

กายวิภาคศาสตร์ใบและลำต้นของพืชเบียนวงศ์กาฝาก (Loranthaceae) ในจังหวัดอุบลราชธานี

วิโรจน์ เกษรบัว^{1*} พุฒิสรรค์ สุรินทร์² และปรียานุช ลาขุนทด¹

¹ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ และ ²หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยา

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี อุบลราชธานี 34190

*E-mail: Wirot.K@ubu.ac.th

รับบทความ: 7 ตุลาคม 2567 แก้ไขบทความ: 20 มกราคม 2568 ยอมรับตีพิมพ์: 25 มกราคม 2568

บทคัดย่อ

จากการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ใบและลำต้นของพืชเบียนวงศ์กาฝากบริเวณพื้นที่ป่าเต็งรังในจังหวัดอุบลราชธานี จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. *Helixanthera parasitica* Lour. *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh. และ *Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser โดยวิธีการลอกผิวใบและตัดตามขวางด้วยใบมีดโกนและกรรมวิธีพาราฟิน พบลักษณะทั่วไปของพืชที่ศึกษาคือ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้านมีรูปร่างหลายเหลี่ยมหรือรูปร่างไม่แน่นอนผนังเซลล์เรียบหรือเว้า ปากใบเป็นแบบพาราไซติก พบในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้าน อยู่ระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว บางชนิดมีสารสะสมเป็นเซลล์เม็ดน้ำมันและบางชนิดมีไทรโคมเป็นปุ่มเล็ก ชั้นมีโซฟิลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปแบบเดียว หรือสองแบบที่มีใบสองหน้าเหมือนกันและใบสองหน้าต่างกัน มัดท่อลำเลียงบริเวณเส้นกลางใบมี 3-6 มัด เนื้อเยื่อชั้นผิวของก้านใบไม่มีไทรโคมหรือมีไทรโคมแบบหลายเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่เซลล์มีผนังบาง พบโครงสร้างสารหลังกระจายอยู่ทั่วไป มัดท่อลำเลียงบริเวณก้านใบมีจำนวนมัดเดียวหรือหลายมัด พบสารสะสมเป็นแบบผลึกรูปปริซึมกระจายรอบ ชั้นเพริเดอร์มของลำต้นมีเลนติเซลกระจายทั่วไป บางชนิดมีสารสะสมติดสีแดงเข้มในชั้นเฟลโลเดอร์ม โพลีเอมมีเซลล์เส้นใยผนังหนาล้อมรอบ วงปีไม่ชัดเจน เซลล์เวสเซลมีรูปร่างกลมหรือรี มีรูปแบบเป็นแบบเดียว แบบแผด และแบบกลุ่ม การเรียงตัวของเวสเซลเป็นแบบกระจาย พาเรงคิมาในแนวรัศมีมี 1-8 แถว พบสารสะสมแบบผลึกรูปปริซึมในเซลล์บริเวณไส้ไม้ โครงสร้างที่สามารถนำไปใช้สร้างรูปวิธานสำหรับการระบุชนิด ได้แก่ ไทรโคม ชั้นมีโซฟิลล์ และจำนวนมัดท่อลำเลียงของก้านใบ กายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กาฝากแสดงลักษณะของพืชทนแล้ง พืชน้ำ และพืชที่ขึ้นปานกลาง เป็นการปรับตัวของพืชเบียนที่เกาะอาศัยอยู่บนพืชให้อาศัยเพื่อสามารถดำรงชีวิตในแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยที่มีสภาพแวดล้อมเฉพาะภายในระบบนิเวศของป่าเต็งรัง

คำสำคัญ: กายวิภาคศาสตร์พืช พืชเบียน วงศ์กาฝาก การปรับตัว

Leaf and Stem Anatomy of Parasitic Plants within the Loranthaceae Family at Ubon Ratchathani Province

Wirot Kesonbua^{1*}, Puttisan Suriyon² and Preyanuch Lakhunthod¹

¹Department of Bioscience, and ²Bachelor of Science Program in Biology, Faculty of Science,
Ubon Ratchathani University, Ubon Ratchathani 34190, Thailand

*E-mail: Wirot.K@ubu.ac.th

Received: 7 October 2024 Revised: 20 January 2025 Accepted: 25 January 2025

Abstract

Anatomical studies of the leaves and stems of four species of parasitic plants in the family Loranthaceae found in the deciduous forest of Ubon Ratchathani province, namely *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq., *Helixanthera parasitica* Lour., *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh., and *Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser, were conducted using epidermal peeling, transverse sections prepared through freehand sectioning and the paraffin process. The general characteristics of the plants studied include polygonal or irregularly shaped cells in both surface tissues. The cell walls are smooth or curved. The stomata are paracytic and found on both surfaces, with typical stomata. Some species have substances that accumulate as oil droplets, and some have papillae trichomes. The mesophyll layer consists of cells with a single pattern or two types, with unifacial or bifacial leaf. There are 3–6 vascular bundles in the leaf midrib. The epidermis of the petioles is either glabrous or covered with multicellular trichomes. The cortical layer comprises thin-walled parenchyma cells, and secretory structures are scattered throughout. There are 1 to several vascular bundles in the leaf petiole. Accumulated substances were observed in the form of prism-shaped crystals distributed around the vascular bundles. The stem periderm contains lenticels scattered throughout. In some species, dark red accumulated substances are presence in the phelloderm layer. The phloem is surrounded by thick-walled fibers. The annual rings are indistinct. The vessel cells are round or oval in shape, and there is solitary, paired, and clustered vessels. The vessel arrangement in wood is diffuse-porous wood. The radial parenchyma has 1 to 8 rows. Prismatic crystal deposits are found in the cells of the pith. Structures that can be used to construct a key for species identification include trichomes, mesophyll, and the number of vascular bundles in the

petioles. The anatomy of the family exhibits characteristics of drought-tolerant plants, aquatic plants, and moderately moist plants. It represents an adaptation of parasitic plants that live on host plants, enabling them to survive in microhabitats with specific environmental conditions within deciduous forest ecosystem.

Keywords: Plant anatomy, Parasitic plants, Loranthaceae, Adaptation

บทนำ

วงศ์กาฝาก (Loranthaceae) เป็นกลุ่มพืชที่มีจำนวนมากที่สุดในอันดับ Santalales มีจำนวน 76 สกุล มากกว่า 1,000 ชนิด ส่วนใหญ่กระจายพันธุ์อยู่บริเวณเขตร้อนชื้นหรือกึ่งร้อนชื้นในทวีปอเมริกา แอฟริกา เอเชีย และออสเตรเลีย และมีบางชนิดที่สามารถกระจายไปถึงเขตอบอุ่นของยุโรปและเอเชียตะวันออก (Liu *et al.*, 2018) ในประเทศไทย มีรายงานพืชกลุ่มนี้จำนวน 11 สกุล 36 ชนิด พบทั่วทุกภาคของประเทศ ในจำนวนนี้ไม่มีสกุลที่เป็นพืชถิ่นเดียวของประเทศไทย มี 8 สกุลที่มีศูนย์กลางการกระจายพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และมี 3 สกุล ในมาเลเซียและปาปัวเซีย (Barlow, 2002) สกุลส่วนใหญ่ในวงศ์กาฝากเป็นพืชเบียนที่เมล็ดมีเมือกเหนียวหุ้ม เมื่อนกกินผลเข้าไปเมล็ดไม่ถูกย่อย แต่ขับถ่ายออกมาพร้อมกับมูล เมล็ดเกาะตามลำต้นหรือกิ่งของพืชให้อาศัย (host) หลังจากนั้นงอกและพัฒนาส่วนรากไปเป็นรากเบียน (haustorium) เจริญเข้าไปเชื่อมกับเนื้อเยื่อลำเลียงของพืชให้อาศัย ซึ่งหากถูกพืชเบียนเจริญเติบโตเข้าไปแย่งสารอาหารมากเกินไปจะทำให้ต้นไม้ไม่สมบูรณ์หรือตายในที่สุด (Kuijt, 1969) เรียกความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาลักษณะนี้ว่าภาวะเบียน (parasitism) เป็นรูปแบบการได้รับอาหารของพืชที่มีการศึกษากันครั้งแรกโดย Darwin (1859)

แม้พืชวงศ์กาฝากจะเป็นโทษหรือกระ-

ทบต่อพืชให้อาศัย แต่พืชหลายชนิดในกลุ่มนี้มีประโยชน์และสำคัญต่อระบบนิเวศอย่างมาก พบว่ามีนกทั่วโลกประมาณ 90 ชนิด จาก 10 วงศ์ มีวิวัฒนาการและการปรับตัวเพื่อกินผลของพืชวงศ์กาฝากเป็นอาหารหลัก (Mathiasen *et al.*, 2008) รวมทั้งแมลงและเห็ดราหลายชนิดมีความจำเพาะด้านอาหารจากผลและดอกของพืชกลุ่มนี้เช่นกัน ส่วนประโยชน์ด้านสมุนไพร มีการรายงานนำพืชในวงศ์กาฝากไปใช้ในการรักษาโรคที่หลากหลาย เช่น รักษาเนื้องอก (Park *et al.*, 1999) รักษาอาการปวดศีรษะและกระชับมดลูกหลังการมีบุตร (Kwanda, 2013) รักษาอาการอักเสบ (Hostanska *et al.*, 1995)

สัณฐานวิทยาทั่วไปของพืชวงศ์กาฝากส่วนใหญ่เป็นพืชเบียนมีเนื้อไม้ ยึดเกาะลำต้นหรือกิ่งของพืชให้อาศัยโดยสร้างรากเบียนเป็นไหลยึดติดอยู่เหนือผิวเปลือกชั้นนอก ใบเดี่ยวเรียงแบบตรงข้าม ไม่มีหูใบ ดอกช่อ มักออกตามซอกกิ่ง ส่วนใหญ่เป็นดอกสมบูรณ์เพศ กลีบเลี้ยงเป็นรูปปากแตร ไม่มีเนื้อเยื่อลำเลียง กลีบดอกสมมาตรหรือกึ่งสมมาตรมี 4–9 กลีบ เกสรเพศผู้มีจำนวนเท่ากับกลีบดอก ก้านเกสรเพศผู้ติดกับวงกลีบดอก อับเรณูแตกตามยาว เรณูมีรูปร่างเป็นสามพู รังไข่อยู่ใต้วงกลีบ ออวุลไม่สมบูรณ์เป็นกลุ่มเซลล์ของอับสปอร์รวมกันเป็นก้อนติดอยู่ภายในช่องว่างใกล้ส่วนฐานของรังไข่ ผลมีเนื้อเมล็ดเดียว เมล็ดมีเมือกเหนียวหุ้ม (Danser,

1933; Vidal–Russell and Nickrent, 2008) พืชวงศ์กาฝากจำแนกออกเป็น 3 เผ่า (tribe) ได้แก่ 1) Nuytsieae มี *Nuytsia* เพียงสกุลเดียว ลักษณะสำคัญคือรังไข่มีหนึ่งช่อง (locule) และมีใบเลี้ยง 2) Elytrantheae เป็นกลุ่มที่รังไข่มีหลายช่อง และมีใบเลี้ยงพัฒนาขึ้นระหว่างการออกของเมล็ด แบ่งออกเป็นสองเผ่าย่อย (subtribe) ได้แก่ Elytranthinae เป็นพืชเบียน ผลสดมีเนื้อหลายเมล็ด อับเรณูติดที่ฐาน และ Gaiaendrinae เป็นพืชเบียนบนดิน มีผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง อับเรณูติดด้านหลัง และ 3) Lorantheae เป็นกลุ่มที่มีรังไข่หนึ่งช่อง และมีใบเลี้ยงอยู่ภายในเอนโดสเปิร์มที่พัฒนาขึ้นในระหว่างการออกของเมล็ด (Danser, 1933)

นอกจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาแล้ว การปรับตัวด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กาฝากเป็นสิ่งจำเป็นที่ทำให้สามารถดำรงชีวิตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีลักษณะเฉพาะนี้ได้ อย่างไรก็ตามข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืชกลุ่มนี้มีค่อนข้างจำกัด พบว่า การศึกษาส่วนใหญ่เป็นการรายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชในระดับวงศ์หรือสกุลของตัวอย่างที่พบในต่างประเทศ เพื่อการระบุชนิดและจัดจำแนกทางอนุกรมวิธาน หรือใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการยืนยันชนิด ตรวจสอบ และรับรองคุณภาพของพืชสมุนไพรในทางเภสัชศาสตร์ เช่น การศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชวงศ์กาฝากในประเทศไนจีเรีย พบลักษณะทั่วไปคือเซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมผนังเซลล์ตรงหรือเว้า ปากใบเป็นแบบเพอริไซติก (pericytic stomata) พบในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน ส่วนลักษณะที่ใช้จำแนกคือโทรโคมและขนาดของเซลล์ (Ibrahim and Ayodele, 2013) ส่วนภาคตัดขวางใบพบว่า *Tapinanthus bangwensis* และ *T. globiferus* มีชั้นมีโซฟิลล์ไม่ชัดเจน

ส่วน *Englerina gabonensis* และ *Phragmanthera capitata* มีมีโซฟิลล์มีสองชั้น พืชที่ศึกษาส่วนใหญ่มีผลีกรูปปรีซึม มีเพียง *Agelanthus bruneus* ชนิดเดียวที่มีผลีกรูปเข็ม เซลล์สเกลอริตอาจกระจายอยู่เดี่ยว ๆ หรือแทรกอยู่ในเนื้อเยื่อไซเล็ม ซึ่งลักษณะดังกล่าวสามารถใช้สำหรับการระบุชั้นส่วนใบของพืชที่ศึกษาได้ (Ibrahim *et al.*, 2015) นอกจากนี้มีการศึกษาเปรียบเทียบกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กาฝากบางชนิดที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกัน เพื่อเป็นข้อมูลในการจำแนกหรือการจำกัดขอบเขตชนิดของพืช เช่น พืชสกุล *Loranthus* (Robabeh *et al.*, 2012) *Amyema* (Tubongbanua *et al.*, 2023)

จังหวัดอุบลราชธานีตั้งอยู่สุดชายแดนตะวันออกเฉียงเหนือบนบริเวณที่เรียกว่าแอ่งโคราช ลักษณะโดยทั่วไปเป็นที่สูง ๆ ต่ำ ๆ จัดเป็นที่ราบสูงลาดเอียงไปทางตะวันออก และมีแม่น้ำโขงเป็นแนวเขตกั้นกับสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพค่อนข้างสูงโดยเฉพาะพรรณไม้ อย่างไรก็ตามข้อมูลงานวิจัยด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชที่มีการกระจายพันธุ์บริเวณพื้นที่นี้มีค่อนข้างจำกัด พบว่า มีรายงานการศึกษาของพืชสมุนไพรเพียงบางกลุ่มเท่านั้น เช่น การศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ (Kesonbua and Kodkaew, 2022) การศึกษาผลึก (Kesonbua *et al.*, 2023) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความสนใจศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ใบและลำต้นของพืชเบียนวงศ์กาฝากที่พบบริเวณป่าเต็งรังในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการปรับตัวของพืชกลุ่มนี้ ตลอดจนเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สามารถใช้ต่อยอดการศึกษาทางชีววิทยาหรือสาขาอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น การระบุชนิดหรือการจัดจำแนก

ทางอนุกรมวิธานพืช การตรวจสอบชิ้นส่วนพืช สมุนไพรด้านเภสัชศาสตร์ การวิเคราะห์สารประกอบของการศึกษาทางเคมีอินทรีย์ หรือการควบคุมและกำจัดวัชพืชในการศึกษาด้านเกษตรศาสตร์

วิธีดำเนินการวิจัย

พื้นที่ศึกษา กำหนดพื้นที่ศึกษาคือบริเวณจังหวัดอุบลราชธานี (ภาพที่ 1 ก) เป็นพื้นที่ที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 25°C ถึง 35°C ขึ้นอยู่กับฤดูกาล ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1300–1800 มิลลิเมตรต่อปี (Chaikoolvatana *et al.*, 2007) โดยเลือกสำรวจพืชที่พบในสภาพแวดล้อมเป็นป่าเต็งรัง ซึ่งเป็นป่าเด่นในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่มีสภาพค่อนข้างแห้งแล้ง ดินส่วนใหญ่เป็นดินทรายหรือดินลูกรังที่มีการระบายน้ำดี ระดับดินตื้นและมีอินทรีย์วัตถุต่ำ

การเก็บตัวอย่าง รวบรวมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับพืชวงศ์กาฝากเพื่อศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา นิเวศวิทยา และการกระจายพันธุ์ของพืชที่พบในพื้นที่ศึกษา จากนั้นออกสำรวจและเก็บตัวอย่าง นำตัวอย่างที่ได้มาระบุชนิดโดยใช้รูปวิธานจากหนังสือพรรณพฤกษชาติในประเทศไทย (Barlow, 2002) แล้วจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้งสำหรับการอ้างอิงตามแบบมาตรฐานของการศึกษาด้านอนุกรมวิธานพืช และเก็บรักษาไว้ในภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ส่วนตัวอย่างใบและลำต้นอีกส่วนหนึ่งนำไปรักษาสภาพไว้ในแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 สำหรับการเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ต่อไป

การเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิว นำตัวอย่างใบที่รักษาสภาพไว้ในแอลกอฮอล์



ภาพที่ 1 พื้นที่ศึกษาและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของพืชที่ศึกษา (ก) แผนที่แสดงบริเวณพื้นที่เก็บตัวอย่างของพืชแต่ละชนิด (ดัดแปลงจาก Wongbutdee *et al.*, 2021) (ข) *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. (ค) *Helixanthera parasitica* Lour. (ง) *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh และ (จ) *Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser

ความเข้มข้นร้อยละ 70 มาแช่ในสารละลายแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 50 และ 30 ขั้นตอนละ 5 นาที แล้วลอกผิวใบทั้งด้านบนและด้านล่างโดยใช้ใบมีดโกนขูดด้านที่ไม่ต้องการออกจนเหลือเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิว แล้วตัดเนื้อเยื่อที่ลอกได้ไปย้อมในสีชาฟรานิน (safranin) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่ละลายในน้ำ เป็นเวลา 30 นาที แล้วดึงน้ำออก (dehydration) ด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 30 50 70 95 100 แอลกอฮอล์สมบูรณ์ต่อไซลีนบริสุทธิ์ (xylene) อัตราส่วน 1:1 และไซลีนบริสุทธิ์ตามลำดับ (ขั้นตอนละ 5 นาที) จากนั้นจึงผึ่ง

สไลด์ด้วย DePeX ส่วนตัวอย่างใบที่ไม่สามารถลอกผิวได้นำไปทำให้ตัวอย่างใส โดยตัดชิ้นตัวอย่างไปแช่ในสารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ความเข้มข้นร้อยละ 5 นาน 15–20 นาที และแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรต์ ความเข้มข้นร้อยละ 5 ใช้เวลาตามความเหมาะสม ล้างสารละลายออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยน้ำกลั่นให้สะอาดแล้วนำไปตั้งน้ำออกและฝืนกสไลด์ เช่นเดียวกับการลอกผิวใบ (Lersten and Curtis, 2001)

การเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาภาคตัดตามขวางของใบและลำต้น นำตัวอย่างใบที่รักษาสภาพมาล้างด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 50 แล้วตัดตามขวางแบ่งก้านใบและแผ่นใบออกเป็นชิ้น หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปตั้งน้ำออกด้วยสารละลาย TBA (tertiary butyl alcohol) ความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วแช่ในสารละลาย TBA ผสมกับพาราฟินออยล์ (paraffin oil) อัตราส่วน 1:1 และพาราฟินบริสุทธิ์ ตามลำดับ ฝังชิ้นตัวอย่างลงในพาราฟินบริสุทธิ์แล้วตัดด้วยเครื่องไมโครทอมแบบหมุน (rotary microtome) แล้วนำริบบอน (ribbon) ที่ได้ไปติดบนสไลด์ ล้างพาราฟินออกด้วยไซลีน และย้อมสีซาฟรานีน ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่ละลายในน้ำเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตั้งน้ำออกอีกครั้งแล้วย้อมด้วยสีฟาสต์กรีน (fast green) ความเข้มข้นร้อยละ 1 ที่ละลายในแอลกอฮอล์ร้อยละ 95 เป็นเวลา 5 วินาที ล้างสีส่วนเกินออกด้วยส่วนผสมของน้ำมันกานพลู (clove oil) แอลกอฮอล์สัมบูรณ์ และไซลีน (อัตราส่วน 25:50:25 โดยปริมาตร) จากนั้นแช่ในสารละลายที่แอลกอฮอล์สัมบูรณ์กับไซลีน (อัตราส่วน 1:1) ย้ายไปแช่ในไซลีนบริสุทธิ์ แล้วฝืนกสไลด์ด้วย DePeX (Johansson, 1940) ส่วนตัวอย่างของลำต้น ใช้ใบ-

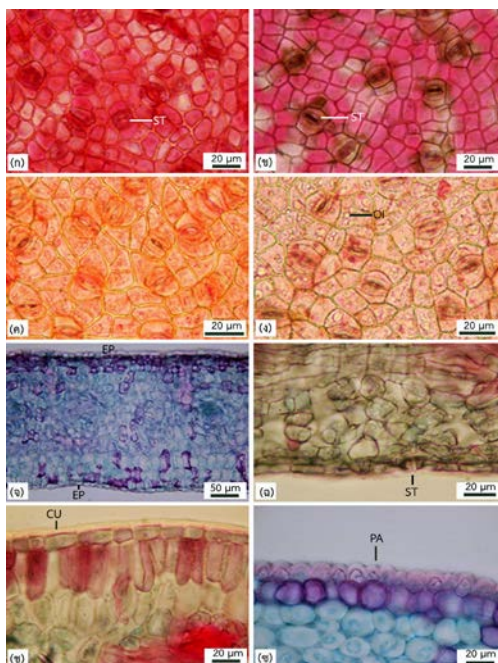
มีดโกนตัดตามขวางให้เป็นชิ้นบาง นำไปตั้งน้ำออกด้วยแอลกอฮอล์และฝืนกสไลด์เช่นเดียวกันกับการลอกผิวใบ

การวิเคราะห์ผล นำสไลด์ของแผ่นใบ ก้านใบ และลำต้นมาศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและบันทึกภาพด้วยกล้อง Olympus รุ่น DP12 การบรรยายและคำจำกัดความของโครงสร้างต่าง ๆ ยึดตามคู่มือการศึกษาของ Esau (1977)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการสำรวจพืชเบียนวงศ์กาฝากในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างเดือนมกราคมถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2567 พบจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. หรือกาฝากมะม่วง (ภาพที่ 1ก และ 1ข; Puttisan Siriyon 01–03) มีพืชให้อาศัยคือมะม่วง (*Mangifera indica* L.) *Helixanthera parasitica* Lour. หรือกาฝากก่อ (ภาพที่ 1ก และ 1ค; Puttisan Siriyon 02–05) มีพืชให้อาศัยคือกันเกรา (*Fagraea fragrans* Roxb.) *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh. หรือประทัดนวล (ภาพที่ 1ก และ 1ง; Puttisan Siriyon 06–07) มีพืชให้อาศัยคือกันเกรา และ *Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser (ภาพที่ 1ก และ 1จ; Puttisan Siriyon 08) มีพืชให้อาศัยคือประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ซึ่งพืชที่ศึกษามีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ทั่วไปดังนี้

แผ่นใบ จากการลอกผิวใบ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างหลายเหลี่ยมหรือไม่แน่นอน ผนังเซลล์เรียบหรือโค้ง (ภาพที่ 2ก–2ข) ผิวเคลือบคิวทินเรียบ ปากใบเป็นแบบพาราไซติก (paracytic stomata) เรียงตัวกระจายไม่เป็นระเบียบ พบในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้ง



ภาพที่ 2 เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชที่ศึกษา (ก) และ (ข)

รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบและปากใบแบบพาราไซติกในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่างของ *D. pentandra* ตามลำดับ (ค) และ (ง) รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบและปากใบแบบพาราไซติกในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่างของ *D. parasitica* ตามลำดับ (จ) จำนวนชั้นเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบในภาคตัดตามขวางของ *D. pentandra* (ฉ) ลักษณะปากใบที่อยู่ในระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิวของ *M. cochinchinensis* (ช) ความหนาของผิวเคลือบคิวทินในภาคตัดตามขวางของ *M. cochinchinensis* และ (ซ) H. ปุ่มเล็กในเนื้อเยื่อชั้นผิวของ *D. pentandra* (CU = ผิวเคลือบคิวทิน, EP = เนื้อเยื่อชั้นผิว, OI = เม็ดน้ำมัน, PA = ปุ่มเล็ก และ ST = ปากใบ)

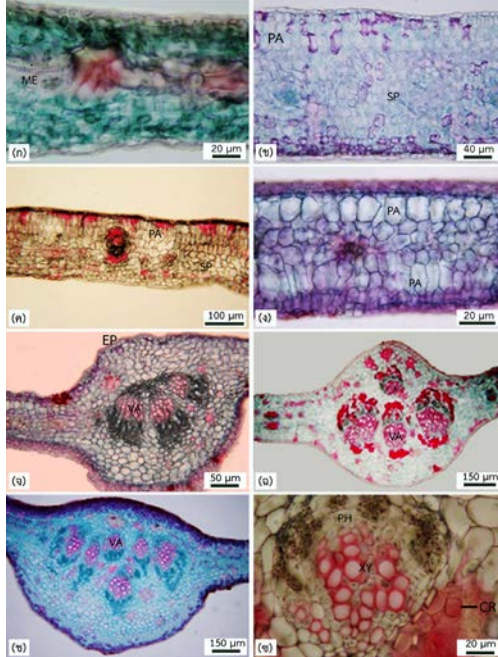
สองด้าน (ภาพที่ 2ก–2ง) ใน *H. parasitica* และ *S. atropurpurea* มีสารสะสมเป็นเม็ดน้ำมัน (oil droplet) ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน (ภาพที่ 2ง) จากการตัดตามขวาง พบเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้านมีชั้นเดียว เซลล์มีรูปร่างกลม กลมรี สี่เหลี่ยม หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ภาพที่ 2จ และ 2ซ) ปากใบอยู่

ในระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว (ภาพที่ 2ฉ) ผิวเคลือบคิวทินหนา (ภาพที่ 2ช) ใน *D. pentandra* และ *S. atropurpurea* มีไทรโคมเป็นปุ่มเล็ก (papillae) ยื่นเหนือระดับเนื้อเยื่อชั้นผิว (ภาพที่ 2ซ) ชั้นมีโซฟิลล์ใน *H. parasitica* ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปแบบเดียว (homogeneous mesophyll) (ภาพที่ 3ก) ส่วนพืชชนิดอื่นมีการแยกระหว่างแพลลิสเซลล์และสpongจีซัดเจน แบ่งเป็น 2 แบบ ได้แก่ ใบสองด้านต่างกัน (bifacial leaf) พบใน *D. pentandra* (ภาพที่ 3ข) และ *M. cochinchinensis* (ภาพที่ 3ค) ส่วนใน *S. atropurpurea* มีใบสองด้านเหมือนกัน (unifacial leaf) (ภาพที่ 3ง) มัดทอลำเลียงบริเวณเส้นกลางใบมี 3 มัดใน *H. parasitica* และ *S. atropurpurea* (ภาพที่ 3จ) มี 4–5 มัดใน *M. cochinchinensis* (ภาพที่ 3ฉ) และมี 6 มัดใน *D. pentandra* (ภาพที่ 3ซ) รอบมัดทอลำเลียงมีสารสะสมเป็นผลึกรูปปริซึมกระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 3ซ)

ก้านใบ ภาคตัดตามขวางของก้านใบ พบเนื้อเยื่อชั้นผิวมีหนึ่งชั้น เซลล์ส่วนใหญ่มีรูปร่างกลมหรือรี มีผิวเคลือบคิวทินหนาใน *S. atropurpurea* พบไทรโคมเป็นขนแบบหลายเซลล์ (multicellular hair) (ภาพที่ 4ก) ชั้นคอร์เทกซ์ (cortex) ประกอบด้วยเซลล์พาเรเนไคมาที่มีผนังบาง พบโครงสร้างสารหลั่ง (secretory structure) กระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 4ข) มัดทอลำเลียงประกอบด้วยไซเล็มและโฟลเอ็มเรียงกันเป็นมัด (ภาพที่ 4ค) มีจำนวนหนึ่งมัดใน *M. cochinchinensis* และ *S. atropurpurea* มีจำนวน 3–4 มัดใน *H. parasitica* ส่วนใน *D. pentandra* มีมัดทอลำเลียงจำนวนมาก (ภาพที่ 4ง) เนื้อเยื่อรอบบริเวณมัดทอลำเลียงพบสารสะสมเป็นแบบผลึกรูปปริซึม

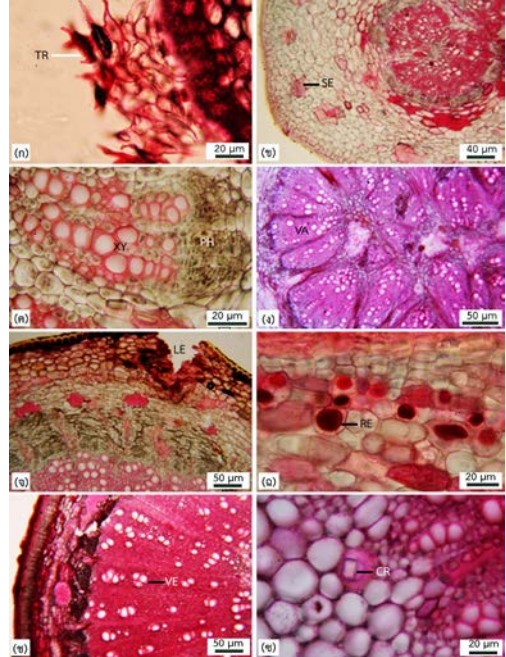
ลำต้น ชั้นเพริเดอร์ม (periderm) มีเลนติ-

เซลล์กระจายอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 4จ) บางชนิดมีสารสะสมติดสีแดงเข้มในชั้นเฟลโลเดิร์ม (phelloderm) (ภาพที่ 4ฉ) โพลีเอมีเส้นใยหนาล้อมรอบ (ภาพที่ 4ช) วงปีไม่ชัดเจน เวสเซลเป็นรูปร่างกลมหรือรี มีรูปแบบเป็นแบบเดี่ยว แบบแฝด



ภาพที่ 3 ลักษณะของชั้นมีโซฟิลล์และเนื้อเยื่อลำเลียงบริเวณเส้นกลางใบของพืชที่ศึกษา (ก) เซลล์ในชั้นมีโซฟิลล์มีรูปแบบเดียวใน *H. parasitica* (ข) และ (ค) มีโซฟิลล์เป็นแบบใบสองหน้าต่างกัน ใน *D. pentandra* และ *M. cochinchinensis* ตามลำดับ (ง) มีโซฟิลล์เป็นแบบใบสองหน้าเหมือนกันใน *S. atropurpurea* (จ) เนื้อเยื่อลำเลียงจำนวน 3 มัดบริเวณเส้นกลางใบใน *S. atropurpurea* (ฉ) เนื้อเยื่อลำเลียงจำนวน 4 มัดบริเวณเส้นกลางใบใน *M. cochinchinensis* (ช) เนื้อเยื่อลำเลียงจำนวน 6 มัดบริเวณเส้นกลางใบใน *D. pentandra* (ช) สารสะสมเป็นผลึกรูปปริซึมที่อยู่รอบมัดเนื้อเยื่อลำเลียงของ *H. parasitica* (CR = ผลึกรูปปริซึม, ME = มีโซฟิลล์, PA = แพลเลิซด, PH = โพลีเอมี, SP = สปองจี, VA = เนื้อเยื่อลำเลียง และ XY = ไซเล็ม)

และแบบกลุ่ม รูปแบบการเรียงตัวของเวสเซลเป็นแบบกระจาย (diffuse porous) (ภาพที่ 4ข) พาวเรคมาในแนวรัศมีมี 1–8 แถว พบสารสะสมแบบผลึกรูปปริซึมในบริเวณเซลล์ในไส้ไม้ (pith) (ภาพที่ 4ช)



ภาพที่ 4 ภาคตัดตามขวางของก้านใบและลำต้น (ก) ไทรโคมแบบขนหลายเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของก้านใบ *S. atropurpurea* (ข) โครงสร้างเก็บสารในชั้นคอร์เทกซ์ของก้านใบ *M. cochinchinensis* (ค) การเรียงตัวของไซเล็มและโพลีเอมีในเนื้อเยื่อลำเลียงของก้านใบ *H. parasitica* (ง) เนื้อเยื่อลำเลียงจำนวนมากในก้านใบของ *D. pentandra* (จ) ลักษณะของเลนติเซลในชั้นเพริเดอร์มของ *H. parasitica* (ฉ) สารสะสมติดสีแดงเข้มในชั้นเฟลโลเดิร์มของ *M. cochinchinensis* (ช) การเรียงตัวของเวสเซลเป็นแบบเดี่ยว แบบแฝด และแบบกลุ่มใน *D. pentandra* (ช) ผลึกรูปปริซึมบริเวณไส้ไม้ในลำต้นของ *S. atropurpurea* (CR = ผลึกรูปปริซึม, LE = เลนติเซล, PH = โพลีเอมี, SE = โครงสร้างเก็บสาร, RE = สารสะสมติดสีแดงเข้ม, TR = ไทรโคม, VA = เนื้อเยื่อลำเลียง, VE = เวสเซล และ XY = ไซเล็ม)

ชนิดพืชวงศ์กาฝากที่นำมาศึกษาครั้งนี้ มีการปรับตัวของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ใบ และลำต้นสอดคล้องกับสภาพแวดล้อมของป่าเต็งรังที่สภาพเป็นป่าผลัดใบ มีอุณหภูมิค่อนข้างสูงเกือบตลอดทั้งปี ดินแห้งแล้งและมีความชื้นในอากาศต่ำ แต่ในพืชบางชนิดก็มีการปรับตัวของบางลักษณะที่แตกต่างจากพืชทนแล้งทั่วไป เช่นกัน เนื่องจากเป็นพืชเบียนที่เกาะอยู่บนพืชให้อาศัย สภาพแวดล้อมจึงเป็นระบบนิเวศเฉพาะที่ต่างจากบริเวณพื้นดินทั่วไปของป่าเต็งรัง

รูปร่างของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืชที่ศึกษาทั้งหมดคล้ายกันคือมีหลายเหลี่ยมหรือไม่แน่นอน ผนังเซลล์เรียบหรือเว้า และมีผิวเคลือบคิวทินหนาเรียบ จึงทำให้โครงสร้างโดยรวมของเนื้อเยื่อมีความแข็งแรงสามารถทนทานต่อการปะทะของลม ช่วยลดการระเหยของน้ำได้ และปกป้องจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชได้ด้วย (Zuch *et al.*, 2022) ปากใบของพืชมีรูปแบบเดียวคือพาราไชติก ซึ่งเป็นลักษณะที่พบทั่วไปในพืชวงศ์กาฝาก (Girja and Vijaya, 2014) อย่างไรก็ดี มีรายงานพบพืชบางชนิดในวงศ์นี้มีปากใบเป็นแบบเพอร์ไชติกด้วย (Ibrahim and Ayodele, 2013) ส่วนตำแหน่งของปากใบพบในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน ถือเป็นการปรับตัวของพืชเพื่อให้สามารถนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มาใช้ได้อย่างเพียงพอสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (Richardson *et al.*, 2017) ประกอบกับสภาพแวดล้อมที่พืชวงศ์กาฝากอาศัยอยู่มีความเข้มแสงสูงจึงเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดพัฒนาการของปากใบในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งสองด้าน (Mott *et al.*, 1982) เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืชบางชนิดมีการสะสมเม็ดน้ำมัน ซึ่งเป็นสารสะสมที่เกิดจากกระบวนการเมแทบอลิซึม สามารถ

ช่วยปกป้องใบจากแมลงศัตรูพืชและจุลินทรีย์ และพืชบางชนิดมีไทรโคมเป็นปุ่มเล็กยื่นเหนือระดับเนื้อเยื่อชั้นผิว เป็นการปรับตัวของพืชเพื่อลดการระเหยของน้ำ และปกป้องแสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) ที่เป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อภายใน (Cutter, 1978; Fahn, 1982)

ชั้นมีโซฟิลล์มีความผันแปรในพืชที่ศึกษาก่อนข้างสูง สอดคล้องกับรายงานของ Ibrahim and Ayodele (2013) ในการศึกษาครั้งนี้พบทั้งพืชที่มีชั้นมีโซฟิลล์รูปแบบเดียว และแยกเป็นสองรูปแบบที่มีใบสองหน้าเหมือนกันและใบสองหน้าต่างกัน ความผันแปรดังกล่าวนอกจากเกิดจากปัจจัยด้านพันธุกรรมแล้ว สิ่งแวดล้อมก็เป็นอีกสาเหตุสำคัญของการปรับตัวของพืช เช่น แสง อุณหภูมิ ความชื้น พืชที่มีชั้นมีโซฟิลล์แบบเดียวหรือชั้นมีโซฟิลล์ไม่แยกชั้นกันชัดเจนระหว่างแพลิวเลตและสปองจี เป็นการปรับตัวเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในแผ่นใบทั้งสองด้าน (Ivanova and P'yankov, 2001) ส่วนมีโซฟิลล์สองหน้าหรือมีชั้นแพลิวเลตทั้งสองด้านของแผ่นใบ เป็นการปรับตัวของพืชที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความเข้มแสงสูงมากกว่าพืชที่มีมีโซฟิลล์หน้าเดียวหรือลักษณะของแผ่นใบที่ด้านหนึ่งเป็นชั้นแพลิวเลต ส่วนอีกด้านเป็นสปองจี (Esau, 1977; Fahn, 1982) อย่างไรก็ดี เนื่องจากพืชที่ศึกษาทุกชนิดเจริญเติบโตในบริเวณป่าเต็งรังคล้ายกัน แนวโน้มการปรับตัวสู่สภาพแวดล้อมแบบต่าง ๆ ควรพิจารณาจากโครงสร้างอื่นประกอบด้วย ส่วนมัดท่อลำเลียงบริเวณเส้นกลางใบของพืชที่ศึกษาแยกเป็นมัดไม่เชื่อมติดกัน มีจำนวนตั้งแต่ 3–6 มัด การมีมัดท่อลำเลียงที่มีจำนวนมากนี้ทำให้พืชสามารถลำเลียงน้ำและอาหารผ่านแผ่นใบได้อย่างสม่ำเสมอ

เสมอ รวดเร็ว และทำให้โครงสร้างใบมีความยืดหยุ่น ทนทานได้ดีต่อแรงลมหรือสภาพแวดล้อมที่อาจทำให้พืชเกิดความเครียด รอบมัดท่อลำเลียงมีการสะสมของผลึกปริซึม เกิดจากแคลเซียมที่มีการลำเลียงจากรากผ่านไซเล็มไปยังส่วนอื่นของพืช ที่อาจมีปริมาณมากเกินไปจนเกิดการตกตะกอนและสะสมไว้บริเวณเนื้อเยื่อลำเลียง (Borrelli *et al.*, 2016) การสะสมของผลึกมีประโยชน์กับพืชหลายด้าน เช่น ช่วยปรับสมดุลเคมีภายในเนื้อเยื่อ และป้องกันแมลงศัตรูพืชได้ด้วย (Franceschi, 2001)

ก้านใบมีเนื้อเยื่อสอดคล้องกับลักษณะแผ่นใบคือมีเนื้อเยื่อชั้นผิวชั้นเดียว ผิวเคลือบคิวทินหนา มีพืชชนิดเดียวที่มีโทรโคมเป็นขนแบบหลายเซลล์คือใน *S. atropurpurea* ซึ่งสัมพันธ์กับนิเวศวิทยาของพืชชนิดนี้ที่มักเกาะกับพืชให้อาศัยบริเวณกิ่งที่โล่งแจ้ง ส่วนลำต้นและกิ่งของพืชที่ศึกษามีความผันแปรของลักษณะกายวิภาค

ศาสตร์ค่อนข้างน้อย ชั้นเพริเดอร์มมีเลนติเซลกระจายอยู่ทั่วไปทำให้พืชสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สหรือมีการหายใจได้ดี การปรับตัวของลำต้นที่ทำให้พืชเบียดกลุ่มนี้สามารถทนต่อการแตกหักจากสภาพแวดล้อมได้คือลักษณะของโฟลเอ็มทุติยภูมิ (secondary phloem) ที่มีเส้นใยหนาล้อมรอบและไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem) ที่มีเซลล์เส้นใยหนาแน่น ทำให้ลำต้นมีความแข็งแรง ในขณะเดียวกันพาราคีมาในแนวรัศมีหลายแถวช่วยให้โครงสร้างมีความยืดหยุ่นด้วยเช่นกัน (Sibinelli and Ceccantini, 2022)

เมื่อพิจารณากายวิภาคศาสตร์ที่สามารถนำไปใช้ในการระบุชนิดพืคลักษณะสำคัญ ได้แก่ โทรโคม ชั้นมิโซฟิลล์ และจำนวนมัดท่อลำเลียงในก้านใบ สอดคล้องกับการวิจัยก่อนหน้านี้ (Hos-tanska *et al.*, 1995; Park *et al.*, 1999) รูปวิธานสำหรับการระบุชนิดพืชที่ศึกษาแสดงได้ดังนี้

รูปวิธานสำหรับการระบุชนิด

1. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีโทรโคมเป็นปุ่มเล็ก 2
เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบไม่มีโทรโคมเป็นปุ่มเล็ก 3
2. ก้านใบมีมัดท่อลำเลียงมัดเดียว *Scurrula atropurpurea*
ก้านใบมีมัดท่อลำเลียงหลายมัด *Dendrophthoe pentandra*
3. ชั้นมิโซฟิลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปแบบเดียว *Helixanthera parasitica*
ชั้นมิโซฟิลล์แยกระหว่างแฟลชีเซตและสปองจี *Macrosolen cochinchinensis*

ผลการศึกษาครั้งนี้เป็นการเพิ่มพูนข้อมูลด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กาฝากอย่างไรก็ตามตัวอย่างพืชที่ใช้ในการศึกษาเป็นพืชเบียนที่พบเฉพาะในพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานีเท่านั้น ในอนาคตควรมีการศึกษาจำนวนชนิดพืชเพิ่มเติม และขยายพื้นที่การเก็บตัวอย่างให้

ครอบคลุมเขตการกระจายพันธุ์ในแต่ละภูมิภาค ตลอดจนเปรียบเทียบการปรับตัวของโครงสร้างพืชในแต่ละระบบนิเวศที่อาจมีความแปรผันในแต่ละพื้นที่ เพื่อให้ข้อมูลด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์กาฝากในประเทศไทยมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ ใบและลำต้นของพืชวงศ์กาฝากในพื้นที่จังหวัด อุบลราชธานี จำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq. *Helixanthera parasitica* Lour. *Macrosolen cochinchinensis* (Lour.) Tiegh. และ *Scurrula atropurpurea* (Blume) Danser พบลักษณะทั่วไปของพืชที่ศึกษา คือ เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้านมีรูปร่างหลายเหลี่ยม หรือไม่แน่นอน ผนังเซลล์เรียบหรือเว้า ปากใบเป็นแบบพาราไซติก พบในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้าน อยู่ระดับเดียวกับเนื้อเยื่อชั้นผิว บางชนิดมีสารสะสมเป็นเม็ดน้ำมัน บางชนิดมีไทรโคมเป็นปุ่มเล็ก ชั้นมีไซฟิลล์ประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปแบบเดียว หรือสองแบบที่มีใบสองหน้าเหมือนกันและใบสองหน้าต่างกัน มัดท่อลำเลียงบริเวณเส้นกลางใบมี 3–6 มัด ก้านใบของพืชบางชนิดมีไทรโคมแบบหลายเซลล์ ชั้นคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีผนังบาง พบโครงสร้างสารหลังกระจายอยู่ทั่วไป มัดท่อลำเลียงมีจำนวนหนึ่งมัดถึงหลายมัด เนื้อเยื่อรอบบริเวณมัดท่อลำเลียงมีสารสะสมเป็นแบบผลึกรูปปริซึม ชั้นเพริเดอร์มของลำต้นมีเลนติเซลกระจายอยู่ทั่วไป บางชนิดมีสารสะสมติดสีแดงเข้มในชั้นเฟลโลเดิร์ม โพลีเอมีเซลล์เส้นใยผนังหนาล้อมรอบ วงปีไม่ชัดเจน เวสเซลเป็นรูปร่างกลมหรือรี มีรูปแบบเป็นแบบเดี่ยว แบบแฝด และแบบกลุ่ม รูปแบบการเรียงตัวของเวสเซลเป็นแบบกระจาย พาเรงคิมาในแนวรัศมีมี 1–8 แถว พบสารสะสมแบบผลึกรูปปริซึมในเซลล์บริเวณไส้ไม้ ลักษณะดังกล่าวเป็นการปรับตัวเพื่อให้สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมของป่าเต็งรังที่มีแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยที่มีลักษณะเฉพาะ เนื่องจากเป็นพืชเบียนที่เกาะ

อาศัยอยู่บนพืชให้อาศัย จึงทำให้กายวิภาคศาสตร์ มีการปรับตัวที่หลากหลายทั้งลักษณะที่แสดงของพืชกลุ่มทนแล้ง (xerophyte) พืชน้ำ (hydrophyte) และพืชที่ขึ้นปานกลาง (mesophyte) นอกจากนี้ ยังสามารถนำความผันแปรของโครงสร้างเหล่านี้ไปสร้างรูปวิธานเพื่อระบุชนิดและจำกัดขอบเขตชนิดของพืชที่ศึกษาได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ที่สนับสนุนอุปกรณ์เครื่องมือ และสถานที่สำหรับการทำงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- Barlow, B. A. (2002). Loranthaceae. In Santisuk, T. and Larsen, K. (Eds.), **Flora of Thailand** (pp. 665–706). Bangkok: Prachachon.
- Borrelli, N., Benvenuto, M. L., and Osterrieth, M. (2016). Calcium oxalate crystal production and density at different phenological stages of soybean plants (*Glycine max* L.) from the southeast of the Pampean Plain, Argentina. **Plant Biology** 18(6): 1016–1024.
- Chaikoolvatana, A., Singhasivanonb, P., and Haddawyc, P. (2007). Utilization of a geographical information system for surveillance of *Aedes aegypti* and dengue haemorrhagic fever in north-eastern Thailand. **Dengue Bulletin** 31: 75–82.
- Cutter, E. G. (1978). **Plant Anatomy. Part I. Cells**

- and Tissues**. London: Edward Arnold.
- Danser, B. H. (1933). A new system for the genera of Lorantheaceae–Loranthoideae, with a nomenclator for the old world species of this subfamily. **Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam Afdeling Natuurkunde Section 2** (pp. 1–128), Amsterdam.
- Darwin, C. R. (1859). **On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favored Races in the Struggle for Life**. London: John Murray.
- Esau, K. (1977). **Anatomy of Seed Plants**. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Fahn, A. (1982). **Plant Anatomy**. Oxford: Pergamon.
- Franceschi, V. (2001). Calcium oxalate in plants. **Trends in Plant Science** 6(7): 331.
- Girija, T., and Vijaya, V. C. (2014). Stomatal distribution in selected Lorantheaceae members and its significance on parasitism. **Environmental Science: Indian Journal** 9(6): 211–214.
- Hostanska, K., Gabius, H. J., Berki, T., and Palinkas, L. (1995). A plant lectin derived from *Viscum album* induces cytokine gene expression and protein production in cultures of human peripheral blood mononuclear cells. **Nature Immunology** 14(5–6): 295–304.
- Ibrahim, J. A., and Ayodele, A. E. (2013). Taxonomic significance of leaf epidermal characters of the family Loranthaceae in Nigeria. **World Applied Sciences Journal** 24(9): 1172–1179.
- Ibrahim, J. A., Kunle, O. F., and Ayodele, A. E. (2015). Anatomical features of the transverse sections of the leaves of Loranthaceae in Nigeria. **International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research** 7(3): 489–501.
- Ivanova, L. A., and P'yankov, V. I. (2001). Structural adaptation of the leaf mesophyll to shading. **Russian Journal of Plant Physiology** (49)3: 419–431.
- Johansson, J. T. (1940). **Plant Microtechnique**. New York: McGraw–Hill.
- Kesonbua, K., and Kodkaew, Y. (2022). Leaf epidermal anatomy for the identification of some medicinal plant in Ubon Ratchathani University. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University** 24(1): 17–33. (in Thai)
- Kesonbua, K., Tanuchon, D., and Srinual, A. (2023). Types and distribution of calcium oxalate crystals in leaves of some medicinal plants. **Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University** 25(2): 38–48. (in Thai)
- Kuijt, J. (1969). **The biology of parasitic flowering plants**. Berkeley: University of California.
- Kwanda, N., Noikotr, K., Sudmoon, R., Tanee,

- T., and Chaveerach, A. (2013). Medicinal parasitic plants on diverse hosts with their usages and barcodes. **Journal of Natural Medicines** 67(3): 438–445.
- Lersten, M. R., and Curtis, J. D. (2001). Idio-blast and other unusual internal folia se-cretory structures in Scrophulariaceae. **Plant Systematics and Evolution** 227: 63–73.
- Liu, B., Le, C. T., Barrett, R. L., Nickrent, D. L., Chen, Z., Lu, L., and Vidal–Russell, R. (2018). Historical biogeography of Lo-ranthaceae (Santalales): Diversification agrees with emergence of tropical for-ests and radiation of songbirds. **Mole-cular Phylogenetics and Evolution** 124: 199–212.
- Mathiasen, R. L., Nickrent, D. L., Shaw, D. C., and Watson, D. M. (2008). Mistletoes: pathology, systematics, ecology and ma-nagement. **Plant Disease** 92(7): 988–1006.
- Mott, K. A., Gibson, A. C., and O’Leary, J. W. (1982). The adaptive significance of am-phistomatic leaves. **Plant Cell and Envi-ronment** 5: 455–460.
- Park, J. H., Hyun, C. K., and Shin, H. K. (1999). Cytotoxic effects of the components in heat-treated mistletoe (*Viscum album*). **Cancer Letters** 139(2): 207–213.
- Richardson, F., Brodribb, T. J., and Jordan, G. J. (2017). Amphistomatic leaf surfaces independently regulate gas exchange in response to variations in evaporative de-mand. **Tree Physiology** 37: 869–878.
- Robabeh, S. S., Shahryar, S. M., and Narges G. (2012). Evidence from micromorpho-logy and gross morphology of the genus Loranthus (Loranthaceae) in Iran. **Tur-kish Journal of Botany** 36: 655–666.
- Sibinelli, V., and Ceccantini, G. (2022). Axial and radial wood maturation in three mis-tletoe ‘giants’ (Loranthaceae). **IAWA Jour-nal** 43(1–2): 1–16.
- Tubongbanua, R. M., Jr., Mendez, N. P., and Amoroso, V. B. (2023). Comparative mor-pho-anatomical studies of two Philippine endemic species of Amyema Tiegh. (Lo-ranthaceae). **Tropical Life Sciences Re-search** 34(1): 139–150.
- Vidal–Russell, R., and Nickrent, D.L. (2008). Evolutionary relationship in the showy mistletoe family (Loranthaceae). **Ameri-can Journal of Botany** 95: 1015–1029.
- Wongbutdee, J., Saengnill, W., Jittimanee, J., Panomket, P., and Saenwang, P. (2021). The association between the mapping distribution of melioidosis incidences and meteorological factors in an endemic area: Ubon Ratchathani, Thailand (2009–2018). **Chiang Mai University Journal of Natural Sciences**. 20(4): 1–12.
- Zuch, D. T., Mazurek, R., and Zienkiewicz, A. (2022). Cell biology of the leaf epider-mis: fate specification, morphogenesis, and coordination. **The Plant Cell** 34: 209–227.