บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจไลเคนบริเวณป่าพรุในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชฯ ในพื้นที่มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี อำเภอเมือง จังหวัดจันทบุรี มีการรวบรวมเนื้อหาและรายละเอียด โดยมีหัวข้อดังนี้

1. ความรู้ทั่วไปของไลเคน

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่เกิดจากการอยู่ร่วมกันแบบพึ่งพาอาศัย (Symbiosis) ระหว่างรา (Mycobiont) และสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงได้ หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งชนิด (Photosynthetic Symbiont or Photobiont) ในโครงสร้างเฉพาะที่เรียกว่า แทลลัส (Thallus) ซึ่งไม่มีราก ลำต้นและใบที่แท้จริงเหมือนพืชชั้นสูง (Purvis, 2000) โดยราทำหน้าที่ช่วยปกป้องสาหร่ายจากความแห้งแล้ง ส่วนสาหร่ายทำหน้าที่สังเคราะห์แสงสร้างอาหาร ซึ่งสิ่งมีชีวิตที่สังเคราะห์ด้วยแสงอาจจะเป็นสาหร่ายสีเขียวหรือไซยาโนแบคทีเรีย โดยในไลเคนส่วนใหญ่จะพบสาหร่ายสีเขียว มีไลเคนส่วนน้อยที่พบไซยาโนแบคทีเรีย (วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว และคณะ, 2550; Gilbert, 2000; Nash, 1996)

การอยู่ร่วมกันของรา และสาหร่ายแบบพึ่งพาอาศัยกัน (Mutualism) มีวิวัฒนาการร่วมกันมากกว่า 600 ล้านปีมาแล้ว ราชนิดที่พบในไลเคนไม่สามารถอยู่ได้อย่างอิสระในธรรมชาติ ตรงข้ามกับสาหร่ายที่พบในไลเคนส่วนมากอยู่อย่างอิสระได้ ยกเว้นสาหร่ายสกุล *Trebouxia* ที่สามารถพบได้ในไลเคนเท่านั้น ราที่เป็นองค์ประกอบของไลเคน จัดอยู่ในกลุ่ม Ascomycetes ประมาณ ร้อยละ 98 และอยู่ในกลุ่ม Basidiomycetes และ Deuteromycotina เพียงเล็กน้อย (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : หน้า 1-20) ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงราในไลเคนในห้องปฏิบัติการได้ แต่มีอัตราการเติบโตที่ช้า มีการสร้างโครงสร้างเพียงเล็กน้อย และไม่สร้าง Fruiting Body หรือไม่สร้างเป็นไลเคนขึ้นมา (Gilbert, 2000)

ไลเคน ประกอบด้วยไมซีเลียม (Mycelium) ของราที่อัดตัวกันแน่นอยู่ชั้นด้านบนข้างใต้เป็นกลุ่มเซลล์ของสาหร่ายและด้านล่างลงไปเป็นชั้นของรา ซึ่งอาจยึดติดกับพื้นด้วยไฮฟา ที่เรียกว่าไรซีน (Rhizine) ไลเคนมีความสำคัญในแง่ของการกัดกร่อนหิน เพราะสร้างกรดได้ ดังนั้น จึงเป็นตัวกลางสำคัญในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงแบบแทนที่แบบสภาพที่เคยแห้งแล้งมาก่อน นอกจากนี้ไลเคนยังเป็นอาหารของสัตว์บางชนิด และใช้ในการตรวจมลพิษของอากาศได้ เพราะไลเคนสามารถดูดซึมสารพิษในอากาศเข้าไปเมื่อถึงจุดหนึ่งไลเคนจะตายและสามารถสกัดสารพิษจากไลเคนมาตรวจวัดหาปริมาณได้ (วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว และคณะ, 2550; Gilbert, 2000; Nash, 1996)

สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ไลเคนเป็นอิพิไทด์ (Epiphyte) อาศัยบนต้นไม้ และยังเจริญได้บนดินและก้อนหินในเขตร้อนและเขตกึ่งเขตร้อน ไลเคนส่วนมากจะเกิดขึ้นบนบกมีเพียงเล็กน้อยที่เกิดในแหล่งน้ำจืดและเกิดในบริเวณเขตน้ำขึ้นน้ำลงตามชายฝั่งทะเล (Nash, 1996) ไลเคนในโลกนี้มีประมาณ 25,000 ชนิด ประเทศไทยมีรายงานการพบแล้ว 1,100 ชนิด ซึ่งความหลากหลายชนิดของไลเคนเกิดจากราเป็นสำคัญ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 : หน้า 1-20)

1. ลักษณะทางสรีรวิทยาของไลเคน

1.1 การเจริญเติบโตของไลเคน

ไลเคนประกอบขึ้นเป็นโครงสร้างที่เรียกว่า แทลลัส (Thallus) ซึ่งสามารถสังเกตได้ด้วยตาเปล่า เป็นรูปแบบการเติบโตของไลเคน แบ่งออกเป็น 4 ประเภท (วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว, 2551; Gilbert, 2000; Budel and Scheidegger, 1996; พชร มงคลสุข และวสันต์ เพิงสูงเนิน, 2555 : หน้า 3-4) ได้แก่

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

ภาพที่ 2.1 ครัสโตสไลเคน (Crustose)

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

ภาพที่ 2.2 โฟลิโอสไลเคน (Foliose)

1.1.3 ไลเคนพวกเส้นสายหรือฟรูติโคส (Fruticose) มีลักษณะเป็นกิ่งก้าน หรือเส้นสายคล้ายรากฝอย เรียกว่า ฝอยลม ดังภาพที่ 2.3

ภาพที่ 2.3 ฟรูติโคสไลเคน (Fruticose)
(ที่มา: Wakiwand, n.d.)

1.1.4 สแควมูโลส (Squamulose) แทลลัสยาวเป็นแกนและแตกกิ่งเป็นใบคล้ายโฟลิโอส มีลักษณะเป็นเกล็ดเล็ก ๆ คล้ายเกล็ดปลา ดังภาพที่ 2.4

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.4 สแควมูโลสไลเคน (Squamulose)
(ที่มา: Mutualisms Between Fungi And Algae, n.d.)

1.2 โครงสร้างภายในแทลลัสของไลเคน

โครงสร้างพื้นฐานของไลเคนหรือแทลลัสประกอบจากเส้นใยของราที่เรียกว่า ไฮฟี (Hyphae) กับสาหร่าย มีการเรียงตัวแบ่งเป็นชั้นชัดเจนเมื่อตัดตามขวาง (ภาพที่ 2.5) สามารถแบ่งลำดับชั้นจากบนลงไปชั้นล่าง ดังนี้ (Wolseley and Aguirre–Hudson, 1997; หน่วยวิจัยไลเคนและพิพิธภัณฑ์ไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง, ม.ป.ป.; กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550; วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว, 2551)

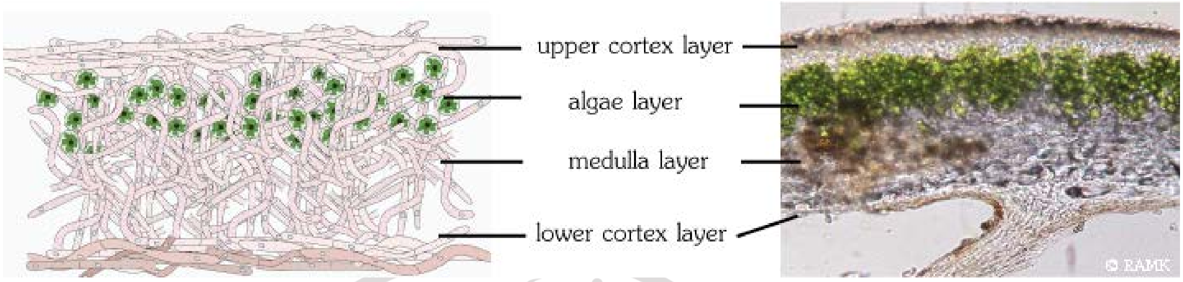
1. ชั้นคอร์เท็กซ์ (Cortex) เป็นชั้นนอกสุดเกิดจากเส้นใยไฮฟีผสานตัวอย่างหนาแน่น ทำหน้าที่ป้องกันไลเคน บางครั้งอาจมีรูเพื่อใช้แลกเปลี่ยนก๊าซได้ง่ายขึ้น

2. ชั้นสาหร่าย (Algae layer) เป็นชั้นที่ถัดลงมาจากชั้นคอร์เท็กซ์ เป็นชั้นที่มีสาหร่ายอาศัยอยู่ มีหน้าที่ในกระบวนการสังเคราะห์แสง โดยตั้งอยู่ในบริเวณที่สามารถรับแสงได้เพียงพอสำหรับการสังเคราะห์แสง ชั้นนี้มีปริมาตรน้อยกว่าร้อยละ 10 ของแทลลัส

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

4. ชั้นโลเวอร์คอร์เท็กซ์ (Lower cortex) เป็นชั้นด้านล่างสุด ประกอบด้วยเส้นใยของเชื้อราประสานกันแน่น และมีเส้นใยที่พัฒนาไปเป็นไรซีน (Rhizine) ใช้ยึดเกาะกับวัตถุไลเคนบางชนิดไม่มีชั้นนี้ โดยเฉพาะกลุ่ม Crustose

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี



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

1.3 การสืบพันธุ์ของไลเคน แบ่งได้ 2 วิธี คือ แบบไม่อาศัยเพศและแบบอาศัยเพศ ดังนี้

1.3.1 แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction)

โครงสร้างสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศมีด้วยกันหลายลักษณะ เช่น โครงสร้างที่สร้างสปอร์ (Conidia) จากปลายเส้นใยของรา เช่น Pycnidia, Campylidia (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557) นอกจากนี้ ไลเคนจะสร้างโครงสร้างที่มีทั้งราและสาหร่ายอยู่ด้วยกัน เมื่อโครงสร้างนี้หลุดออกจากไลเคนต้นแม่ และตกลงบนบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญ จะงอกเป็นแทลลัสใหม่ต่อไป โครงสร้างในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศแบบนี้มี 2 ลักษณะ (วนารักษ์ ไซพันธ์แก้ว, 2551; Gilbert, 2000; Purvis, 2000) ได้แก่

1.3.1.1 ไอซิเดีย (Isidia) เป็นโครงสร้างที่เจริญยื่นขึ้นมาจากผิวบนกลางแผ่นหรือตามขอบของแผ่นพื้นฐาน มีลักษณะเป็นแท่งเล็กๆ คล้ายนิ้วมืออยู่บนผิวแทลลัส ไอซิเดียอาจมีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบแท่ง ไม้กระบอง ซิการ์ บางชนิดแตกกิ่งก้านคล้ายปะการัง เป็นสะเก็ดหรือเป็นก้อนเม็ดกลมเล็กๆ (Globose) ซึ่งสามารถหักได้ง่ายเมื่อมีลมแรง น้ำฝน หรือมีแมลงมาสัมผัส โดยทั่วไปมักพบไอซิเดียบนไลเคนใต้ร่มเงา ซึ่งนอกจากไอซิเดียจะช่วยในเรื่องของการกระจายพันธุ์แล้วยังช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวในการแลกเปลี่ยนก๊าซและการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น (สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557) (ภาพที่ 2.6)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ภาพที่ 2.6 ไอซิเดีย

(ที่มา: Ohio Plants, n.d.)

1.3.1.2 ซอรีเดีย (Soredia) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยเซลล์สาหร่าย 2-3 เซลล์อยู่ในเส้นใยรา รวมกันเป็นก้อนเล็กๆ หรือเม็ดร่วนๆ แตกต่างจากไอซิเดียตรงที่ไม่มีชั้นผิว เกิดจากการแตกของผิวหรือการหักของไอซิเดีย (สุรีย์พร, 2557) ลักษณะของซอริเดียเป็นเม็ดผงคล้ายผงแป้งอยู่บนผิวหรือขอบของแทลลัส ประกอบด้วยเส้นใยราและสาหร่ายที่ประสานกันหลวมๆ อยู่ที่ผิวของไลเคน มีลักษณะคล้ายขนมถ้วยฟูเล็กๆ ซึ่งจะมีความทนทาน ซอรีเดียเกิดจากชั้นสาหร่ายของแทลลัสซึ่งเปิดออกโดยการแตกหรือฉีกขาดของชั้นคอร์เท็กซ์ชั้นบน (Upper Cortex) ส่วนใหญ่โครงสร้างนี้จะกระจายไปโดยหยดน้ำฝนหรือโดยสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง หรือโดยลม (ภาพที่ 2.7)

ภาพที่ 2.7 ซอรีเดีย

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(ที่มา: Ohio Plants, n.d.)

1.3.2 การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction)

การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศเป็นการสืบพันธุ์ในส่วนของราที่อยู่ในไลเคน โดยราจะสร้างสปอร์ขึ้นมา ซึ่งมีรูปร่างแตกต่างกันไป สปอร์จะอยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า “ผล” (Fruiting Body หรือ Ascomata) ซึ่งจะมีรูปร่างและสีที่แตกต่างกันไปตามชนิดของไลเคน เมื่อสปอร์ที่อยู่ในผลแก่จัดจะดีดตัวออกจากไลเคนต้นแม่ ผลจะปล่อยสปอร์ออกมาได้ทุกเวลา โดยปล่อยดีที่สุดในฤดูหนาว

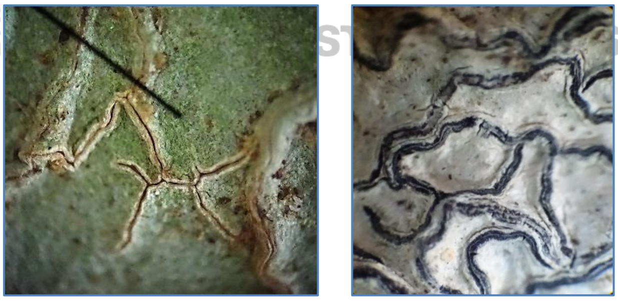
ฤดูฝนและฤดูแล้ง ตามลำดับ แต่ระยะทางไปได้เพียงไม่กี่มิลลิเมตรเท่านั้น และจะต้องเข้าคู่กับสาหร่ายที่เหมาะสมเพื่อเจริญเป็นไลเคนแทลลัสใหม่ ไลเคนส่วนใหญ่จะสร้างผลเมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมและมีมลภาวะต่ำ โครงสร้างของผลจะขึ้นอยู่กับหมวดหมู่ของราในอันดับ (Order) ต่างๆ โดยทั่วไป มี 2 รูปแบบ คือ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550 ; Gilbert, 2000)

1.3.2.1 แอโพทีเซีย (Apothecia) มี 2 รูปแบบ คือ

(1) Disc-like Apothecia มีลักษณะคล้ายจานหรือถ้วย แยกออกได้ 2 แบบ คือ คล้ายจานมีขอบโดยมีสาหร่ายขยายขึ้นมาหุ้มเป็นขอบ (Lecanorine) และคล้ายจานไม่มีขอบซึ่งไม่มีสาหร่ายที่ขอบจาน (Lecideine) (ภาพที่ 2.8)

ภาพที่ 2.8 แอโพทีเซียแบบเลคาโนลีน (ซ้าย) และแอโพทีเซียแบบเลซิดิอีน (ขวา)

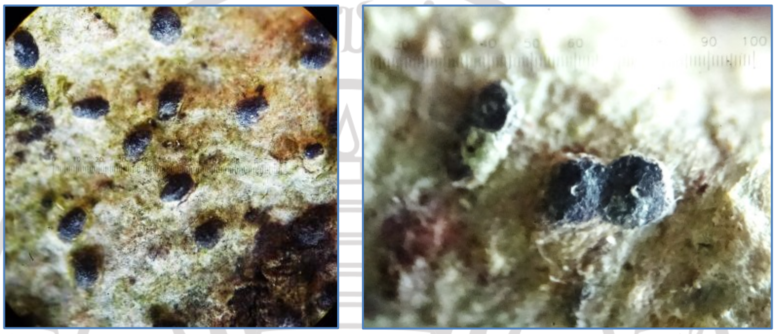
(2) ไลเรลเลทแอโพทีเซีย (Lirellate Apothecia) มีลักษณะเป็นเส้นคู่ขนานประกบกัน คล้ายริมฝีปากมีการเรียงตัวกันหลายแบบ เช่น คล้ายอักษรจีนโบราณ คล้ายรูปดาว มักพบในกลุ่มของวงศ์ Graphidaceae และ *Opergrapha* (วงศ์ Roccellaceae) (ภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 ไลเรลเลทแอโพทีเซีย

1.3.2.2 เพอริทีเซีย (Perithecia)

ลักษณะภายนอกคล้ายเม็ดตุ่มขนาดเล็ก มีหลายสี ฝังตัวหรือโผล่เหนือแทลลัส โดยอยู่แบบเดี่ยวหรือแบบกลุ่ม ลักษณะภายในคล้ายรูปคนโท มีช่องเปิดที่ส่วนปลาย (Ostiole) อยู่ด้านบนสุดหรือเอียงอยู่ด้านข้าง สำหรับปล่อยสปอร์ (ภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 เพอริทีเซีย

1.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเติบโต

ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีการเติบโตช้า มีอัตราการเติบโตเฉลี่ย 0.2-20 มิลลิเมตรต่อปี ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไลเคน (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550; วนารักษ์ ไซพันธุ์แก้ว, 2551) 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 บนลำต้นของต้นไม้ที่มีน้ำจากเรือนยอดกิ่ง ใบไหลผ่าน (Stem Flow) เปลือกไม้บริเวณนี้จะมีสารอาหารสูงเหมาะกับการเจริญของไลเคน จากการศึกษาในต่างประเทศพบว่าต้นไม้ที่ขึ้นอยู่ใกล้ถนนจะมีการสะสมสารอาหารจากฝุ่นบนเปลือกไม้สูง

1.4.2 ปริมาณน้ำหรือความชื้น

ไลเคนไม่มีโครงสร้างที่ใช้ในการดูดน้ำ หรือกักเก็บน้ำ น้ำจะแพร่เข้าสู่แทลลัสอย่างรวดเร็วแทลลัสที่แห้งอาจอิ่มน้ำได้เพียง 1-2 นาที และส่วนมากจะไม่เกิน 10 นาทีที่อุณหภูมิห้อง ครัสโตสบางชนิดมีสารประกอบไลเคนที่ทำให้แทลลลัสเปียกน้ำยาก จึงอาจต้องใช้เวลาหลายชั่วโมงที่ทำให้แทลลัสอิ่มน้ำ ความชื้นมีความสำคัญในการเจริญเติบโตของไลเคน เมื่อแทลลัสได้รับน้ำเมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายในจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้ไลเคนเติบโต และสิ้นสุดลงอย่างรวดเร็วเช่นกันเมื่อน้ำหมด

ดังนั้นในฤดูฝนจะเป็นช่วงที่ไลเคนเติบโตได้ดี และเมื่อเข้าสู่ฤดูแล้งความชื้นลดลง อัตราการเจริญเติบโตของไลเคนจะลดลงและพักตัว ไลเคนที่เจริญอยู่บนเปลือกไม้จะได้รับความชื้นจากภายในต้นไม้และความชื้นที่มาจากปัจจัยภายนอก เช่น น้ำฝน น้ำค้าง คุณสมบัติของเปลือกไม้ที่แตกต่างกัน เช่น ความหนาแน่น ความพรุน ลักษณะผิวของเปลือกไม้ ทำให้เปลือกไม้มีคุณสมบัติในการดูดซับน้ำต่างกัน

1.4.3 แสง

แสงเป็นปัจจัยที่สำคัญในการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายในไลเคน จากการศึกษาของหน่วยวิจัยไลเคนของมหาวิทยาลัยรามคำแหง พบว่าแสงในช่วงเช้ามีความสำคัญต่อการเติบโตของไลเคน เนื่องจากแทลลัสได้ดูดซับน้ำจากบรรยากาศสะสมไว้ตลอดคืน ทำให้มีวัตถุดิบที่ใช้ในการสังเคราะห์แสงในช่วงเช้าไลเคนได้รับแสงที่เหมาะสม จึงทำการสังเคราะห์แสงได้ ซึ่งจะสิ้นสุดลงเมื่อน้ำหมดไปจากแทลลัส หลังจากนั้นไลเคนจะเข้าสู่การพักตัว และจากการศึกษาบริเวณภาคเหนือตอนบนจะพบไลเคนมากบนลำต้นไม้ทางทิศตะวันออก ทิศเหนือ แต่พบน้อยในทิศตะวันตกและทิศใต้ซึ่งคาดว่า ในทิศตะวันตก ทิศใต้ ได้รับแสงในปริมาณมากในช่วงบ่าย ทำให้ความชื้นบนวัตถุที่ไลเคนเกาะอยู่ต่ำ อย่างไรก็ตามขึ้นอยู่กับสภาพทั่วไปด้วย ตามป่าโปร่งจะพบไลเคนเจริญอยู่บนลำต้นของต้นไม้ ในขณะที่ป่าทึบที่มีแสงสว่างส่องลงมาเพียงเล็กน้อย อาจมีไลเคนกลุ่มที่ชอบที่ร่มเติบโตอยู่บนลำต้นด้านล่าง ส่วนด้านบนที่มีแสงเพียงพอจะพบไลเคนหลากชนิดมากกว่า ในป่าทึบทิศทางของแสงที่ผ่านลงมาที่ลำต้นจะไม่สม่ำเสมอ โดยปกติจะพบไลเคนในด้านที่มีแสง

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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 เพราะฉะนั้นจะพบเห็นไลเคนได้เฉพาะสถานที่ที่มีสิ่งแวดล้อมดีๆ เท่านั้น เนื่องจากไลเคนไม่สามารถทนต่อมลภาวะที่เป็นพิษได้ เพราะผิวของไลเคนไม่มีขี้ผึ้งเคลือบเหมือนกับใบไม้ เพราะใบไม้แม้จะอยู่ในบริเวณที่มีมลพิษหรือมีอากาศเสียมาก ๆ สามารถสลัดใบทิ้งได้ ในขณะที่ไลเคนไม่มีกลไกในการป้องกันตัวเอง จึงสามารถรับสารมลพิษเข้าไปในเซลล์และทำลายสาหร่ายได้โดยตรง จึงมักไม่พบไลเคนในเมืองใหญ่และเขตอุตสาหกรรม

ไลเคนส่วนใหญ่ไม่สามารถทนต่อสารจากมลพิษทางอากาศได้ เช่น ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ไนโตรเจนไดออกไซด์ โอโซน และโลหะหนัก ดังนั้นจึงแทบจะไม่พบไลเคนประเภทต่าง ๆ ในที่อากาศเสีย หรือถ้าพบก็จะอยู่ในลักษณะไม่สมบูรณ์ ธรรมชาติของไลเคนจะเจริญเติบโตโดยการรับน้ำและสารอาหารที่ละลายอยู่ในฝนหมอกและน้ำค้างเข้าสู่แผ่นใบโดยตรง ผิวของไลเคนไม่มีชั้นคิวติเคิล (Cuticle) ที่มีลักษณะคล้ายขี้ผึ้งเคลือบป้องกันอยู่ ถ้าอากาศมีมลพิษ สารพิษจึงเข้าถึงไลเคนเพื่อทำอันตรายได้โดยตรง อีกทั้งไลเคนไม่มีการผลัดใบ ต่างจากพืชทั่วไป ไลเคนจึงสะสมสารพิษเอาไว้จนป่วยและตายไป ทั้งนี้ไลเคนแต่ละชนิดทนทานต่อมลพิษในอากาศได้ไม่เท่ากัน การสำรวจสังคมของไลเคนจึงสามารถบ่งชี้คุณภาพอากาศบริเวณรอบ ๆ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและการจัดการภัยพิบัติ, 2555)

การที่ไลเคนเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพอากาศ จึงถูกใช้เป็นดัชนีบ่งบอกคุณภาพอากาศอย่างแพร่หลาย เนื่องจากไลเคนได้รับน้ำและแร่ธาตุในการเติบโตจากอากาศในสภาพของฝน หมอก น้ำค้าง เมื่ออากาศมีมลพิษและละลายอยู่ในน้ำ จึงเป็นอันตรายต่อไลเคนโดยตรง ประกอบกับไลเคนไม่มีไข (Wax) และผิวเคลือบคิวติเคิล (Cuticle) ช่วยปกป้องโครงสร้างภายในเช่นเดียวกับพืชชั้นสูง มลพิษจากอากาศจึงเข้าไปทำอันตรายต่อเซลล์ของราและสาหร่าย ภายในแทลลัสได้ง่าย ทำอันตรายต่อกระบวนการดำรงชีวิต และทำให้ไลเคนตายหรือมีการเติบโตผิดปกติ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550) ในสภาพที่มีความชื้นไลเคนมีอัตราเมตาบอลิซึมและกระบวนการต่าง ๆ ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น ไลเคนสามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิต่ำ จึงถูกรบกวนได้โดยมลพิษแม้ในช่วงฤดูหนาว

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

นอกจากนี้ไลเคนมีการเจริญเติบโตช้า ไม่มีการผลัดใบ และมีชีวิตยืนยาว สามารถสะสมสารพิษไว้ในแทลลัส ซึ่งไม่สามารถขับออกได้ จึงสามารถบอกปริมาณสารพิษที่สะสมได้ (VDI, 1995) การตอบสนองของไลเคนต่อมลพิษอากาศจะเกิดขึ้นตั้งแต่ระดับเซลล์ (Cellular) ระดับตัวของสิ่งมีชีวิต (Individual) ประชากร (Population) และกลุ่มสิ่งมีชีวิต (Community) การไม่มีคิวติเคิล

ช่วยปกป้องและไม่มีราก ไลเคนจึงดูดซับสารจากอากาศทั้งการตกสะสมแบบแห้งและการตกสะสมแบบเปียก (Purvis et al., 2007) ไลเคนแต่ละชนิดมีความทนต่อมลภาวะทางอากาศได้แตกต่างกัน ไลเคนกลุ่มฟรูติโคส ทนต่อมลภาวะทางอากาศได้น้อยที่สุด รองลงมาคือกลุ่มโฟลิโอส ส่วนไลเคนกลุ่มครัสโตสทนต่อมลภาวะทางอากาศได้ดีกว่า ไลเคนในรูปแบบอื่นๆ ที่เป็นเช่นนี้อาจเป็นเพราะโครงสร้างของไลเคนของไลเคนกลุ่มฟรูติโคสมีส่วนที่รับอากาศได้ในทุกทิศทาง ในขณะที่โครงสร้างแบบโฟลิโอสและครัสโตสมีส่วนที่สัมผัสอากาศได้น้อยกว่า (หน่วยวิจัยไลเคน มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2552)

การใช้ไลเคนเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพต่อมลพิษทางอากาศ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การประเมินการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหรือทางชีวเคมีในไลเคน การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางสัณฐานวิทยาของไลเคน (Morphological Changes) การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของกลุ่มไลเคน (Community) หรือการแทนที่ของสปีชีส์ เป็นต้น (Purvis, 2000)

1.6 ประโยชน์ของไลเคน

การใช้ประโยชน์ไลเคนในด้านต่างๆ มีมาตั้งแต่ยุคโบราณ ซึ่งจำแนกได้ดังนี้

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

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 ไลเคนให้สีต่างๆ ไลเคนประมาณ 20 ชนิด ให้สีที่เรียกว่า “ออชิลล์” (Orchill) เป็นสีโทนสีม่วง สีจากไลเคนใช้ย้อมเส้นใยจากสัตว์ นอกจากนี้ยังมีไลเคนอีกหลายชนิดที่ให้สีย้อมต่างๆ

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)

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 ชนิดเท่านั้นที่พบในราและพืชชั้นสูงอื่นๆ สารเคมีในไลเคนมีศักยภาพในการใช้ประโยชน์หลายด้าน อาจช่วยในเรื่องของการป้องกันสาหร่ายในไลเคนจากแสงแดดจัด หรือป้องกันแบคทีเรียหรือราชนิดอื่นที่จะเข้าทำลายไลเคน ซึ่งสารเคมีบางชนิดมีรสขม เช่น Picrolichenic Acid ทำให้ไม่ถูกสัตว์แทะเล็ม นอกจากนี้สารไลเคนทุติยภูมิชนิดที่ไม่ชอบน้ำยังมีผลเสริมในด้านของการแลกเปลี่ยนก๊าซในแผ่นพื้นฐานได้อย่างต่อเนื่อง (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550; สุรีย์พร เจรียงประเสริฐ, 2557)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.1 การทดสอบสารเคมีในไลเคน

สารไลเคนมีความสำคัญมากในการจำแนกไลเคนในระดับชนิด (Species) ปกติแล้วไลเคนแต่ละชนิดมีส่วนประกอบทางเคมีที่คงที่ไม่ว่าจะอยู่ที่ใด ทำให้ใช้ในการจำแนกไลเคนได้อย่างถูกต้องยิ่งขึ้น ซึ่งการตรวจส่วนประกอบทางเคมีทำได้ดังนี้

2.1.1 การทดสอบสี (Spot Test)

การทดสอบสีเป็นการศึกษาปฏิกิริยาการเกิดสีของส่วนต่างๆ ของไลเคน เช่น แทลลัส เมดัลลา แอโพทีเซีย ซึ่งเป็นวิธีที่สะดวกและรวดเร็วในการประเมินชนิดของสารไลเคนขั้นพื้นฐานก่อนนำไปตรวจสอบด้วยวิธีทางเคมีอื่นๆ 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 สังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงของสีที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยากับสารในไลเคนเป็นสีต่างๆ (กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง, 2550) 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 คือใช้สารสกัดจากแทลลัสไลเคน หยดด้วยหลอดแคพิลารี่ (Capillary Tube) บนแผ่นซิลิกาเจล (Silica Gel) ซึ่งถือว่าเป็น ส่วนดูดซับสาร (Stationary Phase) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่า R_f และนำแผ่นโครมาโตกราฟีจุ่มในสารละลายเคลื่อนที่ (Mobile Phase) โดยสารละลายเคลื่อนที่จะซึมไปตามแผ่นโครมาโตกราฟี ซึ่งพาสารสกัดไลเคนและสารเปรียบเทียบเคลื่อนที่ไปในระยะทางตามน้ำหนักโมเลกุลของสาร จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า R_f เปรียบเทียบกับค่า R_f ของสารมาตรฐานที่

ทราบชนิดของสารสกัดจากไลเคน แต่การตรวจสอบสารเคมีนั้นๆ มีน้ำหนักโมเลกุลใกล้เคียงกัน ทำให้การหยดสารเคลื่อนที่แยกจากกันไม่ชัดเจน ทำให้เกิดปัญหาการอ่านสารผิดพลาดได้ หรือหากสารเคมีในไลเคนมีความเข้มข้นต่ำมาก การหยดสารที่เกิดขึ้นอาจเจือจางไม่ชัดเจน ทำให้ตรวจสอบไม่ได้ จึงจำเป็นต้องใช้โครมาโตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) แยกสารไลเคนอีกครั้ง (พชร มงคลสุข และสัญญา มีสิม, 2555 : หน้า 21-22)

2.1.3 การตรวจสอบด้วยวิธีส่องภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV)

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

2.2 การเก็บตัวอย่างไลเคน (Lichen Collection)

ไลเคนส่วนใหญ่เติบโตบนเปลือกไม้ และบนหิน มีขนาดค่อนข้างเล็ก การเก็บตัวอย่างควรศึกษาเบื้องต้นด้วยแว่นขยายที่มีเลนส์กำลังขยายต่ำก่อนเพื่อสังเกตขอบเขตของแทลลัสและลักษณะของแอโพทีเซียมแบบเส้นขนาน ป้องกันการเก็บตัวอย่างปะปนกับไลเคนกลุ่มครัสโตสอื่นๆ ไลเคนที่เกาะอาศัยบนพรรณไม้เก็บโดยอาศัยใบมีดตัดส่วนไลเคนที่เจริญอยู่บนหินจำเป็นต้องอาศัยสิ่วและค้อนกระเทาะแทลลัสและแอโพทีเซียมของไลเคน และห่อด้วยกระดาษที่อ่อนนุ่ม (Tissue) เพื่อดูดซับความชื้นจากเปลือกไม้ และเป็นการป้องกันความเสียหายของตัวอย่างจากแรงกระทบ ตัวอย่างที่รวบรวมได้เก็บใส่ซองกระดาษ พร้อมระบุรายละเอียดของการเก็บ เช่น วันที่ สถานที่เก็บ ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง สภาพป่า ความสูงจากระดับน้ำทะเล ตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ชื่อพรรณไม้ที่ไลเคนเกาะอาศัย ตัวอย่างที่ได้จากภาคสนามจะต้องนำมาผึ่งลมให้แห้งอย่างน้อย 1 สัปดาห์ และเก็บรักษาเพื่อรอการจำแนกต่อไป

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

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)	-	-	เขียวมะกอก	เขียวมะกอก	ขาว
สเตร็ปซิลิน (Strepsilin)	-	-	เขียว	เขียว	-
กรดอูสนิค (Usnic Acid)	-	-	-	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: หน่วยวิจัยไลเคน (2547)

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

2.3 การศึกษาทางสัณฐานวิทยาและกายวิภาควิทยา (Anatomy and Morphology)

ลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) ศึกษาภายใต้กล้องสเตอริโอ (Stereo Microscope) ที่กำลังขยาย 4-40 เท่า จดบันทึกลักษณะสำคัญของโครงสร้างภายนอกที่ใช้เป็นข้อมูลในการจำแนกสกุล – ชนิด เช่น สี ลักษณะผิว และการสะท้อนแสงของแทลลัส รูปร่าง ขนาดสีหน้าจาน ฝุ่นผงสีขาวบนผิวหน้าจาน และระดับของการสร้างสาหร่ายที่ขอบของแอโพทีเซียมรวมไปถึงรูปร่างและการยกของเนื้อเยื่อสโตรมา เป็นต้น

ลักษณะทางกายวิภาควิทยา (Anatomy) ศึกษาโดยการตัดตามขวางของแทลลัสและแอโพทีเซียมด้วยใบมีดโกนภายใต้กล้องสเตอริโอและบันทึกลักษณะที่สำคัญภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (Light Microscope) ได้แก่ การเรียงของเส้นใยราเป็นเนื้อเยื่อชั้นบน เมดัลลา การเรียงของสาหร่ายในแทลลัสและวัดความหนาของชั้นต่าง ๆ ด้วยออกคูลาไมโครมิเตอร์ (Ocular Micrometer) ที่เทียบค่าจากสเตจไมโครมิเตอร์ (Stage Micrometer) เรียบร้อยแล้ว และลักษณะของแอโพทีเซียม เช่น สีของเอ็กซิเปิล เส้นใยพาราไฟซีส เส้นใยเพอริไฟซอยด์ หยดน้ำมันในชั้นไฮมีเนียม ขนาด และลักษณะการเรียงของสปอร์ในถุงหุ้มสปอร์ รูปแบบ ขนาด และสีของสปอร์ การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารไอโอดีนกับเส้นใยพาราไฟซิสและสปอร์ เป็นต้น

2.4 การบันทึกภาพ (Picture Delineation)

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

3. ข้อมูลและประวัติพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ป่าอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ในมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี เป็นป่าดั้งเดิมมีมาตั้งแต่ครั้งสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณีเสด็จมาซื้อที่ดินบริเวณบ้านเขาไร่ยา ตำบลท่าช้าง จังหวัดจันทบุรี ในปี พ.ศ. 2492 เพื่อสร้างพระตำหนักและทำการเกษตร รวมทั้งการพัฒนาอาชีพทอเสื่อของชาวจันทบุรี ต่อมาในปี พ.ศ. 2515 ได้พระราชทานพระตำหนักและพื้นที่ทั้งหมด 720 ไร่ ให้แก่กรมการฝึกหัดครู กระทรวงศึกษาธิการ เพื่อก่อสร้างวิทยาลัยครูจันทบุรี ซึ่งต่อมาได้รับการยกฐานะเป็นสถาบันราชภัฏรำไพพรรณี ในปี พ.ศ. 2538 และเปลี่ยนเป็นมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ในปี พ.ศ. 2547

ป่าอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ ตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มีพื้นที่ประมาณ 50 ไร่ ลักษณะพื้นที่เป็นแอ่งลุ่มกว่าพื้นที่โดยรอบ บริเวณตอนกลางเป็นที่ดอน พื้นที่ด้านทิศเหนือลุ่มต่ำเป็นดินพรุมีน้ำขังตลอดปี เนื่องจากเป็นพื้นที่รองรับน้ำของมหาวิทยาลัยและลาดเอียงไปทางทิศตะวันออก เกิดเป็นต้นน้ำของคลองหนองหว้าไหลออกจากมหาวิทยาลัย ในป่ามีพันธุ์ไม้หลากหลายชนิดขึ้นปกคลุมอย่างหนาแน่น มีสัตว์หลากหลายชนิด รวมทั้งเห็ด รา และจุลินทรีย์ต่าง ๆ

วันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2540 สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี (ปัจจุบัน คือ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี) ได้น้อมเกล้าฯ ถวายพื้นที่ป่านี้แด่สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อดำเนินงาน “โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี” และได้รับพระราชานุญาต เมื่อวันที่ 30 พฤษภาคม พ.ศ. 2540 (ศศิธร พุทธรักษ์, 2557) (ภาพที่ 2.11)

ภาพที่ 2.11 ลักษณะพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืชฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ในพื้นที่ปกปักพันธุกรรมพืช มีการดำเนินงานตามกรอบแผนแม่บทในการศึกษาด้านต่าง ๆ แบ่งเป็นกิจกรรมตามกรอบดำเนินงาน ซึ่งรวมถึงการวิจัยในพื้นที่ซึ่งมีการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตอย่างต่อเนื่อง เช่น การศึกษาชนิดของแพลงก์ตอนพืชในแหล่งน้ำจืด บริเวณพื้นที่ป่าโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2554 (ประสาน แสงไพบูลย์ และคณะ, 2555) และการคัดแยกเชื้อราที่สร้างเอนไซม์เซลลูเลสในพื้นที่ป่าโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชฯ (เสาวภา สุราวุธ และคณะ, 2554 : หน้า 48-58) เป็นต้น

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กัณฑรีย์ บุญประกอบ และคณะ (2552) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในอุทยานแห่งชาติหมู่เกาะตะรุเตา 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 : หน้า 128-130) การจำแนกชนิดของไลเคนโดยการศึกษาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และการตรวจสอบสารเคมีไลเคนเบื้องต้นโดยวิธีการทดสอบสี (Spot test) การจำแนกสายพันธุ์ไลเคนโดยใช้รูปวิธานต่างๆ เช่น กัณฑรีย์ บุญประกอบ และกวินนาถ บัวเรือง (2550); Vongshewarat, (2000); Noicharoen (2002); Archer (2006); Awasthi (1991); Rogers (1992) เป็นต้น จากการสำรวจไลเคนครั้งนี้ รวบรวมตัวอย่างได้ประมาณ 2,144 ตัวอย่าง จัดจำแนกลงในระดับสกุลได้ 55 สกุล 28 วงศ์ (จาก 677 ตัวอย่าง) และในสกุลเหล่านี้สามารถจำแนกลงในระดับชนิดได้ 60 ชนิด แบ่งเป็นครัสโตส 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 และคณะ (2552) สำรวจไลเคนในสวนสาธารณะกรุงเทพมหานครและการชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ไลเคนถูกใช้เป็นตัวชี้วัดที่มีประสิทธิภาพในการตรวจวัดคุณภาพอากาศ การสำรวจไลเคนครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในเขตเมืองที่มีมลพิษทางอากาศสูง เพื่อจัดทำคู่มือศึกษาไลเคนในเขตเมือง และเพื่อใช้ไลเคนเป็นเครื่องมือชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างไลเคนจากสวนสาธารณะ 9 แห่ง คือ สวนหลวง ร. 9 สวนพระนคร สวนเสรีไทย สวนจตุจักร สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิตติ์ สวนเบญจสิริ สวนรมณีนาถ สวนลุมพินี และสวนธนบุรีรมย์ เก็บไลเคนได้ทั้งสิ้น 54 ตัวอย่าง จัดจำแนกตามหลักอนุกรมวิธานได้ 27 ชนิด 16 สกุล 9 วงศ์ ซึ่งครั้งนี้มีไลเคนที่สำรวจพบเพิ่มขึ้นจากในอดีตหลายชนิด โดยมีไลเคนอีกหลายชนิดยังระบุชื่อไม่ได้ ไลเคนที่พบแพร่กระจายได้ดีส่วนใหญ่เป็นพวกทนทานมลพิษทางอากาศสูง ได้แก่ *Pyxine cocoes, Anthracothecium subglobosum* และ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Trypethelium eluteriae ส่วนกลุ่มทนทานปานกลางพบได้บางส่วน ซึ่งสวนสาธารณะที่พบไลเคนมากที่สุดคือ สวนธนบุรีรมย์ รองลงมา ได้แก่ สวนหลวง ร.9 ทั้งสองสวนตั้งอยู่ในเขตใกล้ชานเมือง ปัจจัยที่มีผลต่อการแพร่กระจายของไลเคนในสวนต่างๆ ขึ้นอยู่กับภูมิอากาศ คุณสมบัติของเปลือกไม้และมลพิษทางอากาศ การอยู่รอดของไลเคนในสวนสาธารณะอาจชี้วัดการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิตอื่นๆ รวมทั้งมนุษย์ที่จำเป็นต้องติดตามเฝ้าระวังในระยะยาวต่อไป

วราภรณ์ ศรีปรางค์ และพชร มงคลสุข (2553) ได้ทำการสำรวจไลเคนแบบแผ่นจาน ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า ภูหลวง จังหวัดเลย ระหว่างเดือนมิถุนายน 2551 ถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2552 ได้ไลเคนจำนวน 342 ตัวอย่างจาก 4 สภาพป่า คือ ป่าละเมาะเขาต่ำ ป่าดิบชื้น ป่าดิบเขาต่ำและป่าเต็งรัง ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 700 - 1,555 เมตร จากระดับน้ำทะเล เมื่อวิเคราะห์ทางอนุกรมวิธานของไลเคน สามารถจำแนกได้ 12 วงศ์ 15 สกุล 40 ชนิด โดยมีวิธีการรวบรวมตัวอย่างไลเคนบนพรรณไม้และบนหิน จากสภาพป่าต่างๆ บันทึกรายละเอียดของการเก็บตัวอย่าง วันที่เก็บ สถานที่เก็บ ชนิดพรรณไม้ที่ไลเคนเกาะอาศัย สภาพป่าและความสูงจากระดับน้ำทะเล จากนั้นนำตัวอย่างมาผึ่งให้แห้งในที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก บรรจุตัวอย่างในซองกระดาษพร้อม Index card และบันทึกข้อมูลของแต่ละตัวอย่างลงในซองบรรจุ นำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางด้านอนุกรมวิธานด้วยการศึกษาทางสัณฐานวิทยา และกายวิภาควิทยา และศึกษาส่วนประกอบทางเคมีเบื้องต้นด้วยการทำ Spot test และรงคเลขผิวบาง (Thin Layer Chromatography: TLC) ตามวิธีการของ White and James (1985) การวิเคราะห์ และระบุชนิดใช้รูปวิธาน (Key) ของ Rogers (1992); Awasthi (1991); Brodo *et al*. (2001); Kalb *et al*. (2008) 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 และชนิดที่พบได้ทั่วไปเนื่องมาจากเป็นสภาพป่าโปร่ง อากาศถ่ายเทได้ดี แสงแดดพอเหมาะ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับชนิดของพรรณไม้ พรรณไม้ที่พบได้ทั่วไป 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 และป่าเต็งรังซึ่งเป็นป่าที่พืชมีการผลัดใบทุกปี และอาจมีไฟป่าเข้าทำลายเป็นบางครั้ง ส่งผลให้พบไลเคนกลุ่มนี้เพียง 2 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 2

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

วสันต์ เพิงสูงเนิน และคณะ (2553) ได้ทำการศึกษาความหลากหลายของไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอิ (Graphidaceae) ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง จังหวัดเลย จากการรวบรวมตัวอย่างไลเคนวงศ์กราฟิดาซิอิ จำนวน 686 ตัวอย่าง ที่พบบนหินและบนต้นไม้ ใน 7 สภาพป่า ได้แก่ ป่าสนเขา ป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ป่าดิบเขาต่ำ ป่าละเมาะเขาต่ำ ป่าเบญจพรรณ และป่าดิบชื้น ในเขตรักษา

พันธุ์สัตว์ป่าภูหลวง 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) การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อรวบรวมไลเคนแบบครัสโตส วงศ์ฟิสเซียซีอิ (Physciaceae) จากพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย จัดทำคู่มือการจำแนกและฐานข้อมูลทางอนุกรมวิธานจากไลเคนบนหินและพันธุ์ไม้ที่รวบรวมได้ 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 และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาเบื้องต้นของไพรีโนไลเคน จากเกาะต่างๆ ของประเทศไทย ไพรีโนไลเคนเป็นไลเคนแบบครัสโตสที่สร้างสปอร์แบบมีสีและไม่มีสีภายในโครงสร้างสืบพันธุ์แบบเพอริทีเซีย เพื่อสำรวจความหลากหลายของสายพันธุ์ไพรีโนไลเคน หมู่เกาะต่างๆ 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

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

Saipunkaew *et al.* (2005) ทำการสำรวจไลเคน 19 พื้นที่ ในจังหวัดเชียงใหม่และพื้นที่รอบเมืองเชียงใหม่ ซึ่งประกอบด้วยพื้นที่ในเมือง อุตสาหกรรม เกษตรกรรม และพื้นที่ป่า ในระดับความสูงจากระดับน้ำทะเล 260 – 1,450 เมตร พบว่า ความหลากหลายของไลเคนสูงสุดในพื้นที่ป่าที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 600 เมตร และความหลากหลายของไลเคนต่ำสุดในพื้นที่เมือง

และเกษตรกรรม ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลน้อยกว่า 400 เมตร ความสูงจากระดับน้ำทะเลของพื้นที่มีอิทธิพลต่อการปกคลุมของโฟลิโอสไลเคนและครัสโตสไลเคน โดยพบว่าพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลมากกว่า 600 เมตร พบโฟลิโอสไลเคนเด่นกว่าครัสโตส ส่วนพื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล 250 - 400 เมตร พบครัสโตสไลเคนเป็นกลุ่มเด่น การตรวจสอบทางชีวภาพของมลพิษอากาศของพื้นที่ ไม่สามารถใช้ความหลากหลายของไลเคนเพียงอย่างเดียวได้ ต้องอาศัยข้อมูลการตรวจสอบมลพิษอากาศในพื้นที่ร่วมด้วย

ชวัลรัตน์ สมนึก และคณะ (2558) ทำการสำรวจความหลากหลายทางชีวภาพของไลเคนในพื้นที่ป่าปกปักพันธุกรรมพืช อันเนื่องมาจากพระราชดำริ ฯ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี พบไลเคนจำนวน 11 วงศ์ 15 สกุล 29 ชนิด วงศ์ที่พบได้แก่ Arthoniaceae, Bacidiaceae, Coenogoniaceae, Graphidaceae, Gyalectaceae, Malmideaceae, Monoblastiaceae, Physciaceae, Pyrenulaceae, Thelotremtaceae และ Trypetheliaceae ส่วนใหญ่เป็นไลเคนแบบครัสโตส มีเพียง 1 ตัวอย่างที่เป็นไลเคนแบบ สแควมูโลส คือ *Phyllopsora* sp. ซึ่งเมื่อนำแต่ละชนิดของไลเคนมาใช้เป็นตัวบ่งชี้คุณภาพอากาศ ตามคู่มือสำรวจไลเคน พบว่าไลเคนทั้ง 11 วงศ์ 15 สกุล 29 ชนิด จัดอยู่ในกลุ่มทนทานทั้งหมด

RAMBHAI BARNI RAJABHAT UNIVERSITY
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี