

บทความวิจัย

การปรับตัวทางกายวิภาคศาสตร์ของคล้าน้ำ (*Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep.: Marantaceae) ในสภาพแล้งและในน้ำ

ปิยนันท์ หนองชาติ¹ ยุพดี เผ่าพันธ์¹ และ ประศาสตร์ เกื้อมณี^{2*}

ได้รับบทความ: 15 มีนาคม 2562

ได้รับการแก้ไขบทความ: 11 กรกฎาคม 2562

ยอมรับการตีพิมพ์: 15 กรกฎาคม 2562

บทคัดย่อ

คล้าน้ำ (*Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep.) เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจัดอยู่ในวงศ์ Marantaceae ในธรรมชาติคล้าน้ำสามารถเจริญได้ทั้งในน้ำและที่แห้งแล้ง จึงได้ทำการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์และการปรับตัวให้เจริญเติบโตได้ในทั้งสองสภาพดังกล่าว โดยเก็บตัวอย่างราก ลำต้นใต้ดิน ลำต้นเหนือดิน และใบมาผลิตเป็นสไลด์ถาวรตามกรรมวิธีพาราฟิน การแช่เยื่อเยื่อ และการฟอกสีตัวอย่าง จากการศึกษาพบกายวิภาคศาสตร์ของคล้าน้ำมีลักษณะที่ผสมผสานกันระหว่างพืชน้ำคือรากมีช่องอากาศใหญ่ ลำต้นใต้ดินมีชั้นเอนโดเดอริส ลำต้นเหนือดินมีเนื้อเยื่อแอสเคอมาจำนวนมาก ผิวใบมีชั้นคิวติเคิลบาง และลักษณะของพืชแล้งคือลำต้นเหนือดินมีคิวติเคิลหนา มีเซลล์ไฟเบอร์มาก ใบมีเนื้อเยื่อไฮโปเดอริสที่ทำหน้าที่เก็บน้ำ จากการศึกษาที่มีลักษณะดังกล่าวจึงทำให้คล้าน้ำสามารถเจริญได้ทั้งในน้ำและบนบก

คำสำคัญ: คล้าน้ำ กายวิภาคศาสตร์ สภาพแล้ง

¹ ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

² ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

*ผู้รับผิดชอบประสานงาน, email: fscipsk@ku.ac.th

Anatomical Adaptation of *Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep.: Marantaceae in Dry and Wet Conditions

Piyanan Thanomchat¹, Yupadee Paopun² and Prasart Kermanee^{2*}

Received: 15 March 2019

Revised: 11 July 2019

Accepted: 15 July 2019

ABSTRACT

Schumannianthus dichotomus (Roxb.) Gagnep is a monocotyledonous plant in the family Marantaceae. According to the species can naturally grow in both wet and dry conditions, the anatomical character was investigated and analysed. Roots, rhizomes, aerial stems and leaves were prepared into permanent slides using a paraffin method, tissue maceration and tissue clearing techniques. The results revealed that the anatomical character of *Schumannianthus dichotomus* consists of both hydrophytic and xerophytic characters. The hydrophytic characters are the presence of large lacunae in root, endodermis in rhizome, aerenchyma in aerial stem, and thin layer of cuticle on the leaf surface. The xerophytic characters are thick cuticular layer, abundant fiber cells in aerial stem, and the presence of hypodermis, a water storage tissue in leaf. Consequently, *Schumannianthus dichotomus* can normally grow in wet and dry conditions.

Keywords: *Schumannianthus dichotomus*, Anatomy, Drought

¹Scientific Equipment and Research Division, Kasetsart University Research and Development Institute, Kasetsart University, Bangkok, 10900

²Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Bangkok, 10900

*Corresponding author, email: fscipsk@ku.ac.th

บทนำ

คล้าน้ำ เป็นพืชน้ำหรือขายน้ำมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep. จัดอยู่ในวงศ์ Marantaceae [1] แต่ Veldkamp และ Turner [2] ได้เสนอว่าชื่อพฤกษศาสตร์ที่ถูกต้องของคล้าน้ำควรจะเป็น *S. benthamianus* (Kurtze) Veldkamp & I.M. Turner แต่ก็ยังไม่เป็นที่ยอมรับ คล้าน้ำพบแพร่กระจายในอัสสัมและเบงกอลของอินเดีย บังคลาเทศ พม่า มาเลเซีย กัมพูชา เวียดนาม และไทย [2-3] ลักษณะเป็นไม้พุ่ม สูง 2-4 เมตร แตกเป็นกอ ลำต้นและกิ่งกลม แข็ง สีเขียวเข้ม ใบรูปขอบขนานกว้างแกมรี กว้าง 10-20 เซนติเมตร ยาว 20-35 เซนติเมตร โคนใบมน ปลายแหลม ผิวใบมันเล็กน้อย ก้านใบยาว 10-20 เซนติเมตร ดอกสีขาว ออกเป็นช่อๆ ละ 2-3 ดอก ดอกบานขนาด 2-3 เซนติเมตร กลีบรองดอก 4 กลีบ กลีบดอก 3 กลีบ ส่วนโคนเชื่อมกันเป็นหลอด ผลค่อนข้างกลม มี 3 พู ขนาด 1.5-2 เซนติเมตร สีเขียว เมื่อแก่เปลี่ยนเป็นสีเหลือง มี 1-3 เมล็ด [4]

ในอินเดียใช้ส่วนเปลือกของลำต้นทำเครื่องจักรสานและหัตถกรรม [1] ในบังคลาเทศใช้ปลูกป้องกันชายฝั่งและลดผลกระทบจากน้ำท่วม และเส้นใยใช้ในอุตสาหกรรม [5] สำหรับในประเทศไทยมีเหลือน้อยในธรรมชาติ มีปลูกเป็นไม้ประดับตามบ้านเรือนบ้าง แต่จากภูมิปัญญาพื้นบ้านทางภาคใต้ของประเทศไทยใช้เปลือกต้นเย็บต้บจากมุงหลังคาและทำตอกบิดเนื่องจากมีคุณสมบัติที่แข็งและเหนียว พับงอไม่หักและถ้าใช้กับอุปกรณ์ที่เปียกชื้น เช่น ภาชนะใส่ น้ำจะมีความทนทานเป็นพิเศษ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวยังไม่มีการศึกษา การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่สามารถใช้เป็นตัวกำหนดอัตลักษณ์ของพืชชนิดนี้ และประเมินคุณสมบัติของของเชือกคล้าน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าคล้าน้ำซึ่งเป็นพืชขายน้ำแต่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแห้งแล้ง จึงคาดว่าน่าจะมีลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ที่พิเศษเพื่อการเจริญได้ในทั้งสองสภาวะ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การผลิตสไลด์ถาวรของตัวอย่างด้วยกรรมวิธีพาราฟฟิน [6]

เก็บตัวอย่างคล้าน้ำที่เจริญในน้ำและบนบก ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ ราก ลำต้นใต้ดิน (Rhizome) ลำต้นเหนือดิน ก้านใบ และใบ มาทำการคงสภาพเนื้อเยื่อในน้ำยา Formalin acetic alcohol (FAA) 50% นาน 24 ชั่วโมง ล้างด้วย Ethanol 50% 3 ครั้งๆ ละ 3 ชั่วโมง ดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วย Tertiary butyl alcohol series (50, 70, 85, 95 และ 100%) ขึ้นละ 24 ชั่วโมง ทำการ Infiltration ในพาราฟฟินเหลวและ Paraplast ที่ 60°C นาน 3 วัน ก่อนทำการฝังตัวอย่างใน Paraplast ตัดตัวอย่างด้วย Rotary microtome (Leica, Germany) ที่ความหนา 10-15 ไมครอน ย้อมสีด้วย Safranin (1%) และ Fast green (1%) ตามลำดับ แห่ตัวอย่างใน Xylene นาน 6 ชั่วโมง ก่อนผนึกบนสไลด์ด้วย Permount

2. การผลิตสไลด์ถาวรจากกรรมวิธี Tissue maceration

นำตัวอย่างลำต้นมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วต้มในน้ำยา Jeffrey [6] ล้างน้ำยาหลายๆ ครั้ง แล้วย้อมสีด้วย Safranin (1%) ดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วย Ethanol series (30, 50, 70, และ 95%) ย้อมสีด้วย Fast green (1%) นาน 5 นาทีล้างด้วย Ethanol 95% และ 100% ตามลำดับแช่ใน Xylene นาน 6 ชั่วโมงก่อนผนึกบนสไลด์ด้วย Permount

3. การผลิตสไลด์ถาวรจากกรรมวิธีการฟอกสีแผ่นใบ [7]

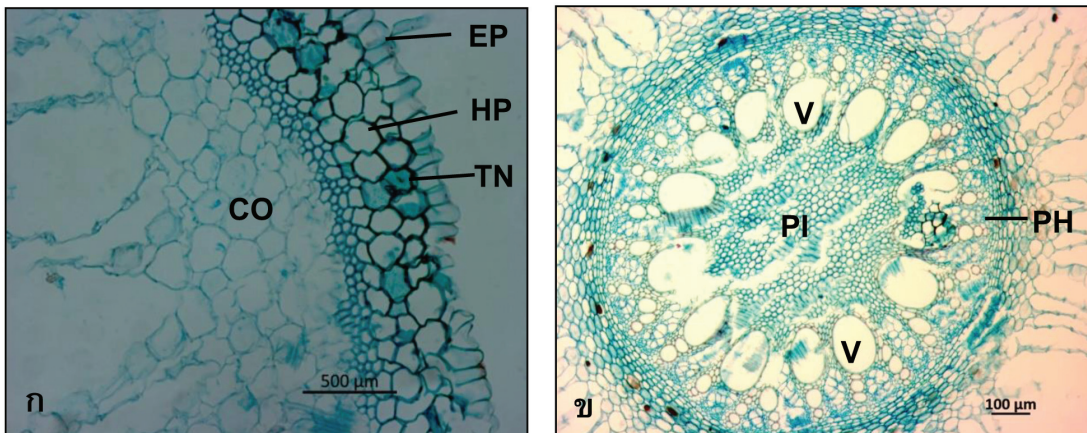
ตัดตัวอย่างใบให้มีขนาด 0.5×0.5 ซม. นำไปต้มเดือดใน KOH 10% นาน 3 นาที ล้างด้วยน้ำ 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที แล้วแช่ในน้ำยา Haiter® นาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำ 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที แล้วแช่ใน Chloral hydrate 50% นาน 30 นาที ล้างด้วยน้ำ 3 ครั้งๆ ละ 10 นาที แล้วดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อด้วย Ethanol series (30, 50, 70, และ 95%) ทำการย้อมสีและพ่นกบनสไลด์ทำนองเดียวกันกับข้อ 2

ผลการวิจัย

กายวิภาคศาสตร์ของราก

ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ตามลำดับจากภายนอกสู่ภายในดังนี้

ชั้นนอกเป็นเซลล์ชั้นผิวมี 1 ชั้น ประกอบด้วยเซลล์ผนังบางขนาดใหญ่ ชั้นใต้ผิว (Hypodermis) มี 3-4 ชั้น เป็นเซลล์ขนาดค่อนข้างใหญ่ ผนังเซลล์มีซูเบอรินเคลือบบางๆ คอร์เทกซ์ ชั้นนอกเป็นเซลล์สเคลอเรนจิม่า 2-3 ชั้น ลักษณะเป็นเซลล์ขนาดเล็ก ผนังเซลล์หนาเรียงเป็นวงรอบ ชั้นกลางเป็นเซลล์แอเรนจิม่า (Aerenchyma) มีหลายชั้นเรียง ตัวคล้ายสายโซ่ มีช่องอากาศ (Lacunar) ขนาดใหญ่จำนวนมาก (รูปที่ 1 ก) ชั้นในประกอบด้วยพาราเควมิตาขนาดเล็กจำนวน 6-8 ชั้น เรียงตัวค่อนข้างหนาแน่น บางเซลล์สะสมแทนนินเอนโดเดอริส มี 1 ชั้น ที่มีแถบแคสพาเรียน เพอริไซเคิลมี 1 ชั้น อยู่ใต้เอนโดเดอริส โพลเอมเป็นกลุ่มเล็กๆ เรียงตัวสลับกับไซเลม ไซเลมมีลักษณะเป็นแฉก จำนวน 14 แฉก ตรงกลางของรากคือไส้ (Pith) ที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อสเคลอเรนจิม่า (รูปที่ 1 ข)

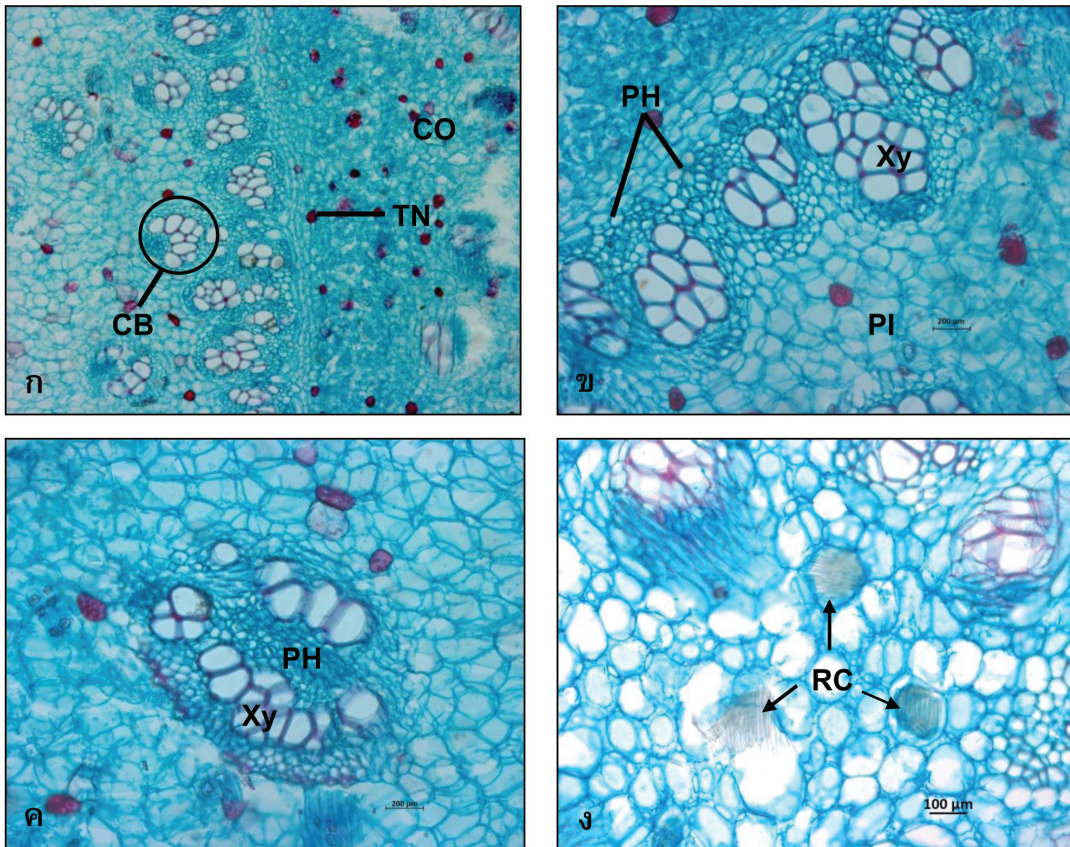


รูปที่ 1 กายวิภาคของรากคาล้าน้ำ ก. เนื้อเยื่อผิวและคอร์เทกซ์ ข. คอร์เทกซ์และสตีล (CO = Cortex, EP = Epidermis, HP = Hypodermis, PH = Phloem, PI = Pith, SCL = Sclerenchyma, TN = Tanniferous cell, V = Vessel)

กายวิภาคศาสตร์ของลำต้นใต้ดิน (Rhizome)

ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ดังนี้

ชั้นผิวมี 1 ชั้น ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็ก คอร์เทกซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพื้นฐาน (พาเรงคิมา) และกลุ่มมัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง (Collateral bundle) กระจายทั่วไป พบเม็ดแป้งจำนวนมากสะสมอยู่ในพาเรงคิมาพื้นฐาน (Ground parenchyma) และบางเซลล์สะสมแทนนิน (รูปที่ 2 ก) เอนโดเดอร์มิสมี 1 ชั้น ภายในมีแถบแคสพาเรียน สตีล (Stele) ประกอบด้วยเพริไซเคิล 1-2 ชั้น มีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงทั้งที่เรียงเป็นวงรอบและกระจัดกระจายอยู่เนื้อเยื่อพื้นฐาน (รูปที่ 2 ข) โดยท่อกลุ่มที่ลำเลียงมีหลายแบบคือ แบบเคียงข้าง (Collateral bundle) (รูปที่ 2 ก) แบบโพลีเอ็มล้อมรอบไซเล็ม (Amphicribal concentric bundle) (รูปที่ 2 ข) และแบบไซเล็มล้อมรอบโพลีเอ็ม (Amphivassal concentric bundle) (รูปที่ 2 ค) พบผลึกรูปเข็ม (Raphide crystal) ในเซลล์ของชั้นคอร์เทกซ์และไส้ (รูปที่ 2 ง)

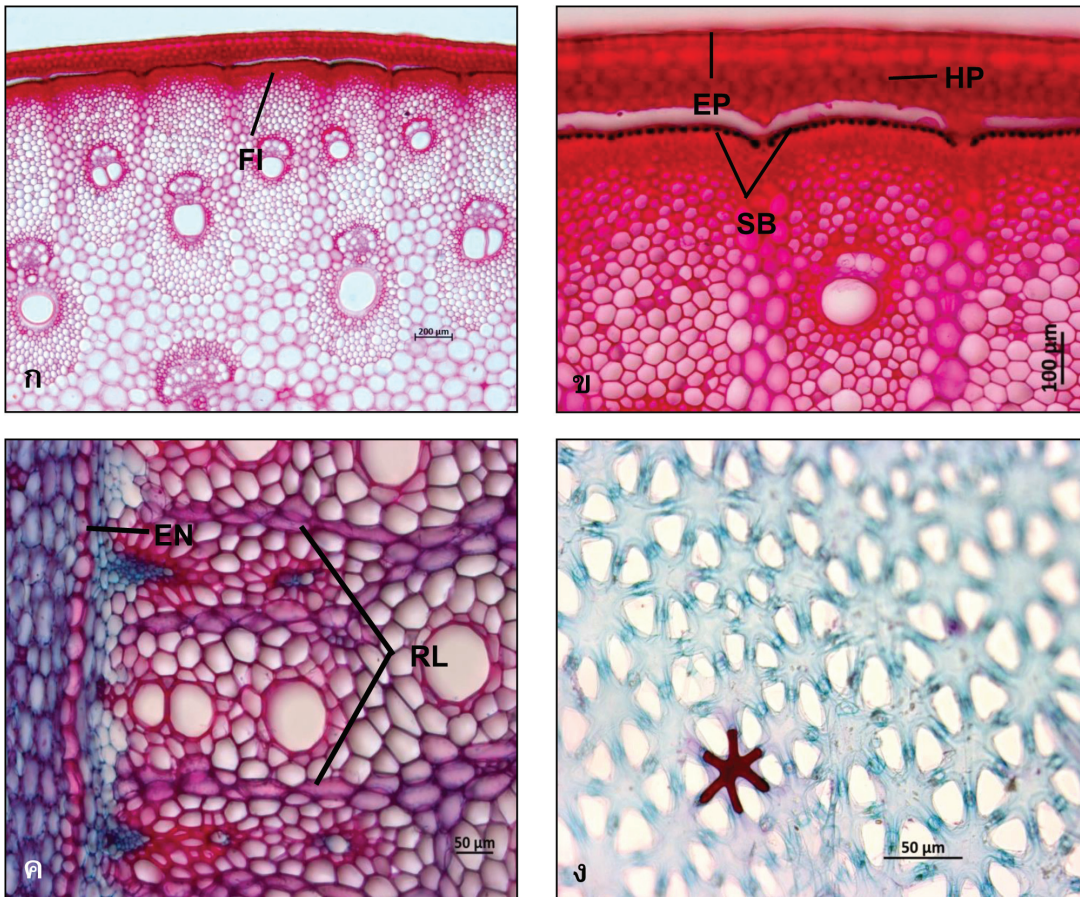


รูปที่ 2 กายวิภาคศาสตร์ลำต้นใต้ดินของคล้าน้ำ ก. คอร์เทกซ์และสตีล ข. เอนโดเดอร์มิสและท่อลำเลียงแบบ Amphicribal concentric ค. ท่อลำเลียงแบบ Amphivassal concentric ง. ผลึกรูปเข็ม (CB = Collateral bundle, CO = Cortex, PH = Phloem, PI = Pith, RC = Raphide crystal, TN = Tanniferous cell, V = Vessel)

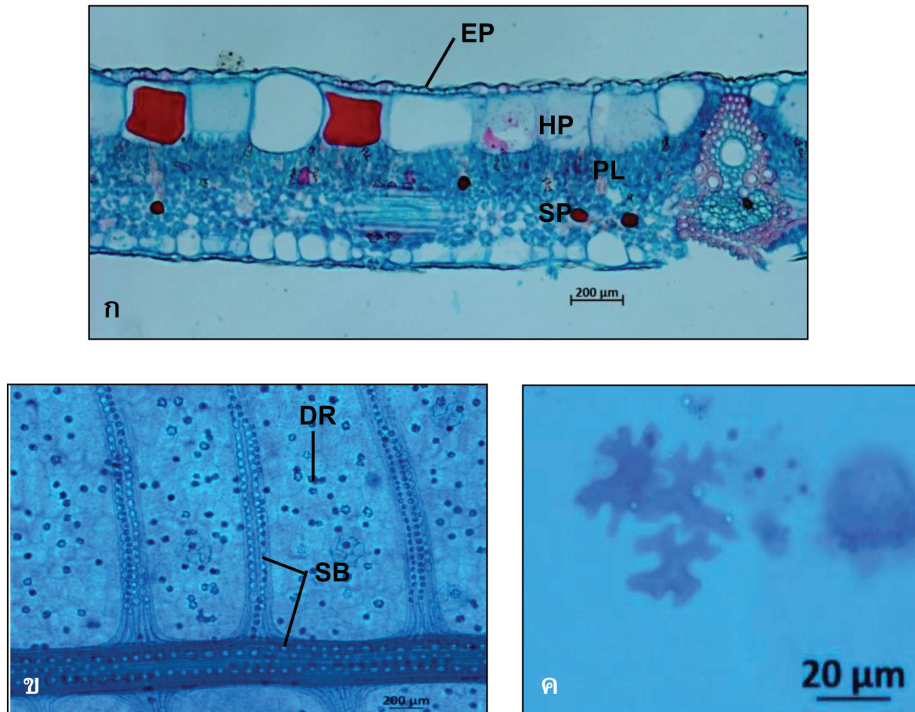
กายวิภาคศาสตร์ของลำต้นเหนือดิน

ลำต้นเหนือดินประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ดังนี้

ชั้นผิวมี 1 ชั้น ผนังเซลล์ด้านนอกมีคิวติเคิลเคลือบ พบปากใบกระจายอยู่ทั่วไป ชั้นใต้ผิวมี 1-2 ชั้น เป็นเซลล์ขนาดใหญ่ผนังบาง ไฟเบอร์มีหลายชั้น เรียงเป็นวงรอบลำต้น (Periferal fiber) เป็นเซลล์ขนาดเล็ก ผนังหนา (รูปที่ 3 ก) จากการทำ maceration พบว่าเซลล์ไฟเบอร์มีปลายเซลล์แหลมยาว 15,000-20,000 ไมครอน บนผนังเซลล์ไฟเบอร์ชั้นนอกสุดพบผลึกซิลิกาจำนวนมาก (รูปที่ 3 ข) ใต้ชั้นไฟเบอร์มีเซลล์พาเรงคิมาผนังบางขนาดใหญ่แทรกอยู่เป็นระยะๆ จำนวน 1-2 แถว ดูคล้ายกับเซลล์รัศมี (Ray cell) (รูปที่ 3 ค) ตรงกลางลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อที่เปลี่ยนไปเป็นแอนเรจคิมา (รูปที่ 3 ง)



รูปที่ 3 กายวิภาคศาสตร์ลำต้นเหนือดินของคัลลัน้ำ ก. ลำต้นส่วนเปลือกและส่วนกลาง ข. ผลึกซิลิกาบนผนังเซลล์ไฟเบอร์ ค. ลำต้นส่วนกลาง ง. แอแรงคิมาในส่วนใจกลางลำต้น (EN = Endodermis, EP = Epidermis, HP = Hypodermis, SB = Silica bodies RL = Ray-like cell)



รูปที่ 4 กายวิภาคศาสตร์ของใบค้าน้ำ ก. ภาพตัดตามขวาง ข. แผ่นใบฟอกใสแสดงผลึก ค. ลักษณะของเซลล์เนื้อเยื่อผิว (DR = Druse crystal, EP = Epidermis, HP = Hypodermis, PL = Palisade, SB = Silica bodies, SP = Spongy)

กายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบ

ใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ดังนี้

เนื้อเยื่อชั้นบน (Upper epidermis) มี 1 ชั้น เป็นเซลล์ขนาดเล็กเนื้อเยื่อชั้นใต้ผิวด้านบน มี 1 ชั้น เป็นเซลล์ขนาดใหญ่มากเมื่อเทียบกับเซลล์ผิว บางเซลล์สะสมแอนโทไซยานิน แพลสโตมี 1-2 ชั้น ภายในมีคลอโรพลาสต์ สปองจีมีไซฟิลล์มีหลายชั้น ภายในมีคลอโรพลาสต์เช่นกัน เนื้อเยื่อชั้นใต้ผิวด้านล่าง มี 1 ชั้น เซลล์มีขนาดเล็กกว่าเนื้อเยื่อชั้นใต้ผิวด้านบน บางเซลล์สะสมสารแอนโทไซยานิน เนื้อเยื่อชั้นด้านล่าง มี 1 ชั้น เป็นเซลล์ขนาดเล็ก พบเซลล์คุมที่อยู่ระดับเดียวกันกับเซลล์ผิว (Typical stomata) ในชั้นมีไซฟิลล์พบมัดท่อลำเลียงแทรกอยู่เป็นระยะๆ ท่อลำเลียงเป็นแบบเคียงข้าง มีเยื่อหุ้ม (Bundle sheath) ที่เป็นเซลล์ไฟเบอร์ (รูปที่ 4 ก) จากการทำการฟอกใสตัวอย่างใบพบผลึกซิลิกา (Silica bodies) จำนวนมาก บนผนังเซลล์ไฟเบอร์ของมัดท่อลำเลียง และผลึกรูปดาว (Druse crystal) กระจายอยู่ทั่วไปในชั้นมีไซฟิลล์ (รูปที่ 4 ข) ลักษณะเนื้อเยื่อของผิวใบจากการแช่เยื่อเยื่อใบ พบว่าเซลล์ผิวมีรูปร่างเป็นหยักคล้ายจิกซอร์ว (รูปที่ 4 ค) มีปากใบเฉพาะด้านล่าง (Hypostomatic leaf)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ราก

รากคล้าน้ำมีโครงสร้างที่เป็นอัตลักษณ์คือ ส่วนของคอร์เทกซ์ด้านนอกที่ติดกับเนื้อเยื่อชั้นผิวจำนวน 3-4 ชั้นเซลล์ที่ผนังเซลล์มีซูเบอร์อินเคลือบ ซึ่งซูเบอร์อินมีคุณสมบัติเป็นฉนวน จึงคาดว่าเนื้อเยื่อป้องกันน้ำไม่ให้ไหลผ่าน ซึ่งแตกต่างจากรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไปที่คอร์เทกซ์ชั้นนอกสุดเปลี่ยนเป็นเนื้อเยื่อเอกโซเดอริส (Exodermis) ที่มีผนังเซลล์หนาต้านสัมผัสรัศมี (Tangential) เป็นรูปตัว “U” คว่า เพื่อป้องกันน้ำไหลออกจากรากสู่ภายนอก [8]

คอร์เทกซ์ชั้นกลางพัฒนาเป็นช่องอากาศ (Lacunae) ขนาดใหญ่จำนวนมาก เพื่อเก็บอากาศซึ่งเป็นลักษณะประจำของพืชน้ำ [9-10] ทั้งนี้เนื่องจากในน้ำมีออกซิเจนน้อยกว่าบนบก พืชน้ำจึงมีระบบลำเลียงและเก็บอากาศไว้ภายในรากสำหรับการหายใจ แต่จากลักษณะดังกล่าวทำให้รากบอบบางขาดความแข็งแรง คล้าน้ำจึงมีการสร้างเนื้อเยื่อสเคลอเรนคิมาขึ้นมาเสริมความแข็งแรงของรากเป็นวงรอบ ซึ่งยังไม่เคยมีรายงานพบลักษณะดังกล่าวในพืชน้ำอื่นๆ

ลำต้นใต้ดิน (Rhizome)

ภาคตัดขวางลำต้นใต้ดินแบ่งเป็น 2 โชนคล้ายกับโชนของคอร์เทกซ์กับสตีลในพืชใบเลี้ยงคู่ แต่ต่างกันตรงที่ส่วนคล้ายคอร์เทกซ์มีกลุ่มท่อลำเลียงอยู่ด้วย จึงไม่ใช่ส่วนคอร์เทกซ์ที่แท้จริง สิ่งที่น่าแปลกคือในลำต้นใต้ดินมีเนื้อเยื่อชั้นเอนโดเดอริสและเพริไซเคิลด้วย โดยปกติแล้วเนื้อเยื่อทั้ง 2 ชนิดนี้พบในส่วนของราก ในชั้นเอนโดเดอริสมีแถบแคสพาเรียนที่มีบทบาทในการควบคุมทิศทางการไหลของน้ำเข้าสู่ระบบท่อลำเลียง ในกรณีนี้เป็นเพราะลำต้นใต้ดินของคล้าน้ำอยู่ใต้น้ำและเนื้อเยื่อชั้นผิวไม่มีระบบป้องกันน้ำทำให้น้ำซึมเข้าสู่ลำต้นได้ คล้าน้ำจึงพัฒนาเนื้อเยื่อเอนโดเดอริสขึ้นมาเพื่อจัดการกับน้ำให้เข้าสู่ระบบท่อลำเลียงเช่นเดียวกันกับที่เกิดในราก ระบบท่อลำเลียงในสตีลของลำต้นใต้ดินมีความจำเพาะ กล่าวคือมัดท่อลำเลียงรอบนอกที่ติดกับเพริไซเคิลเรียงตัวเป็นวงคล้ายลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ และบริเวณตรงกลางเรียงตัวกระจัดกระจายคล้ายพืชใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป ที่น่าสนใจอีกประการหนึ่งคือ มัดท่อลำเลียงในตรงกลางของลำต้นใต้ดินมีรูปแบบการเรียงตัวของเนื้อเยื่อท่อลำเลียงที่แตกต่างกันถึง 3 แบบ คือ แบบเคียงข้าง (Collateral bundle) คือมีโฟลเอ็มและไซเล็มอย่างละกลุ่มเรียงตัวตรงกัน และแบบร่วมตรงกลาง (Concentric bundle) อีก 2 ชนิดคือแบบที่โฟลเอ็มล้อมรอบไซเล็ม (Amphicribal concentric bundle) และแบบไซเล็มล้อมรอบโฟลเอ็ม (Amphivasal concentric bundle) ซึ่งลักษณะดังกล่าวยังไม่เคยมีรายงานในพืชอื่นมาก่อน

ลำต้นเหนือดิน

แรงจูงใจประการหนึ่งที่จูงใจให้ผู้วิจัยศึกษาในครั้งนี้ก็คือจากภูมิปัญญาพื้นบ้านของทางภาคใต้ที่มีการนำเปลือกของต้นคล้าน้ำมาใช้ในการเย็บตับจากมุงหลังคา ทำตอกบิด (เชือกมัด) เชือกเย็บ และเครื่องใช้สอยที่เกี่ยวข้องกับน้ำ เช่น หมาดักน้ำ ตะข่อง เป็นต้น เนื่องจากข้อมูลทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชนี้มียังน้อยจึงยังไม่มีคำตอบมาก่อนว่าทำไมการใช้เปลือกคล้าน้ำจึงมีข้อจำกัดดังกล่าว จากการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ในครั้งนี้อธิบายได้ว่าส่วนเปลือกของคล้าน้ำประกอบด้วยเซลล์ไฟเบอร์หลายชั้นประกอกับลักษณะของเซลล์ที่มีผนังหนามากและเซลล์ยาวมาก (15,000-20,000 ไมครอน) เมื่อเทียบกับเซลล์

ไฟเบอร์ของไม้ยืนต้นที่ยาวเพียง 500-1,500 ไมครอน [11-12] ส่งผลให้เปลือกต้นคล้ำน้ำมีความแข็งแรงและเหนียว สามารถปักเย็บได้โดยไม่ต้องใช้เข็มช่วย ใต้ชั้นของไฟเบอร์มีเซลล์ผนังบางแทรกอยู่เป็นระยะตามแนวรัศมี มีลักษณะคล้ายบานพับ (Hinge cell) ทำให้เปลือกไม่หักเวลาพับงอ นอกจากนี้ในชั้นถัดไปมีเนื้อเยื่อแอรเรงคิมาที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำ เมื่ออยู่ในที่ชื้นสามารถดูดน้ำได้ดีส่งผลให้เซลล์ไฟเบอร์ไม่เปราะ มีความเหนียวและทนทานเป็นพิเศษเมื่ออยู่ในสภาวะที่เปียกน้ำ นอกจากนี้ยังพบว่าผนังของเซลล์ไฟเบอร์ชั้นนอกสุดมีการสะสมซิลิกาจำนวนมาก ซึ่งสามารถเพิ่มความแข็งแรงทนทานให้กับเนื้อเยื่อ [13] ช่วยป้องกันโรคและแมลง [14] และช่วยรับแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสังเคราะห์ด้วยแสง [15-16]

ใบ

ใบคล้ำน้ำมีเนื้อเยื่อชั้นผิวที่บางมากและมีคิวติเคิลเคลือบน้อยซึ่งเป็นลักษณะทั่วไปของพืชน้ำ และลักษณะดังกล่าวทำให้พืชสูญเสียน้ำออกจากใบได้เร็ว ซึ่งสอดคล้องกับปรากฏการณ์จริงที่ได้ทำการตรวจสอบพบว่าเมื่อใบถูกตัดออกจากต้นจะเหี่ยวภายในเวลา 5 นาที ในชั้นใต้ผิวพบเนื้อเยื่อไฮโปเดอร์มิสทั้งด้านบนและด้านล่างที่ประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่ผนังบางซึ่งทำหน้าที่เก็บน้ำ เซลล์ดังกล่าวนี้ปกติจะพบในพืชแล้งด้วยเหตุนี้เองทำให้คล้ำสามารถเจริญได้ในที่แล้ง

ชั้นมีโซฟิลล์ของใบสามารถแบ่งเป็นชั้นแพลิสเตดและสปองจีได้อย่างชัดเจนตามลักษณะรูปร่างของเซลล์คล้ายกับลักษณะที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่ แต่อย่างไรก็ตาม Retamales และคณะ [17] ศึกษาทางวิทยาศาสตร์ของใบ *Myrceugenia rufa* ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Marantaceae เช่นเดียวกับกับคล้ำน้ำก็พบโครงสร้างแบบนี้เช่นกัน

แม้ว่าคล้ำจะเป็นพืชน้ำแต่มีโครงสร้างของใบแบบพืชแล้ง กล่าวคือไม่พบช่องอากาศ (Lacunar) และไซโคสเคลอริตในชั้นมีโซฟิลล์เลย ซึ่งแตกต่างจากโครงสร้างของใบพืชน้ำทั่วไปที่เคยมีรายงานพบเซลล์ชนิดดังกล่าว [18-20]

พบเซลล์สะสมแอนโทไซยานินในทุกชั้นของเนื้อเยื่อใบ มีรายงานว่าสีของแอนโทไซยานินช่วยในการดึงดูดแมลงและนก (พาหะเรณู) [21] แต่อย่างไรก็ตามคล้ำน้ำที่ศึกษาพบแอนโทไซยานินในปริมาณน้อยไม่สามารถสังเกตเห็นสีของมันได้ด้วยตา จึงคงไม่มีบทบาทดังกล่าว แต่มีรายงานว่าแอนโทไซยานินยังมีบทบาทอื่นๆ ต่อพืช คือป้องกันการเกิดโฟโตออกซิเดชัน [22] ป้องกันแสงอัลตราไวโอเล็ต [23] และช่วยป้องกันความเครียดจากสิ่งแวดล้อมเช่น ความหนาวเย็นและความแล้ง [24]

สรุปผลการทดลอง

คล้ำน้ำมีลักษณะทางกายวิภาคที่ผสมกันระหว่างลักษณะของพืชน้ำ (Hydrophytic characters) ได้แก่ รากมีช่องอากาศมากในชั้นคอร์เทกซ์ ลำต้นมีเนื้อเยื่อแอรเรงคิมาเป็นเนื้อเยื่อพื้นฐาน มีเนื้อเยื่อเอนโดเดอร์มิสในลำต้นใต้ดิน และผิวใบมีคิวติเคิลน้อยและลักษณะของพืชแล้งได้แก่ ผิวลำต้นมีคิวติเคิลหนาและมีชั้นไฟเบอร์ ใบใบมีไฮโปเดอร์มิสมาก จากลักษณะดังกล่าวจึงทำให้คล้ำน้ำสามารถเจริญได้ทั้งในน้ำและบนบก เชื่อกล้าที่ทำจากเปลือกต้นซึ่งประกอบด้วยเซลล์ไฟเบอร์ที่ยาวมาก (15,000-20,000 ไมครอน) และมีผนังเซลล์หนาจึงมีความเหนียวและทนทานเป็นพิเศษ จากการศึกษาในครั้งนี้ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของคล้ำน้ำที่เจริญในน้ำและสภาพแล้งไม่มีความแตกต่างกันและมีลักษณะเด่นดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะเด่นทางกายวิภาคศาสตร์ที่พบในส่วนต่างๆ ของคล้าน้ำ

Root	Rhizome	Stem	Leaf
- Hypodermis	- Endodermis	- Ray-like parenchyma	- Hypodermis
- Tanniferous cell	- Pericycle	- Tanniferous cell	- Tanniferous cell
- Aerenchyma	- Amphicribal concentric bundle	- Stellate parenchyma	- Silica body
- Pith sclerenchyma	- Amphivassal concentric bundle	- Silica body	- Druse crystal
	- Tanniferous cell		
	- Starch grain		
	- Raphide crystal		

เอกสารอ้างอิง

1. Mandal, R. N., Bar, R., & Chakrabarti, P. P. (2014). 'Pati bet', *Schumannianthus dichotomus* (Roxb.) Gagnep.-a raw material for preparation of livelihood supporting handicrafts. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, 5(4), 365-370.
2. Veldkamp, J. F., & Turner, I. M. (2016). The correct name for *Schumannianthus dichotomus* (Marantaceae). *Kew Bulletin*, 71(47), 1-4.
3. Barbhuiya, A. H., & Ismaili, K. (2016). Effect of fiber length and loading on the properties of *Schumannianthus dichotomus* (Murta) fiber-reinforced epoxy composites. *International Journal of Polymer Analysis and Characterization*, 21(3), 221-227.
4. Thiangburanatham, W. (1999). Thai herbal encyclopedia. 5th Edition. Bangkok, Ruamsan press, p. 880 (in Thai)
5. Ahmed, R., Islam, A. N. M. F., Rahman, M., & Halim, Md. A. (2007). Management and economic value of *Schumannianthus dichotomus* in rural homesteads in the sylhet region of Bangladesh. *The International Journal of Biodiversity Science and Management*, 3(4), 252-258.
6. Johansen, A. (1940). Plant microtechniques. New York. McGraw-Hill Companies, Inc. p. 523.
7. Kermanee, P. (2015). Crystal investigation in some plant species. Proceeding of the 9th Botanical Conference of Thailand; 3-5 June 2015. Bangkok, Thailand. p. 293-300.
8. Enstone, D. E., Peterson, C. A., & Ma, F. (2003). Root endodermis and exodermis: Structure, function, and responses to the environment, *Journal of Plant Growth Regulation*, 21, 335-351.
9. Esau, K. (1977). Anatomy of seed plants. 2nd edition. New York. John Wiley and Sons. p. 550.

10. Pandey, B. P. (1982). Plant anatomy. New Delhi. S. Chand and Company. p. 495.
11. Khaopakro, S., Vajrodaya, S., Siripatanadilok, S., & Kermanee, P. (2015). Wood anatomical survey and wood specific gravity of 13 species of *Aglaia* (Meliaceae) from Thailand. *Thai Forest Bulletin (Botany)*, 43, 87-103.
12. Phongkrathung, R., Vajrodaya, S., & Kermanee, P. (2016). Wood anatomy and properties of three species in the genus *Spondias lakonensis* (Anarcardiaceae) found in Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 50, 14-19.
13. Santana, M. A. E., Rodrigues, L. C., Coradin, V. T. R., Okino, E. Y. A., & Souza, M. R. D. (2013). Silica content of 36 Brazilian tropical wood species. *Holzforchung*, 67, 1-24.
14. Agarie, S., Agata, W., Uchida, H., Kubota, F., & Kaufman, P. (1996). Function of silica bodied in the epidermis system of rice (*Oryza sativa* L.): Testing the window hypothesis. *Journal of Experimental Botany*, 47(298), 655-660.
15. Kuo-huang, L., Ku, M. S. B., & Franceschi, V. R. (2007). Correlations between calcium oxalate crystal and photosynthetic activities in palisade cells of shade-adapted *Peperomia glabella*. *Botanical Studies*, 48, 155-164.
16. Yamanaka, S., Takeda, H., Komatsububara, S., Ito, F., Usami, H. Togawa, E., & Yoshino, K. (2009). Structure and physiological functions of silica bodied in the epidermis of rice plants. *Applied Physics Letters*, 95(12), 123703.
17. Retamales, H., Cabello, A., Serra, M. T. & Scharaschkin, T. (2015). Leaf micromorphology and anatomy of *Myrceugenia rufa* (Myrtaceae) an endemic coastal shrub of north-central Chile. *Gayana Botany*, 72(1), 76-83.
18. Jung, J., Lee, S. C., & Choi, H. (2008). Anatomical patterns of aerenchyma in aquatic and wetland plants. *Journal of Plant Biology*, 51(6), 428-439.
19. Jayeola, A. A., & Folorunso, E. A. (2009). Ecological anatomy of some hydrophytes in Nigeria. *African Journal of Biotechnology*, 8(14), 3377-3381.
20. Qaisar, M., Ping, Z., Rehan, S. M., Ejazul, I., Rashid, A. M., & Yousaf, H. (2005). Anatomical studies on water hyacinth (*Eichhornia crassipers* (Mart.) Solms) under the influence of textile wastewater. *Journal of Zhejiang University Science*, 68(10), 991-998.
21. Tanaka, Y., Sasaki, N., & Ohmiya, A. (2008). Biosynthesis of plant pigments: Anthocyanins, betalains and carotenoids. *The Plant Journal*, 54, 733-749.
22. Steyn, W. J., Wand, S. J. E., Holcroft D. M., & Jacobs, G. (2002). Anthocyanins in vegetative tissues: A proposed unified function in photoprotection. *New Phytologist*, 155, 349-361.

23. Koes, R. E., Quattrocchio, F., & Mol, J. N. M. (1994). The flavonoid biosynthetic pathway in plants: Function and evolution. *BioEssay*, 16(2), 123-132.
24. Chalker-Scott, L. (2008). Environmental significance of anthocyanins in plant stress responses. *Photochemistry and Photobiology*, 70(1), 1-9.