

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบก้านใบย่อยของไม้ต้น 6 ชนิด ในสกุล *Dalbergia* (Fabaceae)

Comparative Petiolule Anatomy of 6 Tree Species in the Genus *Dalbergia* (Fabaceae)

วรางคณา สุวรรณรัตน์ และสุวิมล อุทัยรัมย์*

ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

ประศาสตร์ เกื้อมณี

ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน

แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Warangkana Suwanrat and Suwimon Uthairatsamee*

Department of Forest Biology, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok Campus,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Prasart Kermanee

Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok Campus,

Ladyao, Chatuchak, Bangkok 10900

Received: November 25, 2019; Accepted: December 6, 2019

บทคัดย่อ

ไม้ต้นหลายชนิดในสกุล *Dalbergia* เป็นไม้มีค่านิยมทำเป็นเครื่องเรือนและไม้พื้น อย่างไรก็ตาม บางชนิดมีลักษณะสัณฐานวิทยาคล้ายคลึงกัน กรณีนี้ต้องใช้ดอกเป็นลักษณะสำคัญในการจำแนกชนิด แต่ช่วงเวลาออกดอกในรอบปียังเป็นปัญหา เนื่องจากไม้ได้ออกดอกตลอดทั้งปี ซึ่งหากเป็นก้านใบย่อยจะมีความสะดวกในการเก็บมากกว่า งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะกายวิภาคก้านใบย่อยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของไม้ต้นสกุล *Dalbergia* 6 ชนิด ที่กระจายพันธุ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เกิดขาว (*Dalbergia glomeriflora*) กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) ขี้มอด (*D. lanceolaria* var. *lakhonensis*) ฉนวน (*D. nigrescens*) ชิงชัน (*D. oliveri*) และพะยูน (*D. cochinchinensis*) เพื่อจัดทำเป็นรูปวิธานจำแนกชนิด ผลการศึกษาพบว่า ไม้ต้นทั้ง 6 ชนิด มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยบางประการต่างกัน ได้แก่ การปรากฏของรอยงอผิวสารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงภายในเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์ รูปร่างท่อลำเลียง และความหนาผิวเคลือบคิวทิน ซึ่งลักษณะเหล่านี้สามารถทำเป็นรูปวิธานเพื่อใช้ในการระบุชนิด นอกจากนี้ไม่พบความแตกต่างลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในแต่ละตำแหน่งของก้านใบย่อย (โคน กลาง และปลายก้านใบย่อย) ดังนั้นการใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยจึงเป็นอีกหนึ่งเครื่องมือที่เหมาะสมในการจำแนกชนิดไม้ต้นทั้ง 6 ชนิด ในสกุลนี้

คำสำคัญ : *Dalbergia*; กายวิภาคศาสตร์; ก้านใบย่อย

Abstract

Many tree species in the genus *Dalbergia* are valuable woods and used as a source of luxury furniture and flooring. However, some species have very similar morphological characteristics. In this case, the floral parts are the key trait for identification of those species. However, flowering time of the year can be problematic due to not present flowers all year round. Petiolule, on the other hand, is more practical in terms of specimen collection. The objective of this research was to study the anatomical petiolule structures in 6 *Dalbergia* tree species distributed in northeastern Thailand, including *Dalbergia glomeriflora*, *D. cultrata*, *D. lanceolaria* var. *lakhonensis*, *D. nigrescens*, *D. oliveri* and *D. Cochinchinensis*, to make a key identification. The results showed that some differences among all species were found in the presence or absence of trichomes, brown or red ergastic substances in cortical cells, vascular bundle shape and cuticle thickness. Based on these characteristics, an identification key of chosen *Dalbergia* species was made. In addition, there were no differences in anatomical characteristics in each position of petiolule (proximal, medial and distal). Therefore, the identification key of petiolule characters is one of suitable tools to enhance the taxonomy of this genus.

Keywords: *Dalbergia*; anatomy; petiolule

1. คำนำ

พรรณไม้สกุล *Dalbergia* จัดอยู่ในวงศ์ Fabaceae (Leguminosae) วงศ์ย่อย Faboideae (Papilionoideae) ลักษณะพื้นฐานวิทย์ทั่วไป ใบเป็นใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียวปลายใบคี่ ใบและใบย่อยเรียงตัวสลับ แผ่นใบย่อยบางคล้ายกระดาษไปจนถึงเหนียวคล้ายหนัง กลีบดอกแบบรูปดอกถั่ว ผลเมื่อแก่เปลือกจะไม่แตก ผลส่วนใหญ่มีลักษณะบาง รูปขอบขนาน เมล็ดคล้ายรูปไต (สรารุช, 2562; Niyomdham, 2002; Niyomdham, 2018) ทั่วโลกพบพรรณไม้ในสกุลนี้ประมาณ 250 ชนิด ส่วนใหญ่พบในอเมริกากลาง อเมริกาใต้ แอฟริกา และเอเชีย (Klitgaard and Lavin, 2005) ในประเทศไทยพบพรรณไม้ในสกุล *Dalbergia* 27 ชนิด เป็นพรรณไม้พื้นเมือง (native species) 26 ชนิด และพรรณไม้ต่างถิ่น (exotic species) 1 ชนิด แบ่งเป็นไม้พุ่ม (shrub) ไม้รอเลื้อย (scandent) ไม้เถาเนื้อแข็ง (woody climber) 17 ชนิด และไม้ต้น

(tree) 10 ชนิด ชนิดไม้ต้นที่รู้จักกันดี คือ พะยุง (*Dalbergia cochinchinensis*) ซึ่งเนื้อไม้มีลักษณะลวดลายและสีสนิมที่สวยงาม นิยมนำมาทำเป็นเครื่องเรือน เครื่องประดับ และเครื่องดนตรี ทำให้ในปัจจุบันไม้ชนิดนี้ถูกลักลอบตัดและมีจำนวนในธรรมชาติลดลงอย่างมาก จึงได้เริ่มมีการนำเนื้อไม้ชนิดอื่น ๆ ที่มีลักษณะและคุณภาพที่ใกล้เคียงกันมาใช้ประโยชน์ สำหรับในภาคตะวันออกเฉียงเหนือจัดได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* หลายชนิด อาทิ เกิดขาว (*D. glomeriflora*) กระพี้เขาควายหรือเกิดดำ (*D. cultrata*) ขี้มอด (*D. lanceolaria* var. *lakhonensis*) ฉนวน (*D. nigrescens*) ชิงชัน (*D. oliveri*) และพะยุง (*D. cochinchinensis*) (Niyomdham, 2018) โดยปัญหาหนึ่งพบในการจำแนกชนิดของไม้ต้นในสกุลนี้ คือ มีลักษณะพื้นฐานวิทย์ของใบหรือลำต้นที่คล้ายคลึงกัน จำเป็นต้องใช้ลักษณะของดอกในการจำแนกชนิด ซึ่งอาจเกิดความยุ่งยากและไม่

สะดวกในการเก็บตัวอย่าง เนื่องจากแต่ละชนิดไม้ได้ออกดอกตลอดทั้งปี มีช่วงเวลาออกดอกเพียงปีละครั้ง และส่วนใหญ่ออกดอกในช่วงเวลาที่ไม่ตรงกัน (สรารุข, 2562) ปัจจุบันวิธีการที่ใช้ในการจำแนกชนิดได้ดีที่สุด คือ การตรวจพิสูจน์ดีเอ็นเอ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องของขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยากและค่าใช้จ่ายสูง ลักษณะกายวิภาคศาสตร์จึงเป็นอีกหนึ่งลักษณะที่นำมาช่วยในการจำแนกชนิดต้นไม้ได้ ซึ่งสามารถศึกษาในทุกส่วนของต้นไม้ ไม่ว่าจะเป็นเนื้อไม้ ใบ ก้านใบ หรือราก สำหรับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพรรณไม้ในสกุล *Dalbergia* นั้นส่วนใหญ่เป็นการศึกษาลักษณะกายวิภาคเนื้อไม้ (เบญจวรรณ และคณะ, 2559; Gasson *et al.*, 2010; Ravaomanalina *et al.*, 2017) ซึ่งการศึกษาลักษณะนี้เหมาะสมในการตรวจพิสูจน์ชนิดไม้เพื่อจำแนกชนิด แต่ไม่เหมาะกับการจำแนกชนิดต้นไม้ที่ยืนต้นอยู่ในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากจะทำให้ต้นไม้เกิดบาดแผล ดังนั้นโดยทั่วไปจึงนิยมใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบมาช่วยในการจำแนกชนิด โดยศึกษาลักษณะโครงสร้างด้านหน้าตัดของใบ (cross section) เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ (epidermis) ได้แก่ ลักษณะปากใบ (stoma) และรยางค์ผิว (trichome) อย่างไรก็ตาม การศึกษาเบื้องต้นของผู้วิจัยพบว่า ไม้ต้นในสกุลนี้ส่วนใหญ่มีแผ่นใบค่อนข้างบาง ทำให้ยากต่อการลอกเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาในส่วนอื่น ๆ โดยการศึกษาวิจัยก่อนหน้านี้นี้มีการใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบมาช่วยในการจัดกลุ่มหรือระบุชนิดของพรรณไม้ในวงศ์หรือสกุลต่าง ๆ โดยได้รับความสนใจเป็นอย่างมาก (Stuessy, 1990; Bhadane, 2006; Shaheen, 2006) เนื่องจากลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบมักจะไม่นับแปรตามปัจจัยแวดล้อมมากนัก (Neves *et al.*, 2016) เช่น สกุล *Musa* (Ennos *et al.*, 2000) *Quercus* (Maria and rodriigo, 2003) *Cucurbita* (Agbaywa and Noukwu, 2004) *Ficus* (Saquaro, 2005) ส่วน

พรรณไม้ในวงศ์ Fabaceae นั้นมีการศึกษาในสกุล *Shorea* (Pardi *et al.*, 1991) *Dipterocarpus* (Ruzi *et al.*, 2009) *Hopea* (Talip *et al.*, 2017) แต่ในสกุล *Dalbergia* ที่เป็นไม้ต้นมีการศึกษาเพียงไม่กี่ชนิด ได้แก่ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* และ *D. sissoo* โดยทั้งหมดเป็นการศึกษาเฉพาะในก้านใบ (petiole) เท่านั้น ซึ่งพบว่ามีความแตกต่างของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในแต่ละบริเวณของก้านใบ ได้แก่ โคนก้านใบ กลางก้านใบ และปลายก้านใบ (Heneidak and Shaheen, 2007) จึงอาจเกิดความผิดพลาดในการเปรียบเทียบได้ อย่างไรก็ตาม พรรณไม้ในสกุลนี้ใบจัดเป็นใบประกอบจึงมีส่วนของก้านใบย่อย (petiolule) ที่เป็นอีกส่วนหนึ่งที่น่าสนใจนำมาศึกษา เนื่องจากก้านใบย่อยมีความยาวไม่มากนัก จึงอาจไม่มีความแตกต่างของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในแต่ละบริเวณเหมือนที่พบในก้านใบ ประกอบกับก้านใบย่อยอยู่ติดกับแผ่นใบย่อย ดังนั้นในการเก็บตัวอย่างจึงมีความสะดวกมากกว่างานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะกายวิภาคก้านใบย่อยภายใต้กล้องจุลทรรศน์ของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* 6 ชนิด ที่มีการกระจายพันธุ์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พร้อมทั้งจัดทำรูปวิธานจากลักษณะดังกล่าวเพื่อใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการจำแนกชนิดของไม้ต้นในสกุลนี้

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การเก็บตัวอย่างก้านใบย่อย

เก็บตัวอย่างก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* 6 ชนิด จากสถานีวิจัยและฝักินิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา (รายละเอียดแสดงในตารางที่ 1) เลือกเก็บตัวอย่างก้านใบย่อยจากใบที่อยู่ในกิ่งสดกิ่งแรกจากระดับพื้นดิน โดยเป็นใบที่มีลักษณะสมบูรณ์ ไม่อ่อนหรือแก่เกินไป ไม่มีร่องรอยของโรคและแมลง จำนวนชนิดละ 3 ต้น ต้นละ 5 ก้านใบย่อย จากนั้นตัดก้านใบ

ย่อยแช่ใน 50 % formalin-acetic acid-alcohol (FAA) ถ่ายภาพต้นไม้วอย่าง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างพรรณไม้เพื่อนำมาตรวจสอบความถูกต้องของชนิดไม้จากหนังสือ Flora of Thailand Volume 4 Part 3.1

(Leguminosae-Papilionoideae) และจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง โดยเก็บตัวอย่างไว้ที่ภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 1 รายละเอียดของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* (วงศ์ Fabaceae) ที่นำมาศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ ก้านใบย่อย

Thai name	Botanical name	Diameter at breast height (cm)		
		No. 1	No. 2	No. 3
เก็ดขาว	<i>Dalbergia glomeriflora</i> Kurz	37.9	33.6	31.9
กระพีเขาคาย / เก็ดดำ	<i>Dalbergia cultrata</i> Graham. ex Benth.	52.7	29.3	24.2
ขี้มอด / เก็ดแดง	<i>Dalbergia lanceolaria</i> L.f. var. <i>lakhonensis</i> (Gagnep.) Niyomdham & P.H. Hô	40.1	47.8	64.3
ฉนวน	<i>Dalbergia nigrescens</i> Kurz	79.6	85.4	106.7
ชิงชัน	<i>Dalbergia oliveri</i> Gamble ex Prain	38.9	27.4	39.2
พะยุง	<i>Dalbergia cochinchinensis</i> Pierre	15.9	22.6	30.6

2.2 การเตรียมตัวอย่างสไลด์ถาวร

นำตัวอย่างก้านใบย่อยมาทำเป็นสไลด์ถาวร ซึ่งประยุกต์จากวิธีการของประศาสตร์ (2551) และ Johansen (1940) โดยดูดอากาศออกจากตัวอย่าง แล้วดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วยแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้น 50, 70, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และหมอมยัดตัวอย่างด้วยพาราฟิน ทำการตัดตัวอย่างให้เป็นชิ้นบางขนาด 15 ไมโครเมตร (µm) ด้วยเครื่อง rotary microtome แล้วย้อมด้วยสี safranin 2 เปอร์เซ็นต์ และ fast green 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นดึงน้ำออกจากเซลล์ด้วยแอลกอฮอล์ 100 เปอร์เซ็นต์ และแช่ตัวอย่างใน xylene 1 ชั่วโมง ติดชิ้นตัวอย่างที่ได้บนกระจกสไลด์ นำไปอบให้แห้ง ทำความสะอาดและติดรายละเอียดบนแผ่นตัวอย่างสไลด์ถาวร

2.3 การศึกษาลักษณะกายวิภาค และการวิเคราะห์ข้อมูล

นำตัวอย่างสไลด์ถาวรที่เตรียมได้มาศึกษาและเปรียบเทียบลักษณะกายวิภาคศาสตร์ ก้านใบย่อยภายใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) รุ่น Zeiss ICS-KF2 ตามการศึกษาของ Heneidak และ Shaneen (2007) และบันทึกภาพด้วยชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพระบบดิจิทัล Canon รุ่น EOS 600D แล้วนำข้อมูลลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยที่ได้มาจัดทำรูปวิธานเพื่อใช้ในการจำแนกชนิด

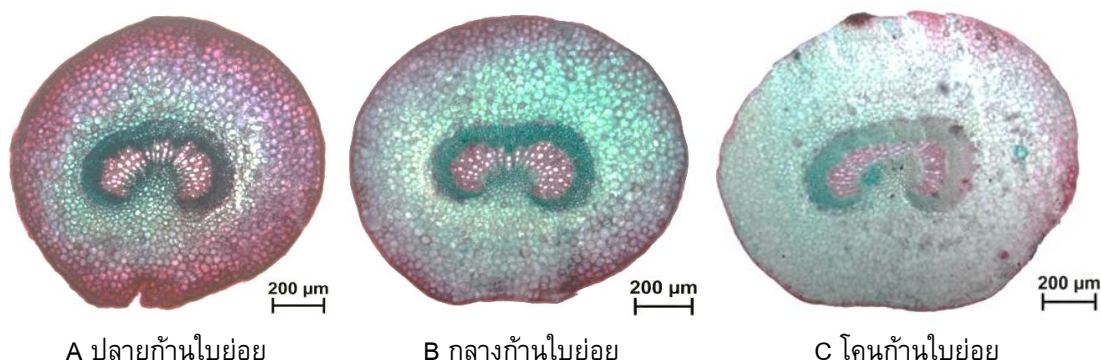
3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.1 กายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia*

ผลการศึกษาลักษณะกายวิภาคก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ทั้ง 6 ชนิด ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ไม่พบความแตกต่างในแต่ละบริเวณของก้านใบย่อย (โคนก้านใบย่อย กลางก้านใบย่อย

และปลายก้านใบย่อย) (รูปที่ 1) ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์บริเวณตรงกลางก้านใบย่อยเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างใน

แต่ละชนิด โดยทั้ง 6 ชนิด มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ทั้งส่วนที่เหมือนกันและต่างกันดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 2 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1 ภาพตัดขวางก้านใบย่อยของพะยูน (*Dalbergia cochinchinensis*)

รูปร่างของก้านใบย่อยจากการตัดตามขวางค่อนข้างกลม บริเวณชั้นผิวมีลักษณะค่อนข้างเรียบหรือเป็นคลื่นเล็กน้อย เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell) มีรูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าขอบมนหรือค่อนข้างกลม เรียงตัวติดกัน 1 ชั้น ผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) หนาพบในซีกมอด ฉนวน และซิงชั้น โดยมีอัตราส่วนความหนาของผิวเคลือบคิวทินต่อเนื้อเยื่อชั้นผิว 1:1 (รูปที่ 3A) ขณะที่เกิดขาว กระพี้เขาควาย และพะยูนมีผิวเคลือบคิวทินบาง อัตราส่วนความหนาของผิวเคลือบคิวทินต่อเนื้อเยื่อชั้นผิว 1:2 - 1:3 (รูปที่ 3B) การปรากฏของรยางค์ผิว (trichome) พบเด่นชัดในเกิดขาวและซีกมอด โดยพบในทุกตัวอย่างที่ศึกษา เป็นรยางค์ผิวแบบไม่มีต่อม (non-glandular trichome) มีลักษณะยาวปลายแหลม ประกอบด้วยเซลล์ 3-5 เซลล์ เรียงตัวเป็นแถวเดียว (multicellular-uniseriate trichomes) โดยเซลล์ที่อยู่ปลายสุดมีความยาวมากกว่าเซลล์อื่น ๆ (รูปที่ 3C) ส่วนกระพี้เขาควายและฉนวนพบการปรากฏของรยางค์ผิวในบางส่วนของก้านใบย่อยที่ตัดมาศึกษา โดยเฉพาะฉนวนพบรยางค์ผิวได้ค่อนข้างยาก ต้องตรวจสอบในหลายชิ้นตัวอย่าง ซึ่ง

เป็นรยางค์ผิวที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเกิดขาวและซีกมอด แต่มีลักษณะสั้นกว่า ในขณะที่ซิงชั้นและพะยูนไม่พบการปรากฏของรยางค์ผิวในทุกตัวอย่างที่ศึกษา

คอร์เทกซ์ (cortex) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา (parenchyma cell) ที่มีรูปร่างค่อนข้างกลมถึงหลายเหลี่ยมด้านเท่า เซลล์เรียงตัวแบบมีช่องว่างระหว่างเซลล์ ภายในเซลล์พาเรงคิมาบางเซลล์พบผลึกรูปปริซึม (prismatic crystal) และรูปร่างสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด (rhomboidal crystal) (รูปที่ 3D และตารางที่ 2) ซึ่งส่วนใหญ่กระจายอยู่ทั่วไปและล้อมรอบมัดท่อลำเลียง โดยมีส่วนน้อยที่มีการกระจายในมัดท่อลำเลียง นอกจากนี้พบสารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงภายในเซลล์พาเรงคิมาจำนวนมากในคอร์เทกซ์ของก้านใบย่อยกระพี้เขาควาย (รูปที่ 3E)

รูปร่างท่อลำเลียง (vascular bundle shape) ท่อลำเลียงเป็นแบบขนาน (bicollateral bundle) ที่มีโฟลเอ็ม (phloem) ล้อมรอบอยู่ด้านบนและด้านล่างของไซเล็ม (xylem) โดยเรียงตัวชิดติดกันโค้งคล้ายรูปตัวยูหรือเกือบกลม (รูปที่ 2) ยกเว้น

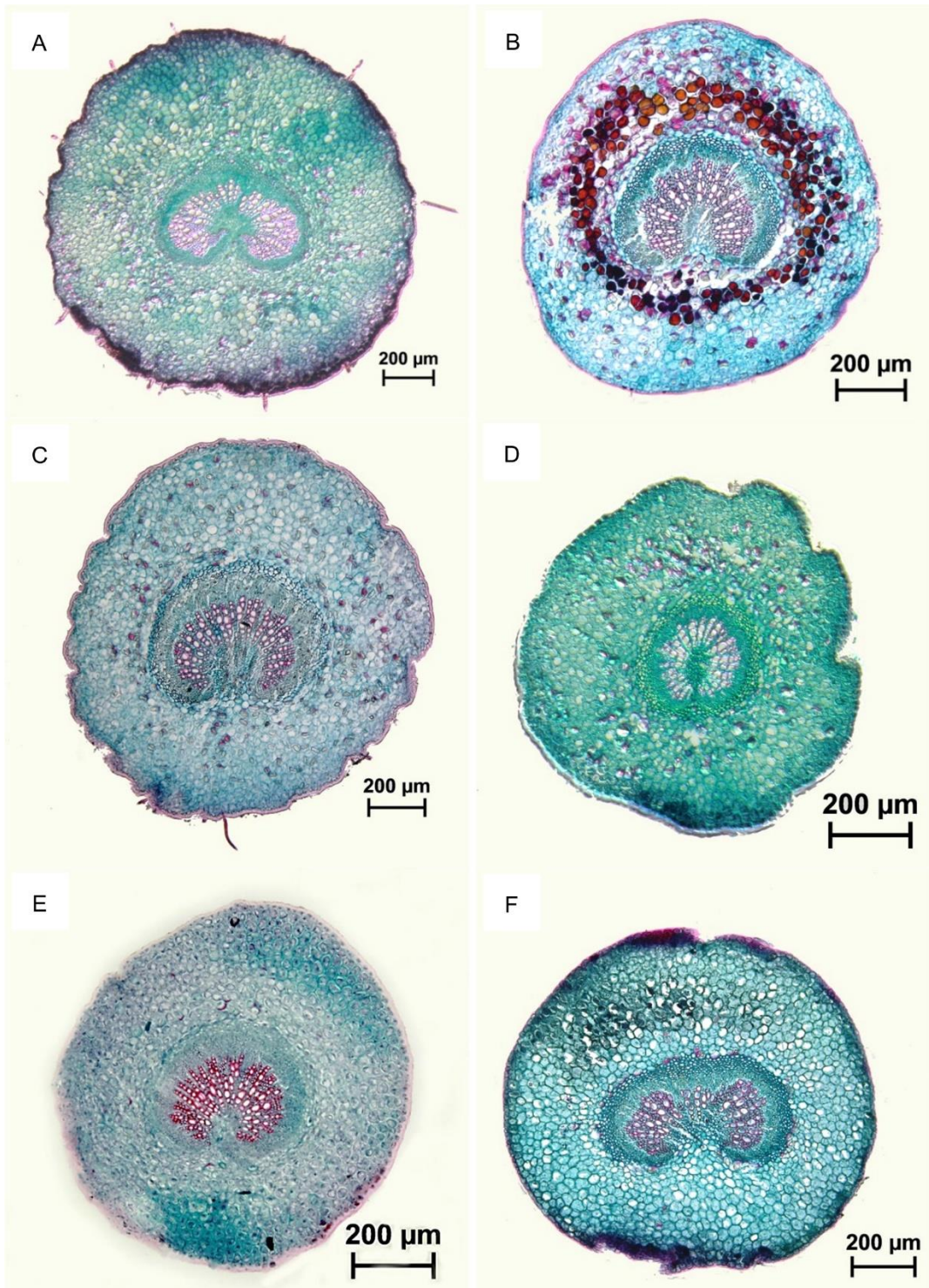
ตารางที่ 2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยของไม้ต้น 6 ชนิด ในสกุล *Dalbergia* (วงศ์ Fabaceae)

Characters	Species					
	<i>D. glomeriflora</i>	<i>D. cultrata</i>	<i>D. lanceolaria</i> var. <i>lakhonensis</i>	<i>D. nigrescens</i>	<i>D. oliveri</i>	<i>D. cochinchinensis</i>
Cross section shape	circular	circular	circular	circular	circular	circular
Epidermal cells	tangentially elongated	tangentially elongated	tangentially elongated	tangentially elongated	tangentially elongated	tangentially elongated
Cuticle thickness (cuticle : epidermis)	thin (1:2 - 1:3)	thin (1:2)	thick (1:1)	thick (1:1)	thick (1:1)	thin (1:2 - 1:3)
Cortex	large isodiametric parenchyma cells	large isodiametric parenchyma cells	large isodiametric parenchyma cells	large isodiametric parenchyma cells	large isodiametric parenchyma cells	large isodiametric parenchyma cells
Pericyclic sclerenchyma	present	present	present	present	present	present
Vascular bundle shape	small bicollateral arc (continuous)	small bicollateral arc (continuous)	small bicollateral arc (continuous)	small bicollateral arc (continuous)	small bicollateral arc (continuous)	small bicollateral arc (3 bundles; two laterals and small one abaxial)
Trichome	multicellular-uniseriate trichome	multicellular-uniseriate trichome	multicellular-uniseriate trichome	multicellular-uniseriate trichome	absent	absent
Crystal type	prismatic crystal rhomboidal crystal	prismatic crystal rhomboidal crystal	prismatic crystal rhomboidal crystal	prismatic crystal rhomboidal crystal	prismatic crystal rhomboidal crystal	prismatic crystal rhomboidal crystal
Ergastic substances	absent	numerous brown or red ergastic substance in cortex	absent	absent	absent	absent

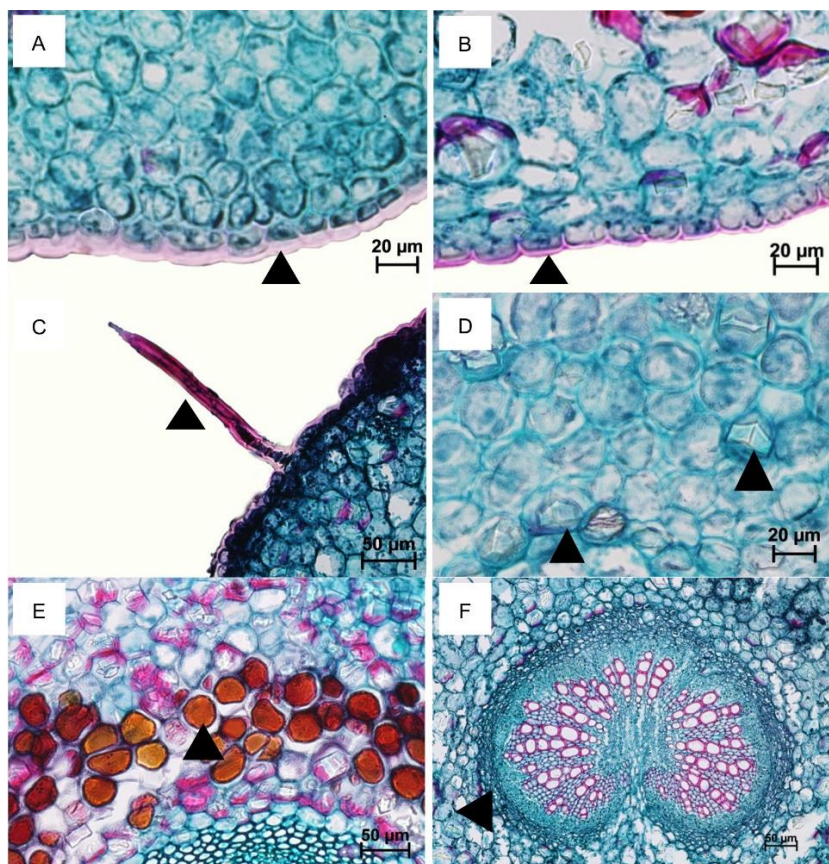
พะยูนที่มีท่อลำเลียงมีลักษณะโค้ง ประกอบด้วย 3 มัดท่อลำเลียง แบ่งเป็นมัดท่อลำเลียงขนาดเล็กอยู่ตรงกลาง และอีก 2 มัดท่อลำเลียง อยู่ด้านข้างคล้ายปีกสองข้าง (รูปที่ 2F) นอกจากนี้พบสเกลอเรนคิมาเรียงตัวเป็นวงรอบล้อมด้านนอกท่อลำเลียง (pericyclic sclerenchyma) ในต้นไม้ทุกชนิดที่ศึกษา (รูปที่ 3F)

การศึกษาลักษณะกายวิภาคเปรียบเทียบก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ในครั้งนี้เป็นการรายงานครั้งแรก โดยก่อนหน้านี้เป็นการรายงานใน *D. volubilis* ซึ่งเป็นไม้เถาเนื้อแข็ง (Rabinarayan *et al.*, 2018) อย่างไรก็ตาม ในไม้ต้นนั้นพบว่ามีการรายงานเกี่ยวกับลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบของ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* และ *D. sissoo* โดยพบว่ามีความแตกต่างของรูปแบบมัดท่อลำเลียงในแต่ละบริเวณของก้านใบ

ได้แก่ โคนก้านใบ กลางก้านใบ และปลายก้านใบ (Heneidak and Shaheen, 2007) ซึ่งความแตกต่างนี้อาจทำให้เกิดความยุ่งยากหรือผิดพลาดได้หากนำมาใช้เป็นลักษณะในการจำแนกชนิด แม้ว่าจะมีการแนะนำให้ใช้บริเวณตรงกลางก้านใบในการศึกษาก็ตาม สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบความแตกต่างของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในแต่ละบริเวณของก้านใบย่อยของไม้ต้นทั้ง 6 ชนิด ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากก้านใบย่อยของแต่ละชนิดมีความยาวไม่มากนัก (0.2-0.6 เซนติเมตร) (สรารัฐ, 2562; Niyomdham, 2018) เมื่อเปรียบเทียบกับก้านใบ จึงไม่ปรากฏความแตกต่างของลักษณะดังกล่าว ดังนั้นการใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยจึงมีความสะดวกและเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาเปรียบเทียบเพื่อใช้ในการจำแนกชนิด โดยสามารถตัดสินตัวอย่างได้ทุกตำแหน่งบนก้านใบย่อย



รูปที่ 2 ภาพตัดขวางก้านใบย่อยของไม้ต้น 6 ชนิด ในสกุล *Dalbergia* (วงศ์ Fabaceae); A = *D. glomeriflora*, B = *D. cultrata*, C = *D. lanceolaria* var. *lakhonensis*, D = *D. nigrescens*, E = *D. oliveri*, F = *D. cochinchinensis*



รูปที่ 3 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia*; (A) ผิวเคลือบคิวทินหนาที่พบใน *D. nigrescens*, (B) ผิวเคลือบคิวทินบางที่พบใน *D. cultrata*, (C) รยางค์ผิวแบบ multicellular-uniseriate trichomes ที่พบใน *D. glomeriflora*, (D) ผลักรูปปริซึมที่พบใน *D. oliveri*, (E) สารสะสมสีแดงในคอร์เทกซ์พบใน *D. cultrata* และ (F) pericyclic sclerenchyma ที่พบใน *D. glomeriflora*

รูปร่างก้านใบจากการตัดตามขวางเป็นลักษณะที่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกชนิดพรรณไม้ในวงศ์ย่อย Mimosoideae และ Caesalpinioideae บางชนิด โดยพบว่าแม้จะเป็นพรรณไม้ที่อยู่ในสกุลเดียวกันแต่อาจมีรูปร่างก้านใบจากการตัดตามขวางต่างกันได้ เช่น สกุล *Sophora* (Heneidak and Shaheen, 2007) สำหรับการศึกษาครั้งนี้พบว่าไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ทั้ง 6 ชนิด ซึ่งอยู่ในวงศ์ย่อย Papilionoideae มีรูปร่างก้านใบย่อยจากการตัดตามขวางเหมือนกันทุกชนิด คือ มีลักษณะค่อนข้างกลม เช่นเดียวกับ *D. volubilis* (Rabinarayan *et al.*,

2018) การศึกษานี้ไม่พบคอลเลงคิมา (collenchyma) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงบริเวณใต้เนื้อเยื่อชั้นผิว สอดคล้องกับศึกษาก้านใบของ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* และ *D. sissoo* ที่ไม่พบคอลเลงคิมาเช่นกัน (Heneidak and Shaheen, 2007) แต่แตกต่างจากก้านใบของ *D. ecastaphyllum* ซึ่งเป็นไม้พุ่มที่มีคอลเลงคิมาเรียงตัว 2 ชั้น (Neves *et al.*, 2016) ส่วนของคอร์เทกซ์ของก้านใบย่อยพบว่ามีผลักรกระจายอยู่ทั่วไปและล้อมรอบมัดท่อลำเลียง โดยส่วนใหญ่เป็นผลักรูปปริซึมและรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัดแทรกอยู่บ้าง

เช่นเดียวกับที่พบในก้านใบของ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* และ *D. sissoo* (Heneidak and Shaheen, 2007) และก้านใบย่อยของ *D. volubilis* (Rabinarayan et al., 2018) รวมถึงพรรณไม้บางชนิดในวงศ์ย่อย Papilionoideae (Heneidak and Shaheen, 2007) ส่วนการพบสารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงภายในเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์เหมือนกับที่พบในก้านใบของ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* และ *D. sissoo* (Heneidak and Shaheen, 2007)

รูปร่างมดทอลำเลียงที่ต่างกันภายในสกุลหรือวงศ์เป็นลักษณะที่นิยมนำมาใช้ในการจำแนกชนิดได้เช่นการศึกษาในสกุล *Citrus* (Osuoha et al., 2015) การศึกษาค้นคว้ารูปร่างมดทอลำเลียงภายในก้านใบย่อยของไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ทั้ง 6 ชนิด มีลักษณะที่เหมือนกัน คือ มีรูปร่างโค้งคล้ายรูปตัวยู ซึ่งเหมือนกับรูปร่างมดทอลำเลียงของก้านใบย่อย *D. volubilis* (Rabinarayan et al. 2018) และก้านใบ *D. sissoo* ตามรายงานของ

Rashida และคณะ (2012) อย่างไรก็ตาม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบของ *D. sissoo* มีรายงานก่อนหน้านี้โดย Heneidak และ Shanean (2007) ซึ่งพบว่ามดทอลำเลียงของก้านใบ *D. sissoo* มีการเรียงตัวเป็นวงกลมเหมือนกับ *D. lanceolaria* subsp. *paniculata* โดยการศึกษาครั้งนี้มีการศึกษาก้านใบย่อยของ *D. lanceolaria* ด้วย (*D. lanceolaria* var. *lakhonensis*) และพบว่ามดทอลำเลียงเป็นรูปคล้ายตัวยูแตกต่างจากที่พบในก้านใบที่เป็นวงกลม

3.2 ภูมิวิธานที่ใช้ในการจำแนกชนิด

ภูมิวิธานที่ใช้ในการจำแนกชนิดไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* 6 ชนิด ได้จากการนำลักษณะเด่นและลักษณะที่ต่างบางประการมาจัดทำ ได้แก่ การปรากฏของรอยรังไข่ สารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงภายในเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์ รูปร่างมดทอลำเลียงและความหนาของผิวเคลือบคิวทิน (อัตราส่วนผิวเคลือบคิวทินต่อเนื้อเยื่อชั้นผิว) ซึ่งได้ภูมิวิธานดังนี้

1 ไม่พบการปรากฏหรือเกือบไม่พบการปรากฏของรอยรังไข่	2
2 พบสารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงอยู่ในคอร์เทกซ์จำนวนมาก	กระพี้เขาควาย
2 ไม่พบสารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงอยู่ในคอร์เทกซ์	3
3 มดทอลำเลียงมีลักษณะโค้งคล้ายปีกกว้างสองด้าน	พะยูน
3 มดทอลำเลียงมีลักษณะโค้งคล้ายรูปตัวยูหรือเกือบกลม	4
4 พบการปรากฏของรอยรังไข่ในบางตำแหน่งของก้านใบย่อย	ฉนวน
4 ไม่พบการปรากฏของรอยรังไข่ในทุกตำแหน่งของก้านใบย่อย	ชิงชัน
1 พบการปรากฏของรอยรังไข่อย่างชัดเจน	5
5 ผิวเคลือบคิวทินหนา อัตราส่วนผิวเคลือบคิวทินต่อเนื้อเยื่อชั้นผิว 1 : 1	ขี้มอด
5 ผิวเคลือบคิวทินบาง อัตราส่วนผิวเคลือบคิวทินต่อเนื้อเยื่อชั้นผิว 1 : 2 หรือ 1 : 3	เก็ดขาว

ข้อมูลลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยที่นำมาใช้ในการจัดทำภูมิวิธานส่วนใหญ่สามารถสังเกตเห็นได้ชัดเจนในชิ้นตัวอย่างเพียงชิ้นเดียว ยกเว้นในฉนวนที่ไม่ค่อยพบการปรากฏของรอยรังไข่ จึงต้องสังเกตในหลายชิ้นตัวอย่าง ซึ่งการปรากฏของรอยรังไข่เป็นลักษณะสำคัญที่ใช้ใน

การจำแนกฉนวนและชิงชัน เนื่องจากทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของก้านใบย่อยที่คล้ายคลึงกันมาก อย่างไรก็ตาม ลักษณะสัณฐานวิทยาของฉนวนและชิงชันมีความแตกต่างกัน โดยเฉพาะเมื่อตัวอย่างแห้ง ใบและก้านใบของฉนวนจะกลายเป็นสีดำ

การใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์เพื่อจำแนกชนิดไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* บางชนิดในประเทศไทยนั้นมีรายงานมาก่อนหน้านี้ ได้แก่ พะยุง (*D. cochinchinensis*) กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) และฉนวน (*D. nigrescens*) โดยเป็นการใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์เนื้อไม้ (เบญจวรรณ, 2558) ซึ่งอาจไม่เหมาะในการนำมาใช้จำแนกชนิดของต้นไม้ที่ยืนต้นอยู่ในสภาพธรรมชาติ เนื่องจากต้องเจาะหรือตัดเนื้อไม้มาศึกษาจึงทำให้ต้นไม้เกิดบาดแผล ดังนั้นรูปวิธานที่ใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้จึงมีความเหมาะสมสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อช่วยในการจำแนกชนิดไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ทั้ง 6 ชนิด นอกเหนือจากการใช้ลักษณะของดอก ซึ่งไม่สะดวกในเรื่องของการเก็บตัวอย่างดอกที่ต้องรอฤดูกาลออกดอก

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้เก็บตัวอย่างเฉพาะชนิดไม้ต้นที่พบบริเวณสถานีวิจัยและฝึกนิสิตวนศาสตร์วังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งมีเพียง 6 ชนิด เท่านั้น ดังนั้นเพื่อให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์ครบถ้วนของไม้ต้นสกุลนี้ในประเทศไทยที่มีรายงานการพบทั้งหมด 10 ชนิด จึงควรต้องศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของไม้ต้นชนิดอื่น ๆ ที่เหลืออีก 4 ชนิด ได้แก่ *D. cana*, *D. suthensis*, *D. sissoo* และ *D. assamica* เพื่อให้สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือช่วยจำแนกชนิดอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกเหนือจากการใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาของดอกและข้อมูลดีเอ็นเอ

4. สรุป

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ก้านใบย่อยมีความเหมาะสมในการนำมาศึกษาเพื่อจัดทำเป็นรูปวิธานช่วยในการจำแนกชนิดไม้ต้นในสกุล *Dalbergia* ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ เกิดขาว (*D. glomeriflora*) กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) ขี้มอด (*D. lanceolaria* var.

lakhonensis) ฉนวน (*D. nigrescens*) ชิงชัน (*D. oliveri*) และพะยุง (*D. cochinchinensis*) เนื่องจากไม่มีความแตกต่างของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในแต่ละบริเวณเหมือนกับที่พบในก้านใบ โดยลักษณะเด่นและแตกต่างที่นำมาใช้ในการจำแนกชนิด ได้แก่ การปรากฏของรอยร้าวผิว สารสะสมสีน้ำตาลหรือสีแดงภายในเซลล์บริเวณคอร์เทกซ์ รูปร่างท่อลำเลียงและความหนาผิวเคลือบคิวทิน

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. นัทรชัย เงินแสงสรวย ที่ช่วยจำแนกและตรวจสอบความถูกต้องของชนิดพรรณไม้ที่นำมาศึกษา และคุณกุลศัล ตั้งใจพิทักษ์ สำหรับความช่วยเหลือในการจัดเตรียมตัวอย่างและคำแนะนำในการทำสไลด์ถาวร

6. รายการอ้างอิง

- เบญจวรรณ ชิวปรีชา, 2558, กายวิภาคและสมบัติของเนื้อไม้วงศ์ถั่วบางชนิด, วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- เบญจวรรณ ชิวปรีชา, นัทรชัย เงินแสงสรวย และ ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2559, กายวิภาคเปรียบเทียบเนื้อไม้พื้นเมืองวงศ์ถั่ว 6 ชนิด ในประเทศไทย, ววนศาสตร์ 35(2): 32-40.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี, 2551, เทคนิคเนื้อเยื่อพืช, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- สรารัฐ สังข์แก้ว, 2562, รุกขวิทยาภาคสนาม, น. 334-345, ใน สรารัฐ สังข์แก้ว และอัจฉรา ตีระวัฒนานนท์ (บรรณาธิการ), รุกขวิทยาภาคสนาม (Field Dendrology), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- Agbaywa, I.O. and Noukwu, B.C., 2004, The value of morpho-anatomical features in the systematic of *Cucurbita* species in Nigeria, *Afr. J. Biotechnol.* 3: 541-546.
- Bhadane, V.V., 2006, Taxonomic significance of the structure of the rachis, petiole and petiolule in Meliaceae, *Bioinfolet* 3: 234-239.
- Ennos, A.I., Spatz, H.Ch. and Speck, T.T., 2000, The function morphology of the petiole of the banana, *Musa tectilis*, *J. Exp. Bot.* 51: 2085-2093.
- Gasson, P., Miller, R., Stekel, D.J., Whinder, F. and Ziemińska, K., 2010, Wood identification of *Dalbergia nigra* (CITES Appendix I) using quantitative wood anatomy, principal components analysis and naïve Bayes classification, *Ann. Bot.* 105: 45-56.
- Heneidak, S. and Shaheen, A.S.M., 2007, Characteristics of the proximal to distal regions of the petioles to identify 15 tree species of Papilionoideae-Fabaceae, *Bangladesh J. Plant Taxon.* 14: 101-115.
- Johansen, D.A., 1940, *Plant Microtechnique*, McGraw-Hill Book Company, Inc., London.
- Rashida, G.J.N., Venkatarathnakumar, T., Atitha Dhas Aruna, Gowri, R., Parameshwari, R., Shanthi, M. and Raadhika, K., 2012, Pharmacognostic and Preliminary phytochemical evaluation of the leaves of *Dalbergia sissoo* Roxb., *Asian J. Pharm. Clin. Res.* 5: 115-119.
- Klitgaard, B.B. and Lavin, M., 2005, Tribe Dalbergieae, pp., 307-335, In Lewis, G.P., Schrire, B.D., Lock, M. and Mackinder, B., *Legumes of the World*, Royal Botanic Gardens, Kew.
- Maria, B.G. and Rodriigo, O., 2003, Leaf anatomy of rubber tree clones, *Sci. Agric.* 60: 709-713.
- Neves, M.V.M.D., Araújo, N.D., Oliveira, E.D.J. and Agra, M.D.F., 2016, Leaf and stem anatomy and histochemistry of *Dalbergia ecastaphyllum*, *Pharm. J.* 8: 557-564.
- Neves, M.V.M.D., Araújo, N.D., Oliveira, E.D.J. and Agra, M.D.F., 2016, Leaf and stem anatomy and histochemistry of *Dalbergia ecastaphyllum*, *Pharm. J.* 8: 557-564.
- Niyomdham, C., 2002, An account of *Dalbergia* (Leguminosae-Papilionoideae) in Thailand, *Thai For. Bull (Bot.)* 30: 124-166.
- Niyomdham, C., 2018, *Dalbergia*, pp. 286-325, In Balslev, H. and Chantaranothai, P. (Eds.), *Leguminosae-Papilionoideae, Flora of Thailand Volume 4 Part 3.13*, Prachachon Co., Ltd., Bangkok.
- Osuoha, V.U.N., Mbagwu, F.N., Inyama, C.N. and Ukpai, K.U., 2015, Systematic characterization of six *Citrus* species using petiole anatomy, *Medicinal & Aromatic Plants S1: 005*. Doi: 10.4172/2167-0412.S1-005.
- Pardi, M., Hussin, K. and Latiff, A., 1991, Anatomi petiol beberapa spesies daripada family Dipterocarpaceae Malaysia, *Prioriti Penyelidikan IRPA* 1991: 610-617.
- Rabinarayan, A., Switu, J., Harisha, C.R. and Vinay, S., 2018, Pharmacognostical genetic barcoding and phytochemical

- analysis on leaves of *Dalbergia volubilis* Roxb. – an extra pharmacopoeial drug of Ayurveda, Int. J. Pharm. Pharm. Sci. 10: 117-124.
- Ravaomanalina, B.H., Crivellaro, A. and Schweingruber, F.H., 2017, *Dalbergia*, pp. 13-51. In Ravaomanalina, B.H., Crivellaro, A., and Schweingruber, F.H. (Eds.), Stem Anatomy of *Dalbergia* and *Diospyros* Species from Madagascar, Springer, Cham.
- Ruzi, A.R., Hussin, K. and Noraini, T., 2009, Systematic significance of the petiole vascular bundles types in *Dipterocarpus* Gaertn.F. (Dipterocarpaceae), Malaysian Appl. Biol. 38: 11-16.
- Saquaro, A., 2005, Leaf morphology and anatomy of the *Ficus* plant, Afr. J. Biotechnol. 5: 331-346.
- Shaheen, A.M., 2006, The value of vascular supply of the petiole trace characteristics in the systematic of some species of subfamily: Mimosoideae-Leguminosae, Assuit Univ. J. Bot. 35: 193-213.
- Stuessy, F.T., 1990, Plant Taxonomy, pp. 514, The Systematic Evolution of Comparative Data, Columbia University Press, New York.
- Talip, N., Cutler, D.F., Puad, A.S.A., Ismail, B.S., Ruzi, A.R. and Ahmad Juhari, A.A., 2017, Diagnostic and systematic significance of petiole anatomy in the identification of *Hopea* species (Dipterocarpaceae), South Afr. J. Bot. 111: 111-125.