

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับ
(*Diospyros* L.) บางชนิดในประเทศไทย

LEAF EPIDERMAL CHARACTERISTICS OF SOME SPECIES
OF THE GENUS *DIOSPYROS* L. IN THAILAND

วิศรัตน์ ภิยะ¹ และ อนิษฐา ศรีนวล^{2*}

^{1, 2*}ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพฯ 10110

Wisarat Piya¹ and Anitthan Srinual^{2*}

^{1, 2*}Department of Biology, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Bangkok, 10110

*E-mail: anitthansri@gmail.com

Received: 2019-06-09

Revised: 2019-06-18

Accepted: 2019-07-08

บทคัดย่อ

ศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับ (*Diospyros* L.) จำนวน 22 ชนิด ที่พบในประเทศไทย ด้วยวิธีการลอกผิวใบและทำให้แผ่นใบใส ย้อมด้วยสีซาฟรานิน ความเข้มข้น 1% ที่ละลายในเอทานอลความเข้มข้น 70% ผลการศึกษาพบลักษณะกายวิภาคศาสตร์ทั่วไปของพืชสกุลนี้คือ 1) ผิวเคลือบคิวทินมี 3 รูปแบบคือ ผิวเคลือบคิวทินเรียบ ผิวเคลือบคิวทินริ้วขนาน หรือผิวเคลือบคิวทินแตกออกเป็นแขนง 2) รูปร่างของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวคล้ายจิกชอร์ รูปร่างหลายเหลี่ยมหรือรูปร่างไม่แน่นอน 3) ผนังเซลล์เป็นแบบเรียบ เว้าลึก หรือเว้าตื้น 4) ชนิดปากใบเป็นแบบอะนอโมไซติก แอคทิโนไซติก หรือไซโคลไซติก 5) ชนิดของขนเป็นแบบขนเซลล์เดี่ยว ขนต่อมหรือขนรูปตัวที 6) รูปแบบของสารสะสมเป็นผลึกรูปปริซึม สารสะสมติดสีแดงหรือสารสะสมติดสีน้ำตาล และบางชนิดมีช่องสารหลังในเนื้อเยื่อชั้นผิว รวมไปถึงการสะสมสารในเซลล์คุม ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ดังกล่าว สามารถนำไปใช้ในการสร้างรูปวิธานสำหรับระบุชนิดพืชสกุลนี้ได้

คำสำคัญ: กายวิภาคศาสตร์พืช เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ พืชสกุลมะพลับ พืชวงศ์มะเกลือ ประเทศไทย

ABSTRACT

Leaf epidermal studies of 22 species of the genus *Diospyros* L. in Thailand were investigated. The leaf specimens were studied by using peeling and clearing methods, stained with 1% safranin in 70% ethanal. The results revealed that the general anatomical characteristics of this genus are summarized as follows: 1) three types of cuticular ornamentation are smooth, straight or anonymous branching 2) the shapes of epidermal cell include jigsaw-like, polygonal or irregular shapes 3) the patterns of cell walls are striated, cleft or emarginate form 4) the types of stomata are anomocytic, actinocytic, or cyclocytic 5) the types of trichome compose of unicellular hair, glandular hair and T-shaped unicellular hair and 6) the types of inclusions are prismatic crystal, dark red or dark brown staining. Some species further showed the secretory cavity in epidermis and inclusions in guard cells. These mentioned anatomical characteristics could be used to construct a dichotomous key for species identification in this genus.

Keywords: Plant anatomy, Leaf epidermis, *Diospyros*, Ebenaceae, Thailand

บทนำ

พืชวงศ์มะเกลือ (Ebenaceae) มีการกระจายพันธุ์ในเขตร้อนชื้นและเขตอบอุ่น พบมีความหลากหลายระดับชนิดมากที่สุดในเอเชียและประเทศในแถบมหาสมุทรแปซิฟิก และส่วนน้อยพบในทวีปออสเตรเลีย (Heywood et al., 2007) จำแนกออกเป็น 5 สกุล คือ *Diospyros*, *Euclea*, *Maba*, *Tetracelis* และ *Royena* (Hiern, 1873) ในประเทศไทยมีการรายงานพบเพียง 1 สกุล คือ สกุลมะพลับ (*Diospyros* L.) มีจำนวน 60 ชนิด (Phengklai, 1981)

พืชสกุลมะพลับมีลักษณะเด่น คือ เปลือกและแก่นของเนื้อไม้มีสีดำ ใบและผลเมื่อแห้งจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลคล้ำถึงดำ ดอกเป็นดอกแยกเพศ ดอกเพศผู้และเพศเมียอาจอยู่ต้นเดียวกันหรือต่างต้น กลีบเลี้ยงมีจำนวน 4–5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน กลีบดอกมีจำนวนเท่ากับกลีบเลี้ยง ขอบกลีบเรียงเกยซ้อนกันคล้ายกังหันลม เกสรเพศผู้มี 6 อันขึ้นไป รังไข่อยู่เหนือวงกลีบดอก ก้านชูเกสรเพศเมียมี 1–6 อัน ผลเป็นชนิดผลสด ขั้วผลมีฝาคัลลายหุ้มก ซึ่งพัฒนามาจากกลีบเลี้ยงที่ติดทน (persistent calyx) (Hallé et al., 1978) พืชสกุลมะพลับหลายชนิดมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ บางชนิดนำมารับประทานเป็นผลไม้ เช่น มะพลับ (*Diospyros areolata*) เนียน (*D. diepenhorstii*) และพลับจีน (*D. kaki*) นอกจากนี้ ยังมีการนำไปใช้ประโยชน์ในด้านสมุนไพร เช่น ผลของมะเกลือ (*D. mollis*) มีสารไดไฮดรอสปีโรล ไดกลูโคไซด์ (diospyrol diglucoside) มีคุณสมบัติใช้เป็นยาถ่ายพยาธิ ยารักษาอาการท้องเดิน และรักษาโรคความดันโลหิต (Suwama et al., 2018)

แม้พืชสกุลมะพลับจะมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ชัดเจน สามารถจำแนกออกจากสกุลใกล้เคียงได้ง่าย แต่ภายในสกุลเดียวกัน มีพืชหลายชนิดที่มีลักษณะใกล้เคียงกันมาก เช่น มะพลับ (*D. areolata*) มีลักษณะใบขอบขนานแคบ ปลายเรียวแหลม และเนื้อหนาคัดค้าน้ำซึ่งมีลักษณะข้างต้นคล้ายกับตะโกสวน (*D. malabarica* var. *siamensis*) หรือพลับเขา (*D. undulata*) มีลักษณะใบขอบขนานแกมรีและก้านดอกเพศผู้สั้น ทำให้เกิดความสับสนในการจำแนกกับมันต้น (*D. lanceifolia*) (Guardner et al., 2015) และจากการศึกษา *D. egrettarum* และ *D. leucomelas* พบว่ามีลักษณะสัณฐานวิทยาของใบคล้ายคลึงกันมาก จนไม่สามารถนำมาใช้แยกชนิดของพืชได้ (Venkatasamy et al., 2006)

นอกจากนี้ พืชสกุลมะพลับมีช่วงเวลาการออกดอกและผลสั้น ทำให้มีปัญหาในการระบุชนิดในกรณีที่มีพืชมีดอกและผลไม่ครบ (Utsunomiya et al., 1998) ดังนั้นจึงต้องใช้ข้อมูลอื่นมาช่วยพิจารณา โดยเฉพาะการศึกษาด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืช (plant anatomy) เนื่องจากลักษณะของเซลล์และเนื้อเยื่อจะได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมค่อนข้างน้อย จึงเหมาะต่อการนำมาใช้ในการแก้ปัญหาด้านการระบุพืชที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาใกล้เคียงกัน เช่น งานวิจัยของ Ugboogu et al., (2016) ที่ได้ศึกษาพืชสกุลมะพลับที่พบในประเทศไนจีเรีย จำนวน 30 ชนิด พบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่มีคุณค่าต่ออนุกรมวิธาน หลายลักษณะสามารถนำไปใช้ในการระบุชนิดพืชได้ นอกจากนี้ ลักษณะกายวิภาคศาสตร์สามารถนำมาใช้จำกัดขอบเขตหรือการระบุพืชบางชนิดได้ เช่น การศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและทางกายวิภาคศาสตร์ของพลับจีน (*D. kaki*) (Paudel & Heo, 2017) และต้นกล้วยถั่ว (*D. glandulosa* Lace) (Torwong et al., 2005) เป็นต้น

การศึกษาที่ผ่านมายังไม่ครอบคลุมถึงชนิดของพืชสกุลมะพลับที่พบในประเทศไทย ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบของพืชในสกุลมะพลับบางชนิดเพื่อนำข้อมูลลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์มาสร้างฐานข้อมูลสำหรับการระบุชนิดของพืชสกุลมะพลับตลอดจนเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนการจำแนกพืชสกุลนี้ให้มีความสมบูรณ์และชัดเจนมากยิ่งขึ้น

วิธีการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างพืชและระบุชื่อวิทยาศาสตร์

ออกสำรวจและเก็บตัวอย่างพืชในสกุลมะพลับ จำนวน 22 ชนิด นำตัวอย่างพืชที่เก็บได้มาแยกออกเป็นสองส่วน ส่วนที่หนึ่งจัดทำเป็นตัวอย่างพรรณไม้แห้ง และอีกส่วนหนึ่งนำไปศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ โดยการเก็บรักษาสภาพเซลล์ไว้ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 70%

2. การเตรียมสไลด์เพื่อศึกษาลักษณะเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ

2.1 วิธีการลอกผิว (ดัดแปลงจาก Johansen, 1940)

ขูดลอกผิวใบในด้านที่ไม่ต้องการออกด้วยใบมีดโกน ย้อมขึ้นตัวอย่างด้วยสีชาฟรานิน (safranin) ความเข้มข้น 1% ที่ละลายในเอทานอล ความเข้มข้น 70% เป็นเวลา 30 วินาที จากนั้นล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด ดึงน้ำออกจากชิ้นตัวอย่าง โดยแช่ในสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 70%, 95%, 100% และสารละลายระหว่างเอทานอลความเข้มข้น 100% กับไซลีน (xylene) อัตราส่วน 1 : 1 ขึ้นตอนละ 10 นาที แช่ขึ้นตัวอย่างลงในไซลีนนาน 10 นาที เพื่อให้ตัวอย่างใส และผนึกสไลด์ด้วย DePeX

2.2 วิธีการทำให้แผ่นใบใส (ดัดแปลงจาก Lersten and Curtis, 2001)

ใช้ใบมีดโกนขูดผิวใบด้านที่ไม่ต้องการออก นำขึ้นตัวอย่างไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 1% จนขึ้นตัวอย่างใส โดยใช้เวลาในการแช่ขึ้นตัวอย่างตามความเหมาะสมของพืชแต่ละชนิด ย้ายขึ้นตัวอย่างไปแช่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) ความเข้มข้น 6% เป็นเวลา 5–10 นาที จนขึ้นตัวอย่างใส หลังจากนั้นนำไปล้างด้วยน้ำสะอาด 5 ครั้ง ตัดขึ้นตัวอย่างให้มีขนาดกว้างประมาณ 0.5–1 เซนติเมตรและยาวประมาณ 0.5–1 เซนติเมตร ย้อมสีขึ้นตัวอย่างด้วยสีชาฟรานิน ความเข้มข้น 1% ที่ละลายในเอทานอล ความเข้มข้น 70% ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำสะอาด ดึงน้ำออกจากชิ้นตัวอย่างโดยแช่ในสารละลายเอทานอล ความเข้มข้น 70%, 95%, 100% และสารละลายระหว่างเอทานอล ความเข้มข้น 100% กับไซลีน ในอัตราส่วน 1 : 1 ขึ้นตอนละ 10 นาที แช่ขึ้นตัวอย่างลงในไซลีน นาน 10 นาที และผนึกสไลด์ด้วย DePeX

3. การศึกษาสไลด์ตัวอย่างด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

นำสไลด์ตัวอย่างที่เตรียมได้มาศึกษาดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงรุ่น OLYMPUS CX21 ที่เชื่อมต่อด้วยกล้องบันทึกภาพรุ่น CANON EOS1100D บันทึกข้อมูลแสดงลักษณะกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิว พร้อมบันทึกภาพแสดงลักษณะสำคัญของพืชแต่ละชนิด

ผลการวิจัย

จากการศึกษากายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับ จำนวน 22 ชนิด พบลักษณะทั่วไปของพืชที่ศึกษาดังนี้

ผิวเคลือบคิวทิน (cuticle): เนื้อเยื่อชั้นผิวใบส่วนใหญ่มีผิวเคลือบคิวทินแบบเรียบ (smooth cuticle) (รูปที่ 1 ข, ค และ จ) ยกเว้น *D. coetanea*, *D. collinsiae*, *D. discolor* และ *D. filipendula* ที่มีผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบริ้วเรียงขนาน (striated cuticle) (รูปที่ 1 ก และ ฉ) ทั้งสองด้าน บางชนิดผิวเคลือบคิวทินด้านบนและด้านล่างต่างกัน โดยเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีผิวเคลือบคิวทินแบบเรียบ ส่วนด้านล่างเป็นแบบริ้วเรียงขนาน ได้แก่ *D. gracilis*, *D. malabarica*

var. *malabarica* และ *D. natalensis* ส่วน *D. malabarica* var. *siamensis* และ *D. venosa* เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีผิวเคลือบคิวตินแบบริ้วเรียงขนาน ด้านล่างเป็นแบบเรียบ นอกจากนี้ยังมี *D. wallichii* ที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนมีผิวเคลือบคิวตินแบบริ้วเรียงขนาน ส่วนด้านล่างมีผิวเคลือบคิวตินแตกออกเป็นแขนง (รูปที่ 1 ง)

รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว (epidermal cell): เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวส่วนใหญ่มีรูปร่างคล้ายกันทั้งสองด้าน บางชนิดเซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยม (รูปที่ 1 ก และ ข) ได้แก่ *D. apiculata*, *D. areolata*, *D. buxifolia*, *D. collinsiae*, *D. curranii*, *D. discolor*, *D. filipendula*, *D. gracilis*, *D. lanceifolia*, *D. natalensis*, *D. malabarica* var. *malabarica*, *D. malabarica* var. *siamensis*, *D. venosa* และ *D. winitii* บางชนิดมีเซลล์รูปร่างไม่แน่นอน (รูปที่ 1 ค และ ง) ได้แก่ *D. sumatrana* และ *D. undulata* และบางชนิดมีเซลล์รูปร่างคล้ายจิกชอร์ (รูปที่ 1 จ และ ฉ) ได้แก่ *D. coetanea*, *D. decandra* และ *D. rhodocalyx* ส่วนพืชที่มีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างแตกต่างกัน ได้แก่ *D. confertiflora* และ *D. wallichii* ซึ่งเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนรูปร่างหลายเหลี่ยม ส่วนเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างรูปร่างไม่แน่นอน ใน *D. mollis* เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนรูปร่างไม่แน่นอน ส่วนเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างรูปร่างคล้ายจิกชอร์

ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว: เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืชที่ศึกษาส่วนใหญ่มีผนังเซลล์เหมือนกันทั้งสองด้าน ส่วนมากมีผนังเซลล์เรียบ (รูปที่ 1 ก และ ข) ได้แก่ *D. apiculata*, *D. areolata*, *D. buxifolia*, *D. collinsiae*, *D. confertiflora*, *D. curranii*, *D. discolor*, *D. filipendula*, *D. gracilis*, *D. malabarica* var. *malabarica*, *D. malabarica* var. *siamensis*, *D. natalensis*, *D. venosa* และ *D. winitii* บางชนิดมีผนังเซลล์เว้าลึก (cleft) (รูปที่ 1 จ และ ฉ) ได้แก่ *D. coetanea*, *D. decandra*, *D. sumatrana* และ *D. rhodocalyx* และบางชนิดมีผนังเซลล์เว้าตื้น (emarginate) (รูปที่ 1 ค และ ง) ได้แก่ *D. lanceifolia*, *D. undulata* และ *D. wallichii* และบางชนิดมีผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่างแตกต่างกัน ได้แก่ *D. mollis* ที่เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนผนังเซลล์เว้าตื้น แต่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างผนังเซลล์เว้าลึก

ปากใบ (stomata): พืชที่ศึกษาพบปากใบเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง รูปแบบของปากใบเป็นแบบอะนอมไซติก (anomocytic stomata) (รูปที่ 2 ก และ ข) ได้แก่ *D. apiculata*, *D. coetanea*, *D. confertiflora*, *D. decandra*, *D. discolor*, *D. natalensis*, *D. rhodocalyx* และ *D. winitii* แบบแอคทิโนไซติก (actinocytic stomata) (รูปที่ 2 ค และ ง) ได้แก่ *D. areolata*, *D. collinsiae*, *D. filipendula*, *D. gracilis*, *D. malabarica* var. *malabarica*, *D. malabarica* var. *siamensis*, *D. mollis* และ *D. undulata* แบบไซโคลไซติก (cyclocytic stomata) (รูปที่ 2 จ และ ฉ) ได้แก่ *D. buxifolia*, *D. curranii*, *D. lanceifolia*, *D. sumatrana*, *D. venosa* และ *D. wallichii*

ขน (trichome): พืชที่ศึกษาส่วนใหญ่พบขนในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบทั้งสองด้าน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามลักษณะและบริเวณที่พบ ได้แก่ 1) ขนเซลล์เดียว (unicellular hair)

(รูปที่ 3 ก และ ข) พบเฉพาะที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนของ *D. gracilis* และ *D. undulata* บางชนิด พบเฉพาะที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างได้แก่ *D. buxifolia*, *D. discolor* และ *D. filipendula* บางชนิด พบทั้งสองด้าน ได้แก่ *D. apiculata*, *D. confertiflora*, *D. lanceifolia*, *D. mollis*, *D. wallichii* และ *D. winitii* 2) ขนเซลล์เดี่ยวรูปตัวที (branching unicellular hair; T-shaped) (รูปที่ 3 ค และ ง) พบเฉพาะที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างของ *D. areolata*, *D. coetanea*, *D. collinsiae*, *D. sumatrana* และ *D. rhodocalyx* และ 3) ขนต่อม (glandular trichome) (รูปที่ 3 จ และ ฉ) พบเฉพาะที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างของ *D. coetanea*, *D. rhodocalyx* และ *D. wallichii*

สารสะสม/โครงสร้างสารหลัง (inclusion/secretory structure): พืชส่วนใหญ่มีสารสะสมในเนื้อเยื่อชั้นผิวสองด้าน มีบางชนิดที่พบในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบเพียงด้านเดียว ได้แก่ *D. discolor* พบสารสะสมเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบน ส่วน *D. coetanea*, *D. lanceifolia*, *D. undulata*, *D. wallichii* และ *D. winitii* พบสารสะสมเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง ชนิดของสารสะสม ได้แก่ ผลึกรูปปริซึม (prismatic crystal) สารสะสมติดสีแดง และสารสะสมติดสีน้ำตาล ส่วน *D. mollis* และ *D. sumatrana* ไม่พบสารสะสม พืชที่ศึกษาบางชนิดมีโครงสร้างสารหลังในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีลักษณะเป็นช่องสารหลัง (secretory cavity)

จากลักษณะกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ สามารถนำบางลักษณะมาใช้สร้างรูปวิธานสำหรับการระบุชนิดได้ดังนี้

รูปวิธานสำหรับการระบุชนิด

- | | |
|--|----------------------|
| 1. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีขน..... | 2 |
| 1. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบไม่มีขน..... | 17 |
| 2. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีขนทั้งสองด้าน..... | 12 |
| 2. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีขนเพียงด้านเดียว..... | 3 |
| 3. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีขนเฉพาะด้านบน..... | 4 |
| 3. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบมีขนเฉพาะด้านล่าง..... | 5 |
| 4. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างไม่แน่นอน..... | <i>D. undulata</i> |
| 4. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างหลายเหลี่ยม..... | <i>D. gracilis</i> |
| 5. เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมีขนเซลล์เดี่ยว..... | 7 |
| 5. เนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมีขนรูปตัวทีและขนต่อม..... | 6 |
| 6. ผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบเรียบ..... | <i>D. rhodocalyx</i> |
| 6. ผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบริ้วขนาบ..... | <i>D. coetanea</i> |
| 7. ปากใบเป็นแบบอะนอโมไซติก..... | <i>D. discolor</i> |

7. ปากใบเป็นแบบแอคทีโนไซติกหรือไซโคลไซติก.....	8
8. ปากใบเป็นแบบแอคทีโนไซติก.....	10
8. ปากใบเป็นแบบไซโคลไซติก.....	9
9. ผนังเซลล์เรียบ.....	<i>D. buxifolia</i>
9. ผนังเซลล์เว้าลึก.....	<i>D. sumatrana</i>
10. ผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบเรียบ.....	<i>D. areolata</i>
10. ผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบริ้วขนาน.....	11
11. ขนเซลล์เดี่ยวปลายแตกกิ่งสองข้างเท่ากัน.....	<i>D. collinsiae</i>
11. ขนเซลล์เดี่ยวปลายไม่แตกกิ่ง.....	<i>D. filipendula</i>
12. ผิวเคลือบคิวทินเหมือนกันทั้งสองด้าน.....	13
12. ผิวเคลือบคิวทินทั้งสองด้านต่างกัน.....	<i>D. wallichii</i>
13. ผนังเซลล์เรียบ.....	15
13. ผนังเซลล์ไม่เรียบ.....	14
14. เนื้อเยื่อชั้นผิวมีสารสะสมติดสีน้ำตาลเข้มภายในเซลล์.....	<i>D. lanceifolia</i>
14. เนื้อเยื่อชั้นผิวไม่มีสารสะสมติดสีน้ำตาลเข้มภายในเซลล์.....	<i>D. mollis</i>
15. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีผลึกรูปปริซึม.....	<i>D. winitii</i>
15. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวไม่มีผลึกรูปปริซึม.....	16
16. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมีรูปร่างหลายเหลี่ยม.....	<i>D. apiculata</i>
16. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมีรูปร่างไม่แน่นอน.....	<i>D. confertiflora</i>
17. ผนังเซลล์เรียบ.....	18
17. ผนังเซลล์ไม่เรียบ.....	<i>D. decandra</i>
18. ผิวเคลือบคิวทินมีลวดลายคล้ายกันทั้งสองด้าน.....	<i>D. curranii</i>
18. ผิวเคลือบคิวทินมีลวดลายต่างกันทั้งสองด้าน.....	19
19. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนมีผลึกรูปปริซึม.....	21
19. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนไม่มีผลึกรูปปริซึม.....	20
20. ปากใบแบบอะนอโมไซติก.....	<i>D. natalensis</i>
20. ปากใบแบบไซโคลไซติก.....	<i>D. venosa</i>
21. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างมีผลึกรูปปริซึม.....	<i>D. malabarica</i> var. <i>siamensis</i>
21. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างไม่มีผลึกรูปปริซึม.....	<i>D. malabarica</i> var. <i>malabarica</i>

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

จากผลการศึกษาทางกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับ สามารถสรุปลักษณะทั่วไปของพืชที่ศึกษาดังนี้ 1) ลวดลายของผิวเคลือบคิวทินมี 3 แบบ ได้แก่ ผิวเคลือบคิวทินแบบเรียบ ซึ่งเป็นลวดลายที่พบในพืชที่ศึกษาส่วนใหญ่ ผิวเคลือบคิวทินแบบริ้วเรียงขนาน และผิวเคลือบคิวทินแตกออกเป็นแขนง 2) รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมี 3 รูปแบบ ได้แก่ รูปร่างหลายเหลี่ยม รูปร่างคล้ายจิกชอร์ และรูปร่างไม่แน่นอน 3) ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมี 3 แบบ ได้แก่ ผนังเซลล์เรียบ ผนังเซลล์เว้าลึก และผนังเซลล์เว้าตื้น 4) ปากใบ มี 3 แบบ ได้แก่ แบบอะนอโมไซติก ไชโคลไซติก และแอคทิโนไซติก พบเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่าง 5) ชนิดของขนมี 3 แบบ ได้แก่ ขนเซลล์เดี่ยว ขนต่อม และขนรูปตัวที และ 6) ชนิดของสารสะสมมี 3 แบบ ได้แก่ ผลึกรูปปริซึม สารสะสมติดสีแดงเข้ม สารสะสมติดสีน้ำตาลเข้ม บางชนิดมีโครงสร้างสารหลัง ได้แก่ ช่องสารหลัง

จากลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ทั่วไปของเนื้อเยื่อชั้นผิวของพืชสกุลมะพลับ พบลักษณะที่สามารถนำมาใช้ในการระบุชนิด ได้แก่ รูปร่างของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว ลวดลายของผิวเคลือบคิวทิน รูปแบบของผนังเซลล์ ชนิดของปากใบ ชนิดของขน และชนิดของสารสะสม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ugbogu et al., (2016) ที่รายงานว่าลักษณะดังกล่าวมีคุณค่าต่ออนุกรมวิธานสามารถนำมาใช้ในการระบุชนิดของพืชสกุลมะพลับได้ นอกจากนี้ ผลการศึกษาที่ได้ยังสามารถแก้ปัญหาการระบุเอกลักษณ์ของพืชที่มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกันบางชนิด คือ มะพลับ (*D. areolata*) และตะโกสวน (*D. malabarica* var. *malabarica*) โดยใช้ลักษณะรูปแบบของผิวเคลือบคิวทินที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและการมีหรือไม่มีผลึกที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบเป็นเกณฑ์ในการจำแนก

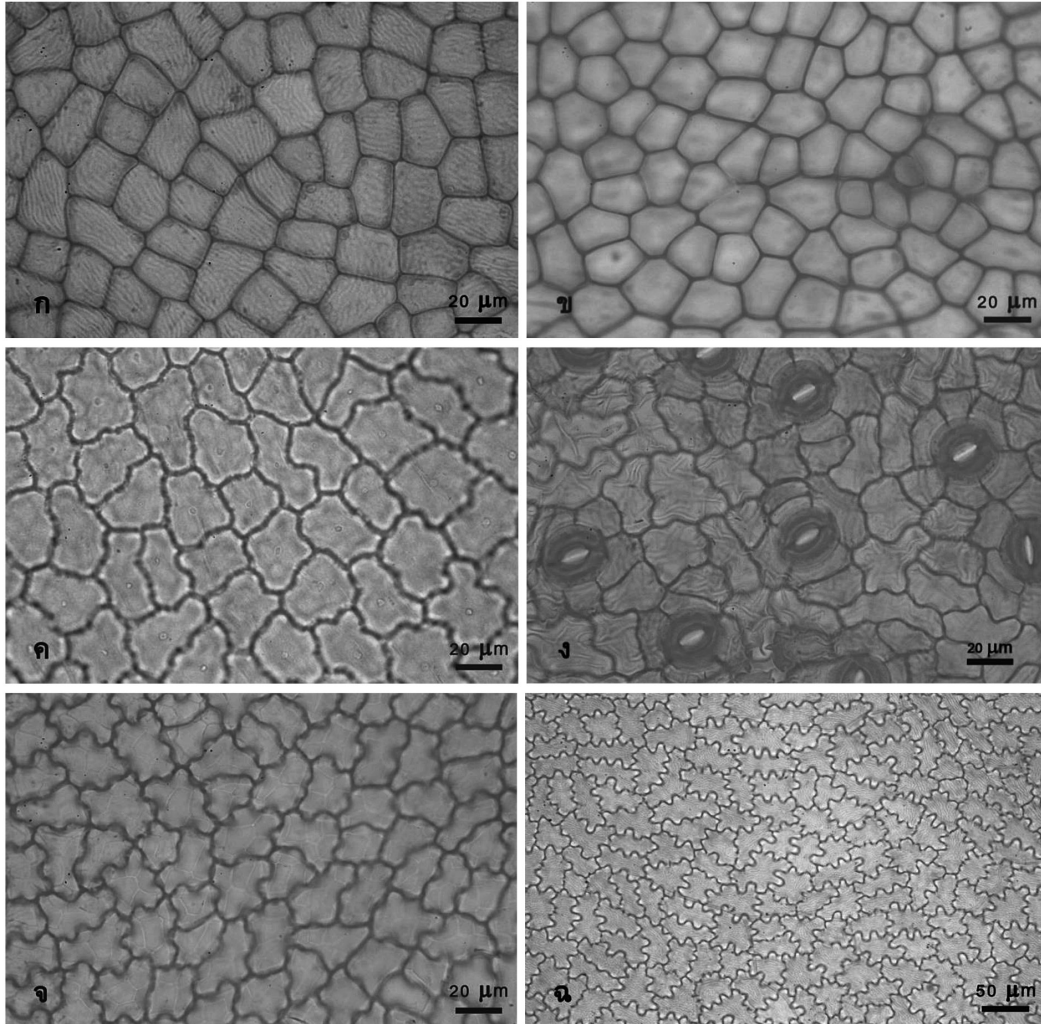
เมื่อพิจารณาการจัดจำแนก สามารถแบ่งพืชที่ศึกษาออกเป็นกลุ่ม ๆ โดยใช้ชนิดของปากใบได้ดังนี้ กลุ่มที่ 1 มีปากใบแบบอะนอโมไซติก ได้แก่ *D. apiculata*, *D. coactanea*, *D. confertiflora*, *D. decandra*, *D. discolor*, *D. natalensis*, *D. rhodocalyx* และ *D. winitii* กลุ่มที่ 2 ปากใบแบบแอคทิโนไซติก ได้แก่ *D. areolata*, *D. collinsiae*, *D. filipendula*, *D. gracilis*, *D. malabarica* var. *malabarica*, *D. malabarica* var. *siamensis*, *D. mollis* และ *D. undulata* และกลุ่มที่ 3 มีปากใบแบบไชโคลไซติก ได้แก่ *D. buxifolia*, *D. curranii*, *D. lanceifolia*, *D. sumatrana*, *D. venosa* และ *D. wallichii* ซึ่งการจัดกลุ่มโดยใช้ลักษณะปากใบในการศึกษารั้งนี้ ไม่สอดคล้องกับการจัดกลุ่มโดยใช้ข้อมูลทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะพลับของ Duanjai et al., (2006) ซึ่งจัดให้ *D. apiculata*, *D. areolata*, และ *D. buxifolia* อยู่ในกลุ่มเดียวกัน และไม่สอดคล้องกับการจัดกลุ่มโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล จากเทคนิคอาร์เอพีดี เพื่อหาความสัมพันธ์และความใกล้ชิดทางพันธุกรรมของพืชสกุลมะพลับของ Ketsamui & Nualsri (2013) ซึ่งจัดให้ *D. decandra*, *D. rhodocalyx* และ *D. malabarica* var. *malabarica* อยู่ในกลุ่มเดียวกัน อย่างไรก็ตาม

ควรมีการพิจารณาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ส่วนอื่นมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดจำแนกด้วย เช่น ภาควัสดุขวางแผ่นใบ ก้านใบ และเนื้อไม้

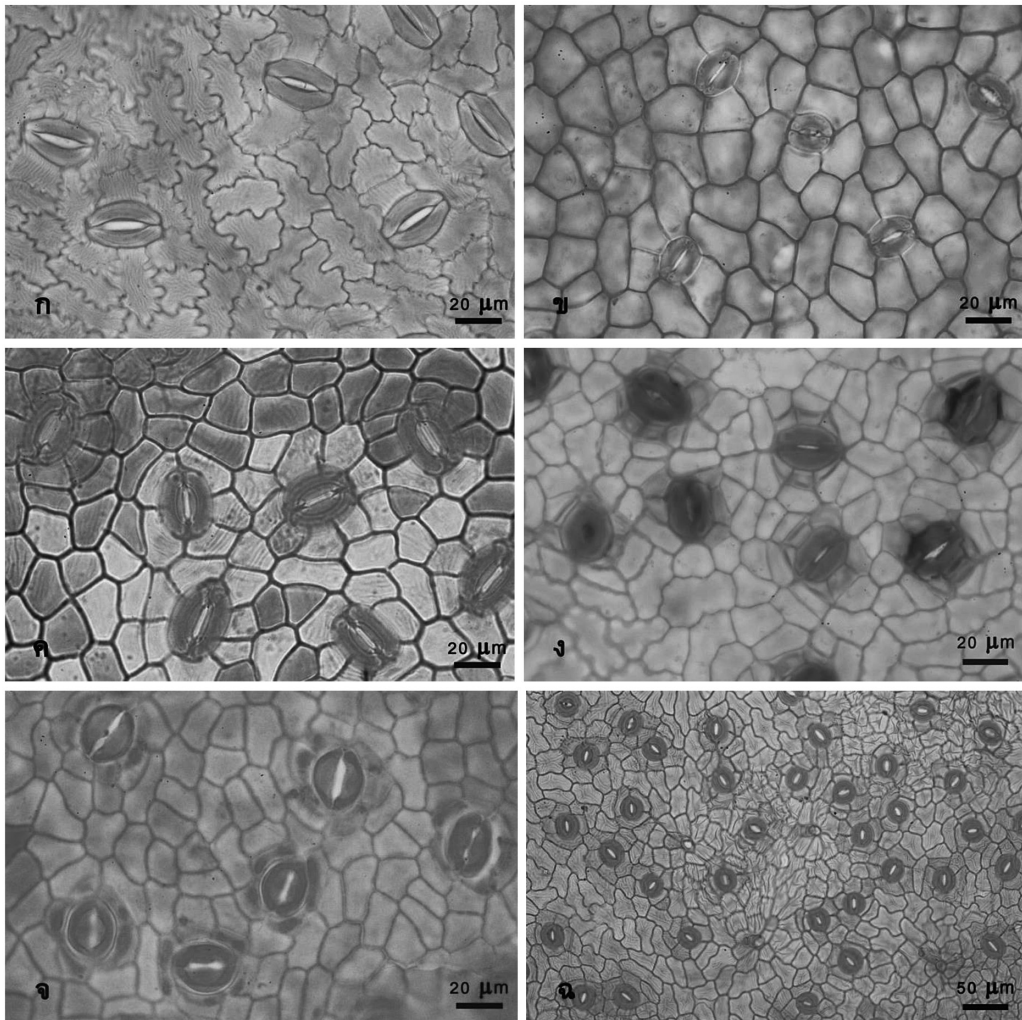
เมื่อพิจารณาสภาพแวดล้อมกับการปรับตัวด้านกายวิภาคศาสตร์ของพืชที่ศึกษาพบว่าพืชสกุลมะพลับมีการกระจายพันธุ์ในพื้นที่เขตร้อนชื้นและเขตอบอุ่น จึงมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายวิภาคศาสตร์ให้เหมาะสมกับการดำรงชีวิต เช่น การมีผิวเคลือบคิวทิน ซึ่งจัดเป็นโครงสร้างที่ช่วยลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำของพืช (Rodriguez et al., 2017) การปรับตัวของโครงสร้างดังกล่าว อาจมีผลต่อการระบุชนิดได้เช่นกัน โดยเฉพาะด้านปริมาณ ในพืชชนิดเดียวกัน อาจมีรูปแบบของปากใบและขนแบบเดียวกัน แต่สภาพแวดล้อมอาจทำให้ปริมาณของลักษณะดังกล่าวแตกต่างกัน พืชที่อยู่ในที่ชื้นจะมีจำนวนปากใบมากกว่าในที่แห้งแล้ง หรือพืชในที่แห้งแล้งจะมีปริมาณขนมากกว่าพืชที่อยู่ในที่ชื้น เป็นต้น (Metcalf & Chalk, 1957)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาค้นคว้ากับงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับที่ผ่านมา พบว่า มีทั้งลักษณะที่สอดคล้องและไม่สอดคล้องกัน เช่น เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของ Metcalfe & Chalk (1957) ที่ได้รายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลมะพลับว่าลดลายผิวเคลือบคิวทินเป็นแบบเรียบและแบบคลื่น ปากใบแบบอะนอโมไซติก พบที่ผิวใบด้านล่างเท่านั้น ขนแบบเซลล์เดี่ยวซึ่งมีทั้งแบบสั้นและยาว ขนหลายเซลล์แบบมีแขน 2 ข้างเท่ากันและไม่เท่ากัน และขนต่อม ผลึกแบบปริซึมซึ่งมีอยู่แบบเดี่ยวและจับกันเป็นกลุ่ม ซึ่งผลการศึกษาดังกล่าวสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้า และเมื่อเปรียบเทียบกับ Wallnöfer (2001) ที่ได้รายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลนี้ว่า ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปแบบเรียบ เว้าตื้น และเว้าเป็นคลื่น ปากใบแบบอะนอโมไซติกและไซโคลไซติก พบเฉพาะผิวใบด้านล่างเท่านั้น ขนเป็นแบบขนเซลล์เดี่ยว ขนเซลล์เดี่ยวรูปตัวที ขนต่อม และขนรูปโล่ ผลการศึกษาดังกล่าวส่วนใหญ่สอดคล้องกัน แต่มีบางลักษณะที่แตกต่าง เช่น ไม่พบขนรูปโล่ในการศึกษาค้นคว้า Kalita & Devi (2015) ได้ศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพลับหัวแข็ง (*D. lanceifolia*) พบเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวมีรูปร่างแบบหลายเหลี่ยม ปากใบแบบอะนอโมไซติก พบเฉพาะผิวใบด้านล่างเท่านั้น ซึ่งส่วนใหญ่สอดคล้องกัน แต่การศึกษาค้นคว้า พบขนแบบเซลล์เดี่ยวทั้งผิวใบด้านบนและด้านล่างด้วย และเมื่อเปรียบเทียบการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลมะพลับของ Ugbogu et al., (2016) ที่ได้รายงานเซลล์ของพืชสกุลนี้มีรูปร่างหลายเหลี่ยมและรูปร่างไม่แน่นอน ปากใบเป็นแบบอะนอโมไซติก ไซโคลไซติก สะทอโรไซติก (staurocyclic stomata) และโพลีไซติก (polycyclic stomata) ขนเป็นแบบขนต่อมหลายเซลล์ และขนเซลล์เดี่ยว ผลการศึกษาลักษณะส่วนใหญ่สอดคล้องกัน แต่มีบางลักษณะที่ไม่พบในการศึกษาค้นคว้า เช่น ปากใบแบบสะทอโรไซติก และโพลีไซติก ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่แตกต่างจากการศึกษาก่อนหน้านี้ อาจเนื่องมาจากชนิดพืชที่เป็นตัวแทนของสกุลต่างชนิดกัน หรือพืชบางชนิดอาจมีการแปรผันของลักษณะกายวิภาคศาสตร์ตามสิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ ดังนั้นจึงควรมีการเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่

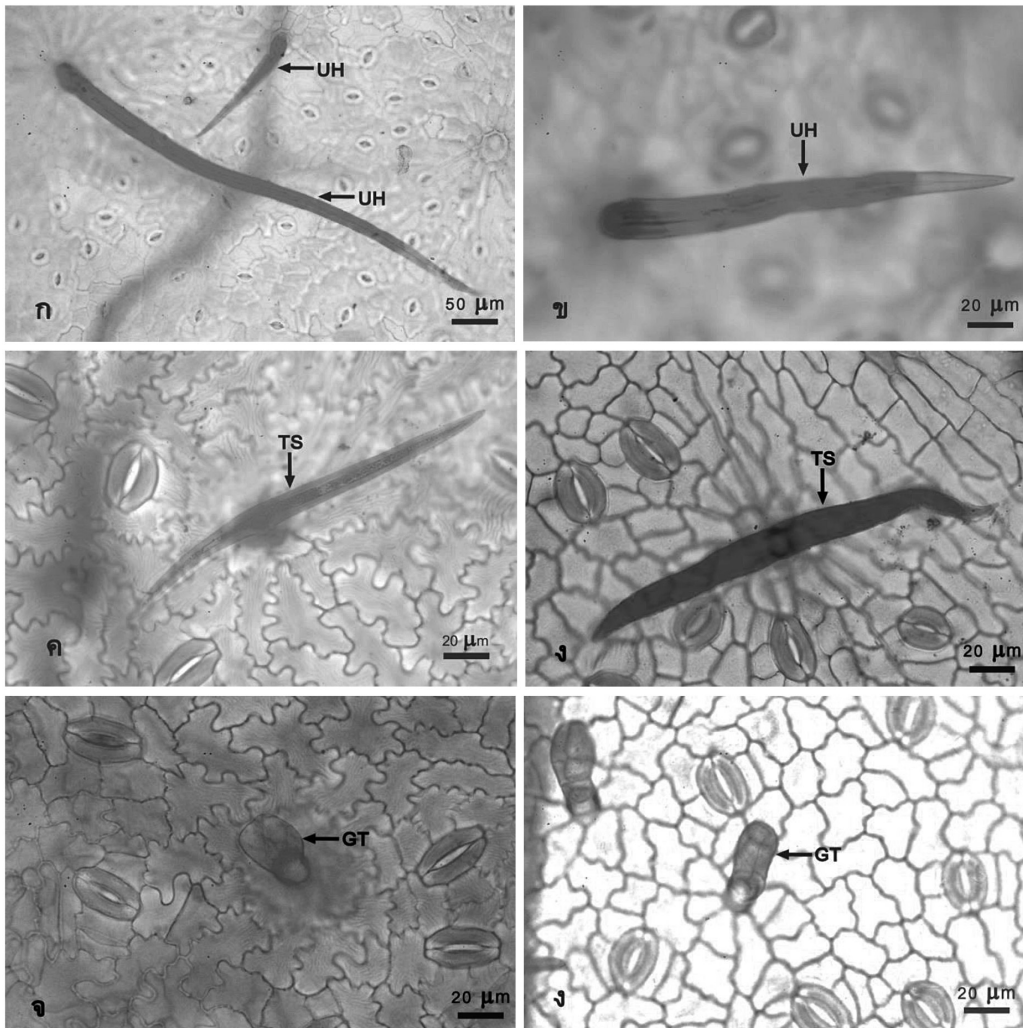
การกระจายพันธุ์ของพืชแต่ละชนิด การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์เนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับในครั้งนี ถือเป็นการเพิ่มพูนข้อมูลทางอนุกรมวิธานของพืชวงศ์มะเกลือในประเทศไทยสามารถใช้เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับต่อยอดงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่อไปได้



รูปที่ 1 ผิวเคลือบคิวทินและรูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับบางชนิด: ก. ผิวเคลือบคิวทินเป็นริ้วเรียงขนาน เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยม และผนังเซลล์เรียบ (*D. filipendula*) ข. ผิวเคลือบคิวทินเรียบ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยม และผนังเซลล์เรียบ (*D. winitii*) ค. ผิวเคลือบคิวทินเรียบ เซลล์รูปร่างไม่แน่นอน ผนังเซลล์เว้าตื้น (*D. mollis*) ง. ผิวเคลือบคิวทินเป็นริ้วแตกเป็นแขนง เซลล์รูปร่างไม่แน่นอน ผนังเซลล์เว้าตื้น (*D. wallichii*) จ. ผิวเคลือบคิวทินเรียบ เซลล์มีรูปร่างคล้ายจิกชอว์ ผนังเซลล์เว้าลึก (*D. rhodocalyx*) และ ฉ. ผิวเคลือบคิวทินเป็นริ้วเรียงขนาน เซลล์มีรูปร่างคล้ายจิกชอว์ ผนังเซลล์เว้าลึก (*D. coetanea*)



รูปที่ 2 ชนิดปากใบของพืชสกุลมะพลับบางชนิด: ก. และ ข. ปากใบแบบอะนอโมไซติก (ก. *D. coetanea* และ ข. *D. winitii*) ค. และ ง. ปากใบแบบแอคทิโนไซติก (ค. *D. gracilis* และ ง. *D. undulata*) จ. และ ฉ. ปากใบแบบไซโคลไซติก (จ. *D. buxifolia* และ ฉ. *D. wallichii*)



รูปที่ 3 ลักษณะขนในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลมะพลับบางชนิด: ก. และ ข. ขนเซลล์เดี่ยว (ก. *D. apiculata* และ ข. *D. buxifolia*) ค. และ ง. ขนเซลล์เดี่ยวรูปร่างคล้ายตัวที (ค. *D. coetanea* และ ง. *D. rhodocalyx*) จ. และ ฉ. ขนต่อม (จ. *D. coetanea* และ ฉ. *D. rhodocalyx*) (GT = ขนต่อม TS = ขนเซลล์เดี่ยวรูปร่างคล้ายตัวที และ UH = ขนเซลล์เดี่ยว)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินทุนโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ขอขอบคุณ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และเครื่องมือในการทำวิจัย ขอขอบคุณ ผศ.ดร.จรัส ลีรติวงศ์ จากภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ดร.พนม สุทธิศักดิ์โสภณ จากคณะวัฒนธรรมสิ่งแวดล้อมและการท่องเที่ยวเชิงนิเวศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เจ้าหน้าที่งานสวนพฤกษศาสตร์ ศูนย์ศึกษาพัฒนาเขาหินซ้อนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ สวนรวมพรรณไม้มิ่งมงคลพระราชทาน 76 จังหวัด สวนสมุนไพรกระทรวงสาธารณสุข และสวนหลวง ร.9 ที่อนุเคราะห์ตัวอย่างพรรณไม้บางชนิด และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้ และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่อำนวยความสะดวกในการศึกษาตัวอย่างพรรณไม้แห้ง

เอกสารอ้างอิง

- Contreras, L. S. & Lersten, N. R. (1984). Extrafloral nectaries in Ebenaceae: anatomy, morphology, and distribution. *American Journal of Botany*. 71(6), 865-872.
- De Candolle, A. P. & Candolle, A. L. P. P. (1844). *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis sive enumeratio contracta ordinum, generum specierumque plantarum huc usque cognitarum. Juxta methodi Naturalis Normas Digesta*. Sumptibus Sociorum 8.
- Duangjai, S., Wallnöfer, B., Samuel, R., Munzinger, J. & Chase, M. W. (2006). Generic delimitation and relationships in Ebenaceae *sensu lato*: evidence from six plastid DNA regions. *American Journal of Botany*. 93(12), 1808-1827.
- Guardner, S. & Chayamarit. (2015). *Southern Forest*. Bangkok: Kobfai. (in Thai)
- Hallé, F., Oldeman, R. A. & Tomlinson, P. B. (1978). *Opportunistic Tree Architecture. In Tropical Trees and Forests*. Berlin: Springer.
- Heywood, V. H., Brummitt, R. K., Culham, A. & Seberg, O. (2007). *Flowering Plant Families of the World*. Ontario: Firefly Books.
- Hiern, W. P. (1873). *A Monograph of Ebenaceae*. Cambrid: University Press.
- Johansen, D. A. (1940). *Plant Microtechnique*. New York and London: Mc. Graw-Hill Book Co.

- Kalita, D. & Devi, N. (2015). Observations on the foliar architecture and micro-morphology of *Diospyros lanceifolia* Roxburgh (Ebenaceae). **Pleione**. 9(2), 449-455.
- Ketsamul & Nualsri. (2013). Genetic diversity of genus *Diospyros* in southern Thailand using RAPD (Random amplified polymorphic DNA) technique. **Journal of Agriculture**. 29(3), 207-319. (in Thai)
- Lersten, N. & Curtis, J. (2001). Idioblasts and other unusual internal foliar secretory structures in Scrophulariaceae. **Plant Systematics and Evolution**. 227(1-2), 63-73.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. (1957). **Anatomy of the Dicotyledons Leaves, Stem, and Wood in Relation to Taxonomy Vol.II**. London: Oxford University Press.
- Paudel, N. & Heo, K. (2017). Morphology and anatomy: leaf, petiole and seed of *Disospyros kaki* Thunb. (Ebenaceae). **International Journal of Scientific Reports**. 4(1), 1-4.
- Phengkai, C. (1981). Ebnaceae. In: **Flora of Thailand**. Smitinand,T. & Larsen, K. (Eds.) Vol. 2 Part 4. Bangkok: The TISTR Press.
- Rodriguez, H. G., Maiti, R. & Kumari A. (2017). Comparative anatomy of leaf lamina of twenty six woody species of *Tamaulipan thornscrub* from northeastern Mexico and its significance in taxonomic delimitation and adaptation of the species to xeric environments. **Pakistan Journal of Botany**. 49(2), 589-596.
- Suriyapananon, T.(2005). Comparative morphology and anatomy of *Diospyros*'s rootstocks. **Proceedings of 43rd Kasetsart University Annual Conference: Plants**. 53-61. (in Thai)
- Suwama, T., Watanabe, K., Monthakantirat, O., Luecha, P., Noguchi, H., Watanabe, K. & Umehara, K. (2018). Naphthalene glycosides in the Thai medicinal plant *Diospyros mollis*. **Journal of Natural Medicines**. 72(1), 220-229.
- Venkatasamy, S., Khittoo, G., Nowbuth, P. & Vencatasamy, D. R. (2006). Phylogenetic relationships based on morphology among the *Diospyros* (Ebenaceae) species endemic to the Mascarene Island. **Botanical Journal of The Linnean Society**. 150(3), 307-313.
- Ugbogu, O. A., Olowokudejo, J. D. & Ogundipe, O. T. (2016). Leaf epidermal morphology of *Diospyros* (Ebenaceae) in Nigeria. **Phytologia Balcanica: International Journal of Balkan Flora and Vegetation**. 22(3), 377-385.

- Utsunomiya, N., Subhadrabandhu, S., Yonemori, K., Oshida, M., Kanzaki, S., Nakatsubo, F. & Sugiura, A. (1998). *Diospyros* species in Thailand: their distribution, fruit morphology and uses. **Economic Botany**. 52(4), 343.
- Wallnöfer, B. (2001). The biology and systematics of Ebenaceae: a review. **Serie B für Botanikund Zoologie**. (103), 485-512.
-