

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรย (*Gomphrena* L.) ในประเทศไทยอาติกะห์ จะปะกียา¹ อนิษฐาน ศรีนวล^{2*} วิโรจน์ เกษรบัว³

Received : April 17, 2020

Revised : August 18, 2020

Accepted : August 25, 2020

บทคัดย่อ

ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรย (*Gomphrena* L.) ในประเทศไทย จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *Gomphrena celosioides* Mart., *G. globosa* L. และ *G. serrata* L. เพื่อบรรยายลักษณะกายวิภาคศาสตร์ สร้างรูปวิธานสำหรับระบุชนิดพืช และเป็นฐานข้อมูลของพืชสกุลบานไม่รู้โรยในประเทศไทย โดยเตรียมสไลด์ตัวอย่างด้วยกรรมวิธีลอกผิว (Peeling method) และกรรมวิธีพาราฟฟิน (Paraffin method) ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบลักษณะสำคัญที่สามารถนำมาระบุชนิดพืชได้คือ 1) รูปร่างและลักษณะผนังเซลล์ด้านตั้งฉากกับผิวของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว 2) รูปร่างเส้นกลางใบด้านล่าง 3) การมีหรือไม่มีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในก้านใบ และ 4) ความหนาแน่นของไทรโคมบริเวณเนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่าง พืชที่มีความหนาแน่นของไทรโคมมากที่สุดคือ *G. celosioides* (23 ± 2.57 ไทรโคมต่อตารางมิลลิเมตร) และพืชที่มีความหนาแน่นน้อยที่สุดคือ *G. serrata* (11 ± 2.31 ไทรโคมต่อตารางมิลลิเมตร)

คำสำคัญ: กายวิภาคศาสตร์พืช แผ่นใบและก้านใบ พืชสกุลบานไม่รู้โรย

¹ นักศึกษาระดับปริญญาโท คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพมหานคร อีเมล: atikah.chapakiya@sg.swu.ac.th

² ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
กรุงเทพมหานคร อีเมล: a.srinual.swu@gmail.com

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
อุบลราชธานี อีเมล : wirot.k@ubu.ac.th

* ผู้นิพนธ์หลัก อีเมล: a.srinual.swu@gmail.com

LEAF BLADE AND PETIOLE ANATOMICAL CHARACTERISTICS OF *GOMPHRENA* L. IN THAILAND

Atikah Chapakiya¹ Anitthan Srinual^{2*} Wirot Kesonbua³

Abstract

An investigation of leaf blade and petiole anatomical characteristics of *Gomphrena* L. in Thailand including *Gomphrena celosioides* Mart., *G. globosa* L. and *G. serrata* L. The purpose of this research was to describe and assign anatomical characteristics to the species identification key and serve as a database of *Gomphrena* in Thailand. The methods used in examining were the epidermal peeling method and the paraffin method. A light microscope was used to study of anatomical characteristics. These findings indicated that the considerable anatomical characteristics for species identification are 1) shape and anticlinal wall outline of the epidermal cells 2) shape of midrib on abaxial side 3) the presence or absence of collenchyma in petiole and 4) the density of trichome on abaxial epidermis, highest trichome density was observed in *G. celosioides* (23 ± 2.57 trichome/mm²) and lowest in *G. serrata* (11 ± 2.31 trichome/mm²).

Keywords: Plant anatomy, Leaf blade and petiole, *Gomphrena*

¹ Master student, Faculty of Science, Srinakharinwirot University
Bangkok, e-mail: atikah.chapakiya@g.swu.ac.th

² Assistant Professor Dr. Faculty of Science, Srinakharinwirot University
Bangkok, e-mail: a.srinual.swu@gmail.com

³ Assistant Professor Dr. Faculty of Science, Ubon Ratchathani University,
Ubon Ratchathani, e-mail: wirot.k@ubu.ac.th

* Corresponding author, e-mail: a.srinual.swu@gmail.com

บทนำ

พืชสกุลบานไม่รู้โรย (*Gomphrena* L.) จัดอยู่ในวงศ์บานไม่รู้โรย (Amaranthaceae) มีลักษณะวิสัยเป็นไม้ล้มลุกอายุปีเดียวหรือหลายปี ลำต้นมีขนมากหรือน้อย ใบออกตรงข้าม ขอบเรียบ ลักษณะช่อดอกออกบริเวณปลายหรือซอกใบ หรือช่อดอกเชิงลดสั้น ดอกเป็นดอกสมบูรณ์เพศ ใบประดับติดแน่นไม่ร่วง ใบประดับย่อย 2 ใบ กลีบรวงร่วงง่าย บางใส เป็นร่องคล้ายท้องเรือ มีสี กลีบรวง 5 กลีบ ขนาดสั้นเชื่อมติดกันที่ฐาน แผ่นใบด้านบนมีขนเหมือนขนแกะขึ้นหนาแน่น เกสรเพศผู้ 5 อัน ก้านชูเกสรเพศผู้เชื่อมติดกันครึ่งหนึ่งของความยาวหรือมากกว่า ปลายแยกเป็นแฉกลึก รังไข่แบนราบตามแนวยาว ยอดเกสรเพศเมียแยกเป็นแฉกลึก 2 แฉก ก้านชูรังไข่ห้อยลงตรงและยาว ราบแบนตามแนวยาว ผลแบบกระเปาะเมื่อแก่ไม่แตก (Chayamarit, 1992)

ในประเทศไทยสามารถพบพืชสกุลนี้ได้ทั่วไปทุกภูมิภาคและมีรายงานในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทย (Chayamarit, 1992) และรายชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ (สำนักงานหอพรรณไม้, 2557) จำนวน 2 ชนิด คือ *Gomphrena celosioides* Mart. (บานไม่รู้โรยป่า) และ *G. globosa* L. (บานไม่รู้โรย) ในขณะที่ Chen and Li (2012) รายงานในหนังสือพรรณพฤกษชาติของประเทศไทยได้เห็นว่าพบพืชสกุลบานไม่รู้โรยชนิด *G. serrata* L. โดยพืชดังกล่าวมีรายงานการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยจัดเป็นพืชที่มีแนวโน้มรุกรานและเป็นวัชพืชที่ขึ้นตามแปลงปลูกทั่วไป (พงศ์เทพ สุวรรณวาริ, 2558) ดังนั้น พืชสกุลนี้จึงมีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทยจำนวนทั้งสิ้น 3 ชนิด โดยพืชสกุลนี้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลายด้าน

ปัจจุบันพืชบางชนิดในสกุลบานไม่รู้โรยยังมีปัญหาในการจัดจำแนกและระบุชนิดพืชให้ถูกต้องเนื่องจากมีลักษณะสัณฐานวิทยาที่คล้ายคลึงกันมาก (El-Ghamery et al., 2017) เช่น *G. celosioides* และ *G. serrata* มีลักษณะลำต้นและใบคล้ายกัน จึงมักเข้าใจผิดว่าเป็นพืชชนิดเดียวกัน หากไม่ได้พิจารณาถึงองค์ประกอบภายในของดอก เช่น กลีบรวงและยอดเกสรเพศเมีย (Chen & Li, 2012) จึงมีการนำข้อมูลการศึกษาในด้านต่าง ๆ มาใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการจัดจำแนกและระบุชนิดพืช ซึ่งกายวิภาคศาสตร์เป็นอีกเทคนิคหนึ่งที่สามารถนำมาใช้ในการระบุชนิดพืชได้ในกรณีที่พืชมีสัณฐานวิทยาที่ใกล้เคียงกัน และใช้ในการระบุชนิดพืชได้ในกรณีที่พืชมีเฉพาะโครงสร้างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ (Vegetative structure) เช่น ใบและลำต้น

การศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลบานไม่รู้โรยโดยส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยจากต่างประเทศ ซึ่งมีการรายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์ทั่วไปของพืชสกุลนี้และพบว่าสามารถนำลักษณะกายวิภาคศาสตร์บางลักษณะมาใช้ในการระบุชนิดพืชได้ (Carvalho et al., 2010; Metcalfe & Chalk, 1957; Ogundipe et al., 2008) ส่วนในประเทศไทยยังไม่มีรายงานการศึกษากายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลบานไม่รู้โรยที่มีการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบ เพื่อนำลักษณะที่ได้มาสร้างฐานข้อมูลสำหรับระบุชนิดพืชและเป็นข้อมูลสำหรับการตรวจสอบเอกลักษณ์ของพืชแต่ละชนิด อีก

ทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ต่อยอดในงานวิจัยด้านอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านแพทย์แผนโบราณ บรรพชีวินวิทยา เกษศาสตร์ หรือเกษตรศาสตร์ เป็นต้น

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เปรียบเทียบลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรยในประเทศไทย
2. บรรยายลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชที่ศึกษา
3. สร้างรูปวิธานโดยใช้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ในการระบุชนิดพืชที่ศึกษา

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่างและระบุชื่อวิทยาศาสตร์

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพืชสกุลบานไม่รู้โรย สืบค้นและเก็บตัวอย่างพืชที่เจริญเติบโตเต็มที่และมีโครงสร้างที่สมบูรณ์ จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ *G. celosioides* (บานไม่รู้โรยป่า) *G. globosa* (บานไม่รู้โรย) และ *G. serrata* พืชที่ศึกษาทั้งสามชนิดเจริญในสภาพแวดล้อมคล้ายกันคือในที่โล่งแจ้งมีแสงแดดส่องถึงตลอดทั้งวัน สภาพดินเป็นดินร่วนปนทราย โดยเก็บตัวอย่างพืชแต่ละชนิด ชนิดละ 15 ตัวอย่าง ตัวอย่างที่เก็บได้ส่วนหนึ่งนำมาเก็บเป็นพรรณไม้อ้างอิง (หมายเลขตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิง *G. celosioides* (A. Chapakiya 03/2562), *G. globosa* (A. Chapakiya 016/2562) และ *G. serrata* (A. Chapakiya 04/2562)) และระบุชื่อวิทยาศาสตร์โดยใช้รูปวิธานจาก Flora of Thailand (Chayamarit, 1992) และ Flora of Taiwan (Chen & Li, 2012) ตัวอย่างอีกส่วนหนึ่งนำมารักษาสภาพเซลล์ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เพื่อนำมาเตรียมสไลด์ถาวรกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบ เก็บรักษาตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงและตัวอย่างดองไว้ที่ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2. ศึกษาเนื้อเยื่อชั้นผิวใบโดยกรรมวิธีลอกผิว (Peeling method) ตามวิธีของ Johansen (1940)

ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวโดยนำตัวอย่างที่รักษาสภาพเซลล์ไว้ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ มาลอกผิวด้านที่ไม่ต้องการออกด้วยใบมีดโกน จากนั้นนำมาย้อมด้วยสีซาฟรานิน (Safranin) ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ที่ละลายในเอทานอล 70 เปอร์เซ็นต์ ดึงน้ำออก (Dehydrate) ด้วยสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 70, 95 และ 100 เปอร์เซ็นต์ และย้ายตัวอย่างไปแช่ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ผสมกับไซลีน (Xylene) อัตราส่วน 1 : 1 จากนั้นทำให้ตัวอย่างใสโดยนำไปแช่ในสารละลายไซลีน เป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำตัวอย่างมาฟีนิกส์ไลต์ด้วย DePeX ตัวอย่างพืชแต่ละชนิดทำสไลด์ถาวรจำนวน 15 ซ้ำ

3. ศึกษาภาคตัดขวางของแผ่นใบและก้านใบโดยกรรมวิธีพาราฟฟิน (Paraffin method) ตามวิธีของ Johansen (1940)

ตัดชิ้นตัวอย่างแผ่นใบพืช 3 บริเวณ คือ เส้นกลางใบ ขอบใบ และระหว่างขอบใบกับเส้นกลางใบ ตัดบริเวณกึ่งกลางของก้านใบ บริเวณละ 15 ซม. จากนั้นนำชิ้นส่วนดังกล่าวแช่ไว้ในสารละลายเอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง ดึงน้ำออกด้วยสารละลาย tertiary butyl alcohol (TBA) แล้วมาแช่ในสารละลาย TBA บริสุทธิ์กับพาราฟฟินออยล์ (Paraffin oil) อัตราส่วน 1:1 จากนั้นแช่ชิ้นตัวอย่างพืชในพาราฟฟินบริสุทธิ์และนำเข้าสู่ตู้อบที่อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซลเซียส ผึ่งชิ้นตัวอย่างพืช (Embedding) ลงในแมกนิพิมพ์ เมื่อพาราฟฟินแข็งตัวแล้วนำไปตัดด้วยเครื่องมือโครโทมแบบเลื่อน (Sliding microtome) นำริบบ่อนที่ได้มาติดบนสไลด์ด้วยเจลาติน (Gelatin) ย้อมสีย้อมสไลด์ตัวอย่างด้วยสีซาฟรานินและฟาสต์กรีน (Fast green) และฟีนิกสไลต์ด้วย DePeX

4. การศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์จากสไลด์ถาวร

บรรยายลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์จากสไลด์ถาวรที่ได้จากกรรมวิธีลอกผิวและกรรมวิธีพาราฟฟินด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง วัดขนาดเซลล์และความหนาแน่นของโทรโคม (Trichome density) จำนวน 25 เซลล์ โดยใช้โปรแกรม ImageJ และหาค่าดัชนีความหนาแน่นของปากใบ (Stomatal index) แล้วนำข้อมูลเชิงปริมาณไปวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS จากนั้นนำลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่ได้มาสร้างรูปวิธานระบุชนิดพืช และบันทึกภาพลักษณะเซลล์และเนื้อเยื่อด้วยกล้อง LEICA MC170HD

ผลการวิจัย

จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลบานไม่รู้โรย จำนวน 3 ชนิด พืชแต่ละชนิดมีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ทั่วไป ดังนี้

1. *G. celosioides* (บานไม่รู้โรยป่า)

เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างไม่แน่นอน (Irregular shape) มีผิวเคลือบคิวทินเรียบ ผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเว้าตื้น (Sinuous wall) ทั้งสองด้าน มีปากใบแบบอะนอโมไซติก (ภาพที่ 1 ก และ ข) โทรโคมเป็นแบบขนหลายเซลล์กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบทั้งด้านบนและด้านล่าง (ภาพที่ 1 ช) มีช่องสารหลั่ง (Secretory cavity) (ตารางที่ 1) โทรโคมมีความหนาแน่น 5 และ 23 โทรโคมต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร ปากใบด้านบนและด้านล่างมีความหนาแน่น 305 และ 116 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ความหนาแน่นของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง 1084 และ 795 เซลล์ต่อตารางมิลลิเมตร และปากใบด้านบนและด้านล่างมีดัชนีความหนาแน่นปากใบ 23 และ 17 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของแผ่นใบในบริเวณขอบใบมีปลายขอบใบมน (ภาพที่ 2 ก) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน บริเวณเส้นกลางใบที่แผ่นใบด้านบนและแผ่นใบด้านล่างมีรูปร่างครึ่งวงกลม (ภาพที่ 2 ข) มัดท่อลำเลียง (Vascular bundle) แบบเคียงข้าง 1 มัด มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียงล้อมรอบมัดท่อลำเลียง ภายในมัดท่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยคล้ายวุ้น (Gelatinous fiber) ไม่พบเซลล์เส้นใยปกติ (Fiber) (ตารางที่ 1) บริเวณเส้นกลางใบมีผลิกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma cell) ในบริเวณคอร์เทกซ์ และมีจำนวนมัดท่อลำเลียง 1 มัด (ตารางที่ 1) บริเวณระหว่างขอบใบและเส้นกลางใบมีเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียง 1 ชั้น ใบเป็นแบบด้านบนและด้านล่างต่างกัน (Dorsiventral mesophyll) มีโครงสร้าง Kranz anatomy แผ่นใบมีเซลล์แพลลิสาด (Palisade cell) ติดกับผิวใบด้านบนเพียงด้านเดียว เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งยาวเรียงเป็นระเบียบ มีเซลล์สปองจี (Spongy cell) เรียงตัวหลายชั้นไม่เป็นระเบียบอยู่ติดกับผิวใบด้านล่าง มักพบผลิกรูปดาวภายในเซลล์พาเรงคิมาและช่องอากาศ (Air space) อยู่บริเวณเซลล์แพลลิสาดและสปองจี (ตารางที่ 1) มีความหนาของชั้นเนื้อเยื่อผิวด้านบนและด้านล่าง 22 และ 27 ไมโครเมตร ชั้นมีโซฟิลล์มีความหนา 221 ไมโครเมตร ชั้นแพลลิสาดมีความหนา 36 ไมโครเมตร ชั้นสปองจีมีความหนา 86 ไมโครเมตร เซลล์คลอเรงคิมา (Chlorenchyma cell) ในชั้นสปองจีที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มท่อลำเลียงมีความหนา 36 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของก้านใบมีมัดท่อลำเลียงคล้ายจันทร์เสี้ยว (ภาพที่ 3 ก) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงตัวกันเป็นระเบียบ 1 ชั้น มีโทรโคมแบบขนหลายเซลล์ บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ (ภาพที่ 3 จ) และมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีผลิกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมา และมีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้างแยกออกหลายมัด ภายในมัดท่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยแบบปกติและเซลล์เส้นใยคล้ายวุ้น (ภาพที่ 3 ง) และมีความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง 18 และ 11 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

2. *G. globosa* (บานไม่รู้โรย)

เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างหลายเหลี่ยม (Polygonal shape) และผิวเคลือบคิวทินเรียบ รูปร่างผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านตรง (Straight wall) ทั้งสองด้าน (ภาพที่ 1 ค และ ง) มีปากใบแบบอะนอโมไซติกและแบบแอนไอโซไซติก มีโทรโคมเป็นแบบขนหลายเซลล์กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบทั้งสองด้าน มีผลิกรูปดาว (Druse crystal) อยู่ภายในเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว รวมถึงช่องสารหลั่ง (ตารางที่ 1) โทรโคมมีความหนาแน่น 13 และ 19 โทรโคมต่อตารางมิลลิเมตร ปากใบด้านบนและด้านล่างมีความหนาแน่น 156 และ 137 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ความหนาแน่นของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง 662 และ 681 เซลล์ต่อตารางมิลลิเมตร และปากใบด้านบนและด้านล่างมีดัชนีความหนาแน่น 19 และ 17 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของแผ่นใบในบริเวณขอบใบมีปลายขอบใบมน (ภาพที่ 2 ค) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน บริเวณเส้นกลางใบที่แผ่นใบด้านบนบนและแผ่นใบด้านล่างมีรูปร่างคล้ายตัวยู (ภาพที่ 2 ง) มีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง แยกออก 2-3 มัด มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียงล้อมรอบมัดท่อลำเลียง ภายในมัดท่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยปกติ และเซลล์เส้นใยคล้ายวุ้น (ตารางที่ 1) บริเวณเส้นกลางใบมีผลิกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมา และมีจำนวนมัดท่อลำเลียง 2-3 มัด (ตารางที่ 1) บริเวณระหว่างขอบใบและเส้นกลางใบ มีเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียง 1 ชั้น มีโครงสร้าง Kranz anatomy ใบเป็นแบบด้านบนและด้านล่างต่างกัน มีเซลล์แฟลชีเขตติดกับผิวใบด้านบนเพียงด้านเดียว เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งยาวเรียงเป็นระเบียบ (ภาพที่ 2 ช) มีเซลล์สpongijiเรียงตัวหลายชั้นไม่เป็นระเบียบอยู่ติดกับผิวใบด้านล่าง มักพบผลิกรูปดาวภายในเซลล์พาเรงคิมาและช่องอากาศอยู่บริเวณเซลล์แฟลชีเขต และสpongiji (ตารางที่ 1) มีความหนาของชั้นเนื้อเยื่อผิวด้านบนและด้านล่าง 44 และ 40 ไมโครเมตร ชั้นมีโซฟิลล์มีความหนา 231 ไมโครเมตร ชั้นแฟลชีเขตมีความหนา 37 ไมโครเมตร ชั้นสpongijiมีความหนา 87 ไมโครเมตร และเซลล์คอลเรนคิมาในชั้นสpongijiที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มท่อลำเลียงมีความหนา 19 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของก้านใบมีมัดท่อลำเลียงคล้ายจันทร์เสี้ยว (ภาพที่ 3 ข) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงตัวกันเป็นระเบียบ 1 ชั้น มีไทรโคมแบบขนหลายเซลล์ บริเวณคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวใบและมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาเป็นส่วนประกอบหลัก และมีผลิกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมา และมีมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้างแยกออกหลายมัด ภายในมัดท่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยปกติและเส้นใยคล้ายวุ้น (ภาพที่ 3 ข) และมีความหนาของชั้นเนื้อเยื่อผิวด้านบนและด้านล่าง 18 และ 18 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

3. *G. serrata* L.

เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างไม่แน่นอน และมีผิวเคลือบคิวทินเรียบ ผิวหนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเว้าตื้นทั้งสองด้าน มีปากใบแบบอะนอโมไซติก (ภาพที่ 1 จ และ ฉ) มีไทรโคมเป็นแบบขนหลายเซลล์กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบทั้งสองด้าน มีช่องสารหลัง (ภาพที่ 1 ช) (ตารางที่ 1) ไทรโคมมีความหนาแน่น 6 และ 11 ไทรโคมต่อตารางมิลลิเมตร ปากใบด้านบนและด้านล่างมีความหนาแน่น 278 และ 168 ปากใบต่อตารางมิลลิเมตร ความหนาแน่นของเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง 908 และ 720 เซลล์ต่อตารางมิลลิเมตร และปากใบด้านบนและด้านล่างมีดัชนีความหนาแน่น 24 และ 19 ปากใบต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของแผ่นใบในบริเวณขอบใบมีปลายขอบใบมน (ภาพที่ 2 จ) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน (ตารางที่ 1) บริเวณเส้นกลางใบที่แผ่นใบด้านบนบนและแผ่นใบด้านล่างมีรูปร่างคล้ายรูปตัวยู (ภาพที่ 2 ฉ) มีมัดท่อลำเลียงเป็นแบบเคียงข้าง 1 มัด มีเยื่อหุ้มท่อลำเลียงล้อมรอบมัดท่อลำเลียง ภายในมัดท่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยคล้ายวุ้น ไม่พบเซลล์เส้นใยปกติ บริเวณเส้นกลางใบมีผลิกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พาเรงคิมาและมี

จำนวนมัดต่อลำเลียง 1 มัด (ตารางที่ 1) บริเวณระหว่างขอบใบและเส้นกลางใบมีเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียง 1 ชั้น ใบเป็นแบบด้านบนและด้านล่างต่างกัน มีโครงสร้าง Kranz anatomy มีเซลล์แพลลิสต์ติดกับผิวใบด้านบนเพียงด้านเดียว เซลล์มีรูปร่างเป็นแท่งเรียงเป็นระเบียบ มีเซลล์สpongiform เรียงตัวหลายชั้นไม่เป็นระเบียบอยู่ติดกับผิวใบด้านล่าง (ภาพที่ 2 ข) มักพบผลึกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พารากิมา (ภาพที่ 3 ข) และช่องอากาศแทรกอยู่ทั้งสองด้านของแผ่นใบ (ตารางที่ 1) มีความหนาของชั้นเนื้อเยื่อผิวด้านบนและด้านล่าง 26 และ 24 ไมโครเมตร ชั้นมีโซฟิลล์มีความหนา 177 ไมโครเมตร ชั้นแพลลิสต์มีความหนา 36 ไมโครเมตร ชั้นสpongiform มีความหนา 69 ไมโครเมตร และเซลล์คอลเลงคิมาในชั้นสpongiform ที่อยู่ถัดจากเยื่อหุ้มต่อลำเลียงมีความหนา 20 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

ภาคตัดตามขวางของก้านใบมีมัดต่อลำเลียงคล้ายจันทร์เสี้ยว (ภาพที่ 3 ค) มีผิวเคลือบคิวทินชัดเจน เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเรียงตัวกันเป็นระเบียบ 1 ชั้น มีโทรโคมแบบขนหลายเซลล์ มีเนื้อเยื่อพารากิมาถัดจากเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ (ภาพที่ 3 ง) ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมา พบผลึกรูปดาวอยู่ภายในเซลล์พารากิมาในบริเวณคอร์เทกซ์ มีมัดต่อลำเลียงเป็นแบบเฉียงข้างแยกออกหลายมัด ภายในมัดต่อลำเลียงมีเซลล์เส้นใยปกติและเซลล์เส้นใยคล้ายวุ้น และมีความหนาด้านบนและด้านล่าง 20 และ 17 ไมโครเมตร (ตารางที่ 2)

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรย เมื่อนำมาพิจารณาาร่วมกันสามารถนำมาสร้างเป็นรูปวิธาน ดังนี้

รูปวิธานระบุชนิด โดยใช้ลักษณะกายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบ

1. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างไม่แน่นอน..... 2
1. เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวทั้งด้านบนและด้านล่างมีรูปร่างแบบหลายเหลี่ยม..... *G. globosa*
2. รูปร่างเส้นกลางใบครึ่งวงกลมและมีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในก้านใบ..... *G. celosioides*
2. รูปร่างเส้นกลางใบรูปตัวยูและไม่มีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมาในก้านใบ..... *G. serrata*

ตารางที่ 1 กายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรยที่ศึกษา

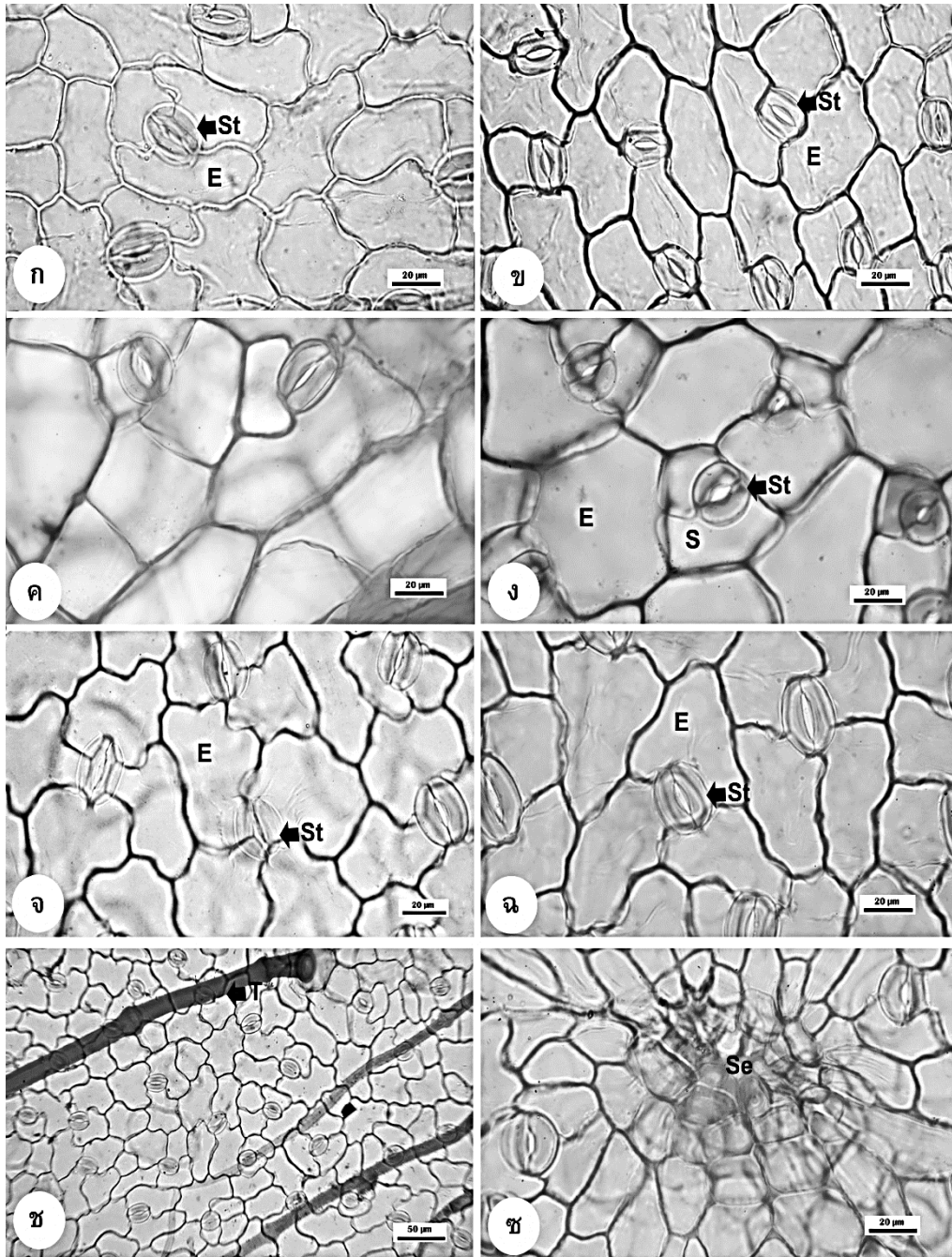
โครงสร้างพืช	ลักษณะกายวิภาคศาสตร์	ชนิดพืชที่ศึกษา			
		<i>G. celosioides</i>	<i>G. globosa</i>	<i>G. serrata</i>	
เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ	ด้านบน	รูปร่างเซลล์	Ir	Po	Ir
		ผนังเซลล์	Si	St	Si
		ชนิดปากใบ	An	An/ Ani	An
		ผลิกรูปดาว	-	+	-
		โครงสร้างสารหลัง	+	-	+
		ไทรโคม	+	+	+
	ด้านล่าง	รูปร่างเซลล์	Ir	Po	Ir
		ผนังเซลล์	Si	St	Si
		ชนิดปากใบ	An	An/ Ani	An
		ผลิกรูปดาว	-	-	-
		โครงสร้างสารหลัง	+	+	+
		ไทรโคม	+	+	+
แผ่นใบ	ขอบใบ	รูปร่างขอบใบ	Ub	Ub	Ub
	เส้นกลางใบ	รูปร่างด้านบน/ด้านล่าง	Cv/ Sem	Cv/ U	Cv/ U
		ผลิกรูปดาว	+	+	+
		จำนวนมัดท่อลำเลียง	1	2-3	1
ก้านใบ	เนื้อเยื่อพื้น	Pa/ C	Pa/ C	Pa	

หมายเหตุ - = ไม่ปรากฏ, + = ปรากฏ, An= ปากใบอะนอโมไซติก, Ani= ปากใบแอนไอไซติก, C= คอลเลงคิมา, Cv= โค้งนูน, Ir= รูปร่างไม่แน่นอน, Pa= พาเรงคิมา, Po= รูปร่างหลายเหลี่ยม, Sem= รูปร่างครึ่งวงกลม, Si= เว้าตื้น, St= ตรง, U= รูปร่างคล้ายรูปตัวยู และ Ub= ขอบปลายมน

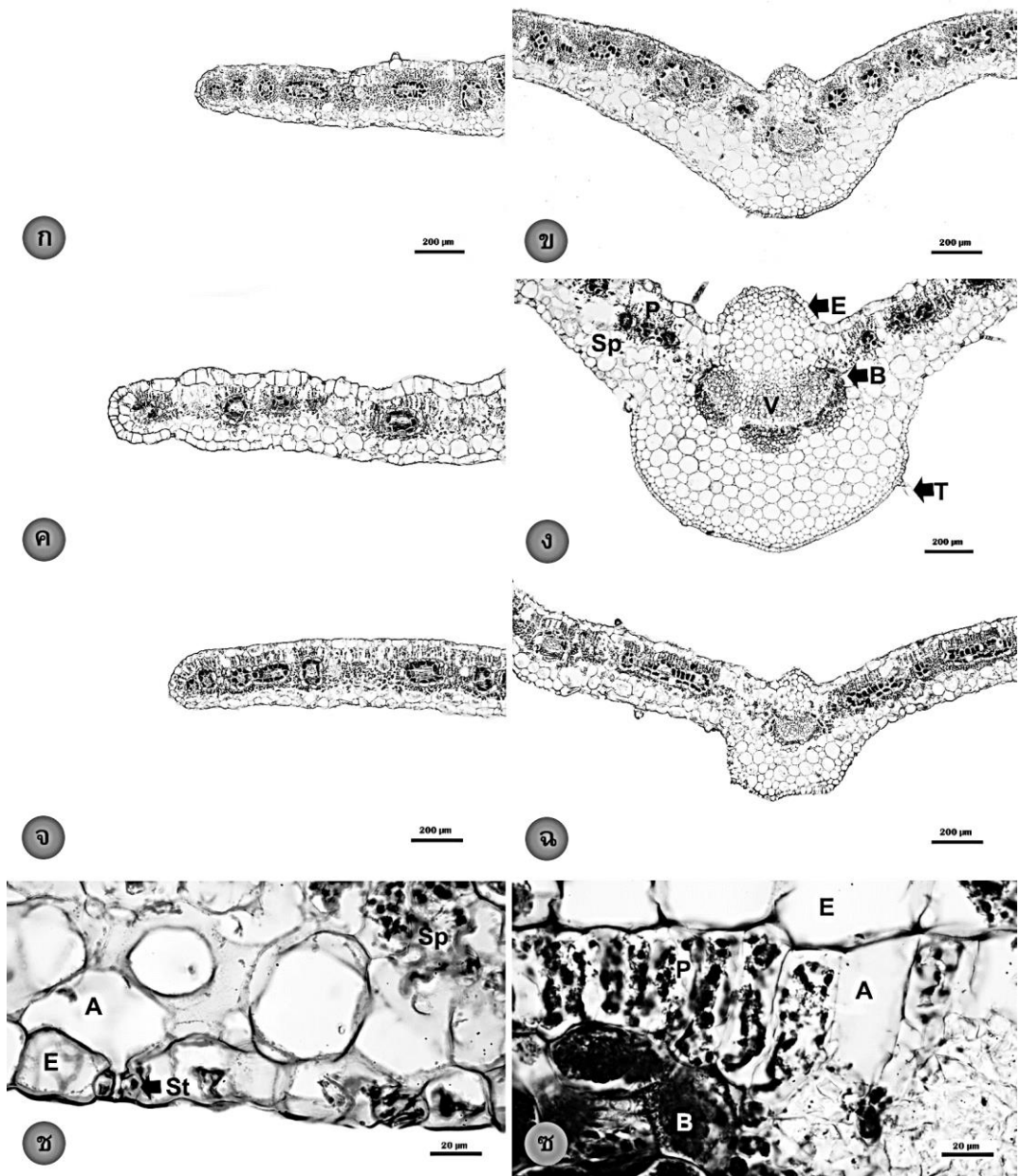
ตารางที่ 2 ข้อมูลเชิงปริมาณของแผ่นใบและก้านใบพืชสกุลบานไม่รู้โรยที่ศึกษา

โครงสร้างพืช		ชนิดพืชที่ศึกษา			F	p
เนื้อเยื่อชั้นผิวใบ (1 mm ²)		<i>G. celosioides</i>	<i>G. globosa</i>	<i>G. serrata</i>		
ความหนาแน่นไทรโคม	ด้านบน	5 ± 2.26 ^b	13 ± 4.10 ^a	6 ± 2.54 ^b	17.504	.000*
	ด้านล่าง	23 ± 2.57 ^a	19 ± 5.43 ^b	11 ± 2.31 ^c	24.652	.000*
ความหนาแน่นปากใบ	ด้านบน	305 ± 3.07 ^a	156 ± 2.15 ^b	278 ± 3.27 ^a	29.705	.000*
	ด้านล่าง	166 ± 2.59 ^a	137 ± 1.07 ^b	168 ± 1.27 ^a	3.619	.041*
ความหนาแน่นเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว	ด้านบน	1084 ± 6.78 ^a	662 ± 7.86 ^c	908 ± 8.73 ^b	28.679	.000*
	ด้านล่าง	795 ± 8.92 ^a	681 ± 4.48 ^b	720 ± 8.73 ^{ab}	2.975	.068
ดัชนีความหนาแน่นปากใบ	ด้านบน	23 ± 3.42 ^a	19 ± 2.36 ^b	24 ± 2.67 ^a	7.636	.002*
	ด้านล่าง	17 ± 3.13 ^{ab}	17 ± 1.21 ^b	19 ± 0.60 ^a	2.654	.089
ภาคตัดขวางแผ่นใบและก้านใบ (μm)						
ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว	ด้านบน	22 ± 2.32 ^c	44 ± 7.98 ^a	26 ± 4.46 ^b	119.278	.000*
	ด้านล่าง	27 ± 4.55 ^b	40 ± 6.18 ^a	24 ± 4.02 ^b	68.055	.000*
ความหนาของชั้นมิโซฟิลล์		211 ± 14.42 ^b	231 ± 18.34 ^a	177 ± 14.06 ^c	76.214	.000*
ความหนาของชั้นแพลลิด		36 ± 3.93 ^a	37 ± 5.78 ^a	36 ± 3.48 ^a	0.409	.666
ความหนาของชั้นสปองจี		86 ± 14.25 ^a	87 ± 16.27 ^a	69 ± 10.47 ^b	13.787	.000*
ความหนาของคลอเรงคิมาในชั้นสปองจี		36 ± 5.02 ^a	19 ± 4.15 ^b	20 ± 3.83 ^b	115.067	.000*
ความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิวก้านใบ	ด้านบน	18 ± 1.75 ^b	18 ± 2.31 ^b	20 ± 3.50 ^a	8.054	.001*
	ด้านล่าง	11 ± 2.10 ^b	18 ± 2.55 ^a	17 ± 2.83 ^a	50.239	.000*

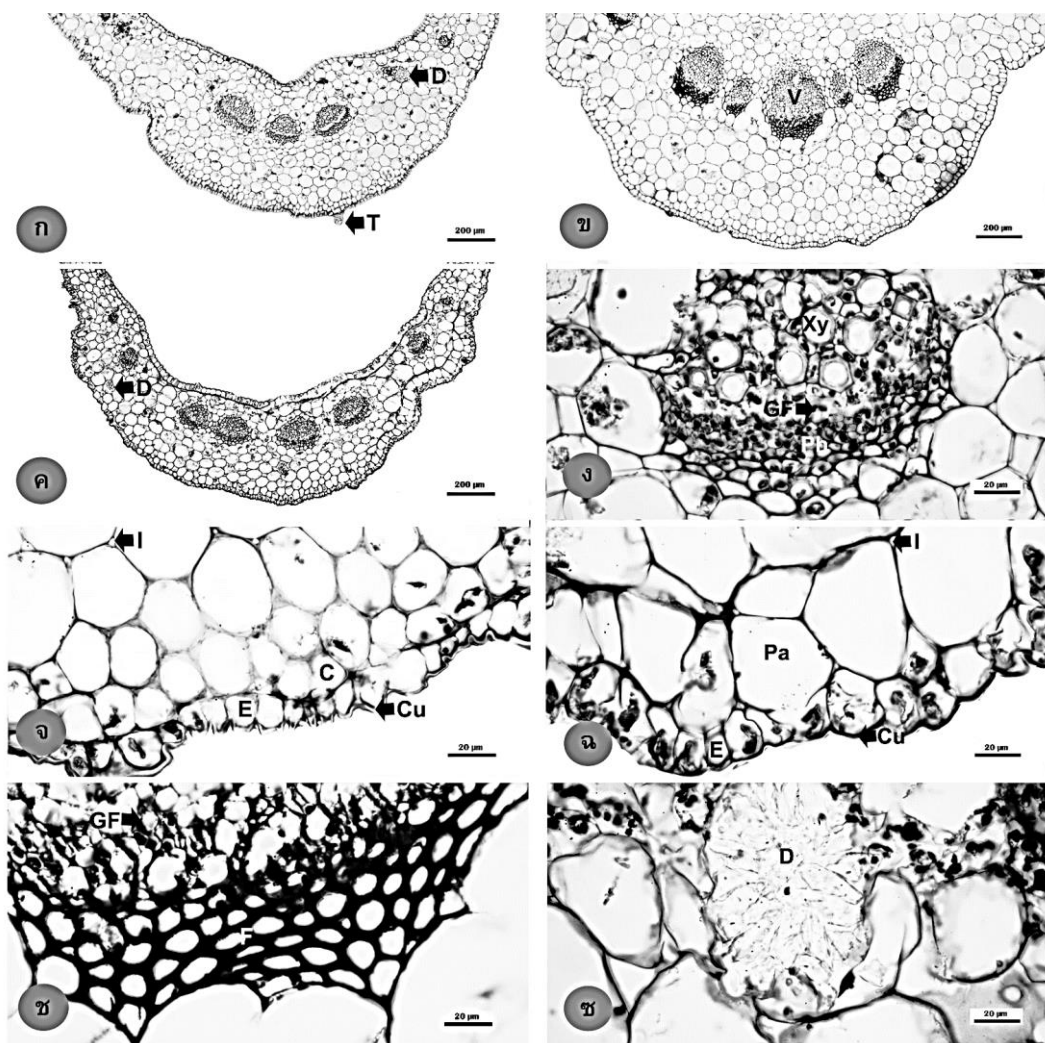
หมายเหตุ *มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05, F = ค่าการทดสอบความแปรปรวน, p = ค่าความน่าจะเป็นในการทดสอบสมมติฐานที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05, อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก (a, b, c) ที่แตกต่างกัน หมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 1 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ: ก.-ข. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่าง (*G. celosioides*) ค.-ง. เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่าง (*G. globosa*) จ.-ด.เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านบนและด้านล่าง (*G. serrata*) ข. ไทรโคมแบบขนหลายเซลล์ (*G. celosioides*) และ ช. ช่องสารหลัง (*G. serrata*) (E = เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ, Se = ช่องสารหลัง, St = ปากใบ และ T = ไทรโคม)



ภาพที่ 2 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในภาคตัดขวางแผ่นใบ: ก.-ง. ขอบใบและเส้นกลางใบของ (ก.-ข. *G. celosioides* ค.-ง. *G. globosa* และ จ.-ด. *G. serrata*) ข. แผ่นใบด้านล่าง (*G. serrata*) และ ช. แผ่นใบด้านบน (*G. globosa*) (A = ช่องอากาศ, B = เยื่อหุ้มท่อลำเลียง, D = ผลิกรูปดาว, E = เซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว, P = แพลลิเซด, Sp = สpongจี, St = ปากใบ และ T = ไทรโคม)



ภาพที่ 3 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ในภาคตัดขวางก้านใบ (ก.-ข.) และแผ่นใบ (ช.): ก.-ค. มัดท่อลำเลียงคล้าย จันทรีเสี้ยว (ก. *G. celosioides* ข. *G. globosa* และ ค. *G. serrata*) ง.-จ. มัดท่อลำเลียงและเนื้อเยื่อ คอลเลงคิมาติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างของก้านใบ (*G. celosioides*) ฉ. เนื้อเยื่อพาแรงคิมาติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวด้านล่างของก้านใบ (*G. serrata*) ช. เซลล์เส้นใยคล้ายวุ้นและเส้นใยปกติของก้านใบ (*G. globosa*) และ ซ. ผลิกรูปดาวในเซลล์พาแรงคิมาของแผ่นใบ (*G. serrata*) (C = คอลเลงคิมา, Cu = ผิวเคลือบคิวทิน, D = ผลิกรูปดาว, E = เนื้อเยื่อชั้นผิว, F = เส้นใยปกติ, GF = เส้นใยคล้ายวุ้น, I = ช่องว่างระหว่างเซลล์, Pa = พาแรงคิมา, Ph = เนื้อเยื่อโฟลเอ็ม, T = ไทรโคม, V = มัดท่อลำเลียง และ Xy = เนื้อเยื่อไซเล็ม)

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษากายวิภาคศาสตร์แผ่นใบและก้านใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรย พบลักษณะที่สามารถนำมาพิจารณาการระบุชนิด ได้ดังนี้

1. รูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิว พืชที่ศึกษามีเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวรูปร่างไม่แน่นอนและมีผนังเซลล์เว้าตื้น ยกเว้นบานไม่รู้โรยที่มีเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมและมีผนังเซลล์เรียบ ลักษณะดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการระบุชนิดพืชที่ศึกษาได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Carvalho et al. (2010) ที่กล่าวถึงความสำคัญของรูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของพืชสกุลบานไม่รู้โรยต่อการระบุชนิดและการจัดจำแนกด้านอนุกรมวิธาน และสามารถระบุชนิดพืชเบื้องต้นจากรูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบ นอกจากนี้ Ogundipe et al. (2008) ได้รายงานว่าบานไม่รู้โรยปามีรูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบแบบไม่แน่นอน มีผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวเว้าตื้นและมีปากใบแบบอะนอโมไซติก ส่วนบานไม่รู้โรยมีรูปร่างเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวใบแบบหลายเหลี่ยม มีผนังเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นผิวตรง มีปากใบเป็นแบบอะนอโมไซติกและแอนไอโซไซติก รวมถึงลักษณะของโทรโคมที่เป็นแบบขนหลายเซลล์ ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยในครั้งนี้ด้วย (ตารางที่ 1)

2. ภาคตัดขวางแผ่นใบและก้านใบ บานไม่รู้โรยป่าและ *G. serrata* พบเส้นใยคล้ายวุ้นและไม่พบเส้นใยแบบปกติ ยกเว้นบานไม่รู้โรยที่พบทั้งเส้นใยปกติและเส้นใยคล้ายวุ้น รูปร่างของเส้นกลางใบด้านล่างคล้ายรูปตัวยู ยกเว้นบานไม่รู้โรยปามีรูปร่างของเส้นกลางใบด้านล่างเป็นครึ่งวงกลม ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ogundipe et al. (2008) ที่รายงานถึงลักษณะของแผ่นใบและก้านใบของบานไม่รู้โรยป่า มีรูปร่างของเส้นกลางใบด้านล่างเป็นครึ่งวงกลมและมีเนื้อเยื่อคอลเลงคิมอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อผิวก้านใบ ยกเว้น *G. serrata* ที่ไม่พบเนื้อเยื่อคอลเลงคิมอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อผิวก้านใบตามที่มีในรายงานของ Prasanth (2018) (ตารางที่ 1)

3. จำนวนโทรโคม พืชที่ศึกษาทุกชนิดมีโทรโคมหลายเซลล์กระจายอยู่ทั่วแผ่นใบทั้งด้านบนและด้านล่าง ในพืชทุกชนิดมีความหนาแน่นของโทรโคมที่เนื้อเยื่อชั้นผิวใบด้านล่างมากกว่าด้านบน เมื่อนับจำนวนโทรโคมต่อพื้นที่ 1 ตารางมิลลิเมตร พบว่า บานไม่รู้โรยปามีจำนวนของโทรโคมมากที่สุดที่ 23 โทรโคมต่อ 1 ตารางมิลลิเมตร ในขณะที่บานไม่รู้โรยและ *G. serrata* มีจำนวนโทรโคมที่ 19 และ 11 (ตารางที่ 2) และเมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพบว่า พืชทั้งสามชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากการศึกษาสามารถใช้จำนวนโทรโคมในการระบุชนิดร่วมกับลักษณะอื่น ๆ ได้ อย่างไรก็ตาม ลักษณะเชิงปริมาณบางลักษณะอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตามสภาพแวดล้อมที่พืชอาศัยอยู่ (Metcalf & Chalk, 1957) ดังนั้นจึงต้องเลือกลักษณะที่มีค่าแตกต่างกันชัดเจนหากนำไปใช้ในการระบุชนิด

เมื่อพิจารณากายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลบานไม่รู้โรยกับสภาพแวดล้อมที่พืชแต่ละชนิดอาศัยอยู่คือบริเวณพื้นที่รกร้างซึ่งอยู่กลางแจ้งและค่อนข้างแห้งแล้งพบว่า พืชที่ศึกษาเป็นพืช C4 มีโครงสร้างพิเศษ คือ

Kranz anatomy ที่ทำให้พืชสกุลนี้ทนทานต่อสภาวะร้อนและแห้งแล้งได้ดีกว่าพืช C3 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sage et al. (2007) และ Carolin et al. (1978) ที่รายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์และการกระจายพันธุ์ของพืชวงศ์บานไม่รู้โรยว่าเป็นพืชที่เจริญได้ดีในกลางแจ้ง และรายงานว่าโครงสร้าง Kranz anatomy เป็นลักษณะร่วมของพืชวงศ์บานไม่รู้โรยอีกด้วย (Metcalf & Chalk, 1957)

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ถือเป็นการศึกษาเบื้องต้นที่ทำให้ทราบถึงลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบและก้านใบพืชสกุลบานไม่รู้โรยที่ยังไม่มีการรายงานในประเทศไทยมาก่อน และได้รู้ปริิธานสำหรับนำไปใช้ในการสนับสนุนงานทางด้านอนุกรมวิธาน นอกจากนี้ ยังเป็นการเพิ่มพูนฐานข้อมูลกายวิภาคศาสตร์ของพืชสกุลนี้ในประเทศไทย อันจะนำไปสู่การจัดจำแนกและการระบุชนิดพืชในวงศ์นี้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ

ควรต่อยอดการศึกษาในอวัยวะของลำต้นและราก เพื่อเป็นการเพิ่มลักษณะสำหรับนำไปใช้ในการสร้างรูปวิธานให้มีความชัดเจนมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒที่อนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์ในการทำวิจัย ขอขอบคุณโครงการส่งเสริมการผลิตครูที่มีความรู้ความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ (สควค.) ที่สนับสนุนทุนทรัพย์ในการดำเนินการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- พงศ์เทพ สุวรรณวาริ. (2558). การสำรวจชนิดพันธุ์ต่างถิ่นในพื้นที่เกาะช้างและหมู่เกาะใกล้เคียง จังหวัดตราด. สืบค้นจาก <http://sutir.sut.ac.th:8080/jspui/bitstream/123456789/5794/1/Fulltext.pdf>
- สำนักงานหอพรรณไม้. (2557). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ.
- Carvalho, S. M. F. D., Gomes, M. R. D. A., Silva, P. Í. T., & Báo, S. N. (2010). Leaf surfaces of *Gomphrena* spp. (Amaranthaceae) from Cerrado biome. *Biocell*, 34(1), 23-35.
- Carolin, R., Jacobs, S., & Veski, M. (1978). Kranz cells and mesophyll in the Chenopodiales. *Australian Journal of Botany*, 26(5), 683-698.
- Chayamarit, K. (Eds.). (1992). *Flora of Thailand vol. 5 part 4*. Bangkok: Office of the Forest Herbarium Department of National Parks.

- Chen, S. H., & Li, Y. C. (2012). Remarks on the species of *Gomphrena* (Amaranthaceae) of Taiwan. **Taiwania**, 57(3), 312-317.
- El-Ghamery, A. A., Sadek, A. M., & Abdelbar, O. H. (2017). Comparative anatomical studies on some species of the genus *Amaranthus* (Family: Amaranthaceae) for the development of an identification guide. **Annals of Agricultural Sciences**, 62(1), 1-9.
- Johansen, D. A. (1940). **Plant Microtechnique**. London: Editorial McGraw-Hill.
- Metcalfe, C. R., & Chalk, L. (1957). **Anatomy of the dicotyledons (Vol. 2)**. London: At The Clarendon Press.
- Ogundipe, O., Ajayi, G., & Adeyemi, T. (2008). Phytoanatomical and antimicrobial studies on *Gomphrena celosioides* Mart. **Hamdard Medicus**, 51(3), 146-156.
- Prasanth, D. S. N. B. K. (2018). Preliminary phytochemical, pharmacognostic and physicochemical evaluation of leaf of *Gomphrena serrata*. **Advanced Herbal Medicine**, 4(2), 16-25.
- Sage, R. F., Sage, T. L., Percy, R. W., & Borsch, T. (2007). The taxonomic distribution of C4 photosynthesis in Amaranthaceae sensu stricto. **American Journal of Botany**, 94(12), 1992-2003.