

ความหลากหลายของครัสโตสไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิว จังหวัดจันทบุรี

Diversity of crustose lichens on nature trail in Namtok Phlio National Park,
Chanthaburi province

ชวัลรัตน์ สมนึก^{1*} วสันต์ เพ็งสูงเนิน² พิสุทธิ์ การบุญ³ และ ธวัช เจนการ⁴
Chawanrat Somnuek^{1*}, Vasun Poengsungnoen², Phisut Kanboon³ and Tawat Jenkarn⁴

บทคัดย่อ

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัยระหว่างราและสาหร่าย มีการนำไลเคนมาใช้งานด้านนิเวศวิทยาและสิ่งแวดล้อมอย่างแพร่หลาย เช่น ใช้ประเมินการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศ และเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพอากาศของพื้นที่นั้น ๆ ได้ ซึ่งงานวิจัยนี้สำรวจชนิดของครัสโตสไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิวตามจุดการเรียนรู้ของเส้นทางจำนวน 10 จุด รวมระยะทาง 1.2 กิโลเมตร ทำการเก็บตัวอย่างไลเคนจากเปลือกของต้นไม้ได้ทั้งหมด 45 ตัวอย่าง นำมาศึกษาคุณสมบัติทางกายวิภาควิทยา สัณฐานวิทยา ส่วนประกอบทางเคมีด้วยวิธีการทดสอบสี (spot test) และโครมาโตกราฟีแบบผิวบาง (thin layer chromatography, TLC) สามารถจำแนกได้ 7 วงศ์ โดยไลเคนที่พบการแพร่กระจายมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วงศ์ Graphidaceae จำนวน 25 ตัวอย่าง (9 สกุล 12 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 4 ตัวอย่าง) รองลงมา ได้แก่ ไลเคนในวงศ์ Pyrenulaceae จำนวน 8 ตัวอย่าง (1 สกุล 4 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) และวงศ์ Trypetheliaceae จำนวน 5 ตัวอย่าง (2 สกุล 1 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 56, 18 และ 11 ตามลำดับ ซึ่งไลเคนที่พบจัดอยู่ในกลุ่มที่ทนทานต่อมลพิษทั้งหมด รวมถึงการพบไลเคนในวงศ์ Trypetheliaceae เป็นวงศ์ที่มีรายงานว่ามีความอ่อนไหวต่อการรบกวนของมนุษย์แสดงให้เห็นว่า อุทยานฯ ยังมีการดูแลพื้นที่ได้เป็นอย่างดีถึงแม้ว่าจะมีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมชมในพื้นที่จำนวนมาก

คำสำคัญ: ไลเคน เส้นทางศึกษาธรรมชาติ อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิว จังหวัดจันทบุรี

Abstract

Lichens are symbiosis organisms between fungi and algae. Lichens are widely used in ecological and environmental applications, for example, to assess ecosystem changes and as an indicator of air quality in each area. This study aimed

¹ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹ Faculty of Science and Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

² คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

² Faculty of Science, Ramkhamhaeng University

³ คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

³ Faculty of Humanities and Social Sciences, Rambhai Barni Rajabhat University

⁴ อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิว จังหวัดจันทบุรี

⁴ Namtok Phlio National Park, Chanthaburi Province

* Corresponding author. E-mail: chawanrat.s@rbru.ac.th

to survey the species of crustose lichens along the nature trail in Namtok Phlio National Park. The 45 samples were collected from the bark of trees, at ten learning stations distributed throughout the 1.2-km long nature trails. In the laboratory, the specimens were taxonomically classified based on morphological, anatomical, and chemical constituent substances using spot test and thin layer chromatography (TLC). The samples could be identified into seven families. The third most prominent family of lichen was Graphidaceae, with 25 samples (9 genera, 12 species, 4 unidentified species), followed by Pyrenulaceae with 8 samples (1 genus, 4 species, 1 unidentified species) and Trypetheliaceae with 5 samples (2 genera, 1 species, 1 unidentified species), representing 56, 18 and 11 percent, respectively. All the lichen families in this study were classified as resistant to pollutants. In addition, the Trypetheliaceae family was reported to be sensitive to human disturbance. It shows that the National Park still maintains the area very well even though there are many tourists visiting the area.

Keywords: lichens, nature trail, Namtok Phlio National Park, Chanthaburi province

บทนำ

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (symbiosis) ของสิ่งมีชีวิตสองชนิด คือ รา (mycobiont) และสาหร่าย (photobiont) ในโครงสร้างเฉพาะที่เรียกว่า แทลัส (thallus) โดยราทำหน้าที่เก็บรักษาความชุ่มชื้น แร่ธาตุ ช่วยปกป้องสาหร่ายจากความแห้งแล้ง ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสงจากการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศและน้ำ สร้างสารอินทรีย์และออกซิเจนให้แก่สาหร่ายและรา ไลเคนเกิดจากสาหร่ายและราที่มีความจำเพาะเจาะจงกัน ซึ่งสาหร่ายหนึ่งชนิดสามารถจับคู่กับราได้อีกหลายชนิด เพื่อเกิดเป็นไลเคนชนิดใหม่ ดังนั้นความหลากหลายของไลเคนขึ้นอยู่กับความหลากหลายของราเป็นสำคัญ (Gilbert, 2000; Saipankaew, Pompeuak, Wolseley, & Suwannarat, 2007; Boonprakob, & Polyiam, 2010) ไลเคนมีรูปแบบการเจริญแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ พวกฝุ่นผงหรือครัสโตส (crustose) พวกแผ่นใบหรือโฟลีโอส (foliose) พวกเส้นสายหรือฟรุติโคส (fruticose) และพวกเป็นเกล็ดขนาดเล็กหรือสแควมูโลส

(squamulose) (Mongkolsuk, & Poengsungnoen, 2012)

โดยไลเคนกลุ่มฟรุติโคสและกลุ่มสแควมูโลสทนต่อมลพิษทางอากาศได้น้อยที่สุด รองลงมาคือกลุ่มโฟลีโอส ส่วนไลเคนกลุ่มครัสโตสทนต่อมลพิษทางอากาศได้ดีกว่า (Papong, 2012)

ไลเคนถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมในหลายพื้นที่ เช่น Subsri (2001) มีการใช้ไลเคนติดตามตรวจสอบมลพิษทางอากาศในเขตตัวเมืองและนอกเมืองจังหวัดเชียงใหม่ พบว่าปริมาณมลพิษทางอากาศมีการขยายพื้นที่สูงมาก ทำให้พื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศปานกลางลดลงเหลือเพียงพื้นที่เล็ก ๆ ในเขตรอบนอกเมือง สอดคล้องกับการศึกษาไลเคนในพื้นที่โดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง พบว่า ปริมาณก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์และก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ที่เพิ่มสูงขึ้นส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของไลเคนได้ (Meuangsan, 2017) ซึ่งการสำรวจไลเคนในสวนสาธารณะของกรุงเทพมหานครพบไลเคนที่แพร่กระจายส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ทนทานต่อมลพิษทางอากาศสูง ได้แก่ *Pyxine coccinea*, *Anthracotheceum subglobosum*

และ *Trypethelium eluteriae* (Polyiam, Thanomjit, Boonpeng, Meesim, & Boonprakob, 2009) นอกจากนี้ Boonpeng, Sriwiboon, & Boonprakob (2018) ใช้ไลเคนชนิด *Parmotrema tinctorum* มาตรวจวัดปริมาณสารไนเตรท (NO_3^-) และซัลเฟต (SO_4^{2-}) ที่สะสมในไลเคน พบว่า ไลเคนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีปริมาณสารสะสมสูงสุด รองลงมาคือ พื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่ควบคุม (อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่) ตามลำดับ

ความหลากหลายของชนิดและองค์ประกอบของไลเคนที่อาศัยตามเปลือกไม้มีความแตกต่างกันตามลักษณะของพื้นที่และประเภทของป่า ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมภายในพื้นที่ เช่น แสงสว่าง ความชื้น ลักษณะโครงสร้างของป่า การศึกษาความหลากหลายของไลเคนจึงมีบทบาทสำคัญในการใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการอนุรักษ์ป่า รวมถึงไลเคนชนิดเด่นที่มีความจำเพาะต่อสภาพแวดล้อม แหล่งอาศัย โดยเฉพาะต้นไม้ ประชากรและความหลากหลายของไลเคนบางชนิดสามารถบ่งบอกลักษณะของระบบนิเวศป่าไม้ (Duangjai et al., 2015; Bangwan, & Saipankaew, 2018) ซึ่งจากการศึกษาความหลากหลายของไลเคนในพื้นที่หุบเขาลำพญา จังหวัดยะลา บริเวณลำธารและแนวทางเดินป่าธรรมชาติ สามารถแบ่งกลุ่มไลเคนตามลักษณะการเจริญเติบโตและแหล่งที่พบ โดยพบไลเคนกลุ่มโพลีโอสและสแควมูโลสบริเวณป่าดิบชื้น เจริญบนเปลือกไม้ที่มีแสงรำไร ไลเคนกลุ่มครัสโตสที่มีโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเพอริทีเซียพบบริเวณป่าดิบชื้น แบบแอฟิทีเซีย รูปถ้วย พบบริเวณป่าโปร่ง แสงน้อย มีแหล่งน้ำ และไลเคนกลุ่มครัสโตสที่มีโครงสร้างสืบพันธุ์แบบแอฟิทีเซีย รูปสายเส้นเป็นแฉก เป็นตุ่ม หรือรูปร่างไม้แน่นอน พบบริเวณป่าโปร่ง

แสงรำไรจนถึงแดดจัด ไม่มีแหล่งน้ำ (Bahakheeree et al., 2014) นอกจากนี้ Naksuwankul, Saisong, & Sertsri (2023) ใช้ชนิดของไลเคนที่พบในป่าโคกตงเค็งเป็นดัชนีบ่งชี้สภาพป่าซึ่งเป็นป่าเต็งรังรุ่นสอง ดังนั้นจำนวนและชนิดของไลเคนที่พบในพื้นที่ต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เป็นตัวบ่งชี้ผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมในการติดตามตรวจสอบระยะยาวได้

พื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลูเป็นอุทยานแห่งชาติที่มีนักท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมชมเป็นจำนวนมากถึง 343,231 คน คิดเป็นอันดับที่ 3 ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2566 รองลงมาจากอุทยานแห่งชาติเขาชีมู และอุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด ของสังกัดสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 2 (ศรีราชา) หรืออยู่ในอันดับที่ 11 ของจำนวนอุทยานแห่งชาติทั้งหมดในประเทศไทย (156 อุทยานฯ) (Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2023) มีพื้นที่ครอบคลุมท้องที่อำเภอเมือง อำเภอแหลมสิงห์ อำเภอขลุง และอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี เป็นพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีเทือกเขาสลับซับซ้อน มีต้นน้ำและลำธารหลายสาย มีสภาพเป็นป่าดิบชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีกว่า 2,000 มิลลิเมตร โดยพื้นที่อุทยานฯ มีบริเวณที่น่าสนใจทั้งน้ำตก ภูเขา อนุสรณ์สถาน จุดกางเต็นท์ ที่พักรับรอง รวมถึงเส้นทางศึกษาธรรมชาติที่มีระยะทางประมาณ 1.20 กิโลเมตร โดยมีจุดศึกษาธรรมชาติที่มีป้ายสื่อความหมายธรรมชาติติดตั้งไว้จำนวน 11 จุด (Department of National Parks, Wild Animals and Plants, 2022) แต่ยังไม่มียุทธศาสตร์ศึกษาด้านไลเคนในพื้นที่มาก่อน และยังไม่มียุทธศาสตร์การเรียนรู้ด้านไลเคนที่ถือเป็นสิ่งมีชีวิตเพียงไม่กี่ชนิดในระบบนิเวศที่มี

รูปแบบการเจริญเติบโตแบบพึ่งพาอาศัยกันอย่างถาวร (mutualism) ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพอากาศของพื้นที่ได้เบื้องต้น รวมถึงบ่งบอกการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศที่เกิดจากการที่มนุษย์เข้าไปใช้ประโยชน์ในแหล่งท่องเที่ยวตามธรรมชาติได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาชนิดของไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลั่ว เพื่อสร้างองค์ความรู้เกี่ยวกับไลเคนในจุดการเรียนรู้ให้กับนักท่องเที่ยว และเป็นการวางแผนการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม อนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในภาวะที่ถูกคุกคามจากมนุษย์ที่สามารถส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อสิ่งมีชีวิตในพื้นที่ทั้งพืชและสัตว์ และเพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (อพ.สธ.) ด้วย

วิธีการศึกษา

1. การลงพื้นที่และเก็บตัวอย่าง

1.1 สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลั่วตั้งอยู่บนพิกัดภูมิศาสตร์ที่ $12^{\circ}31'31''N$ $102^{\circ}10'37''E$ / $12.52528^{\circ}N$ $102.17694^{\circ}E$ มีสภาพเป็นป่าดิบชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีกว่า 2,000 มิลลิเมตร โดยขั้นตอนการเก็บตัวอย่างจะทำการวางแผนขนาด 2×2 เมตร ทั้งด้านซ้ายและขวาในแนวที่ติดกับเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติ การวางแผนมาจากการสุ่มแบบมีวัตถุประสงค์ (purposive sampling) ในบริเวณที่เป็นจุดการเรียนรู้ของทางอุทยานฯ

โดยมีระยะห่างแต่ละจุดประมาณ 100-120 เมตร ตามความเหมาะสมของพื้นที่ รวมระยะทาง 1.20 กิโลเมตร (Figure 1) โดยการเข้าเก็บตัวอย่างในพื้นที่ได้รับการอนุญาตจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืชเรียบร้อยแล้ว และผู้วิจัยได้ปฏิบัติตามคำแนะนำของเจ้าหน้าที่อุทยานฯ อย่างเคร่งครัด โดยหากพบไลเคนที่มีลักษณะเดิมจะเลี่ยงการเก็บตัวอย่างซ้ำเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศอื่น

1.2 เก็บตัวอย่างไลเคนจากเปลือกไม้ของต้นไม้ตั้งแต่ความสูงจากระดับพื้นดินถึงระดับความสูง 2 เมตร บันทึกข้อมูลสภาพพื้นที่ ได้แก่ วัน/เดือน/ปีที่เก็บตัวอย่าง ไลเคนชื่อต้นไม้ ขนาดเส้นรอบวง อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง จากนั้นเมื่อเก็บตัวอย่างในจุดเก็บตัวอย่างหนึ่งแล้ว จะเคลื่อนย้ายอุปกรณ์การวางแผนไปวางในจุดเก็บตัวอย่างถัดไป

1.3 การเก็บตัวอย่างจะใช้มีดลอกแทลลัสของไลเคนรวมถึงวัสดุที่ไลเคนเกาะติดอยู่ ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว (ขึ้นอยู่กับขนาดของแทลลัสของไลเคนที่พบ) โดยเหลือบางส่วนของแทลลัสไว้เพื่อให้ไลเคนสามารถเจริญเติบโตได้ต่อไป

1.4 ใช้กระดาษห่มห่อตัวอย่างเพื่อซับความชื้นและป้องกันการกระแทก จากนั้นนำไลเคนมาผึ่งให้แห้งโดยการตากลมในที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อป้องกันเชื้อรา ซึ่งไลเคนที่อยู่ในสภาพแห้งสามารถเก็บได้นาน (Boonprakob, & Buaruang, 2007) ก่อนเก็บใส่ซองกระดาษเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านชีววิทยาในการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

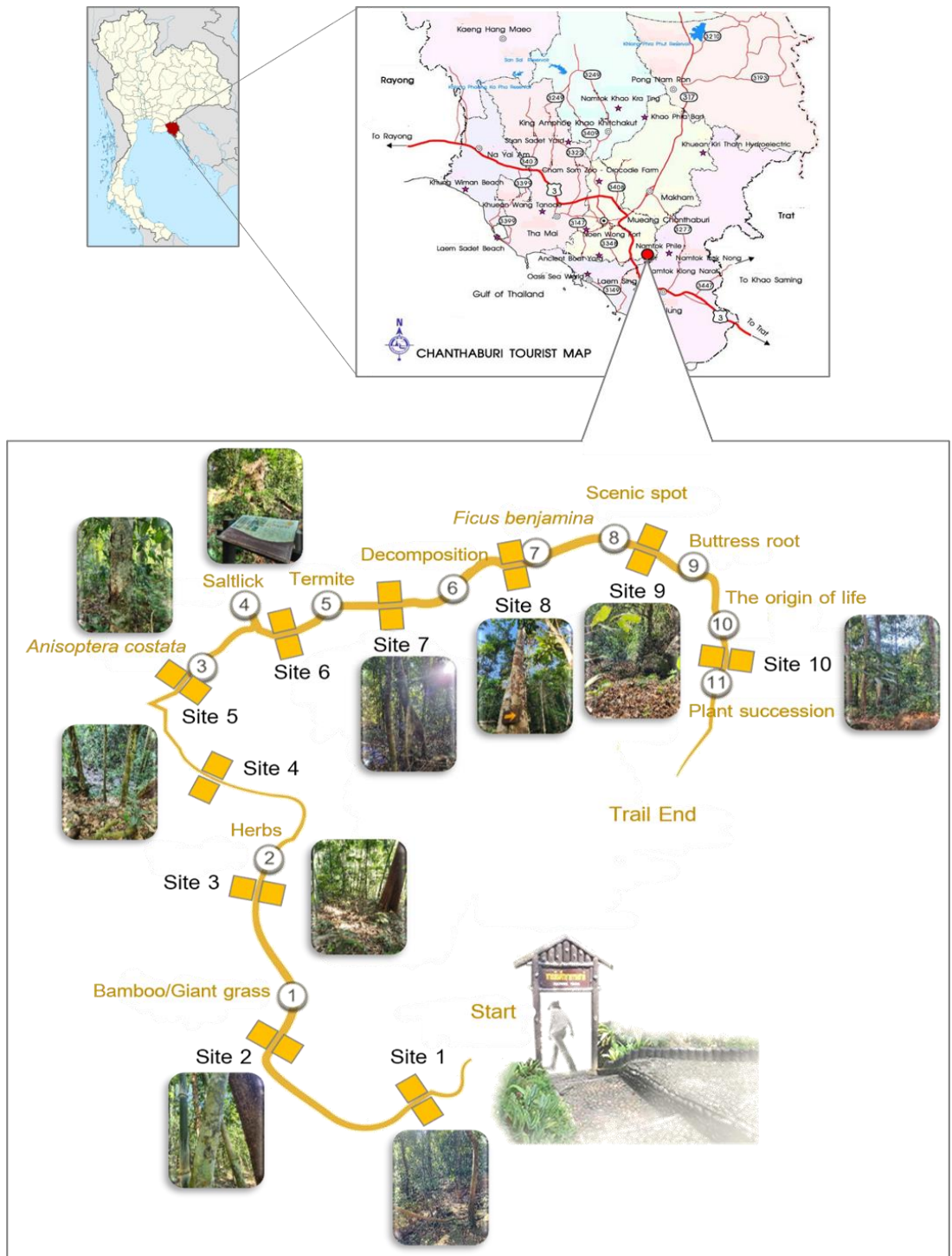


Figure 1 Sampling sites on nature trails in the Namtok Phlio National Park, Chanthaburi Province.

2. การศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อจัดจำแนกไลเคน

2.1 ศึกษาคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องสเตอริโอ (stereo microscope) ที่กำลังขยายภาพ 4-40 เท่า เพื่อสังเกตโครงสร้างภายนอก เช่น สี ลักษณะพื้นผิว การสะท้อนแสงของแทลลัส โครงสร้างสืบพันธุ์ เป็นต้น พร้อมบันทึกภาพ

2.2 ศึกษาลักษณะทางกายวิภาควิทยาโดยการตัดตามขวางของแทลลัสและโครงสร้างสืบพันธุ์ นำมาส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อดูการจัดเรียงของเส้นใยราและสาหร่าย ลักษณะของสปอร์ ขนาด สี และจำนวนสปอร์ เป็นต้น (Mongkolsuk, & Poengsungnoen, 2012) พร้อมบันทึกภาพ

2.3 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีในไลเคนด้วยวิธีการทดสอบสี (spot test) โดยการใช้สารเคมี ได้แก่ สารละลายไฮเดียมไฮโปคลอไรด์ (สาร C) สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (10% w/v) (สาร K) สารฟาราฟีนิลลีนไดเอมีน (*p*-phenylenediamine, สาร Pd) ในแอลกอฮอล์บริสุทธิ์ สำหรับหยดบนผิวแทลลัส และเมดัลลา และสารละลายไอโอดีน (สาร I ; เกล็ดไอโอดีน 0.50 กรัมในสารละลายโพแทสเซียมไฮโอไดด์ 1.5% w/v) สำหรับทดสอบกับชั้นไฮมีเนียม โดยสังเกตการเปลี่ยนสีที่เกิดขึ้นเพื่อประเมินชนิดของสารไลเคนเบื้องต้น (Boonprakob, & Buaruang, 2007) เช่น เมื่อหยดด้วยสาร C บนผิวแทลลัสแล้วมีการเปลี่ยนสีเป็นสีส้มหรือแดง มักเกิดจากสารกลุ่ม depsides, xanthones และ *m*-dihydroxy phenols แต่การใช้สาร C มักเกิดขึ้นและหายไปรวดเร็ว จึงนิยมทดสอบด้วยสาร K ก่อนแล้วตามด้วยสาร C ทันที ซึ่งส่วนมากมักเกิดสีแดง และหากหยดสาร Pd แล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ส้ม หรือแดง แสดงว่ามีสาร

กลุ่มอะโรมาติกที่มีหมู่อัลดีไฮด์ เป็นต้น (Jariangprasert, 2014) ก่อนนำไปทดสอบด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแบบผิวบาง (thin layer chromatography, TLC) โดยการจุดผิวแทลลัสออกมาเล็กน้อย แล้วหยดด้วยอะซิโตนเพื่อสกัดสารเคมีจากแทลลัสของไลเคน จากนั้นนำมาหยดบนแผ่นที่แอลซี ใช้ตัวทำละลายแบบเอ (solvent a, toluene : dioxane : acetic acid, 180 : 45 : 5) และตัวทำละลายแบบซี (solvent c, toluene : acetic acid, 170 : 30) นำไปหาค่า Rf ภายใต้แสงยูวีที่ความยาวคลื่น 245 นาโนเมตร (จะเห็นจุดสีดำปรากฏบนแผ่นที่แอลซี) และที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร (จะเห็นเป็นจุดสีต่าง ๆ บนแผ่นที่แอลซี) และเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่า Rf ของสารไลเคนแต่ละชนิดที่รวบรวมไว้ในฐานข้อมูล ตามวิธีการของ Nakswankul (2015) และ Elix (2014) พร้อมบันทึกภาพ

2.4 จำแนกวงศ์และสกุลตามหลักอนุกรมวิธานของไลเคน ตามหนังสือหรือคู่มือการจัดจำแนกไลเคน เช่น Flora of Australia volume 57, Lichens 5 (Mangold, Elix, & Lumbsch, 2009), A world-wide key to the thelotremoid Graphidaceae, excluding the Ocellularia-Myriotrema-Stegobolus clade (Plata et al., 2010), A world key to the species of *Anthracotheceum* and *Pyrenula* (Aptroot, 2012), Key to the lichen families Pyrenulaceae and Trypetheliaceae in Vietnam, with eight new records (Joshi, Upreti & Hur, 2017), A key to the identification of the genera of lichenized fungi occurring in Thailand (Poengsungnoen, Buaruang, Boonprakob & Lumbsch, 2021) เป็นต้น

ผลการศึกษา

การสำรวจไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีจำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่าง มีสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปเป็นป่าดิบชื้น มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 20-924 เมตร มีส่วนที่ติดกับน้ำตกพลี ทำให้ได้รับละอองน้ำและความชื้นจากน้ำตกตลอดปี มีความชื้นอยู่ระหว่าง 33.50-91.50%RH อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงเช้าที่เข้าเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วง 30-32 องศาเซลเซียส มีแสงตลอดช่วงทางเดิน ค่าความเข้มแสงตามจุดที่เก็บตัวอย่างมีค่าอยู่ระหว่าง 254-3,500 ลักซ์ ลักษณะทางเดินเป็นเส้นทางเดินป่าที่ทางอุทยานฯ ปรับพื้นที่ให้เหมาะสมกับการเดินเท้า บริเวณเส้นทางที่เป็นทางชันเสี่ยงต่อการลื่นไถลและเกิดอุบัติเหตุจะมีการนำก้อนหินในพื้นที่มาจัดวางในจุดต่าง ๆ สำหรับเป็นขั้นทางเดินเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยว

การสำรวจไลเคนตามเปลือกต้นไม้สามารถเก็บตัวอย่างได้ทั้งหมด 45 ตัวอย่าง อยู่ในกลุ่มของครัสโตไลเคนทั้งหมด โดยจากการวางแผนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างทั้งสองฝั่งของเส้นทางเดินพบไม้ยืนต้นเพียง 1-2 ต้น ส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ และเถาวัลย์ เช่น เถาของระอา เถาคุย ชันทองพญาบาท ก่อปลาไหลเผือก ลำดวน กระบาก กระเจาะ มะพร้าววนกกก เป็นต้น มีขนาดเส้นรอบวงตั้งแต่ 19 เซนติเมตร ขึ้นไปจนถึง 400 เซนติเมตร เมื่อนำมาศึกษาคุณสมบัติทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาควิทยา ใช้การสังเกตโครงสร้างของไลเคนแต่ละชนิดทั้งองค์ประกอบของแทลลัส โครงสร้างสืบพันธุ์ โครงสร้างภายใน รวมถึงจำนวนและลักษณะของสปอร์ เพื่อใช้สำหรับการจัดกลุ่มและเป็นข้อมูลการจำแนกชนิดของไลเคนเบื้องต้น จากนั้นทำการ

ทดสอบสารเคมีในไลเคนด้วยวิธีการทดสอบสี (spot test) ซึ่งสามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของแทลลัสตามสารเคมีในไลเคน และทำการยืนยันวิธีการทดสอบสีด้วยวิธีโครมาโตกราฟีแบบผิบบางซึ่งจะปรากฏสีและจุดของสารเคมีในไลเคนบนแผ่นที่แอลซี จากนั้นนำค่า Rf ที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่า Rf ของสารมาตรฐาน ซึ่งสารเคมีในไลเคนที่พบในงานวิจัยนี้ ได้แก่ isonotatic acid, hirtifructic acid, salazinic acid และ cinchoric acid

จากข้อมูลข้างต้นสามารถจำแนกไลเคนออกเป็น 7 วงศ์ มีสัดส่วนของไลเคนในแต่ละวงศ์ ได้แก่ วงศ์ Graphidaceae พบมากที่สุด จำนวน 25 ตัวอย่าง (9 สกุล 12 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 4 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 56 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้ คือ มีแอสโคมาตาแบบแอโพทีเซีย มีทั้งแบบรูปถ้วยหรือจาน และรูปเส้นรองลงมา ได้แก่ วงศ์ Pyrenulaceae จำนวน 8 ตัวอย่าง (1 สกุล 4 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 18 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้ คือ มีแอสโคมาตาแบบเพอริทีเซีย มีทั้งที่เจริญแบบเดี่ยว ๆ และเจริญเป็นกลุ่ม แอสโคสปอร์มีสีน้ำตาล วงศ์ Trypetheliaceae จำนวน 5 ตัวอย่าง (2 สกุล 1 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 11 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้ คือ แอสโคมาตาแบบเพอริทีเซีย เจริญแบบเดี่ยว ๆ หรือรวมกันเป็นกลุ่ม แอสโคสปอร์สีไม่มีสี วงศ์ Lecanographaceae จำนวน 3 ตัวอย่าง (2 สกุล 1 ชนิด ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 7 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้ คือ มีแอสโคมาตาแบบแอโพทีเซียรูปเส้นสีดำ เอกซิเปิลแบบสมมาตร วงศ์ Arthoniaceae จำนวน 2 ตัวอย่าง (2 สกุล ระบุชนิดไม่ได้ 2 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 4 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้ คือ แอสโคมาตาไม่ชัดเจนเจริญรวมกันเป็นกลุ่ม มีฝุ่นผงปกคลุม วงศ์ Monoblastiaceae จำนวน 1 ตัวอย่าง

(1 สกุล ระบุชนิดไม่ได้ 1 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 2 ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้คือ มีแอสโคมาตาแบบเพอริทีเซีย มีแทลัสเจริญขึ้นมาคลุมเพอริทีเซียเกือบถึงช่องปล่อยสปอร์ และวงศ์ Ramalinaceae จำนวน 1 ตัวอย่าง

(1 สกุล 1 ชนิด) คิดเป็นร้อยละ 2 ตามลำดับ ลักษณะทั่วไปของวงศ์นี้คือ แอสโคมาตาแบบแอฟทีเซีย รูปถ้วยกลมมน เจริญเดี่ยว ๆ เอกซิปิลแบบเลซิเดียน (Table 1) และ (Figure 2)

Table 1 Classification and number of lichen samples of nature trails in Namtok Phlio National Park.

family	species	number of samples	site of lichens found
Graphidaceae (25 samples)	<i>Acanthothecis verrucosa</i> Joshi, Upreti, & Hur	1	9
	<i>Astrochapsa calathiformis</i> (Vain.) Parmen, Lücking, & Lumbsch	1	10
	<i>Carbacanthographis marcescens</i> (Fée) Staiger, & Kalb	1	3
	<i>Cruentotrema kurandense</i> (Mangold) Rivas Plata, Lumbsch & Lücking	2	3, 4
	<i>Ocellularia allosporoides</i> (Nyl.) Patw, & Kulk	3	8, 9
	<i>Ocellularia diacida</i> Hale	1	3
	<i>Ocellularia perforata</i> (Leight.) Müll. Arg.	2	2
	<i>Ocellularia salazinica</i> Papong, Mangold, & Lücking	1	8
	<i>Ocellularia xanthostromiza</i> (Nyl.) Zahlbr.	4	1, 4, 5, 6
	<i>Ocellularia</i> sp.1	1	2
	<i>Ocellularia</i> sp.2	1	2
	<i>Phaeographis</i> sp.1	1	4
	<i>Phaeographis</i> sp.2	1	3
	<i>Pseudochapsa albomaculata</i> (Sipman) Parmen, Lücking & Lumbsch	2	4, 6
	<i>Sarcographa labyrinthica</i> (Ach.) Müll. Arg.	1	6
	<i>Thelotrema berkeleyanum</i> (Mont.) Brusse	2	3, 4
Pyrenulaceae (8 samples)	<i>Pyrenula aspistea</i> (Ach.) Ach.	2	1, 3
	<i>Pyrenula anomala</i> (Ach.) Vain.	1	4
	<i>Pyrenula immissa</i> (Stirt.) Zahlbr.	1	1
	<i>Pyrenula laetior</i> Müll. Arg.	1	1
	<i>Pyrenula</i> sp.	3	1, 3
Trypetheliaceae (5 samples)	<i>Astrothelium</i> sp.	1	1
	<i>Trypethelium concatervatum</i> (Nyl.) Zahlbr.	4	6, 8
Lecanographaceae (3 samples)	<i>Opergrapha</i> sp.	2	7
	<i>Zwackhia viridis</i> (Ach.) Poetsch, & Schied.	1	8
Arthoniaceae (2 samples)	<i>Cryptothecia</i> sp.	1	2
	<i>Stirtonia</i> sp.	1	2

Table 1 Classification and number of lichen samples of nature trails in Namtok Phlio National Park (continue).

family	species	number of samples	site of lichens found
Monoblastiaceae (1 sample)	<i>Megalotremis</i> sp.	1	1
Ramalinaceae (1 sample)	<i>Bacidia arceutina</i> (Ach.) Th.Fr.	1	4
total of samples		45	

Family Graphidaceae :

Ocellularia xanthostromiza (Nyl.) Zahlbr.

O. allosporoides (Nyl.) Patw. & Kulk.



O. salazinica Papong, Mangold & Lücking

Sarcographa labyrinthica (Ach.) Müll. Arg.



Family Pyrenulaceae

Pyrenula aspistea (Ach.) Ach.

Family Trypetheliaceae

Trypethelium concatervatum (Nyl.) Zahlbr.



Family Lecanographaceae

Zwackhia viridis (Ach.) Poetsch & Schied

Family Arthoniaceae

Cryptothecia sp.



Family Ramalinaceae

Bacidia arceutina (Ach.) Th.Fr.

Family Monoblastiaceae

Megalotremis sp.

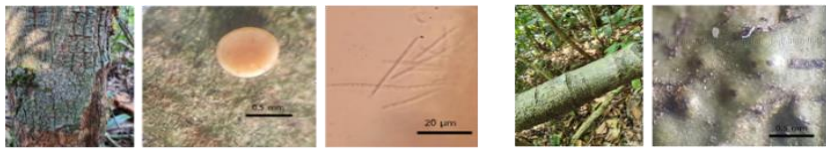


Figure 2 Characteristic of thallus, ascomata and ascospores of some lichens in each family.

อภิปรายผล

ไลเคนที่สำรวจพบมากที่สุด 3 อันดับแรก คือ วงศ์ Graphidaceae, Pyrenulaceae และ Trypetheliaceae ตามลำดับ ซึ่งไลเคนทั้ง 3 วงศ์นี้พบกระจายได้อยู่ทั่วไปในประเทศไทย เจริญเติบโตบนเปลือกไม้ได้หลายชนิด ทั้งเปลือกไม้ผิวเรียบและขรุขระ รวมถึงยังทนทานต่อมลพิษได้ ซึ่งจากข้อมูลข้างต้นสอดคล้องกับสภาพพื้นที่เส้นทางศึกษาธรรมชาติของอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลู ซึ่ง Boonprakob, & Buaruang (2007) ระบุว่าปัจจัยสำคัญที่ทำให้ไลเคนมีความแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ได้แก่ แสง ความชื้น อุณหภูมิ ชนิดของเปลือกไม้ รวมถึงปริมาณมลพิษในพื้นที่ นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอากาศ หรือสภาวะโลกร้อนสามารถทำให้องค์ประกอบของไลเคนเปลี่ยนแปลงไปและปรับตัวไม่ได้จนเกิดการหายไปจากพื้นที่เดิมและเกิดการแทนที่ของไลเคนชนิดใหม่ที่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ (Hannah, 2015; Aptroot, Stapper, Košuthová, & Cáceres, 2016) ซึ่งสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปตลอดเส้นทางศึกษาธรรมชาติมีลักษณะที่ใกล้เคียงกันทั้งเรื่องของแสง ความชื้น และอุณหภูมิ ทำให้ไลเคนในแต่ละจุดเก็บตัวอย่างพบกระจายไปในแต่ละบริเวณ

ไลเคนในวงศ์ Graphidaceae เป็นหนึ่งในวงศ์ที่มีสมาชิกสูงสุดในประเทศไทยที่มีการเจริญในรูปแบบครัสโตส (Poengsungnoen et al., 2017) ซึ่งจากการศึกษาความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการทำให้การจัดจำแนกมีการรวมวงศ์ Thelotremaaceae วงศ์ Gomphillaceae และวงศ์ Solorinellaceae เข้ามารวมไว้ด้วยกัน (Plata, Lücking, & Lumbsch, 2012) ส่งผลให้สมาชิกวงศ์ Graphidaceae มีมากกว่า 2,100 ชนิด (Plata et al., 2013;

Poengsungnoen, Polyiam, & Buaruang, 2019) มีการแพร่กระจายได้ดีในทุกสภาพอากาศ โดยเฉพาะในเขตร้อนและเขตอบอุ่น ซึ่งชนิดของไลเคนวงศ์ Graphidaceae ที่พบทั่วไป คือ *Dyplolabia afzelii* และ *Sarcographa labyrinthica* (Poengsungnoen, Mongkolsuk, Boonprakob, & Manoch, 2010) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้พบ *Sarcographa labyrinthica* เช่นเดียวกัน นอกจากนี้ Lücking et al. (2011) พบว่าไลเคนวงศ์ Graphidaceae เป็นวงศ์ที่ใหญ่ที่สุดของไลเคนที่มักพบในพื้นที่ป่าเขตร้อน และป่าดิบเขารวมถึงมีการกระจายไปถึงในป่าพุ่มและป่าดิบแล้ง ส่วนใหญ่พบตามเปลือกไม้ที่มีร่มเงาไปจนถึงพื้นที่ขนาดเล็กที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกัน รวมถึงการสำรวจไลเคนในพื้นที่ป่าพรุของ Somnuek, & Kanboon (2019) ยังพบการเจริญของไลเคนกลุ่มนี้ได้ในช่วงความเข้มแสงที่ค่อนข้างกว้าง (235-5,701 ลักซ์) รองลงมาเป็น ไลเคนในวงศ์ Pyrenulaceae (235-1,441 ลักซ์) และวงศ์ Malmidaceae (316-802 ลักซ์) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พื้นที่เส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติของอุทยานฯ มีช่วงความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 254-3,545 ลักซ์จึงสามารถพบไลเคนกลุ่ม Graphidaceae ได้มากที่สุดถึงร้อยละ 56 ของตัวอย่างไลเคนทั้งหมด

ไลเคนสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพของระบบนิเวศป่าไม้ได้ โดยชนิดของป่าและต้นไม้ที่แตกต่างกันจะมีรูปแบบการแพร่กระจายของชนิดไลเคนที่แตกต่างกันด้วย ซึ่งไลเคนในวงศ์ Graphidaceae มักพบเจริญบนเปลือกไม้ผิวเรียบ พบในป่าไม้ไม่ผลัดใบ เช่นเดียวกับไลเคนในวงศ์ Pyrenulaceae (Tiwari, & Prajapati, 2015) ซึ่ง Duangjai et al. (2015) ระบุว่าไลเคนชนิด *Pyrenula* sp. จะมีการกระจายตัวและ

เจริญบนต้นไม้ได้หลากหลายชนิดมาก แต่อย่างไรก็ตาม Phokaeo, Polyiam, Buaruang, Vongshewarat, & Boonpragob (2013) พบว่า ไลเคนกลุ่ม Pyrenulaceae พบอาศัยในสภาพป่าที่มีลักษณะโปร่งหรือตามชายป่าที่มีแสงส่องถึง มักเติบโตได้ดีบนผิวเปลือกไม้ที่เรียบไม่หลุดร่อน เนื่องจากไลเคนกลุ่มนี้เติบโตช้าจึงต้องอาศัยเปลือกไม้ที่มีความคงทนเป็นแหล่งอาศัย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยนี้ที่พบไลเคนกลุ่ม Pyrenulaceae เจริญบนเปลือกไม้ผิวเรียบทั้งหมด (มะพร้าวขนากก ไม้ และชันทองพญาบาท)

ส่วนไลเคนวงศ์ Trypetheliaceae มักพบบนเปลือกไม้ผิวเรียบ ไม่แตกร่อน (Makhija, & Patwardhan, 1993) พบเฉพาะบนเปลือกไม้ที่มีชีวิตเท่านั้น ไม่พบในวัสดุเกาะอาศัยอื่น พบมากในพื้นที่ป่าที่ได้รับการดูแลเป็นอย่างดีป้องกันการบุกรุกทำลาย เป็นพื้นที่ที่ถูกรบกวนจากมนุษย์ค่อนข้างน้อย ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการพบไลเคนกลุ่มนี้ หากพันธุ์ไม้ในพื้นที่ถูกทำลายเพิ่มขึ้น อาจส่งผลกระทบต่อชนิดของไลเคนในวงศ์นี้ที่อาจจะเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ได้ในอนาคตอันใกล้ (Vongshewarat, Ouppathum, & Nuchkong, 2016)

อย่างไรก็ตามไลเคนที่สำรวจพบทั้ง 7 วงศ์ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีว มีความสอดคล้องกับข้อมูลของไลเคนที่เคยมีการสำรวจในพื้นที่อุทยานแห่งชาติอื่นในประเทศไทย เช่น อุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา จังหวัดสตูล พบไลเคนในวงศ์ Physciaceae มากที่สุด รองลงมา คือ Graphidaceae, Parmeliaceae และ Thelotremaaceae ตามลำดับ (Boonprakob et al., 2009) อุทยานแห่งชาติแม่วงก์ จังหวัดกำแพงเพชร พบความหลากหลายของไลเคนมากที่สุด 5 วงศ์ ได้แก่ วงศ์ Physciaceae, Graphidaceae, Parmeliaceae,

Trypetheliaceae และ Usneaceae (Piluek, Sanguantum, & Pattanakit, 2014) และอุทยานแห่งชาติแจ้ซ้อน จังหวัดลำปาง พบไลเคนจำนวน 12 วงศ์ ได้แก่ Graphidaceae, Physciaceae, Pyrenulaceae, Trypetheliaceae, Arthoniaceae, Porinaceae, Chrysothricaceae, Collemaaceae, Haematommataceae, Lecanoraceae, Letrouitiaceae และ Parmeliaceae (Chaiwong, 2015) ซึ่งจากข้อมูลของ Kanjanavanit (2010) พบว่าไลเคนในวงศ์ Physciaceae ส่วนใหญ่เป็นกลุ่มที่ทนทานสูงต่อมลพิษ ส่วนไลเคนที่พบในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีวจัดอยู่ในกลุ่มทนทานทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าคุณภาพอากาศในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีวอยู่ในระดับพอใช้ ซึ่งมีมลพิษปนเปื้อนแต่อยู่ในปริมาณที่ไม่สูงมากจนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตเมื่อเทียบกับอุทยานแห่งชาติอื่น

จากข้อมูลสถิติจำนวนนักท่องเที่ยวของกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช พบว่าอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีวเป็นพื้นที่ที่มีนักท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมชมอันดับต้น ๆ ของอุทยานแห่งชาติทั่วประเทศ (Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2023) เนื่องจากมีจุดที่น่าสนใจในพื้นที่ที่หลากหลาย จากข้อมูลของกรมอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลีว พบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่มาเพื่อเล่นน้ำตกและดูปลาพลวง ส่วนการเข้าชมเส้นทางเดินศึกษาธรรมชาติเป็นเส้นทางที่เปิดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเดินสำรวจพันธุ์ไม้และความหลากหลายทางชีวภาพ แต่ผู้สนใจต้องติดต่อประสานงานกับทางเจ้าหน้าที่เพื่อสอบถามสภาพเส้นทางปัจจุบันและการเตรียมตัวในการเดินสำรวจ เนื่องจากจังหวัดจันทบุรีเป็นจังหวัดที่มีความชื้นสูง ฝนตกชุก ในช่วงฤดูฝนอาจทำให้เส้นทาง

เดินมีความสั้น หรือมีกิ่งไม่หักหล่นมาขวางเส้นทางเดิน และอาจเกิดอันตรายกับนักท่องเที่ยวได้ หรือในบางช่วง อาจมีสิ่งมีชีวิตพวกเห็บหรือทากเจริญชุกชุม ซึ่งอาจไม่ปลอดภัยกับนักท่องเที่ยวบางกลุ่มที่แพ้สิ่งมีชีวิตในกลุ่มดังกล่าว ดังนั้น ในการเดินสำรวจตามเส้นทางศึกษาธรรมชาติ ทางอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลึงจะแนะนำให้เจ้าหน้าที่ของอุทยานฯ เดินนำทางเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับนักท่องเที่ยวด้วย ซึ่งนักท่องเที่ยวบางกลุ่มอาจคิดว่าต้องมีขั้นตอนการประสานเจ้าหน้าที่ที่ยู่ยากและรู้สึกไม่เป็นส่วนตัว จึงอาจเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้มีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้าสำรวจเส้นทางไม่มากนัก การถูกรบกวนของพื้นที่จึงเกิดขึ้นน้อย จึงยังสามารถพบไลเคนวงศ์ *Trypetheliaceae* ได้

สรุป

การสำรวจชนิดของไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลึง เป็นไลเคนในกลุ่มครัสโตสทั้งหมด 45 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 7 วงศ์ โดยไลเคนที่พบการแพร่กระจายมากที่สุด ได้แก่ วงศ์ *Graphidaceae* คิดเป็นร้อยละ 56 ของไลเคนทั้งหมด รองลงมา ได้แก่ วงศ์ *Pyrenulaceae*, *Trypetheliaceae*, *Lecanographaceae*, *Arthoniaceae*, *Gomphillaceae*, *Monoblastiaceae* และ วงศ์ *Ramalinaceae* คิดเป็นร้อยละ 18, 11, 7, 4, 2 และ 2 ตามลำดับ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลึงยังมีไลเคนวงศ์ *Trypetheliaceae* ซึ่งเป็นวงศ์ที่มีรายงานว่ามีความอ่อนไหวต่อการรบกวนของมนุษย์ แสดงให้เห็นว่า อุทยานฯ ยังมีการดูแลพื้นที่ได้เป็นอย่างดี รวมถึงข้อมูลจำนวนหรือชนิดของไลเคนที่พบในพื้นที่สามารถนำไปใช้จัดกิจกรรม

การให้ความสำคัญเรื่ององค์ประกอบของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ เพื่อให้ความรู้และสร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมให้กับนักท่องเที่ยว หรือจัดทำนโยบายเพื่อช่วยฟื้นฟูสภาพพื้นที่ในธรรมชาติให้มีความสมบูรณ์ในระยะยาวมากขึ้น นอกจากนี้การพบไลเคนในพื้นที่สามารถบ่งบอกถึงสภาพอากาศและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ที่ดีได้อีกด้วย เนื่องจากการพบเจอไลเคนในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ แสดงถึงระดับมลพิษยังมีปริมาณไม่สูงมากจนเกิดผลกระทบกับสิ่งมีชีวิต ซึ่งไลเคนที่พบในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลึงเป็นไลเคนในกลุ่มทนทานทั้งหมด แสดงถึงการมีมลพิษปนเปื้อนแต่อยู่ในปริมาณที่ไม่สูงมากจนส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต

คำขอบคุณ

การวิจัยนี้ดำเนินงานเพื่อสนองพระราชดำริโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ (อพ.สธ.) โดยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สทศว.) ประจำปีงบประมาณ 2566 รวมถึงการสนับสนุนจากกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ในการอนุญาตเข้าพื้นที่อุทยานเพื่อเก็บตัวอย่างไลเคน และบุคลากรในหน่วยวิจัยไลเคนที่ให้ข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของการจัดจำแนกชนิดของไลเคน

เอกสารอ้างอิง

Apptroot, A. (2012). A world key to the species of *Anthracotheceum* and *Pyrenula*. *The Lichenologist*, 44(1), 5-53.

- Aptroot, A., Stapper, N. J., Košuthová, A., & Cáceres, E. S. M. (2016). Lichens. In T. M. Letcher (Ed.), *Climate change* (pp. 295-307). Netherlands: Elsevier.
- Bahakheeree, M., Damrongrak, P., Rungpitakchai, C., Aryaekaji, P., Tomo, S., & Manae, N. (2014). *Diversity of lichens in Lampaya valley, Mueang district, Yala province* (research report). Yala: Yala University. (in Thai)
- Bangwan, S., & Saipankaew, W. (2018). Corticolous lichen communities composition in dominant forests of Doi Inthanon National Park, Chiang Mai province: applications for long-term environmental change monitoring. *KKU Science Journal*, 46(4), 722-731. (in Thai)
- Boonpeng, C., Sriwiboon, C., & Boonprakob, K. (2018). Assessment of air quality in parks in Bangkok with lichens. *Environmental Journal*, 22(2), 56-64. (in Thai)
- Boonprakob, K., & Bauruang, K. (2007). *Lichen of Samaesan island from hilltop to the sea*. Bangkok: Ramkhamhaeng University Press. (in Thai)
- Boonprakob, K., Buaruang, K., Polyiam, W., Meesim, S., Pangpet, M., Wannalus, B., Nirongbut, P., Poengsungnoen, V., Phenprom, N., Santanoo, S., Phocharoen, W., & Senglek, S. (2009). Biodiversity of lichens inhabited Mu Ko Tarutao Marine National Park. *Academic Conferences and Exhibitions "Thai Resources: Turning to a New Way of Life in Thailand"* (pp. 320-324). Chonburi: Khaokaew Open Zoo. (in Thai)
- Boonprakob, K., & Polyiam, W. (2010). Lichen: Harmony is the model of survival (Lichen, Chapter 1). *Ramkhamhaeng News*, 40(20), 7. (in Thai)
- Chaiwong, N. (2015). *Survey of lichens genera at Chae Son National Park, Lampang province* (Master's thesis). Chiangmai University, Chiangmai. (in Thai)
- Department of National Parks, Wild Animals and Plants, National Park Office. (2022). *60 years of National Parks in Thailand*. Bangkok: Department of National Parks, Wild Animals and Plants, Ministry of Natural Resources and Environment. (in Thai)
- Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation. (2023). *Number of tourists in national parks in fiscal year 2023*. Retrieved 6 October 2023, from <https://catalog.dnp.go.th/dataset/stat-tourism/resource/70ae333d-19fc-4cdb-a60c-dc43bbf74ad6> (in Thai)
- Duangjai, W., Ngamniyom, A., Thumajitsakul, S., Kroeksakul, P., Tuntates, U., Sriyapai, T., & Silprasit, K. (2015). The relations of lichen diversity and tree species in natural tourism sites, Khundan Prakarnchon Reservoir, Nakhonnayok Province. *Srinakarinwirot University Journal of Science and Technology*, 7(14), 25-39. (in Thai)
- Elix, J. A. (2014). *A Catalogue of standardized chromatographic data and biosynthetic relationships for lichen substances*. Canberra: The author.
- Gilbert, O. (2000). *Lichens*. London: HarperCollins.
- Hannah, L. (2015). *Climate change biology*. Amsterdam: Academic Press.
- Jariangprasert, S. (2014). *Preliminary lichen*. Chiang Mai: Maejo University Press. (in Thai)
- Joshi, S., Upreti, D. K., & Hur, J-S. (2017). Key to the lichen families Pyrenulaceae and Trypetheliaceae in Vietnam, with eight new records. *Mycotaxon*, 132, 957-969.

- Kanjanavanit, S. (2010). *Wind detective, Guide to exploring lichens in Bangkok for checking air quality*. Bangkok: Taweewat Printing. (in Thai)
- Lücking, R., Plata, E. R., Parmen, S., Kalb, K., Mangold, A., & Lumbsch, H. T. (2011). *Tropical lichen guides: Graphidaceae lichens of the world*. Retrieved 11 July 2023, from <https://fieldguides.fieldmuseum.org/guides/guide/355>
- Makhija, U., & Patwardhan, P. G. (1993). A contribution to our knowledge of the lichen genus *Trypethelium* (family Trypetheliaceae). *The Journal of the Hattori Botanical Laboratory*, 73, 183-219.
- Mangold, A., Elix, J. A., & Lumbsch, H. T. (2009). *Flora of Australia. Volume 57, Lichens 5*. Canberra & Melbourne: ABRS and CSIRO.
- Meuangsang, N. (2017). *Use of lichens as an air pollution indicator in Map Ta Phut Industrial Estate, Rayong Province* (research report). Nakhon Ratchasima: Suranaree University of Technology. (in Thai)
- Mongkolsuk, P., & Poengsungnoen, V. (2012). *The lichen family Graphidaceae, Natural Art*. Bangkok: Noble Print. (in Thai)
- Naksuwankul, K. (2015). *Lichen taxonomy*. Mahasarakham: Mahasarakham University. (in Thai)
- Naksuwankul, K., Saisong, A., & Sertsri, O. (2023). The common species of lichen in secondary dry dipterocarp forest at the plant genetic conservation project, Walia Rukhvej Botanical Research Station, Nadoon District, Maha Sarakham Province. *KKU Science Journal*, 51(1), 44-56. (in Thai)
- Papong, K. (2012). Lichen: Bioindicator for air quality examination. *KKU Science Journal*, 40(1), 13-23. (in Thai)
- Phokaeo, S., Polyiam, W., Buaruang, K., Vongshewarat, K., & Boonpragob, K. (2013). Preliminary study on the Pyrenolichens from the islands of Thailand. *Thai Journal of Botany*, 5(Suppl.), 63-73. (in Thai)
- Piluek, W., Sanguantum, P., & Pattanakiat, S. (2014). Lichen in diversity in plant communities of Mae Wong National Park. *Thai Journal of Forestry*, 33(1), 1-10. (in Thai)
- Plata, E. R., Lücking, R., Sipman, H. J. M., Mangold, A., Kalb, K., & Lumbsch, H. T. (2010). A world-wide key to the thelotremoid Graphidaceae, excluding the Ocellularia-Myriotrema-Stegobolus clade. *The Lichenologist*, 42(2), 139-185.
- Plata, E. R., Lücking, R., & Lumbsch, H. T. (2012). A new classification for the family Graphidaceae (Ascomycota: Lecanoromycetes: Ostropales). *Fungal Diversity*, 52, 107-121.
- Plata, E. R., Parmen, S., Staiger, B., Mangold, A., Frisch, A., Weerakoon, G., Hernández M. J. E., Cáceres, M. E. S., Kalb, K., Sipman, H. J. M., Common, R. S., Nelsen, M. P., Lücking, R., & Lumbsch, H. T. (2013). A molecular phylogeny of Graphidaceae (Ascomycota, Lecanoromycetes, Ostropales) including 428 species. *MycoKeys*, 6, 55-94.
- Poengsungnoen, V., Mongkolsuk, P., Boonprakob, K., & Manoch, L. (2010). Diversity of the lichens in family Graphidaceae in Phu Luang Wildlife Sanctuary, Loei province. *Thai Journal of Botany*, 2(Suppl.), 73-79. (in Thai)
- Poengsungnoen, V., Bauruang, K., Vongshewarat, K., Senglek, S., Phokaeo, S., Fuangkeaw, P., & Mongkolsuk, P. (2017). Diversity of the lichens in family Graphidaceae in Nakhon Phanom and Sukhothai provinces. *The 8th RSPG Academic*

- Operation Club Academic Conferences "Thai resources: the potential is overwhelming"* (pp. 638-643). Saraburi: Chulalongkorn University. (in Thai)
- Poengsungnoen, V., Polyiam, W., & Buaruang, K. (2019). A new record of lichen in the family Graphidaceae from Trat province, Thailand. *The 9th Conference on Taxonomy and Systematics in Thailand (TST 9 #2019): Peak of the country, Peak of biodiversity* (pp. 94). Chiangmai: Chiangmai University. (in Thai)
- Poengsungnoen, V., Buaruang, K., Boonpragob, K., & Lumbsch, H. T. (2021). A key to the identification of the genera of lichenized fungi occurring in Thailand. *Mycotaxon*, 136(2), 409-444.
- Polyiam, W., Thanomjit, R., Boonpeng, C., Meesim, S., & Boonprakob, K. (2009). Lichens in the public parks in Bangkok and their indication of environmental quality. *Academic and Research Conference 2009 (RURC2009)* (pp. 51-63). Bangkok: Ramkhamhaeng University. (in Thai)
- Saipankaew, W., Pompeuak, K., Wolseley, P. A., & Suwannarat, S. (2007). *Lichen survey handbook*. Chiangmai: British Council. (in Thai)
- Somnuek, C., & Kanboon, P. (2019). Survey of lichen at swamp forest in plant genetic protection area, Rambhai Barni Rajabhat University. *RMUTI Journal: Science and Technology*, 12(3), 150-159. (in Thai)
- Subsri, P. (2001). *Lichens as bioindicators for air pollution monitoring in urban and suburban of Chiangmai city in 2001* (Master's thesis). Chiangmai University, Chiangmai. (in Thai)
- Tiwari, S. C., & Prajapati, A. (2015). Lichen as indicator of forest health status in Achanakmar Amarkantak Biosphere Reserve. *International Journal of Research Studies in Biosciences (IJRSB)*, 3(4), 70-79.
- Vongshewarat, K., Ouppathum, K., & Nuchkong, P. (2016). Biodiversity of lichens family Trypetheliaceae at Ramkhamhaeng University Regional Campus in Honour of His Majesty The King, Kanchanaburi and Surin Province. *The 7th RSPG Academic Operation Club Academic Conferences "Thai Resources: Looking back at the property"* (pp. 626-631). Khon Kaen: Khon Kaen University. (in Thai)