

การตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในช่วงเปิดนมัสการรอยพระพุทธบาท เขาคิชฌกูฏ จังหวัดจันทบุรีประจำปี พ.ศ. 2560

The Investigation of Environmental Quality During the Opening Worship at the Buddha Footprint Area of Khao Khitchakut, Chanthaburi Province in 2017

จักรพันธ์ โพธิพัฒน์¹, หิรัญ หิรัญรัตนพงศ์¹, ชวัลรัตน์ สมนึก¹

Jakkapan Potipat¹, Hirun Hirunrattanaphong¹, Chawanrat Somnuek¹

Received: 12 November 2018 ; Revised : 7 January 2019 ; Accepted: 5 February 2019

บทคัดย่อ

การตรวจติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมในช่วงเปิดนมัสการรอยพระพุทธบาทเขาคิชฌกูฏจังหวัดจันทบุรี ประจำปี พ.ศ. 2560 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำและคุณภาพอาหาร การดำเนินงานวิจัยมีกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลสิ่งแวดล้อมประกอบด้วย การเก็บข้อมูลนักท่องเที่ยวด้วยแบบสอบถาม การสำรวจปริมาณขยะมูลฝอย การประเมินขีดความสามารถรองรับของห้องน้ำ การวิเคราะห์คุณภาพน้ำและคุณภาพอาหาร ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2559 ถึง เดือนเมษายน 2560 ผลการศึกษาพบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวต่อวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19,852 คน มีปริมาณขยะมูลฝอยเฉลี่ย 0.6 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ความสามารถในการรองรับของห้องน้ำอยู่ในระดับรุนแรง คุณภาพน้ำมีค่าเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ยกเว้นค่าบีโอดี การวิเคราะห์คุณภาพอาหารชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างอาหารร้อยละ 62.50 พบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

คำสำคัญ: คุณภาพสิ่งแวดล้อม อนามัยสิ่งแวดล้อม คุณภาพน้ำ คุณภาพอาหาร รอยพระพุทธบาทเขาคิชฌกูฏ

Abstract

This research aimed to investigate the environmental health management, water quality and food quality during the opening worship at the buddha footprint area of Khao Khitchakut, Chanthaburi province in 2017. Our environmental data were collected using a tourism questionnaire, survey of solid waste and an assessment of toilet carrying capacity from October 2016 to April 2017. Water quality and food quality were also analysed. The results showed that the average number of tourists per day was 19,852 persons, the solid waste productivity averaged 0.6 kilogram/person/day and the toilet carrying capacity was revealed to be at severe level. Furthermore, the water quality (except BOD values) was qualified into 3 classes of surface water quality standard. The food quality analysis indicated that 62.5% of food samples were contaminated with coliform bacteria and exceeded at Department of Medical Science guideline levels.

Keywords: Environmental quality, Environmental health, Water quality, Food quality, Buddha Footprint of Khao Khitchakut

¹ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี 22000

¹ Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000, Thailand

* Corresponding author; Dr.Jakkapan Potipat Department of Environmental Science, Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University, Chanthaburi 22000, Thailand Email: bomb1112@yahoo.com

บทนำ

รอยพระพุทธรูปเขาชีชฌกฏเป็น ปุชนียสถานที่มีความสำคัญแห่งหนึ่งของจังหวัดจันทบุรี อยู่ในพื้นที่ของอุทยานแห่งชาติเขาชีชฌกฏซึ่งเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 14 ของประเทศ ประเพณีนมัสการรอยพระพุทธรูปบาท เป็นประเพณีที่สืบทอดมาอย่างยาวนาน เนื่องจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของโครงสร้างหินที่มีเชื่อมโยงกับตำนานและ ความศรัทธาทางพุทธศาสนา ในอดีตมีการกำหนดช่วงเวลาการนมัสการรอยพระพุทธรูปบาท ไร่ประมาณ 15 วันของทุกปี ต่อมาภายหลังจากที่มีจำนวนของผู้ที่เลื่อมใสศรัทธาเป็นจำนวนมากจึงได้มีการขยายระยะเวลาช่วงนมัสการรอยพระพุทธรูปบาท ให้นานขึ้นเป็น 60 วัน¹ ทั้งนี้ยังคงมีการรักษาและยึดถือประเพณีดั้งเดิมด้วยการกำหนดให้เดือนกุมภาพันธ์ (เดือน 3 ของประเทศไทย) เป็นช่วงเริ่มต้นของเทศกาลนมัสการรอยพระพุทธรูปบาทซึ่งมีการทำพิธีเปิด พระบาท หรือที่เรียกว่า “ปิดป่า” จากนั้นจึงเริ่มเปิดให้ผู้เลื่อมใสศรัทธาได้ขึ้นนมัสการรอยพระพุทธรูปบาท จนครบ 60 วัน แล้วจะทำพิธีปิดพระบาทหรือที่เรียกว่า “เปิดป่า” ในปีนั้น ๆ

ปัจจุบันมีจำนวนผู้แสวงบุญ ผู้มีจิตศรัทธาและนักท่องเที่ยวที่มานมัสการรอยพระพุทธรูปบาท เป็นจำนวนมากและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาโดยเฉพาะในปี 2558 มีจำนวนนักท่องเที่ยว ที่เข้าร่วมประเพณีนมัสการพระพุทธรูปบาทเขาชีชฌกฏประมาณ 1,180,090 คน² ปัญหาและผลกระทบจากประชาชนจำนวนมากที่เข้ามาในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปบาท คือ ปัญหาขยะมูลฝอยเพิ่มมากขึ้นและ การขาดระบบบริหารจัดการ การรบกวนสมดุลของระบบนิเวศ ความแออัดของประชาชนและสิ่งอำนวยความสะดวกไม่เพียงพอต่อจำนวนประชาชน³ ถ้าหากทิศทางการเข้าร่วมประเพณีมีลักษณะดังกล่าวอาจส่งผลให้จำนวนนักท่องเที่ยวเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ของธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศของเขาคิชฌกฏในระยะยาวได้ ดังนั้น การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในช่วงเปิดนมัสการรอยพระพุทธรูปบาทเขาชีชฌกฏจึงมีความสำคัญเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวางแผนและกำหนดแนวทางการบริหารจัดการเชิงพื้นที่ การจัดหาสิ่งอำนวยความสะดวก การป้องกันและควบคุมปัญหาและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่เกิดการใช้ประโยชน์ที่ดินกับทั้งสามารถสร้างความตระหนักให้กับประชาชนนักท่องเที่ยวและกลุ่มผู้มีส่วนได้เสียต่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมให้เกิดผลดีต่อเศรษฐกิจและสังคมอย่างต่อเนื่องยั่งยืนสืบไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปบาท เขาชีชฌกฏ
2. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและคุณภาพอาหารในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปบาทเขาชีชฌกฏ

วิธีการดำเนินงานวิจัย

พื้นที่เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม

เก็บรวบรวมข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปบาทเขาชีชฌกฏ อย่างเก็บน้ำพลวง ร้านจำหน่ายอาหารและสถานที่ตั้งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ให้บริการแก่ประชาชนครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 7.5 ตารางกิโลเมตร โดยขอบเขตพื้นที่เก็บข้อมูลทั้งหมดอยู่ในบริเวณอุทยานแห่งชาติ เขาชีชฌกฏ อำเภอเขาชีชฌกฏ จังหวัดจันทบุรี (Figure 1)

การเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม

1. การเก็บข้อมูลทางด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและสิ่งอำนวยความสะดวกด้วยการรวบรวมข้อมูลเชิงประชากรจากกลุ่มนักท่องเที่ยวบริเวณ รอยพระพุทธรูปบาทเขาชีชฌกฏ ตั้งแต่วันที่ 1 กุมภาพันธ์ 2560 ถึงวันที่ 28 มีนาคม 2560 เครื่องมือที่ใช้คือแบบสอบถามแบบปลายปิดที่ให้ความสำคัญกับปัญหาขยะมูลฝอยและสิ่งอำนวยความสะดวก กำหนดกลุ่มตัวอย่างตามวิธีการของ Yamane⁴ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีจำนวนตัวอย่างเท่ากับ 399 ตัวอย่าง เลือกสุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวแบบสะดวกจำนวน 500 คน มีแบบสอบถามที่ส่งกลับคืนและมีข้อมูลครบถ้วนจำนวน 421 ตัวอย่าง นอกจากนี้มีการใช้กล้องถ่ายภาพเพื่อบันทึกภาพระหว่างการลงสำรวจข้อมูลในพื้นที่จริง

2. การสำรวจปริมาณขยะมูลฝอย กลิ่นรบกวน และปริมาณมูลฝอยตกค้าง ทำการเก็บข้อมูลจากถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร ที่ถูกใช้เป็นภาชนะสำหรับเก็บรวบรวมมูลฝอยบริเวณจุดเริ่มต้นเส้นทางเดินเท้าจนถึงรอยพระพุทธรูปบาทจำนวน 61 ถังทำการจำแนกองค์ประกอบของขยะมูลฝอยตามลักษณะทางกายภาพทุกวันเป็นระยะเวลา 1 เดือน

3. การเก็บตัวอย่างน้ำในอ่างเก็บน้ำพลวงทำการเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วงหรือแบบแยก (Grab sampling) โดยใช้ขวดปากกว้างขนาด 250 มิลลิลิตรและขวดบีโอดี กำหนดสถานีเก็บตัวอย่างจำนวน 6 จุด บริเวณโดยรอบอ่างเก็บน้ำพลวง กำหนดการเก็บตัวอย่างน้ำทั้งหมด 3 ครั้งซึ่งแต่ละ

ครั้งเป็นตัวแทนคุณภาพน้ำช่วงก่อนเทศกาลนมัสการ
รอยพระพุทธรบาท, ช่วงที่มีประชาชนเข้ามานมัสการรอย
พระพุทธรบาทและช่วงหลังจากปิดเทศกาลนมัสการรอย
พระพุทธรบาทแต่ละครั้งของ การเก็บตัวอย่างน้ำมีจำนวน 3 ซ้ำ
การเก็บตัวอย่างอาหารดำเนินการด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย
(Simple random sampling) จากจำนวนร้านค้าที่จำหน่าย
อาหารทั้งหมดที่ตั้งอยู่ในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขา
คิชฌกูฏ ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง แต่ละครั้งมีระยะ
เวลาห่างกัน 2 สัปดาห์

การวิเคราะห์ตัวอย่างสิ่งแวดล้อม

นำตัวอย่างน้ำที่ได้มาวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แก่
อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และปริมาณ
ของแข็งที่ละลายน้ำ (Total Dissolved Solid: TDS) โดยใช้
เครื่องวิเคราะห์คุณภาพน้ำแบบภาคสนาม รุ่น Waterproof
Tester Model: 7200 การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย
น้ำใช้เทคนิค Azide modification ของกรมประมง⁵ การวิเคราะห์
บีโอดีใช้การวิเคราะห์หาค่าบีโอดีโดยตรง⁶ ในขณะที่ตัวอย่าง
อาหารถูกตรวจสอบการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มแบคทีเรียตาม
ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ของชุดทดสอบน้ำยาตรวจเชื้อ
โคลิฟอร์มแบคทีเรีย^{7,8}

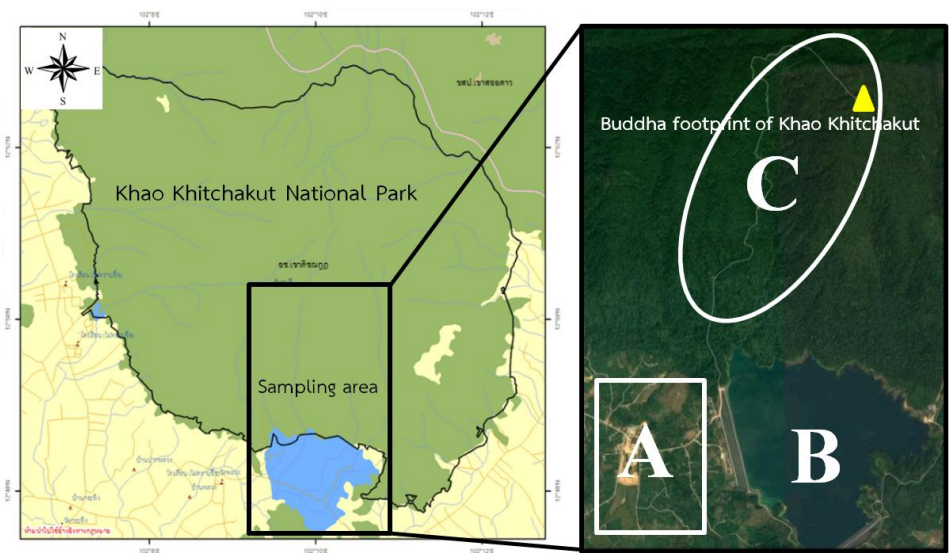


Figure 1 The map of sampling area in Buddha footprint of Khao Khitchakut (A: Food sampling area, B: Water sampling area and C: Environmental health sampling area)

การวิเคราะห์ข้อมูลการรองรับนักท่องเที่ยวในพื้นที่
ทำการประเมินขีดความสามารถในการรองรับของ
นักท่องเที่ยวในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏด้วยการ
ดัดแปลงสมการ Physical Carrying Capacity (PCC)⁹ ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$PCC \text{ ห้องสุขา (คน/วัน)} = \text{จำนวนรอบการใช้ประโยชน์ (รอบ/วัน)} \times \text{จำนวนห้องน้ำ}$$

ผลการวิจัย

การจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม

การเก็บรวบรวมข้อมูลจำนวนนักท่องเที่ยวที่เข้ามา
ในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏในรอบ 10 ปีที่
ผ่านมา ตั้งแต่ พ.ศ. 2550–2559 พบว่าจำนวนนักท่องเที่ยว
ต่อวันมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16,402 คน ปี 2550 มีจำนวนนักท่องเที่ยว

เที่ยวต่ำสุดมีค่าเฉลี่ยวันละ 9,440 คน ปี 2559 มีจำนวนนัก
ท่องเที่ยวสูงสุดมีค่าเฉลี่ยวันละ 23,786 คน ในขณะที่จำนวน
นักท่องเที่ยวต่อวันของปี 2560 มีค่าเฉลี่ยวันเท่ากับ 19,852
คน (Table 1) เมื่อนำข้อมูลเชิงพื้นที่ตรงจุดนมัสการรอย
พระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏจำนวน 320,000 ตารางเมตรเปรียบ
เทียบกับเกณฑ์อ้างอิงการใช้พื้นที่สาธารณะที่ 15 ตารางเมตร
ต่อคน¹⁰ พบว่าขีดความสามารถในการรองรับได้ด้านกายภาพ
ต่อคนต่อช่วงเวลาเดียวกัน (PAOT: People-At-One-Time)
ของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏมีค่าเท่ากับ 21,334 คนพื้นที่/
หนึ่งช่วงเวลา

ผลการสำรวจขยะมูลฝอยทางด้านภูมิทัศน์บริเวณ
รอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏและพื้นที่ใกล้เคียงไม่พบขยะ
มูลฝอยอยู่นอกภาชนะรวบรวมหรือเทกองอยู่บนพื้น ไม่พบ
กลิ่นมูลฝอยในระยะ 10 เมตร ในขณะที่ผลการสำรวจปริมาณ

ขยะมูลฝอยด้วยการเก็บข้อมูลปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในแต่ละวัน พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่เก็บข้อมูลในช่วงวันจันทร์-วันพฤหัสบดีมีจำนวนนักท่องเที่ยว 61,132 คนต่อวัน พบปริมาณขยะมูลฝอย 32,990 กิโลกรัมต่อวัน ปริมาณ

การเกิดขยะมูลฝอย 0.5 กิโลกรัมต่อคน ในขณะที่ช่วงวันศุกร์-อาทิตย์ มีจำนวนนักท่องเที่ยว 77,829 คนต่อวัน พบปริมาณขยะมูลฝอย 57,713 กิโลกรัมต่อวัน ปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย 0.7 กิโลกรัมต่อคน (Table 2)

Table 1 The statistics of tourists per day during the opening worship Buddha footprint of Khao Khitchakut since B.E. 2550 to B.E. 2560

Year	Average of tourists per day	References
2550	9,440	
2551	9,697	
2552	13,598	
2553	13,110	
2554	15,654	
2555	17,392	1,2
2556	19,591	
2557	22,082	
2558	19,669	
2559	23,786	
2560	19,852	This study

Table 2 Solid waste quantity and productivity ratio in Buddha footprint of Khao Khitchakut

Lists	Solid waste quantity and productivity ratio	
	Monday–Thursday	Friday–Sunday
Solid waste quantity (Kilogram/Day)	32,990	57,713
Travelers (Person/Day)	61,132	77,829
Productivity ratio of solid waste (Kilogram/Person)	0.5	0.7
Mean of productivity ratio (Kilogram/Person/Day)	0.6	

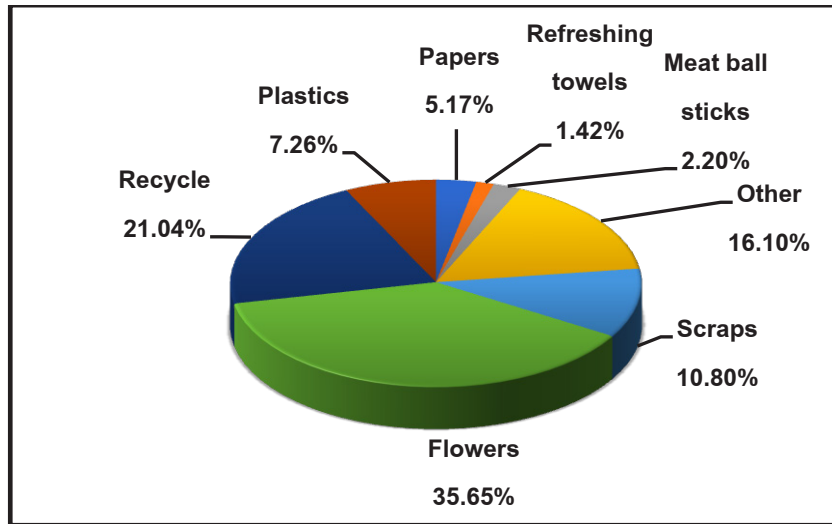


Figure 2 Percent of physical solid waste characteristics in Buddha footprint of Khao Khitchakut

เมื่อทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขยะมูลฝอยในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาศิขณภูฏพบ ว่าขยะมูลฝอยส่วนใหญ่เป็นดอกไม้ คิดเป็นร้อยละ 35.65 รองลงมาได้แก่ ขยะรีไซเคิล ขยะมูลฝอยอื่น ๆ เศษอาหาร ถู พลาสติก กระดาษ ไม่เสียบลูกชิ้น และผ้าเย้น คิดเป็นร้อยละ 21.40, 16.10, 10.80, 7.26, 5.17, 2.20 และ 1.42 ตามลำดับ (Figure 2)

ผลการศึกษาศักยภาพในการรองรับของห้องน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาท เขาศิขณภูฏด้วยสมการ Physical Carrying Capacity (PCC) พบว่า มีห้องน้ำที่ให้บริการจำนวน 7 จุด และมีจำนวนห้องน้ำทั้งหมด 107 ห้อง โดยกำหนดระยะเวลาการใช้ประโยชน์จากห้องน้ำเท่ากับ 10 นาที/รอบ² เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับช่วงเวลาการเปิดมัสการรอยพระพุทธรบาท คือ 24 ชั่วโมง ดังนั้น การใช้ประโยชน์ห้องน้ำของนักท่องเที่ยว เท่ากับ 144 รอบ/วัน และมีขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวด้านสิ่งแวดล้อมความสะดวกกรณีของห้องน้ำเท่ากับ

$$\begin{aligned}
 & \text{PCC ห้องสุขา (คน/วัน)} \\
 & = \text{จำนวนรอบการใช้ประโยชน์ (รอบ/วัน)} \times \text{จำนวนห้องน้ำ} \\
 & = 144 \text{ รอบ/วัน} \times 107 \text{ ห้อง} \\
 & = 15,408 \text{ คน/วัน}
 \end{aligned}$$

ผลการศึกษาคคุณภาพน้ำและคุณภาพอาหารในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาศิขณภูฏ

ผลการศึกษาคคุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาศิขณภูฏด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในอ่างเก็บน้ำพลวง

ในช่วงก่อนเทศกาลนมัสการ รอยพระพุทธรบาทพบว่า อุณหภูมิ ค่าความเป็น กรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและค่าบีโอดี มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29 องศาเซลเซียส, 7.29, 38.7 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร, 36.3 มิลลิกรัมต่อลิตร, 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนผลการศึกษาคคุณภาพน้ำในช่วงที่มีประชาชนเข้ามานมัสการรอยพระพุทธรบาทพบว่า อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและค่าบีโอดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 28.5 องศาเซลเซียส, 6.98, 44.5 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร, 41.8 มิลลิกรัมต่อลิตร, 7.3 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 3.7 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และคุณภาพน้ำช่วงหลังจากปิดเทศกาลนมัสการ รอยพระพุทธรบาทพบว่า อุณหภูมิ ค่าความเป็น กรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำและค่าบีโอดี มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 29.0 องศาเซลเซียส, 7.11, 46.3 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร, 39.8 มิลลิกรัมต่อลิตร, 6.7 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 4.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Table 3; Figure 3)

การประเมินคุณภาพน้ำบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาศิขณภูฏในการศึกษาคครั้งนี้ใช้การเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพในแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน โดยกลุ่มผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำกับมาตรฐานของแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นแหล่งที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการอุปโภคและบริโภคโดยตรงผ่านการฆ่าเชื้อ

โรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไป ก่อนและเป็นประโยชน์เพื่อการเกษตร มาตรฐานดังกล่าว กำหนดค่า พีเอช, ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และบีโอดี เท่ากับ 5-9, 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนค่าการนำไฟฟ้าและปริมาณของแข็งที่ละลาย

น้ำมีการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของน้ำในทะเลสาบจาก South Dakota water quality standard ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 4,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และ 2,500 มิลลิกรัมต่อ ลิตร ตามลำดับ¹¹

Table 3 The result of water quality analysis in Phluang reservoir

Water quality	Parameters					
	Temperature (°C)	pH	Conductivity (us/cm)	Dissolved solid (mg/L)	Dissolved oxygen (mg/L)	BOD (mg/L)
Pre-opening worship	29.0	7.29	38.7	36.3	8.0	4.9
During opening worship	28.5	6.98	44.5	41.8	7.3	3.7
Post-opening worship	29.0	7.11	46.3	39.8	6.7	4.4
Standard*	–	5-9	4,000 ¹¹	2,500 ¹¹	4.0	2.0

*The announcement of the National Environment Board No.8 (B.E. 2537) regarding the specification of the class 3 surface water quality standard

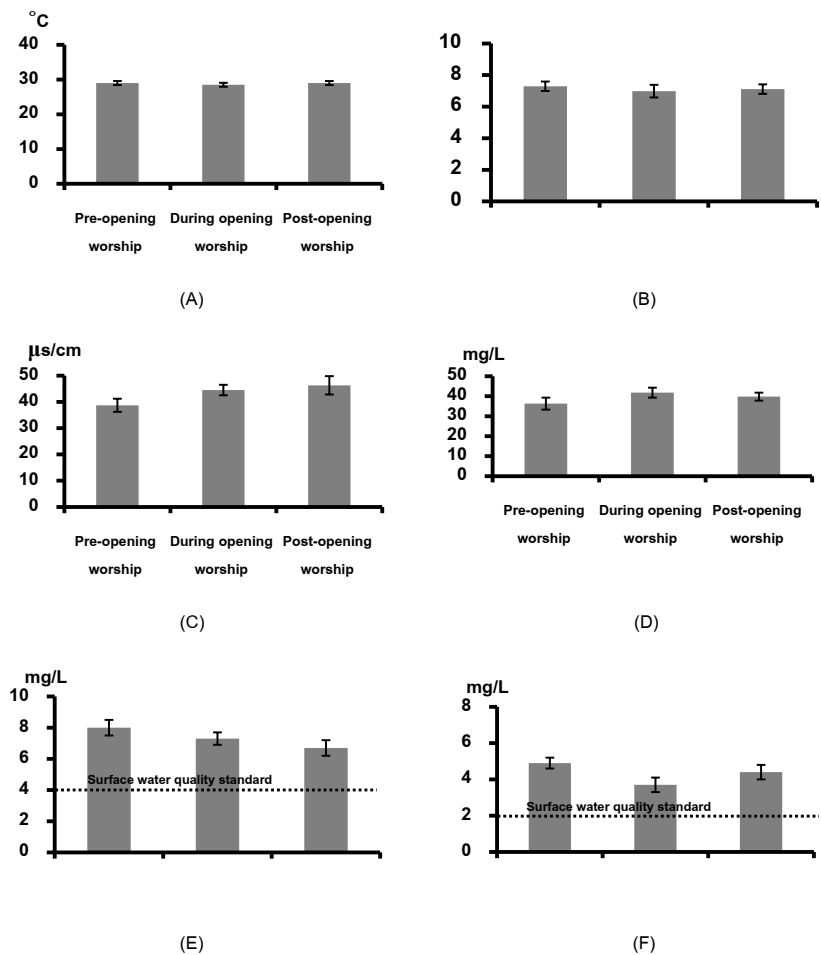


Figure 3 The water quality change in Phluang reservoir (A: Temperature, B: pH, C: Conductivity, D: Dissolved solid, E: Dissolved oxygen and F: BOD)

Table 4 Coliform bacteria contamination of food samples during the opening worship Buddha footprint of Khao Khitchakut in 2017

No.	Food samples	Raw materials for testing	Results	
			First time	Second time
1	Stewed pork leg on rice	Pork	++	
2	Steamed chicken with rice	Chicken meat	++	
3	Rice noodles in fish curry sauce mixed coconut milk	Rice noodles	++	
4	Rice noodles in fish curry sauce	Rice noodles	++	+
5	Clear soup with congealed pork blood	Congeaed pork blood	-	
6	Pickled fish	Fish meat	+	
7	Fried kale with crispy pork	Crispy pork	+	
8	Fried rice with assorted	Rice	-	
9	Fried pork balls	Pork ball	-	++
10	Spicy vegetable and prawn soup	Prawn meat	++	
11	Grilled pork	Pork	++	
12	Papaya salad with salted crab and pickled fish	Chopped papaya	++	
13	Spicy minced pork	Minced pork	++	
14	Stir-fried pork and bamboo shoot	Pork	++	
15	Grilled chicken	Chicken without skin	++	
16	Noodle soup with minced pork	Minced pork	++	
17	Pork liver spicy salad	Pork liver		+
18	Papaya salad without crab	Chopped papaya		++
19	Rice noodles in green curry chicken	Rice noodles		++
20	Red curry with pineapple and mussels	Mussel meat		+
21	Rice topped with stir-fried pork and basil	Minced pork		+
22	Vegetable and pork balls soup	Pork balls		-
23	Charcoal-boiled pork neck	Pork		++
24	Fried chicken	Chicken without skin		++
25	Sukiyaki without broth	Vermicelli		+
26	Stir-fried mixed vegetables	Carrots		++
27	Rice crispy pork	Crispy pork		++
28	Vietnamese pork sausage	Pork sausage		+
29	Thai spicy noodle	Minced pork		++
30	Barbecued red pork in sauce with rice	Barbecued red pork		++

Remark: (-) not detect, (+) low contamination and (++) high contamination

ผลการศึกษาคูณภาพอาหารในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภูด้วยการสุ่มตัวอย่างจากร้านค้าที่จำหน่ายอาหารทั้งหมด ครั้งที่ 1 ในเดือนกุมภาพันธ์ 2560 จำนวน 16 ตัวอย่าง ทำการทดสอบด้วยชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย SI-2 พบว่า อาหารที่นำมาตรวจสอบจำนวน 16 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (++) ถึง 11 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 68.75 มีการปนเปื้อนในระดับน้อยที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (+) จำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.50 และไม่มีมีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหาร (-) จำนวน 3 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.75 ขณะที่ผลการศึกษาคูณภาพอาหารครั้งที่ 2 ในเดือนมีนาคม 2560 จำนวน 16 ตัวอย่างด้วยชุดทดสอบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย SI-2 พบว่ามีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (++) ถึง 9 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 56.25 มีการปนเปื้อนในระดับน้อยที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (+) จำนวน 6 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 37.50 และไม่มีมีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหาร (-) เพียง 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.25 (Table 4)

อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภู

ผลการสำรวจปริมาณขยะมูลฝอยในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภูชี้ให้เห็นภาพรวมของอัตราการเกิดขยะมูลฝอยเฉลี่ย 0.6 กิโลกรัมต่อคนต่อวันสูงกว่าผลการศึกษาศีดความสามารถในการรองรับขยะมูลฝอยของอุทยานแห่งชาติน้ำตกเจ็ดสาวน้อย จังหวัดสระบุรีที่พบอัตราการเกิดของขยะมูลฝอยเฉลี่ยเท่ากับ 0.2 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่เกินขีดความสามารถในการรองรับได้¹² อย่างไรก็ตามในอดีตที่ผ่านมาปัญหาขยะมูลฝอยในบริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภูและอุทยานแห่งชาติเขาชีชมภูเป็นปัญหาที่สำคัญเนื่องจากขาดการจัดการที่ได้มาตรฐาน กล่าวคือการพบปริมาณขยะตกค้างอยู่บนภูเขาซึ่งเป็นสถานที่ตั้งของรอยพระพุทธรูปเป็นจำนวนมากส่วนใหญ่เป็นขยะที่ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ในขณะที่อุทยานแห่งชาติหลายแห่ง

ในประเทศเนปาลพบขยะอันตรายตกค้างหลายชนิดและมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ภาชนะบรรจุน้ำมันและ ขยะติดเชื้อ เป็นต้น¹³ สถานภาพการจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันบริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภูพบว่า หน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้แก่ ภาครัฐ ร้านค้าและภาคประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมและให้ความร่วมมือในการบริหารจัดการขยะมูลฝอยเพื่อผลประโยชน์ด้านการท่องเที่ยวและอนามัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ การกำหนดขอบเขตร้านค้าให้มีการจัดตั้งอยู่ในบริเวณด้านล่างเพื่อความสะดวกต่อการขนถ่ายและการจัดการขยะมูลฝอยและการห้ามนำอาหารขึ้นไปรับประทานบนภูเขา เป็นต้น ด้านการกำจัดขยะ วัดพลวงและเทศบาลตำบลพลวงดำเนินการขุดหลุมฝังกลบแต่เป็นการกำจัดขยะที่ไม่ถูกสุขลักษณะทางอนามัยสิ่งแวดล้อมกล่าวคือไม่มีมีการรองพื้นกันหลุมด้วยพลาสติกกันซึม High Density Polyethylene (HDPE)³

ผลการศึกษาศีดความสามารถในการรองรับของห้องน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภูพบว่าสามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ 15,408 คนต่อวัน เกินขีดความสามารถในการรองรับระดับรุนแรง (มากกว่าร้อยละ 100) (Table 5) สอดคล้องกับการศึกษาศีดความสามารถในการรองรับด้านสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวงมีระดับการใช้ประโยชน์จาก ห้องอาบน้ำที่มีระดับการใช้ประโยชน์ที่ก่อให้เกิดผลกระทบในระดับมาก (Exceeding CC) และมีแนวโน้มที่จะเกินขีดความสามารถในการรองรับ ในขณะที่ช่วงวันหยุดระดับการใช้ประโยชน์มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอยู่ในระดับรุนแรงเกินขีดความสามารถในการรองรับได้ (Over CC) ของพื้นที่อุทยานแห่งชาติ เขาชะเมา-เขาวง¹⁴ การจัดการความสามารถในการรองรับของห้องน้ำบริเวณทะเลสาบศักดิ์สิทธิ์ใน รัฐหรยาณา ประเทศอินเดีย ที่มีผู้แสวงบุญมาใช้บริการห้องน้ำเป็นจำนวนมากมีการปรับเปลี่ยนห้องน้ำชายแบบถาวรให้เป็นห้องน้ำหญิงทั้งหมด และดำเนินการก่อสร้างห้องน้ำชายแบบชั่วคราวหรือ ที่ปัสสาวะชายเพิ่มเติมในช่วงเทศกาลแสวงบุญที่มีปริมาณนักท่องเที่ยวเพิ่มสูงขึ้น¹⁵ แนวปฏิบัติดังกล่าวถือเป็นทางเลือกสำหรับแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเพื่อเพิ่มศักยภาพการรองรับของห้องน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรูปเขาชีชมภู

Table 5 Carrying capacity levels of toilet in Buddha footprint of Khao Khitchakut

Facility	CC	Facility Carrying Capacity (FCC)			
		Below CC < 50 %	At & Approaching CC 50 %– 80 %	Exceeding CC 81 % – 100 %	Over CC > 100 %
Toilets	15,408	<7,704	7,704 – 12,327	12,481 – 15,408	>15,408
Highest of tourists	21,334	–	–	–	✓

Remark: ✓ FCC = Over CC

Table 6 The criteria of surface water quality standards for carrying capacity analysis of recreational use values in Buddha footprint of Khao Khitchakut

Impact scales and carrying capacity levels ¹⁶	Surface water quality standards (Class 3)			
	Temperature (°C)	pH	Dissolved oxygen (mg/L)	BOD (mg/L)
Standard values	±3°C	5-9	4.0	2.0
No impact/Low impact (Below carrying capacity)	Normal temp.	5.1-8.9	> 4.0	< 2.0
Medium impact (Closely carrying capacity)	not over ±3°C	5 or 9	4.0	2.0
High impact (Over carrying capacity)	over ±3°C	<5 or >9	< 4.0	> 2.0
Water quality pre–opening worship	29.0	7.29	8.0	4.9
Water quality during opening worship	28.5	6.98	7.3	3.7
Water quality post–opening worship	29.0	7.11	6.7	4.4

การศึกษาคุณภาพน้ำและคุณภาพอาหารในพื้นที่ บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาศิขณภูฏ

คุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขา
ศิขณภูฏทั้งหมด 3 ระยะเวลา คือ ช่วงก่อนเทศกาลนมัสการ
รอยพระพุทธรบาท, ช่วงที่มีประชาชนเข้ามานมัสการรอย
พระพุทธรบาทและช่วงหลังจากปิดเทศกาลนมัสการรอย
พระพุทธรบาทพบว่าอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำ
ไฟฟ้า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำ ปริมาณออกซิเจนที่ละลาย
น้ำและค่าบีโอดี มีค่าเป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน
(Table 3) ยกเว้น ค่าบีโอดีที่มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำใน
แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 และมีระดับผลกระทบสูง (Table
6) สอดคล้องกับการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการ
ใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการของน้ำตกทั้ง 6 แห่ง ในเขตพื้นที่
อุทยานแห่งชาติภูกระดึงในช่วงที่มีปริมาณนักท่องเที่ยวปกติ
และสูงสุดพบว่าน้ำตกบางแห่งได้รับผลกระทบระดับสูงจากค่า
บีโอดี¹⁶ นอกจากนี้การประเมิน ขีดความสามารถในการรองรับ

ด้านนิเวศ (คุณภาพน้ำผิวดิน) ณ อุทยานแห่งชาติภูกระดึง พบ
ว่าน้ำตกบางแห่งมีค่าบีโอดีเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิ
วดินประเภทที่ 2 โดยเฉพาะน้ำตกวังกวาง ที่มีค่าบีโอดีสูงถึง
39.8 มิลลิกรัมต่อลิตร¹⁷ สารอินทรีย์มีอิทธิพลโดยตรงต่อค่าบี
โอดีและคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ แหล่งกำเนิดสาร
อินทรีย์ส่วนใหญ่มาจาก น้ำทิ้งและน้ำชะขยะชุมชนรวมถึงนัก
ท่องเที่ยวที่เข้ามาแสวงบุญและพักผ่อนในบริเวณแหล่งน้ำ
นั้น¹⁸

คุณภาพอาหารในพื้นที่บริเวณรอย พระพุทธรบาทเขา
ศิขณภูฏที่ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้งจากตัวอย่าง
อาหารทั้งหมด 32 ตัวอย่างพบการปนเปื้อนโคลิฟอร์ม
แบคทีเรียในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์
การแพทย์ (++) จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 62.50 มี
การปนเปื้อนในระดับน้อยที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (+) จำนวน
8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25.00 และไม่มีการปนเปื้อนโคลิ
ฟอร์มแบคทีเรียในอาหาร (-) จำนวน 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ

ละ 12.50 การตรวจสอบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในอาหารพบว่า อาหารที่มีโอกาสปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียส่วนใหญ่เป็นอาหารประเภทที่เตรียมไว้ล่วงหน้าก่อนจำหน่าย ในขณะที่อาหารประเภทต้มเลือดหมูที่มีการอุ่นตลอดเวลาหรืออาหารตามสั่งที่มีการปรุงสุกก่อนรับประทานไม่พบการปนเปื้อน โคลิฟอร์มแบคทีเรีย สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคที่พบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ในเครื่องต้มร้อยละ 100 รองลงมาคืออาหารผ่านความร้อนน้อย อาหารไม่ผ่านความร้อน และอาหารผ่านความร้อนมาก คิดเป็นร้อยละ 88.2, 65.4 และ 57.4 ตามลำดับ¹⁹ ในขณะที่ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อน เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียของอาหารถุงชี้ให้เห็นว่าตัวอย่างอาหารแฝงลอย 3 ประเภท คือ ประเภทต้มหรือแกง ประเภทผัด และประเภทลวก จำนวน 119 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียร้อยละ 68.1 โดยพบการปนเปื้อนมากที่สุดในอาหารประเภทลวก รองลงมาเป็นอาหารประเภทผัดและอาหารประเภทแกง ร้อยละ 87.5, 85.4 และ 58.6 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าประเภทอาหารและอุณหภูมิของอาหารมีความสัมพันธ์กับการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอาหารที่ไม่มีการอุ่นให้ความร้อนมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียมากที่สุด²⁰ อาหารในพื้นที่อุทยานแห่งชาติของประเทศไทยส่วนใหญ่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียเนื่องจากร้านอาหารส่วนใหญ่มีโครงสร้างเป็นอาคารไม้ หลังคาเป็นสังกะสี วัสดุ/ภาชนะที่ใช้ในการประกอบอาหารจัดวางอย่างไม่เรียบร้อย ไม่มีการแยกเชิงระหว่างเนื้อสัตว์สุก-ดิบ ผัก ผลไม้ ซึ่งเป็นลักษณะทางกายภาพที่ไม่เหมาะสมและเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้ร้านอาหารจำนวนมากไม่ผ่านการตรวจประเมินด้านกายภาพและแบคทีเรีย²¹

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมในช่วงเปิดนมัสการรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏจังหวัดจันทบุรี ประจำปี พ.ศ. 2560 พบว่า จำนวนนักท่องเที่ยวต่อวันมีค่าเฉลี่ยวันเท่ากับ 19,852 คน ในขณะที่จำนวนนักท่องเที่ยวในวันจันทร์-วันพฤหัสบดี และวันศุกร์-วันอาทิตย์เท่ากับ 61,132 และ 77,829 คน ตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวชี้ให้เห็นว่านักท่องเที่ยวมีจำนวนเกินขีดความสามารถในการรองรับเมื่อเปรียบเทียบกับขีดความสามารถในการรองรับได้ด้านกายภาพต่อคนต่อช่วงเวลาเดียวกันของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏที่มีค่าเท่ากับ 21,334 คนพื้นที่/หนึ่งช่วงเวลา การสำรวจขยะมูลฝอยด้าน สภาพภูมิทัศน์ไม่พบขยะมูลฝอยอยู่นอกภาชนะรวบรวมหรือเทกองอยู่

บนพื้น ไม่ได้กลิ่นมูลฝอยในระยะ 10 เมตร การสำรวจปริมาณขยะมูลฝอยพบว่าในช่วงวันจันทร์-วันพฤหัสบดีพบปริมาณการเกิด ขยะมูลฝอย 0.5 กิโลกรัมต่อคน ในขณะที่ช่วงวันศุกร์-อาทิตย์พบปริมาณการเกิดขยะมูลฝอย 0.7 กิโลกรัมต่อคน การศึกษาขีดความสามารถในการรองรับของห้องน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏพบว่าสามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้ 15,408 คนต่อวัน เกินขีดความสามารถในการรองรับในระดับรุนแรง (มากกว่าร้อยละ 100) สำหรับผลการศึกษา คุณภาพน้ำในพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาท เขาคิชฌกูฏพบว่ามีค่าเป็นไปตามมาตรฐาน ยกเว้นค่าบีโอดีที่มีค่าเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญของมลพิษทางน้ำและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในเขตอุทยานแห่งชาติของประเทศไทย ผลการศึกษาคุณภาพอาหารด้วยตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในอาหารด้วยการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้งจากตัวอย่างอาหารทั้งหมด 32 ตัวอย่างพบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (++) จำนวน 20 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 62.50 พบการปนเปื้อนในระดับน้อยที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (+) จำนวน 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 25.00 และตัวอย่างอาหารจำนวน 4 ตัวอย่าง ไม่พบการปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (-) คิดเป็นร้อยละ 12.50

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการวางแผนบริหารจัดการเชิงพื้นที่บริเวณรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏให้สอดคล้องกับปริมาณนักท่องเที่ยวผู้แสวงบุญและประชาชนจำนวนมากที่จะเข้ามาใช้ประโยชน์ภายในพื้นที่ โดยให้ความสำคัญต่อความเชื่อมโยงกับศักยภาพในการรองรับทั้งในเชิงพื้นที่ โครงสร้างทางนิเวศและสิ่งอำนวยความสะดวก

ควรมีการจัดตั้งเครือข่ายภายในชุมชนท้องถิ่นเพื่อเฝ้าระวังและติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพสิ่งแวดล้อมในบริเวณโดยรอบพื้นที่ของรอยพระพุทธรบาทเขาคิชฌกูฏและบริเวณใกล้เคียงโดยเฉพาะอย่างยิ่งแหล่งท่องเที่ยวสำคัญที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงคือ อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ

ควรมีการรณรงค์ให้ประชาชนเลือกซื้ออาหารจากร้านที่มีการปฏิบัติถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลและควรจัดอบรมให้ความรู้ให้กับผู้ประกอบการร้านค้าที่จำหน่ายอาหารโดยเน้นเรื่อง สุขาภิบาลส่วนบุคคลและแนวปฏิบัติที่ถูกสุขลักษณะ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ประจำ

ปีงบประมาณ 2560 ตลอดจนการสนับสนุนอุปกรณ์และสารเคมีเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและคุณภาพอาหาร

เอกสารอ้างอิง

- กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. อุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ. 2557. สืบค้นจาก: <http://park.dnp.go.th>. เมื่อวันที่ 20 กุมภาพันธ์ 2560.
- หิรัญ หิรัญรัตนพงศ์ เอกนรินทร์ ณะกิจไพรินทร์ จิรัชชา ชำนาญไพร ปิยนาด ชุนศรี. การประเมินขีดความสามารถในการรองรับนักท่องเที่ยวของอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏ (ส่วนรอยพระพุทธรูปหลวงพ่อ), วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา 2560; 22(3): 557-568.
- หิรัญ หิรัญรัตนพงศ์ สง่า สืบเพ็ง ไพศาล ริมชลา จุฑามาต กุซงค์. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมอุทยานแห่งชาติเขาคิชฌกูฏเพื่อการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์. จันทบุรี: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี. 2550.
- Yamane T. Statistics: an introductory analysis. 3rd ed. New York: Harper & Row; 1973.
- ไมตรี ดวงสวัสดิ์ จารุวรรณ สมศิริ. คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง. กรุงเทพมหานคร: กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ม.ป.ป.
- นิพนธ์ ตั้งคณานุกรักษ์ คณิตา ตั้งคณานุกรักษ์. หลักการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2550.
- ศูนย์ห้องปฏิบัติการ กรมอนามัย. คู่มือการใช้อาหารตรวจเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (SI Medium, อ.13) ในการตรวจสอบการปนเปื้อนภาชนะสัมผัสอาหาร มือผู้สัมผัสอาหาร และอาหาร. กรุงเทพมหานคร: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ม.ป.ป.
- นงลักษณ์ ไทยประเสริฐ. ชุดทดสอบน้ำยาตรวจเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียชนิด SI-2. ม.ป.ป. สืบค้นจาก: <http://www.sansabaytwelve.com/f024.php>. เมื่อวันที่ 30 กันยายน 2560.
- จตุรงค์ คงแก้ว ภูวดล บุตรรัตน์ นิพนธ์ พงศ์สุวรรณ พงศ์ธีระ บัวเพชร. ขีดความสามารถในการรองรับและมาตรการจัดการการท่องเที่ยวแนวปะการังน้ำตื้นเกาะไข่นอก จังหวัดพังงา, วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ 2556; 11(1): 70-87.
- Shelby B, Colvin R. Encounter measures in carrying capacity research actual, reported, and diary contacts. Journal of Leisure Research 1982; 14(4): 350-360.
- South Dakota Watershed Protection Program. Total dissolved solids and specific conductance total maximum daily load evaluation of Freeman lake, Jackson country, South Dakota. South Dakota: South Dakota Department of Environment and Natural Resources. 2011.
- จิตตรี มณีไสย. การวิเคราะห์ปริมาณและองค์ประกอบของขยะมูลฝอยเพื่อเป็นแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกเจ็ดสาวน้อย จังหวัดสระบุรี. กรุงเทพมหานคร: กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช. 2554.
- Posch E. Solid waste management in Sagarmatha National Park, Nepal. Diploma Thesis Wien University. 2013.
- บันลือศักดิ์ วงษ์ภักดี สมนิมิต พุกงาม นภวรรณ ฐานะกาญจน์ พงษ์เขี้ยว. ขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการของอุทยานแห่งชาติเขาชะเมา-เขาวง, วารสารสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ 2552; 7(1): 94-109.
- Jangra R, Kaushik SP. Assessment of physical carrying capacity for managing sustainability at religious tourist destinations. International Journal of Religious Tourism and Pilgrimage 2017; 5(1): 29-38.
- สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ. ขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในด้านคุณภาพน้ำตกของอุทยานแห่งชาติภูกระดึง, วารสารวิจัย มสค สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 2556; 6(2): 139-151.
- ดรชนันท์ เอมพันธ์ วิจักขณ์ ฉิมโสม สราวุธ สังข์แก้ว ชัชชัย ตันตสิรินทร์ นันทชัย พงศ์พัฒนานุกรักษ์ อารีรัตน์ รักษาศิลป์ สุนันทา เลาว์ณย์ศิริ เฉลิมเกียรติ สุริยะวงศ์ กมลทิพย์ เหล่าอรรค มยุรี นาสา. รายงานฉบับสุดท้าย โครงการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับการใช้ประโยชน์ด้านนันทนาการในพื้นที่อุทยานแห่งชาติภูกระดึง. กรุงเทพมหานคร: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2555.
- Kangabam RD, Bhoominathan SD, Kanagaraj S, Govindaraju M. Development of a water quality index (WQI) for the Loktak lake in India. Appl Water Sci 2017; 7: 2907-2918.
- ธวัชชัย เนียรวิฑูรย์ วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ ธิรพงษ์ ธิรมนัส พิพัฒน์ ศรีเบญจลักษณ์. การตรวจสอบคุณภาพ

ทางจุลินทรีย์ในอาหารพร้อมบริโภคในเขตเทศบาลนคร
ขอนแก่น, วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม
2540; 20(3): 27-36.

20. ดารณี แก้วจุมพล. ปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อโคลิ
ฟอร์มแบคทีเรียของอาหารถุงที่จำหน่ายในตลาดประเภทที่
1: กรณีศึกษาพื้นที่จังหวัดหนองคาย. ขอนแก่น: กลุ่มพัฒนา
การส่งเสริมสุขภาพและพัฒนาอนามัยสิ่งแวดล้อม ศูนย์
อนามัยที่ 6 ขอนแก่น, กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.
2551.
21. จินต์จุฑา แสงเพชร กาญจนา นาถะพินธุ. การจัดการ
อนามัยสิ่งแวดล้อมของแหล่งท่องเที่ยวในจังหวัดชัยภูมิ,
วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
2554; 4(3): 87-96.