รหัสโครงการ SUT1-104-57-24-16

รายงานการวิจัย

นิเวศวิทยา การแพร่กระจายและความหลากหลายทางพันธุกรรมของไลเคน สกุล *Graphis* ในประเทศไทย

Ecology, distribution and genetic diversity of the lichens genus *Graphis* in Thailand

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT1-104-57-24-16

รายงานการวิจัย

นิเวศวิทยา การแพร่กระจายและความหลากหลายทางพันธุกรรมของไลเคน สกุล *Graphis* ในประเทศไทย

Ecology, distribution and genetic diversity of the lichens genus *Graphis* in Thailand

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.หนูเดือน เมืองแสน

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผู้ร่วมวิจัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พงศ์เทพ สุวรรณวารี

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขวัญเรือน พาป้อง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2557-2558

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

31 พฤษภาคม 2561

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2557-2558 รหัสโครงการ SUT1-104-57-24-16 คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ในการสนับสนุนสถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือในการทำวิจัย และกรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ในการอนุญาตให้เข้าร่วมทำการศึกษาหรือวิจัยทางวิชาการในพื้นที่ป่าอนุรักษ์ รหัสโครงการ 5610306 และท้ายนี้ขอขอบพระคุณบุคคลที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง ช่วยเหลือการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูล และหวังว่ารายงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจ

คณะผู้วิจัย

พฤษภาคม 2561

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อภาษาไทย

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อการสำรวจความหลากหลายของไลเคนสกุล *Graphis* ในสภาพป่าที่แตกต่างกันและเป็นการหาความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อม สำหรับการศึกษาด้านอนุกรมวิธานของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทย โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใน 12 พื้นที่ (11 อุทยาน และ 1 สถานีวิจัย) นำไปจัดจำแนกชนิดไลเคนในห้องปฏิบัติโดยการศึกษาทางด้านสัณฐานวิทยา ทางกายวิภาค ทางเคมี และทางโมเลกุล ได้ทำการเพิ่มจำนวนและหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน mitochondrial small subunit ribosomal (mtSSU) และ large subunit of nuclear ribosomal (nuLSU) และนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาสายสัมพันธ์เชิงวิวัฒนาการด้วยวิธี Maximum likelihood และ Bayesian analyses จากการระบุชนิดพบไลเคนชนิด *Graphis* 32 ชนิด โดยพบไลเคนชนิดใหม่ 1 ชนิด และ 6 ชนิดเป็นไลเคนที่มีรายงานเป็นครั้งแรก การวิเคราะห์สายสัมพันธ์ของไลเคนสกุล *Graphis* ร่วมกับหลักฐานทางสัณฐานวิทยาและเคมี สามารถยืนยันไลเคนชนิดใหม่ของโลก 1 ชนิด คือ *Graphis koratensis* Pitakpong Kraichak Lucking ในการศึกษานี้ได้จัดทำรูปวิธานระดับชนิด ให้คำบรรยายลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ตัวอย่างที่ทำการศึกษา เอกสารอ้างอิงตามหลักภาพถ่าย ระบุตัวอย่างต้นแบบ และภาพถ่าย ในการศึกษาพบไลเคนสกุล *Graphis* พบโดยทั่วไปในป่าหลายแบบที่มีช่วงความสูงเหนือระดับน้ำทะเลระหว่าง 150-1,000 เมตร บางชนิดมีการกระจายหลายแหล่งที่อยู่ และบางชนิดพบเฉพาะพื้นที่ โดยปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความหลากชนิดของไลเคนสกุลนี้ คือ ค่าความเป็นกรดด่างของต้นไม้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The objectives of the present study were to investigate the diversity of genus *Graphis* in different forest types in Thailand and to examine its relationship with environmental factors. For the systematic study of genus *Graphis* in Thailand, lichen specimens were randomly sampled in twelve locations (eleven national parks and one research station). The collected lichens were then taken to the laboratories for identification on the basis of morphological, anatomical, chemical, and molecular studies. Two molecular markers, the mitochondrial small subunit ribosomal (mtSSU) and nuclear large subunit ribosomal (nuLSU) genes, were amplified, sequenced, and then used for phylogenetic analysis by Maximum likelihood and Bayesian approaches. Thirty two species, six new records, and one new species of the genus *Graphis* were found in this study. Molecular data, along with morphological and chemical evidence, supported the identity of the new species, *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak Lucking. Keys to species for the examined specimens were constructed, including type, bibliographies, and photographs. Ecologically, *Graphis* species distributed in many forest types in the altitude range of 150-1,000 meters. Some species were widespread in many habitats, while some are more restricted. Factor that may affect the species richness of *Graphis* lichens is bark pH.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ 3
บทคัดย่อภาษาไทย 4
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ 5
สารบัญ 6
สารบัญตาราง 8
สารบัญภาพ 9

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย 12
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 12
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 13
1.4 สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย 13
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 13

บทที่ 2 บทตรวจเอกสาร

2.1 ความหมายของไลเคน 14
2.2 การเกิดไลเคน. 14
2.3 การสืบพันธุ์ของไลเคน 15
2.4 ประโยชน์ของไลเคน 16
2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน 17
2.6 สกุล *Graphis* 18

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ทำการศึกษา 22
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี 26
3.3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 ความหลากหลายของไลเคนสกุล Graphis..... 31

4.2 สายสัมพันธ์ทางวิวิวัฒนาการของไลเคนสกุล Graphis..... 67

4.3 การกระจายพันธุ์ของไลเคนสกุล Graphis 72

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 101

บรรณานุกรม..... 102

ประวัตินักวิจัย..... 105

ผลงานตีพิมพ์ระดับนานาชาติ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของไลเคน 22
ตารางที่ 3.2 ลำดับและแผนภาพ ITS primer 29
ตารางที่ 3.3 ลำดับและแผนภาพ mtSSU primer 29
ตารางที่ 3.4 ลำดับและแผนภาพ nuLSU primer 30
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสถานะทั่วไปของสกุล *Graphis* รายละเอียดการเก็บข้อมูลอ้างอิงและหมายเลข GenBank 69
ตารางที่ 4.2 การกระจายพันธุ์ของไลเคนในพื้นที่ในประเทศไทย 73
ตารางที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างชนิดของไลเคนและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อ *Graphis* ในพื้นที่ศึกษา 77

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1 รูปแบบการเจริญเติบโตของไลเคน 15
ภาพที่ 2.2 โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ 16
ภาพที่ 2.3 โครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ 18
ภาพที่ 2.4 ความผันแปรของคาร์บอไนซ์ในสกุล *Graphis* 20
ภาพที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยทั้งหมด 12 พื้นที่ 23
ภาพที่ 3.2 การจัดทำแปลงพื้นที่ศึกษาในแต่ละป่า 26
ภาพที่ 4.1 *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw 35
ภาพที่ 4.2 *Graphis assimilis* Nyl. 36
ภาพที่ 4.3 *Graphis cincta* (Pers.) 37
ภาพที่ 4.4 *Graphis descissa* Müll. Arg 38
ภาพที่ 4.5 *Graphis duplicata* Ach. 39
ภาพที่ 4.6 *Graphis emersa* Mull.Arg. 40
ภาพที่ 4.7 *Graphis elongata* Zenker 41
ภาพที่ 4.8 *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw. 42
ภาพที่ 4.9 *Graphis furcata* Fée. 43
ภาพที่ 4.10 *Graphis glaucescens* Fée. 44
ภาพที่ 4.11 *Graphis handelii* Zahlbr. 45
ภาพที่ 4.12 *Graphis hossei* Vain. 46
ภาพที่ 4.13 *Graphis intricata* Fée. 47
ภาพที่ 4.14 *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw. 48
ภาพที่ 4.15 *Graphis librata* C. Knight. 49
ภาพที่ 4.16 *Graphis lineola* Ach. 50
ภาพที่ 4.17 *Graphis longiramea* Müll. Arg. 51
ภาพที่ 4.18 *Graphis longula* Kremp. 52
ภาพที่ 4.19 *Graphis nanodes* Vain. 53
ภาพที่ 4.20 *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija. 54
ภาพที่ 4.21 *Graphis pinicola* Zahlbr. 55
ภาพที่ 4.22 *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb. 56
ภาพที่ 4.23 *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves. 57
ภาพที่ 4.24 *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis. 58

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 4.25 *Graphis seminuda* Müll. Arg. 59
ภาพที่ 4.26 *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. 60
ภาพที่ 4.27 *Graphis subserpentina* Nyl. 61
ภาพที่ 4.28 *Graphis subvelata* Stirt. 62
ภาพที่ 4.29 *Graphis tenella* Ach. 63
ภาพที่ 4.30 *Graphis verminosa* Müll. Arg. 64
ภาพที่ 4.31 *Graphis vittata* Müll. Arg. 65
ภาพที่ 4.32 *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak, Lücking 66
ภาพที่ 4.33 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการชาติพันธุ์ของไลเคน *Graphis* 71
ภาพที่ 4.34 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย 74
ภาพที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงกับจำนวนชนิด (*A)* ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (*B)* ไลเคนที่ประเทศไทย 75
ภาพที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับจำนวนชนิด (*A)* ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (*B)* ไลเคนที่ประเทศไทย 75
ภาพที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับจำนวนชนิด (*A)* ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (*B)* ไลเคนที่ประเทศไทย 76
ภาพที่ 4.38 การกระจายตัวของ *Graphis assamensis Nagarkar & Patw* ในประเทศไทย 80
ภาพที่ 4.39 การกระจายตัวของ *Graphis assimilis Nyl* ในประเทศไทย 80
ภาพที่ 4.40 การกระจายตัวของ *Graphis cincta (Pers.) Aptroot* ในประเทศไทย 81
ภาพที่ 4.41 การกระจายของ *Graphis descissa Müll Arg.*ในประเทศไทย 81
ภาพที่ 4.42 การกระจายตัวของ *Graphis duplicata Ach* ในประเทศไทย 82
ภาพที่ 4.43 การกระจายตัวของ *Graphis elongata Zenker* ในประเทศไทย. 83
ภาพที่ 4.44 การกระจาย *Graphis emersa Mull. Arg.* ในประเทศไทย 83
ภาพที่ 4.45 การแพร่กระจายของ *Graphis falvovirens Makhija & Adaw* ในประเทศไทย 84
ภาพที่ 4.46 การกระจายตัวของ Graphis furcata ในประเทศไทย 85
ภาพที่ 4.47 การกระจายตัวของ *Graphis glaucescens* ในประเทศไทย. 85
ภาพที่ 4.48 การกระจายตัวของ *Graphis handelii* ในประเทศไทย 86
ภาพที่ 4.49 การกระจาย *Graphis hossei* ในประเทศไทย 86
ภาพที่ 4.50 การแพร่กระจายของ *Graphis intricata* ในประเทศไทย 87
ภาพที่ 4.51 การกระจายตัวของ *Graphis jejuensis* ในประเทศไทย 88
ภาพที่ 4.52 การกระจายของ *Graphis koratensis Pitakpong, Kraichak & Lücking* ในประเทศไทย 88

ภาพที่ 4.53 การกระจายของ *Graphis librata* ในประเทศไทย..... 89
ภาพที่ 4.54 การกระจายตัวของ *Graphis lineola Ach.* ในประเทศไทย..... 90
ภาพที่ 4.55 การกระจายตัวของ *Graphis longiramea* ในประเทศไทย..... 90
ภาพที่ 4.56 การกระจายตัวของ *Graphis longula* ในประเทศไทย..... 91
ภาพที่ 4.57 การกระจายตัวของ *Graphis nanodes* ในประเทศไทย..... 92
ภาพที่ 4.58 การกระจายตัวของ *Graphis nigrocarpa Adaw & Makhija* ในประเทศไทย..... 92
ภาพที่ 4.59 การกระจายตัวของ *Graphis pinicola Zahlbr* ในประเทศไทย..... 93
ภาพที่ 4.60 การแพร่กระจายของ *Graphis renschiana (Müll. Arg.) Stizenb* ในประเทศไทย..... 93
ภาพที่ 4.61 การกระจายของ *Graphis rhizocola (Fée) Lücking & Chaves* ในประเทศไทย..... 94
ภาพที่ 4.62 การกระจายตัวของ *Graphis rimulosa (Mont.) Trevis* ในประเทศไทย..... 95
ภาพที่ 4.63 การกระจายของ *Graphis seminuda Müll Arg.*ในประเทศไทย..... 95
ภาพที่ 4.64 การกระจายตัวของ *Graphis streblocarpa (Bel.) Nyl* ในประเทศไทย..... 96
ภาพที่ 4.65 การกระจายตัวของ *Graphis subserpentina Nyl* ในประเทศไทย..... 97
ภาพที่ 4.66 การกระจายตัวของ *Graphis subvelata Stirt* ในประเทศไทย..... 98
ภาพที่ 4.67 การกระจายตัวของ *Graphis tenella Ach* ในประเทศไทย..... 98
ภาพที่ 4.68 การกระจายตัวของ *Graphis verminosa Müll Arg.*ในประเทศไทย..... 99
ภาพที่ 4.69 การกระจายตัวของ *Graphis vittata Müll Arg.*ในประเทศไทย..... 99

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาวิจัย

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความหลากหลายทางชีวภาพ กล่าวคือ มีความหลากหลายทางพันธุกรรมพืช ความหลากหลายในชนิดพันธุ์ และความหลากหลายในระบบนิเวศ เป็นจำนวนมาก แต่มีจำนวนเพียงน้อยคนที่จะมาศึกษาถึงความหลากหลายและลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก ที่เรียกว่า ไลเคน (lichen) ในปัจจุบันเคนทั่วโลกมีประมาณ 17,000-35,000 ชนิด ซึ่งไลเคนนั้นมีประโยชน์หลายด้าน เช่น ใช้เป็นยารักษาโรค ใช้ในการฟอกย้อม ใช้เป็นอาหาร ใช้เป็นน้ำหอม ช่วยในการหมัก ใช้ตรวจวัดอายุของโบราณวัตถุ และใช้เป็นดัชนีบ่งบอกมลภาวะ (Gilbert, 2000) นอกจากนี้ไลเคนยังเป็นสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการชี้วัดความอุดมสมบูรณ์ของสภาพป่า ไลเคนส่วนใหญ่สามารถผลิตสารประกอบฟีนอลิก (Behera et al., 2004) ซึ่งสารประกอบฟีนอลิกหลายตัวที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน (antioxidant) และต้านการกลายพันธุ์ (antimutagens) โดยสารประกอบฟีนอลิก จะทำหน้าที่กำจัดอนุมูลอิสระ (free radicals) และไอออนของโลหะที่สามารถเร่งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันนอกจากนั้นสารประกอบฟีนอลิกยังใช้เพื่อการถนอมอาหาร โดยใช้เป็นสารกันหืนได้อีกด้วย โดย Takenaka et al. (2011) ได้ใช้ไลเคนชนิด *Graphis proserpens* โดยนำไมโคไบออนท์ (mycobiont) มาเพาะเลี้ยงและทำการสกัด ทำให้ได้สารประกอบฟีนอลิกถึง 6 ตัว นอกจากนี้สารสกัดของไลเคนชนิด *Graphis scripta* สามารถยับยั้ง tyrosinase และ xanthine oxidase ได้ต่ำกว่ามาตรฐานของการยับยั้ง tyrosinase และ xanthine oxidase ด้วย ซึ่ง tyrosinase มีความสำคัญกับ melanin เพราะมันทำให้เกิดปฏิกิริยา melanization ได้ง่ายขึ้น ส่วน xanthine oxidase เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาของ hypoxanthine และ xanthine ไปเป็น uric acid ซึ่งหากมีมากเกินไปก็จะทำให้เกิดโรคเก๊าท์ และเนื้องอกสมอง (Behera et al., 2004)

ด้วยความสำคัญและประโยชน์ของไลเคนในสกุล *Graphis* นี้จึงทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจเนื่องจากไลเคนในกลุ่มนี้มีจำนวนมาก สามารถเจริญเติบโตได้ในทุกที่ ทุกสภาพอากาศในทั้งเขตร้อน และอากาศหนาว จึงควรมีการศึกษาอย่างเป็นระบบและมีการจัดทำฐานข้อมูล เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลไว้ใช้ประโยชน์ในการจัดจำแนกไลเคน ความหลากหลายของไลเคน ศึกษาทางลักษณะพันธุกรรมของไลเคนสกุล *Graphis* และสามารถนำข้อมูลไปศึกษาต่อยอดได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. จำแนกและอธิบายชนิดของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทย
2. เปรียบเทียบจำนวนชนิดของไลเคนสกุล *Graphis* กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าต่าง ๆ ของประเทศไทย
3. เปรียบเทียบนิเวศวิทยา การแพร่กระจาย และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไลเคนในสกุล *Graphis* ในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาชนิด จำนวน และความหลากหลายของไลเคนสกุล *Graphis* ของแต่ละพื้นที่ป่าในประเทศไทย

2. ศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องต่อความหลากหลายของไลเคนสกุล *Graphis* ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลของแต่พื้นที่ป่า อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น

3. ศึกษาความหลากหลายและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไลเคนสกุล *Graphis* โดยการวิเคราะห์ลำดับเบสของยีนบริเวณ Internal Transcribed Spacer (ITS) ของ nuclear ribosomal DNA, mitochondrial small subunit ของ ribosomal DNA (mtSSU) และ/หรือ large subunit of the nuclear ribosomal DNA (nuLSU)

1.4 สมมติฐาน หรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย

1. ประเทศไทยมีความหลากหลายของไลเคนสกุล *Graphis*

2. ปัจจัยสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ป่าต่าง ๆ ของประเทศไทยมีผลต่อความหลากหลายและการแพร่กระจายของไลเคนสกุล *Graphis*

3. ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยนำมาตรวจสอบได้ด้วยการวิเคราะห์ในระดับโมเลกุลของยีนบริเวณ Internal Transcribed Spacer (ITS) ของ nuclear ribosomal DNA, mitochondrial small subunit ของ ribosomal DNA (mtSSU) และ/หรือ large subunit of the nuclear ribosomal DNA (nuLSU)

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การเผยแพร่ผลงานวิจัยในวารสารวิชาการ

2. ใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการจัดการความหลากหลายทางชีวภาพทั้งในระดับพื้นที่และระดับประเทศ

3. หน่วยงานต่างๆ สามารถนำผลการวิจัยไปใช้อ้างอิงและพัฒนาองค์ความรู้ต่อยอดได้

4. บริการความรู้และสร้างจิตสำนึกต่อเยาวชน ประชาชน และนักท่องเที่ยว ให้รับทราบและตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพ

5. ผลิตนักวิจัยรุ่นใหม่ ระดับปริญญาเอก 1 คน

6. เป็นองค์ความรู้การวิจัยต่อไป กลุ่มเป้าหมาย: สถาบันวิจัยและสถาบันทางการศึกษาต่างๆ กรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพรรณพืช รวมทั้งหน่วยงานอื่นๆ ในสังกัดของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมผู้มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการจัดการทรัพยากรธรรมชาติ เช่น สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

บทที่ 2

บทตรวจเอกสาร

2.1 ความหมายของไลเคน

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่ประกอบไปด้วย รา (fungi) กับสาหร่าย (algae) ซึ่งอาศัยอยู่ร่วมกันแบบต่างพึ่งพาอาศัยกัน (symbiosis หรือ mutualism) แต่ในปัจจุบันยังพบว่า ไลเคนนั้นสามารถอาศัยแบบพึ่งพากับต้นไม้ได้อีกด้วย (Nash, 1996) ไลเคนประกอบไปด้วยส่วนที่เรียกว่า ไมโคไบออนท์ (mycobiont) คือ รา ที่ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากสิ่งแวดล้อม และช่วยรักษาความชุ่มชื้นให้สาหร่าย อีกส่วนหนึ่งเรียกว่าโฟโตไบออนท์ ได้แก่ สาหร่าย (algae) หรือสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน (blue green algae) ทำหน้าที่สังเคราะห์ด้วยแสง และสร้างอาหารให้กับฟังไจ (Wolseley and Aguirre Hudson, 1997 (a)) ไลเคนแต่ละชนิดเกิดจากราหนึ่งชนิดจับคู่กับสาหร่ายอีกชนิดหนึ่งเท่านั้น ความหลากหลายของ ชนิดไลเคน ขึ้นอยู่กับชนิดของราเป็นสำคัญ ราที่ก่อให้เกิดไลเคนมีประมาณ 13,500 ชนิด 525 สกุล (Baron, 1999) ส่วนสาหร่ายในไลเคน มีประมาณ 100 ชนิด 40 สกุล

2.2 การเกิดไลเคน

ไลเคนสามารถพบในเขตอาร์กติกไปจนถึงแอนตาร์กติกและทุกภูมิภาค ไลเคนสามารถที่จะอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งสามารถเจริญเติบโตได้ทั้งบนใบไม้ บนเปลือกต้นไม้ บนดิน บนหินและอื่นๆ

ไลเคนสามารถเจริญเติบโตบนวัตถุต่างๆ (Sharma, 1989) ดังต่อไปนี้

1. Corticolous: ไลเคนที่พัฒนาบนเปลือกของต้นไม้ เช่น *Paralia*, *Alectoria*, *Usnea*, *Graphis*, etc.

2. Lignicolous: ไลเคนที่พัฒนาโดยตรงบนไม้ เช่น *Calicicum*, *Chaenotheca*, *Cyphelium*, etc.

3. Saxicolous: ไลเคนที่พัฒนาบนหิน เช่น *Verrucaria*, *Porina*, *Dermatocarpon*, *Xanthora*, etc.

4. Terricolous: ไลเคนที่เจริญเติบโตบนพื้นดิน เช่น *Cladonia*, *Lecidea granulose*, *Collematenax*, etc.

5. Marine: ไลเคนที่พัฒนาบนหินตามชายฝั่งทะเล เช่น *Verrucaria mucosa*, *Caloplacen tummarinae*, *Caloplaca marina*, etc.

6. Freshwater: ไลเคนที่พัฒนาบนหินในแหล่งน้ำจืด เช่น *Hymene lialacustris*, *Ephebalanata*, etc.

นอกจากนี้วัสดุที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น หนัง ไหมพรม ขนสัตว์ เส้นใยแก้ว ไม้ซุง กำแพง ประติมากรรม งานเหล็กแผ่นแก้ว เป็นต้น อาจเป็นที่เกิดของไลเคน (Hawksworth and Hill, 1984)

ไลเคนสามารถแบ่งตามกลุ่มการเจริญเติบโตได้ 3 กลุ่มใหญ่ๆ (Alvin and Kershaw, 1966) ดังนี้

1. กลุ่มครัสโตส (Crustose) เป็นกลุ่มไลเคนพวกฝุ่นผง มีลักษณะเป็นแผ่นแนบติดกับวัตถุที่ไลเคนอาศัย ไม่สามารถแยกออกได้โดยไม่ทำลาย ภาพที่ 2.1a

2. กลุ่มโฟลิโอส (Foliose) ไลเคนประเภทนี้มักจะมีลักษณะเป็นแผ่นใบคล้ายใบไม้ ซึ่งบางชนิดมีโครงสร้างที่ทำหน้าที่ไว้สำหรับยึดเกาะกับวัตถุที่อาศัย เรียกว่าไรซีน (rhizine) ภาพที่ 2.1b

3. กลุ่มฟรูติโคส (Fruticose) เป็นไลเคนพวกเส้นสาย มีลักษณะเป็นเส้นคล้ายหนวดเครา โดยทั่วไปจะห้อยลงมาจากวัตถุที่ไลเคนยึดเกาะ ภาพที่ 2.1c

a) กลุ่มครัสโตส b) กลุ่มโฟลิโอส c) กลุ่มฟรูติโคส

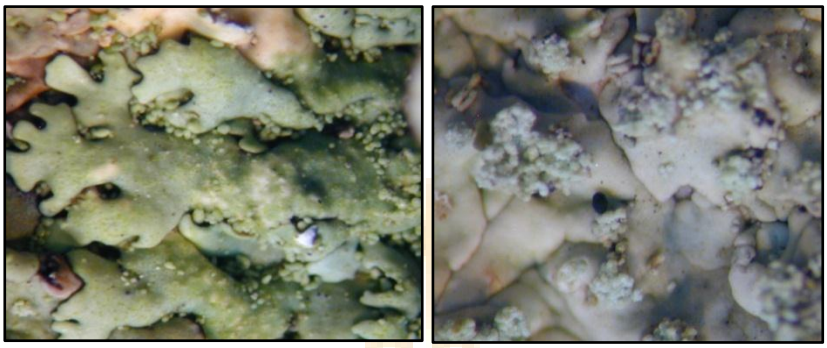
ภาพที่ 2.1 รูปแบบการเจริญเติบโตของไลเคน

2.3 การสืบพันธุ์ของไลเคน

การสืบพันธุ์ของไลเคนแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แบบอาศัยเพศ และแบบไม่อาศัยเพศ (Baron, 1999; Nash et al., 2002)

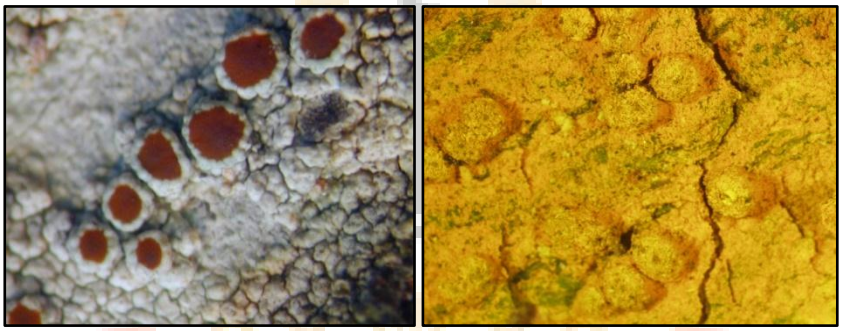
1. แบบอาศัยเพศ (sexual reproduction) คือ การที่มีราเพียงอย่างเดียว ที่ก่อให้เกิดความหลากหลายของ fruiting bodies หรือ ascomata ในไลเคนแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างสืบพันธุ์จำเพาะเจาะจงของแต่ละชนิด ดังนั้นจึงมีความสำคัญต่อการจัดจำแนก ซึ่งโครงสร้างแบบนี้จะมีลักษณะคล้ายถ้วย (apothecia) และคล้ายคนโท (perithecia) ตามภาพที่ 2.3 เมื่อโครงสร้างพวกนี้แก่สปอร์ก็จะถูกปล่อยออก และเมื่อสปอร์ของราพบกับสาหร่ายที่สามารถก่อให้เกิดไลเคนก็จะสามารถเจริญเติบโตเป็นไลเคนได้
2. แบบไม่อาศัยเพศ (asexual reproduction) คือ การที่มีอวัยวะพิเศษที่ทำการแยกส่วน มีทั้งส่วนของ mycobiont และ photobiont เช่น isidia และ soredia เป็นต้น ซึ่ง isidia มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ หรือรูปร่างคล้ายเข็ม เจริญอยู่ด้านในของทัลลัส แล soredia มีรูปร่างคล้ายตุ่มฝุ่นผง

แป้งอยู่บนผิวหรือขอบของทัลลัส โดยการแตกออกของทัลลัสไปตามลมหรือน้ำ ทำให้ชิ้นส่วนของทัลลัสสามารถเจริญไปเป็นทัลลัสใหม่ได้



a) isidia b) soredia

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ



a) apothecia b) perithecia

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ

2.4 ประโยชน์ของไลเคน

การใช้ประโยชน์ของไลเคนในด้านต่างๆ (Brodo et al., 2001; Lichen Research Unit and Lichen Herbarium, 1994; Nash III, 1996) จำแนกได้ดังนี้

การใช้ไลเคนเป็นอาหาร ไลเคนไม่มีแป้งหรือแม้แต่เซลลูโลส (cellulose) แต่มีสารพวกไลเคนนิน (linchenin) ตัวอย่างเช่นในสแกนดิเนเวียนำไลเคน *Cetraria islandica* มาเป็นอาหารและยาช่วยย่อย นอกจากนี้ไลเคนถูกบดผสมใส่แป้งหรือมันฝรั่งในยุคข้าวยากหมากแพง เพื่อให้ขนมปังอยู่ได้นาน เช่น *Cetraria islandica, Alectoria ochroleuca, Cladonia rangfiferina* และ *Lobaria pulmonaria* เป็นต้น

ใช้ไลเคนเป็นยา ชาวอียิปต์โบราณใช้ไลเคนเป็นส่วนผสมในยาและสมุนไพร ในศตวรรษที่ 15 ผู้คนใช้ไลเคนในการรักษาเช่น *Usnea barbata*, *Lobaria pulmonaria*, *Xanthoria parietina* และ *Peltigera canina* เป็นต้น และการศึกษาปัจจุบันพบว่าไลเคนสายพันธุ์ *Umbilicaria esculenta* มีการผลิตสารที่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของไวรัสเอชไอวีได้

ไลเคนถูกใช้เป็นสีย้อม ไลเคนถูกใช้เป็นสีย้อมตั้งแต่สมัยอียิปต์โบราณ ซึ่งไลเคนที่รู้จักกันดีคือ *Rocella tinctoria* จะให้สีโทนม่วง โดยฝรั่งเศส และฮอลแลนด์เป็นประเทศที่ผลิตสีจากไลเคนในเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากมีคุณสมบัติที่มีความไวต่อค่า pH จึงใช้ย้อมสีของกระดาษลิตมัสด้วย นอกจากนี้ชนเผาอะโบริจินทางเหนือของประเทศอเมริกานำไลเคนมาเป็นสีย้อมขนแกะ เช่น *Parmelia omphalodes* และ *Parmelia saxatilis* ซึ่งให้สีน้ำตาล

ไลเคนถูกใช้เป็นน้ำหอม ในประเทศฝรั่งเศสใช้ไลเคนกลุ่ม *Evenia prunestri* และ *Lobaria pulmonaria* เป็นส่วนประกอบในน้ำหอม เนื่องจากให้กลิ่นที่ดีและกลิ่นติดทนนาน

ใช้ไลเคนเป็นยาสมุนไพร เช่น *Unea* sp. ช่วยทำให้ผมแข็งแรงขึ้น และ *Xanthoria parietina* ช่วยรักษาโรคดีซ่าน ยาพิษไลเคนชนิด *Letharia vulpine* ถูกใช้ในการเบื่อสุนัขจิ้งจอก

การใช้ไลเคนประเมินอายุวัตถุโบราณ เนื่องจากไลเคนเจริญเติบโตช้า ในแถบอาร์คติกสามารถใช้ไลเคนชนิดครัสโตสเพื่อบอกอายุของวัตถุโบราณโดยทำการวัดรัศมีของการเจริญเติบโตของไลเคนในแต่ละปี

ใช้ไลเคนเป็นดัชนีวัดคุณภาพอากาศ ซึ่งไลเคนที่ไม่ทน (sensitive) ต่อมลภาวะทางอากาศ ได้แก่ *Usnea* sp., *Ramalia* sp. และ *Evernia* sp. (Brodo et al., 2001) เนื่องจากไลเคนไม่ทนทานต่อมลพิษอากาศ จึงเป็นเสมือนสัญญาณเตือนล่วงหน้าก่อนที่จะมีผลต่อสุขภาพของเรา (วนารักษ์ และคณะ, 2550)

2.5 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน

ปัจจัยสิ่งแวดล้อมหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน (Purvis, 2000; Wolseley and Aguirre-Hudson, 1997a) ได้แก่

1. ความชื้น

ไลเคนไม่มีโครงสร้างที่ใช้ในการกักเก็บน้ำ ความชื้นมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของไลเคน เมื่อทัลลัสได้รับน้ำ เมตาบอลิซึมภายในจะเพิ่มขึ้นทำให้ไลเคนเติบโต และสิ้นสุดลงเมื่อน้ำหมด ดังนั้นในฤดูฝนไลเคนจะเจริญเติบโตได้ดี และเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งซึ่งความชื้นลดลง การเจริญเติบโตของไลเคนจะลดลง

2. อุณหภูมิ

ไลเคนสามารถทนต่อช่วงอุณหภูมิกว้างและปรับตัวให้เข้ากับการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลได้ดีกว่าพืชชั้นสูง และอุณหภูมิที่สูงเกินไปมีผลต่อกระบวนการต่างๆภายในไลเคน

3. แสง

แสงเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในไลเคน เมื่อไลเคนได้รับแสงที่เหมาะสมจะทำการสังเคราะห์แสงได้และจะสิ้นสุดลงเมื่อน้ำในทัลลัสหมด

4. โลหะ

ไลเคนมีความสามารถในการดูดซับและทนต่อโลหะหนักภายในทัลลัส

5. การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมในป่าเขตร้อนตามฤดูกาล

การเปลี่ยนแปลงด้านสิ่งแวดล้อมในป่าเขตร้อนตามฤดูกาลมีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน ไลเคนกลุ่มโฟลิโอส (Foliose) และ กลุ่มฟรูติโคส (Fruticose) เจริญเติบโตได้ถึง 1 ซม. ต่อปีหรือมากกว่าในฤดูแล้ง

ส่วนกลุ่มครัสโตส (Crustose) เจริญเติบโตได้ช้ามาก 1-2 มม. ต่อปี การเจริญเติบโตเป็นทรงกลมไลเคนที่อายุน้อยที่สุดอยู่ด้านนอก ไลเคนที่วัดการเจริญเติบโตได้ถึง 20 ซม. อาจใช้เวลาระหว่าง 100-200 ปี

2.6 สกุล *Graphis*

ไลเคนสกุล *Graphis* อยู่ในวงศ์ Graphidaceae อันดับ Ostropalea ชั้น Leacanoromycetes กลุ่ม Ascomycota เมื่อจัดจำแนกไลเคนตามการเจริญเติบโต *Graphis* อยู่ในกลุ่มของ crustose ซึ่งสามารถเจริญเติบโตบนเปลือกไม้ที่มีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น และรู้จักเป็นอย่างดีโดยเฉพาะในกลุ่ม apothecia หรือที่เรียกว่า lirelae เพราะมีรูปร่างเป็นเส้นนูน (ไลเคนในกลุ่ม apothecia จะมีรูปร่างเป็นรูปจานหรือถ้วย) ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิด บางชนิดอาจมีรูปร่างเป็นจุด เส้นตรง หรือเส้นหยัก รูปร่างเป็นร่องลึก รูปร่างกลุ่มดาว หรือเขาวงกต ไลเคนสกุลนี้มีมากกว่า 300 ชนิด และมีลักษณะเฉพาะเป็นเส้นสาย หรือตัวอักษรโบราณรูปร่างเหมือนริมฝีปากสีดำ (Lucking, 2009) ลักษณะที่มีขนาดเล็กของระบบสืบพันธุ์ และ ascospores ทำให้ยากต่อการจำแนกในระดับชนิด ในประเทศไทย Wolseley et al. (1997b) รายงานพบ 74 ชนิด หน่วยวิจัยไลเคนและพิพิธภัณฑ์ (1994) รวบรวมไลเคนสกุลนี้ได้ 69 ชนิด และไม่สามารถจำแนกได้ 10 ชนิด วสันต์ และคณะ (2553) รายงานพบไลเคนวงศ์นี้ 25 ชนิด และไม่สามารถจำแนกได้ 3 ชนิด ซึ่งการใช้เพียงลักษณะทางสัณฐานวิทยาและทางเคมีเป็นการยากต่อการระบุชนิดดังนั้นจึงควรใช้การวิเคราะห์ในระดับโมเลกุลควบคู่ไปด้วย

2.6.1 ลักษณะของไลเคนสกุล *Graphis* (Lücking, 2009)

ลักษณะของแทลลัส: ไลเคนหลายชนิดในสกุลนี้ ส่วนใหญ่มีสีออกขาว-เทา แทลลัสมีลักษณะของการปรากฏของผลึกแคลเซียมออกซาเลต อยู่ที่ใต้หรือเหนือชั้นของสาหร่าย และมีไลเคนไม่กี่ชนิดที่มีสีเขียวมะกอก ซึ่งทำให้มีลักษณะเหมือนไลเคนสกุล *Phaeographis* และสกุลอื่นๆ ที่ใกล้เคียงกัน เนื่องจากกลุ่มของผลึกที่พบอยู่ใต้ชั้นของสาหร่ายนั่นเอง

โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ: ไลเคนที่พบในสกุลนี้มีเพียง 4 ชนิด เท่านั้นที่สร้างไอซิเดีย (isidia) และมีเพียง 1 ชนิดที่สร้างซอรีเดีย (*G. sorediosa*) ชนิดที่สร้างไอซิเดียในปริมาณมาก เช่น ไลเคน *G. isidiata, G. isidiza* และ *G. patwardhanii* และชนิดที่สร้างไอซิเดียกระจายทั่วไป และสังเกตได้ยาก คือ *G. stellata* ดังนั้นการสังเกตลักษณะไลเคนอย่างระมัดระวังจึงมีความสำคัญ

การยกตัวของไลเรลเลต: การยกตัวของไลเรลเลตจำแนกได้ 4 ระยะ คือ 1) ระยะฝังตัวในแทลลัส (ส่วนบนของชั้นไฮเมเนียมอาจจะอยู่ระดับเดียวกับผิวแทลลัส ลาเบียอาจจะอยู่ที่ระดับผิวหรือยกตัวเหนือแทลลัสเล็กน้อย 2) ไลเรลเลตแตกปริ (ส่วนบนของชั้นไฮเมเนียมอยู่เหนือผิวแทลลัส แต่ส่วนล่างอยู่ในระดับต่ำกว่าผิวแทลลัส ไลเรลเลตยกตัวขึ้นเล็กน้อยและขอบลาดต่ำลง 3) ไลเรลเลตยกตัวเหนือผิวแทลลัส (ชั้นไฮเมเนียมอยู่เหนือระดับผิวของแทลลัส ขอบยกตัวสูงจากผิวแทลลัส 4) ไลเรลเลตยกตัวลอยพ้นผิวแทลลัส (ที่ฐานของไลเรลเลตคอดเว้าเล็กน้อย) ความผันแปรของลักษณะการยกตัวของไลเรลเลตบนแทลลัสนั้นขึ้นอยู่กับอายุของไลเรลเลตเป็นสำคัญ ซึ่งในระยะเริ่มแรกนั้นไลเรลเลตจะมีลักษณะแตกปริ ซึ่งสามารถสังเกตลักษณะของไลเรลเลตได้

จากการศึกษาจากภาคตัดตามขวางของไลเรลเลตที่อายุแก่แล้ว หรืออาจจะดูจากมุมด้านบนของผิวแทลลัสโดยใช้แสงทำให้เกิดมุม 45 องศา ซึ่งจะทำให้เห็นลักษณะไลเรลเลตได้ชัดเจน

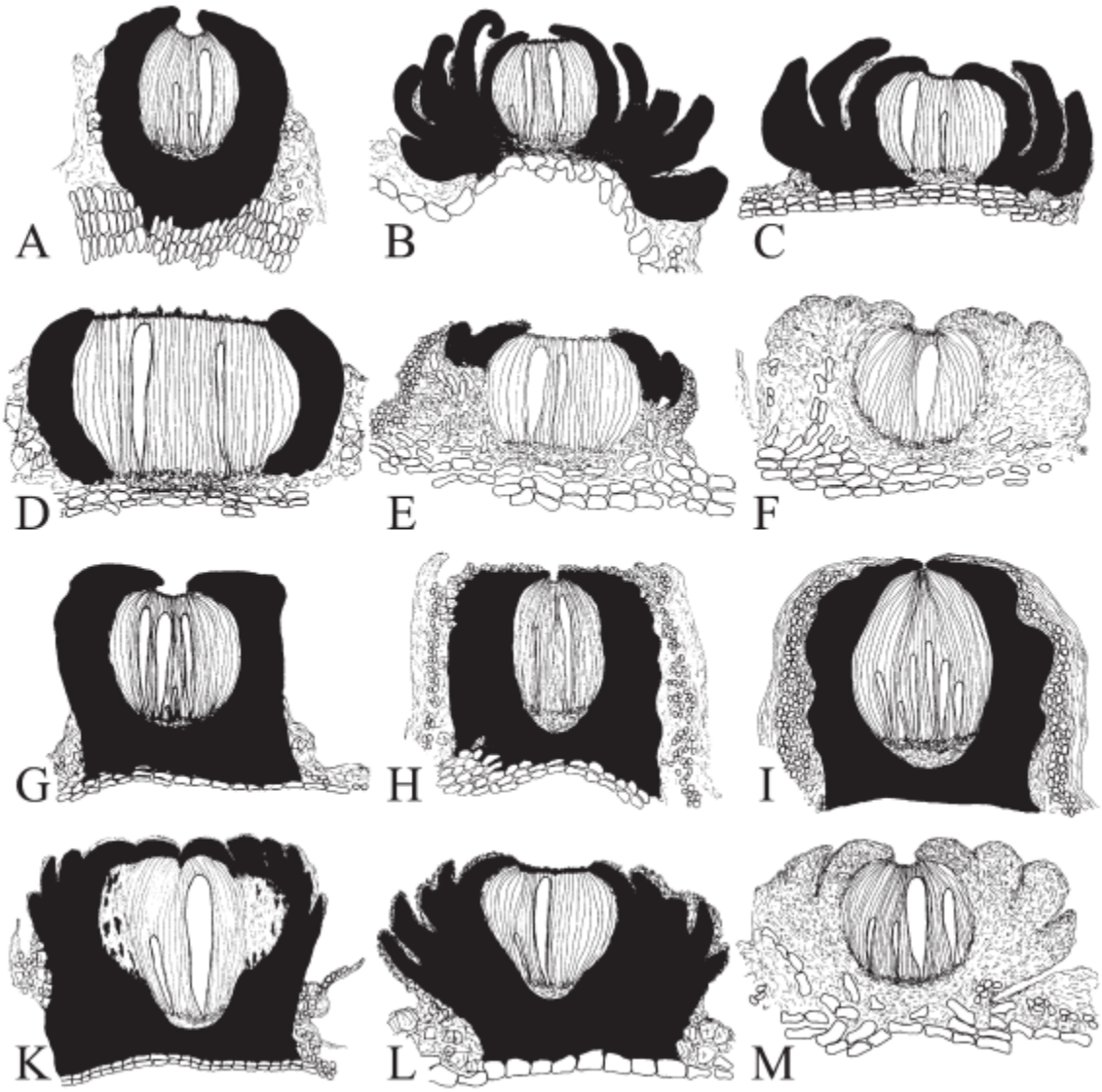
ขอบของไลเรลเลต: ไลเคนสกุล *Graphis* จะมีเอกซิเปิลและลาเบียสีดำ ซึ่งบางชนิดอาจจะมีสาหร่ายเจริญขึ้นคลุมที่ขอบ ทำให้ปรากฏเห็นลาเบียสีดำปรากฏที่ยอดเพียงเล็กกน้อย หรืออาจจะคลุมทั้งหมดก็ได้ ซึ่งขอบของไลเรลเลตที่มีสาหร่ายอาจจะไม่ปรากฏให้เห็นเมื่อลาเบียที่มีสีดำปกคลุมทั้งหมด หรือยกตัวเหนือผิวแทลลัสทำให้สีดำโดดเด่นจึงมีสาหร่ายคลุมเฉพาะบริเวณฐานและที่ผิวแทลลัส ส่วนไลเรลเลตที่มีการฝังจมจะเห็นสาหร่ายที่ขอบได้ตลอดตามยาว โดยส่วนมากแล้วส่วนล่างของไลเรลเลตที่มีสาหร่ายจะพัฒนาปกคลุมน้อยกว่ากึ่งหนึ่งของส่วนสูงของไลเรลเลต ขณะที่ขอบที่มีสาหร่ายนั้นจะคงระดับความสูงดังกล่าวตลอดตามแนวยาวของไลเรลเลต ซึ่งจะยังคงเห็นสีดำของลาเบียปรากฏเป็นแนวตลอดความยาวด้วย

ไลเคนหลายชนิดในสกุลนี้อาจจะมีชั้นสาหร่ายปกคลุมบางๆ ที่ยอดบน ซึ่งส่วนล่างจะหนากว่าและมีสาหร่ายหนาแน่น ส่วนบนยอดจะมีสาหร่ายเบาบาง หรือมีเพียงชั้นคอร์เทกซ์บางใสปกคลุม ดังนั้นส่วนบนของลาเบียจะมีสีออกเทาอมเขียว ส่วนชนิดที่มีขอบหนา ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสาหร่ายจะปกคลุมหนาแน่น ทำให้ไม่ปรากฏให้เห็นว่ามีเอซกซิเปิลเป็นสีดำ ซึ่งลักษณะของขอบที่มีสาหร่ายนี้จะผันแปรตามอายุของไลเรลเลต โดยพบได้ทั้งชนิดที่มีไลเรลเลตยกตัวโดเด่นแต่ไม่มีหร่ายที่ขอบ ไลเรลเลตที่อายุน้อย (หรือบริเวณยอดของไลเรลเลต) จะปรากฏโดยการฝังตัว แตกปริ หรือแตกเป็นเส้นสีดำเล็กน้อย ซึ่งมักจะมีสาหร่ายปกคลุมที่ขอบ ดังนั้นการศึกษาลักษณะของขอบไลเรลเลตควรดูจากไลเรลเลตที่แก่ หรือบริเวณตรงกลางของไลเรลเลตจะได้ข้อมูลที่ถูกต้องยิ่งขึ้น

ลาเบียและผลึกบริเวณผิวหน้าแอโพทีเซีย: พบว่ามีไลเคนหลายชนิดในสกุลนี้สร้างผลึกที่บริเวณลาเบียหรือผิวหน้าแอโพทีเซีย โดยความผันแปรของลักษณะดังกล่าวยังไม่เป็นที่เข้าใจนัก แต่ลักษณะดังกล่าวนี้ถือเป็นลักษณะเฉพาะของไลเคนบางชนิด

การจัดตัวของลาเบีย: การจัดตัวของลาเบียเคยถูกใช้เป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกไลเคนสกุลนี้ (Wirth & Hale, 1963; 1978; Staiger, 2002) อย่างไรก็ตามการจัดตัวของลาเบียอาจจะเชื่อมโยงกับการสร้างชั้นไฮเมเนียม (Staiger, 2002) ซึ่งลาเบียที่เรียบหรือยับย่นนั้นอาจจะบ่งบอกระยะการพัฒนาของชนิดต่างๆ นอกเหนือจากลักษณะสำคัญทางทางอนุกรมวิธานก็ได้

การมีสีดำของชั้นเอกซิเปิล: การมีสีดำของเอกซิเปิลเป็นลักษณะสำคัญของไลเคนสกุล *Graphis* ซึงอาจจะมีสีดำบางส่วนหรือดำทั้งหมดก็เป็นได้ ตามที่ Wirth & Hale (1963; 1978) และ Staiger (2002) ได้จำแนกลักษณะของเอกซิเปิลออกเป็นลักษณะต่างๆ (ภาพที่ 2.4) (Rivas et al., 2011) ยังไม่เป็นที่เข้าใจที่แน่ชัดนักว่าความหนาของชั้นเอกซิเปิลสีดำของสกุล *Graphis* นี้จะเป็นแบบเดียวกับไลเคนสกุลอื่นๆ เช่น *Leiorreuma, Sarcographa* และ *Thecaria* (Staiger, 2002)



ภาพที่ 2.4 ความผันแปรของคาร์บอไนซ์ในสกุล *Graphis* (Rivas et al., 2011). A = complete; B = nearly complete, striate; C = lateral, striate; D = lateral, entire; E = apical, striate; F = uncarbonized; G = complete, entire; H = complete, entire; I = complete, entire; K = complete, striate; L = complete, striate; M = uncarbonized.

การมีหยดน้ำมันในชั้นไฮเมเนียม: การมีหยดน้ำมันในชั้นไฮเมเนียมเป็นอีกลักษณะสำคัญของไลเคนสกุล *Graphis* แต่ไม่เด่นชัดในระดับชนิด (Staiger, 2002; Lücking et al., 2008; Lücking, 2009) ลักษณะสำคัญของการมีหยดน้ำมันนี้ มีความแตกต่าง 2 แนวทาง คือ ปรากฏในระดับสกุล และใช้จำแนกไลเคนในสกุลนี้ออกเป็น 3 กลุ่ม

ลักษณะของแอสโคสปอร์: ไลเคนชนิดต่างๆ ในสกุล *Graphis* ปกติจะมีสีใส ทดสอบด้วย Iodine เป็นบวก (ติดสีเข้มภายใน เป็นสีม่วงอมน้ำเงิน หรือ ม่วงอมน้ำตาล) (Staiger, 2002) ยกเว้นบริเวณปลายของสปอร์ สปอร์มีผนังกั้นตามขวาง เซลล์ภายในเป็นรูปเลนส์ ในบางชนิดอาจพบว่าสปอร์มีสีออกเทา-น้ำตาล (เช่น *G. chrysocarpa, G. mucronata, G. pittieri*) ความผันแปรของสปอร์อาจพบได้จากลักษณะที่หนาตัวของผนังบริเวณปลายของสปอร์ โดยเฉพาะชนิดที่มีสปอร์แบบมูริฟอร์ม การนับจำนวนแอสโคสปอร์นั้นจะต้องใช้ความละเอียด โดยจะนับจำนวนสปอร์ที่อยู่ภายในแอสคัสเท่านั้น และควรนับจากหลายๆ ไลเรลเลต เนื่องจากสปอร์อาจจะถูกปล่อยออกมาจากแอสคัสจึงยากที่จะประเมินจำนวนที่ถูกต้อง ซึ่งถ้าพบสปอร์ในแอสคัสมีมากกว่า 4 สปอร์ จำนวนที่ถูกต้องนั้นควรจะเป็น 8 สปอร์ต่อแอสคัส

สารเคมีไลเคน: ไลเคนส่วนใหญ่ในสกุล *Graphis* จะไม่สร้างสารเคมีทุติยภูมิ สารเคมีที่พบส่วนใหญ่ ได้แก่ สารในกลุ่ม norstictic acid หรือ stictic acid ส่วนสารในกลุ่ม salazinic acid และ protocetraric acid พบได้น้อย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

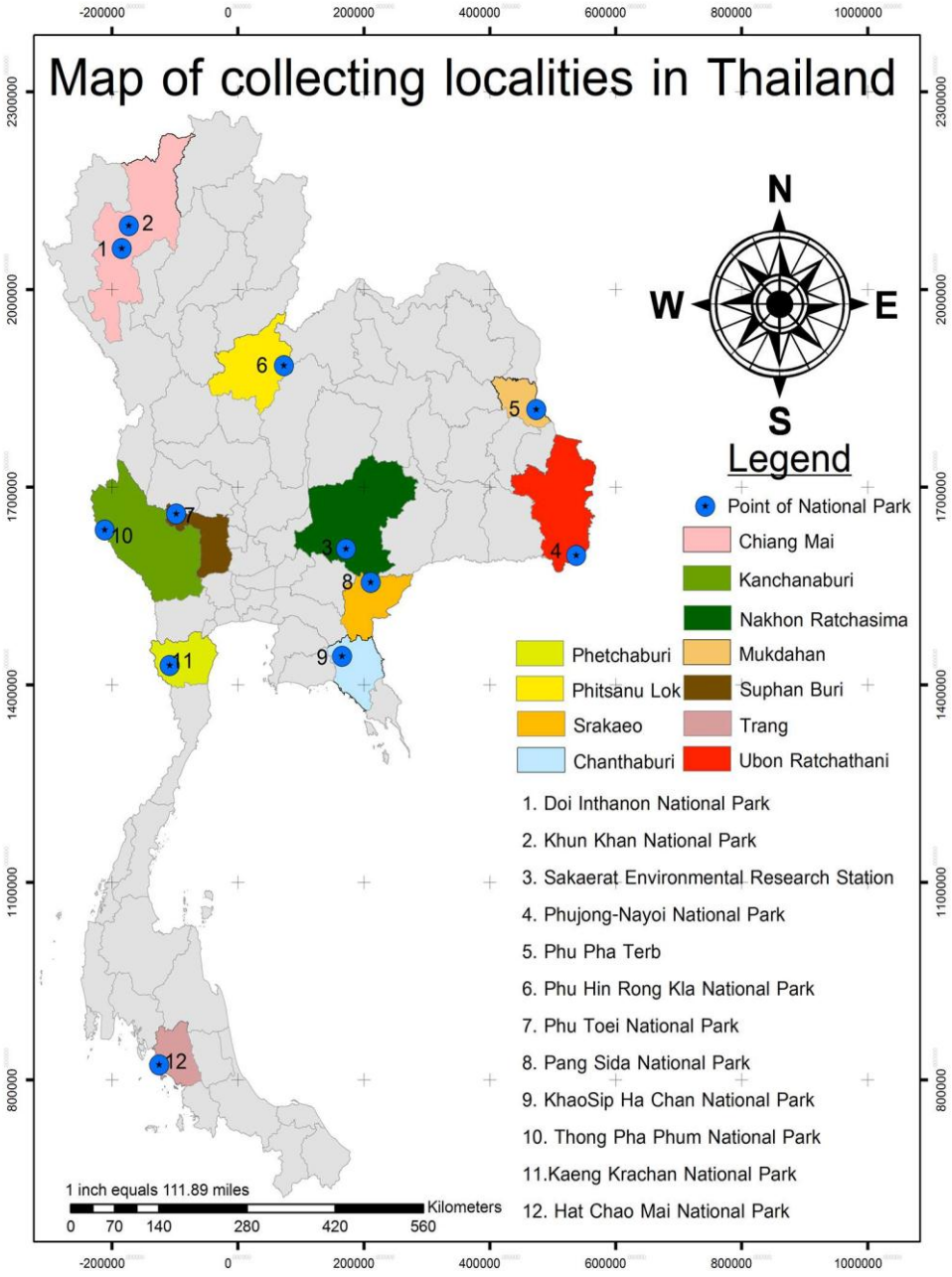
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 พื้นที่ทำการศึกษา

การสำรวจความหลากหลายของไลเคนได้ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้วิธีแบบสุ่ม (random method) พื้นที่ที่ทำการศึกษาของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยทั้งหมด 12 พื้นที่ (อุทยานแห่งชาติ 11 แห่งและสถานีวิจัย 1 แห่ง) แสดงในตารางที่ 3.1 และภาพที่ 3.1 ในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษาได้ทำการตีแปลงในแต่ละป่า (ภาพที่ 3.2)

ตารางที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาความหลากหลายของไลเคน

ภูมิภาค	พื้นที่ศึกษา	จังหวัด
ภาคเหนือ	อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์	เชียงใหม่
	อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล	เชียงใหม่
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	นครราชสีมา
	อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอย	อุบลราชธานี
	อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ	มุกดาหาร
ภาคกลาง	อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า	พิษณุโลก
	อุทยานแห่งชาติพุเตย	สุพรรณบุรี
ภาคตะวันออก	อุทยานแห่งชาติปางสีดา	สระแก้ว
	อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น	จันทบุรี
ภาคตะวันตก	อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ	กาญจนบุรี
	อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน	เพชรบุรี
ภาคใต้	อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม	ตรัง



ภาพที่ 3.1 พื้นที่ที่ทำการศึกษาของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยทั้งหมด 12 พื้นที่

1.อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ในท้องที่อำเภอดอยหล่ออำเภอจอมทองและอำเภอแม่แจ่มจังหวัดเชียงใหม่ มีเนื้อที่ประมาณ 482.4 ตารางกิโลเมตร หรือ 301,500 ไร่ สูงจากระดับน้ำทะเล 2,565 เมตรในอุทยานนั้นมีสภาพป่าเป็น ป่าดิบเขาป่าสนป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ มีพันธุ์ไม้ ไม้สัก ไม้ตะเคียน สนเขา เต็ง เหียง มะเกลือ ไม้แดง ไม้ประดู่ไม้รกฟ้าไม้มะค่าไม้เก็ดแดงไม้จำปีป่าไม้ตะแบกเป็นต้น

2. อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาล มีพื้นที่ครอบคลุมอยู่ในพื้นที่อำเภอแม่ทา จังหวัดลำพูนและอำเภอห้างฉัตร อำเภอเมือง จังหวัดลำปางมีเนื้อที่ประมาณ 255.29 ตารางกิโลเมตร หรือ 159,556.25 ไร่อุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลตั้งอยู่บริเวณเทือกเขาขุนตาลซึ่งเป็นเทือกเขาที่แบ่งระหว่างที่ราบลุ่มเชียงใหม่และที่ราบลุ่มลำปางเป็นเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 325-1,373 เมตร สังคมพืชของอุทยานแห่งชาติดอยขุนตาลสามารถจำแนกออกได้เป็น ป่าดิบแล้งป่าสนเขา ป่าดิบเขา ป่าเต็งรังและป่าเบญจพรรณชนิดไม้ที่พบได้แก่ โพบาย ยางตะคร้ำ สัตตบรรณ ตะเคียน ยมหอม มะหาด มะม่วงป่า กระท้อน พระเจ้าห้าพระองค์ ฯลฯพืชพื้นล่างได้แก่ หวาย พืชในวงศ์ขิงข่า ผักกูด ผักหนาม และเฟิน เป็นต้น

3. สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งอยู่ในเขตตำบลภูหลวง อำเภอปักธงชัย ตำบลวังน้ำเขียว และตำบลอุดมทรัพย์ อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา มีเนื้อที่ทั้งหมด 78.08 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 48,800 ไร่ มีความสูงอยู่ระหว่าง 280-762 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลางปกคลุมด้วยป่าไม้สำคัญ2ชนิด ได้แก่ป่าดิบแล้ง พันธุ์ไม้ที่สำคัญประกอบด้วย ตะเคียนหิน ตะเคียนทองกระเบากลัก เป็นต้น ส่วนป่าเต็งรังประกอบด้วย เต็งรังพะยอม เป็นต้นป่าทั้งสองชนิดครอบคลุมเนื้อที่ประมาณร้อยละ 70ของพื้นที่ สถานีฯสะแกราช นอกนั้นเป็นป่าชนิดอื่น เช่นป่าไผ่ ป่าปลูกทุ่งหญ้า เป็นต้น

4. อุทยานแห่งชาติภูจอง-นายอย ตั้งอยู่ในท้องที่อำเภอบุณฑริก อำเภอนาจะหลวย และอำเภอน้ำยืน จังหวัดอุบลราชธานีมีอาณาเขตติดต่อกับประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาวและสาธารณรัฐประชาธิปไตยกัมพูชา มีเนื้อที่ประมาณ 686 ตารางกิโลเมตร หรือ 428,750 ไร่ ประกอบด้วยพรรณไม้ชนิดป่าดิบเขา ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าเต็งรังซึ่งขึ้นอยู่เป็นส่วน ๆ มีพรรณไม้ขึ้นหนาแน่นประมาณ 75% โดยเฉลี่ยประกอบด้วยไม้พื้นล่างขึ้นหนาแน่น ได้แก่ จำปาป่า และพรรณไม้ดอกต่าง ๆแซมเป็นไม้พื้นล่างให้กับไม้ยืนต้นจำพวกตะเคียนทอง ประดู่ ยาง กระบาก ปู่จ้าว พยุงมะค่าแกแล เป็นต้น ขึ้นแยกอยู่ตามสภาพป่า

5. อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ ตั้งอยู่ในท้องที่อำเภอเมืองและอำเภอดอนตาล จังหวัดมุกดาหาร มีเนื้อที่ประมาณ 30,312.5 ไร่ หรือ 48.5 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วย ป่าเต็งรังประมาณ ร้อยละ 60 ของพื้นที่ ไม้เด่นในป่านี้ ได้แก่ เต็ง รัง เหียง พยอม กระบก เป็นต้น ร้อยละ 30 ของพื้นที่ เป็นป่าเบญจพรรณ ไม้เด่นในป่านี้ ได้แก่ แดง พะยูง ประดู่ มะค่าโมง และตะแบกเป็นต้น และอีกร้อยละ 10 ของพื้นที่ เป็นป่าดิบแล้งไม้เด่นได้แก่ เขลง ตะเคียนหิน โมกขาว ติ้วขาว ติ้วขน และลำดวนดง เป็นต้น

6. อุทยานภูหินร่องกล้า มีพื้นที่ครอบคลุมรอยต่อสองจังหวัด คือ อำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย และอำเภอนครไทย จังหวัดพิษณุโลก มีเนื้อที่ประมาณ 191,875 ไร่ หรือ 307 ตารางกิโลเมตร ประกอบด้วยป่าไม้ 3 ชนิด คือ ป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา และป่าสนเขา ป่าเต็งรัง เป็นป่าที่ขึ้นในพื้นที่ระดับต่ำบริเวณเชิงเขา พื้นที่เป็นดินที่ขาดความอุดมสมบูรณ์และค่อนข้างแห้งแล้ง พันธุ์ไม้ที่พบได้แก่ เต็ง รัง พยอม เหียง ตะคร้อ พลวง ฯลฯ ป่าดิบเขา จะขึ้นในบริเวณเขาสูง ซึ่งมีปริมาณน้ำฝนค่อนข้างมาก อากาศชื้น เป็นป่ารกทึบ พันธุ์ไม้ที่พบเห็นทั่วไป ได้แก่ ก่อเดือย ก่อหัวหมู อบเชย ทะโล้ ฯลฯ ส่วนพืชพื้นล่าง ได้แก่ หวาย ปาล์มชนิดต่างๆ ป่าสนเขาเป็นป่าบนที่ราบหลังภู มีสนสองใบและสนสามใบขึ้นปะปนกัน ส่วนใหญ่เป็นสนสองใบ บางแห่งอยู่รวมกันเป็นป่าสนกว้างใหญ่

7. อุทยานแห่งชาติพุเตย ครอบคลุมพื้นที่ในอำเภอด่านช้าง จังหวัดสุพรรณบุรี มีระดับความสูง 1,123 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีเนื้อที่ประมาณ 198,422 ไร่ หรือ 317.48 ตารางกิโลเมตร สภาพป่าโดยทั่วไปยังมีความอุดมสมบูรณ์อยู่มาก ประกอบด้วย ป่าสนสองใบธรรมชาติป่าดิบชื้น ป่าเบญจพรรณ ป่าเต็งรังผสมป่าดิบแล้ง พรรณไม้ที่สำคัญได้แก่ เหียง พลวงแดง ชิงชัน ประดู่ มะค่าโมง ไผ่ป่าต่าง ๆ สนสองใบ

8. อุทยานแห่งชาติปางสีดา มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดสระแก้ว อำเภอวัฒนานคร อำเภอนาดี จังหวัดปราจีนบุรีมีเนื้อที่ประมาณ 844 ตารางกิโลเมตร หรือ 527,500 ไร่สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่ของอุทยานแห่งชาติปางสีดาเป็นเทือกเขาสูงสลับซับซ้อน และเป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาพนมดงรักซึ่งทอดยาวมาจากอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่อุทยานแห่งชาติทับลานไปยังอุทยานแห่งชาติตาพระยาจรดประเทศกัมพูชาโดยมีความลาดชันจากทิศเหนือไปยังทิศใต้ สูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 50 - 878 เมตร ประกอบไปด้วย ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขา และป่าเต็งรังประกอบด้วยพรรณไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ยาง กระบาก ตะเคียนแดง มะค่าโมง ตะแบก เสลาประดู่ มะกอก ส้าน สมอ พยุง ชิงชัน ซึ่งมีขึ้นอยู่กระจัดกระจายไปตามชนิดของป่าไม้พื้นล่าง ได้แก่ หวาย เฟิร์น มอส ตลอดจนกล้วยไม้ดินชนิดต่าง ๆ

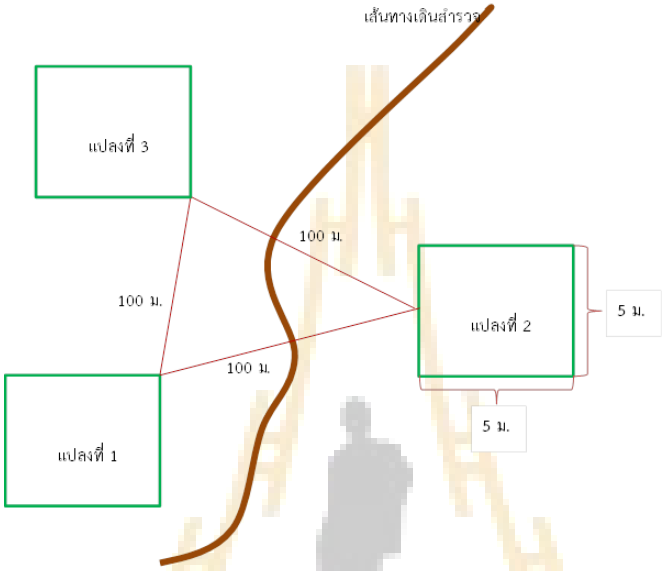
9. อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น ตั้งอยู่ในท้องที่ตำบลขุนซ่อง อำเภอแก่งหางแมว จังหวัดจันทบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 75,000 ไร่ หรือ 120 ตารางกิโลเมตร มีความสูง 802 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลางสภาพป่าของป่าสงวนแห่งชาติขุนซ่อง เป็นป่าที่เคยผ่านการสัมปทานทำไม้มาแล้วซึ่งจากการสำรวจพบชนิดป่าทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ป่าดิบชื้นป่าดิบแล้ง และป่าเต็งรัง พันธุ์ไม้เด่น ได้แก่ กราด กระโดน ส้านเต็ง พะยอม รัง และแสลงใจ เป็นต้น

10. อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ อยู่ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าห้วยเขย่งและป่าเขาช้างเผือกในเขตท้องที่อำเภอททองผาภูมิ และอำเภอสังขละบุรี จังหวัดกาญจนบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 700,000 ไร่ พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อนแนวเขาวางตัวในแนวทิศเหนือ-ใต้เป็นส่วนหนึ่งของเทือกเขาตะนาวศรีความสูงของพื้นที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลประมาณ 100-1,249 เมตรประกอบไปด้วย ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบเขา มีพันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ ไม้ยาง ตะเคียนยางขาว ตะเคียนยมหอม จำปาป่า ประดู่ แดง ตะแบก เสลา ส้าน มะค่าโมง อินทนิล ก่อชนิดต่างๆกำลังเสือโคร่ง มณฑาป่า พระเจ้าห้าพระองค์ กำยาน อบเชย ทะโล้ ไม้พื้นล่างได้แก่ มอสเฟิร์นต่างๆ

11 อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน มีพื้นที่ครอบคลุมท้องที่อำเภอแก่งกระจาน อำเภอหนองหญ้าปล้อง อำเภอท่ายางอำเภอเขาย้อย จังหวัดเพชรบุรี และอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีเนื้อที่ประมาณ 2,915 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,821,875 ไร่ โดยเฉลี่ยสูงประมาณ 500 เมตรจากระดับน้ำทะเลพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นป่าดงดิบชื้น คือ มีประมาณ 80% ของพื้นที่ และอีก 20% เป็นป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ทุ่งหญ้าทั้งยังมีลักษณะเด่นในบางพื้นที่เป็นป่าเต็งรังผสมกับไม้สนซึ่งเป็นสนสองใบตามธรรมชาติ มีพรรณไม้มีค่าทางเศรษฐกิจหลายอย่าง เช่น ตะเคียนทอง ประดู่ มะค่า กฤษณา

12. อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม จ.ตรัง อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมประกอบด้วย ภาคพื้นดินและภาคพื้นน้ำซึ่งเป็นพื้นที่ทางด้านทิศ ตะวันตกของภาคใต้ โดยเป็นพื้นดิน 58,530 ไร่และพื้นน้ำในทะเลอันดามันมหาสมุทรอินเดีย 85,762.5 ไร่ พืชพรรณสามารถจำแนกออกได้ เป็น 5 ประเภท คือป่าดิบชื้น พันธุ์ไม้ที่พบ

โดยทั่วไปได้แก่ ยางวาด ยูง ยางมันใส และไม้ชั้นล่างเป็นพวกที่พบในเขต ป่าดิบชื้นโดยทั่วไปเช่น หวาย เถาวัลย์ เป็นต้นป่าผสมบริเวณภูเขาหินปูน ประกอบด้วยพืชพรรณไม้ที่ขึ้นเฉพาะพื้นที่ เช่น จันทน์ผา เป้ง สลัดไดกล้วยไม้ชนิดต่างๆ เป็นต้นป่าชายหาด พันธุ์ไม้ที่ สำคัญ เช่น สนทะเล เมา กระทิง เป็นต้นป่าชายเลน พืชพรรณที่สำคัญได้แก่ โกงกาง โปรงตะบูน เป็นต้น ด้านหลังป่าชายเลนมีพืชพรรณไม้น้ำกร่อยขึ้นอยู่ เช่น จาก หงอนไก่ทะเลเป็นต้น



ภาพที่ 3.2 การจัดทำแปลงพื้นที่ศึกษาในแต่ละป่า

3.2 อุปกรณ์และสารเคมี

3.2.1 เครื่องมือ

1. กล้องจุลทรรศน์
2. เครื่อง Spectrophotometer
3. เครื่องเพิ่มปริมาณ DNA
4. เครื่องวิเคราะห์ดีเอ็นเอ พร้อมอุปกรณ์ถ่ายภาพ
5. Autoclave ชนิดไฟฟ้า
6. ตู้ปรับอุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสง
7. ตู้เก็บสารเคมีและเครื่องแก้ว

3.2.2 อุปกรณ์

1. แว่นขยาย
2. ถุงมือ รองเท้าบู๊ท
3. มีดคัตเตอร์

4. ซองเก็บตัวอย่าง สมุดบันทึก ปากกา ดินสอ
5. กล้องถ่ายรูป
6. กล่องพลาสติก (Shelter box)
7. หนังสือ เอกสาร เช่น ตำราจำแนกชนิดไลเคน
8. กระดาษ

3.2.3 สารเคมี

1. Potassium hydroxide (10% solution)
2. Calcium hypochlorite
3. Paraphenylenediamine
4. Iodine solution
5. Alcohol solution
6. Distilled water
7. Molecular chemical reagents เช่น Tag DNA polymerase, agarose , DNA extraction kit, molecular DNA marker, primers

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1 การเก็บรวบรวมไลเคน

1. เก็บรวบรวมไลเคนโดยใช้มีดหรือคัดเตอร์ ตัดส่วนที่ไลเคนยึดเกาะ หรือลอกเฉพาะไลเคนด้วยทิชชู ใส่ซองเก็บตัวอย่าง
2. ถ่ายภาพไลเคนบันทึกชนิดของ substrate ที่ไลเคนขึ้นและจดบันทึกลักษณะต่างๆ
3. ทำการเก็บรักษาตัวอย่างไลเคนตามชนิดของไลเคนทำหมายเลขรหัสแต่ละตัวอย่างๆที่เก็บได้

3.2 การจัดจำแนกไลเคน (identification)

เก็บตัวอย่างไลเคนจากพื้นที่ที่กล่าวถึงในตารางที่ 1 ไลเคนถูกนำไปที่ห้องปฏิบัติการเพื่อจำแนกชนิดไลเคน (identification) จำแนกชนิดไลเคนที่เก็บตัวอย่างมา โดยใช้โครงสร้างทางสัณฐานวิทยา เช่น ประเภททัลลัส สีทัลลัส และโครงสร้างการสืบพันธุ์ เป็นต้น ศึกษากายวิภาค การใช้สารเคมีหยดทดสอบ รวมทั้งศึกษาโมเลกุล และใช้คีย์ของ Archer, 2001; Staiger, 2002; Lücking et al., 2009 เพื่อจัดจำแนกชนิดของไลเคน

3.3 ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยา (Morphological)

ศึกษาลักษณะภายนอก (macroscopic feature) เช่นลักษณะรูปร่างของผิวไลเคน โดยใช้กล้องจุลทรรศน์กำลังขยายต่ำ (Olympus-SZX12, Tokyo, Japan) ที่กำลังขยาย X7 ถึง X90 เพื่อตรวจสอบสีทัลลัส รูปร่างและขนาด

3.4 ศึกษาลักษณะกายวิภาค (Anatomy)

ศึกษาลักษณะภายใน (microscopic feature) ตัด section ส่วนต่างๆของไลเคน ในส่วนของทัลลัส ศึกษาเปลือกนอก ชนิดของสาหร่ายและเชื้อรา การกระจายของสาหร่ายและเชื้อรา เป็นต้น ส่วน fruting body ศึกษาสปอร์ สี รูปร่าง ขนาด จำนวนสปอร์ใน ascus สีของผนัง ascocarp การมีหรือการขาดของ crytals และ การแยกและการแบ่งชั้นของ paraphyses โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Olympus-BH2, Tokyo, Japan) กำลังขยาย x40 ถึง x1000

3.5 ศึกษาปฏิกิริยากับสารเคมี (Chemistry)

1. การทดสอบปฏิกริยาการเกิดสี (Color spot test)

ทดสอบการเรืองแสงภายใต้แสงเหนือม่วง (Ultra violet: UV) การตรวจสอบสารเคมีของทัลลัสด้วยเทคนิค Spot test ศึกษาปฏิกรินาการเกิดสีของส่วนต่างๆ ของไลเคน สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (10% Potassium hydroxide, K), แคลเซียมไฮโปคลอไรท์ (Calcium hypochlorite, C), พาราเฟนิลีนไดอะมีน (Paraphyenldiamine, Pd) และสารละลายไอโอดีน (Iodine solution, I) ชั้นผิว (upper cortex) และชั้นเมดูลา (medulla) ของทัลลัส ตรวจสอบปฏิกริยาการเกิดสีหรือการเปลี่ยนสีของชั้นผิว และชั้นเมดูลา การเปลี่ยนสีให้การทดสอบเป็นบวก (+) ในขณะที่สี nonpresence แสดงให้เห็นว่าการทดสอบเป็นค่าลบ (-) (Brodo et al., 2001 และ Orange et al., 2001)

2. การตรวจสอบสารไลเคนด้วยวิธีรงคเลขผิวบาง (Thin layer chromatography, TLC)

ทำการตรวจสอบสารไลเคนด้วยวิธี TLC ตามวิธีการของ White and James (1985), Elix and Ernst-Russell (1993) และ Orange et al. (2001) เป็นการศึกษาที่ระบุสารในทัลลัส โดยการใช้จุดบนแผ่น TLC

3.6 การศึกษาในระดับพันธุกรรม (Molecular)

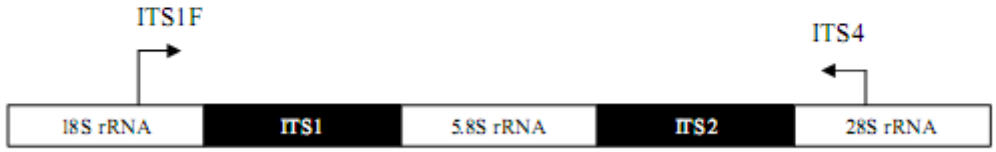
เพื่อศึกษาชนิด และความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมในระดับโมเลกุลของไลเคนสกุล *Graphis*ในประเทศไทยซึ่งบริเวณที่ทำการศึกษาได้แก่ internal transcribed spacer region (ITS) ของ mycobionts nuclear ribosomal DNA, หรือ mitochondrial small subunit ของ ribosomal DNA (mtSSU) หรือ large

subunit of the nuclear ribosomal DNA (nuLSU) โดยทำการสกัดดีเอ็นเอจากตัวอย่างเพิ่มจำนวนโดยเทคนิค polymerase chain reaction (PCR) และส่งหาลำดับเบส (sequencing) โดยใช้ไพรเมอร์ดังในตารางที่ 3.2, 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3.2 ลำดับและแผนภาพ ITS primer

Internal transcribed spacer region (ITS)

Primers	Sequences (5'->3')	References
ITS1F	CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA (22 bp)	GardesandBruns, 1993
ITS4	TCCTCCGCTTATTGATATGC (20 bp)	White et al., 1990



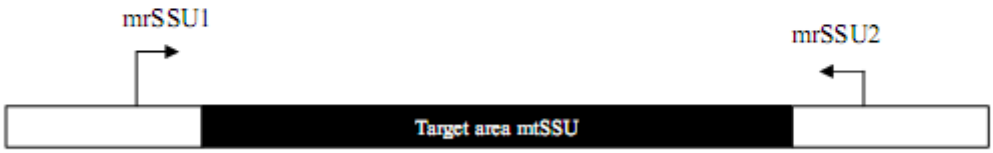
distance 900 bp.

ปฏิกิริยา PCR 30 รอบ โดย 1 นาที ที่ 95°C (denaturation), 1 นาที ที่ 55°C (annealing), 1 นาที ที่ 72°C (extension) และ final extension 10 min 72°C.

ตารางที่ 3.3 ลำดับและแผนภาพ mtSSU primer

Mitochondrial small subunit (mtSSU)

Primers	Sequences (5'->3')	References
mrSSU1	AGCAGTGAGGGATATTGGTC (20bp)	Zoller et al., 1999
MSU7	GTCGAGTTACAGACTACAATC (21bp)	Zhou and Stanosz, 2001



Distance 800 bp.

ปฏิกิริยา PCR 30 รอบ โดย 1 นาที ที่ 95°C (denaturation), 1 นาที ที่ 50°C (annealing), 1 นาที ที่ 72°C (extension) และ final extension 10 min 72°C

ตารางที่ 3.4 ลำดับและแผนภาพ nuLSU primer

Large subunit of nuclear ribosomal region (nuLSU)		
Primers	Sequences (5'->3')	References
nu-LSU-0155	GGGTCCGAGTTGTAATTTGT (20bp)	Doring et al., 2000
nu-LSU-0635	CCGTGTTTCAAGACGGG (17 bp)	Vilgals and Hester, 1990

ปฏิกิริยา PCR 30 รอบ โดย 1 นาที ที่ 95°C (denaturation), 1 นาที ที่ 55°C (annealing), 1 นาที ที่ 72°C (extension) และ final extension 10 min 72°C

นำ PCR product ที่ได้ไปวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน โดยการใช้ Automated DNA sequencer และ primers ทั้งนี้ผู้วิจัยวางแผนที่จะส่งตัวอย่าง purified PCR product ของเชื้อที่ต้องการวิเคราะห์หาลำดับนิวคลีโอไทด์ ไปยังห้องปฏิบัติการที่ให้บริการทางด้าน sequencing เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่าการที่ผู้วิจัยจะทำ sequencing เองข้อมูลของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน ทั้ง 3 ยีนของเชื้อแต่ละตัวจะนำมาเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลในการทำ alignment ของ gene sequences ของแต่ละสายพันธุ์ และการสร้างแผนภูมิวิวัฒนาการ (phylogenetic tree) เพื่อวิเคราะห์ชนิดและความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของไลเคนสกุล *Graphis*

การวิเคราะห์ผล DNA จากแถบ DNA ที่ได้สามารถใช้แยกความแตกต่างของแต่ละตัวอย่าง และบอกความสำคัญทางวิวัฒนาการระหว่างตัวอย่างได้ การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ซึ่งใช้การเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของรูปแบบของ DNA ที่เกิดขึ้น และคำนวณหาค่าความเหมือนทางพันธุกรรมด้วยวิธี simple matchimg ของ similarity index เพื่อใช้ในการจัดกลุ่มศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยเทคนิค UPGMA (Unweighted pair group method using arithmetic average) (Sneath and Sokal, 1973) โดยใช้โปรแกรม NTSYS-pc (Rohlf, 1993) หรือโปรแกรม SPSS และแสดงผลในรูปแบบของ phylogenetic tree

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ความหลากหลายของไลเคน

จากการศึกษาไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยทั้งหมด 12 พื้นที่ดังกล่าวมาข้างต้น โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่าง สามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างไลเคนได้จำนวน 1704 ตัวอย่าง พบไลเคนสกุล *Graphis* spp. 536 ตัวอย่าง พบในประเทศไทย 32 ชนิด ได้ทำการอธิบายและมีภาพประกอบของแต่ละชนิดไลเคนเรียงลำดับจากตัวอักษร (ภาพที่ 4.1-4.32) และหกสิบชนิดของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยแสดงดังคีย์ด้านล่าง

KEY TO THE SPECIES

1	Labia entire	1
	Labia striate	45
2	Excipulum apically	3
	Excipulum completely carbonized	30
3	Expiculum laterally carbonized	4
	Expiculum apically (peripherally) carbonized	*G. streblocarpa*
4	Hymenium inspersed with oil droplets; ascospores transversely septate	5
	Hymenium clear	11
5	Norstictic acid	6
	No substances	8
6	Ascospores 15-45 µm; lirellae variable	7
	Ascospores 40-70 µm long; lirellae erumpent	*G. streimannii*
7	Disc erumpent; Excipulum laterally carbonized	*G. handelii*
	Disc concealed; Lateral thalline margin	*G. cincta*
8	Ascospores 40-80 µm, 11-17-septate	9
	Ascospores 20-40 µm long, 5-11-septate	10
9	Lirellae erumpent, with basal thalline margin	*G. subregularis*
	Lirellae distinctly elongate, with thick lateral thalline margin	*G. intermedians*
10	Disc concealed	*G. lineola*
	Lirellae distinctly elongate, with thick lateral thalline margin	*G. jejuensis*
11	Ascospores transversely septate	12
	Ascospores (terminally to regularly) muriform	25
12	Ascospores 45-135 µm	13
	Ascospores 15-45 µm	17
13	Norstictic or stictic acid	14
	No substances	*G. pavoniana*
14	Lirellae variable; labia thick	15
	Lirellae prominent to sessile, with thick lateral thalline margin	*G. dussii*

15 Lirellae emergent to prominent, with apically thin thalline margin, strait to curved, sparsely branched .....*G. koratensis*

Lirellae immersed to erumpent, with (thick) lateral thalline margin..... 16

16 Lirellae elongate and irregularly branched; thallus smooth to uneven; ascospores 45–135 µm .....*G. longispora*

Lirellae radiately branched; ascospores 60-100 µm.. ..... *G. longiramea*

17 Norstictic, salazinic, stictic, or protocetraric acid.....18

No substances.. 22

18 Salazinic and norstictic acid.....19

Salazinic acid only.. 21

19 Lirellae variable, short and sparsely branched.....*G. librata*

Lirellae elongate, irregularly branched.. 20

20 Disc exposed, white-pruinose..... ....*G. pyrrhocheiloides*

Disc concealed; white-pruinose..*G. caesiella*

21 Lirellae irregularly branched with basal to lateral thalline margin or labia pruinose .....*G. dendrogramma*

Lirellae erumpent, short to elongate and irregularly branched.. .....*G.supracola*

22 Lirellae prominent, with basal thalline margin, elongate and irregularly branched, excipulum laterally carbonized.....*G. librata*

Lirellae erumpent, short to elongate, thin, flexuose, with gently sloping thalline margins..... 23

23 Lirellae irregularly branched.....24

Lirellae thin branched.. ..... *G. furcata*

24 Lirellae irregularly branched; excipulum laterally carbonized; ascospores 25-35 × 10-12 µm..... ...*G. pinicola*

Lirellae irregularly branched; ascospore 9-15 µm.....*G. elongata*

25 Norstictic, salazinic, or stictic acid 26

No substances.. 29

26 Ascospores 1(-2) per ascus, (40-)50-150 µm 27

Ascospores (2-)4-8 per ascus, 20-50 µm.. 28

27 Lirellae erumpent, with (thick) lateral thalline margin, elongate and irregularly branched....*G.subserpentina*

Lirellae erumpent to prominent, with apically thick complete thalline margin, short and unbranched.. ...*G. rongklaensis*

28 Lirellae prominent, with basal thalline margin..... ...*G. analoga*

Lirellae erumpent, with lateral thalline margin.....*G. renschiana*

29 Lirellae with basal thalline margin; ascospores 30-40 µm.....*G. consimilis*

Lirellae with lateral thalline margin; ascospores 30-50 µm.. ....*G. nanodes*

30 Hymenium clear.....31

Hymenium inspersed.. 44

31 Ascospores transversely septate 32

Ascospores (terminally to regularly) muriform.. ..... *G. acharii*

32 Ascospores 50-120 µm.....33

Ascospores 15-50 µm.. 39

33 Lichexanthone (UV+ yellow); lirellae prominent.....*G. sauroidea*

Lichexanthone absent (UV−); lirellae and ascospores variable.. 34

34 Norstictic, stictic, and/or salazinic acids.....35

No substances.. 38

35 Stictic acid, norstictic and salazinic acids absent (K+ yellow), lirellae prominent, with thick lateral thalline margin, elongate and irregularly branched.....*G. rustica*

Norstictic and/or salazinic acid present, sometimes additionally stictic acid 36

36 Lirellae prominent; ascospores 60-120 µm .....*G. marginata*

Lirellae prominent.....37

37 Lirellae with thick lateral thalline margin, norstictic acid .....*G. nigrocapa*

Lirellae with complete thalline margin; salazinic and stictic acid .....*G. assamensis*

38 Ascospores 70-130 µm.....*G. rhizocola*

Ascospores 40-70 µm 42

39 Lirellae immersed to erumpent, with lateral thalline margin .....*G. subdisserpens*

Lirellae prominent, with (thick) lateral to complete thalline margin 40

40 Labia white pruinose .....*G. seminuda*

Labia non-pruinose 41

41 Lirellae very long and radiately branched, lateral thalline margin thin .....*G. falvovirens*

Lirellae elongate and irregularly branched, lateral thalline margin thick.....*G. descissa*

42 Norstictic acid 43

No substances ..... *G. intricata*

43 Lirellae erumpent, with lateral thalline margin.....*G. assimilis*

Lirellae prominent, lacking thalline margin ....*G. emersa*

44 Ascospores transversely septate .....*G. arbusculaeformis*

Ascospores (terminally to regularly) muriform .....*G. subvelata*

45 Excipulum apically (to peripherally) carbonized only, inner and basal parts noncarbonized, hymenium clear ...46

Excipulum laterally to completely carbonized; hymenium clear or rarely inspersed..... 53

46 Ascospores transversely.....47

Ascospores (terminally to regularly) muriform.. ..... *G. semirigida*

47 Norstictic and/or stictic acid 48

No substances 51

48 Norstictic acid, sometimes additionally stictic acid 49

Stictic acid only..... 50

49 Norstictic, stictic, and constictic acids; ascospores 20-60 µm long; lirellae prominent, with basal thalline margin, short and sparsely branched.....*G. subvittata*

Norstictic acid only; ascospores 75–100 µm long; lirellae prominent, with apically thin complete thalline margin, elongate and irregularly branched.....*G. trichospora*

50 Lirellae erumpent, with lateral thalline margin, ascospores 30-50 µm .....*G. vittata*

Lirellae erumpent to prominent, lacking thalline margin, short and sparsely branched; ascospores 20–40 µm.....*G. stenotera*

51 Labia white-pruinose 52

Labia non-pruinose ..... *G. proserpens*

52 Ascospores 15–17-septate, 30–48 × 6–8 µm .....*G. glaucocinerea*

Ascospores 7–9-septate, 25–35 × 5–7 μm.....*G. glaucescens*

53 Excipulum laterally carbonized, basally absent or thin and non-carbonized.....54

Excipulum completely carbonized, basal carbonized part thin to thick..... 57

54 Norstictic acid .....*G. verminosa*

No substances 55

55 Ascospores small.....56

Ascospores small to medium-sized (30–65 μm long); lirellae prominent, lacking or with basal thalline margin, elongate and irregularly branched..... *G. striatula*

56 Lirellae erumpent to prominent, elongate and irregularly brancehed, ascospore 7-11-septate.....*G. duplicata*

Lirellae erumpent, with lateral thalline margin, short and sparsely branched, ascospore 5-9-septate .....*G. tenella*

57 Hymenium inspersed.....58

Hymenium clear..... 59

58 Ascospores terminally muriform, lirellae prominent .....*G. phaeospora*

Ascospore regularly muriform, lirellae variable..... *G. subflexibilis*

59 Ascospores transversely septate 60

Ascospores (terminally to regularly) muriform 63

60 Norstictic acid 61

No substances 62

61 Lirellae erumpent to prominent, with persistent, apically thin thalline margin, elongate and irregularly branched, with fine striation; ascospores 6-10 μm.....*G. leptospora*

Lirellae prominent, with thin thalline margin that often flakes off to expose black labia, short and sparsely branched, with very distinct and coarse striation; ascospores 15-21 μm .....*G. lumbricina*

62 Lirellae erumpent to sessile, lacking thalline margin or with basal thalline margin; short and sparsely branched; ascospores 30-50 × 7-13 μm .....*G. rimulosa*

Lirellae erumpent, with lateral thalline margin, elongate and irregularly branched, short and sparsely branched; ascospores 50-70 × 10-13 μm.....*G. longula*

63 Ascospores terminally muriform, with longitudinal septa in terminal segments; lirellae prominent, with apically thin complete margin, elongate and irregularly branched; norstictic acid .....*G. norvestitoides*

Ascospores regularly muriform or submuriform with at least a few longitudinal septa in middle segments, 1-2 per ascus; lirellae erumpent, with lateral thalline margin; no substances..... .....*G. myrtacea*

1. *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส แบ่งชั้นชัดเจน สีขาว สีขาวปนเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด **ลาเบีย** ไม่มีผลึก ไลเรลเลต ยกตัวเล็กน้อยถึงโดเด่น ขนาด 1.0-6.0 × 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 115-150 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 4-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 50-95 × 25-35 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K+ เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-1500 เมตร

การแพร่กระจาย: พบในประเทศอินเดียและ Eastern Palaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-611 (SUT) พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-194 (SUT) พบที่ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-448 (SUT) พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-1015 (SUT) พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ กาญจนบุรี

ภาพที่ 4.1 *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2. Graphis *assimilis* Nyl.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีครีม ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิดหรือเปิดเล็กน้อย กึ่งฝังจมถึงยกตัวเล็กน้อย ผนังบาง โค้งงอ เป็นเส้นเดี่ยวหรือแตกแขนง ขนาด 0.5-4 × 0.1-0.5 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 95-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-11 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 28.5-45 × 8-10 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K+ เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ภาคกลางและภาคใต้ของประเทศสหรัฐอเมริกา อินโดนีเซีย สิงคโปค์ Eastern Plaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-135 (SUT) พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-78 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-374 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร; Pitakpong-741 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี; Pitakpong-841 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว; Pitakpong-1321 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.2 *Graphis assimilis* Nyl.

3. *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวออกจาง ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิดกระจายทั่วไปบนแทลลัส เป็นเส้นเดี่ยว ตรง โค้งงอ ขนาด 0.5-2.0 × 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง เปิดชัดเจนที่ฐาน **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 110-140 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 5-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 26-40 × 7-10 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K+ เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 50-500 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ภาคตะวันตกของประเทศอินเดีย ประเทศคอร์สตาริกา อินเดีย ญี่ปุ่น ฟิลิปปินส์

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-162 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-35 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-847 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-905 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1446 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.3 *Graphis cincta* (Pers.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

4. *Graphis descissa* Müll. Arg.

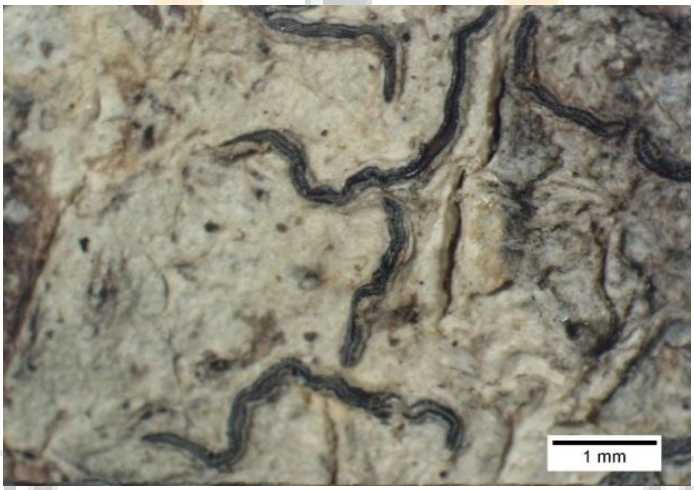
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวปนเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด **ลาเบีย** ไม่มีผลึก ไลเรลเลต ยาวและแตกแขนงไม่เป็นระเบียบ ขนาด 1.0-3.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียตรง ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 105-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 5-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 25-40 × 7.5-10 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K+ เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-2000 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ออสเตรเลีย Neotropics และ Eastern Palaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-618 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอนอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-542 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-108 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-412 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-708 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1085 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 4.4 *Graphis descissa* Müll. Arg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

5. Graphis duplicata Ach.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีครีม ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ไม่แตกแขนง ขนาด 1.0-3.0 x 0.2-0.4 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียตรง ขนานตามยาว มีผลึกคริสตัลอยู่ในเอกซิเปิล **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-11 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 35-45 × 6.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ออสเตรเลีย Neotropics และ Eastern Palaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-42 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-355 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-483 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-821 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1421 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.5 *Graphis duplicata* Ach.

6. *Graphis emersa* Mull.Arg.

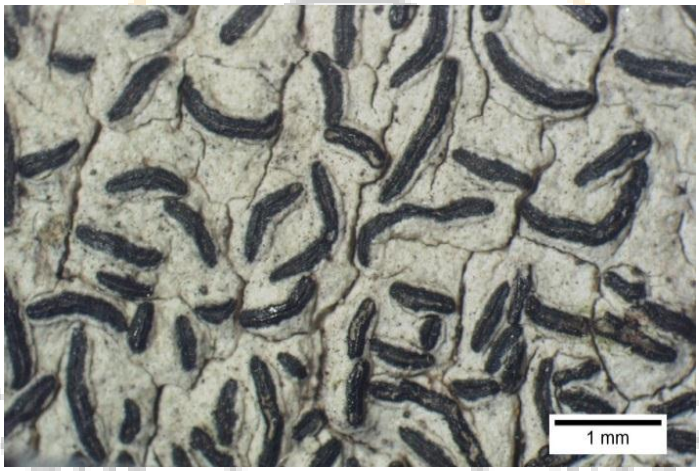
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวปนเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ไม่แตกแขนง ขนาด 1.0-3.0 × 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 105-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 7-11 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 32-45 × 7.5-8.5 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-1900 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศไทย ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-627 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-518 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-51 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-474 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-723 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1143 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 4.6 *Graphis emersa* Mull.Arg.

7. *Graphis elongata* Zenker.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวจาง ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด แตกแขนงแบบสมมาตรด้านข้างหรือรัศมี โค้งงอเล็กน้อย ขนาด 1.0-3.0 x 0.2-0.4 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-110 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 10-16 ผนัง แอสโคสปอร์ขนาด 55-75 × 10-13.5 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-1900 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศบราซิลและออสเตรเลีย

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-645 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-69 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-491 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-745 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1198 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.7 *Graphis elongata* Zenker.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

8. *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวปนเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด **ลาเบีย** ไม่มีผลึก ไลเรลเลต ยาวและแตกแขนงแบบสมมาตรด้านข้าง ขนาด 1.0-6.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียไม่มีผลึก ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 4-8 ผนัง แอสโคสปอร์ขนาด 18-40 × 5.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดีย Neotropics และ Eastern Palaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-76 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-263 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-783 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-823 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1342 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.8 *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw.

9. *Graphis furcata* Fée.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีเทาปนขาว ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 0.5-3.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง เปิดชัดเจนที่ฐาน **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 60-95 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 20-32 × 6-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-850 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ภาคกลางและทางใต้ของอเมริกา แอนโกลา และ ฟิลิปปินส์

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-146 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-241 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-808 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-976 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1263 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี Pitakpong-1463 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.9 *Graphis furcata* Fée.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

10. *Graphis glaucescens* Fée

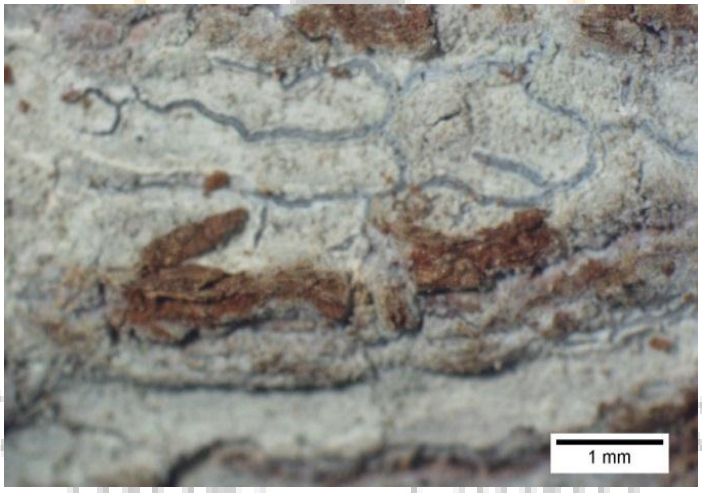
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีครีม ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ไลเรลเลต ยาวและแตกแขนงแบบสมมาตรด้านข้าง ขนาด 1.0-3.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียไม่มีผลึก ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 100-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 6-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 28-45 × 7-8.5 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าสน และป่าดิบเขาที่ระดับความสูง 300-2000 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศออสเตรเลีย และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-678 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-593 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-415 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-771 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1230 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 4.10 *Graphis glaucescens* Fée.

11. *Graphis handelii* Zahlbr.

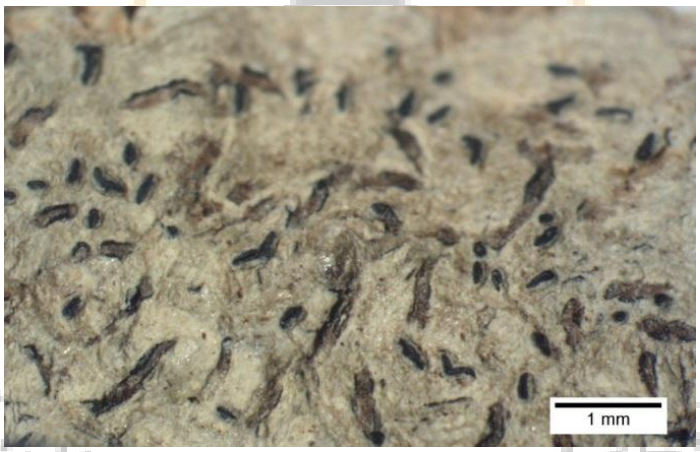
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีครีม สีครีมถึงสีเหลืองเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ไม่แตกแขนง ขนาด 0.5-2.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้างหรือสีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยคริสตัลเล็กๆ **ชั้นไฮเมเนียม** สีใสมีหยดน้ำมัน หนา 85-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 6-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 25-40 × 6-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 50-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศปรากวัย อินเดีย จีน และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-149 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-53 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-403 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-1211 (SUT);พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี Pitakpong-1463 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง



ภาพที่ 4.11 *Graphis handelii* Zahlbr.

12. *Graphis hossei* Vain.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ไม่แตกแขนง ขนาด 1.0-3.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว ส่วนใหญ่ประกอบไปด้วยคริสตัลเล็กๆ **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 115-150 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 4-8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 12-17 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 58-85 × 9-13 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง -50-2000 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศครอสตาริกา ไทย จีน อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-656 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-53 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-368 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-817 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1093 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี Pitakpong-1315 (SUT). พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.12 *Graphis hossei* Vain.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

13. *Graphis intricata* Fée.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีครีม ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ลาเบียไม่มีผลึก ไลเรลเลตยาวถึงยาวมาก แตกแขนงแบบสมมาตรออกด้านข้างถึงรัศมี ขนาด 1.0-3.0 × 0.2-0.5 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียตรง ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 5-7 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 15-28 × 6.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง -50-2000 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่อเมริกาใต้ อินเดียและ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-47 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-770 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-819 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1326 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี Pitakpong-1576 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.13 *Graphis intricata* Fée.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

14. *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan.& Kashiw.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีเทาอมขาว ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 0.5-3.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง เปิดชัดเจนที่ฐาน **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 70-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 7-9 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 18.5-25 × 5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-1800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศเกาหลีใต้

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-695 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-579 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-157 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-33 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-492 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-785 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1076 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.14 *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw.

15. *Graphis librata* C. Knight.

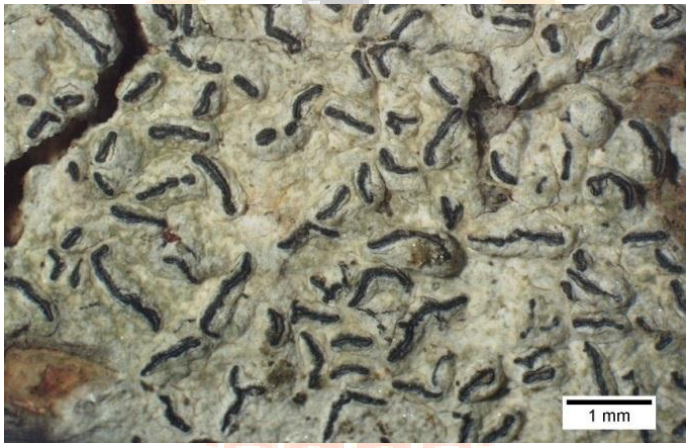
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวเทาถึงเหลือง ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ไม่แตกแขนง ขนาด 0.5-2.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้างหรือสีดำสมบูรณ์ ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว ส่วนใหญ่ประกอบด้วยคริสตัลขนาดเล็ก **ชั้นไฮเมเนียม** สีใสมีหยดน้ำมัน หนา 85-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 6-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 25-32 × 6-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสนและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 350-2000 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศสหรัฐอเมริกา แอฟริกาใต้ อินเดีย นิวซีแลนด์ และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-672 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-525 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-478 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-1062 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี



ภาพที่ 4.15 *Graphis librata* C. Knight.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

16. *Graphis lineola* Ach.

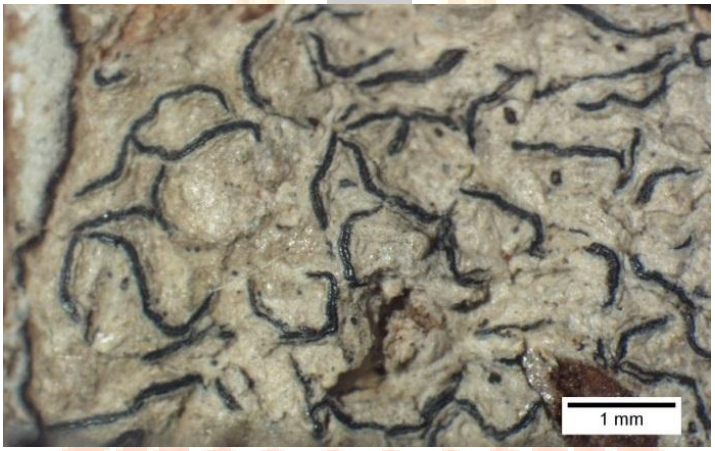
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ลาเบียไม่มีผลึก ขนานตามยาว ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 5-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 25-40 × 6-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 300-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศครอสตาริกา และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-86 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-322 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-822 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1285 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี



ภาพที่ 4.16 *Graphis lineola* Ach.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

17. *Graphis longiramea* Müll. Arg.

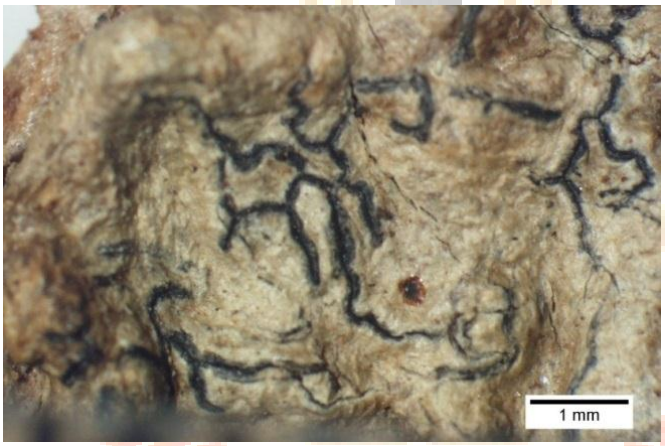
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีเขียวอมเหลือง ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-6.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 185-210 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 9-18 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 80-95 × 7-13 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-700 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดียและ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-308 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-834 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-995 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1530 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง



ภาพที่ 4.17 *Graphis longiramea* Müll. Arg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

18. *Graphis longula* Kremp.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากสีดำ ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียตรง ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 105-150 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 5-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 45-70 × 6-10 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-1300 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศบราซิลและ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-547 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-54 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-948 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1181 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.18 *Graphis longula* Kremp.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

19. *Graphis nanodes* Vain.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทาถึงดำเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากสีดำ ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 7-12 × 3-7 ผนังกั้นตามยาว แอสโคสปอร์ ขนาด 25-40 × 8-12 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 50-1500 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศฟิลิปปินส์ เกาหลีใต้และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-352 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-856 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-913 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1457 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.19 *Graphis nanodes* Vain.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

20. *Graphis nigrocarpa* Adaw.& Makhija.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.5-6.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 95-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 10-15 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 45-55 × 7.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดียและ Eastern Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-72 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-301 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-884 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1005 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1350 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี Pitakpong-1680 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.20 *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija.

21. *Graphis pinicola* Zahlbr.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวอมเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 90-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 25-40 × 6.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 80-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ฟลอริดาและ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-64 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-476 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-941 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-855 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1291 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี Pitakpong-1597 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.21 *Graphis pinicola* Zahlbr.

22. *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวอมเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 80-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 20-40 × 7.5-15 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-1500 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ฟลอริดาและ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-501 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-450 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-833 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1327 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี Pitakpong-1423 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.22 *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

23. *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทาถึงดำเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-4.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 85-100 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 15-20 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 75-100 × 12-16 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 300-1800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่อเมริกาใต้ อังกฤษ บราซิล ครอสตาริกา และ Neotropicl

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-632 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-481 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-723 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1053 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี Pitakpong-1309 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.23 *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves.

24. *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทา ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-3.0 x 0.1-0.4 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ลาเบียเรียบ **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 78-120 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 8-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 30-48 × 7.5-12 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศออสเตรเลีย

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-24 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-706 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-802 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-957 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1519 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง

ภาพที่ 4.24 *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

25. *Graphis seminuda* Müll. Arg.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทา ผิวเรียบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-5.0 x 0.2-0.4 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ลาเบียเรียบ **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 95-140 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัส แอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 12-18 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 45-65 × 7.5-12 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-1800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดีย และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-683 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-515 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-498 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-1064 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี Pitakpong-1252 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.25 *Graphis seminuda* Müll. Arg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

26. *Graphis streblocarpa* (Bel.)Nyl.

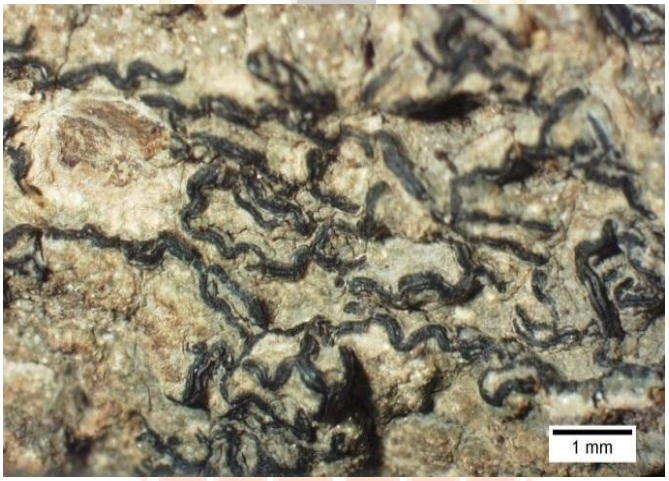
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทา สีเทาอมเขียว ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-6.0 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง บางครั้งพบสีดำที่ด้านปลาย ส่วนใหญ่ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 155-180 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 1-4 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 78-90 × 25-30 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 80-1200 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดีย ไทย ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย Neotropics และ Eastern Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-407 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-735 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-1482 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมจังหวัดตรัง



ภาพที่ 4.26 *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

27. *Graphis subserpentina* Nyl.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-3.0 x 0.2-0.4 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง บางครั้งพบสีดำที่ด้านปลาย ส่วนใหญ่ขอบไลเรลเลตมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 140-185 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 1-2 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 85-120 × 28.5-35 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K + เหลือง, turning red, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย สิงคโปรค์ ฟิลิปปินส์ ออสเตรเลีย และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-184 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-97 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-329 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบจังหวัดมุกดาหาร Pitakpong-729 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-968 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1125 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี Pitakpong-1301 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี

ภาพที่ 4.27 *Graphis subserpentina* Nyl.

28. *Graphis subvelata* Stirt.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาวอมเทา สีเหลืองอมขาว ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-4.0 × 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** สีใสมีหยดน้ำมัน หนา 80-95 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 6-10 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 28-45 × 8-12 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-700 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศไทย ออสเตรเลีย และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-509 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-81 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-416 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-742 (SUT).พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี

ภาพที่ 4.28 *Graphis subvelata* Stirt.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

29. *Graphis tenella* Ach.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีขาวอมเทา สีเหลืองอมขาว ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเชีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 0.5-3.5 x 0.15-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำด้านปลาย ขอบไลเรลเลตที่ฐานมีสาหร่าย ลาเบียเรียบ ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 68-90 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 4-8 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 17.4-20.8 × 6.8-9.2 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: ไม่พบสารไลเคน, แทลลัส PD -, K -, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศบราซิล ออสเตรเลีย อาร์เจนตินา ครอสตาริกา โซคอสตาร์ แซนซิบาร์ ญี่ปุ่น ฮาวาย อินโดนีเซีย ปาปัวนิวกินี นิวคลาโดเนีย นิวซีแลนด์ และ Pantropical

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-73 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-422 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-899 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-990 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นจังหวัดจันทบุรี Pitakpong-1188 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิจังหวัดกาญจนบุรี

ภาพที่ 4.29 *Graphis tenella* Ach.

30. *Graphis verminosa* Müll. Arg.

ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีขาว สีครีม ผิวเรียบและทึบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 1.0-3.0 x 0.2-0.5 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำเฉพาะด้านข้าง ขอบไลเรลเลตมีสาหร่ายลาเบียตรง ขนานตามยาว **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 105-140 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 18-30 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 55-85 × 6.5-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K +เหลือง, turning red, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-1500 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินเดีย และ Eastern Palaeotropics

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-667(SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติดอนอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-543 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-172 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา Pitakpong-15 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูจอง-นางอยจังหวัดอุบลราชธานี Pitakpong-456 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าจังหวัดพิษณุโลก Pitakpong-764 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี

ภาพที่ 4.30 *Graphis verminosa* Müll. Arg.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

31. *Graphis vittata* Müll. Arg.

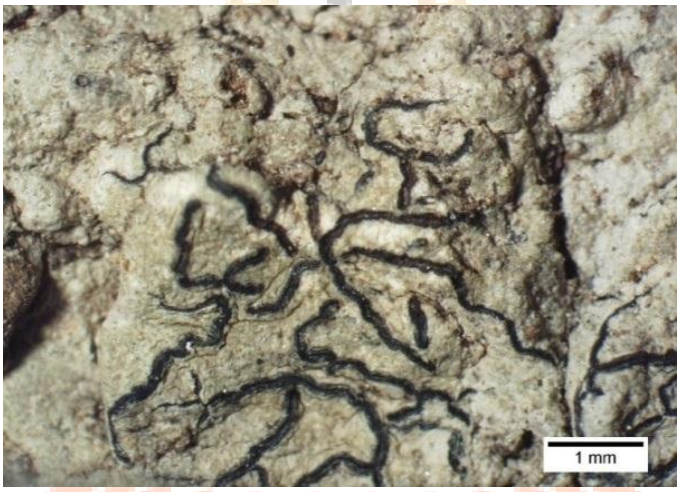
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส สีครีม สีเทาอมเขียว ผิวเรียบ **แอโพทีเซีย** แบบไลเรลเลต สีดำ ปากปิด ขนาด 0.5-4.5 x 0.1-0.3 ไมโครเมตร **เอกซิเปิล** สีดำที่ด้านปลาย ขอบไลเรลเลตมีสาหร่ายลาเบียตรง **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 80-110 ไมโครเมตร **พาราไฟซีส** เป็นเส้นเดี่ยว **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 7-11 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 35.5-55.5 × 6.8-8 ไมโครเมตร ทดสอบไอโอดีน + เป็นสีน้ำเงิน

สารไลเคน: พบสาร Stictic acid, แทลลัส PD + ส้ม, K +เหลือง, C -, KC -

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-800 เมตร

การแพร่กระจาย: พบที่ประเทศอินโดนีเซีย จีน และ ไต้หวัน

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong-536 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาลจังหวัดเชียงใหม่ Pitakpong-755 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติพุเตยจังหวัดสุพรรณบุรี Pitakpong-945 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติปางสีดาจังหวัดสระแก้ว Pitakpong-1374 (SUT); พบที่อุทยานแห่งชาติแก่งกระจานจังหวัดเพชรบุรี



ภาพที่ 4.31 *Graphis vittata* Müll. Arg.

New species

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

32. *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak, Lücking

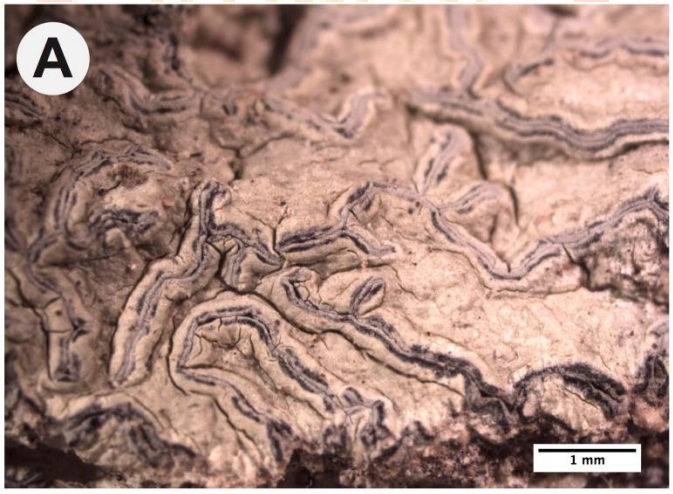
ลักษณะทั่วไป: แทลลัสแบบครัสโตส เส้นผ่านศูนย์กลาง 3-6 เซนติเมตร สีเทาหรือสีเทาอมเขียว ผิวเรียบ ชั้น cortex หนา 10-15 ไมโครเมตร ชั้น algal 50-75 ไมโครเมตร ชั้น medulla หนา 100-150 ไมโครเมตร มีผลึกของแคลเซียมออกซาเลต **แอสโคมาตา** แบบไลเรลเลต โผล่ออกมาถึงโดดเด่น ลักษณะตรงถึงโค้ง แตกแขนงที่ปลาย ขนาด 2-7 x 0.3-0.5 x 0.1-0.15 มิลลิเมตร ลาเบียหนา สีดำ **เอกซิเปิล** สีดำสมบูรณ์ หนา 100-140 ไมครเมตร **ชั้นไฮเมเนียม** ใส หนา 100-150 ไมโครเมตร แอสซี่ ขนาด 20-25 × 110-140 ไมโครเมตร **แอสโคสปอร์** มี 8 สปอร์ต่อแอสคัส แอสคัสแอสโคสปอร์ สีใส มีผนังกั้นตามขวาง 11-19 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 70-115 × 9-15 ไมโครเมตร

สารไลเคน: พบสาร Norstictic acid, แทลลัส K +เหลือง, C -, P + ส้ม, UV -, คริสตัลรูปเข็ม

แหล่งที่พบ: บนเปลือกไม้ในป่าเต็งรัง ที่สถานีวิจัยสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา ที่ระดับความสูง 380 เมตรจากระดับน้ำทะเล

หมายเลขตัวอย่างในประเทศไทย: Pitakpong D205 (SUT); พบที่สถานีวิจัยสะแกราชจังหวัดนครราชสีมา

ข้อสังเกต: สายพันธุ์ใหม่นี้มีความเกี่ยวข้องกับ *G. caesiella* Vain ในส่วนของลาเบีย, ไลเรลเลต ยาวและแตกแขนงแตก แต่ยังแตกต่างกันที่สีของแทลลัส แอสโคสปอร์ และสีของการทดสอบปฏิกิริยา K ในขณะที่สายพันธุ์ใหม่มี thallus สีเทาหรือสีเทาอมเขียวและมีสปอร์ขนาดใหญ่ *G. caesiella* Vain. มีแทลลัสสีขาว แอสโคสปอร์มีขนาดเล็ก (20-40 × 6-8 ไมโครเมตร) สายพันธุ์ใหม่ยังได้รับการทดสอบ K + .ให้สีเหลือง ในขณะที่ *G. caesiella* Vain ผ่านการทดสอบ K + ให้สีส้มแดง



ภาพที่ 4.32 *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak, Lücking

4.2 สายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของไลเคนสกุล *Graphis*

การศึกษาสายสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของไลเคน *Graphis* ใช้สองยีนได้แก่ยีนของ small mitochondrial DNA ribosomal (mtSSU) และ large nuclear DNA ribosomal (nuLSU) เพื่อระบุชนิดที่มี ความเป็นไปได้มากที่สุดและการวิเคราะห์แบบ Bayesian ถูกนำมาใช้ในการศึกษาความสัมพันธุ์ทางพันธุกรรมเกี่ยวกับวิวัฒนาการของสายพันธุ์ *Graphis* จากข้อมูล 48 ตัวอย่าง (ตารางที่ 4.1) ที่เป็นตัวแทนถูกรวบรวมโดยใช้ลำดับเบส mtSSU และ nuLSU ตัวอย่างและลำดับที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลแสดงในตารางที่ 4.2 ชนิดเหล่านี้รวมทั้ง *Diorygma antillarum* และ *Diorygma minisporum* จาก GenBank ได้รับการคัดเลือกเป็นกลุ่มนอก (out group) จากการศึกษาวิวัฒนาการในสกุล *Graphis* โดย Nelsen et al. (2012); Rivas Plata et al. (2013) มีการสร้างลำดับใหม่ 4 ลำดับ ได้แก่ mtSSU 2 ลำดับ และ nuLSU 4 ลำดับ การรวมข้อมูลกันของเมทริกซ์ที่มีความใกล้ชิดกันถึง 42 ลักษณะจากการวิเคราะห์วิวัฒนาการของ 21 ลักษณะของ mtSSU และ 34 ลักษณะของ nuLSU การสร้างต้นไม้วิวัฒนาการ (phylogenetic tree) เกิดจากชุดข้อมูลที่รวมและแยกโดยยึดตาม Maxximmum likelihood และการวิเคราะห์แบบ Bayesian

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้แบ่ง Graphidaceae ออกเป็นสองสายวิวัฒนาการ คือสายของ *Allographa* และ *Graphis* (ภาพที่ 4.33) ในสกุล *Allographa* รวมถึงชนิดของ *Graphis cinerea* กลุ่มที่มีแอสโคสปอร์ขนาดใหญ่ ส่วนในสกุล *Graphis* รวมถึงกลุ่มที่มีแอสโคสปอร์ขนาดเล็ก นอกจากนี้สัณฐานวิทยาของแทลลัสยังดูเหมือนจะเป็นตัวทำนายที่ดีของความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของ *Graphis* และ *Allographa* (Rivas Plata et al., 2013) การวิเคราะห์วิวัฒนาการของสกุล *Graphis* ดำเนินการโดยใช้ลำดับของ mtSSU และ nuLSU ในการวิเคราะห์นี้ใช้ 48 แทกซา มีปัญหามากในการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับ mtSSU และ nuLSU เนื่องจากความคลุมเครือของลำดับเบสทำให้ยากในการเทียบเคียงและบางตัวอย่างไม่สามารถเพิ่มจำนวนดีเอ็นเอได้ ดังนั้นมากกว่าครึ่งหนึ่งของตัวอย่างถูกแยกออกจากการวิเคราะห์นี้และมีเพียงสี่ตัวอย่างที่ถูกวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์ที่จำกัดนี้แสดงให้เห็นว่าการสนับสนุนแผนภาพต้นไม้ค่อนข้างดีและจำเป็นต่อการรวมพื้นที่นี้ไว้ในการวิเคราะห์ ในการวิเคราะห์นี้ได้ใช้ลำดับเบสจากตัวอย่าง *Graphis* sp. A (Pitakpong A04 (มทส.); Pitakpong 311 (มทส.); Pitakpong D205 (มทส.); Pitakpong E108 (มทส.)) ผลการวิเคราะห์ได้ค่าที่สูงจากการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นสูงสุดและความน่าจะเป็นหลังจากการวิเคราะห์แบบ maximum likelihood และแบบ Bayesian (ML = 98; PP = 0.98 ตามลำดับ) ซึ่งใช้ยืนยันชนิดใหม่ของ *Graphis* sp. A (ชนิดใหม่) ชื่อคือ *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak, Lücking ตามที่ Grube และ Kroken (2000) ได้จำแนกชนิดใหม่เป็นไปได้เมื่อการแสดงออกของยีนเดี่ยวแสดงให้เห็นถึง monophyly ที่ได้รับการสนับสนุนอย่างมากจากเชื้อสายที่สอดคล้องกันและยังได้รับการสนับสนุนจากลักษณะฟีโนไทป์ที่ชัดเจน อย่างไรก็ตามในกรณีของเราในตอนนี้ดูเหมือนว่าจะดีกว่าเมื่อพิจารณาตัวอย่างของ *Graphis koratensis* เนื่องจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาการ การกระจายพันธุ์และข้อมูลทางนิเวศวิทยาไม่ได้ระบุถึง *Graphis koratensis* อย่างชัดเจน *Graphis koratensis* ก่อให้เกิด monophyletic clade)ที่ได้รับการสนับสนุนอย่างแท้จริงจาก *Graphis caesiella* (ภาพที่ 4.33) ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของ *Graphis koratensis* มีความสัมพันธ์กับ

Graphis caesiella แต่ตำแหน่งวิวัฒนาการของ *Graphis koratensis* ถูกแยกออกจาก *Graphis caesiella* อย่างชัดเจนโดยมีความแตกต่างในลักษณะทางสัณฐานวิทยาบางอย่างในแง่ของสีของแทลลัส แอสโคสปอร์ และสีของการทดสอบปฏิกิริยา K *Graphis koratensis* แทลลัสมีสีเทาหรือสีเทาอมเขียวและสปอร์ที่มีขนาดใหญ่ *Graphis caesiella* แทลลัสมีสีขาว แอสโคสปอร์มีขนาดเล็ก (20-40 × 6-8 ไมโครเมตร) *Graphis koratensis* ยังได้รับการทดสอบ K + ให้สีเหลือง ในขณะที่ *G. caesiella* Vain ผ่านการทดสอบ K + ให้สีส้มแดง (Lücking et al., 2009) ตำแหน่งวิวัฒนาการชาติพันธุ์ของ *Graphis koratensis* ใกล้เคียงกับ *Graphis handelii* ค่อนข้างน่าแปลกใจ แต่จากการศึกษาทางสัณฐานวิทยา *Graphis handelii* เป็นแบบ non pruinose เอกซิเปิล สีดำด้านข้าง แอสโคสปอร์มีผนังกั้น 5-11 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 20-40 × 6-9 ไมโครเมตร แต่ *Graphis koratensis* มี pruinose แอสโคสปอร์มีผนังกั้น 11-19 ผนัง แอสโคสปอร์ ขนาด 70-115 × 9-15 ไมโครเมตร (Lücking et al., 2009)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

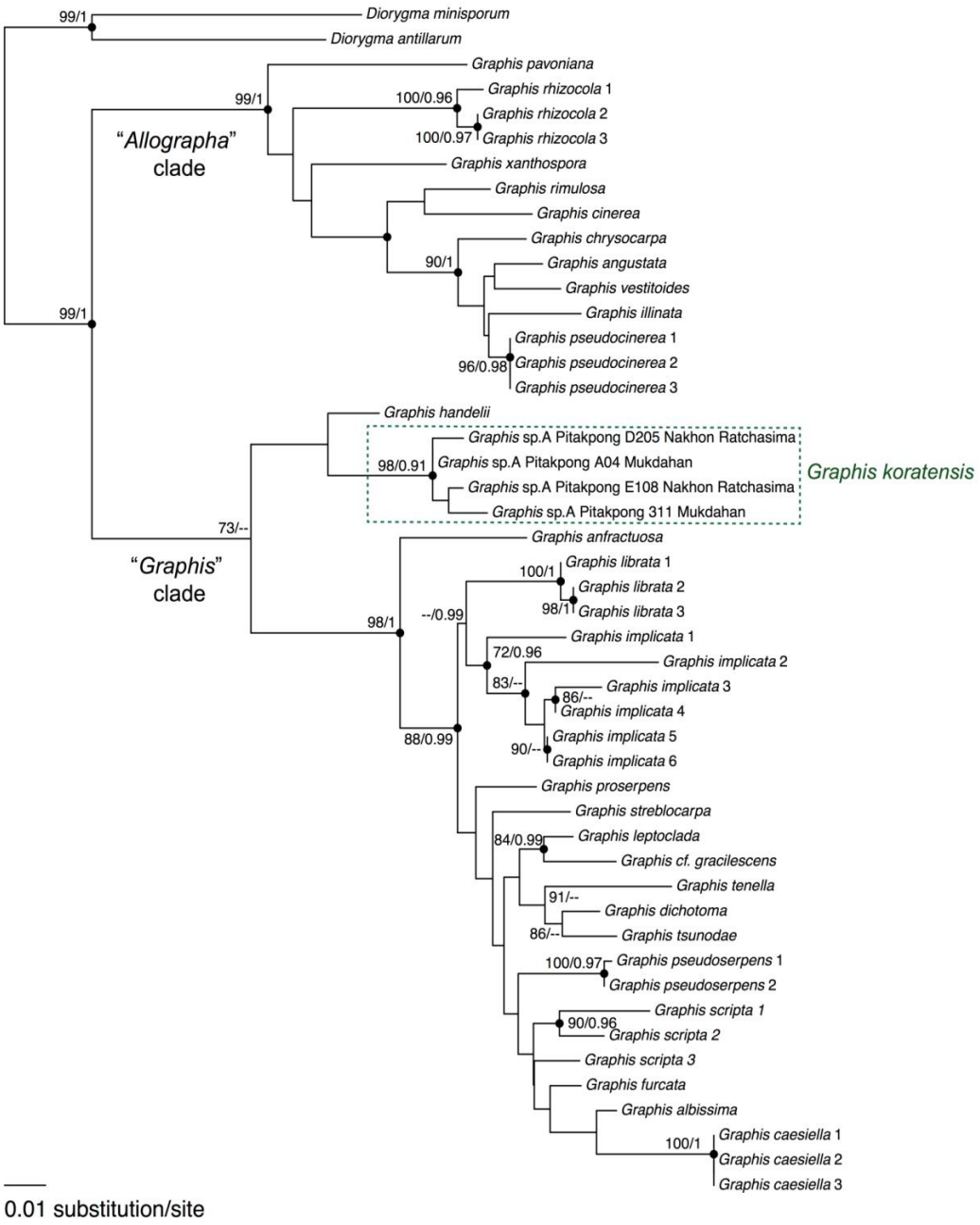
ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาสถานะทั่วไปของสกุล *Graphis* รายละเอียดการเก็บข้อมูลอ้างอิงและหมายเลข GenBank

Species	Voucher information	GenBank Acc. No.	
		mtSSU	nuLSU
Diorygma antillarum	*Lücking* 33019 (F)	JX046454	JX046467
D. minisporum	*Lumbsch* 19543v (F)	HQ639598	HQ639626
Graphis albissima	*Rivas Plata* 1004D (F)	HQ639604	–
G. anfractuosa	*Hernandez* 1340 (F)	HQ639618	–
G. angustata	*Lücking* 28102 (F)	HQ639612	HQ639632
G. caesiella 1	*Berger* 17247 (Hb. Berger)	DQ431975	AY640028
G. caesiella 2	*Lumbsch* 20540i (F)	JX421065	–
G. caesiella 3	*Lumbsch* 20530a (F)	JX421066	–
G. cinerea	*Kalb* 26950 (Hb. Kalb)	DQ431988	DQ431947
G. gracilescens	*Lücking* 33942B (Hb. Kalb)	DQ431976	DQ431936
G. chrysocarpa	*Lücking* No. 00-35 (Hb. Kalb)	DQ431987	–
G. dichotoma	*Rivas Plata* 2088 (F)	–	HQ639633
G. furcata	*Rivas Plata* 1172Q (F)	HQ639607	–
G. handelii	*Green* GR4BH	KC592281	–
G. illinata	*Lumbsch* 19639 (F)	HQ639614	HQ639634
G. amplicate 1	*Lücking* 28527 (F)	–	HQ639653
G. amplicate 2	*Rivas Plata* 0103A (F)	HQ639602	–
G. amplicate 3	*Lücking* 28104 (F)	–	HQ639655
G. amplicate 4	*Lücking* 28039 (F)	–	HQ639654
G. amplicate 5	*Lücking* 16103a (F)	KJ440975	KJ440928
G. amplicate 6	*Lücking* 16103b (Hb. Kalb)	DQ431978	DQ431939
G. leptoclada	*Lumbsch* 20535b (F)	JX421068	JX421509
G. librata 1	*Lücking* 28007 (F)	–	HQ639637
G. librata 2	*Lücking* 28001 (F)	KJ440976	KJ440929
G. librata 3	*Lücking* 28001b (F)	HQ639621	HQ639636
G. pavoniana	*Lücking* 16100c (Hb. Kalb)	DQ431986	DQ431946
G. proserpens	*Rivas Plata* 2065 (F)	HQ639619	–
G. pseudocinerea 1	*Lücking* 26537 (F)	HQ639620	HQ639639
G. pseudocinerea 2	*Lücking* 26531 (F)	–	HQ639638
G. pseudocinerea 3	*Lücking* 26532a (F)	–	HQ639640
G. pseudoserpens 1	*Lücking* 28048 (F)	–	HQ639642
G. pseudoserpens 2	*Lücking* 28003 (F)	–	HQ639641
G. rhizocola 1	*Lücking* 28512 (F)	–	HQ639644
G. rhizocola 2	*Lücking* 28548 (F)	–	HQ639645
G. rhizocola 3	*Lücking* 28502 (F)	–	HQ639643

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Species	Voucher information	GenBank Acc. No.	
		mtSSU	nuLSU
G. rimulosa	*Rivas Plata* 1021H (F)	JX421069	–
G. scripta 1	*Tønsberg* 42518 (BG)	KJ440969	KJ440922
G. scripta 2	*Nelsen* MN499 (F)	KJ461720	KJ440935
G. scripta 3	*Neuwirth* 11834 (ABL)	KJ440977	KJ440932
*G. sp.*A	*Pitakpong* A04 (SUT)	KP862882	KP862884
*G. sp.*A	*Pitakpong* 311 (SUT)	KP862883	KP862887
*G. sp.*A	*Pitakpong* D205 (SUT)	–	KP862885
*G. sp.*A	*Pitakpong* E108 (SUT)	–	KP862886
G. streblocarpa	*Rivas Plata* 1015E (F)	–	HQ639646
G. tenella	*Rivas Plata* 1007G (F)	–	HQ639647
G. tsunodae	*Lücking* 26096 (F)	–	JX421511
G. vestitoides	*Rivas Plata* 2078 (F)	–	HQ639648
G. xanthospora	*Lücking* 26535 (F)	–	HQ639649

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.33 Phenogram แสดงความสัมพันธ์เกี่ยวกับวิวัฒนาการของไลเคน *Graphis* มีการสนับสนุนของ ML> 70 และ PP> 0.95 ถือเป็นจุดสนับสนุนที่ดี

4.3 การแพร่กระจายของไลเคนสกุล *Graphis*

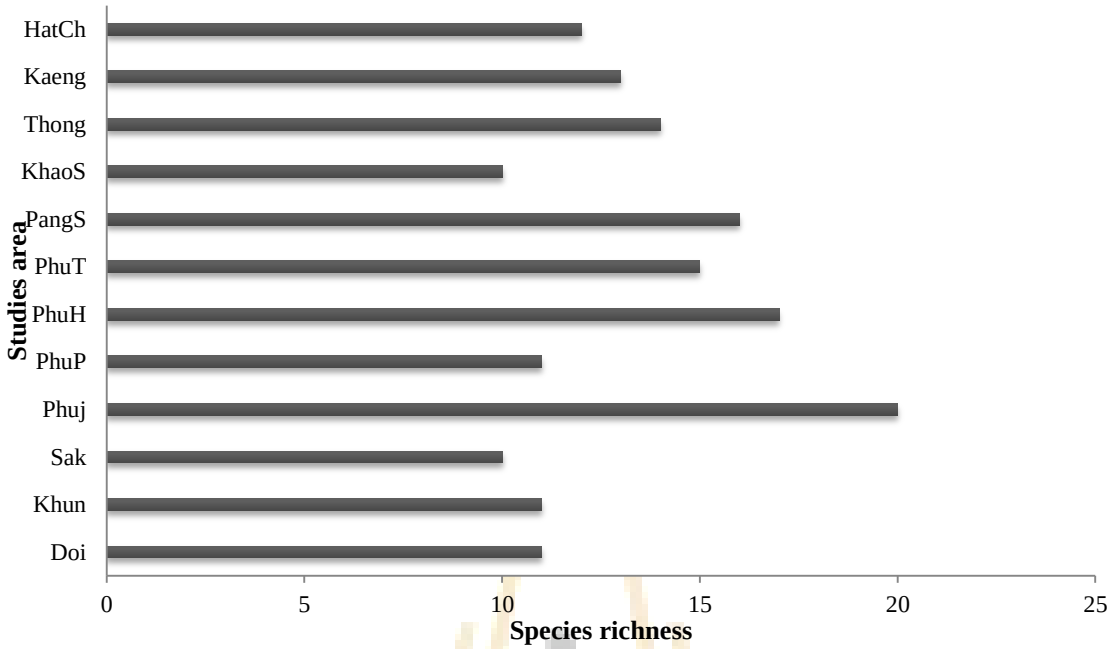
จากการศึกษาไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยทั้งหมด 12 พื้นที่ดังกล่าวมาข้างต้น โดยการสำรวจและเก็บตัวอย่าง สามารถเก็บรวบรวมตัวอย่างไลเคนได้จำนวน 1704 ตัวอย่าง พบไลเคนสกุล *Graphis* spp. 536 ตัวอย่าง พบในประเทศไทย 32 ชนิด (ตารางที่ 4.2) ได้ทำการอธิบายและมีภาพประกอบของแต่ละชนิดไลเคนเรียงลำดับจากตัวอักษร (ภาพที่ 4.1-4.32) ในแต่ละพื้นที่พบว่าชนิดของไลเคนมีมากน้อยแตกต่างกัน อุทยานแห่งชาติภูจองนางอยที่มีความหลากหลายของไลเคน (20 ชนิด) ตามด้วยอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า (17 ชนิด) อุทยานแห่งชาติปางสีดา (16 ชนิด) อุทยานแห่งชาติพุเตย (15 ชนิด) และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (14 ชนิด) ฯลฯ (ภาพที่ 4.34)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Lichen species	State distribution											
	Doi	Khun	Sak	Phuj	PhuP	PhuH	PhuT	PangS	KhaoS	Thong	Kaeng	HatCh
Graphis assamensis Nagarkar & Patw.	✓		✓			✓				✓		
Graphis assimilis Nyl.			✓	✓	✓		✓	✓			✓	
Graphis cincta (Pers.) Aptroot			✓	✓				✓	✓			✓
Graphis descissa Müll. Arg.	✓	✓	✓			✓	✓			✓		
Graphis duplicata Ach.				✓	✓	✓		✓				✓
Graphis elongata Zenker.	✓			✓		✓	✓			✓		
Graphis emersa Mull.Arg.	✓	✓		✓		✓	✓			✓		
Graphis falvovirens Makhija & Adaw.				✓	✓		✓	✓			✓	
Graphis furcata Fée			✓		✓			✓	✓		✓	✓
Graphis glaucescens Fée	✓	✓				✓	✓			✓		
Graphis handelii Zahlbr.			✓	✓		✓				✓		✓
Graphis hossei Vain.	✓			✓	✓			✓		✓	✓	
Graphis intricata Fée				✓			✓	✓			✓	✓
Graphis jejuensis K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw.	✓	✓	✓	✓		✓	✓			✓		
Graphis koratensis Pitakpong, Kaichak & Lücking			✓	✓	✓							
Graphis librata C. Knight	✓	✓				✓				✓		
Graphis lineola Ach.				✓	✓			✓			✓	
Graphis longiramea Müll. Arg.					✓			✓	✓			✓
Graphis longula Kremp.		✓		✓					✓	✓		
Graphis nanodes Vain.					✓			✓	✓			✓
Graphis nigrocarpa Adaw. & Makhija				✓	✓			✓	✓		✓	✓
Graphis pinicola Zahlbr				✓		✓		✓	✓		✓	✓
Graphis renschiana (Müll. Arg.) Stizenb		✓				✓		✓			✓	✓
Graphis rhizocola (Fée) Lücking & Chaves	✓					✓	✓			✓	✓	
Graphis rimulosa (Mont.) Trevis.				✓			✓	✓	✓			✓
Graphis seminuda Müll. Arg.	✓	✓				✓				✓	✓	
Graphis streblocarpa (Bel.) Nyl.						✓	✓					✓
Graphis subserpentina Nyl.			✓	✓	✓		✓		✓	✓	✓	
Graphis subvelata Stirt.		✓		✓		✓	✓					
Graphis tenella Ach.				✓		✓		✓	✓	✓		
Graphis verminosa Müll. Arg.	✓	✓	✓	✓		✓	✓					
Graphis vittata Müll. Arg.		✓					✓	✓			✓	

ตารางที่ 4.2 การกระจายพันธุ์ของไลเคนในพื้นที่ในประเทศไทย

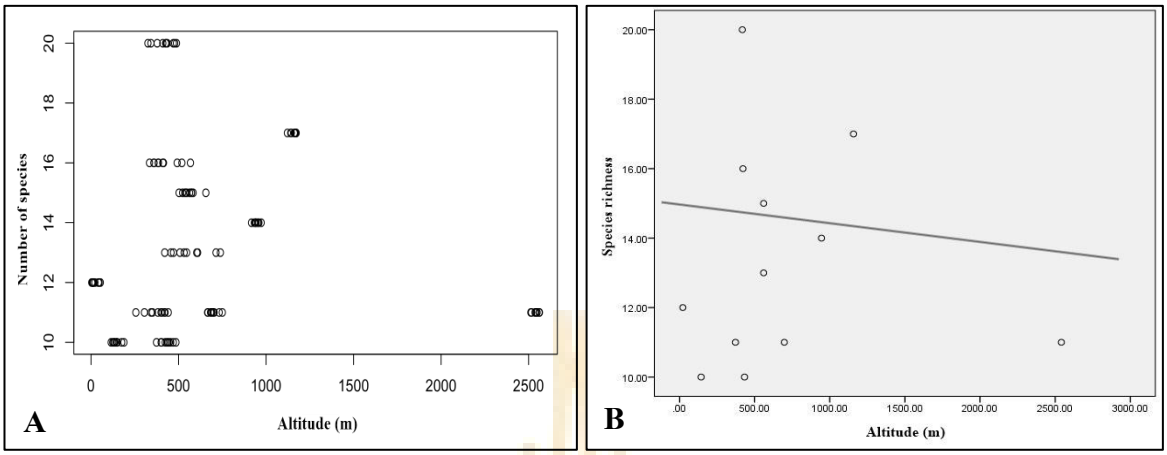
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.34 ความหลากหลายของชนิดพันธุ์ในแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย Doi=อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์, Khun=อุทยานแห่งชาติขุนตาล, Sak=สถานีวิจัยสะแกราช, Phuj=อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย, PhuP=อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ, PhuH=อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า, PhuT=อุทยานแห่งชาติพุเตย, PangS=อุทยานแห่งชาติปางสีดา, KhaoS=อุทยานแห่งชาติเข้าสิบห้าชั้น, Thong=อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ, Kaeng=อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และ HatCh=อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม

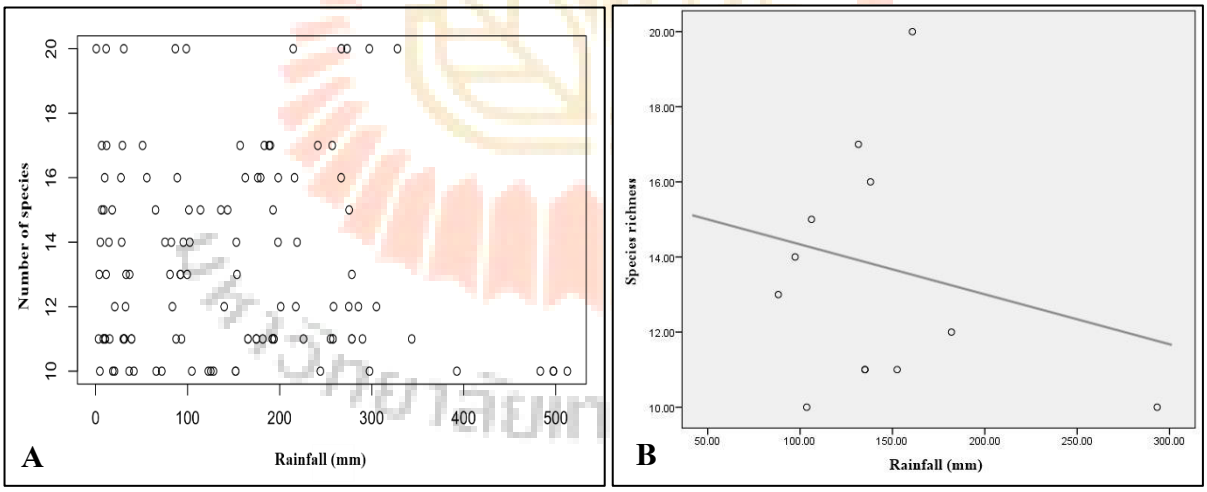
จากการศึกษาไลเคนที่ระดับความสูงตั้งแต่ 4-2562 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมมีระดับความสูงต่ำสุด (4 เมตร) ส่วนอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (2562 เมตร) สูงที่สุด โดยระดับความสูงเฉลี่ยของพื้นที่ศึกษา 12 แห่งอยู่ในช่วงประมาณ 300-800 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล (ภาพที่ 4.35A) ความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของไลเคนและระดับความสูงมีความสัมพันธ์กันเมื่อความสูงลดลงตามสมการ y = -0.0002x + 13.454, r2 = 0.0014 (ภาพที่ 4.35B)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



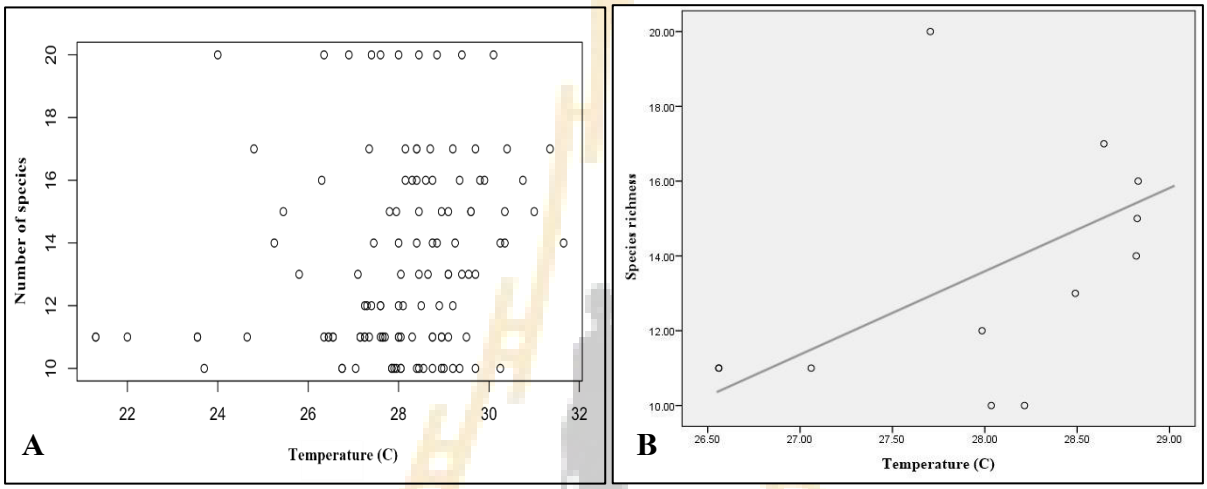
ภาพที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูงกับจำนวนชนิด (A) ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (B) ไลเคนที่ประเทศไทย สมการพหุนามคือ y = -0.0002x + 13.454, r^2 = 0.0014

จากการศึกษาปริมาณของไลเคนที่ระดับน้ำฝนเฉลี่ยในช่วงระหว่างเดือนกรกฎาคม 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนอยู่ที่ 0.7 ถึง 512.6 มิลลิเมตร อุทยานแห่งชาติที่มีปริมาณน้ำฝนต่ำสุด (0.7 มิลลิเมตร) คืออุทยานแห่งชาติภูจองนางอย ในขณะที่อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยสูงที่สุด (512.6 มิลลิเมตร) พบไลเคนมากที่สุดที่ระดับน้ำฝนประมาณ 50-250 มิลลิเมตร (ภาพที่ 4.36A) ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไลเคนกับปริมาณน้ำฝนที่คำนวณได้จากสมการ y = -0.0127x + 15.159, r^2 = 0.0487 (ภาพที่ 4.36B)



ภาพที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับจำนวนชนิด (A) ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (B) ไลเคนที่ประเทศไทย สมการพหุนามคือ y = -0.0127x + 15.159, r^2 = 0.0487

การศึกษาไลเคนในช่วงอุณหภูมิเฉลี่ยระหว่างเดือนกรกฎาคม 2556 ถึงเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยอยู่ที่ 21.3 ถึง 31.65 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดอยู่ที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ (21.3 องศาเซลเซียส) ส่วนอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิเป็นอุทยานที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงที่สุด (31.65 องศาเซลเซียส) ไลเคนส่วนใหญ่พบที่อุณหภูมิเฉลี่ย 28-29 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.37A) นอกจากนี้ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของไลเคนและอุณหภูมิเฉลี่ยคำนวณด้วยสมการ $y = 1.587x - 31.068$, $r^2 = 0.1821$ (ภาพที่ 4.37B)



ภาพที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับจำนวนชนิด (A) ความอุดมสมบูรณ์ของชนิด (B) ไลเคนที่ประเทศไทย สมการพหุนามคือ $y = 1.587x - 31.068$, $r^2 = 0.1821$

ความสัมพันธ์ของ Pearson's แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างระดับความสูง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยและอุณหภูมิเฉลี่ยกับชนิดของไลเคนทั้งหมด 32 ชนิดรวมทั้ง *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw. (A1), *Graphis assimilis* Nyl. (A2), *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot. (A3), *Graphis descissa* Müll. Arg. (A4), *Graphis duplicata* Ach. (A5), *Graphis elongata* Zenker. (A6), *Graphis emersa* Mull.Arg. (A7), *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw. (A8), *Graphis furcata* Fée. (A9), *Graphis glaucescens* Fée. (A10), *Graphis handelii* Zahlbr. (A11), *Graphis hossei* Vain. (A12), *Graphis intricata* Fée. (A13), *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw. (A14), *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak & Lücking. (A15), *Graphis librata* C. Knight. (A16), *Graphis lineola* Ach. (A17), *Graphis longiramea* Müll. Arg. (A18), *Graphis longula* Kremp. (A19), *Graphis nanodes* Vain. (A20), *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija. (A21), *Graphis pinicola* Zahlbr. (A22), *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb. (A23), *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves. (A24), *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis. (A25), *Graphis seminuda* Müll. Arg. (A26), *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. (A27),

ตารางที่ 4.3 3 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สันระหว่างชนิดของไลเคนและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อ Graphis ในพื้นที่ศึกษา

	Site	Alt	Temp	Rain	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30	A31
Alt	-.515**																																		
Temp	.327**	-.170																																	
Rain	.124	-.131	.194*																																
A1	-.306**	.646**	.015	-.160																															
A2	-.048	-.360**	.099	-.158	-.354**																														
A3	.171	-.535**	.082	.228*	-.239**	.169																													
A4	-.481**	.577**	-.038	-.216*	.707**	-.333**	-.507**																												
A5	.122	-.281**	.031	.067	-.239**	.169	.314**	-.507**																											
A6	-.220*	.580**	.062	-.125	.478**	-.169	-.371**	.507**	-.029																										
A7	-.433**	.574**	-.069	-.135	.354**	-.333**	-.507**	.667**	-.169	.845**																									
A8	.122	-.297**	.095	-.103	-.598**	.845**	-.029	-.507**	.314**	-.029	-.169																								
A9	.433**	-.574**	.069	.135	-.354**	.333**	.507**	-.667**	.169	-.845**	-1.000**	.169																							
A10	-.317**	.654**	-.044	-.161	.478**	-.507**	-.714**	.845**	-.371**	.657**	.845**	-.371**	-.845**																						
A11	.122	-.126	.121	-.062	.478**	-.169	.314**	.169	.314**	.314**	.169	-.371**	-.169	-.029																					
A12	0.000	.295**	-.037	-.127	.000	.333**	-.169	-.333**	.169	.169	0.000	.507**	0.000	-.169	-.169																				
A13	.464**	-.390**	.180*	-.061	-.598**	.507**	.314**	-.507**	.314**	-.029	-.169	.657**	.169	-.371**	-.029	.169																				
A14	-.610**	.513**	-.064	-.194*	.598**	-.169	-.314**	.845**	-.314**	.714**	.845**	-.314**	-.845**	.714**	.371**	-.169	-.314**																			
A15	-.417**	-.256**	-.119	-.023	.000	.577**	.293**	-.192*	.293**	-.098	-.192*	.293**	.192*	-.488**	.293**	.192*	-.098	.098																		
A16	-.357**	.720**	-.128	-.113	.625**	-.707**	-.598**	.707**	-.239**	.478**	.707**	-.598**	-.707**	.837**	.120	.000	-.598**	.598**	-.408**																	
A17	.102	-.274**	.017	-.052	-.500**	.707**	.120	-.707**	.478**	-.239**	-.354**	.837**	.354**	-.598**	-.239**	.707**	.478**	-.478**	.408**	-.500**																
A18	.408**	-.501**	.017	.286**	-.500**	.000	.478**	-.707**	.478**	-.598**	-.707**	.120	.707**	-.598**	-.239**	.000	.120	-.837**	.000	-.500**	.250**															
A19	-.051	-.154	-.059	.167	-.125	-.354**	.120	.000	-.239**	.120	.354**	-.239**	-.354**	.120	.120	.000	-.239**	.239**	.000	.250**	-.125	-.125													
A20	.408**	-.501**	.017	.286**	-.500**	.000	.478**	-.707**	.478**	-.598**	-.707**	.120	.707**	-.598**	-.239**	.000	.120	-.837**	.000	-.500**	.250**	1.000**	-.125												
A21	.481**	-.577**	.038	.216*	-.707**	.333**	.507**	-1.000**	.507**	-.507**	-.667**	.507**	.667**	-.845**	-.169	.333**	.507**	-.845**	.192*	-.707**	.707**	.707**	.000	.707**											
A22	.529**	-.371**	.183*	.186*	-.354**	0.000	.507**	-.667**	.507**	-.169	-.333**	.169	.333**	-.507**	.169	0.000	.507**	-.507**	-.192*	-.354**	.354**	.354**	.000	.354**	.667**										
A23	.317**	-.157	.058	-.062	-.239**	-.169	-.029	-.169	.314**	-.371**	-.169	-.029	.169	-.029	-.029	-.169	.314**	-.314**	-.488**	.120	.120	.120	-.239**	.120	.169	.507**									
A24	.122	.617**	.135	-.229*	.478**	-.169	-.714**	.507**	-.371**	.657**	.507**	-.029	-.507**	.657**	-.029	.169	-.029	.371**	-.488**	.478**	-.239**	-.598**	-.239**	-.598**	-.507**	-.169	-.029								
A25	.366**	-.501**	.155	.232*	-.598**	.169	.657**	-.507**	.314**	-.029	-.169	.314**	.169	-.371**	-.029	-.169	.657**	-.314**	-.098	-.598**	.120	.478**	.120	.478**	.507**	.507**	-.029	-.371**							
A26	-.122	.654**	-.075	-.187*	.478**	-.507**	-.714**	.507**	-.371**	.314**	.507**	-.371**	-.507**	.657**	-.029	.169	-.371**	.371**	-.488**	.837**	-.239**	-.598**	.120	-.598**	-.507**	-.169	.314**	.657**	-.714**						
A27	.306**	-.100	.161	-.018	.000	-.192*	-.098	.192*	.293**	.293**	.192*	-.098	-.192*	.293**	.293**	-.577**	.293**	.098	-.333**	.000	-.408**	.000	-.408**	.000	-.192*	.192*	.293**	.293**	.293**	-.098					
A28	.171	-.371**	.121	-.005	-.120	.507**	.029	-.169	-.314**	.029	-.169	.371**	.169	-.314**	.029	.169	.029	-.029	.488**	-.478**	.239**	-.120	.239**	-.120	.169	-.169	-.657**	.029	.029	-.314**	-.293**				
A29	-.357**	.021	-.017	-.061	-.125	.000	-.239**	.354**	.120	.478**	.707**	.120	-.707**	.478**	.120	-.354**	.120	.598**	.000	.250**	-.125	-.500**	.250**	-.500**	-.354**	.000	.120	.120	.120	.120	.408**	-.120			
A30	.220*	-.096	.216*	.147	.120	-.169	.314**	-.169	.314**	.314**	.169	-.029	-.169	-.029	.314**	.169	-.029	.029	-.098	.120	.120	.120	.478**	.120	.169	.507**	-.029	-.029	.314**	-.029	-.098	.029	.120		
A31	-.770**	.439**	-.140	-.126	.354**	0.000	-.169	.667**	-.169	.507**	.667**	-.169	-.667**	.507**	.169	-.333**	-.169	.845**	.192*	.354**	-.354**	-.707**	.000	-.707**	-.667**	-.333**	-.169	.169	-.169	.169	.192*	-.169	.707**	-.169	
A32	.102	-.144	.077	-.160	-.500**	.354**	-.239**	.000	-.239**	-.239**	.000	.478**	.000	.120	-.598**	.000	.478**	-.120	-.408**	-.125	.250**	-.125	-.125	-.125	.000	.000	.478**	.120	.120	.120	.000	-.120	.250**	-.239**	.000

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Graphis subserpentina Nyl. (A28), *Graphis subvelata* Stirt. (A29), *Graphis tenella* Ach. (A30), *Graphis verminosa* Müll. Arg. (A31) and *Graphis vittata* Müll. Arg. (A32) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ระดับความสูงมีความสัมพันธ์ทางบวกกับ 12 ชนิดของไลเคน ได้แก่ *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw. (A1), *Graphis descissa* Müll. Arg. (A4), *Graphis elongata* Zenker. (A6), *Graphis emersa* Mull.Arg. (A7), *Graphis glaucescens* Fée. (A10), *Graphis hossei* Vain. (A12), *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw. (A14), *Graphis librata* C. Knight. (A16), *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves. (A24), *Graphis seminuda* Müll. Arg. (A26), *Graphis subvelata* Stirt. (A29) และ *Graphis verminosa* Müll. Arg. (A31) ในขณะที่ระดับความสูงมีความสัมพันธ์ทางลบกับ 20 ชนิดของไลเคนรวมทั้ง *Graphis assimilis* Nyl. (A2), *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot. (A3), *Graphis duplicata* Ach. (A5), *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw. (A8), *Graphis furcata* Fée. (A9), *Graphis handelii* Zahlbr. (A11), *Graphis intricata* Fée. (A13), *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak & Lücking. (A15), *Graphis lineola* Ach. (A17), *Graphis longiramea* Müll. Arg. (A18), *Graphis longula* Kremp. (A19), *Graphis nanodes* Vain. (A20), *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija. (A21), *Graphis pinicola* Zahlbr. (A22), *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb. (A23), *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis. (A25), *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. (A27), *Graphis subserpentina* Nyl. (A28), *Graphis tenella* Ach. (A30) และ *Graphis vittata* Müll. Arg. (A32) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่ระดับความสูงสูงส่งผลให้ความหลากหลายของไลเคนลดลง

ระดับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับไลเคน 22 ชนิด ได้แก่ *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw. (A1), *Graphis assimilis* Nyl. (A2), *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot. (A3), *Graphis duplicata* Ach. (A5), *Graphis elongata* Zenker. (A6), *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw. (A8), *Graphis furcata* Fée. (A9), *Graphis handelii* Zahlbr. (A11), *Graphis intricata* Fée. (A13), *Graphis lineola* Ach. (A17), *Graphis longiramea* Müll. Arg. (A18), *Graphis nanodes* Vain. (A20), *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija. (A21), *Graphis pinicola* Zahlbr. (A22), *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb. (A23), *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves. (A24), *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis. (A25), *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. (A27), *Graphis subserpentina* Nyl. (A28), *Graphis tenella* Ach. (A30), และ *Graphis vittata* Müll. Arg. (A32) ระดับปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ทางลบกับ 10 ชนิดไลเคนรวมทั้ง *Graphis descissa* Müll. Arg. (A4), *Graphis emersa* Mull.Arg. (A7), *Graphis glaucescens* Fée. (A10), *Graphis hossei* Vain. (A12), *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw. (A14), *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak & Lücking. (A15), *Graphis librata* C. Knight. (A16), *Graphis longula* Kremp. (A19), *Graphis seminuda* Müll. Arg. (A26), *Graphis subvelata* Stirt. (A29) และ *Graphis verminosa* Müll. Arg. (A31) ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำฝนที่สูงขึ้นส่งผลให้ความหลากหลายของไลเคนเพิ่มขึ้นอีกด้วย นอกจากนี้อุณหภูมิมีความสัมพันธ์ทางบวกกับไลเคน 10 ชนิด ได้แก่ *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot. (A3), *Graphis duplicata* Ach. (A5),

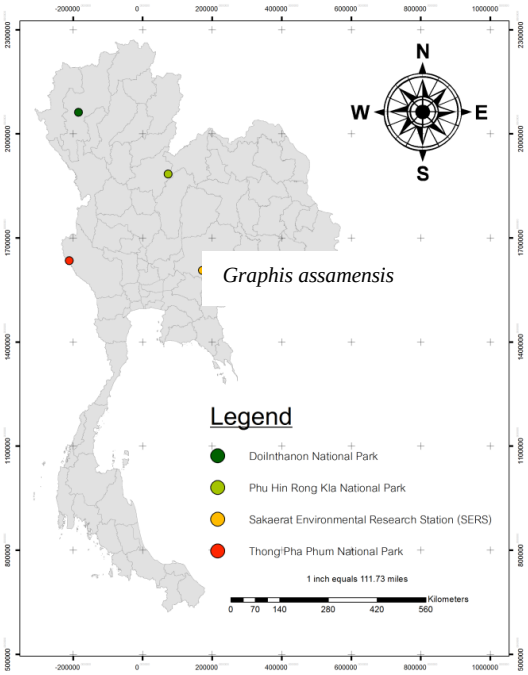
Graphis furcata Fée. (A9), *Graphis longiramea* Müll. Arg. (A18), *Graphis longula* Kremp. (A19), *Graphis nanodes* Vain. (A20), *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija. (A21), *Graphis pinicola* Zahlbr. (A22), *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis. (A25) และ *Graphis tenella* Ach. (A30) ในทางตรงกันข้ามอุณหภูมิมีความสัมพันธ์ทางลบกับ 22 ชนิดของไลเคนรวมทั้ง *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw. (A1), *Graphis assimilis* Nyl. (A2), *Graphis descissa* Müll. Arg. (A4), *Graphis elongata* Zenker. (A6), *Graphis emersa* Mull.Arg. (A7), *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw. (A8), *Graphis glaucescens* Fée. (A10), *Graphis handelii* Zahlbr. (A11), *Graphis hossei* Vain. (A12), *Graphis intricata* Fée. (A13), *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw. (A14), *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak & Lücking. (A15), *Graphis librata* C. Knight. (A16), *Graphis lineola* Ach. (A17), *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb. (A23), *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves. (A24), *Graphis seminuda* Müll. Arg. (A26), *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. (A27), *Graphis subserpentina* Nyl. (A28), *Graphis subvelata* Stirt. (A29), *Graphis verminosa* Müll. Arg. (A31) และ *Graphis vittata* Müll. Arg. (A32) ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าที่อุณหภูมิสูงส่งผลให้ความอุดมสมบูรณ์ของไลเคนนั้นลดลง

จาก 32 taxa ของสกุล *Graphis* ในประเทศไทย การกระจายของไลเคนถูกวิเคราะห์และทำแผนที่การกระจายของแต่ละชนิดดังแสดงในภาพที่ 4.38 ถึง 4.69

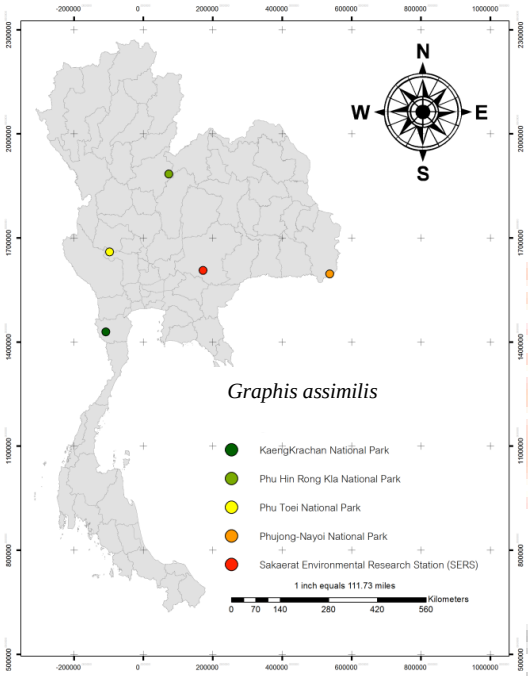
Graphis assamensis พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 250-1500 เมตร ซึ่งพบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าและอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.38)

Graphis assimilis พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 200-800 เมตร พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.39)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

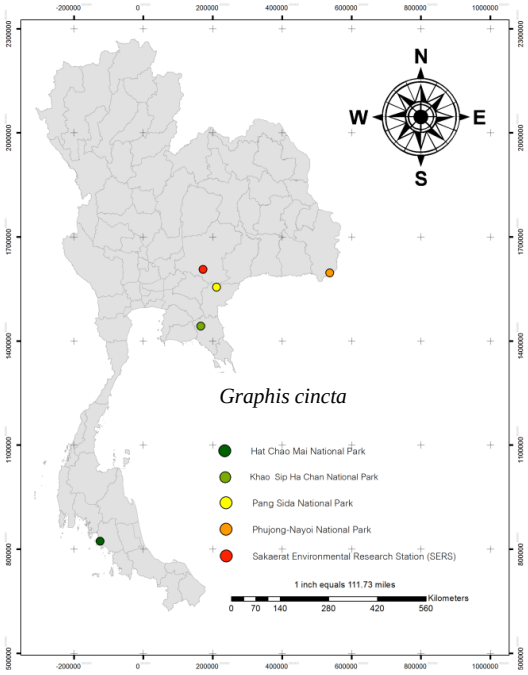


ภาพที่ 4.38 การกระจายตัวของ *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw ในประเทศไทย



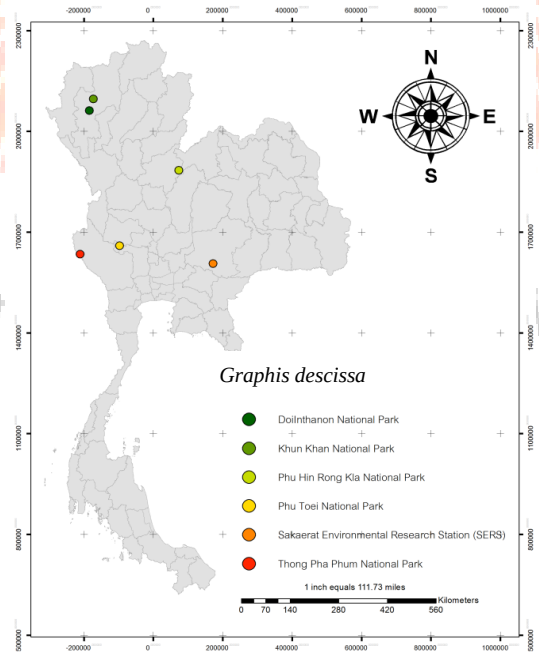
ภาพที่ 4.39 การกระจายตัวของ *Graphis assimilis* Nyl ในประเทศไทย

Graphis cincta พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าชายหาดที่ระดับความสูง 50-500 เมตร พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้นและอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.40)



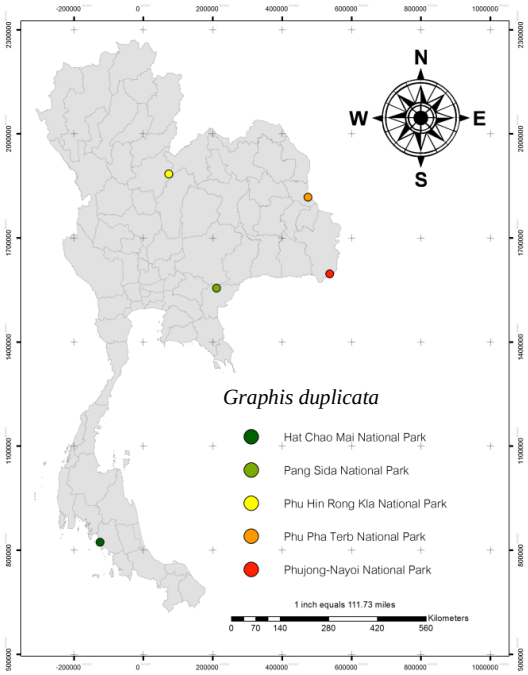
ภาพที่ 4.40 การกระจายตัวของ *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot ในประเทศไทย

Graphis descissa พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสน ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 200-2000 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตยและอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.41)



ภาพที่ 4.41 การกระจายของ *Graphis descissa* Müll Arg.ในประเทศไทย

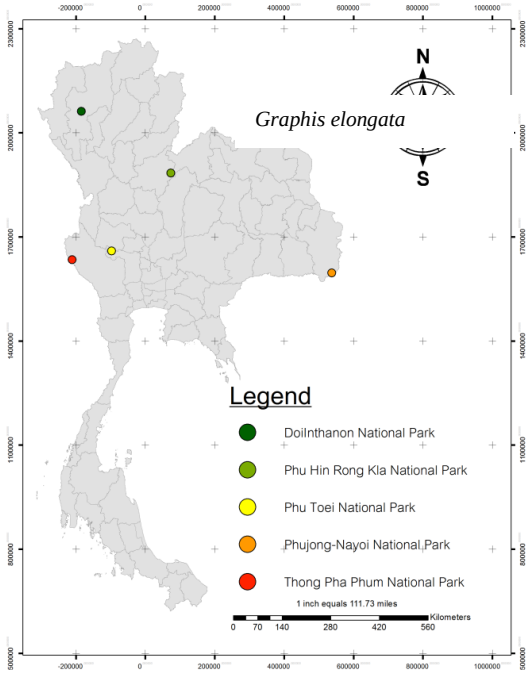
Graphis duplicate พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-800 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติปางสีดาและอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.42)



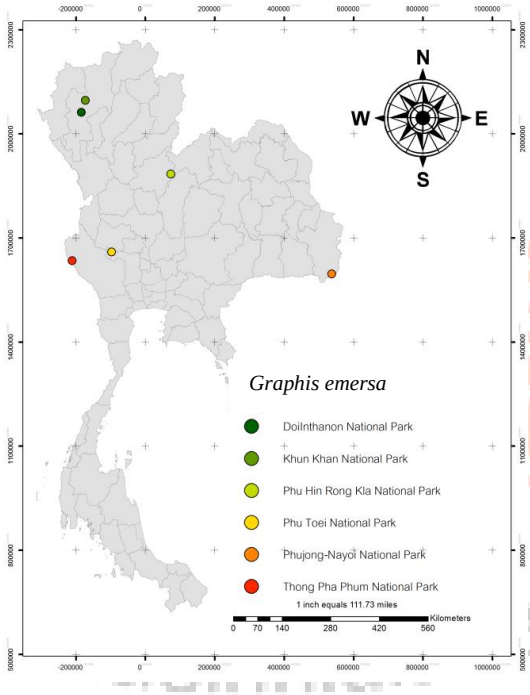
ภาพที่ 4.42 การกระจายตัวของ *Graphis duplicata* Ach ในประเทศไทย

Graphis elongate พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 250-1900 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.43)

Graphis emersa พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสน ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 200-1900 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.44)

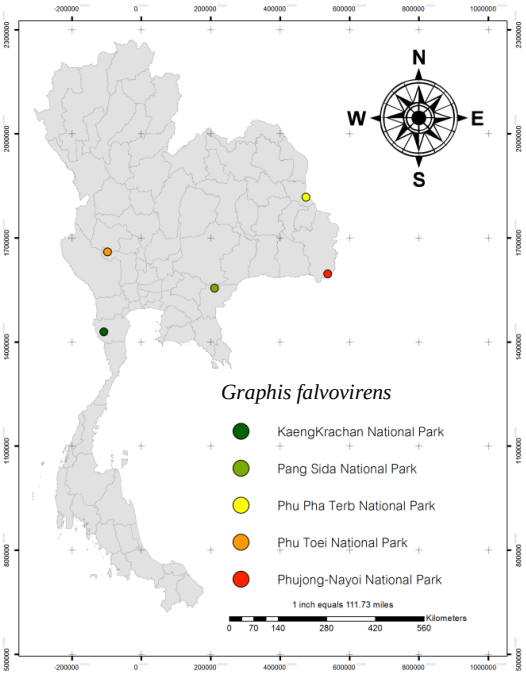


ภาพที่ 4.43 การกระจายตัวของ *Graphis elongata* Zenker ในประเทศไทย.



ภาพที่ 4.44 การกระจาย *Graphis emersa* Mull. Arg. ในประเทศไทย

Graphis falvovirens พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 250-800 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.45)



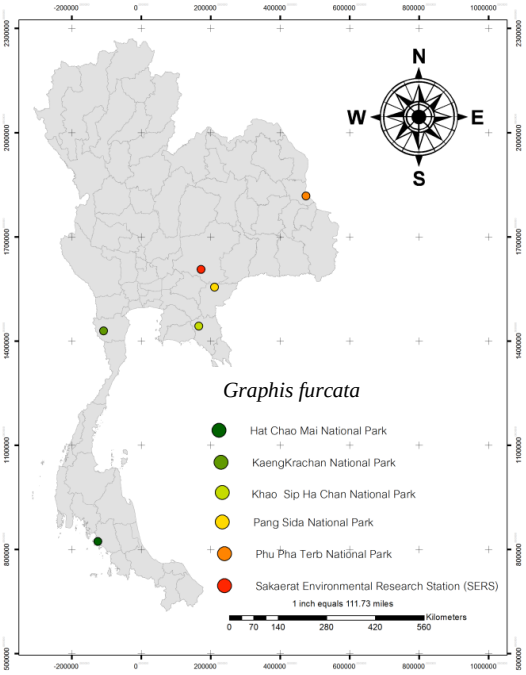
ภาพที่ 4.45 การแพร่กระจายของ *Graphis falvovirens* Makhija & Adaw ในประเทศไทย

Graphis furcate พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าชายหาดที่ระดับความสูง 100-850 เมตร พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.46)

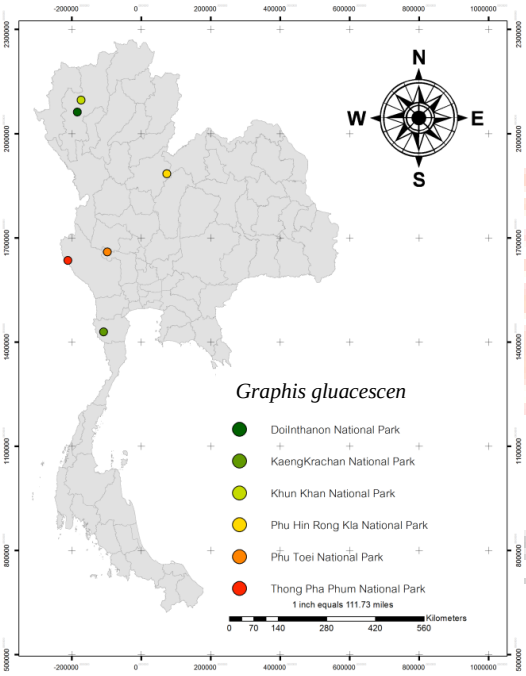
Graphis glaucescens ในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 300-2000 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.47)

Graphis handelii พบในพื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 50-800 เมตร พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้าอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.48)

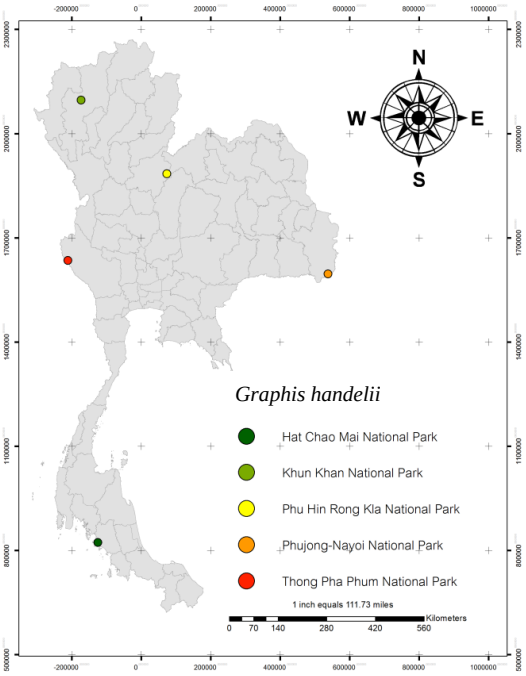
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.46 การกระจายตัวของ *Graphis furcata* ในประเทศไทย

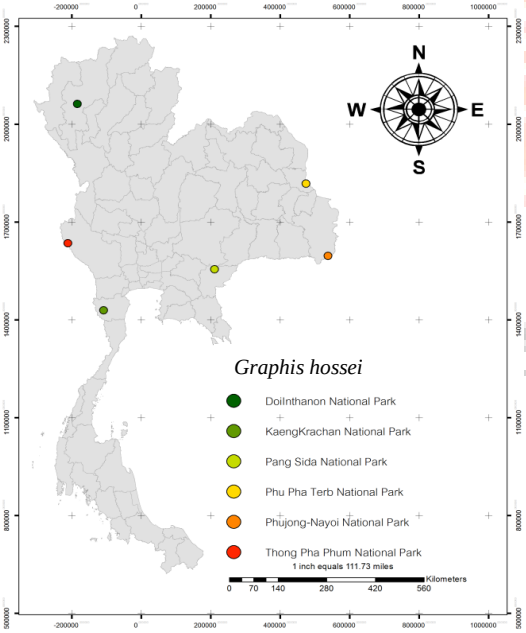


ภาพที่ 4.47 การกระจายตัวของ *Graphis glaucescens* ในประเทศไทย



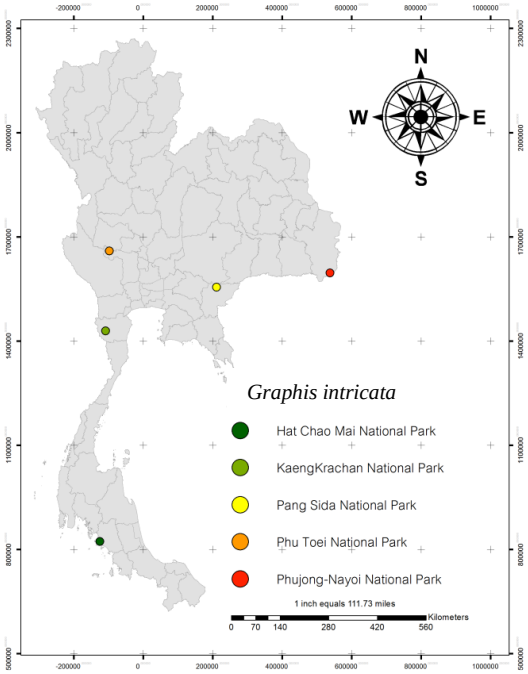
ภาพที่ 4.48 การกระจายตัวของ *Graphis handelii* ในประเทศไทย

Graphis hossei พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 350-2000 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.49)



ภาพที่ 4.49 การกระจาย *Graphis hossei* ในประเทศไทย

Graphis intricate พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบเขา ป่าสนเขา และป่าชายหาดที่ระดับความสูง 50-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.50)

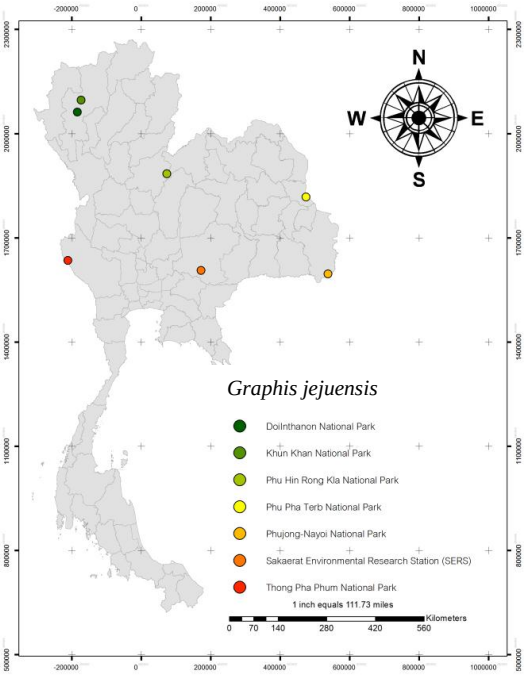


ภาพที่ 4.50 การแพร่กระจายของ *Graphis intricata* ในประเทศไทย

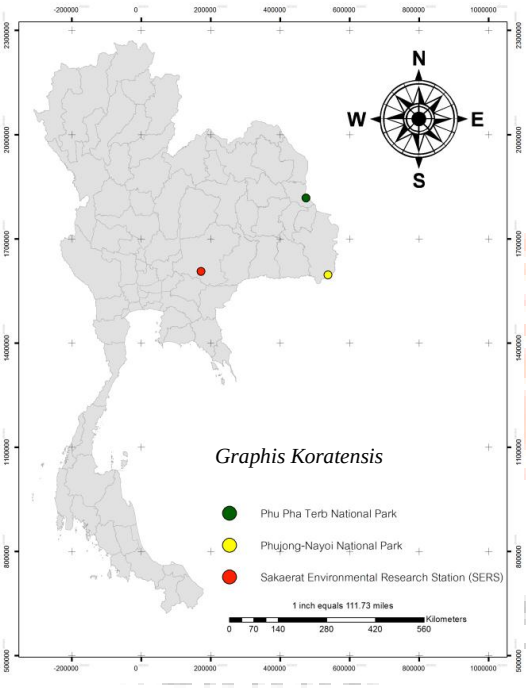
Graphis jejuensis พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 250-1800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.51)

Graphis koratensis พบในป่าเต็งรังและป่าดิบแล้ง พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย และอุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ (ภาพที่ 4.52)

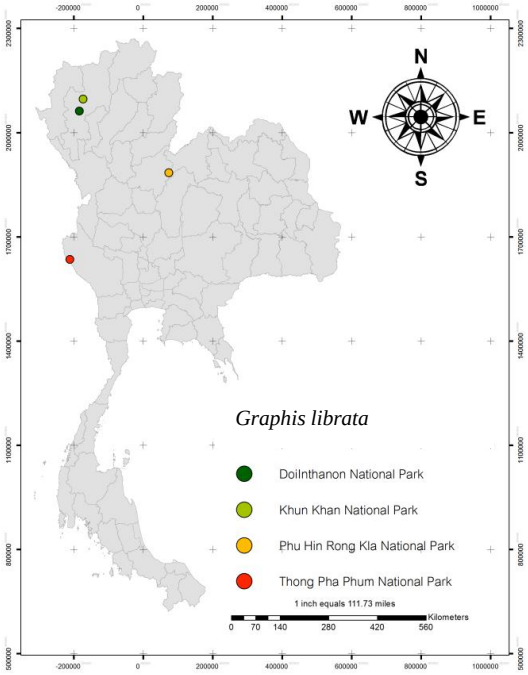
Graphis librata พบในพื้นที่ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ ป่าสนและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 350-2000 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.53)



ภาพที่ 4.51 การกระจายตัวของ *Graphis jejuensis* ในประเทศไทย



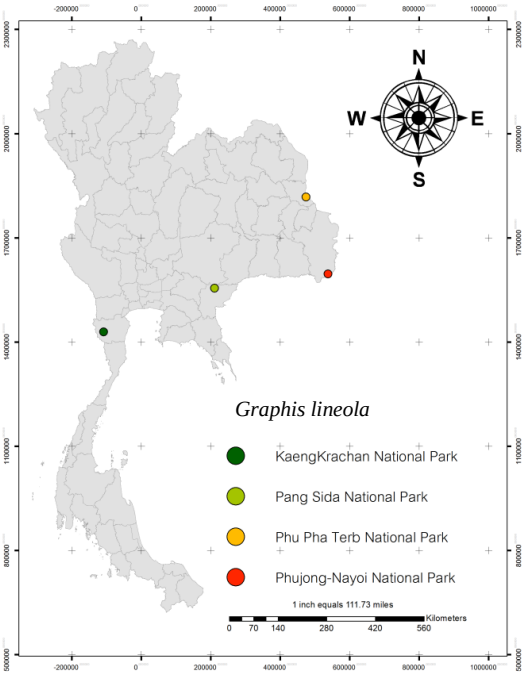
ภาพที่ 4.52 การกระจายของ *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak & Lücking ในประเทศไทย



ภาพที่ 4.53 การกระจายของ *Graphis librata* ในประเทศไทย

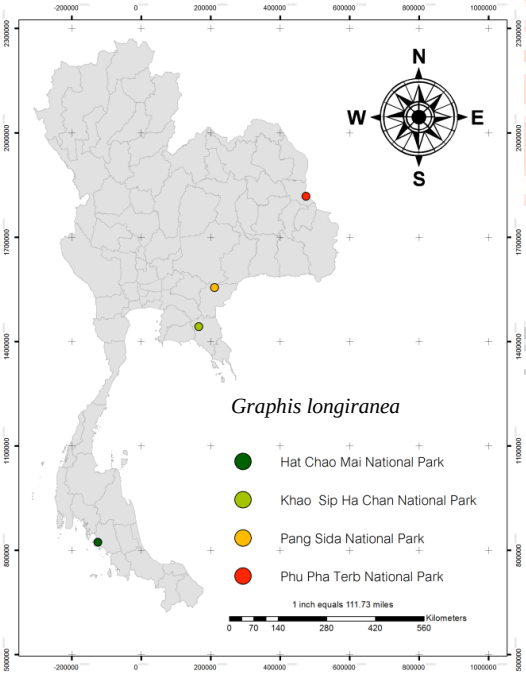
Graphis lineola พบในป่าเต็ง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 300-800 เมตรพบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.54)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.54 การกระจายตัวของ *Graphis lineola* Ach. ในประเทศไทย

Graphis longiramea พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง และป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-700 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติป่างสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.55)

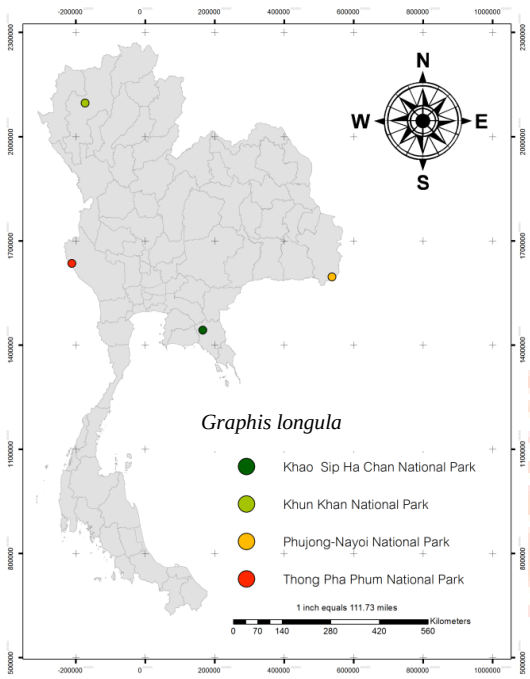


ภาพที่ 4.55 การกระจายตัวของ *Graphis longiramea* ในประเทศไทย

Graphis longula พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าภูเขาที่ระดับความสูง 250-1300 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.56)

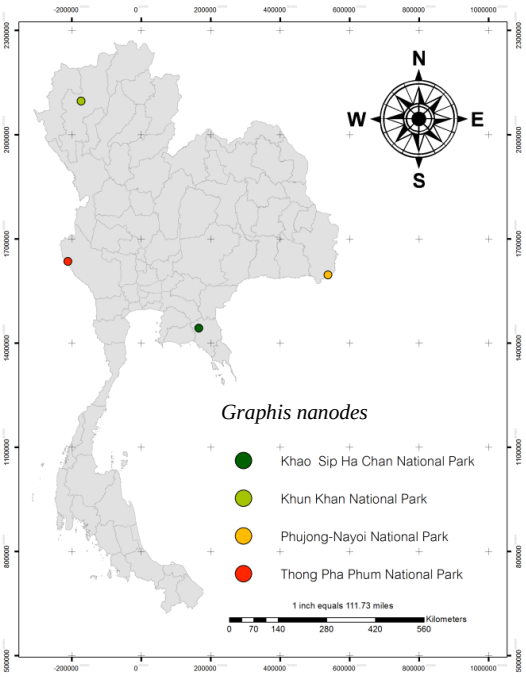
Graphis nanodes พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าสนเขาและป่าชายหาดที่ระดับความสูง 50-1500 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.57)

Graphis nigrocarpa พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าชายหาดที่ระดับความสูง 100-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติปางสีดาอุ ทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.58)

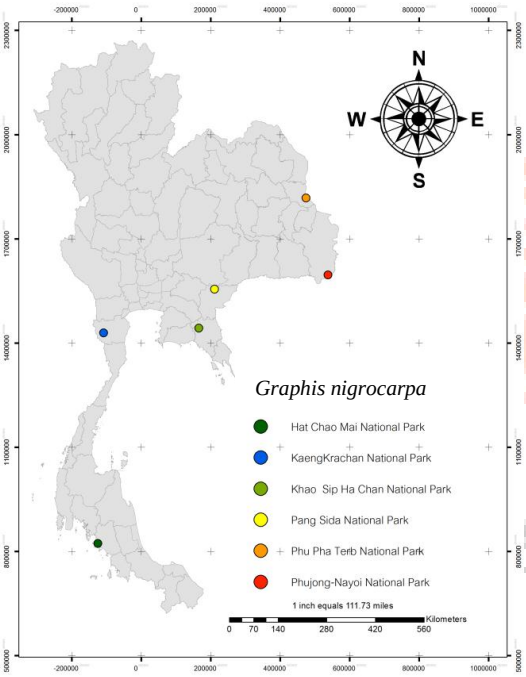


ภาพที่ 4.56 การกระจายตัวของ *Graphis longula* ในประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

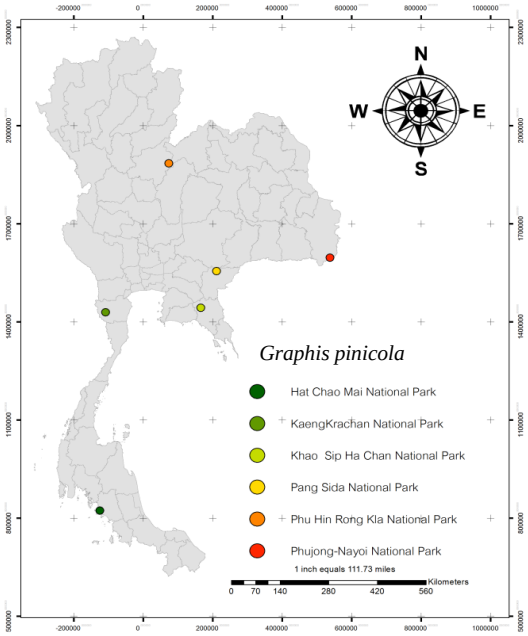


ภาพที่ 4.57 การกระจายตัวของ *Graphis nanodes* ในประเทศไทย



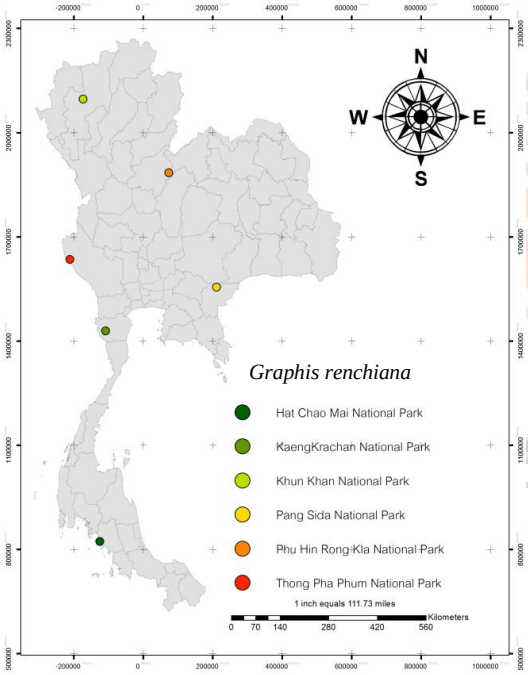
ภาพที่ 4.58 การกระจายตัวของ *Graphis nigrocarpa* Adaw & Makhija ในประเทศไทย

Graphis pinicola พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 80-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.59)



ภาพที่ 4.59 การกระจายตัวของ *Graphis pinicola* Zahlbr ในประเทศไทย

Graphis renschiana พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 100-1500 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.60)

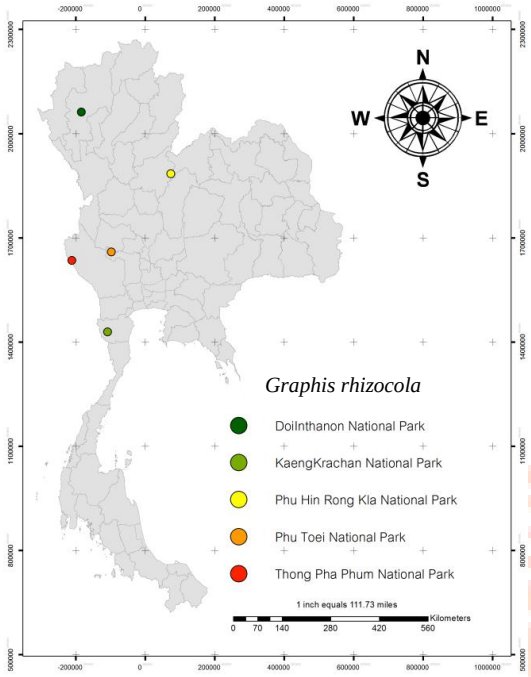


ภาพที่ 4.60 การแพร่กระจายของ *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb ในประเทศไทย

Graphis rhizocola พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขา ที่ระดับความสูง 300-1800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์จังหวัดเชียงใหม่ (Pitakpong-632 (SUT)) พบที่อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.61)

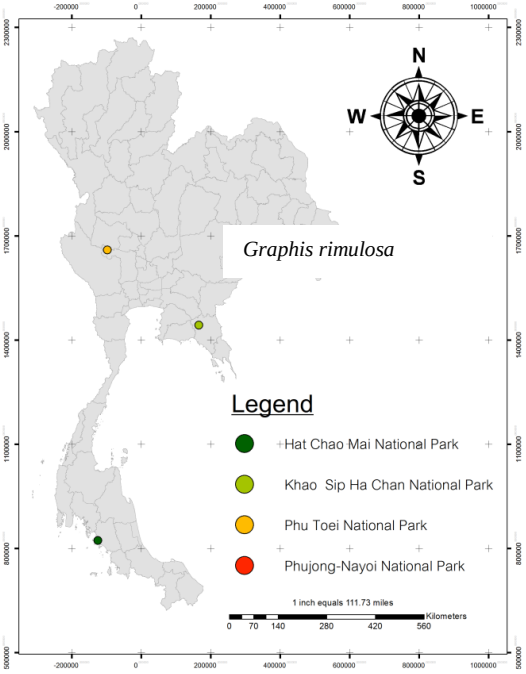
Graphis rimulosa พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณ และป่าชายหาดที่ระดับความสูง 100-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.62)

Graphis seminude พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 200-1800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.63)

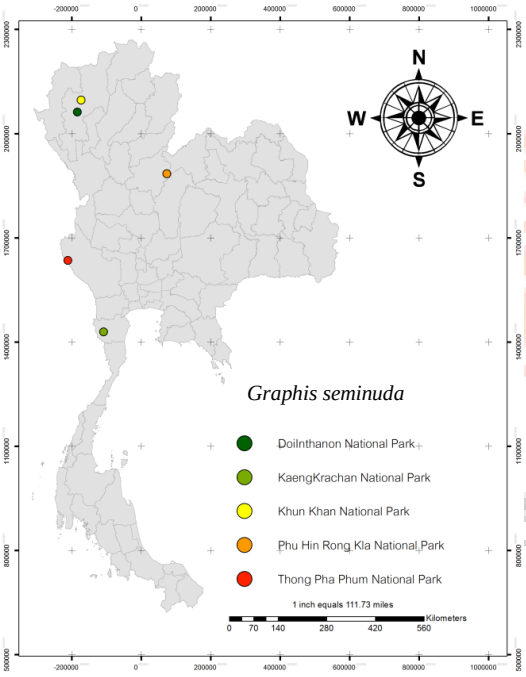


ภาพที่ 4.61 การกระจายของ *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves ในประเทศไทย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

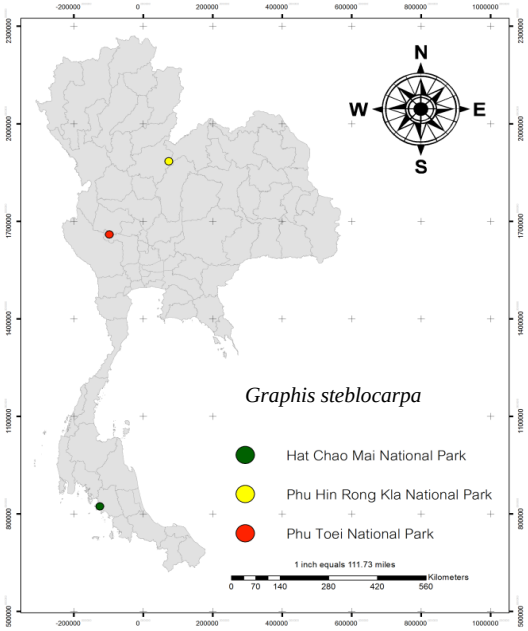


ภาพที่ 4.62 การกระจายตัวของ *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis ในประเทศไทย



ภาพที่ 4.63 การกระจายของ *Graphis seminuda* Müll Arg.ในประเทศไทย

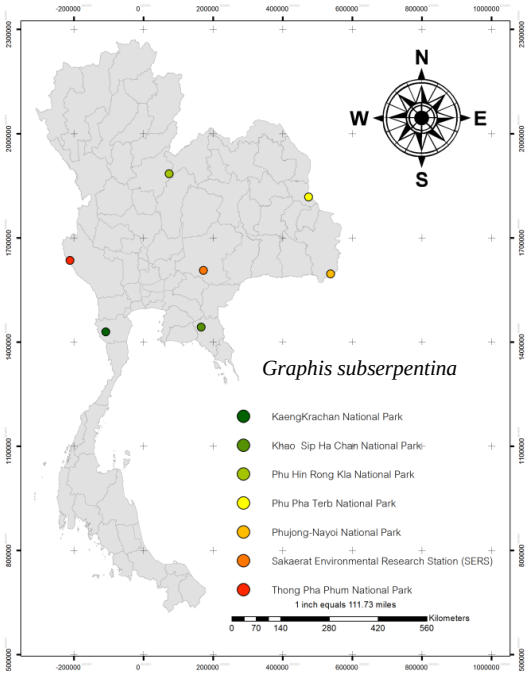
Graphis streblocarpa พบในบริเวณป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 80-1200 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย และอุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหม (ภาพที่ 4.64)



ภาพที่ 4.64 การกระจายตัวของ *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl ในประเทศไทย

Graphis subserpentina พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 200-800 เมตร พบที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูผาเทิบ อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น อุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.65)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



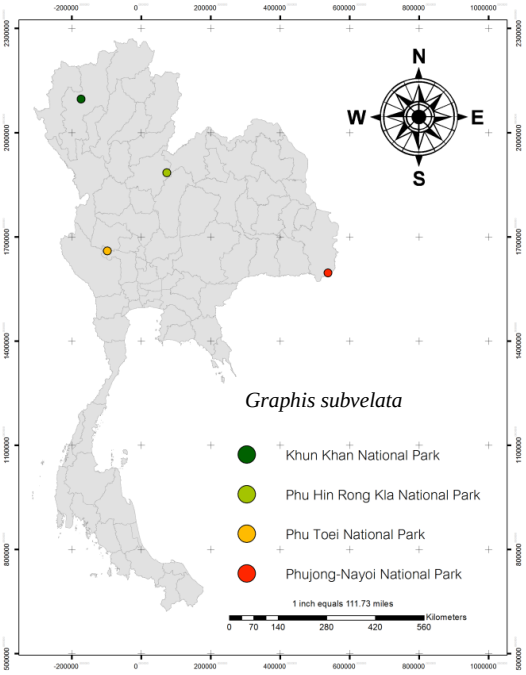
ภาพที่ 4.65 การกระจายตัวของ *Graphis subserpentina* Nyl ในประเทศไทย

Graphis subvelata พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-700 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติพุเตย (ภาพที่ 4.66)

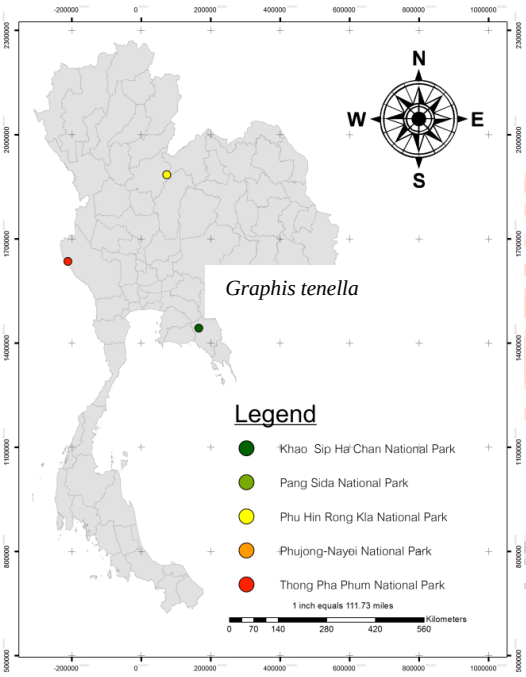
Graphis tenella พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า อุทยานแห่งชาติปางสีดา อุทยานแห่งชาติเขาสิบห้าชั้น และอุทยานแห่งชาติทองผาภูมิ (ภาพที่ 4.67)

Graphis verminosa พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าเบญจพรรณและป่าภูเขาที่ระดับความสูง 200-1500 เมตร พบที่อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ อุทยานแห่งชาติขุนตาล สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อุทยานแห่งชาติภูจองนางอย อุทยานแห่งชาติภูหินร่องกล้า และอุทยานแห่งชาติพุเตย (ภาพที่ 4.68)

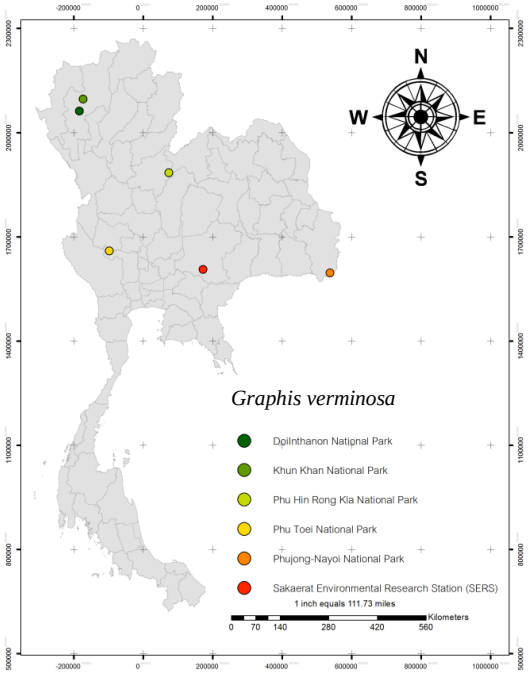
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาพที่ 4.66 การกระจายตัวของ *Graphis subvelata* Stirt ในประเทศไทย

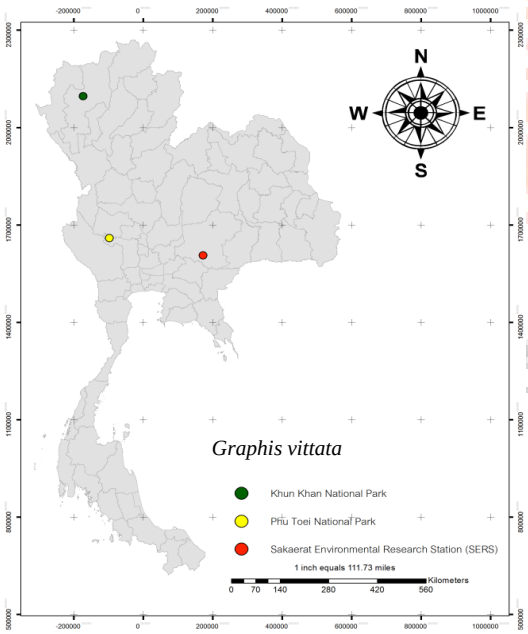


ภาพที่ 4.67 การกระจายตัวของ *Graphis tenella* Ach ในประเทศไทย



ภาพที่ 4.68 การกระจายตัวของ *Graphis verminosa* Müll Arg.ในประเทศไทย

Graphis vittata พบในป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้งและป่าเบญจพรรณที่ระดับความสูง 250-800 เมตร พบบริเวณอุทยานแห่งชาติขุนตาล อุทยานแห่งชาติพุเตย อุทยานแห่งชาติปางสีดา และอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน (ภาพที่ 4.69)



ภาพที่ 4.69 การกระจายตัวของ *Graphis vittata* Müll Arg.ในประเทศไทย

การกระจายของไลเคนขึ้นอยู่กับตัวแปรคือสภาพแวดล้อมและตัวแปรที่เกี่ยวข้องพื้นผิวของต้นไม้ (Nimis et al., 2002) นักวิจัยหลายคนชี้ว่าบทบาทของปัจจัยทางภูมิอากาศก็มีส่วนด้วยเช่นกัน (Hauck and Spribille, 2005; Giordani, 2007) การศึกษาของเราแสดงให้เห็นว่าความอุดมสมบูรณ์ของไลเคนลดลงที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นความสัมพันธ์เชิงบวก การศึกษาการกระจายของไลเคนในสกุล *Graphis* ที่ระดับความสูง 4-2562 เมตร พบชนิดของไลเคนที่แตกต่างกัน แต่ไม่แตกต่างกันในความหลากหลาย อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ ซึ่งอุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์เป็นอุทยานแห่งชาติที่สูงที่สุดในพื้นที่ศึกษานี้มีพื้นที่ 2562 ตารางเมตร ประกอบด้วยไลเคน 11 ชนิด ได้แก่ *Graphis assamensis* Nagarkar & Patw., *Graphis descissa* Müll. Arg., *Graphis elongata* Zenker., *Graphis emersa* Mull.Arg., *Graphis glaucescens* Fée., *Graphis hossei* Vain., *Graphis jejuensis* K. H. Moon, M. Nakan. & Kashiw., *Graphis librata* C. Knight., *Graphis rhizocola* (Fée) Lücking & Chaves., *Graphis seminuda* Müll. Arg., และ *Graphis verminosa* Müll. Arg. ในขณะที่อุทยานแห่งชาติหาดเจ้าไหมมีระดับความสูงต่ำสุด 4 เมตร พบ 12 ชนิด ได้แก่ *Graphis cincta* (Pers.) Aptroot, *Graphis duplicata* Ach., *Graphis furcata* Fée., *Graphis handelii* Zahlbr., *Graphis intricata* Fée., *Graphis longiramea* Müll. Arg., *Graphis nanodes* Vain., *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija., *Graphis pinicola* Zahlbr., *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb., *Graphis rimulosa* (Mont.) Trevis., และ *Graphis streblocarpa* (Bel.) Nyl. จากความสัมพันธ์ของทั้งสองพื้นที่พบว่าสายพันธุ์มีความแตกต่างกันที่ $p > 0.05$ ความหลากหลายของชนิดของไลเคนที่แตกต่างกันอย่างมากกับระดับความสูงตามรายงานของ Grytnes et al. (2006) ผู้ศึกษาไลเคนจากที่อยู่อาศัยที่คล้ายกันในเทือกเขาหิมาลัย ความอุดมสมบูรณ์ของชนิดไลเคนมีแนวโน้มที่จะสูงที่สุดในระดับกลางซึ่งเป็นไปตามการศึกษาอื่น ๆ ที่คล้ายคลึงกันทั่วโลก (Wolseley and Aguirre-Hudson, 1997; Negi and Upreti, 2000; Wolf and Alejandro, 2003; Pinokiyo et al., 2008; Baniya et al., 2010; Rai et al., 2012)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาตัวอย่างไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทยจำนวน 1704 ตัวอย่าง พบไลเคนสกุล *Graphis* spp. 536 ตัวอย่าง พบในประเทศไทย 32 ชนิด จากการศึกษาพบว่ามี 6 ชนิด จาก 32 ชนิด ในสกุล *Graphis* ถูกรายงานเป็นครั้งแรก คือ (*Graphis cincta* (Pers.) Aptroot, *Graphis jejuensis* KH Moon, M. Nakan. & Kashiw., *Graphis nigrocarpa* Adaw. & Makhija., *Graphis renschiana* (Müll. Arg.) Stizenb., *Graphis seminuda* Müll.Arg. และ *Graphis subserpentina* Nyl.) และมี 1 ชนิด ของไลเคนสกุล *Graphis* ถูกเสนอเป็นชนิดใหม่ของโลก คือ *Graphis koratensis* Pitakpong, Kraichak, Lücking ในการศึกษาการแพร่กระจายของไลเคน 32 ชนิดทั่วประเทศไทย พบว่ามีการกระจายตัวอยู่ในช่วงความสูงเหนือระดับน้ำทะเลระดับกลาง 150-1500 เมตร แสดงว่าไลเคนกระจายตัวค่อนข้างกว้าง ความแตกต่างนี้อาจมาจากสภาพแวดล้อมและสภาพผิวของต้นไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน โดยปัจจัยที่น่าจะมีผลต่อความหลากชนิดของไลเคนสกุลนี้ คือ ค่าความเป็นกรดด่างของต้นไม้ ดังนั้นการที่สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปอาจทำให้ไลเคนสกุล *Graphis* บางชนิดสูญพันธุ์ไป

ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากสภาพผืนป่าในหลายพื้นที่ได้ลดลงอย่างมาก ไลเคนก็จะมีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพธรรมชาติด้วย จึงควรจัดสรรพื้นที่อนุรักษ์อย่างจริงจัง เพื่อให้เป็นประโยชน์ของการอนุรักษ์ไว้ให้คงอยู่กับธรรมชาติอย่างยั่งยืน

2. สภาพพื้นที่ในการสำรวจเป็นป่าที่ค่อนข้างสมบูรณ์ และมีความหลากหลายทางชีวภาพมาก ทั้งไม้เรือนยอด ไม้เลื้อย และไม้ชั้นล่างอีกมากมาย จึงควรต่อยอดงานวิจัยด้านไลเคน และทำเป็นแหล่งเรียนรู้ด้านความหลากหลายทางชีวภาพ ให้สัมผัสไลเคนจริงซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มหนึ่งที่มีความสำคัญต่อระบบนิเวศ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บรรณานุกรม

วนารักษ์ ไชพันธ์แก้ว, กฤติกา ป้อมเผือก, แพททรีเซีย วูลเซลลี่ และสุทธาธร สุวรรณรัตน์. 2550. คู่มือนักสำรวจไลเคน. บริติช เคานซิล. เชียงใหม่.

วสันต์ เพ็งสูงเนิน, พชร มงคลสุขม, กัณฑรีย์ บุญประกอบ และ เลขา มาโนช. 2553. ความหลากหลายของไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอีในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย. วารสารพฤกษศาสตร์ไทย 2 (ฉบับพิเศษ): 73-79.

Alvin, K. L. and Kershaw, K. A. (1966). The observer's book of lichens. London, England.

Archer, A. W. (2001). The lichen genus *Graphina* (Graphidaceae) in Australia: new reports and new species. Mycotaxon. 77:153-180.

Baniya, C., Solhoy, T., Gauslaa, Y., and Palmer, M. W. (2010). The elevation gradient of lichen species richness in Nepal. **The Lichenologist**. 42(01): 83-96.

Baron, G. (1999). Understanding Lichens. The Richmond Publishing Co.Ltd., Richmond.

Behera, B.C., Adawadkar, B. and Makhija, U. (2004). Capacity of some Graphidacirous lichens to scavenge superoxide and inhibition of tyrosinase and xanthine oxidase activity. Current Science. 87(1): 83-87

Brodo, I. M., Sharnoff, S. D. and Sharnoff, S. (2001). Lichens of North America. Yale University Press.

Gilbert, O. (2000). Lichens.Harper CollinsPublishers, London.

Giordani, P. (2007). Is the diversity of epiphytic lichens a reliable indicator of air pollution? A case study from Italy. **Env Poll**. 146: 317-323.

Grube, M., and Kroken, S. (2000). Molecular approaches and the concept of species and species complexes in lichenized fungi. Mycological Research. 104: 1284-1294.

Grytnes, J. A., Heegaard, E., and Ihlen, P. G. (2006). Species richness of vascular plants, bryophytes, and lichens along an altitudinal gradient in western Norway. **Acta Oecologica**. 29: 241-246.

Hauck, M., and Spribille, T. (2005). The significance of precipitation and substrate chemistry for epiphytic lichen diversity in spruce-fir forests of the Salish Mountains, Montana. **Flora**. 200:547-562.

Hawksworth, D. L. and Hill, D. J. (1984). The Lichen-Forming Fungi. Chapman and Hall, New York.

Lichen Research Unit and Lichen Herbarium. (1994). Lichens in Thailand. [Online.] Available: http://www.ru.ac.th/lichen/galleries/galleries.html. Accessed date: January 20, 2015.

Lücking, R., Archer, A. W. and Aptroot, A. (2009b). A world-wide key to the genus *Graphis* (Ostropales: Graphidaceae). The Lichenologist. 41:363-452.

Lücking, R., Chaves, J. L., Sipman, H. J. M., Umaña, L. and Aptroot, A. (2008). A first assessment of the ticolichen biodiversity inventory in Costa Rica: the genus *Graphis*, with notes on the genus *Hemithecium* (Ascomycota: Ostropales: Graphidaceae). Fieldiana Botany, New Series.

Lücking, R., Plata, E. R., Chaves, J. L., Umaña, L. and Sipman. H. J. M. (2009a). How many tropical lichens are there really Bibliotheca Lichenologica. 100:399-418.

Nash III, T.H. (1996). Lichen Biology. New York: Cambridge University Press.

Nash III, T. H., Ryan, B. D., Gries, C. and Bungartz, F. (2002). Lichen flora of the greater sonoran desert region: Volume I (The pyrenolichens and most of the squamulose and macrolichens). Lichens Unlimited, Arizona State University, Tempe, Arizona.

Negi, H. R., and Upreti, D. K. (2000) Species diversity and relative abundance of lichens in Rumbak catchment of Hemis National Park in Ladakh. **Curr Sci**. 78: 1105-1112.

Nelsen, M. P., Lücking, R., Andrew, C. J., Rivas Plata, E., Chaves, J. L., Cáceres, M. E. S., and Ventura, N. (2012). Dismantling *Herpothallon*: *Herpothallon antillarum* (Arthoniomycetes: Arthoniaceae) is a member of the genus *Diorygma* (Lecanoromycetes: Graphidaceae). **Bryologist**. 115: 313-321.

Nimis, P. L., Scheidegger, C., and Wolseley, P. A. (2002). **Monitoring with lichens-monitoring lichens**. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands.

Pinokiyo, A., Singh, K. P., and Singh, J. S. (2008). Diversity and distribution of lichens in relation to altitude within a protected biodiversity hotspot, north-east India. **The Lichenologist**. 40: 47-62.

Purvis, W. (2000). Lichens. The National History Museum, London, United Kingdom.

Rai, H., Upreti, D. K., and Gupta, R. K. (2012). Diversity and distribution of terricolous lichens as indicator of habitat heterogeneity and grazing induced trampling in a temperate-alpine shrub and meadow. **Biodiversity and Conservation**. 21: 97-113.

Rivas Plata, E., Parnmen, 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., Lücking, R., and

Lumbsch, H. T. (2013). A molecular phylogeny of Graphidaceae (Ascomycota: Lecanoromycetes: Ostropales) including 428 species. **MycoKeys**. 5: 55-94.

Rivas Plata, E., Hernández, J. E. M., Lücking, R., Staiger, B., Kalb, K. and Cáceres, M. E. S. (2011). *Graphis* is two genera: A remarkable case of parallel evolution in lichenized Ascomycota. Taxon. 60(1): 99-107.

Rohlf, E.J. (1993). NTSYS-pc: numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1.80. Applied Biostatistics Inc. Setauket, New York.

Sharma, O. P. (1989). Text book of fungi. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited.

Sneath, P.H.A. and Sokal, R.R. (1973). Numerical Taxonomy. W.H. and Freeman, San Francisco.

Staiger, B. (2002). Die Flechten familie Graphidaceae. Studien in Richtung einer natürlicheren Gliederung. Bibliotheca Lichenologica. 85:1-526.

Takenaka, Y., Morimoto, N., Hamada, N. and Tanahash, T. (2011). Phenolic compounds from the cultured mycobionts of *Graphis proserpens*. Phytochemistry. 72: 1431–1435.

Wirth, M. and Hale, M. E. (1963). The lichen family Graphidaceae in mexico. Contributions from the United States National Hetbarium Vol.36, part 3.

Wirth, M. and Hale, M. E. (1978). Moden-smithsonian expedition to dominica: the lichens (graphidaceae). Smithsonian Institution Press.

Wolseley, P.A. and Aguirre-Hudson, B. (1997a). The ecology and distribution of lichens in tropical deciduous and evergreen forests of northern Thailand. Journal of Biogeography. 24: 327-343.

Wolseley, P. A. and Aquire-Hudson, B. (1997b). Lichen of tropical forest in Thailand: A field key to characteristic epiphytic species in northern Thailand. Natural History Museum, London.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้รับผิดชอบโครงการวิจัย

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ **(ภาษาไทย)** รศ. ดร.หนูเดือน เมืองแสน

(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr.Nooduan Muangsan

2. เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3-3017-01003-xxx

3. ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์

4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้พร้อมโทรศัพท์โทรสารและ E-mail

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

111 ถนนมหาวิทยาลัย ตำบลสุรนารี อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224249, โทรสาร 044 – 224633, E-mail : nooduan@sut.ac.th

5. ประวัติการศึกษา

2546 Ph.D. (Plant Molecular Biology), North Carolina State University,USA

2539 วท.บ. (ชีววิทยา เกียรตินิยม อันดับ 1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชาการ

Gene silencing, Plant transformation, Plant tissue culture, Genetics

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย -ไม่มี-

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย

1) การใช้ไลเคนเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพอากาศบริเวณโดยรอบนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556
2) การเพาะเลี้ยงอับเรณูทานตะวันเพื่อผลิตสายพันธุ์แท้ แหล่งทุน ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557
3) การอนุรักษ์ ขยายพันธุ์และใช้ประโยชน์พืชวงศ์ขิงที่หายากและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี แหล่งทุน ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557
4) ความหลากหลายทางพันธุกรรมของไลเคนสกุล *Graphis* ในประเทศไทย แหล่งทุน ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน

1) Pimchun, O. and Muangsan, N. 2011. In Vitro Regeneration of Purple Glutinous Rice (Oryza sativa L.). KKU Sci J. 39(4): 621-630 [In Thai]
2) Krudnak, A., Muangsan, N. and Machikowa, T. 2013. High frequency callus induction through anther culture in high oil sunflower (Helianthus annuus L.). KKU Res J. 18(1):64-72 [In Thai]
3) Saensee K., Machikowa T. and Muangsan N. 2012. Comparative performance of sunflower synthetic varieties under drought stress. International Journal of Agriculture and Biology, vol. 14, pp. 929-.
4) Jantasee A., Thumanu K., Muangsan N., Leeanansaksiri W. et al. 2013. fourier transform infrared spectroscopy for antioxidant capacity determination in colored glutinous rice. Food Analytical Methods, pp. 1

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : ชื่อข้อเสนอการวิจัย แหล่งทุน และสถานภาพในการทำวิจัยว่าได้ทำการวิจัยลุล่วงแล้วประมาณร้อยละเท่าใด

1) การอนุรักษ์ ขยายพันธุ์และใช้ประโยชน์พืชวงศ์ขิงที่หายากและมีคุณค่าทางเศรษฐกิจอย่างยั่งยืน ภายใต้โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี แหล่งทุน ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2557

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ (ภาษาไทย) ผศ.ดร.พงศ์เทพ สุวรรณวารี

(ภาษาอังกฤษ) Asst. Prof. Dr.Pongthep Suwanwaree

2. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3-2601-00290-27-5

3. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

4. หน่วยงาน

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044 - 224633, โทรสาร 044 – 224633

E-mail : pongthep@sut.ac.th, ptsuwan@hotmail.com

5. ประวัติการศึกษา

2546 Ph.D. (Crop and Soil Science), Michigan State University, U.S.A.

2537 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2534 วิทยาศาสตรบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ

Ecology, Environmental Science, Botany, Soil Science, Wildlife Ecology

7. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย:

1) โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย:

1. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของต้นลานในประเทศไทยด้วยการใช้เทคนิค AFLP
2. ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของผีเสื้อและระบบนิเวศน์ป่าแบบต่าง ๆ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา
3. ความหลากหลายของไส้เดือนดินในอุทยานแห่งชาติทับลาน
4. การศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาและการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของต้นลานป่า ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน
5. การจัดการขยะและน้ำเสียโดยชุมชนมีส่วนร่วม ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา
6. การประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำของบึงละหาน จังหวัดชัยภูมิ
7. การสำรวจความหลากหลายของผีเสื้อ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
8. การสำรวจความหลากหลายของแมลง ผีเสื้อกลางคืน แมลงปอ ไลเคน พืชน้ำ สาหร่าย เห็ดรา ปลา ไส้เดือนกิ้งกือ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
9. แนวโน้มการเกิดและแนวทางการป้องกันปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จ.นครราชสีมา
11. การแพร่กระจาย การเลือกใช้พื้นที่และพฤติกรรมของไก่ฟ้าพญาลอ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช
11. การแพร่กระจาย โครงสร้างถิ่นอาศัย การรอดชีวิตของเมล็ด และสัณฐานวิทยาเรณูของพืชสกุลลานในประเทศไทย
12. การสำรวจความหลากหลายของงู ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
13. ผลกระทบของไฟป่าต่อความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้และคุณภาพอากาศในจังหวัดเชียงใหม่

7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว:

1. Effects of Sulfur Dioxide on Sulfur Accumulation and Anatomical Effects of Plants on High Terrain of Mae Moh's Project Area. 1993-1994. ผู้ร่วมวิจัย, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
2. การสำรวจนิเวศวิทยาป่าไม้ในที่สูงของเหมืองถ่านหินและโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2535-2536. ผู้ร่วมวิจัย, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
3. การจัดทำแผนแม่บทการจัดการอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ฉบับที่ 2 ปี พ.ศ. 2535-2536. ผู้ร่วมวิจัย, กรมป่าไม้.
4. การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของสายส่งไฟฟ้าแรงสูง แม่เมาะ 3 - เชียงใหม่ 3 ปี พ.ศ. 2535 แหล่งทุนสนับสนุน. ผู้ร่วมวิจัย, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.
5. การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของการทำเหมืองหินปูนและหินดินดาน ในจังหวัดลำปาง ปี พ.ศ. 2535. ผู้ร่วมวิจัย, บริษัทเอกชน.
6. Patterns and Effects of Disturbance on Methane Oxidation in Terrestrial Ecosystems, 2002-2003. ผู้ร่วมวิจัย, National Science Foundation.
7. Earthworm Diversity and Abundance in Kellogg Biological Station, Michigan, 2002-2003. ผู้ร่วมวิจัย, National Science Foundation.
8. การศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของต้นลานในประเทศไทย ด้วยการใช้เทคนิค AFLP. 2553. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
9. ความสัมพันธ์ของความหลากหลายของผีเสื้อและระบบนิเวศน์ป่าแบบต่างๆ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช อ.วังน้ำเขียว จ.นครราชสีมา. 2553. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
10. การสำรวจความหลากหลายของผีเสื้อ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นก สัตว์เลื้อยคลาน และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2553. หัวหน้าโครงการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
11. การสำรวจความหลากหลายของแมลง ผีเสื้อกลางคืน แมลงปอ ไลเคน พืชน้ำ สาหร่าย เห็ดรา ปลา ไส้เดือน กิ้งกือ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2553. หัวหน้าโครงการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
12. การประยุกต์ดัชนีพืชพรรณในการจำแนกข้อมูลการสำรวจระยะไกล เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้ในอุทยานแห่งชาติทับลาน ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2550. 2553. ผู้ร่วมวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
13. การเสริมสร้างการมีส่วนร่วมของชุมชนในการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำ ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง โดยใช้แบบจำลองคุณภาพน้ำ. 2553. ผู้ร่วมวิจัย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
14. การจัดการขยะและน้ำเสียโดยชุมชนมีส่วนร่วม ในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา. 2554. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.

15. การประเมินสถานการณ์คุณภาพน้ำของบึงละหาน จังหวัดชัยภูมิ. 2554. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
16. แนวโน้มการเกิดและแนวทางการป้องกันปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น ในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา. 2554. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
17. ความหลากหลายของไส้เดือนดินในอุทยานแห่งชาติทับลาน. 2554. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
18. การศึกษาลักษณะทางนิเวศวิทยาและการใช้ประโยชน์ในท้องถิ่นของต้นลานป่า ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติทับลาน. 2555. หัวหน้าโครงการ. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
19. การแพร่กระจาย การเลือกใช้พื้นที่ และพฤติกรรมของไก่ฟ้าพญาลอ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช. 2555. หัวหน้าโครงการ. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT).
20. การแพร่กระจาย โครงสร้างถิ่นอาศัย การรอดชีวิตของเมล็ด และสัณฐานวิทยาเรณูของพืชสกุลลานในประเทศไทย. 2555. หัวหน้าโครงการ. โครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย (BRT).
21. การสำรวจความหลากหลายของงู ในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. 2555. หัวหน้าโครงการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
22. ผลกระทบของไฟป่าต่อความอุดมสมบูรณ์ของป่าไม้และคุณภาพอากาศในจังหวัดเชียงใหม่. 2555. หัวหน้าโครงการ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
23. ความหลากหลายของพรรณพืชโครงสร้างป่าและปริมาณคาร์บอนเหนือพื้นดิน ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง จังหวัดสกลนคร. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ผู้ร่วมโครงการ. ส่งรายงานฉบับร่าง

7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ:

1. การประเมินแหล่งกำเนิดมลพิษจากพื้นที่เกษตรกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัด นครราชสีมา. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หัวหน้าโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.
2. ชนิดและจำนวนของสัตว์มีกระดูกสันหลังที่ถูกรถชนตายบนถนนสายหลักในพื้นที่อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หัวหน้าโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.
3. การศึกษาสัณฐานวิทยา สมบัติทางเคมีและกายภาพของดิน กิ้งกือและไส้เดือนในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หัวหน้าโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.

4. ความหลากหลายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม นก สัตว์เลื้อยคลาน สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และปลาในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. หัวหน้าโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.
5. การจัดทำฐานข้อมูลด้านภูมิสารสนเทศ พื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ผู้ร่วมโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.
6. ความหลากหลายของผีเสื้อกลางวัน ผีเสื้อกลางคืน แมลงในดิน และแมลงน้ำ ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช อพ.สธ. เขื่อนน้ำพุง การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ผู้ร่วมโครงการ. ความก้าวหน้า 90%.

8. ผลงานวิชาการ

1. Dorji, K. and **P. Suwanwaree**. 2011. CO_2 emission from natural forest, forest plantation and agricultural areas in the Northeast of Thailand. **Bhutan Journal of Renewable Natural Resources**. 7(1):47-57.
2. Phiapalath, P., C. Borries and **P. Suwanwaree**. 2011. Seasonality of group size, feeding, and breeding in wild red-shanked douc langurs (Lao PDR). **American Journal of Primatology**. 73:1-11.
3. Phiapalath, P. and **P. Suwanwaree**. 2010. Time budget and activity of Red-shanked douc langur (*Pygathrix nemaeus*) in Hin Namno National Protected Area, Lao PDR. p.171-178 *In* T. Nader, B.M. Rawson and V.N. Thinh (eds.). **Conservation of Primates in Indochina**. Frankfurt Zoological Society and Conservation International, Hanoi, Vietnam.
4. Somniyam, P. and **P. Suwanwaree**. 2009. The diversity and distribution of terrestrial earthworms in Sakaerat Environmental Research Station and adjacent areas, Nakhon Ratchasima, Thailand. **World Applied Science Journal**. 6 (2): 221-226.
5. Smith, R. G., C.P. McSwiney, A.S. Grandy, **P. Suwanwaree,** R.M. Snider, and G. P. Robertson. 2008. Diversity and abundance of earthworms across an agricultural land-use intensity gradient. **Soil & Tillage Research**. 100: 83-88.
6. **Suwanwaree, P.** and P. Phiapalath. 2008. The local livelihood and natural resource management survey and its implication on the integrated conservation and development projects: a case study in Attapeu, Lao PDR. **KKU Science Journal**. 36 (Supplement): 199-211.
7. **Suwanwaree, P.** and P. Phiapalath. 2006. Environmental policy of Lao PDR: a review. **Environment and Natural Resources Journal**. 4: 1-16.

8. **Suwanwaree, P.** and G.P. Robertson. 2005. Methane oxidation in forest, successional, and no-till agricultural ecosystems: effects of nitrogen and soil disturbance. **Soil Science Society of America Journal**. 69:1722-1729.
9. นิรันดร์ จันทวงศ์ และ **พงศ์เทพ สุวรรณวารี.** 2537. ผลของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อกายวิภาคของใบ ปริมาณคลอโรฟิลล์ และการสะสมซัลเฟอร์. **วารสารสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ**. ปีที่ 26, ล.2 ก.ค.-ธ.ค.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. **ชื่อ (ภาษาไทย)** ผศ.ดร.ขวัญเรือน พาป้อง
   (ภาษาอังกฤษ) Asst.Prof. Dr.Khwanruen Papong
2. **รหัสนักวิจัย** 00904114
   รหัสประจำตัวประชาชน 3 4203 00316 012
3. **สถานภาพปัจจุบัน** อาจารย์ (พนักงานวิชาการ)
   ภัณฑารักษ์ประจำพิพิธภัณฑ์เห็ดที่มีฤทธิ์ทางยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
   Adjunction Curator at The Field Museum, Chicago, USA
4. **สถานที่ทำงาน** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
   ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150
   โทรศัพท์ 0 43754 321-40 ต่อ 1160 โทรศัพท์มือถือ 08 9923 3963
5. **การศึกษา**

   2541 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง

   2545 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยรามคำแหง
   (วิทยานิพนธ์เรื่อง ความหลากหลายของไลเคนบนใบไม้ในเขตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ Biodiversity of Foliicolous Lichens at Khao Yai National Park)

   2551 ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาชีววิทยา มหาวิทยาลัยขอนแก่น
   (วิทยานิพนธ์เรื่อง อนุกรมวิธานและนิเวศวิทยาของไลเคนบนใบไม้ในประเทศไทย Taxonomy and Ecology of Foliicolous Lichens in Thailand)

6. ประสบการณ์งานวิจัย

2542 ได้รับทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษากับ Institute of Botany, Technischer

University, Dresden, Germany

2542 โครงการวิจัย เรื่องความหลากหลายทางชีวภาพและนิเวศวิทยาไลเคน (Biodiversity and Ecology of Lichens) ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ (ผู้ร่วมวิจัย)

2543 ร่วมฝึกอบรมด้าน Electron Microscopy กับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดย Dr. G.P. Starples and Dr. S.T. Moss

2544 เข้าร่วมฝึกอบรมด้านนิเวศวิทยาเขตร้อนกับนักศึกษาระหว่างประเทศจาก University California of Los Angeles (UCLA) สหรัฐอเมริกา ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่

2546 เข้าร่วมฝึกอบรมด้านการสอนเชื้อรา (Basidiomycetes) ที่มหาวิทยาลัยสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา โดย Prof. Roy Watling

2546 เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชของโครงการตามพระราชดำริ พระเทพรัตราชสุดาฯ สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ณ เกาะแสมสาร อ. สัตหีบ จ. ระยอง

2546 เข้าร่วมโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชของโครงการตามพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตราชสุดาฯ สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคน ณ พื้นที่อนุรักษ์พันธุกรรมพืช อ.ไทรโยค จ. กาญจนบุรี

2546 นักวิจัย สถาบันวิจัยวลัยรุขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2546 โครงการวิจัยเรื่อง โครงการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดระบบบำบัดน้ำเสีย สถานที่กำจัดขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลบรบือ จังหวัดมหาสารคาม (ผู้ร่วมวิจัย)

2546 โครงการวิจัยเรื่อง โครงการเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจในคุณค่าความสำคัญการใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำ และการจัดทำแผนการอนุรักษ์และใช้ประโยชน์พื้นที่ชุ่มน้ำอย่างยั่งยืน : เขตห้ามล่าสัตว์ป่าบึงโขงหลง จังหวัดหนองคาย (ผู้ร่วมวิจัย)

2547 อาจารย์ผู้ช่วยด้านพฤกษศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

2547 โครงการวิจัยเรื่อง การศึกษาไลเคนเพื่อเป็นดัชนีชี้วัดคุณภาพป่าวัฒนธรรมอีสาน (ผู้ร่วมวิจัย)

2549 โครงการวิจัยด้านอนุกรมวิธานของไลเคนบนใบไม้ ณ The Field Museum, Chicago ประเทศสหรัฐอเมริกา (12 เดือน)

2550 ร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ โดยเสนอผลงานรูปแบบโปสเตอร์เรื่อง “Historic biogeography and phylogeny of the lichen genus *Chroodiscus* (Ascomycota: Thelotremataceae), with the description of four new taxa from Thailand” for ABLS (American Bryologist and Lichenologist Society) Meeting 2007 at Xalapa, Veracruz, ประเทศแมกซิโก (12-17 สิงหาคม 2550)

2551 โครงการวิจัยเรื่อง การใช้ไลเคนเป็นดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงทางสภาวะแวดล้อมในพื้นที่ชุ่มน้ำ จังหวัดมหาสารคาม (หัวหน้าโครงการ)

2551 โครงการวิจัย เรื่อง “Systematic and Molecular Phylogeny of Lichens” ณ The Field Museum, Chicago ประเทศสหรัฐอเมริกา (1 เดือน 7 วัน)

2551 ร่วมประชุมวิชาการนานาชาติ โดย เสนอผลงานแบบปากเปล่า (oral presentation) เรื่อง “Taxonomy and ecology of foliicolous lichens in Thailand” ที่งานประชุมวิชาการ International Associate Lichens meeting (IAL6) 2008 ณ Asilomar, Monterey, California ประเทศสหรัฐอเมริกา

2551 โครงการวิจัยเรื่อง โครงการ การศึกษา สำรวจและวิเคราะห์ข้อมูลสมุนไพรในเขตพื้นที่อนุรักษ์ภูผากูด จังหวัดมุกดาหาร พ.ศ. 2551-2553 (แผนระยะสั้น) (ผู้ร่วมวิจัย)

2552 โครงการวิจัยเรื่อง ไลเคนในป่าบนภูเขาไฟ จังหวัดบุรีรัมย์ (Lichens in Extinct Volcano Forest at Burirum Province) (หัวหน้าโครงการ)

2552-2554 โครงการวิจัยเรื่อง อนุกรมวิธานและวิวัฒนาการในระดับโมเลกุลของไลเคนวงศ์ Lecanoraceae (Ascomycota) ในประเทศไทย ได้รับทุนพัฒนาศักยภาพในการทำงานวิจัยของอาจารย์รุ่นใหม่ จาก สกว. 2 ปี (หัวหน้าโครงการ)

2552 โครงการวิจัยเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของเห็ด *Phellinus* ในภาคอีสาน (หัวหน้าโครงการ)

2552 โครงการวิจัยเรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนวงศ์ Lecanoraceae (Ascomycota) ในเขตอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว (หัวหน้าโครงการ)

2553 โครงการวิจัยเรื่อง Molecular Phylogeny of Lichen family Lecanoraceae ณ The Field Museum, Chicago ประเทศสหรัฐอเมริกา ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 8 เดือน

2554 โครงการวิจัยเรื่อง สารธรรมชาติจากครัสโตส โฟลิโอสและฟรุติโคสไลเคนในการยับยั้งการเจริญของจุลชีพก่อโรค (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี

2554 Biodiversity Studies of Early Land Plants and Lichens of Polynesia (Fiji Islands)-The Epicenter of the Current Global Extinction Crisis (ผู้ร่วม

โครงการ) ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี (organized by The Field Museum, Chicago)

2555 Molecular phylogeny of Thelotremoid Graphidaceae Lichens in Southeast Asia (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี (support financial by The Field Museum, Chicago)

2555-2558 โครงการวิจัยเรื่อง DNA barcoding and Systematics of Thelotremoid *Graphidaceae* (Ascomycota: Ostropales) in Thailand ได้รับทุนพัฒนานักวิจัย (เมธีวิจัย สกว.) จาก สกว. และ มมส. (หัวหน้าโครงการ) ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 3 ปี

2555 Biodiversity Studies of Early Land Plants and Lichens of Polynesia (New Caledonia)-The biodiversity for conservation management and conservation science. (ผู้ร่วมโครงการ) ระยะเวลาดำเนินการวิจัย 1 ปี (organized by The Field Museum, Chicago)

7. ความสนใจและความเชี่ยวชาญพิเศษ:

- อนุกรมวิธานของไลเคนบนใบไม้ในประเทศไทย (Taxonomy of the Foliicolous Lichens in Thailand)
- อนุกรมวิธานและวิวัฒนาการในระดับโมเลกุลของไลเคนกลุ่มครัสโตสในประเทศไทย

8. สมาชิกสมาคมทางวิทยาศาสตร์

- สมาชิก ABLS (American Bryologist and Lichenologist Society)
- สมาชิก IAL (International Association of Lichenologists)
- สมาชิก สมาคมวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมป์ (The Science Society of Thailand Under the Patronage of His Majesty the King)

9. รางวัลที่เคยได้รับ

- โล่รางวัลผู้มีผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2551 จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- โล่รางวัลผู้มีผลงานวิจัยดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2552 จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- รางวัลนักวิจัยดีเด่น สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี พ.ศ. 2554 รับพระราชทานรางวัลจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จากมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

10. เอกสารเผยแพร่

1. **ขวัญเรือน พาป้อง**, กัณฑรีย์ บุญประกอบ พิบูลย์ มงคลสุข ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์ และ เอก แสงวิเชียร 2543. การศึกษาด้านกายภาควิทยาและนิเวศวิทยาของไลเคนบนใบไม้ ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 26.
2. **ขวัญเรือน พาป้อง**, กัณฑรีย์ บุญประกอบ พิบูลย์ มงคลสุข ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์ และ เอก แสงวิเชียร 2544. การเปรียบเทียบชุมชีพของไลเคนบนใบไม้ในป่าดิบแล้งและป่าดิบชื้น ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 27.
3. **ขวัญเรือน พาป้อง**, กัณฑรีย์ บุญประกอบ พิบูลย์ มงคลสุข ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์ และ เอก แสงวิเชียร 2545. ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนบนใบไม้ ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 28.
4. **ขวัญเรือน พาป้อง**, กัณฑรีย์ บุญประกอบ พิบูลย์ มงคลสุข ณัฐสุรางค์ หอมจันทร์ และ เอก แสงวิเชียร 2546. ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนบนใบไม้ ณ อุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ เอกสารการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 29.
5. **ขวัญเรือน พาป้อง**, อุษา กลิ่นหอม, จุฑารัตน์ สุจริตธุระการ และขจรศักดิ์ วงศ์ชีวรัตน์ 2548. ความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในป่าวัฒนธรรมอีสาน เอกสารการประชุมวิชาการสาหร่ายและแพลงค์ตอนแห่งชาติ ครั้งที่ 2.
6. **Papong, K.**, Boopragob, K. & Lücking, R. 2007. New species and new records of foliicolous lichens from Thailand. Lichenologist; 39(1): 47-56. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)
7. **Papong, K.**, A. Thammathaworn and K. Boonpragob 2008. *Rolueckia* (Ostropales: Gomphillaceae), a new genus of foliicolous lichens. *Nova Hedwigia* 86(1-2): 201-208. Impact factor = 0.913 (ที่มา: Journal Citation Reports, 2010)
8. Lücking, R., **K. Papong**, A. Thammathaworn and K. Boonpragob 2008. Historic biogeography and phenotype-phylogeny of the lichen genus *Chroodiscus* (Ascomycota: Ostropales: Thelotremataceae). *Global Ecology & Biogeography. Global Ecology & Biogeography.* 35: 2311-2327. Impact factor = 4.566 (ที่มา: Journal Citation Reports, 2008)
9. **Papong, K.**, R. Lücking, A. Thammathaworn and K. Boonpragob 2009. Four new taxa of *Chroodiscus* (Graphidaceae) from Thailand. *The Bryologist.* 112(1): 152-163. Impact factor = 0.89 (ที่มา : Journal Citation Reports, 2010)
10. Lumbsch, H.T., **K. Papong** and A. Naikatini 2009. A new terricolous species of *Gyalidea* (Gomphillaceae, Ascomycota) from Fiji. *Nova Hedwigia.* 88(1-2): 111-116. Impact factor = 0.913 (ที่มา: Journal Citation Reports, 2010)

11.**Papong, K.**, Corush, J., Mangold, A., Lücking, R. & Lumbsch, H.T. 2009. Phylogenetic position of the foliicolous genus *Chroodiscus* (Ostropales: Ascomycota) inferred from nuclear and mitochondrial ribosomal DNA sequences. Fungal Diversity; 147-153. Impact factor = 5.074 (Journal Citation Reports, 2010)

12.**Papong, K.**, Boonpragob, K. & Lumbsch, H.T. 2009. Additional lichen records from Thailand 1. *Loxospora lecanoriformis* (Sarrameanaceae). Australian Lichenology; 65: 50-51. No impact factor.

13.Lumbsch, H.T. & **Papong, K.** 2009. *Ocellularia gyrostomoides* belongs to the genus *Schizoxylon* (Stictidaceae, Ascomycota). Mycotaxon; 109: 319-322. Impact factor = 0.752 (Journal Citation Reports, 2010)

14. **Papong, K.** and H.T. Lumbsch 2009. LECANORACEAE Lichens of Thailand **(**Lecanorales**:** Ascomycota**)** ไลเคนวงศ์เลคาโนราซิอีในประเทศไทย. www.fmnh.org/ plantguides Rapid Color Guide #252 version 1 06/2009 (printed and online).

15. Kalb K., Buaruang, K., **Papong, K.** & Boonpragob, K. 2009. New or otherwise interesting lichens from the tropics, including the lichen genus *Ramboldia* in Thailand. Mycotaxon; 110: 109-123. Impact factor = 0.752 (Journal Citation Reports, 2010)

16. **Papong, K.**, Boonpragob, K. Mangold, A. & Lumbsch, H.T. 2010. Thelotremoid lichen species recently described from Thailand**:** a reevaluation**.** Lichenologist; 42(2): 131-137. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)

17. Kantvilas G., **Papong, K.** & Lumbsch, H.T. 2010. Further observation on the genus *Maronina*, with description of two new taxa from Thailand. Lichenologist; 42(5): 557-561. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)

18. **Papong, K.**, Boonpragob, K. & Lumbsch, H.T. 2011. A new species and new records of *Lecanora* (Lecanoraceae, Ascomycota) from south-east Asia. Lichenologist; 43(1): 47-50. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)

19. Lumbsch, H**.** T**.**, Ahti, T., Altermann, S., Paz, A. D. G., Aptroot, A., Arup, U., Pena B. A., Bawingan, P. A., Benatti, M. N., Betancourt, L., Björk, C. R., Boonpragob, K., Brand, M., Bungartz, F., Cáceres, E. S. M., Candan, M., Chaves, L. J., Clerc, P., Common, R., Coppins, J. B., Crespo, A., Dal-Forno, M., Divakar, K. P., Duya, V. M., Elix, A. J., Elvebakk, A., Fankhauser, D. J., Farkas, E., Ferraro, I. L., Fischer, E., Galloway, J. D., Gaya, E., Giralt, M., Goward, T., Grube, M., Hafellner, J., Hernandez, E. J., Campos, D. L. A. H. M., Kalb, K., Kärnefelt, I., Kantvilas, G., Killnamm, D., Kirika, P., Knudsen, K., Komposch, H., Kondratyuk, S., Lawrey, D. J., Mangold, A., Marcelli, P. M., McCune, B.,

Messuti, I. M., Michlig, A., González, M. R., Moncada, B., Naikatini, A., Nelsen, P. M., Øvstedal, O. D., Palice, Z., **Papong, K.,** Parnmen, S., Pérez-Ortega, S., Printzen, C., Rico, J. V., Plata, R. E., Robayo, J., Rosabal, D., Ruprecht, U., Allen, S. N., Sancho, L., Jesus, S. D. L., Vieira, S. T., Schultz, M., Seaward, D. R. M., Sérusiaux, E., Schmitt, I., Sipman, J. M. H., Sohrabi, M., SØchting, U., SØgaard, Z. M., Sparrius, B. L., Spielmann, A., Spribille, T., Sutjaritturakan, J., Thammathaworn, A., Thell, A., Thor, G., Thüs, H., Timdal, E., Truong, C., Türk, R., Tenorio, U. L., Upreti, K. D., Boom, V. D. P., Rebuelta, V. M., Wedin, M., Will-Wolf, S., Wirth, V., Wirtz, N., Yahr, R., Yeshitela, K., Ziemmeck, F., Wheeler, T., Lücking, R. **2011.** One hundred new species of lichenized fungi**:** a signature of undiscovered global diversity**.** Phytotaxa; **18: 1-127.** No impact factor.

20. **Papong, K.**, & Lumbsch, H.T. 2011**.** A taxonomic survey of *Lecanora* sensu stricto in Thailand (Lecanoraceae; Ascomycota). Lichenologist; 43(4): 299-320. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)
21. **Papong, K.,** Kantvilas G. & Lumbsch, H.T. 2011**.** Morphological and molecular evidence places *Maronina* into synonymy with *Protoparmelia* (Ascomycota: *Lecanorales*). Lichenologist; 43(6): 561–567. Impact factor = 1.231 (Journal Citation Reports, 2010)
22. **Papong, K.**, Boonpragob, K., Parnmen, S. & Lumbsch, H.T. 2012. Molecular phylogenetic studies on tropical species of *Lecanora* sensu stricto (Lecanoraceae, Ascomycota). *Nova Hedwigia* (impress)
23. **Papong, K.**, Nayaka, S. & Lumbsch, H.T. 2012. Two new species and a new record of *Lecanora* sensu stricto (Lecanoraceae, Ascomycota) from India. *Nova Hedwigia* (impress)
24. **ขวัญเรือน พาป้อง**, กัณฑรีย์ บุญประกอบ และ H. Thorsten Lumbsch. 2554. ไลเคนวงศ์ Lecanoraceae (Lecanorales: Ascomycota) ในประเทศไทย. อภิชาติการพิมพ์ มหาสารคาม. 46 หน้า.
25. **ขวัญเรือน พาป้อง**. 2555. ไลเคน: ดัชนีชี้วัดทางชีวภาพสำหรับตรวจสอบคุณภาพอากาศ (Lichen: Bioindicator for Air Pollution). วารสารวิทยาศาสตร์ มข. ปีที่ 40 ฉบับที่ 1: 13-23 หน้า.
26. **ขวัญเรือน พาป้อง**. 2555. ไลเคนกับการใช้เป็นยารักษาโรค (Lichen for Traditional Medicine). วารสารพฤกษศาสตร์ไทย ปีที่ 4 ฉบับที่ 1: 1-13 หน้า.