจึงมีนักท่องเที่ยวเดินทางมาพักผ่อนและประกอบอาหาร จำนวนมากจึงทำให้ มีไขมันบางส่วนสะสมอยู่ในแหล่งน้ำ พบค่า FOG สูงสุดที่ลานทางเดินที่ลำตะคองจุดที่มีร้านอาหาร มี ปริมาณ FOG 16.33 mg/l

ค่าไนเตรตที่พบบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีค่าสูงสุดในจุดที่ 4 ซึ่งเป็นจุดที่มีร้านอาหารมีค่าเท่ากับ 5.96 mg/l และในช่วง หลังใช้ผลิตภัณฑ์คือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 6.23 mg/l

ลานทางเดินที่ผากกล้วยไม้ค่าไนเตรต มีค่าสูงสุดในช่วงก่อนและหลังการใช้ผลิตภัณฑ์รักษา ความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมคือจุดที่ 10 มีค่าเท่ากับ 5.72 mg/l และ 5.78 mg/l ตามลำดับ ทุกจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่บริเวณลานทางเดินที่ผากกล้วยไม้และลานทางเดินที่ลำตะคองมีค่า NO_3^- เกินค่า

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

ผลการศึกษาค่าฟอสเฟตบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมสรุปได้ว่าจุดที่มีค่าฟอสเฟตสูงสุดคือจุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 1.38 mg/l ซึ่งเป็นจุดที่มีพีชีน้ำเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน (Eutrophication) มีสารอาหารในแหล่งน้ำมากจึงทำให้พีชีน้ำเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ฟอสเฟตมีค่าสูงสุดคือจุดที่ 1 มีค่าเท่ากับ 1.12 mg/l และในทุกจุดศึกษาค่าฟอสเฟตลดลงหลังจากการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ค่าฟอสเฟตบริเวณลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยจุดที่มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 1.06 mg/l และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีค่าฟอสเฟตมากที่สุดคือจุดที่ 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* บริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองในช่วงก่อนใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและอยู่นอกเทศกาลท่องเที่ยว จุดที่มีปริมาณเชื้อ *E.coli* สูงสุดคือจุดที่

5 มีค่าเท่ากับ 95.33 MPN Index/100ml และในช่วงหลังใช้ผลิตภัณฑ์ฯ ซึ่งอยู่ในเทศกาลท่องเที่ยวคือ จุดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 15,596.33 MPN Index/100ml พบว่าจุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ลำตะคองในช่วงเทศกาลท่องเที่ยวที่จุด 2 และ 3 ซึ่งได้รับน้ำทั้งจากห้องน้ำและกิจกรรมการกางเต็นท์พักแรมของนักท่องเที่ยว 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 และจุดที่ 3 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

ผลการศึกษาคูณภาพน้ำทั้งสองพื้นที่ศึกษา บริเวณลานกางเต็นท์ลำตะคองและผากล้วยไม้ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ มีความสัมพันธ์กับกิจกรรมการท่องเที่ยว ซึ่งส่งผลต่อปริมาณแบคทีเรียและ *E.coli* ในแหล่งน้ำ ที่สูงเกินมาตรฐานในระดับสูงมาก จึงควรมีมาตรการป้องกันการใช้น้ำจากแหล่งน้ำเพื่อประกอบกิจกรรมการชะล้างภาชนะของนักท่องเที่ยวโดยตรง รวมถึงการรณรงค์ให้นักท่องเที่ยวไม่ทิ้งขยะและสิ่งปฏิกูล รวมถึงล้างภาชนะและการขับถ่ายสิ่งปฏิกูลจากนักท่องเที่ยวสู่แหล่งน้ำทั้งในและนอกเทศกาลท่องเที่ยว

สรุปการวิเคราะห์ทางสถิติ

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

(1) ค่า BOD : บริเวณลานทางเดินที่ผากกล้วยไม้ทุกเดือนที่ศึกษาระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมีค่า BOD แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 เช่นเดียวกับบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคอง มีค่า BOD ในเดือนพฤศจิกายนกับเดือนมกราคม แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05

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

(3) ค่า NO_3^- : บริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองมีค่า NO_3^- ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานทางเดินที่ผากกล้วยไม้มีค่า NO_3^- ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมทั้ง 3 เดือน ไม่แตกต่างกัน

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

(5) ค่า FOG : บริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองมีค่า FOG ระหว่างก่อนและหลังใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในเดือนพฤศจิกายน แตกต่างกัน ทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ .05 แต่ ณ บริเวณลานทางเดินที่ผากกล้วยไม้มีค่า 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 สรุปผลการศึกษาคุนภาพน้ำทางชีวภาพบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคองและลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ 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 และบริเวณลานทางเดินที่ผากล้วยไม้ จุดศึกษา ที่ 4 พบสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำมากกว่าบริเวณลานทางเดินที่ลำตะคอง สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ ที่สามารถพบได้ทุกจุดศึกษา และทุกเดือนในการเก็บตัวอย่าง คือ จิ้งจิ้งน้ำ

สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำที่พบในจำนวนมากอย่างโดดเด่น คือ แมลงกลุ่มมวนจิ้งจิ้งน้ำ (Gerridae) และมวนจิ้งจิ้งน้ำเล็ก (Vellidae) ตามลำดับ เนื่องจากมวนจิ้งจิ้งน้ำและมวนจิ้งจิ้งน้ำเล็กเป็นกลุ่มแมลงที่อาศัยอยู่บนผิวน้ำ ซึ่งสามารถสังเกตเห็นได้ง่ายในแหล่งน้ำ และสามารถพบอาศัยอยู่ในถิ่นอาศัยที่เป็นแหล่งน้ำนิ่งและแหล่งน้ำไหลได้ หรือในแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำที่ดีถึงคุณภาพน้ำค่อนข้างสกปรก ซึ่งถือได้ว่ามีความทนทานต่อสภาพมลภาวะได้ค่อนข้างดี

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

ในช่วงฤดูการก่อนการท่องเที่ยว และเป็นจุดเก็บตัวอย่างที่พบค่าดัชนีความหลากหลายสูงสุด ($DI = 0.6923$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากบริเวณจุดศึกษามีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตที่สามารถพบได้ทั้งระบบนิเวศน้ำนิ่งและน้ำไหล ประกอบกับเป็นช่วงฤดูฝนทำให้การปนเปื้อนจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์มีสะสมในแหล่งน้ำน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว

ก่อนเทศกาลการท่องเที่ยว ซึ่งเป็นช่วงเดียวกับก่อนใช้ผลิตภัณฑ์ฯ ดัชนีความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังประเภทพื้นท้องน้ำ อยู่ระหว่าง 0.0567 - 0.8651 และช่วงฤดูการท่องเที่ยว 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 เนื่องจากในช่วงท่องเที่ยวเป็นช่วงเวลาที่นักท่องเที่ยวเข้ามาใช้ประโยชน์ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจและประกอบกิจกรรมการท่องเที่ยว โดยเฉพาะน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการชะล้าง ทำความสะอาดต่างๆ ซึ่งเป็นการรบกวนสิ่งมีชีวิตโดยตรง ทำให้สิ่งมีชีวิตหลบหนีอาศัยอยู่ในบริเวณอื่นที่ปลอดภัย และการปนเปื้อนของแหล่งน้ำจากกิจกรรมการท่องเที่ยวจึงทำให้สิ่งแวดล้อมที่เป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตเปลี่ยนแปลงสภาพไปทั้งลักษณะทางกายภาพและทางเคมี เช่น การเกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพพื้นที่อยู่อาศัย ความขุ่นของน้ำ สีของน้ำ กลิ่น ความลึกของน้ำ การไหลของกระแสน้ำ ปริมาณออกซิเจนละลาย

ในน้ำ ค่า pH สารเคมีที่ละลายปนมาในน้ำ ประกอบกับในเดือนตุลาคมซึ่งเป็นช่วงก่อนเทศกาลท่องเที่ยวเป็นช่วงฤดูฝนทำให้การปนเปื้อนจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของมนุษย์มีสะสมในแหล่งน้ำน้อยกว่าในช่วงฤดูหนาว

5.3 สรุปผลการศึกษาความคิดเห็นนักท่องเที่ยวต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดนักท่องเที่ยวมาใช้ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติมากที่สุดคือ สบู่คิด เป็นร้อยละ 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 บาท และ 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

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

5.5 ข้อเสนอแนะ

- ควรมีการบำบัดน้ำทิ้งจากห้องน้ำ จุดล้างจาน และร้านอาหาร ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติและพื้นที่อนุรักษ์ของประเทศไทย ตลอดจนถึงรีสอร์ท โฮมสเตย์ และบ้านพักอาศัยที่อุ้มริมแหล่งน้ำ
- การใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาด ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเจ้าหน้าที่และนักท่องเที่ยวซึ่งร่วมกันใช้ผลิตภัณฑ์ที่จัดเตรียมไว้
- อาจมีการจำหน่ายผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเพื่อเป็นทางเลือกให้กับนักท่องเที่ยวที่อยากมีส่วนร่วมในการดูแลรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ยินดีที่จะจ่ายเงิน 20 บาทเพื่อซื้อผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อใช้ในอุทยานแห่งชาติ
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และส่งเสริมการใช้ผลิตภัณฑ์รักษาความสะอาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม หรือผลิตจากธรรมชาติ ให้กับนักท่องเที่ยว ร้านอาหารและเจ้าหน้าที่อุทยานฯ
- รณรงค์ให้นักท่องเที่ยวไม่ทิ้งขยะและ ล้างจาน แปร่งฟัน และทำกิจกรรมอื่นๆ ส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนของแหล่งน้ำธรรมชาติ
- ควรมีมาตรการที่เข้มงวดในการจำกัดจำนวนนักท่องเที่ยวที่พักรวม เนื่องจากมีการขาดแคลนน้ำ การปนเปื้อนของน้ำทิ้ง ปัญหาการจัดเก็บขยะในช่วงเทศกาลท่องเที่ยว
- ควรมีการประยุกต์ใช้รูปแบบการพักรวมเชิงนิเวศ ร่วมกับการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยว การจัดการขยะและน้ำทิ้ง ร่วมกับการสร้างสื่อให้ความรู้กับนักท่องเที่ยว เพื่อให้เกิดการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนควรศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง คุณภาพน้ำและดัชนีชี้วัดคุณภาพน้ำทางชีวภาพโดยการศึกษาวิจัยในระยะยาวต่อไป
- 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). การศึกษาความหลากหลายของสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

ประเภทพื้นน้ำในบางบริเวณของแม่น้ำลาว จังหวัดเชียงราย. กรุงเทพมหานคร:
รายงานการวิจัย คุรุศาสตร์บัณฑิต สาขาการศึกษา (ชีววิทยา) ปีการศึกษา 2549.

จรรยา เล็กประยูร. (2549). **มวนน้ำที่ทองผาภูมิตะวันตก.** จัดพิมพ์โดยโครงการ BRT. กรุงเทพฯ:
บริษัทจิรวัดน์เอ็กซ์เพรส จำกัด.

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

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

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

- ทัศนาวลัย อุฑารสกุล. 2550. การประเมินศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวและการประยุกต์ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงนิเวศในอุทยานแห่งชาติศรีน่าน จังหวัดน่าน. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 151 หน้า
- นฤมล แสงประดับ ยรรยงค์ อินทร์ม่วง ชูติมา หาญจวนิช และอุไรวรรณ อินทร์ม่วงผล (2541). การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังหน้าดิน ในแหล่งน้ำจืดกับปัจจัยคุณภาพสิ่งแวดล้อมในลุ่มน้ำพอง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- บริษัท อีโกลด์ เอ็นวี จำกัด. 2543. แนวทางการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านนิเวศวิทยาหน้าจืด. สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม
- บริษัท เอเชีย แล็บ คอนซัลแตนท์ จำกัด. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับได้ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.
- บุญเสฐียร บุญสูง และ นฤมล แสงประดับ. (2547). คู่มือตรวจวัดคุณภาพน้ำด้วยสัตว์หน้าดิน. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. บริษัทโรงพิมพ์กรุงเทพ (1984) จำกัด. กรุงเทพฯ.
- ปิยนุช คำของและสมจิตร ไชยจันทร์.(2549).การศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณท่าเทียบเรือโดยสารกรุงเทพมหานคร. กรุงเทพฯ: โครงการวิจัยตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
- ฝ่ายวิชาการ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. 2551. รายงานโครงการการติดตามการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับได้ทางด้านนันทนาการ ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ประจำปีงบประมาณ 2551.
- เพ็ญประภา เพชระบูรณิน และ สุภาพร เทียมวงศ์ (2550).การศึกษาสัตว์ที่เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพในมหาวิทยาลัยขอนแก่น.ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ยุวดี พีรพรพิศาล (2540).การศึกษาคุณภาพน้ำในอ่างแก้ว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยใช้แพลงก์ตอนเป็นดัชนีชีวภาพระหว่างเดือน เมษายน 2539 – พฤษภาคม 2540. เชียงใหม่. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วิลาลินี วัฒนาวงศ์ดอน (2540) .**การศึกษาสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังขนาดใหญ่ (Macroinvertebrate) ในบึงหนองเอียด**. ขอนแก่น: วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ศุภกิจ นนทนานันท์.(2550).**โครงการการบริหารจัดการและวางแผนการใช้ทรัพยากรเชิงบูรณาการบริเวณลุ่มแม่น้ำสงครามด้วยระบบฐานข้อมูลภูมิศาสตร์สารสนเทศ**. กรุงเทพฯ: คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร

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

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย 2551. **ฉลากเขียว** [Online]. Available from:

http://www.tei.or.th/GreenLabel/th_index.html

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

สาวิตรี มาลัยพันธ์. (2538). **หนังสือบทปฏิบัติการกีฏวิทยาเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ: ภาควิชากีฏวิทยา คณะเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาพรณี กาสุริยะ (2549) **การศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมีภาพและชีวภาพ โดยใช้แพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์เป็นดัชนี** .กรุงเทพมหานคร: วิจัยจุลศาสตร์บัณฑิต สาขาการศึกษา (ชีววิทยา) ปีการศึกษา 2549.

แสงสรรค์ ภูมิสถานและนภาพรรณ สุวานะกาญจน์.(2547).**ผลกระทบของกิจกรรมนันทนาการต่อคุณภาพน้ำในแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติ กรณีศึกษาอุทยานแห่งชาติเอราวัณ**.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/>