บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี มีการรวบรวมเนื้อหาและรายละเอียด โดยมีหัวข้อดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปของไลเคน

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (Symbiosis) ระหว่างรา (Mycobiont) และสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิด (Photosynthetic Symbiont or Photobiont) ในโครงสร้างเฉพาะที่เรียกว่า แทลลัส (Thallus) ซึ่งไม่มีราก ลำต้นและใบที่แท้จริงเหมือนพืชชั้นสูง (Purvis, 2000 : 37) โดยราทำหน้าที่ช่วยปกป้องสาหร่ายจากความแห้งแล้ง ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหาร ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงอาจจะเป็นสาหร่ายสีเขียวหรือไซยาโนแบคทีเรีย โดยในไลเคนส่วนใหญ่จะพบสาหร่ายสีเขียว มีไลเคนส่วนน้อยที่พบไซยาโนแบคทีเรีย (ขวัญเรือน พาป้อง, 2555 : 13; สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557: 11; Nash, 1996 : 1-2)

การอยู่ร่วมกันของรา และสาหร่ายแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Mutualism) มีวิวัฒนาการร่วมกันมากกว่า 600 ล้านปีมาแล้ว ราชนิดที่พบในไลเคนไม่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระในธรรมชาติ ตรงข้ามกับสาหร่ายที่พบในไลเคนส่วนมากอยู่อย่างอิสระได้ ยกเว้นสาหร่ายสกุล *Trebouxia* ที่สามารถพบได้ในไลเคนเท่านั้น ราที่เป็นองค์ประกอบของไลเคน จัดอยู่ในกลุ่ม Ascomycetes ประมาณร้อยละ 98 และอยู่ในกลุ่ม Basidiomycetes และ Deuteromycotina เพียงเล็กน้อย (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 2) ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงราในไลเคนในห้องปฏิบัติการได้ แต่มีอัตราการเติบโตที่ช้า มีการสร้างโครงสร้างเพียงเล็กน้อย และไม่สร้าง Fruiting Body หรือไม่สร้างเป็นไลเคนขึ้นมา (ขวัญเรือน พาป้อง, 2555 : 15)

ไลเคน ประกอบด้วยไมซีเลียม (Mycelium) ของราที่อัดตัวกันแน่นอยู่ชั้นด้านบนข้างใต้เป็นกลุ่มเซลล์ของสาหร่ายและด้านล่างลงไปเป็นชั้นของรา ซึ่งอาจยึดติดกับพื้นด้วยไฮฟา ที่เรียกว่าไรซีน (Rhizine) ไลเคนมีความสำคัญในแง่ของการกัดกร่อนหิน เพราะสร้างกรดได้ ดังนั้น จึงเป็นตัวกลางสำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบแทนที่แบบสภาพที่เคยแห้งแล้งมาก่อน นอกจากนี้ไลเคนยังเป็นอาหารของสัตว์บางชนิด และใช้ในการตรวจมลพิษของอากาศได้ เพราะไลเคนสามารถดูดซึมสารพิษในอากาศเข้าไปเมื่อถึงจุดหนึ่งไลเคนจะตายและสามารถสกัดสารพิษจากไลเคนมาตรวจวัดหาปริมาณได้ (ขวัญเรือน พาป้อง, 2555 : 17; Nash, 1996 : 300)

ไลเคนเป็นอิพิไฟต์ (Epiphyte) อาศัยบนต้นไม้ และยังเจริญได้บนดินและก้อนหินในเขตร้อนและเขตกึ่งเขตร้อน ไลเคนส่วนมากจะเกิดขึ้นบนบกมีเพียงเล็กน้อยที่เกิดในแหล่งน้ำจืดและเกิดในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามชายฝั่งทะเล (Nash, 1996 : 5) ไลเคนในโลกนี้มีประมาณ 25,000 ชนิด ประเทศไทยมีรายงานการพบแล้ว 1,292 ชนิด ซึ่งความหลากหลายชนิดของไลเคนเกิดจากราเป็นสำคัญ (Buaruang, K. et al. 2017 : 2)

1. ลักษณะทางสรีรวิทยาของไลเคน

1.1 การเจริญเติบโตของไลเคน

ไลเคนประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า แทลลัส (Thallus) ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เป็นรูปแบบการเติบโตของไลเคน แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (Nash, 1996 : 41-48 ; พชร มงคลสุข และวสันต์ เพิงสูงเนิน, 2555 : 3-4) ได้แก่

1.1.1 ไลเคนพวกฝุ่นผงหรือครัสโตส (Crustose) มีลักษณะคล้ายฝุ่นผง อัดตัวแน่นเป็นแผ่นบางๆ มีชั้นผิวด้านบนด้านเดียว ส่วนด้านล่างแนบสนิทกับวัตถุที่เกาะ ไม่สามารถแกะออกจากวัตถุที่ไลเคนเกาะอยู่ได้โดยง่าย (ภาพที่ 2.1) ถ้าต้องเก็บตัวอย่างจำเป็นต้องสกัดหรือแกะวัสดุยึดเกาะไปด้วย บางครั้งพบว่าไลเคนรูปแบบนี้มีการสร้างซอริเดีย (Soridia) ปกคลุมทั้งแทลลัสทำให้เห็นเป็นลักษณะของฝุ่นผง เรียกไลเคนชนิดนี้ว่า เลโพรสไลเคน (Leprose Lichens) สำหรับไลเคนบางชนิดมีโลบ (Lobe) แยกออกเป็นรัศมี เรียกไลเคนชนิดนี้ว่า พลาคอยด์ไลเคน (Placoid Lichens)

ภาพที่ 2.1 ครัสโตสไลเคน (Crustose)

1.1.2 ไลเคนพวกแผ่นใบหรือโฟลิโอส (Foliose) มีลักษณะคล้ายแผ่นใบ มีชั้นผิวสองด้าน ด้านบนสัมผัสอากาศ ด้านล่างมีส่วนคล้ายราก แต่เกิดจากใยของรา เรียกว่า ไรซีน (Rhizine) ใช้สำหรับการยึดเกาะวัตถุเพื่อดำรงชีวิต ดังภาพที่ 2.2

ลิขสิทธิ์ของม พรรณี

ภาพที่ 2.2 โฟลิโอสไลเคน (Foliose)

1.1.3 ไลเคนพวกเส้นสายหรือฟรูติโคส (Fruticose) มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน หรือเส้นสายคล้ายรากฝอย เรียกว่า ฝอยลม โดยมีส่วนที่ยึดกับที่เกาะอาศัยคล้ายราก เรียกว่า โฮลด์ฟาสท์ (Hold fast) ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ฟรูติโคสไลเคน (Fruticose)
ที่มา : (Wakiwand, 2006)

1.1.4 สแควมูโลส (Squamulose) แทลลัสมีลักษณะเป็นเกล็ดขนาดเล็ก ๆ คล้ายเกล็ดปลา ดังภาพที่ 2.4

ภาพที่ 2.4 สแควมูโลสไลเคน (Squamulose)
ที่มา : (Wakiwand, 2013)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

1.2 โครงสร้างภายในแทลลัสของไลเคน

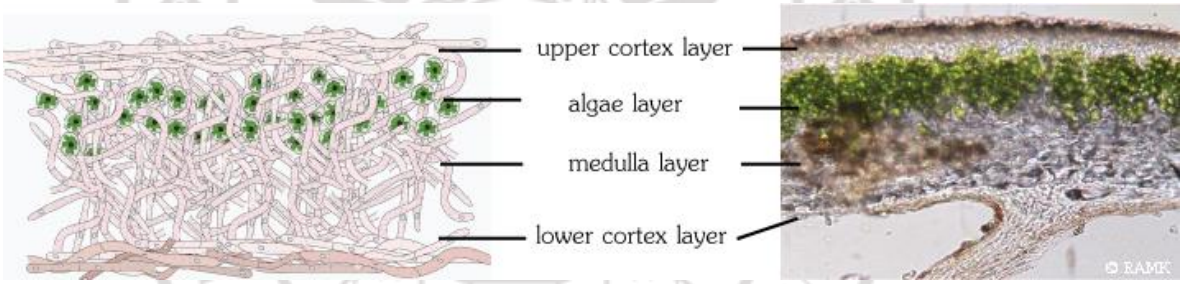
โครงสร้างพื้นฐานของไลเคนหรือแทลลัสประกอบจากเส้นใยของราที่เรียกว่า ไฮฟี (Hyphae) กับสาหร่าย มีการเรียงตัวแบ่งเป็นชั้นชัดเจนเมื่อตัดตามขวาง (ภาพที่ 2.5) สามารถแบ่งลำดับชั้นจากบนลงไปชั้นล่าง (ปาลี ทรัพย์ศรี, 2545 : 6; หน่วยวิจัยไลเคนและพิพิธภัณฑ์ ไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ม.ป.ป.; กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 10) ดังนี้

1. ชั้นคอร์เท็กซ์บน (Upper Cortex) เป็นชั้นนอกสุดเกิดจากเส้นใยไฮฟีผสานตัวอย่างหนาแน่น ทำหน้าที่ป้องกันไลเคน บางครั้งอาจมีรูเพื่อใช้แลกเปลี่ยนก๊าซได้ง่ายขึ้น

2. ชั้นสาหร่าย (Algal Layer) เป็นชั้นที่ถัดลงมาจากชั้นคอร์เท็กซ์ เป็นชั้นที่มีสาหร่ายอาศัยอยู่ มีหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถรับแสงได้เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์แสง ชั้นนี้มีปริมาตรน้อยกว่าร้อยละ 10 ของแทลลัส

3. ชั้นเมดูลา (Medulla) เป็นชั้นของราสานกันอยู่อย่างหลวม ๆ เป็นชั้นที่หนาที่สุดของแทลลัส มีความสามารถในการกักเก็บน้ำและธาตุอาหารต่าง ๆ ที่สร้างจาก Photobionts โดยไซยาโนแบคทีเรียจะสร้าง Soluble Glucose และสาหร่ายสีเขียวจะสร้าง Polyols และเก็บ Sugar Alcohols ซึ่งช่วยป้องกัน ไลเคนไม่ให้เป็นน้ำแข็ง (Antifreeze) ในสภาพอากาศหนาวเย็น และมีการสะสมสารประกอบทุติยภูมิ (Secondary Metabolites) ของไลเคน ทำให้มีสีต่าง ๆ แต่ส่วนมากพบสีขาว สีเหลือง หรือสีส้ม สำหรับไลเคนกลุ่มครัสโตสชั้นนี้จะแนบติดกับพื้นผิวที่ยึดเกาะ

4. ชั้นคอร์เท็กซ์ล่าง (Lower Cortex) เป็นชั้นด้านล่างสุด ประกอบด้วย เส้นใยของเชื้อราประสานกันแน่น และมีเส้นใยที่พัฒนาไปเป็นไรซีน (Rhizine) ใช้ยึดเกาะกับวัตถุไลเคนบางชนิดไม่มีชั้นนี้ โดยเฉพาะกลุ่ม Crustose



ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของไลเคน
ที่มา : (หน่วยวิจัยไลเคนและพิพิธภัณฑ์ไลเคน, ม.ป.ป.)

1.3 การสืบพันธุ์ของไลเคน แบ่งได้ 2 วิธี คือ แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ดังนี้

1.3.1 แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction)

ลักษณะการกระจายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ เช่น โครงสร้างที่สร้างสปอร์ (Conidia) จากปลายเส้นใยของรา เช่น Pycnidia หรือ Campylidia หรือโครงสร้างที่ประกอบด้วยทั้งสาหร่ายและรา เช่น Isidia Soredia ฯลฯ เกิดการขยายพันธุ์โดยการหลุดแยกออกจากแผ่นพื้นฐาน กระจายไปสร้างแผ่นพื้นฐานใหม่เหมือนไลเคนชนิดเดิม หรือแตกหัก (Fragmentation) ของแผ่นพื้นฐานโดยตรง ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557 : 45) โครงสร้างในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบนี้มีหลายลักษณะ เช่น

1.3.1.1 ไอซิเดีย (Isidia) เป็นโครงสร้างที่เจริญยื่นขึ้นมาจากผิวบนกลางแผ่นหรือตามขอบของแผ่นพื้นฐาน มีลักษณะเป็นแท่งเล็ก ๆ คล้ายนิ้วมืออยู่บนผิวแทลลัส ไอซิเดียอาจมีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบแท่ง ไม้กระบอง ซิการ์ บางชนิดแตกกิ่งก้านคล้ายปะการัง เป็นสะเก็ดหรือ

เป็นก้อนเม็ดกลมเล็ก ๆ (Globose) ซึ่งสามารถหักได้ง่ายเมื่อมีลมแรง น้ำฝน หรือมีแมลงมาสัมผัส โดยทั่วไปมักพบไอซิเดียบนไลเคนใต้ร่มเงา ซึ่งนอกจากไอซิเดียจะช่วยในเรื่องของการกระจายพันธุ์ แล้วยังช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซและการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557 : 48-49) (ภาพที่ 2.6)

ภาพที่ 2.6 ไอซิเดีย
ที่มา : (Ohio Plants, n.d.)

1.3.1.2 ซอรีเดีย (Soredia) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยเซลล์สาหร่าย 2-3 เซลล์อยู่ในเส้นใยรา รวมกันเป็นก้อนเล็ก ๆ หรือเม็ดร่วน ๆ แตกต่างจากไอซิเดียตรงที่ไม่มีชั้นผิว เกิดจากการแตกของผิวหรือการหักของไอซิเดีย ลักษณะของซอริเดียเป็นเม็ดผงคล้ายผงแป้งกระจายอยู่บนผิวหรือขอบของแทลลัส ประกอบด้วยเส้นใยราและสาหร่ายที่ประสานกันหลวม ๆ อยู่ที่ผิวของไลเคน มีลักษณะคล้ายขนมถ้วยฟูเล็ก ๆ ซอรีเดียเกิดจากชั้นสาหร่ายของแทลลัสซึ่งเปิดออกโดยการแตกหรือฉีกขาดของชั้นคอร์เท็กซ์บน (Upper Cortex) โดยทั่วไปจะพบซอรีเดียบนไลเคนที่อยู่ในที่โล่งแจ้ง แดดจัด ส่วนใหญ่โครงสร้างนี้จะกระจายไปโดยหยดน้ำฝนหรือโดยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือโดยลม (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557 : 47) (ภาพที่ 2.7)

ลิขสิทธิ์ของ พรรณี

ภาพที่ 2.7 ซอรีเดีย
ที่มา : (Groves, 2014)

1.3.1.3 พิกนิเดีย (Pycnidia หรือ Conidioma) เป็นโครงสร้างที่มีลักษณะเหมือนเพอริทีเซียม แต่มีขนาดเล็กกว่า ไม่มีเนื้อเยื่อคาร์บอนสีดำแข็งหุ้มและสปอร์ถูกผลิตโดยตรงจากปลายเส้นใยราที่เรียกว่า Conidiophore สปอร์ที่ไม่ได้เกิดในถุง (Ascus) เหล่านี้เรียก Conidia สามารถงอกเส้นใยได้เช่นเดียวกับสปอร์ที่เกิดในถุง แต่เป็นสปอร์ที่เกิดจากการขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ ไลเคนหลายชนิดพิกนิเดียมีขนาดเห็นได้ชัดเจน แต่บางชนิดเห็นได้ยาก เนื่องจากฝังจมในแทลลัส โผล่เพียงช่องเปิด (Ostiole) (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557 : 45) (ภาพที่ 2.8)

ภาพที่ 2.8 พิกนิเดีย
ที่มา : (Groves, 2014)

1.3.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเป็นการสืบพันธุ์ในส่วนของราที่อยู่ในไลเคน โดยราจะสร้างสปอร์ขึ้นมา ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันไป สปอร์จะอยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า “ผล” (Fruiting Body หรือ Ascomata) ซึ่งจะมีรูปร่างและสีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของไลเคน เมื่อสปอร์ที่อยู่ในผลแก่จัดจะดีดตัวออกจากไลเคนต้นแม่ ผลจะปล่อยสปอร์ออกมาได้ทุกเวลา โดยปล่อยดีที่สุดในฤดูหนาว ฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ แต่ระยะทางไปได้เพียงไม่กี่มิลลิเมตรเท่านั้น และจะต้องเข้าคู่กับสาหร่ายที่เหมาะสมเพื่อเจริญเป็นไลเคนแทลลัสใหม่ ไลเคนส่วนใหญ่จะสร้างผลเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและมีมลภาวะต่ำ โครงสร้างของผลจะขึ้นอยู่กับหมวดหมู่ของราใน อันดับ (Order) ต่าง ๆ โดยทั่วไป มี 2 รูปแบบ คือ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 11-13)

1.3.2.1 แอโพทีเซีย (Apothecia) มี 2 รูปแบบ คือ

(1) Disc-like Apothecia มีลักษณะคล้ายจานหรือถ้วย แยกออกได้ 2 แบบ คือ คล้ายจานมีขอบโดยมีสาหร่ายขยายขึ้นมาหุ้มเป็นขอบ (Lecanorine) และคล้ายจานไม่มีขอบ ซึ่งไม่มีสาหร่ายที่ขอบจาน (Lecideine) (ภาพที่ 2.9)

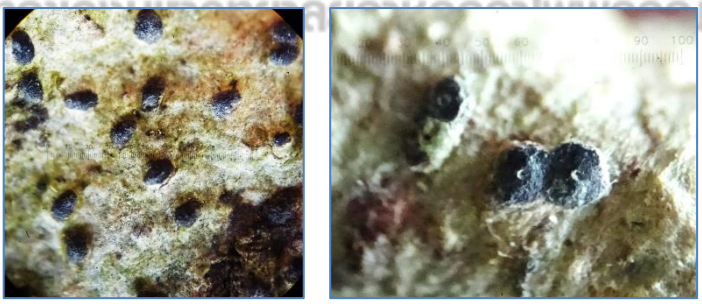
ภาพที่ 2.9 แอโพทีเซียแบบเลคาโนลีน (ซ้าย) และแอโพทีเซียแบบเลซิดิอีน (ขวา)

(2) ไลเรลเลทแอโพทีเซีย (Lirellate Apothecia) มีลักษณะเป็นเส้นคู่ขนานประกบกัน คล้ายริมฝีปากมีการเรียงตัวกันหลายแบบ เช่น คล้ายอักษรจีนโบราณ คล้ายรูปดาว มักพบในกลุ่มของวงศ์ Graphidaceae และสกุล *Opergrapha* (วงศ์ Roccellaceae) (ภาพที่ 2.10)

ภาพที่ 2.10 ไลเรลเลทแอโพทีเซีย

1.3.2.2 เพอริทีเซีย (Perithecia)

ลักษณะภายนอกคล้ายเม็ดตุ่มขนาดเล็ก มีหลายสี ฝังตัวหรือโผล่เหนือแทลลัส โดยอยู่แบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม ลักษณะภายในคล้ายรูปคนโท มีช่องเปิดที่ส่วนปลาย (Ostiole) อยู่ด้านบนสุดหรือเอียงอยู่ด้านข้าง สำหรับปล่อยสปอร์ (ภาพที่ 2.11)



ภาพที่ 2.11 เพอริทีเซีย

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโต

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการเติบโตช้า มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.2-20 มิลลิเมตรต่อปี (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 3) การเติบโตของไลเคนวัดจากขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของแทลลัสที่เพิ่มขึ้นในระยะเวลาหนึ่ง ไลเคนพวกโฟลิโอสมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงกว่าพวกครัสโตสไลเคน คือ วัดได้ 6 มิลลิเมตรต่อปี โดยอัตราการเจริญเติบโตสูงสุดวัดได้ 20.4 มิลลิเมตรต่อปี ต่ำสุด 2.4 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนไลเคนกลุ่มครัสโตสมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย 1.2 มิลลิเมตรต่อปี อัตราการเจริญสูงสุด 12 มิลลิเมตรต่อปี ต่ำสุดวัดค่าไม่ได้ (ไม่พบการขยายตัวของแทลลัสใน 1 ปี) (หน่วยวิจัยไลเคน, 2547 : 35) ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน (ปาลี ทรัพย์ศรี, 2545 : 10-13 ; หนูเดือน เมืองแสน, 2558 : 20-22) ได้แก่

1.4.1 วัตถุที่ไลเคนยึดเกาะ

1.4.1.1 ความทนทานของวัตถุ พื้นผิวของวัตถุที่มีความทนทานจะพบไลเคนมากกว่าพื้นผิวที่หลุดลอกง่ายหรือมีอายุสั้น เนื่องจากไลเคนมีโอกาสเติบโตบนวัตถุที่ทนทานได้นานกว่า เช่น พบไลเคนบนบริเวณกิ่งไม้มากกว่าบนใบไม้ในป่าไม้ผลัดใบ

1.4.1.2 ลักษณะของพื้นผิววัตถุ พื้นผิวที่ขรุขระหรือมีร่อง มีรอยแตกจะทำให้โครงสร้างในการสืบพันธุ์ของไลเคนมีโอกาสที่จะถูกกักไว้บนวัตถุนั้นได้ดีกว่าพื้นผิวที่เรียบ เช่น ตามรอยแตกของเปลือกไม้จะพบไลเคนเจริญอยู่ ซึ่งรอยแตกดังกล่าวมักจะมีความชื้นสูงกว่าบริเวณอื่น ทำให้เหมาะสมกับการเจริญของไลเคน

1.4.1.3 ความเป็นกรด-ด่างของวัตถุ ไลเคนส่วนใหญ่เติบโตได้ดีบนวัตถุที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป อย่างไรก็ตาม ไลเคนบางชนิดสามารถเติบโตบนวัตถุที่มีคุณสมบัติความเป็นกรดอ่อนๆ เช่น บนเปลือกต้นสน ในขณะที่บางชนิดจะเติบโตบนวัตถุที่มีคุณสมบัติเป็นด่าง เช่น ตามกำแพงคอนกรีต ต้นไม้ที่มีความเป็นกรด-ด่างของเปลือกต่างกันอาจพบไลเคนต่างชนิดเจริญเติบโตอยู่

1.4.1.4 ปริมาณของสารอาหารในวัตถุ บนลำต้นของต้นไม้ที่มีน้ำจากเรือนยอด กิ่ง ใบไหลผ่าน (Stem Flow) เปลือกไม้บริเวณนี้จะมีสารอาหารสูงเหมาะกับการเจริญของไลเคน จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่าต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้ถนนจะมีการสะสมสารอาหารจากฝุ่นบนเปลือกไม้สูง

1.4.2 ปริมาณน้ำหรือความชื้น

ไลเคนไม่มีโครงสร้างที่ใช้ในการดูดน้ำ หรือกักเก็บน้ำ น้ำจะแพร่เข้าสู่แทลลัสอย่างรวดเร็วแทลลัสที่แห้งอาจอิ่มน้ำได้เพียง 1-2 นาที และส่วนมากจะไม่เกิน 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง ครัสโตสบางชนิดมีสารประกอบไลเคนที่ทำให้แทลลัสเปียกน้ำยาก จึงอาจต้องใช้เวลาหลายชั่วโมงที่ทำให้แทลลัสอิ่มน้ำ ความชื้นมีความสำคัญในการเจริญเติบโตของไลเคน เมื่อแทลลัสได้รับน้ำ เมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายในจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ไลเคนเติบโต และสิ้นสุดลงอย่างรวดเร็วเช่นกันเมื่อน้ำหมด

ดังนั้นในฤดูฝนจะเป็นช่วงที่ไลเคนเติบโตได้ดี และเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งความชื้นลดลง อัตราการเจริญเติบโตของไลเคนจะลดลงและพักตัว ไลเคนที่เจริญอยู่บนเปลือกไม้จะได้รับความชื้นจากภายในต้นไม้และความชื้นที่มาจากปัจจัยภายนอก เช่น น้ำฝน น้ำค้าง คุณสมบัติของ

เปลือกไม้ที่แตกต่างกัน เช่น ความหนาแน่น ความพรุน ลักษณะผิวของเปลือกไม้ ทำให้เปลือกไม้มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน

1.4.3 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในไลเคน จากการศึกษาของหน่วยวิจัยไลเคนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่าแสงในช่วงเช้า (6.00-10.00 นาฬิกา) มีความสำคัญต่อการเติบโตของไลเคน เนื่องจากแทลลัสได้ดูดซับน้ำจากบรรยากาศสะสมไว้ตลอดคืน ทำให้มีวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงในช่วงเช้าไลเคนได้รับแสงที่เหมาะสม จึงทำการสังเคราะห์แสงได้ ซึ่งจะสิ้นสุดลงเมื่อน้ำหมดไปจากแทลลัส หลังจากนั้นไลเคนจะเข้าสู่การพักตัว และจากการศึกษาบริเวณภาคเหนือตอนบนจะพบไลเคนมากบนลำต้นไม้ทางทิศตะวันออก ทิศเหนือ แต่พบน้อยในทิศตะวันตกและทิศใต้ซึ่งคาดว่า ในทิศตะวันตก ทิศใต้ ได้รับแสงในปริมาณมากในช่วงบ่าย ทำให้ความชื้นบนวัตถุที่ไลเคนเกาะอยู่ต่ำ อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับสภาพทั่วไปด้วย ตามป่าโปร่งจะพบไลเคนเจริญอยู่บนลำต้นของต้นไม้ ในขณะที่ป่าทึบที่มีแสงสว่างส่องลงมาเพียงเล็กน้อย อาจมีไลเคนกลุ่มที่ชอบที่ร่มเติบโตอยู่บนลำต้นด้านล่าง ส่วนด้านบนที่มีแสงเพียงพอจะพบไลเคนหลากชนิดมากกว่า ในป่าทึบทิศทางของแสงที่ผ่านลงมาที่ลำต้นจะไม่สม่ำเสมอ โดยปกติจะพบไลเคนในด้านที่มีแสง (หน่วยวิจัยไลเคน, 2547 : 34)

1.4.4 อุณหภูมิ

ในห้องปฏิบัติการไลเคนที่เปียกน้ำสามารถทนอุณหภูมิได้ถึง 35-46 องศาเซลเซียส บางชนิดทนทานได้มากกว่า 70 องศาเซลเซียสเมื่อแทลลัสแห้ง อุณหภูมิที่สูงมากเกินไป มีผลต่อกระบวนการต่างๆ ภายในไลเคน เช่น ลดอัตราการสังเคราะห์แสง นอกจากนี้ยังมีผลเพิ่มการสูญเสียน้ำและเพิ่มการหายใจของไลเคน ส่งผลลบต่อการเจริญเติบโต

1.5 ไลเคนกับคุณภาพอากาศ

ไลเคน เจริญงอกงามดีในป่า ซึ่งเป็นสถานที่ ๆ มีคุณภาพอากาศดี เพราะฉะนั้นจะพบเห็นไลเคนได้เฉพาะสถานที่ที่มีสิ่งแวดล้อมดี ๆ เท่านั้น เนื่องจากไลเคนไม่สามารถทนต่อมลภาวะที่เป็นพิษได้ เพราะผิวของไลเคนไม่มีขี้ผึ้งเคลือบเหมือนกับใบไม้ เพราะใบไม้แม้จะอยู่ในบริเวณที่มีมลพิษหรือมีอากาศเสียมาก ๆ สามารถสลัดใบทิ้งได้ ในขณะที่ไลเคนไม่มีกลไกในการป้องกันตัวเอง จึงสามารถรับสารมลพิษเข้าไปในเซลล์และทำลายสาหร่ายได้โดยตรง จึงมักไม่พบไลเคนในเมืองใหญ่และเขตอุตสาหกรรม หรืออาจพบได้แต่มีจำนวนน้อย และเป็นคนละชนิดกับที่พบในป่า

ไลเคนส่วนใหญ่ไม่สามารถทนต่อสารจากมลพิษทางอากาศได้ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ โอโซน และโลหะหนัก ดังนั้นจึงแทบจะไม่พบไลเคนประเภทต่าง ๆ ในที่ที่มีอากาศเสีย หรือถ้าพบจะอยู่ในลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ ธรรมชาติของไลเคนจะเจริญเติบโตโดยการรับน้ำและสารอาหารที่ละลายอยู่ในฝนหมอกและน้ำค้างเข้าสู่แผ่นใบโดยตรง ผิวของไลเคนไม่มีชั้นคิวติเคิล (Cuticle) ที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งเคลือบป้องกันอยู่ ถ้าอากาศมีมลพิษ สารพิษจึงเข้าถึงไลเคนเพื่อทำอันตรายได้โดยตรง อีกทั้งไลเคนไม่มีการผลัดใบ ต่างจากพืชทั่วไป ไลเคนจึงสะสมสารพิษเอาไว้จนป่วยและตายไป ทั้งนี้ไลเคนแต่ละชนิดทนทานต่อมลพิษในอากาศได้ไม่เท่ากัน การสำรวจสังคมของไลเคนจึงสามารถบ่งชี้คุณภาพอากาศบริเวณรอบ ๆ ได้ (หนูเดือน เมืองแสน, 2560 : 8)

การที่ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศ จึงถูกใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลาย เนื่องจากไลเคนได้รับน้ำและแร่ธาตุในการเติบโตจากอากาศในสภาพของฝน หมอก น้ำค้าง เมื่ออากาศมีมลพิษและละลายอยู่ในน้ำ จึงเป็นอันตรายต่อไลเคนโดยตรง ประกอบกับไลเคนไม่มีไข (Wax) และผิวเคลือบคิวติเคิล (Cuticle) ช่วยปกป้องโครงสร้างภายในเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง มลพิษจากอากาศจึงเข้าไปทำอันตรายต่อเซลล์ของราและสาหร่ายภายในแทลลัสได้ง่าย ทำอันตรายต่อกระบวนการดำรงชีวิต และทำให้ไลเคนตายหรือมีการเติบโตผิดปกติ ในสภาพที่มีความชื้นไลเคนมีอัตราเมตาบอลิซึมและกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ไลเคนสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงถูกรบกวนได้โดยมลพิษแม้ในช่วงฤดูหนาว (หนูเดือน เมืองแสน, 2558 : 19)

นอกจากนี้ไลเคนมีการเจริญเติบโตช้า ไม่มีการผลัดใบ และมีชีวิตยืนยาว สามารถสะสมสารพิษไว้ในแทลลัส ซึ่งไม่สามารถขับออกได้ จึงสามารถบอกปริมาณสารพิษที่สะสมได้ การตอบสนองของไลเคนต่อมลพิษอากาศจะเกิดขึ้นตั้งแต่ระดับเซลล์ (Cellular) ระดับตัวของสิ่งมีชีวิต (Individual) ประชากร (Population) และกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) การไม่มีคิวติเคิลช่วยปกป้องและไม่มีราก ไลเคนจึงดูดซับสารจากอากาศทั้งการตกสะสมแบบแห้งและการตกสะสมแบบเปียก (Purvis, Seaward & Loppi, 2007 : 291-292) ไลเคนแต่ละชนิดมีความทนต่อมลภาวะทางอากาศได้แตกต่างกัน ไลเคนกลุ่มฟรูติโคสและสแควมูโลส ทนต่อมลภาวะทางอากาศได้น้อยที่สุด รองลงมาคือกลุ่มโฟลิโอส ส่วนไลเคนกลุ่มครัสโตสทนต่อมลภาวะทางอากาศได้ดีกว่า (ขวัญเรือน พาป้อง, 2555 : 19) ไลเคนในรูปแบบอื่น ๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะโครงสร้างของไลเคนของไลเคนกลุ่มฟรูติโคสมีส่วนที่รับอากาศได้ในทุกทิศทาง ในขณะที่โครงสร้างแบบโฟลิโอสและครัสโตสมีส่วนที่สัมผัสอากาศได้เพียงด้านเดียว (ปาลี ทรัพย์ศรี, 2545 : 10)

การใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพต่อมลพิษทางอากาศ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การประเมินการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหรือทางชีวเคมีในไลเคน การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไลเคน (Morphological Changes) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มไลเคน (Community) หรือการแทนที่ของสปีชีส์ เป็นต้น

1.6 ประโยชน์ของไลเคน

การใช้ประโยชน์ไลเคนในด้านต่าง ๆ มีมาตั้งแต่ยุคโบราณ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

1.6.1 การใช้ไลเคนเป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศ ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อมลพิษทางอากาศ โดยเฉพาะก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซฟลูออไรด์ (Fluorides) และสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นสารออกซิไดซ์สูง เช่น โอโซนและไลเคนแต่ละชนิดมีความทนทานต่อมลพิษทางอากาศไม่เท่ากัน ซึ่งทำให้สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศได้ในเบื้องต้นหากบริเวณสถานที่ที่อาศัย เช่น ต้นไม้ แผ่นหิน แผ่นไม้ เป็นต้น มีไลเคนเกิดขึ้น ซึ่งแบ่งประเภทลักษณะการเกิดขึ้นของไลเคนตามธรรมชาติที่ทนทานต่อระดับมลภาวะไม่เท่ากันได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มอากาศดี กลุ่มทนทาน และกลุ่มทนทานสูง

1.6.2 ด้านอาหาร ไลเคนไม่มีแป้งและเซลลูโลสที่แท้จริง แต่มีสารพวกไลเคนนิน (Lichenin) ที่ผนังเซลล์ของราซึ่งนำมาใช้เป็นอาหารได้ ในยุโรปใช้ไลเคนป่นเป็นผงผสมแป้งทำขนมปังกรอบ ทำให้ขนมปังกรอบอยู่ทนทานและไม่ถูกแมลงรบกวน เป็นต้น

1.6.3 สรรพคุณในด้านสมุนไพรและยา ในคริสตวรรษที่ 15 ยุโรปนำไลเคนหลายชนิดที่ใช้รักษาโรค ไลเคนที่มีรสขม เช่น *Pertusaria amara* ถูกใช้แทนควินิน ไลเคนชนิดนี้เคยพบที่อุทยานแห่งชาติขุนตาล จังหวัดลำปาง ในประเทศไทย

1.6.4 ไลเคนเป็นสีย้อม ไลเคนให้สีต่าง ๆ ไลเคนประมาณ 20 ชนิด ให้สีที่เรียกว่า “ออชิลล์” (Orchill) เป็นสีโทนสีม่วง สีจากไลเคนใช้ย้อมเส้นใยจากสัตว์ นอกจากนี้ยังมีไลเคนอีกหลายชนิดที่ให้สีย้อมต่าง ๆ

1.6.5 การใช้ไลเคนบอกอายุหินและโบราณวัตถุ ไลเคนจะเข้ามาเกาะอาศัยและเติบโต มีขนาดเพิ่มขึ้นตามอายุ การติดตามตรวจวัดอัตราการเจริญเติบโตทำให้สามารถประเมินอายุของวัตถุนั้นได้ วิธีนี้เรียกว่า “ไลเคนโนเมตริ” (Lichenometry)

1.6.6 ไลเคนทำความสะอาดผม ในศตวรรษที่ 17 มีการใช้ผงจากไลเคน *Ramalina calciaris* ในการทำให้ผมสะอาดปราศจากรังแค

1.6.7 การฟอกย้อม คุณสมบัติในการเป็นแอสตรินเจนของ *Cetraria islandica* และ *Lobaria pulmonaria* ทำให้ถูกนำมาใช้ในการฟอกหนัง

1.6.8 พิษของไลเคน ไลเคนผลิตกรดอินทรีย์หลายชนิดซึ่งอาจมีรสเฝื่อนแต่ไลเคนที่มีพิษมีเพียง 2 ชนิด คือ *Letharia vulpina* และ *Cetraria pinastrii* ซึ่งชาวยุโรปเหนือใช้เบื่อสุนัขจิ้งจอก (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 3-6)

2. วิธีการศึกษาไลเคน

สภาวะที่จำเพาะในการดำรงชีวิต ทำให้ไลเคนสร้างสารธรรมชาติซึ่งมีทั้งสารปฐมภูมิ (Primary Metabolic Products) ที่เกิดจากขบวนการหลักของสิ่งมีชีวิต สร้างจากเส้นใยราจากภายในเซลล์ สามารถละลายน้ำได้ดี และสารทุติยภูมิ (Secondary Metabolic Products) ที่เกิดขบวนการที่ไม่เกี่ยวข้องกับการดำรงชีวิตหลัก ซึ่งแตกต่างจากสารที่พบบนพืชชั้นสูงอื่นๆ พบได้เฉพาะในไลเคนเท่านั้น เป็นสารที่ราสังเคราะห์ขึ้น และขับออกมาสะสมอยู่ภายนอกเส้นใยของรา (Hyphae) มีปริมาณร้อยละ 0.1-10.0 ของน้ำหนักแห้งของแทลลัสหรืออาจมีสูงถึงร้อยละ 30 มีทั้งที่มีสีและไม่มีสี สารเหล่านี้ส่วนมากไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์และอะซีโตน ปัจจุบันพบสารจากไลเคนประมาณ 700 ชนิด มีเพียงส่วนน้อย คือ ประมาณ 50-60 ชนิดเท่านั้นที่พบในราและพืชชั้นสูงอื่น ๆ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 17-18) สารเคมีในไลเคนมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์หลายด้าน อาจช่วยในเรื่องของการป้องกันสาหร่ายในไลเคนจากแสงแดดจัด หรือป้องกันแบคทีเรียหรือราชนิดอื่นที่จะเข้าทำลายไลเคน ซึ่งสารเคมีบางชนิดมีรสขม เช่น Picrolichenic Acid ทำให้ไม่ถูกสัตว์แทะเล็ม นอกจากนี้สารไลเคนทุติยภูมิชนิดที่ไม่ชอบน้ำยังมีผลเสริมในด้านของการแลกเปลี่ยนก๊าซในแผ่นพื้นฐานได้อย่างต่อเนื่อง (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557 : 86)

2.1 การทดสอบสารเคมีในไลเคน

สารไลเคนมีความสำคัญมากในการจำแนกไลเคนในระดับชนิด (Species) ปกติแล้วไลเคนแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่คงที่ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด ทำให้ใช้ในการจำแนกไลเคนได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งการตรวจส่วนประกอบทางเคมีทำได้ดังนี้

2.1.1 การทดสอบสี (Spot Test)

การทดสอบสีเป็นการศึกษาปฏิกิริยาการเกิดสีของส่วนต่าง ๆ ของไลเคน เช่น แทลลัส เมดัลลา แอโพทีเซีย ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการประเมินชนิดของสารไลเคนขั้นพื้นฐานก่อนนำไปตรวจสอบด้วยวิธีทางเคมีอื่น ๆ โดยสารที่ใช้ทดสอบสี ได้แก่

สาร C คือ โซเดียมไฮโปคลอไรด์ หรือน้ำยาซักฟอกผ้าขาวที่ขายในตลาดทั่วไป

สาร K คือ โพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ละลายน้ำ 10 กรัม ในน้ำ 100 มิลลิลิตร คนจนสารละลายใส

สาร Pd (เป็นสารก่อมะเร็ง) คือ สารละลายอิ่มตัวของผลึกพาราเฟนิลีนไดอะมีน (Paraphenylenediamine) 2-3 เกล็ด ในแอลกอฮอล์ (Ethyl Alcohol) 1-2 มิลลิลิตร ซึ่งต้องเตรียมใหม่ทุกวันที่ใช้

สาร I คือ สารที่เตรียมได้จากการละลายเกล็ดไอโอดีน 0.5 กรัม ในสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ (Potassium Iodide, KI) ซึ่งเตรียมจากการละลาย KI 1.5 กรัม ในน้ำกลั่น 200 มิลลิลิตร สารละลายนี้ใช้ทดสอบผนังแอสคัส (Ascus) และบริเวณตอนปลายของแอสคัส (Thollus) ซึ่งเกิดสีน้ำเงินกับสารอะไมโลส (พวกแป้ง)

การทดสอบสีทำได้โดยการป้ายสารเคมีลงบนผิวหน้าของแทลลัส (Cortex) หรือเมดัลลา (Medulla) โดยใช้มีดโกนปาดหรือเกลาบริเวณคอร์เท็กซ์ด้านบนออกให้เห็นเมดัลลาประมาณ 2-3 ตารางมิลลิเมตร แล้วใช้หลอดหยดจุ่มสารละลายป้ายลงไปเล็กน้อย สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยากับสารในไลเคนเป็นสีต่าง ๆ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 17-18) ดังตารางที่ 2.1

นอกจากนี้การตรวจสอบสารไลเคนสามารถใช้วิธีอื่นเพื่อยืนยันการทดสอบด้วยวิธีการหยดสีได้อีก เช่น การทดสอบด้วยวิธีรงคเลขผิวบาง (Thin Layer Chromatography, TLC) และการตรวจสอบด้วยวิธีส่องภายใต้แสงเหนือม่วง (Ultraviolet, UV)

2.1.2 การทดสอบด้วยวิธีรงคเลขผิวบาง (Thin Layer Chromatography, TLC)

การทดสอบสารเคมีในไลเคนด้วยวิธีรงคเลขผิวบางทำได้ตามวิธีของ White และ Jame (1985) เป็นการยืนยันถึงชนิดและกลุ่มของสารเคมีที่ตรวจสอบได้ชัดเจนขึ้น เนื่องจากรงคเลขผิวบางใช้สารเคมีที่ทราบชนิดและกลุ่มเป็นสารเปรียบเทียบตามหลักการของโครมาโตกราฟี คือ ใช้สารสกัดจากแทลลัสไลเคน หยดด้วยหลอดแคพิลารี่ (Capillary Tube) บนแผ่นซิลิกาเจล (Silica Gel) ซึ่งถือว่าเป็น ส่วนดูดซับสาร (Stationary Phase) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่า R_f และนำแผ่นโครมาโตกราฟีจุ่มในสารละลายเคลื่อนที่ (Mobile Phase) โดยสารละลายเคลื่อนที่จะซึมไปตามแผ่นโครมาโตกราฟี ซึ่งพาสารสกัดไลเคนและสารเปรียบเทียบเคลื่อนที่ไปในระยะทางตามน้ำหนักโมเลกุลของสาร จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า R_f เปรียบเทียบกับค่า R_f ของสารมาตรฐานที่ทราบชนิดของสารสกัดจากไลเคน แต่การตรวจสอบสารเคมีนั้น ๆ มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน ทำให้การหยดสารเคลื่อนที่แยกจากกันไม่ชัดเจน ทำให้เกิดปัญหาการอ่านสารผิดพลาดได้ หรือหากสารเคมีในไลเคนมีความเข้มข้นต่ำมาก การหยดสารที่เกิดขึ้นอาจเจือจางไม่ชัดเจน ทำให้ตรวจสอบไม่ได้ จึงจำเป็นต้องใช้โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) แยกสารไลเคนอีกครั้ง (พชร มงคลสุข และสัญญา มีสิม, 2555 : 21-22)

ตารางที่ 2.1 แสดงผลการเกิดสีแบบหยดสีและการเรืองแสงภายใต้แสงอัลตราไวโอเลตของสารไลเคน

สารเคมี	Pd	K	C	KC	UV
ออร์ซินอล เดปซิโดน (Orcinal Depsodones)					
กรดโซโลมิค (Psoromic)	เหลืองสด	-	-	-	ขาว
กรดซาลาซินิค (Salazinic Acid)	ส้ม	แดงเข้ม	-	-	-
กรดสติคติค (Stictic Acid)	ส้ม	เหลือง	-	-	-
กรดไวเรนสิค (Virensic Acid)	แดงส้ม	-	-	-	เหลือง
ออร์ซินอล ไดเบนซิล เอสเทอร์ (Orcinal Dibenzyl Esters)					
กรดอะเลคโตเรียลิค (Alectorialic Acid)	เหลืองเข้ม	เหลืองซีด	แดง	แดง	เหลือง
กรดบาร์บาติค (Barbatic Acid)	เหลือง	เหลือง	-	-	-
กรดเบนโซฟูแรน และกรดอูสนิค (Benzofurans and Usnic Acid)					
กรดดิดคายมิค (Didymic Acid)	-	-	เขียว	เขียว	ขาว
กรดแพนนาริค (Pannaric Acid)	-	-	เขียว	เขียว	ขาว
สเตร็ปซิลิน (Strepsilin)	-	-	มะกอก	มะกอก	-
กรดอูสนิค (Usnic Acid)	-	-	เขียว -	เขียว ส้ม-เหลือง	ดูดซับ
โครโมน (Chromone)					
ซิฟูริน (Siphilin)	-	เหลือง-น้ำตาล	ม่วง	-	ออกขาว
แซนโทน (Xanthones)					
อาร์โทเทลิน (Arthothelin)	-	-	ส้ม	ส้ม	-
ไลคีแซนโทน (Lichexanthone)	-	-	-	-	เหลือง
กรดทิโอฟานิค (Thiophanic Acid)	-	-	ส้ม	ส้ม	-
แอนทราควิโนน (Anthraquinones)					
เนโฟรมิน (Nephromin)	-	ม่วงแดง		-	-
พาริทิน (Parietin)	-	ม่วงแดง		-	-
สกายริน (Skyrin)	-	ม่วงแดง		-	-
ไตรเทอร์พีนอยด์ (Triterpenoids)					
ซีออริน (Zeorin)	-	-	-	-	-
กรดพัลวินิคและอนุพันธ์ (Pulvinic Acid and Derivatives)					
แคลีซีน (Calycin)	-	-	-	-	ส้มเข้ม
กรดไรโซคาร์พิค (Rhizocarpic Acid)	-	-	-	-	ส้ม
กรดวุลพินิค (Vulpinic Acid)	-	-	-	-	-

ที่มา : (พชร มงคลสุข และสัญญา มีสิม, 2555 : 19)

2.1.3 การตรวจสอบด้วยวิธีส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV)

สารไลเคนหลายชนิดเรืองแสงอัลตราไวโอเลตในช่วงคลื่น 365 นาโนเมตร การตรวจสารไลเคนด้วยวิธีนี้ให้ผลเพียงแค่ว่ามีสารชนิดนั้น ๆ หรือไม่เท่านั้น เช่น สารแอนทราควิโนนให้สีแดงจนถึงแดงม่วง สารกลุ่มอนุพันธ์กรดพัลวินิคให้สีออกเหลือง สารกลุ่มแซนโทนให้สีเหลืองสดจนถึงสีแดงส้ม สารกลุ่มเดปไซด์และกลุ่มเดปซิโตนให้สีขาวจ้าจนถึงสีขาวออกฟ้า หรือสีขาวออกเขียว แต่ถ้าหยดสารทดสอบโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ลงไปก่อน การเรืองแสงอาจเปลี่ยนแปลงได้ (ตารางที่ 2.1) (พชร มงคลสุข และสัญญา มีสิม, 2555 : 20)

2.2 การเก็บตัวอย่างไลเคน (Lichen Collection)

ไลเคนส่วนใหญ่เติบโตบนเปลือกไม้ และบนหิน มีขนาดค่อนข้างเล็ก การเก็บตัวอย่างควรศึกษาเบื้องต้นด้วยแว่นขยายที่มีเลนส์กำลังขยายต่ำก่อนเพื่อสังเกตขอบเขตของแทลลัสและลักษณะของแอโพทีเชียมแบบเส้นขนาน ป้องกันการเก็บตัวอย่างปะปนกับไลเคนกลุ่มครัสโตสอื่น ๆ ไลเคนที่เกาะอาศัยบนพรรณไม้เก็บโดยอาศัยใบมีดตัดส่วนไลเคนที่เจริญอยู่บนหินจำเป็นต้องอาศัยสิ่วและค้อนกระเทาะแทลลัสและแอโพทีเชียมของไลเคน และห่อด้วยกระดาษที่อ่อนนุ่ม (Tissue) เพื่อดูดซับความชื้นจากเปลือกไม้ และเป็นการป้องกันความเสียหายของตัวอย่างจากแรงกระทบ ตัวอย่างที่รวบรวมได้เก็บใส่ซองกระดาษ พร้อมระบุรายละเอียดของการเก็บ เช่น วันที่ สถานที่เก็บ ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง สภาพป่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ชื่อพรรณไม้ที่ไลเคนเกาะอาศัย ตัวอย่างที่ได้จากภาคสนามจะต้องนำมาผึ่งลมให้แห้งอย่างน้อย 1 สัปดาห์ และเก็บรักษาเพื่อรอการจำแนกต่อไป (พชร มงคลสุข และวสันต์ เพิงสูงเนิน, 2555 : 31)

2.3 การศึกษาทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาควิทยา (Anatomy and Morphology)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) ศึกษาภายใต้กล้องสเตอริโอ (Stereo Microscope) ที่กำลังขยายภาพ 4-40 เท่า จดบันทึกลักษณะสำคัญของโครงสร้างภายนอกที่ใช้เป็นข้อมูลในการจำแนกสกุล-ชนิด เช่น สี ลักษณะผิว และการสะท้อนแสงของแทลลัส รูปร่าง ขนาด สีหน้าจาน ฝุ่นผงสีขาวบนผิวหน้าจาน และระดับของการสร้างสาหร่ายที่ขอบของแอโพทีเชียมรวมไปถึงรูปร่างและการยกของเนื้อเยื่อสโตรมา เป็นต้น

ลักษณะทางกายวิภาควิทยา (Anatomy) ศึกษาโดยการตัดตามขวางของแทลลัสและแอโพทีเชียมด้วยใบมีดโกนภายใต้กล้องสเตอริโอและบันทึกลักษณะที่สำคัญภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope) ได้แก่ การเรียงของเส้นใยราเป็นเนื้อเยื่อชั้นบน เมดัลลา การเรียงของสาหร่ายในแทลลัสและวัดความหนาของชั้นต่าง ๆ ด้วยออกคูลาไมโครมิเตอร์ (Ocular Micrometer) ที่เทียบค่าจากสเตจไมโครมิเตอร์ (Stage Micrometer) เรียบร้อยแล้ว และลักษณะของแอโพทีเชียม เช่น สีของเอ็กซิเปิล เส้นใยพาราไฟซีส เส้นใยเพอริไฟซอยด์ หยดน้ำมันในชั้นไฮมีเนียม ขนาด และลักษณะการเรียงของสปอร์ในถุงหุ้มสปอร์ รูปแบบ ขนาด และสีของสปอร์ การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารไอโอดีนกับเส้นใยพาราไฟซิสและสปอร์ เป็นต้น (พชร มงคลสุข และวสันต์ เพิงสูงเนิน, 2555 : 31)

2.4 การบันทึกภาพ (Picture Delineation)

การบันทึกภาพมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดจำแนกชนิดของไลเคน เนื่องจากภาพสามารถอธิบายถึงลักษณะของไลเคนได้อย่างชัดเจนมากกว่าบรรยายด้วยตัวอักษร ซึ่งการบันทึกด้วยภาพถ่ายนอกแทลลัสและแอโพทีเซียมด้วยกล้องดิจิตอล (Digital Camera) ภายใต้กล้องสเตอริโอสามารถแสดงรายละเอียดและประเมินผลเพื่อบอกสกุลและชนิดไลเคน ขณะที่โครงสร้างภายในแอโพทีเซียมใช้วิธีวาดภาพจากแคเมอราลูซิดา (Camera Lucida) ที่ต่อมาจากกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ที่กำลังขยายภาพ 100-1000 เท่า ซึ่งจะแสดงรายละเอียดของลักษณะสปอร์ และโครงสร้างของแอโพทีเซียมที่ตัดตามขวาง (พชร มงคลสุข และวสันต์ เพิงสูงเนิน, 2555 : 32)

3. ข้อมูลและประวัติพื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี

พื้นที่อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วเป็นอุทยานแห่งชาติที่มีพื้นที่ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเมืองอำเภอแหลมสิงห์ อำเภอขลุง และอำเภอมะขาม จังหวัดจันทบุรี มีเนื้อที่ประมาณ 134.50 ตารางกิโลเมตร หรือ 84,062.50 ไร่ อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วได้รับการประกาศเป็นอุทยานแห่งชาติลำดับที่ 11 เมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2518 เดิมชื่อว่า “อุทยานแห่งชาติเขาสระบาป” ต่อมา นายผจญ ธนมิตรามณี หัวหน้าอุทยานแห่งชาติเขาสระบาปได้มีหนังสือขอเปลี่ยนชื่ออุทยานเป็นอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว เนื่องจากน้ำตกพลิ้วเป็นน้ำตกที่มีความสวยงามตามธรรมชาติเป็นจุดเด่นของอุทยานแห่งชาติ และเป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยวและประชาชนโดยทั่วไปเป็นเวลานานแล้ว (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2557 : 3)

อุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้วเป็นพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ มีเทือกเขาสลับซับซ้อน ลักษณะพื้นที่มีน้ำตกขนาดใหญ่ มีน้ำตลอดปี มีฝูงปลาพลวงหินจำนวนมาก มีต้นน้ำและลำธารหลายสาย มีสภาพเป็นป่าดิบชื้น ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปีกว่า 2,000 มิลลิเมตร โดยพื้นที่อุทยานฯ มีบริเวณที่น่าสนใจทั้งน้ำตก ภูเขา จุดกางเต็นท์ ที่พักรับรอง และยังเป็นที่ตั้งของอนุสรณ์สถาน “จุลศิรจุมพฏเจดีย์” หรือเดิมชื่อ “อลงกรณ์เจดีย์” ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงโปรดให้สร้างเพื่อเป็นที่ระลึกถึงการเสด็จประพาสน้ำตกพลิ้วพร้อมด้วยพระนางเจ้าสุนันทากุมารีรัตน์ (สำนักอุทยานแห่งชาติ, 2565 : 39) (ภาพที่ 2.12) รวมถึงยังมีเส้นทางศึกษาธรรมชาติที่มีระยะทางประมาณ 1.2 กิโลเมตร ซึ่งนักท่องเที่ยวสามารถเข้าไปเดินศึกษาธรรมชาติตามเส้นทางด้วยตนเอง ใช้เวลาเดินประมาณ 1 ชั่วโมง โดยมีจุดศึกษาธรรมชาติที่มีป้ายสื่อความหมายธรรมชาติติดตั้งไว้จำนวน 11 จุด

ลักษณะภูมิประเทศสภาพทั่วไปเป็นเทือกเขาสูง มียอดเขาสลับซับซ้อน สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 20 – 924 เมตร ลาดลงทางทิศใต้ มีที่ราบแคบ ๆ ทั่วไปบริเวณไหล่เขา พื้นที่มีความลาดชันสูง จุดสุงสูดของพื้นที่อยู่ที่ยอดเขามาบหว้ากรอก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 924 เมตร ลักษณะทางธรณีวิทยาส่วนใหญ่เป็นหินอัคนีประเภทหินแกรนิต ในบริเวณตอนกลางของพื้นที่ที่มีลักษณะเป็นเทือกเขาสูงชันสลับซับซ้อนที่ประกอบไปด้วยป่าดงดิบที่สมบูรณ์ทำให้บริเวณนี้กลายเป็นแหล่งต้นน้ำลำธารหลายสาย เช่น ห้วยตาโบ คลองโป่งแรด คลองนารายณ์ คลองสระบาป คลองคมบาง คลองนาป่า คลองน้ำแห้ง คลองหนองเสม็ด คลองตะปอนน้อย คลองตะปอนใหญ่ คลองพลิ้ว คลองขลุง คลองเคล คลองตรอกนอง และคลองมะกอก กระจายอยู่รอบพื้นที่

สภาพภูมิอากาศระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน อากาศค่อนข้างร้อน ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคมจะมีฝนตกชุก ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยปีละ 3,000 มิลลิลิตรต่อปี และระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงกุมภาพันธ์ อากาศจะเย็นสบายที่สุด อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีประมาณ 26 องศาเซลเซียส

ภาพที่ 2.12 ลักษณะพื้นที่และสถานที่น่าสนใจในอุทยานแห่งชาติน้ำตกพลิ้ว จังหวัดจันทบุรี
(ก) น้ำตกพลิ้ว (ข) ศาลเจ้าพ่อเขาสระบาป (ค) อลงกรณ์เจดีย์และสถูปพระนางเรือล่ม
ที่มา : (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2557 : 4-7)

สภาพป่าโดยทั่วไปเป็นป่าดงดิบชื้นที่สมบูรณ์ จัดอยู่ในเขตพฤกษศาสตร์อินโดไชน่า เนื่องจากอิทธิพลของทะเล ลักษณะของป่าเป็นผืนป่าธรรมชาติโดดเดี่ยว คล้ายป่าเกาะที่ถูกล้อมรอบด้วยพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชนที่อยู่อาศัย ไม่มีผืนป่าธรรมชาติแห่งอื่นที่ต่อเนื่องหรือใกล้เคียง ประกอบกับพื้นที่มีขนาดไม่มากนัก ความหลากหลายของสัตว์ป่าในพื้นที่จึงมีน้อย (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2557 : 4) พันธุ์ไม้ที่สำคัญ ได้แก่ พุงทะลาย เคี่ยมคะนอง กระบกกรังพนอง ตะเคียนหิน ยางแดง กฤษณา พะวา ปออีเก้ง และขนุนป่า เป็นต้น มีพืชพื้นล่างขึ้นปกคลุมอีกหลายชนิด มีพืชอิงอาศัยเกาะตามลำต้นและกิ่งก้าน รวมถึงไม้เถาเลื้อยอีกหลายชนิด ซึ่งจากการสำรวจพันธุ์ไม้ของส่วนสำรวจและวิเคราะห์ทรัพยากรป่าไม้สำนักฟื้นฟูและพัฒนาพื้นที่อนุรักษ์ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืชในปี พ.ศ.2557 โดยการวางแปลงทั้งหมด 20 แปลง พบว่า

โครงสร้างป่ามีไม้ยืนต้นขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (GBH) ระหว่าง 15-45 เซนติเมตร จำนวน 5,847,211 ต้น คิดเป็นร้อยละ 65.92 ของไม้ทั้งหมด ไม้ยืนต้นขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (GBH) อยู่ระหว่าง >45-100 เซนติเมตร จำนวน 2,215,711 ต้น คิดเป็นร้อยละ 24.98 ของไม้ทั้งหมด และไม้ยืนต้นขนาดเส้นรอบวงเพียงอก (GBH) มากกว่า 100 เซนติเมตรขึ้นไป จำนวน 807,000 ต้น คิดเป็นร้อยละ 9.10 ของไม้ทั้งหมด (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช, 2557 : 17)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัณฑรีย์ บุญประกอบ และคนอื่น ๆ (2552 : 112-118) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของ ไลเคนในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา เพื่อเก็บรวมรวมสายพันธุ์ ไลเคนซึ่งเป็นฐานทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญของไทยไว้เป็นตัวอย่างศึกษาและเปรียบเทียบ ณ พิพิธภัณฑ์ธรรมชาติวิทยา เกาะและทะเลไทย และพิพิธภัณฑ์ไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง พื้นที่ศึกษา เกาะตะรุเตา ตั้งอยู่ที่พิกัด 6°36’2.43” N 99°83’37.88” E มีเนื้อที่ 931,250 ไร่ วิธีการเก็บตัวอย่างไลเคนขึ้นอยู่กับพื้นผิวที่ไลเคนเกาะอาศัย โดยวิธีการเก็บตัวอย่างใช้วิธีเดียวกันกับการสำรวจไลเคนที่เกาะแสมสาร (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : 128-130) การจำแนกชนิดของไลเคน โดยการศึกษาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และการตรวจสอบสารเคมีไลเคนเบื้องต้นโดยวิธีการทดสอบสี (Spot test) การจำแนกสายพันธุ์ไลเคนโดยใช้รูปวิธานต่าง ๆ จากการสำรวจไลเคนครั้งนี้ รวบรวมตัวอย่างได้ประมาณ 2,144 ตัวอย่าง จัดจำแนกลงในระดับสกุลได้ 55 สกุล 28 วงศ์ (จาก 677 ตัวอย่าง) และในสกุลเหล่านี้สามารถจำแนกลงในระดับชนิดได้ 60 ชนิด แบ่งเป็น ครัสโตส 25 ชนิด จาก 13 สกุล โฟลิโอส 30 ชนิด จาก 12 สกุล และฟรูติโคส 1 ชนิด จาก 1 สกุล โดยไลเคน ที่จัดจำแนกได้มากที่สุดคือ วงศ์ Physciaceae (14 ชนิด) รองลงมาคือ Graphidaceae (8 ชนิด), Parmeliaceae (8 ชนิด) และ Thelotremataceae (6 ชนิด) ตามลำดับ

เวชศาสตร์ พลเยี่ยม และคนอื่น ๆ (2552 : 51-63) สำรวจไลเคนในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานคร และการชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ไลเคนถูกใช้เป็นตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ การสำรวจไลเคนครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในเขตเมืองที่มีมลพิษทางอากาศสูง เพื่อจัดทำคู่มือศึกษาไลเคนในเขตเมือง และเพื่อใช้ไลเคนเป็นเครื่องมือชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไลเคนจากสวนสาธารณะ 9 แห่ง คือ สวนหลวง ร. 9 สวนพระนคร สวนเสรีไทย สวนจตุจักร สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สวนเบญจสิริ สวนรมณีนาถ สวนลุมพินี และสวนธนบุรีรมย์ เก็บไลเคนได้ทั้งสิ้น 54 ตัวอย่าง จัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ 27 ชนิด 16 สกุล 9 วงศ์ ซึ่งครั้งนี้มีไลเคนที่สำรวจพบเพิ่มขึ้นจากในอดีตหลายชนิด โดยมีไลเคนอีกหลายชนิดยังระบุชื่อไม่ได้ ไลเคนที่พบแพร่กระจายได้ดีส่วนใหญ่เป็นพวกทนทานมลพิษทางอากาศสูง ได้แก่ *Pyxine cocoes, Anthracothecium subglobosum* และ *Trypethelium eluteriae* ส่วนกลุ่มทนทานปานกลางพบได้บางส่วน ซึ่งสวนสาธารณะที่พบไลเคนมากที่สุดคือ สวนธนบุรีรมย์ รองลงมา ได้แก่ สวนหลวง ร.9 ทั้งสองสวนตั้งอยู่ในเขตใกล้ชานเมือง ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของไลเคนในสวนต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับ

ภูมิอากาศ คุณสมบัติของเปลือกไม้และมลพิษทางอากาศ การอยู่รอดของไลเคนในสวนสาธารณะอาจชี้วัดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ รวมทั้งมนุษย์ที่จำเป็นต้องติดตามเฝ้าระวังในระยะยาวต่อไป

วราภรณ์ ศรีปรางค์ และพชร มงคลสุข (2553 : 47-53) ได้ทำการสำรวจไลเคนแบบแผ่นจาน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย ระหว่างเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ได้ไลเคนจำนวน 342 ตัวอย่างจาก 4 สภาพป่า คือ ป่าละเมาะเขาต่ำ ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขาต่ำ และป่าเต็งรัง ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 700-1,555 เมตร จากระดับน้ำทะเล เมื่อวิเคราะห์ทางอนุกรมวิธานของไลเคน สามารถจำแนกได้ 12 วงศ์ 15 สกุล 40 ชนิด โดยมีวิธีการรวบรวมตัวอย่าง ไลเคนบนพรรณไม้และบนหิน จากสภาพป่าต่าง ๆ บันทึกรายละเอียดของการเก็บตัวอย่าง วันที่เก็บ สถานที่เก็บ ชนิดพรรณไม้ที่ไลเคนเกาะอาศัย สภาพป่าและความสูงจากระดับน้ำทะเล จากนั้นนำตัวอย่างมาผึ่งให้แห้งในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก บรรจุตัวอย่างในซองกระดาษพร้อม Index card และบันทึกข้อมูลของแต่ละตัวอย่างลงในซองบรรจุ นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางด้านอนุกรมวิธานด้วยการศึกษาทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาควิทยา และศึกษาส่วนประกอบทางเคมีเบื้องต้นด้วยการทำ Spot test และรงคเลขผิวบาง (Thin Layer Chromatography: TLC) การวิเคราะห์ และระบุชนิดใช้รูปวิธาน (Key) จากการสำรวจสามารถเก็บตัวอย่างไลเคนได้จำนวน 342 ตัวอย่าง จาก 4 สภาพป่า พบว่าในป่าละเมาะเขาต่ำ พบความหลากชนิดของไลเคนแบบแผ่นจาน 10 วงศ์ 13 สกุล 34 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 72 ของจำนวนไลเคนทั้งหมด ซึ่งสกุล และชนิดที่พบมาก คือ *Haematoma infuscum, H. wattii* และ *Lecanora pallida* จัดเป็นสกุล และชนิดที่พบได้ทั่วไป เนื่องมาจากเป็นสภาพป่าโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี แสงแดดพอเหมาะ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้ โดยพรรณไม้ที่พบได้ทั่วไป ได้แก่ ต้นก่อ (*Lithocarpus* sp.) และต้นกุหลาบป่า (*Rhododendron* sp.) รองลงมา คือ ในป่าดิบเขาต่ำพบทั้งหมด 4 วงศ์ 5 สกุล 10 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 19 ส่วนในป่าดิบชื้น พบทั้งหมด 3 วงศ์ 3 สกุล 5 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 7 และป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นป่าที่พืชมีการผลัดใบทุกปี และอาจมีไฟป่าเข้าทำลายเป็นบางครั้ง ส่งผลให้พบไลเคนกลุ่มนี้ เพียง 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2

วสันต์ เพิงสูงเนิน และคนอื่น ๆ (2553 : 73-79) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอิ (Graphidaceae) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย จากการรวบรวมตัวอย่างไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอิ จำนวน 686 ตัวอย่าง ที่พบบนหินและบนต้นไม้ ใน 7 สภาพป่า ได้แก่ ป่าสนเขา ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขาต่ำ ป่าละเมาะเขาต่ำ ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบชื้น ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จ.เลย ระหว่างเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2551 ถึง พฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ระบุได้ 96 ชนิด 14 สกุล ได้แก่ *Carbacanthographis, Diorygma, Dyplolabia, Fissurina, Glyphis, Graphis, Hemithecium, Phaeographis, Platygramme, Platythecium, Sarcographa, Sarcographina, Thalloloma* และ *Thecaria* พบไลเคนที่ไม่เคยมีรายงานในประเทศไทยมาก่อน 19 ชนิด และคาดว่าเป็นชนิดใหม่ 50 ชนิด โดยพบความหนาแน่นของไลเคนมากที่สุดในป่าละเมาะเขาต่ำ และชนิดที่พบทั่วไป คือ *Dyplolabia afzelii* และ *Sarcographa labyrinthica*

สัญญา มีสิม และพชร มงคลสุข (2553 : 65-72) รวบรวมไลเคนแบบครัสโตสวงศ์ฟิสเซียซีอิ (Physciaceae) จากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย จัดทำคู่มือการจำแนกและฐานข้อมูล

ทางอนุกรมวิธานจากไลเคนบนหินและพันธุ์ไม้ที่รวบรวมได้ 632 ตัวอย่าง บนพื้นที่ 11 จังหวัด 9 สภาพป่า คือ ป่าชายเลน ป่าดิบเขา ป่าดิบเขาต่ำ ป่าดิบแล้ง ป่าละเมาะเขาต่ำ ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าดิบชื้น และสังคมพืชชายหาด สามารถจำแนกไลเคนได้ 4 สกุล คือ *Amandinea, Buellia, Dimelaena* และ *Rinodina* รวม 34 ชนิด โดยพบไลเคน *Amandinea diorista, Buellia almeriensis, B. chloroleuca, B. subsororioides, B. triseptata* และ *Dimelaena weberi* เป็นครั้งแรกในประเทศไทย และคาดว่าจะพบไลเคนชนิดใหม่ของโลกอีก 4 ชนิด และ *Buellia curtisii, B. erubescens* และ *B. glaucotheca* สามารถพบได้ทั่วไป

สุภัทรา โพธิ์แก้ว และคนอื่น ๆ (2556 : 63-73) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นของไพรีโนไลเคนจากเกาะต่างๆ ของประเทศไทย ไพรีโนไลเคนเป็นไลเคนแบบครัสโตสที่สร้างสปอร์แบบมีสีและไม่มีสีภายในโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเพอริทีเชีย เพื่อสำรวจความหลากหลายของสายพันธุ์ไพรีโนไลเคนหมู่เกาะต่าง ๆ ทั้งฝั่งอ่าวไทยและอันดามัน ประเทศไทย โดยทำการรวบรวมตัวอย่างไลเคนตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2552 จาก 16 เกาะ ในระบบนิเวศ 5 ประเภท คือ ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่ารุ่นสอง ป่าชายเลน และป่าปลูก จากตัวอย่างทั้งหมด 162 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 4 สกุล ได้แก่ สกุล *Anthracothecium, Mycoporellum, Pyrenula* และ *Sulcopyrenula* ในจำนวนนี้สามารถระบุชนิดได้ 52 ชนิด ซึ่งเป็นไลเคนที่ไม่เคยมีรายงานมาก่อนในประเทศไทย 27 ชนิด และพบไลเคนที่คาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ของโลก 2 ชนิด *คือ Mycoporellum* sp.1 และ *Pyrenula* sp.1 โดยไลเคนที่พบแพร่กระจายได้ทั่วไป คือ *Pyrenula aspistea, P. kurzii* และ *P. nitidula* การสำรวจครั้งนี้พบไพรีโนไลเคนมีความหลากหลายมากที่สุดในเกาะตะรุเตา รองลงมาคือ เกาะกูด เกาะยาวใหญ่ และเกาะแสมสาร ส่วนเกาะที่พบความหลากหลายของไลเคนได้น้อย เช่น เกาะสิมิลัน เกาะขาม และเกาะสินไห

Saipunkaew, Wolseley & Chimonides (2005 : 345-365) ทำการสำรวจไลเคน 19 พื้นที่ ในจังหวัดเชียงใหม่และพื้นที่รอบเมืองเชียงใหม่ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ในเมือง อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพื้นที่ป่าในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 260-1,450 เมตร พบว่าความหลากหลายของไลเคนสูงสุดในพื้นที่ป่าที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 600 เมตร และความหลากหลายของไลเคนต่ำสุดในพื้นที่เมืองและเกษตรกรรม ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลน้อยกว่า 400 เมตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่มีอิทธิพลต่อการปกคลุมของโฟลิโอสไลเคนและครัสโตสไลเคน โดยพบว่าพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 600 เมตร พบโฟลิโอสไลเคนเด่นกว่าครัสโตส ส่วนพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 250-400 เมตร พบครัสโตสไลเคนเป็นกลุ่มเด่น การตรวจสอบทางชีวภาพของมลพิษอากาศของพื้นที่ ไม่สามารถใช้ความหลากหลายของไลเคนเพียงอย่างเดียวได้ แต่ต้องอาศัยข้อมูลในพื้นที่ร่วมด้วย เช่น จำนวนประชากร เป็นต้น

พชร มงคลสุข และคนอื่น ๆ (2556 : 19-30) สำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในเขตรักษาพันธุสัตว์ปาภูหลวง จังหวัดเลย ที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 400-1,500 เมตร จาก 7 สภาพป่า คือ ป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ ป่าละเมาะเขาต่ำ และป่าสน ระหว่างเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนพฤษภาคม 2553 โดยรวบรวมตัวอย่างไลเคนได้จำนวน 4,154 ตัวอย่าง สามารถจำแนกระดับชนิดได้ 3,488 ตัวอย่าง ประกอบด้วย 64 วงศ์ 106 สกุล 461 ชนิด เป็นไลเคนที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทย 17 ชนิด และไม่สามารถระบุชนิดได้

ซึ่งคาดว่าจะเป็นชนิดใหม่ จำนวน 88 ชนิด โดยมีไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอิ (Graphidaceae) มีความหลากหลายมากที่สุดถึง 130 ชนิด และสภาพป่าละเมาะเขาต่ำพบความหลากหลายของไลเคนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 34 ของชนิดไลเคนทั้งหมดที่ทำการศึกษา ส่วนความหลากชนิดของไลเคนในป่าดิบชื้น และป่าดิบแล้ง จัดเปนกลุมที่มีความหลากหลายของชนิดนอยที่สุด คิดเปนร้อยละ 7 และ 6 ตามลำดับ

ชวัลรัตน์ สมนึก และคนอื่น ๆ (2560 : 193-199) ทำการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนบริเวณเส้นทางศึกษาธรรมชาติในพื้นที่ป่าปกปักพันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี พบไลเคนจำนวน 11 วงศ์ 15 สกุล 29 ชนิด วงศ์ที่พบได้แก่ Arthoniaceae, Bacidiaceae, Coenogoniaceae, Graphidaceae, Gyalectaceae, Malmideaceae, Monoblastiaceae, Physciaceae, Pyrenulaceae, Thelotremtaceae และ Trypetheliaceae ส่วนใหญ่เป็นไลเคนแบบครัสโตส มีเพียง 1 ตัวอย่างที่เป็นไลเคนแบบสแควมูโลส คือ *Phyllopsora* sp. ซึ่งเมื่อนำแต่ละชนิดของไลเคนมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศ ตามคู่มือสำรวจไลเคน พบว่าไลเคนทั้ง 11 วงศ์ 15 สกุล 29 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มทนทานทั้งหมด

ชวัลรัตน์ สมนึก และพิสุทธิ์ การบุญ (2562 : 150-159) สำรวจไลเคนบริเวณป่าพรุในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี โดยเก็บตัวอย่างไลเคนจากเปลือกไม้ทุกต้นตลอดเส้นทางเดินสำรวจป่าพรุ รวมระยะทาง 220 เมตร เก็บตัวอย่างไลเคนได้ 53 ตัวอย่าง สามารถจำแนกได้ 10 วงศ์ 16 สกุล 27 ชนิด ซึ่งวงศ์ที่มีความหลากหลายมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ วงศ์ Graphidaceae (7 สกุล 11 ชนิด และระบุชนิดไม่ได้ 1 ชนิด รวม 26 ตัวอย่าง) วงศ์ Pyrenulaceae (1 สกุล 3 ชนิด และระบุชนิดไม่ได้ 1 ชนิด รวม 8 ตัวอย่าง) และวงศ์ Malmidaceae (1 สกุล 1 ชนิด และระบุชนิดไม่ได้ 1 ชนิด รวม 6 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ 49.06 15.09 และ 11.32 ตามลำดับ ซึ่งไลเคนทั้ง 3 วงศ์เป็นไลเคนที่มักพบเจริญในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นและมีร่มเงา

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี