รายงานการวิจัย

เรื่อง

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบพืชทนเค็มในวงศ์ผักเบี้ยทะเล

Comparative Anatomy of Salt Tolerant Plants in Family Aizoaceae

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วรชาติ โตแก้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 25561

รายงานการวิจัย

เรื่อง

กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบพืชทนเค็มในวงศ์ผักเบี้ยทะเล

Comparative Anatomy of Salt Tolerant Plants in Family Aizoaceae

วรชาติ โตแก้ว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

พ.ศ. 2562

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ปีงบประมาณ 25561)

หัวข้อวิจัย กายวิภาคศาสตร์เปรียบเทียบพืชทนเค็มในวงศ์ผักเบี้ยทะเล
ผู้ดำเนินการวิจัย วรชาติ โตแก้ว
หน่วยงาน สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ปี พ.ศ. 2562

บทคัดย่อ

ศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบและลำต้นของพืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล (Aizoaceae) ในจังหวัดมหาสารคาม ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*) สไลด์ถาวรเนื้อเยื่อชั้นผิวถูกเตรียมตามวิธีฟาราฟิน โดยการตัดตามขวางด้วยเครื่องไมโครโตมแบบหมุน ย้อมด้วยสีซาฟรานินโอและฟาสต์กรีน และผนึกสไลด์ด้วยสารเคลือบสังเคราะห์ DePeX และศึกษาลักษณะกายวิภาคศาสตร์ใต้กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง ผลการศึกษาพบว่าลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบ ได้แก่ การมีหรือไม่มีชั้นรองจากผิว ชนิดของมีโซฟิลล์ และการมีหรือไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง สามารถนำมาใช้ระบุชนิดพืชได้ แต่ลำต้นพืชทั้งสามชนิดคล้ายคลึงกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Research Title Comparative Anatomy of Salt Tolerant Plants in Family Aizoaceae
Researcher Worachat Tokaew
Organization Division of Biology, Faculty of Science and Technology
Rajabhat Maha Sarakham University
Year 20119

ABSTRACT

The leaf and stem anatomy of plants family Aizoaceae in Maha Sarakham province, namely; *Sesuvium portulacastrum*, *Trianthema portulacastrum*, and *T. triquetra* were studied. The permanent slides were prepared by Paraffin method. Leaf blade and stem were cut by rotary microtome, stained with safranin O and fast green, finally mounted with DePeX. The anatomical characters of the both sides of epidermis were investigated under light microscope. The results showed that leaf anatomical characters such as present and absent of hypodermis, mesophyll types and present and absent of bundle sheath can be used for identification whereas stem anatomical characters of the species are similar.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประจำปี 2561 และขอขอบคุณสาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

วรชาติ โตแก้ว

มีนาคม 2562

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญตาราง ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ช

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญ 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตการวิจัย 2

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ) 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

สัณฐานวิทยาของพืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล 4

กายวิภาคศาสตร์ของพืช 5

กายวิภาคศาสตร์ของใบพืช 6

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 12

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง 12

อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย 12

การเก็บรวบรวมข้อมูล 13

บทที่ 4 ผลการวิจัย 20

การเก็บตัวอย่างพืช 20

กายวิภาคศาสตร์ของพืช..... 21

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 27

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

สรุปผลการวิจัย 27
อภิปรายผล 27
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ 28
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป 29

บรรณานุกรม 30
บรรณานุกรมภาษาไทย 30
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ 31

ภาคผนวก 32
ภาคผนวก ก 33

ประวัติผู้วิจัย 37

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

5.1 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบของพืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล..... 28
ก-1 การเตรียมแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้นต่างๆ 34
ก-2 การเตรียมเทอร์เชียรีบิวทิลแอลกอฮอล์ 35

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า
4.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของผักเบี้ยทะเล 20
4.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพรมมิแดง 20
4-3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของผักเบี้ยหิน 21
4.4 ลักษณะทางกายวิภาคของผักเบี้ยทะเล 23
4.5 ลักษณะทางกายวิภาคของผักเบี้ยหิน 23
4.6 ลักษณะทางกายวิภาคของพรมมิแดง..... 23

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

พืชวงศ์ผักเบี้ย (Aizoaceae) พบประมาณ 143 สกุล 2300 ชนิด พบมากในแถบแอฟริกาใต้ ฟลอริดา อเมริกาใต้ เอเชีย และออสเตรเลีย สมาชิกบางกลุ่มพบมากแถบชายทะเล และบางชนิดก็พบได้บริเวณราบลุ่มแม่น้ำ ในประเทศไทยมีรายงานพบพืชในวงศ์นี้ทั้งหมด 3 ชนิด ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*) (Phuphathanaphong, 2005) พบกระจายพันธุ์บริเวณชายฝั่งทะเลและพื้นที่น้ำกร่อย สำหรับในพื้นที่จังหวัดมหาสารคามผักเบี้ยทะเล ผักเบี้ยหิน และพรมมิแดง สามารถพบกระจายพันธุ์ทั่วไปได้ในพื้นที่ดินเค็มเช่นกัน (วรชาติ โตแก้ว และปิยะ โมคมุล, 2559) พืชกลุ่มนี้สามารถทนความแห้งแล้งได้ดี สังเคราะห์ด้วยแสงให้มีประสิทธิภาพมากกว่าพืชซีสาม (C3 plant) ที่พบโดยทั่วไป โดยพืชวงศ์นี้มีการวิวัฒนาการด้านโครงสร้างและกลไกการการสังเคราะห์ด้วยแสงและสามารถพบได้ทั้งแบบพืชซีสี่ (C4 plant) และพืชแคม (Crassulacean acid metabolism; CAM plant) (Guralnick *et al.,* 2008)

ปัจจุบันพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือกำลังประสบปัญหาสภาพดินเค็มทำให้เกษตรกรไม่สามารถเพาะปลูกได้ และพื้นที่ดินเค็มมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น ทำให้ไม่สามารถใช้ประโยชน์ที่ดินได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากพืชส่วนใหญ่ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงหรือสามารถเจริญเติบโตได้ลดลง ซึ่งเป็นผลมาจาก เนื่องจาก ความเครียดออสโมติก (osmotic stress) ความเป็นพิษของธาตุบางชนิด (ion toxicity) และความไม่สมดุลของธาตุอาหาร (กรมพัฒนาที่ดิน, 2556) ยกเว้นบางชนิดที่สามารถเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็ม เช่น ชะคราม (*Sueda maritima*) หนามพุงดอ (*Azima sarmentosa*) และผักเบี้ยทะเล เป็นต้น เมื่อพืชที่ขึ้นบริเวณผิวดินลดลงก็ทำให้การแพร่กระจายของเกลือนั้นเพิ่มขึ้นด้วยจึงมีการคัดเลือกพืชที่สามารถเจริญเติบโตในดินที่มีความเค็มได้ดีเพื่อลดการแพร่กระจายของเกลือในดินและลดระดับความเค็มของดิน พืชที่ได้รับความสนใจคือพืชอายุยืน เช่น ไม้ยืนต้นต่างๆ (ธารารัตน ตุราช และคณะ, 2554; ณัฏฐ์สิริ ลักษณะอารีย์ และคณะ, 2557)

ผักเบี้ยทะเลเป็นพืชล้มลุกชนิดหนึ่งที่ได้ถูกนำมาใช้ทดลองบำบัดดินเค็มและพบว่ามีความสามารถลดความเค็มในดินได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและมีการสะสมเกลือโซเดียมไว้ในเนื้อเยื่อของพืช (วรรณิสา พึ่งแสง และคณะ, 2552) นอกจากนี้ยังพบรายงานว่าผักเบี้ยทะเลมีสารชีวภาพที่มีฤทธิ์ต้านการเจริญของเชื้อจุลชีพ (antibacterial and antifungal) และสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในเรื่องของการผลิตเป็นอาหารสัตว์และสารกำจัดศัตรูพืชที่มีประสิทธิภาพ (สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และชาญ-วิทย์ เบญจมะ, 2536; กันยารัตน์ มาแย้ม และคณะ, 2555) ปัจจุบันได้มีความพยายามปรับปรุงพันธุ์พืชเศรษฐกิจให้ทนเค็มความเค็มได้มากขึ้นและคัดเลือกพืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพดินที่มีเกลืออยู่มาปลูกเพื่อลดการกระจายภาวะดินเค็มแต่ยังขาดข้อมูลโครงสร้างและการเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อพืชที่ตอบสนองต่อ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การอยู่รอดในสิ่งแวดล้อมที่มีภาวะเครียดจากความเข้มข้นของเกลือสูงเหล่านี้ซึ่งพืชแต่ละกลุ่มมีการตอบสนองและปรับตัวด้านโครงสร้างและการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น การสร้างเนื้อเยื่อผิวที่หนามากขึ้นและมีการสร้างเนื้อเยื่อสแคอเรงคิมาเพิ่มมากขึ้นในหญ่าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum*) ซึ่งเป็นพืชชนิดเดนที่พบในพื้นที่นากุงทิ้งราง (อธิภัทร เงินหมื่น และคณะ, 2556) การศึกษาโครงสร้างภายในของพืชทนเค็มจึงมีประโยชน์ต่อการนำไปใช้เป็นข้อมูลหนึ่งในการคัดเลือกพืชอื่นๆ สำหรับใช้ปลูกเพื่อบำบัดดินเค็ม การศึกษาโครงสร้างของพืชทำให้เข้าใจการทำงานของพืชได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังช่วยมีประโยชน์ต่อการจำแนกและระบุชนิดพืชด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืชทนเค็มในวงศ์ผักเบี้ย
2. เปรียบเทียบลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่ใช้จำแนกและระบุชนิดพืชวงศ์ผักเบี้ยที่ศึกษา

ขอบเขตการวิจัย

สำรวจและเก็บตัวอย่างพืชวงศ์ผักเบี้ยในพื้นที่ดินเค็มจังหวัดมหาสารคามและ/หรือพื้นที่ใกล้เคียง ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของแผ่นใบและลำต้นพืช 3 ชนิดในวงศ์ผักเบี้ย ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*) โดยวิธีพาราฟิน (Paraffin method)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย/(นิยามศัพท์เฉพาะ)

1. กายวิภาคศาสตร์ หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับรูปร่างลักษณะภายใน เนื้อเยื่อชนิดต่างๆ การเจริญวิวัฒนาการ การเปลี่ยนสภาพ และความสำคัญของเนื้อเยื่อแต่ละชนิด โดยวิธีการผ่าหรือตัด

2. พืช C_3 หมายถึง พืชที่มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 1 ครั้ง และผลผลิตตัวแรกที่ตรวจพบจากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง glycereldehyde 3-phosphate ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 3 อะตอม

3. พืช C_4 หมายถึง พืชที่มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง และผลิตตัวแรกที่ตรวจพบจากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็น oxaloacetale ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน 4 อะตอม ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวฟ่าง หญ้าแพรก หญ้าขน หญ้าคา และอ้อย เป็นต้น

4. พืช CAM หมายถึง พืชที่มีการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ 2 ครั้ง และผลผลิตตัวแรกที่ตรวจพบจากการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเป็น oxaloacetale ในเวลากลางคืน พบในที่แห้งแล้งมากเช่น ทะเลทราย

5. วงศ์ (Family) หมายถึง การจัดหมาดหมู่ด้านอนุกรมวิธานของพืชซึ่งอยู่ในระดับที่สูงกว่าชนิด (species) และสกุล (genus)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของโครงสร้างใบและลำต้นพืชทนเค็มในวงศ์ผักเบี้ยที่ศึกษา
2. ทราบลักษณะกายวิภาคศาสตร์ที่ใช้จำแนกและระบุชนิดพืชวงศ์ผักเบี้ยที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สัณฐานวิทยาของพืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล

พืชวงศ์ผักเบี้ยทะเลเป็นพืชล้มลุกอายุปีเดียวหรือหลายปี มีลักษณะอวบน้ำ ใบเดียวเรียงแบบตรงข้าม ขอบใบเรียบ หลุดร่วงหรือติดแน่น ไม่มีหูใบ ดอกออกเป็นช่อหรือออกเป็นดอกเดี่ยวที่ปลายยอด ดอกสมมาตรแบบรัศมี สมบูรณ์เพศ มีกลีบแบบกลีบรวม ส่วนมากพบมี 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกับก้านเกสรเพศผู้ เกสรเพศผู้มี 5 อันหรือมีจำนวนมาก เกสรเพศเมียมี 1 อัน รังไข่แบบเหนือวงกลีบ มี 1-3 ช่อง ผลแก่แตก พบกระจายพันธุ์ทั่วไปในเขตร้อนและกึ่งร้อน ในประเทศไทยพบ 2 สกุล ได้แก่ สกุล *Trianthema* พืชสกุลนี้ใบคู่ตรงข้ามขนาดไม่เท่ากัน ก้านเกสรเพศเมียมี 1 อัน สกุลนี้พบ 2 ชนิด ได้แก่ ผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*) และพรมมิแดง (*T. triquetra*) และสกุล *Sesuvium* พืชสกุลนี้ใบคู่ตรงข้ามขนาดเท่ากันหรือใกล้เคียงกัน ก้านเกสรเพศเมียมี 3-4 อัน สกุลนี้พบ 1 ชนิด (*S. portulacastrum*) (ก่องกานดา ชยามฤต, 2549)

1. ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum* L.)

ลักษณะวิสัยเป็นพืชล้มลุก ทนแล้งได้ดี แตกกิ่งก้านสาขามาก สูงไม่เกิน 50 เซนติเมตร รากเป็นระบบรากฝอย มีรากงอกตามข้อลำต้นที่สัมผัสดิน ลำต้น แตกกิ่งก้านโปร่ง แผ่ราบตามพื้นดินอวบน้ำ ทอดเลื้อยไปตามผิวดิน แผ่กระจาย ชูยอดสูง 15 - 30 เซนติเมตร ยอดใหม่แตกตามข้อปล้อง ลำต้นสีเขียวปนแดง หรือม่วง ใบ ใบเดี่ยว อวบน้ำ เรียงแบบตรงข้าม รูปขอบขนาน เป็นมัน ขนาดใบ 3 – 4 เซนติเมตร ก้านใบสั้น ปลายใบโค้งมน ฐานใบเข้าหา เส้นกลางใบ ดอก สมบูรณ์เพศ ออกดอกปลายยอด, ตามซอกใบ ดอกขนาดเล็กสีชมพู กลีบเลี้ยง 5 กลีบ กลีบดอก 5 กลีบ สีชมพู เกสรเพศผู้มีจำนวนมาก เกสรเพศเมีย 4 - 5 อัน รังไข่อยู่เหนือฐานรองดอก ผล เป็นแคปซูล มี 4 carpel กลีบเลี้ยงห่อหุ้ม คล้ายดอกยังตูม เมื่อผลแก่จะแตกออก มีหลายเมล็ดสีดำ หลุดออกเหลือเพียงกลีบเลี้ยงแห้งติดต้น

2. ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum* L.)

ลักษณะวิสัยเป็นพืชล้มลุก แผ่แบนตามพื้น ลำต้นออกจากโคนต้น ผิวมีขนประปรายหรือเรียงเป็นแถบตามยาว ใบเดี่ยวออกกึ่งตรงข้าม รูปกลมหรือรูปไข่กลับหรือรูปไข่ ยาว 0.3-1.2 เซนติเมตร กว้าง 0.1-1.6 เซนติเมตร ปลายใบแหลมหรือกลม ฐานใบสอบ ขอบใบเรียบ สีแดง เนื้อใบอวบเล็กน้อย สีเขียว ผิวใบด้านบนเรียบ ผิวใบด้านล่างมีขนสั้นเฉพาะบริเวณเส้นกลางใบ ก้านใบสั้นหรือไม่มี คล้ายมีกาบหุ้ม ดอกเดี่ยวออกที่ซอกใบ ไม่มีด้านดอก กลีบดอกสีชมพู กลีบดอกเชื่อมกันที่ฐาน ปลายแยกเป็น 5 แฉก แต่ละแฉกรูปลิ้น ยาว 3-4.5 มิลลิเมตร กว้าง 1.5-2.5 มิลลิเมตร ผิวด้านนอกเป็นสันยาวส่วนปลายเป็นติ่งแหลม ยาว 0.8-1 มิลลิเมตร สีแดงหรือสีชมพูเข้ม ผิวด้านนอกมีขน เกสรเพศผู้ ก้านชูเกสรรูปแท่ง ยาว 1.5-4.5 มิลลิเมตร สีขาว ติดที่ฐานของแฉกกลีบดอก อับเรณู รูปรี ยาว 0.1-0.3 มิลลิเมตร สีชมพู เกสรเพศเมีย รังไข่ใต้วงกลีบ รูปถ้วย ยาว 1.5-2 มิลลิเมตร กว้าง 1-1.5 มิลลิเมตร สีเขียว ก้านชูรูปแท่ง ยาว 2-2.5 มิลลิเมตร สีขาว ผิวมีขนต่อมฝั่งเดียว

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ยอดเกสรแหลม ออวุลรูปไต ยาว 0.1-0.3 มิลลิเมตร กว้าง 0.1-0.3 มิลลิเมตร ติดที่แกนกลาง ผลรูปถ้วย ยาว 2-3 มิลลิเมตร กว้าง 3-4 มิลลิเมตร ผลอ่อนสีเขียว เมื่อแก่สีแดง เมล็ดรูปไต ยาว 0.8-2 มิลลิเมตร กว้าง 0.8-2 มิลลิเมตร ผิวขรุขระเล็กน้อย

3. พรมมิแดง (*Trianthema triquetra* Rottler & Willd.)

ลักษณะวิสัยเป็นพืชไม้ล้มลุก ลำต้นเตี้ย แตกกิ่งก้านสาขาบริเวณโคนต้น ส่วนกิ่งที่แตกนั้นจะทอดเลื้อยไปตามพื้นดิน ใบออกเรียงตรงข้ามกัน ลักษณะของใบเป็นรูปเรียวแคบ โคนก้านใบแผ่ออกเป็นกาบ ใบมีขนาดกว้างประมาณ 0.05-0.2 เซนติเมตร และยาวประมาณ 0.15-0.7 เซนติเมตร ก้านใบมีขนาดสั้น ผลออกผลเป็นฝัก ฝักมีขนาดเล็ก มีความยาวประมาณ 3 มิลลิเมตร ภายในฝักมีเมล็ดประมาณ 2 เมล็ด เมล็ดเป็นสีดำและมีลักษณะของเมล็ดเป็นรูปไต

กายวิภาคศาสตร์ของพืช

โครงสร้างของพืชประกอบขึ้นมาจากเซลล์รวมกันเป็นเนื้อเยื่อและเป็นระบบของเนื้อเยื่อ (tissue system) ระบบเนื้อเยื่อรวมกันเป็นอวัยวะและส่วนต่างๆ ของต้นพืช ระบบการจำแนกประเภทเนื้อเยื่อที่รู้จักกันแพร่หลาย คือ ระบบของ Sachs (Sachs' classification) แบ่งเนื้อเยื่อตามความคิดของ Julius Von Sachs นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน แบ่งออกเป็น 3 ระบบด้วยกัน (เทียมใจ คมกฤส, 2542) คือ

1. ระบบเนื้อเยื่อผิว (dermal tissue system) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อผิว (epidermis) ซึ่งทำหน้าที่ในการป้องกันส่วนนอกของพืชในการเจริญเติบโตขั้นแรก และเนื้อเยื่อที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายในหรือเพอริเดิร์ม (periderm) ซึ่งเกิดขึ้นแทนที่เนื้อเยื่อผิวในการเจริญเติบโตขั้นที่สอง เป็นเนื้อเยื่อเชิงเดี่ยวที่อยู่ชั้นนอกสุดของอวัยวะ ทำหน้าที่ป้องกันอันตรายให้ส่วนต่างๆ ที่อยู่ถัดเข้าไปภายใน เป็นส่วนที่ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอกที่แตกต่างกันดังนั้นเนื้อเยื่อผิวจึงมีความแปรผันของลักษณะเป็นอย่างมาก ประกอบด้วยเซลล์ผิวเป็นเซลล์ชนิดพาเรงคิมา (parenchyma) ผิวเคลือบคิวทิน (cuticle) ขน และปากใบ (stomata)

2. ระบบเนื้อเยื่อพื้นฐาน (ground tissue system) พบมากที่สุดส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อเชิงเดี่ยว ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพื้นพบได้ 3 ชนิด (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2542) ได้แก่ เซลล์พาเรงคิมา เซลล์คอลเลงคิมา และเซลล์สเกลอเรงคิมา

เซลล์พาเรงคิมา (parenchyma cell) เป็นเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมหรือค่อนข้างกลม ส่วนใหญ่ผนังเซลล์บางชั้นเดียว ยังมีชีวิต ถ้าดูโดยผิวเผินจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางที่สม่ำเสมอเนื่องจากเซลล์มีลักษณะกลม แต่ในความเป็นจริง เซลล์พาเรงคิมาโดยทั่วไปมี 14 ด้าน มีหกเหลี่ยมอยู่ 8 ด้าน และมีสี่เหลี่ยมอยู่ 6 ด้าน ตามความยาว บางครั้งอาจพบพาเรงคิมาที่มีลักษณะยืดยาว โดยเฉพาะเซลล์ที่พบในชั้นมีโซฟิลล์ของใบ

เซลล์คอลเลงคิมา (collenchyma cell) เซลล์คอลเลงคิมาเป็นเซลล์ที่เจริญมาจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดและโพรแคมเบียม เซลล์คอลเลงคิมาเป็นเซลล์ที่มีชีวิตขณะที่เจริญเติบโต มีความยืดหยุ่น รูปร่างเซลล์คล้ายเซลล์พาเรงคิมา และบางกลุ่มคล้ายกับเซลล์ไฟเบอร์ เซลล์คอลเลงคิมามีผนังหนาไม่สม่ำเสมอ

ประกอบด้วยเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และเพคทินที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง เซลล์คอลเลงคิมาพบมากที่สุดใกล้ผิวของลำต้นที่มีการเจริญเติบโต ก้านใบและ ใกล้เส้นใบของพืช เช่น ก้านใบของคื่นช่าย

เซลล์สเกลอเรงคิมา (sclerenchyma cell) เซลล์สเกลอเรงคิมาเป็นเซลล์ที่ไม่มีชีวิตขณะที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้วมีการสะสมลิกนินที่ผนังเซลล์ทุติยภูมิ ทำให้มีความหนามาก มีช่องว่างในเซลล์เรียกว่า ลูเมน

3. ระบบเนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue system) ประกอบด้วยโฟลเอ็ม (phloem) และไซเลม (xylem) ซึ่งเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (complex permanent tissue) ประกอบด้วยเซลล์ชนิดต่างๆ หลายชนิดด้วยกัน

พืชที่สามารถเจริญเติบโตได้ในพื้นที่ดินเค็มมีการปรับตัวด้านโครงสร้างเพื่อให้สามารถทนต่อภาวะที่มีไอออนในดินสูงได้ เช่นเนื้อเยื่อผิวมีต่อมเกลือ ระบบเนื้อเยื่อพื้นฐานมีเซลล์สะสมน้ำและเซลล์สะสมสารต่างๆ เป็นต้น

กายวิภาคศาสตร์ของใบพืช

ใบพืชมีลักษณะแบนราบ ประกอบด้วยเซลล์ผิวที่ยอมให้แสงผ่านไปสู่เซลล์ชั้นในส่วนอื่นๆ ได้ และมีความสามารถในการบิดโค้งบนลำต้น หรือก้านใบเพื่อให้เอียงเข้าหาแสงอาทิตย์ได้ตลอดวัน ใบพืชที่มีสีเขียวจับพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการสังเคราะห์แสง เพื่อเปลี่ยนน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศให้เป็นน้ำตาล ซึ่งจะเป็นสารเริ่มต้นของสารอาหารที่ให้พลังงานชนิดอื่นๆ และที่ผิวใบจะมีช่องเล็กเรียก ปากใบ (stomata) เป็นทางผ่านของก๊าซและความชื้นเพื่อควบคุมอุณหภูมิของใบ นอกจากนั้นยังทำหน้าที่อื่นๆ เช่น แลกเปลี่ยนก๊าซทำให้มีการหายใจและช่วยให้รากดูดน้ำและเกลือแร่ โดยมีการคายน้ำสู่บรรยากาศ ทำให้เกิดแรงดันรากและเกิดการดูดน้ำและเกลือแร่ไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของพืชอย่างต่อเนื่อง ใบพืชบางชนิด ทำหน้าที่ขยายพันธุ์และสะสมน้ำ เช่น พืชทะเลทราย (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549) ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันบ้าง ตามสภาพแวดล้อมที่พืชนั้นอาศัยอยู่ แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีลักษณะคล้ายคลึงกัน โดยแผ่นใบที่ตัดตามขวาง จะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิด คือ เนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้นฐานหรือมีโซฟิลล์ และกลุ่มของมัดท่อลำเลียงหรือเส้นใบ (มานิตย์ อัญญะโพธิ์, 2552)

1. เนื้อเยื่อผิว (epidermis)

เนื้อเยื่อผิวใบอยู่ชั้นนอกสุด ทำหน้าที่ปกป้องอวัยวะที่อยู่ภายใน ประกอบด้วยเนื้อเยื่อผิวด้านบน (upper epidermis) และเนื้อเยื่อผิวด้านล่าง (lower epidermis) เนื้อเยื่อผิวของใบคล้ายคลึงกับเนื้อเยื่อผิวลำต้นที่เซลล์เรียงตัวกันแน่น มีสารพวกแวกซ์ปกคลุม นอกจากนี้เนื้อเยื่อผิวใบยังมีปากใบและเซลล์คุมกระจายอยู่ทั้งสองด้าน แต่ในพืชทั่วไปมักพบในด้านล่างของใบมากกว่า พืชที่มีใบปริ่มน้ำ เช่น บัวสายและบัวกระด้ง มักพบปากใบตามผิวใบด้านบนเท่านั้น แต่ในพืชที่ใบจม อยู่ในน้ำจะไม่พบปากใบทั้งด้านบนและด้านล่าง พืชที่ขึ้นในที่แห้งแล้งมักจะพบปากใบมากกว่าพืชชนิดอื่นๆ (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549)

1.1 เซลล์ผิว (epidermal cell) ลักษณะของเซลล์ผิวในใบก็เช่นเดียวกันกับในลำต้นและส่วนอื่นๆ ของพืช โดยเซลล์จะเรียงตัวติดกันและมีคิวทิเคิลกับปากใบอยู่ทั่วไป มีหน้าที่เกี่ยวกับการระเหยของน้ำและการสังเคราะห์ด้วยแสง ปากใบอาจจะมีทั้งสองด้านของใบหรือมีเพียงด้านเดียว ในพืชชั้นสูงทั่วๆไป มักจะไม่มีคลอโรพลาสต์ แต่ก็มีบางชนิดที่พบคลอโรพลาสต์จำนวนมาก โดยเฉพาะในพืชที่ขึ้นในน้ำ อิพิเดอร์มิสมักจะมีคลอโรพลาสต์จำนวนมากเสมอและมากกว่าพาเรงคิมาที่อยู่ใต้ลงไป (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549)

1.2 ขน (trichome) เป็นลักษณะของรยางค์หรือส่วนที่ยื่นออกมาจากเนื้อเยื่อผิวอาจเป็นเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ก็ได้ พบได้ทั้งส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ (vegetative part) และส่วนเกี่ยวข้องกับการสืบพันธุ์ (reproduction part) และอาจจะเป็นส่วนที่มีชีวิตอยู่หรือตายแล้วก็ได้ สามารถจำแนกได้ 2 แบบ คือ การจำแนกขนตามหน้าที่และการจำแนกขนตามลักษณะภายนอกของขน ดังนี้

1.2.1 การจำแนกขนตามหน้าที่ได้ 4 ชนิด (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549) ได้แก่

ก. ขนคล้ายใบ (foliar trichome) เป็นขนที่มีความสำคัญในการเปลี่ยนความชื้นที่มีการแลกเปลี่ยนกับชั้นบรรยากาศและส่วนของพืช

ข. ขนปกคลุม (covering hair) เป็นขนที่มีความสำคัญในการช่วยป้องกันการกัดกินของแมลง

ค. ซีครีทอรีไทรโคม (secretory tirchome) เป็นขนที่มีความสำคัญในการปล่อยสารเคมี เพื่อป้องกันการเข้าทำลายของแมลง

ง. สติงกิงแฮร์ (stinging hair) เป็นขนที่แข็งเพื่อป้องกันการกัดกินของสัตว์

1.2.2 การจำแนกขนตามลักษณะภายนอก สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549) ได้แก่ ขนที่มีลักษณะไม่เป็นต่อม (non – glandular tirchome) และขนที่มีลักษะเป็นต่อม (glandular trichome)

มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ก. ขนที่มีลักษณะไม่เป็นต่อม มักจะแตกแขนง ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

(1) ขนเซลล์เดียว (unicellular trichome) เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของเซลล์ผิว ซึ่งเจริญออกไปเป็นเส้นตรงหรือโค้งก็ได้ ขนปลายแยกเป็น 2 แฉกเป็นรูปตัววาย (Y – shaped) พบในพืชสกุลราชาวดี *Buddlaja* หรือเป็นรูปตัวที (T–shaped) พบในพืชสกุล *Lobularia* และ *Dicrasus* สำหรับขนเซลล์เดียวพบในพืชสกุลกัญชา *Canabis* มีลักษณะเป็นปมที่มีการสะสมซิลิกายื่นออกมา

(2) ขนหลายเซลล์ (multicellular trichome) อาจมีการแตกแขนงหรือไม่ก็ได้ ประกอบด้วยเซลล์เรียงแถวเดียว (uniseriate) หรือหลายเซลล์ (multiseriate) ปลายเซลล์โป่งพองออกเป็นกระเปาะ (vesticulate type) พบในสกุล *Chenpodium* หรือมีลักษณะเหมือนหมวกหุ้มปลาย (capitates หรือ sub-capitate)

ข. ขนที่มีลักษะเป็นต่อม ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ที่ปล่อยสารที่มีลักษณะเหนียวออกมา มีรูปร่างหลายแบบ ได้แก่

(1) สทิกมาติกพาพิลลี (stigmatic papillae) มีลักษณะเนื้อเยื่อผิวยื่นออกไป ถ้าเป็นหลายเซลล์จะประกอบด้วยเซลล์สตอร์ค 1 เซลล์ หรือหลายเซลล์ที่มีเซลล์หัวหลายเซลล์ พบในสกุล *Tabernaemontana* และหางหงส์

(2) แชกกี้แกลนด์ (shaggy gland) ประกอบด้วย เซลล์หลายเซลล์อยู่กึ่งกลางล้อมรอบเซลล์ที่มีลักษณะคล้ายเซลล์แพลิเสด มีลักษณะยาวและปล่อยสารออกมา

(3) สติงกิ้งแฮร์ (stinging hair) เป็นเซลล์เดียวที่ด้านล่างกว้างหุ้มด้วยเซลล์ผิวอื่นๆ และสะสมแคลเซียม ส่วนบนของเซลล์มีลักษณะเหมือนท่อ (capillary) สะสมซิลิกา เมื่อสัมผัสกับเซลล์สัตว์ ส่วนปลายพองขึ้น (stinging tip) จะหักแทงเข้าในเนื้อเยื่อสัตว์และปล่อยสารพวกฮีสตามิน (histsmine) และอเซทิลโคลีน (acetylchline) ออกมา

(4) ไอซ์เบด (ice-beads) เป็นเซลล์ผิวที่โป่งออกทำหน้าที่สะสมน้ำ พบในใบและลำต้นอ่อนของต้น ไอซ์แพลนต์ (ice plent: *Mesembryanthemum crystallinum*)

(5) ต่อมเกลือ (salt gland) ประกอบด้วยเซลล์ 2 เซลล์ ที่มีขนาดใหญ่ เซลล์หนึ่งเป็นฐาน อีกเซลล์หนึ่งเป็นเซลล์หมวกอยู่ด้านบน มีหน้าที่ปล่อยเกลือที่มีปริมาณมากเกินออกไป พบในพืชที่เกิดในดินเค็ม (halophyte) เช่น ในชนิด *Distichlis spicata* ในพืชสกุล *Atriplex* ต่อมเกลือจะมีสตอล์คยาว ในพวกแสม (*Avicennia*) ซึ่งเป็นพืชชายเลน จะประกอบไปด้วยเซลล์ฐาน 2 เซลล์ เซลล์สตอล์ค 1 เซลล์ และเซลล์หัว 3 เซลล์ ที่ทำหน้าที่ปล่อยเกลือออกมา

1.3 ปากใบ (stomata) เป็นช่องเปิดแคบๆ ในเซลล์ผิว ปากใบมักมีเซลล์ผิวที่เปลี่ยนแปลงไปเรียกว่า เซลล์คุม (guard cell) จำนวน 2 เซลล์ประกบกัน ในพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยวทั่วไป เซลล์คุมมีลักษณะคล้ายไต (kidney-shaped) ประกบกัน ยกเว้นพวกหญ้าเซลล์คุมมีลักษณะเหมือนดัมเบล (dumble-shaped) ผนังเซลล์มีความหนาไม่เท่ากัน ด้านที่ติดกับปากใบจะมีความหนามากกว่า และไม่มีความยืดหยุ่น เนื่องจากมีการสะสมเซลลูโลสอีกด้านหนึ่งมีผนังบางๆ มีความยืดหยุ่นและยอมให้สารบางอย่างซึมผ่านได้ เซลล์คุมมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขึ้นอยู่กับความชื้นภายในเซลล์ (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549)

จากการพิจารณาถึงเซลล์ที่ล้อมรอบอยู่ ได้มีการแบ่งปากใบออกเป็นหลายชนิด ในสมัยก่อนมีผู้แยกชนิดของปากใบของพืชใบเลี้ยงคู่ออกเป็น 4 ชนิด คือ Ranunculaceous Cruciferous Caryophyllaceous และ Rubiacous ต่อมา Metcalf และ Chalk ได้ตั้งชื่อใหม่ใช้กันทั่วไปคือใช้ anomocytic แทน Ranunculaceous, anisocytic แทน Cruciferous, diacytic แทน Caryophyllaceous และ paracytic แทน Rubiacous จากนั้นมีการแบ่งชนิดของปากใบโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างเซลล์คุม epidermal cell และเซลล์เสริมในพืชใบเลี้ยงคู่ออกมา (เทียมใจ คมกฤษ, 2542) ดังนี้

ก. อะนอโมไซติกไทป์ (anomocytic type หรือ irregular-celled type) เป็นพวกที่ไม่มีเซลล์เสริมเกิดขึ้น เซลล์คุมล้อมรอบด้วยอิพิเดอร์มิส ธรรมดาพบในวงศ์ Ranunculaceae Geraniaceae Capparidaceae Malvaceae Scrophulariaceae Tamaricaceae และ Papaveraceae

ข. แอนไอโซไซติกไทป์ (anisocytic type หรือ unequal-celled type) มีเซลล์เสริม 3 เซลล์ ที่มีขนาดไม่เท่ากันล้อมรอบเซลล์คุม พบในสกุล *Cruciferae* ยาสูบ มะเขือ และอื่น ๆ

ค. พาราไซติกไทป์ (paracytic type หรือ parallel-celled type) มีเซลล์เสริม 1 เซลล์ หรือมากกว่า ขนานกับความยาวเซลล์คุมและช่องเปิด (stomatal pore) พบใน Robiaceae Magnoliaceae Convolvulaceae และ Mimosaceae ส่วนมาก และบางชนิดของ Papillionaceae เป็นต้น

ง. ไดอะไซติกไทป์ (diacytic type หรือ cross-celled type) มีเซลล์ 2 เซลล์ ล้อมรอบเซลล์คุมโดยมีผนังเซลล์วางตั้งฉากกับช่องเปิด พบใน Caryophyllaceae และ Acanthaceae

2. เนื้อเยื่อพื้นฐาน

เนื้อเยื่อพื้นในแผ่นใบที่อยู่ตรงกลางอิพิเดอร์มิสทั้งสองด้าน เรียกว่า มีโซฟิลล์ (mesophill) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์อยู่มากทำให้เห็นใบเป็นสีเขียวช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง ในพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไปแบ่งชั้นมีโซฟิลล์ออกเป็น 2 ส่วน (มานิตย์ อัญญะโพธิ์, 2552) คือ

(1) แพลิเสด มีโซฟิลล์ (palisade mesophyll) เป็นส่วนที่อยู่ใต้เนื้อเยื่อผิวด้านบนหรือด้านหลังใบ เป็นเซลล์พาเรงคิมาลักษณะเป็นแท่งยาวทรงสูงแคบเรียงเป็นแถวอัดกันแน่น มี 1 ชั้นหรือหลายชั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของใบ มีคลอโรพลาสต์มาก จึงทำหน้าที่ในการสังเคราะห์ด้วยแสง

(2) สปองจีมีโซฟิลล์ (spongy mesophyll) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากชั้นแพลิเสดมีโซฟิลล์ลงไปจนถึงด้านท้องใบเซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียงตัวอยู่แบบหลวมๆ ไม่เป็นระเบียบ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ทำให้ก๊าซซึมเข้าออกได้สะดวกภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์อยู่น้อยกว่าเซลล์พาเรงคิมาในชั้นแพลิเสดมีโซฟิลล์

3. เนื้อเยื่อลำเลียง

ชั้นมีโซฟิลล์ของใบจะมีเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่มากในส่วนของเส้นใบที่มีส่วนติดต่อกับระบบเนื้อเยื่อลำเลียงของลำต้น เส้นใบประกอบด้วยไซเล็มและโฟลเอ็มที่อยู่ในระยะการเจริญปฐมภูมิ ตอนปลายของเส้นใบพืชใบเลี้ยงคู่ส่วนใหญ่มีเพียงเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ ไซเล็มอยู่ด้านบนของใบ ส่วนโฟลเอ็มจะอยู่ด้านล่าง เนื้อเยื่อลำเลียงในเส้นใบมีส่วนติดต่อกับช่องว่างระหว่างเซลล์ของชั้นมีโซฟิลล์น้อยมาก เส้นใบขนาดเล็กมักจะถูกล้อมรอบด้วยเซลล์ที่เรียงกันแน่น 1 หรือ 2 ชั้น ลำเลียงจนถึงปลายใบ (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2549)ตอนปลายของเซลล์ท่อลำเลียงหรือเส้นใบของใบพืชโดยส่วนมากจะมีไซเลมยาวกว่า โฟลเอ็ม แต่ในพืชบางชนิดความยาวของไซเลมและโฟลเอ็มจะเท่ากัน ไซเล็มที่อยู่ในส่วนปลายของเส้นใบมักจะประกอบด้วยเทรคีด (tracheid) สั้นๆ ส่วนโฟลเอ็มจะมีซีฟทิวบ์เมมเบอร์ (sievetube member) แคบสั้น แต่คอมพาเนียนเซลล์ (companion cell) ใหญ่ (เทียมใจ คมกฤษ, 2542)

ลักษณะทางกายวิภาคของใบพืช C_3 และใบของพืช C_4 มีความแตกต่างกัน เซลล์ในชั้นมีโซฟิลล์และเยื่อหุ้มท่อลำเลียงของพืช C_4 จะมีลักษณะเป็นวงรอบเนื้อเยื่อลำเลียง เยื่อหุ้มท่อลำเลียงอยู่วงในและมีโซฟิลล์อยู่วงนอก แต่สามารถเห็นเป็นชั้นๆ แยกจากกัน โดยเยื่อหุ้มท่อลำเลียงประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่ที่มีคลอโรพลาสขนาดใหญ่ละชัดเจน การจัดเรียงตัวของเยื่อหุ้มท่อลำเลียงและมีโซฟิลล์แบบนี้เรียกว่า กายวิภาคแบบครานส์ (Kranz anatomy) ถ้าเป็นพืชพวกหญ้าที่เป็น C_3 และพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป เยื่อหุ้มท่อลำเลียง

ขนาดเล็กที่มีคลอโรพลาสต์ขนาดเล็กและมีจำนวนน้อย ทำให้เห็นเซลล์มีลักษณะใส บางครั้งยังพบเยื่อหุ้มท่อลำเลียงชั้นในและชั้นนอกที่มีลักษณะของผนังเซลล์แตกต่างกัน (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2542)

4. สารสะสม

ผลึกเกลือแร่ (mineral crystals) เป็นของเสียในพืชบางชนิด อาจอยู่ในรูปของแคลเซียมออกซาเลต (calcium oxalate crystals) (พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง, 2542)

แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate) หรือผลึกทราย (sandy crystal) ก็ได้ ผลึกแคลเซียมออกซาเลตพบมากในเนื้อเยื่อชั้นไส้ไม้ (pith) และคอร์เทกซ์ มีรูปร่างลักษณะต่างๆ เช่น ผลึกรูปพีระมิดหรือแท่งใส (prismatics) พบในผิวส่วนใบของหัวหอม (*Allium cepa*) ผลึกรูปเข็ม (raphides) พบในใบของจอก (*Pistia stratiotes*) และในก้านใบของผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) พบในก้านใบและลำต้นของพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) และ ก้านใบของมะละกอ (*Carica papaya*) และจอก พบผลึกรูปเข็มในเซลล์อิดิโอบาสต์ (Idioblasts)

ผลึกแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นผลึกที่พบในพืชบางชนิด เป็นผลึกที่เกาะอยู่กับผนังเซลล์ชั้นผิว (epidermis) โดยเฉพาะเนื้อเยื่อชั้นผิวใบของแก้ว (*Murraya paniculata*) ยางอินเดีย (*Ficus elastica*) และไทร (*Ficus bengalensis*) มีลักษณะผลึกคล้ายพวงองุ่น เรียก ผลึกชนิดนี้ว่า ซิสโทลิท (cystolith) และเซลล์ผิวที่มีผลึกชนิดนี้อยู่ เรียกว่า ลิโทซิสต์ (lithocyst) บางครั้งผลึกมีลักษณะยาวพบในพืชพวกแตง เช่น มะระ (*Momordica charantia*) หรือผลึกคู่ที่มีลักษณะเหมือนกันอยู่ในเซลล์ติดกัน พบในพืชสกุลต้อยติ่ง (*Ruellia*)

ผลึกทรายเป็นผลึกที่มีขนาดเล็กกว่าผลึกชนิดอื่นๆ มีลักษณะคล้ายลิ่มที่ฝังตัวอยู่ในผนังเซลล์ของใบพืชพวกหญ้า พืชสกุล *Belladona* และหญ้าถอดปล้อง (*Equisetum*) และพบในพืชวงศ์มะเขือ (Solanaceae)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. การสำรวจพืชวงศ์ผักเบี้ย

Phuphathanaphong (2005) ศึกษาอนุกรมวิธานพืชวงศ์ Aizoaceae และรายงานชนิดพืชวงศ์ Aizoaceae ในประเทศไทยพบ 3 ชนิด ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*) พร้อมทั้งลักษณะสัณฐานวิทยา ภาพวาด ภาพถ่าย และรูปวิธานระบุสกุลและชนิดในหนังสือพรรณพฤกษชาติแห่งประเทศไทย (Flora of Thailand)

วรชาติ โตแก้ว และปิยะ โมคมุล (2559) ศึกษาความหลากชนิดของพืชมีท่อลำเลียงในพื้นที่ดินเค็มบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม พบพืช 95 วงศ์ 107 สกุล 131 ชนิด ในจำนวนนี้เป็นพืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล 3 ชนิด ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*S. portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*)

2. กายวิภาคศาสตร์พืชดินเค็ม

อธิภัทร เงินหมื่น และคณะ (2556) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อหญ้าสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum*) พืชเด่นของนากุ้งทิ้งร้าง อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา หลังจากปลูกในสารละลาย Hoagland ที่มีเกลือโซเดียมคลอไรดความเขมขน 0, 50, 100, 200 และ 300 มิลลิโมลาร์ เปนเวลา 60 วัน พบวาในสวนของใบและลำต่น มีความหนาของเนื้อเยื่อชั้นผิว และเปอรเซ็นตของเนื้อเยื่อสเคลอเรงคิมาเพิ่มมากขึ้น และความหนาของชั้นสเคลอเรงคิมาในลำต่นเพิ่มมากขึ้นอยางมีนัยสำคัญ ส่วนรากพบเปอรเซ็นตของเมตาไซเล็มลดลงอยางมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. กายวิภาคศาสตร์พืชวงศ์ผักเบี้ยทะเล

Opel (2005) กายวิภาคศาสตร์พืชวงศ์ผักเบี้ยทะเลในสกุล *Conophytum* (วงศ์ Aizoaceae) ในตอนใต้ของแอฟริกา 84 ชนิด โดยการตัดตามขวางด้วยวิธี plastic-embed sections และศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ชนิด bright-field and polarized-light microscope ผลการศึกษาพบเนื้อเยื่อผิวมี 1-2 ชั้นเซลล์ มีคิวตินที่ชั้นนอก ภายในเซลล์มีการสะสมผลึกแคลเซียมออกซาเลต มีชั้นเนื้อเยื่อ hypodermis ที่เป็นเนื้อเยื่อแบบ chlorenchyma หนาประมาณ 10 ชั้นเซลล์ มีเซลล์อิดิโอบาสต์มากกว่าในเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์มีเซลล์อิดิโอบาสต์สะสมแทนนิน เซลล์สะสมผลึกรูปเข็ม (raphide) และเซลล์ผลึกรูปดอกไม้ (druses) และมีเซลล์เก็บสะสมน้ำ ที่มีการสะสมผลึกรูปดอกไม้ด้วย เนื้อเยื่อผิวชั้นนอกประกอบด้วยเซลล์ผิวที่มีปุ่มเล็ก (papillae) ขน (trichome) เซลล์ bladder และปากใบ (stomata) ปากใบส่วนใหญ่เป็นแบบ superficial stomata ยกเว้นบางชนิดที่พบแบบ sunken stomata มัดท่อลำเลียงขนาดเล็ก ไซเลมมีเวสเซล (vessel) ที่มีการพอกหนาของผนังแบบเกลียว (helical wall thickening)

Patil *et al.* (2016) ศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาและศึกษากายวิภาคศาสตร์ใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) และการย่อยเซลล์ของพืชสมุนไพรชนิด *Boerhaavia diffusa* ในวงศ์ Nyctaginaceae เปรียบเทียบกับพืชที่มีชื่อพื้นเมืองและลักษณะคล้ายคลึงกัน ได้แก่ *S. portulacastrum* และ *T. portulacastrum* วงศ์ Aizoaceae ผลการศึกษาได้รายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์ Aizoaceae ทั้งสองชนิดไว้ดังนี้ กายวิภาคศาสตร์จากการตัดตามขวางแผ่นใบพบเนื้อเยื่อผิวมีเซลล์เรียงแถวเดียวมีคิวตินบาง มีปากใบและขนในเนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน ปากใบชนิดพาราไซติก มีโซฟิลล์ของ *S. portulacastrum* เป็นแบบ isobilateral leaf ประกอบด้วยแพริเสดเรียงตัว 3-4 ชั้นเซลล์ ในขณะที่มีโซฟิลล์ของ *T. portulacastrum* เป็นแบบ dorsiventral leaf ด้านบนประกอบด้วยชั้นแพริเสดเรียงตัว 1-2 ชั้นเซลล์ และด้านล่างเป็นชั้นสปองจีเรียงตัว 3-4 ชั้นเซลล์ มัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง (collateral vascular bundle) มีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้อมรอบ มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้ (druses) กายวิภาคศาสตร์ของลำต้นพืชวงศ์ Aizoaceae ทั้งสองชนิดมีเนื้อเยื่อผิวชั้นเดียวและมีคิวตินบาง ชั้นคอร์เท็กซ์ (cortex) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมาหลายชั้น มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้บริเวณคอร์เท็กซ์ชั้นนอก

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างพืช 3 ชนิด ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*) และ พรมมิแดง (*T. triquetra*) ในพื้นที่ดินเค็มหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม เพื่อเป็นตัวแทนพืชชนิดเดียวกันที่มีรายงานพบในประเทศไทย โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างใบและลำต้น ชนิดละ 3 ตัวอย่างเพื่อเป็นตัวแทนในการศึกษากายวิภาคศาสตร์

อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย

1. วัสดุอุปกรณ์ในการวิจัย
- สไลด์และกระจกปิดสไลด์
- บีกเกอร์
- กระบอกตวง
- โถแก้วย้อมสไลด์
- ขวดดองตัวอย่าง
- เข็มเขี่ย เข็มฝังชิ้นตัวอย่าง
- ใบมีดโกน
- พู่กัน
- คีมคีบ
- กระดาษทิชชู
- กระดาษหนังสือพิมพ์
- ผ้าปิดปาก, ถุงมือ
- กล้องถ่ายรูป
- แผงอัดพรรณไม้
- เชือก
- กระดาษลูกฟูก
- หลอดหยด

2. สารเคมีในการวิจัย
- เอทิลแอลกอฮอล์ (ethyl alcohol) 95 %
- สีซาฟรานิน (safranin) 1%

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

- อีเธอร์ (ether)
- สารละลายโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) 2%
- ไซลีน (xylene)
- คลอร็อกซ์ (clorox) 10%
- เจลลาติน (gelatin)
- โคลฟ ออยส์ (clove oil)
- เปอร์เมาท์ (permount)
- แอบโซลูทแอลกอฮอล์ (absolute alcohol)
- เทอร์เชียรี่บิวทิลแอลกอฮอล์ (tertiary butyl alcohol: TBA)
- สีฟาสต์กรีน (fast green) 1%
- พาราฟินบริสุทธิ์ (paraplast)
- พาราฟินออยล์ (paraffin oil)
- กรดพิคริค (pricric acid)

3. เครื่องมือในการวิจัย

- กล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope)
- เครื่องดูดอากาศ (suction pump)
- ตู้อบความร้อน (hot air oven)
- เครื่องตัดไมโครโตมแบบหมุน (rotary microtome)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเก็บรวบรวมข้อมูล

1. การเก็บตัวอย่าง การจำแนกและระบุชนิด

ศึกษารายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวงศ์ Aizoaceae จากนั้นออกสำรวจและเก็บรวบรวมตัวอย่างพืชเพื่อใช้ในการระบุชนิดพร้อมบันทึกภาพตัวอย่าง โดยเลือกเก็บส่วนของใบ และลำต้น ขนาดความยาวประมาณ 1 ฟุต เก็บประมาณ 3-8 ชิ้น (พเยาว์ อินทสุวรรณ, 2552) เพื่อทำเป็นตัวอย่างพรรณไม้อัดแห้ง ตรวจสอบชนิดโดยหนังสือพรรณไม้ต่างๆ เก็บรักษาตัวอย่างสำหรับอ้างอิงการศึกษาไว้ที่สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม และทำตัวอย่างดองเพื่อใช้ในการศึกษากายวิภาคศาสตร์ แผ่นใบและเส้นกลางใบ

1.1 การอัดแห้งพรรณไม้ (พเยาว์ อินทสุวรรณ, 2552)

1.1.1 เลือกเก็บกิ่งที่สมบูรณ์ ควรมีครบทั้งใบ ลำต้น ดอก และผล ถ้าเป็นพืชขนาดเล็กควรจะมีส่วนรากด้วย

1.1.2 นำตัวอย่างพืชที่เก็บมาจัดลงบนกระดาษอัดพรรณไม้อย่าให้ส่วนต่างๆ ซ้อนทับกันเรียงให้ใบคว่ำบ้างหงายบ้างเพื่อจะได้เห็นลักษณะของใบทั้งสองข้าง

1.1.3 ควรจัดเรียงใบให้มี ทั้งด้านหลังใบและด้านท้องใบขึ้นด้านบนเพื่อสะดวกในการศึกษา

1.1.4 นำกระดาษหนังสือพิมพ์วางปิดทับบนตัวอย่างพืชสอดกระดาษลูกฟูกคั่นไว้เพื่อให้ความชื้นระเหยออกเร็วนำไปวางบนแผงอัดพันธุ์ไม้พันด้วยเชือกโดยรอบให้แน่น

1.1.5 นำแผงอัดพรรณไม้ไปอบในตู้อบที่มีอุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส

1.1.6 นำมาแช่ในน้ำยาป้องกันเชื้อราและแมลง

1.1.7 นำตัวอย่างพันธุ์ไม้แห้ง มาเย็บติดบนกระดาษติดพันธุ์ไม้สีขาว ขนาด 30 × 42 เซนติเมตร

1.1.8 ติดแผ่นกำกับพันธุ์พืชที่มุมล่างขวาเพื่อแสดงข้อมูล

1.2 วิธีการดอง (พเยาว์ อินทสุวรรณ, 2552)

1.2.1 นำพืชไปล้างน้ำด้วยน้ำสะอาดหลายๆ ครั้ง

1.2.2 นำพืชที่ล้างแล้วใส่ขวดแก้ว และเติมเอธิลแอลกอฮอล์ 70 % ปิดฝา ให้สนิท

1.2.3 ติดป้ายบอกรายละเอียด

2. การศึกษาลักษณะด้านกายวิภาคศาสตร์ด้วยวิธีพาราฟิน

ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพืช นำตัวอย่างที่ดองไว้มาศึกษากายวิภาคศาสตร์ในภาคตัดขวางของชิ้นตัวอย่างที่ผ่านวิธีพาราฟิน (paraffin method) ขั้นตอนการทำสไลด์ถาวรตามวิธีของประศาสตร์ เกื้อมณี (2551)

ขั้นตอนวิธีพาราฟิน

2.1 ตัดชิ้นตัวอย่างให้ได้ขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร แช่ในเอทิลแอลกอฮอล์ 50% 3 ครั้งๆ ละอย่างน้อย 3 ชั่วโมง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2 ดูดอากาศออกจากชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่อง suction pump ที่ความดัน 25 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนานประมาณ 20 นาที

2.3 แช่ชิ้นตัวอย่างในสารละลาย TBA จากระดับที่ 1-5 อย่างน้อยขั้นละ 12 ชั่วโมง

2.4 แช่ชิ้นตัวอย่างใน พาราฟินบริสุทธิ์ 3 ครั้งๆ ละอย่างน้อย 12 ชั่วโมง

2.5 นำพาราฟินเข้าสู่เซลล์โดยการนำชิ้นตัวอย่างแช่ในสารละลายซึ่งมีส่วนผสมของพาราฟินออยล์และพาราฟินบริสุทธิ์ในอัตราส่วน 1:1 นาน 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

2.6 หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปแช่ในพาราฟินบริสุทธิ์แล้วนำไปไว้ในตู้อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 12 ชั่วโมง

2.7 ทำการเปลี่ยนพาราฟิน 3 ครั้งๆ ละ 12 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

2.8 ฝังชิ้นตัวอย่างในพาราฟินบริสุทธิ์แล้วปล่อยให้พาราฟินแข็งตัวแล้วนำไปติดบนแท่งไม้จาก นั้นนำชิ้นตัวอย่างไปตัดด้วยเครื่องตัดไมโครโตมแบบหมุน

2.9 ยืดริบบ้อน และติดริบบ้อนด้วยสไลด์ในหม้อ น้ำอุ่น 50 องศาเซลเซียส ซึ่งมีเจลาติน 0.1% โดยน้ำหนัก จากนั้นนำสไลด์ที่ติดริบบ้อนแล้ว เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3-5 วัน

2.10 ขั้นตอนการย้อมด้วยสีซาฟรานินเข้มข้น 1% ในเอทิลแอลกอฮอล์ 70% นาน 20-60 นาที ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง และย้อมควบคู่กับสีฟาสต์กรีนเข้มข้น 1% ในเอทิลแอลกอฮอล์ 95% หลังจากนั้นทำชิ้นตัวอย่างให้ใสด้วยไซลีน และผนึกสไลด์ด้วยเปอร์เมาท์

2.11 จำแนกลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของเนื้อเยื่อผิว เนื้อเยื่อพื้นฐาน และเนื้อเยื่อลำเลียง บันทึกผลการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์พร้อมทั้งบันทึกภาพเพื่อนำมาเขียนบรรยายลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชที่ศึกษา

3. ข้อควรปฏิบัติเกี่ยวกับวิธีพาราฟิน

3.1 การดูดอากาศออกจากตัวอย่าง (suction)

suction เป็นการดูดอากาศออกจากเซลล์เพื่อให้สารเคมีอื่นๆที่จะใช้ในขั้นต่อไปอยู่ในทุกส่วนของเซลล์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดูดอากาศ ได้แก่ โถแก้วที่มีฝาปิดได้แนบสนิท ตอนบนของโถมีช่องต่อกับท่อ ที่ปลายข้างหนึ่งของท่อต่อเข้ากับเครื่องดูดอากาศ (suction pump)

หลักการใช้เครื่องดูดอากาศมี ดังนี้

1. นำขวดที่มีชิ้นตัวอย่างที่แช่อยู่ใน เอทิลแอลกอฮอล์ 70% ไปวางในโถแก้ว

2. ต่อท่อยางระหว่างตอนบนของโถแก้วกับเครื่องดูดอากาศ

3. เปิดสวิตซ์เครื่องดูดอากาศปล่อยให้เครื่องทำงานไปประมาณ 5-10 นาที จึงสังเกตฟองอากาศที่ลอยมาจากชิ้นตัวอย่างในขวดถ้ามีฟองอากาศลอยขึ้นมาอีกให้ดูดต่อไปอีกจนไม่มีฟองอากาศ แต่ไม่ควรดูดต่อเนื่องกันมากกว่า 1 ชั่วโมง

4. เมื่อฟองอากาศออกหมดแล้วให้ค่อยๆ คลายเกลียวโถแก้ว ปิดเครื่องแล้วนำตัวอย่างออกจากโถแก้ว

3.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับดึงน้ำออกจากตัวอย่าง (Dehydration)

สารที่ใช้ดึงน้ำออกจากตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นแอลกอฮอล์ เพราะมีประสิทธิภาพในการดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อได้ดี อันตรายน้อย ราคาถูกและหาซื้อง่าย มีผู้ผลิตจำน่ายในความเข้มข้น 2 ระดับ คือ 95% และ 100% (ที่เรียกว่า absolute ethanol) ระดับความเข้มข้นที่ใช้ ถ้าเป็นตัวอย่างที่บอบบางหรือมีขนาดเล็กควรเริ่มที่ความเข้มข้น 5% แล้วค่อยๆ เพิ่มความเข้มข้นครั้งละ 5% จนถึง 100% แต่ถ้าชิ้นตัวอย่างมีขนาดใหญ่ขึ้นก็เพิ่มความเข้มข้นครั้งละ 10% จนถึง 100% สำหรับพืชชั้นสูงโดยทั่วไปนิยมใช้ ดังนี้ 30% 50% 70% 95% และ 100% ตามลำดับข้อควรระวังการแช่ตัวอย่างไว้ในแอลกอฮอล์ระดับความเข้มข้นต่ำๆ เป็นเวลานานจะทำให้เนื้อเยื่ออ่อนยุ่ยได้ และถ้าหากแช่ไว้ในที่ระดับความเข้มข้นสูงๆ เป็นเวลานานจะทำให้เนื้อเยื่อหดตัวและเปราะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
Mahasarakham Rajabhat University

3.3 การดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อเพื่อการฝังตัวในพาราฟิน

สารที่ใช้สำหรับดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อเพื่อการฝังพาราฟิน จะต้องมีความสามารถละลายในน้ำได้ในขณะเดียวกันสามารถทำละลายพาราฟินได้ด้วย นิยมดึงน้ำออกจากชิ้นตัวอย่างด้วย Tertiary butyl alcohol (TBA) ลำดับความเข้มข้นจาก 1 ถึง 5 ตามลำดับ

3.3.1 เทแอลกอฮอล์ที่ใช้ล้าง fixative ออกจากขวดตัวอย่างให้มากสุดแล้วใส่ TBA grade 1 ลงไปแทนที่ เอียงขวดแล้วหมุนขวดโดยรอบจึงเททิ้งครั้งที่หนึ่งก่อน แล้วใส่ TBA grade 1 อีกครั้งจนท่วมชิ้นตัวอย่าง ปิดฝาขวด ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง ถ้าขวดใหญ่จำนวนชิ้นตัวอย่างมากและแข็ง ต้องเพิ่มเวลาให้นานขึ้นอาจถึง 24 ชั่วโมง

3.3.2 เท TBA grade 1 ออกแล้วใส่ TBA grade 2 ลงไปแทน เอียงและหมุนขวดเททิ้ง แล้วใส่ TBA grade 2 ลงไปใหม่ปิดฝาตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3.3.3 ทำเช่นเดียวกับ ข้อ 3.3.2 โดยใช้ TBA grade 3 และ 4 ตามลำดับ แต่ละลำดับแช่ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง

3.3.4 ใส่ผงสี crythrosin (สีแดงส้ม) ลงไปในขวดใส่ TBA grade 5 เล็กน้อย เขย่าให้สีละลายหมดก่อนจึงนำไปใช้ดึงน้ำโดยทำเช่นเดียวกับ ข้อ 3.3.3 สีแดงจะติดผิวของชิ้นตัวอย่างทำให้มองเห็นชิ้นตัวอย่างได้ง่ายชัดเจนขึ้น ในระหว่างการฝังชิ้นตัวอย่างในพาราฟิน สีนี้จะหลุดไปเองในขั้นตอนเตรียมย้อมสี

3.3.5 เท TBA grade 5 ออกใส่ pure TBA ลงไปแทน ปิดฝาขวดตั้งทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ทำซ้ำ 3 ครั้ง

3.4 การนำพาราฟินเข้าสู่เซลล์ชิ้นตัวอย่าง (Infiltration)

การนำพาราฟินเข้าสู่เซลล์ในตัวอย่างจำเป็นต้องทำในตู้อบความร้อน ที่มีเครื่องดูดอากาศ เนื้อเยื่อพืชที่อยู่ในความร้อนสูงเกินไปและนานเกินไปจะกรอบทำให้แตกหักง่ายนอกจากนั้นยังทำให้คุณสมบัติของพาราฟินเสียไปด้วย ดังนั้นก่อนเข้าสู่ขั้นนี้จึงต้องตั้งอุณหภูมิภายในตู้อบให้เท่ากับจุดหลอมเหลวของพาราฟินที่ใช้ ซึ่งดูได้จากซองหรือกล่องที่ใส่พาราฟิน โดยทั่วไปจะประมาณ 58 องศาเซลเซียส จากนั้นนำพาราฟินใส่ภาชนะที่แห้ง สะอาด และทนความร้อน นำไปหลอมเตรียมไว้ ปัจจุบันจะมีหม้อหลอมพาราฟินที่มีเครื่องกำหนดอุณหภูมิ และมีก๊อกเปิด-ปิด ทำให้สะอาดขึ้นมากสำหรับชิ้นตัวอย่างในตู้อบนั้นให้ถือหลักว่าถ้าชิ้นตัวอย่างเล็ก อ่อนนุ่ม บอบบาง ควรใช้เวลาน้อยถ้าชิ้นตัวอย่างใหญ่ หนาแข็งควรใช้เวลานานๆ

3.4.1 เตรียมสารละลายที่เป็นส่วนผสมของ พาราฟินออยล์ กับ พาราฟินบริสุทธิ์อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาณ เขย่าเบาๆให้ผสมเข้ากันดี

3.4.2 เทพาราฟินบริสุทธิ์ ในขวดใส่ตัวอย่างจากขั้นตอนการดึงน้ำออก ลงในขวดสำหรับเก็บแอลกอฮอล์ที่ใช้แล้ว จากนั้นใส่สารละลายที่เตรียมไว้ใน ข้อ 3.4.1 ลงไปพอท่วชิ้นตัวอย่าง ปิดฝาตั้งไว้อย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3.4.3 เทพาราฟินบริสุทธิ์ที่หลอมไว้แล้วลงใน vial ให้ความสูงของพาราฟินประมาณ 3 ใน 4 ของความสูง vial รอจนผิวของพาราฟินแข็งตัวจึงนำชิ้นตัวอย่างในขวด ข้อ3.4.2 ลงบนพาราฟินโดยให้มี

สารละลายที่เป็นส่วนผสมของ พาราฟินออยล์ และ พาราฟินบริสุทธิ์ ปนลงไปบ้างเล็กน้อย นำ vial เข้าสู่ตู้อบที่ตั้งอุณหภูมิไว้ เวลาที่ชิ้นตัวอย่างอยู่ในตู้อบอย่างน้อย 1 ชั่วโมง

3.4.4 นำ vial ใน ข้อ 3.4.3 ออกจากตู้อบ เทพาราฟินใน vial ออกใส่กระทงกระดาษอย่างหนา ใส่พาราฟินบริสุทธิ์ที่หลอมไว้ลงใน vial อีกครั้ง นำเข้าตู้อบ คราวนี้ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง

3.4.5 ทำ ข้อ 3.4.4 ซ้ำอีก 2 ครั้ง

3.5 การฝังชิ้นตัวอย่าง (Embedding)

การฝังตัวอย่างลงในพาราฟินต้องทำอย่างระมัดระวัง เพราะมีผลถึงคุณภาพของชิ้นเนื้อเยื่อของตัวอย่างที่จะถูกตัดออกมาด้วยไมโครโตม ขั้นตอนต่อไปสิ่งที่ต้องคำนึงถึงอยู่เสมอ คือ เนื้อเยื่อพาราฟินที่ใช้ฝังต้องจับกับผิวของชิ้นตัวอย่างทุกส่วน และเป็นเนื้อเดียวกันกับพาราฟินในชิ้นเนื้อตัวอย่าง และต้องไม่มีรอยร้าวที่ส่วนใดเลย อุปกรณ์ที่ต้องใช้สำหรับฝังชิ้นตัวอย่าง ได้แก่

(1) แบบสำหรับฝัง

(2) ตะเกียงแอลกอฮอล์

(3) เข็มปลายแบนขนาดใหญ่

(4) แท่นความร้อน

(5) พาราฟินที่ใช้ฝังหลอมเตรียมไว้แล้วอย่างเพียงพอกับจำนวนชิ้นตัวอย่างที่ฝัง

3.6 การตัดชิ้นตัวอย่าง

3.6.1 นำแท่นไม้ที่ติดบล๊อกไว้มาแต่งขอบบล๊อกให้เรียบร้อยเป็นมุมฉาก ส่วนด้านผิวที่จะสัมผัสคมมีดให้ใช้มีดคมๆ ปาดพาราฟินออกไปบ้าง เพื่อให้ชิ้นตัวอย่างอยู่ใกล้กับผิวบล๊อกมากที่สุด

3.6.2 ใส่แท่นไม้ใน ข้อ 3.6.1 เข้าไปในช่องบล๊อกของไมโครโตม หมุนสกรูยึดแท่นไม้ให้แน่น

3.6.3 ใส่ใบมีดลงในช่องยึดมีด เลื่อนชุดใบมีดเข้าใกล้กับบล๊อกให้คมมีดอยู่ใกล้บล๊อกมากที่สุด ยึดใบมีดให้แน่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.6.4 ปรับสเกลบอกความหนาของชิ้นตัวอย่างตามต้องการ ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 10-12 ไมโครเมตร

3.6.5 หมุนวงล้อไมโครโตมตามลูกศร 3-4 รอบ หรือมากกว่านั้นจนกว่าจะได้ชิ้นพาราฟิน 1 ชิ้น ใช้พู่กันช้อนชิ้นพาราฟินที่ตัดได้ไม่พันแนบกับใบมีด แล้วจึงหมุนวงล้อต่อไปเรื่อยๆ ถึงตอนนี้จะได้แถบพาราฟินบาง ยาว เรียกว่าริบบ้อน (ribbon) และชิ้นตัวอย่างถูกตัดออกมาพร้อมกับพาราฟินด้วย เมื่อได้ริบบ้อนยาวพอสมควร ให้หยุดตัดแล้วนำริบบ้อนไปวางในกล่องกระดาษที่สัมผัสใบมีดลงข้างล่าง ตัดต่อไปจนได้จำนวนชิ้นตัวอย่างตามต้องการ

3.7 การติดริบบ้อนลงบนสไลด์

3.7.1 เปิดแท่นอุ่นสไลด์ตั้งอุณหภูมิที่ 45 องศาเซลเซียส

3.7.2 ละลายเจลลาติน 1 กรัม ในน้ำกลั่น แล้วนำริบบ้อนมาลอย

3.7.3 ใช้ใบมีดตัดริบบ้อนให้ได้ความยาวเหมาะกับบริเวณที่ทากาว แล้วใช้พู่กันหรือเข็มเขี่ยช้อนริบบ้อน

3.7.4 จัดวางริบบ้อนให้เหมาะสมกับการที่จะนำสไลด์ไปใช้กับกล้องจุลทรรศน์และการถ่ายภาพตัวอย่างที่ตัดตามขวาง

3.7.5 วางสไลด์ที่มีริบบ้อนลอยอยู่บนแท่งอุ่นสไลด์ รอจนสไลด์ร้อนริบบ้อนจะค่อยๆ เหยียดตึงออกเป็นแผ่นเรียบ

3.7.6 เมื่อริบบ้อนเหยียดเต็มที่แล้วให้ยกสไลด์ออกมาวางบนกระดาษชำระ ควรเก็บสไลด์ไว้ 3-4 วัน ก่อนนำไปย้อมสี

3.8 การล้างพาราฟินออกจากตัวอย่าง

ก่อนย้อมสีจะต้องล้างพาราฟินออกจากชิ้นตัวอย่างก่อน หลังจากนั้นนำชิ้นตัวอย่างไปแช่ในสารละลายที่พร้อมจะดำเนินการในขั้นต่อไป เรียกขั้นตอนดังกล่าวว่า การย้อมสี สารละลายที่ใช้ในการเตรียมการย้อมสีขั้นตอนนี้ต้องบรรจุอยู่ในขวดย้อมสี (staining jar) ประมาณครึ่งขวด เมื่อใส่สไลด์ลงไปแล้วสารละลายต้องท่วมชิ้นริบบ้อน

3.8.1 แช่สไลด์ที่ติดริบบ้อนไว้แล้วในไซลีน 5 นาที

3.8.2 นำสไลด์จากขวดที่มีไซลีนไปใส่ขวดที่มีสารละลายที่เป็นส่วนผสมของไซลีนกับแอลกอฮอล์ 100% อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรนาน 5 นาที โดยค่อยๆยกสไลด์ออกทีละคู่ให้ไซลีนไหลลงไปในขวดมากที่สุดแต่ก็ไม่นานจนชิ้นตัวอย่างแห้ง

3.8.3 แช่สไลด์ตัวอย่างในสารละลายที่เป็นส่วนผสมของแอลกอฮอล์ 100% กับ อีเธอร์ อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตรนาน 5 นาที ด้วยวิธีเดียวกับ ข้อ 3.8.2 เพื่อป้องกันการปนเปื้อนกับสารละลายที่จะใช้ในขั้นต่อไป

3.8.4 นำสไลด์ตัวอย่างไปแช่ในแอลกอฮอล์ 100%, 95% และ 70% ตามลำดับ โดยแช่ไว้ขั้นละ 5 นาที

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.9 การย้อมสี

3.9.1 การย้อมสี safranin ที่เตรียมไว้ลงในขวดย้อม ให้สารละลายสีสูงเท่ากับความสูงของแถบกั้นสไลด์ข้างขวด แล้วย้ายสไลด์ตัวอย่างจากแอลกอฮอล์ 70 % มาแช่ในขวดย้อมสี safranin นานถึง 2 ถึง 24 หรือ 48 ชั่วโมง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ถ้าเป็นจิมโนสเปิร์มจะติดสีเร็วจึงย้อมประมาณ 2 ชั่วโมง ถ้าเป็นพืชดอกที่เติบโตอยู่ในน้ำและในเนื้อเยื่อที่เมือกจะใช้เวลานานถึง 48 ชั่วโมง

3.9.2 ล้างสีส่วนเกินออกด้วยน้ำโดยจุ่มสไลด์ลงในแก้วหรือบีกเกอร์หรือขวดปากกว้างที่ใส่น้ำไว้ 3-4 ครั้ง จนน้ำที่ไหลออกมาจากสไลด์ไม่เป็นสีชมพู

3.9.3 ดึงน้ำและลอกสีส่วนเกินออกด้วยแอลกอฮอล์ 95% ที่มีกรดพิคริค (pricric acid) ปนอยู่ 0.5 % นาน 10 นาที ถ้านานกว่านี้สีแดงจะลอกออกมามากเกินไป

3.9.4 แช่สไลด์ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ 95 % ที่มีแอมโมเนีย 4- 5 หยดต่อ แอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร เพื่อหยุดปฏิกิริยาของกรดพิคริค แต่ไม่ควรแช่เกินกว่าสองนาที

3.9.5 แช่สไลด์ตัวอย่างในแอลกอฮอล์ 95 % บริสุทธิ์อย่างน้อย 10 นาที ขั้นตอนที่ 6 ถึง 10 ต้องนำสไลด์มาทำทีละแผ่น

3.9.6 ย้อมสีด้วย fast green ที่ใส่ไว้ในหลอดหยด โดยหยดสีพอท่วมชิ้นตัวอย่างนานไม่เกิน 15 นาที แล้วเอียงสไลด์ให้สีไหลลงภาชนะที่สามารถเก็บสีที่ใช้

3.9.7 ล้างสีส่วนเกินออกด้วยสารละลายที่เป็นส่วนผสมของ clove oil 50 ส่วน แอลกอฮอล์ 100% 25 ส่วน และไซลีน 25 ส่วน โดยจุ่มสไลด์ลงในขวดย้อมสีหรือขวดปากกว้างที่มีสารละลายที่เป็นส่วนผสมดังกล่าว 2–3 ครั้ง

3.9.8 ย้ายสไลด์ตัวอย่างไปแช่ไว้ในสารละลายที่เป็นส่วนผสมของแอลกอฮอล์ 100% กับไซลีน อัตราส่วน 1:1 โดยปริมาตร นาน 5 นาที

3.9.9 ย้ายสไลด์ตัวอย่างไปแช่ในไซลีน นาน 15 นาที แล้วจึงผนึกสไลด์

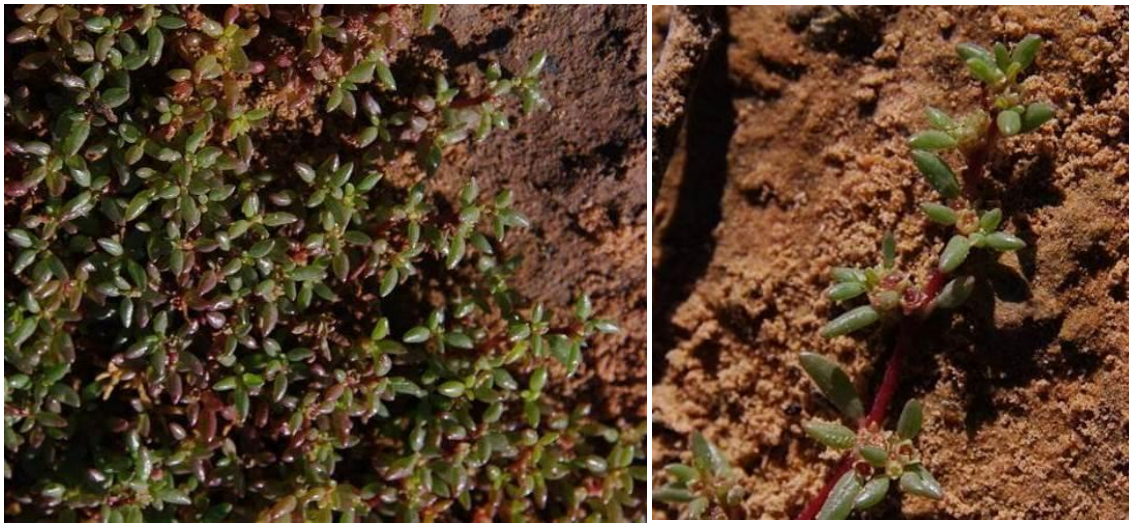
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การเก็บตัวอย่างพืช

จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างในพื้นที่หนองบ่อพบผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) (ภาพที่ 4.1) และพรมมิแดง (*Trianthema triquetra*) (ภาพที่ 4.2) กระจายพันธุ์ได้ทั่วไปในพื้นที่ดินเค็ม บริเวณที่โล่งแจ้งและพบมากในบริเวณที่เป็นดินปนทราย สำหรับผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*) (ภาพที่ 4.3) พบเป็นวัชพืชทั่วไปในดินปรกติและพบบ้างในพื้นที่ดินเค็มที่มีระดับความเค็มต่ำโดยขึ้นในดินปนหิน เช่น บริเวณริมถนน

ภาพที่ 4.1 ลักษณะสัณฐานวิทยาของผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*)



ภาพที่ 4.2 ลักษณะสัณฐานวิทยาของพรมมิแดง (*Trianthema triquetra*)

ภาพที่ 4.3 ลักษณะสัณฐานวิทยาของผักเบี้ยหิน (*T. portulacastrum*)

กายวิภาคศาสตร์ของพืช

กายวิภาคศาสตร์จากการตัดตามขวางแผ่นใบพบเนื้อเยื่อผิว (epidermis) มีเซลล์เรียงแถวเดียวมีผิวเคลือบคิวติน (cuticle) บาง ไม่มีขน (trichome) ปากใบพบในเนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน อยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิวหรือระดับเดียวกับเซลล์ผิว มีโซฟิลล์ (mesophyll) เป็นแบบ isobilateral leaf ประกอบด้วยแพริเสด (palisade mesophyll) ทั้งด้านบนและล่าง และแบบ dorsiventral leaf ด้านบนประกอบด้วยชั้นแพริเสดและด้านล่างเป็นชั้นสปองจี (spongy mesophyll) มัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง (collateral vascular bundle) มีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้อมรอบ (bundle sheath) มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้ (druses)

กายวิภาคศาสตร์จากการตัดตามขวางลำต้นพบเนื้อเยื่อผิว มีเซลล์เรียงแถวเดียวมีผิวเคลือบคิวตินบาง ไม่มีขน คอร์เทกซ์ (cortex) และไส้ไม้ (pith) เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีเซลล์สะสมสารเป็นผลึกรูปดอกไม้ (druse) ในเนื้อเยื่อพาเรงคิมา พืชทั้ง 3 ชนิดมีลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบและลำต้นแตกต่างกันดังนี้

1. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*)

1.1 กายวิภาคศาสตร์ของใบ

เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างรียาวคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าบางเซลล์อาจมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์อื่นและบวมพองจนรูปร่างค่อนข้างกลม ผิวเคลือบคิวทินบาง ไม่มีขน ปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว **มีโซฟิลล์**แบบ isobilateral leaf ประกอบด้วยแพริเสดเรียงตัว 3-4 ชั้นเซลล์ เซลล์รูปแท่งเรียงตัวตั้งขึ้นอยู่ชิดกันมีคลอโรพลาสต์ เรียงตัวใต้เนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน ระหว่างชั้นแพริเสดทั้งสองแทรกด้วยเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่รูปร่างหลายเหลี่ยมหรือค่อนข้างกลมไม่มีคลอโรพลาสต์เรียงตัว 5-8 ชั้นเซลล์ ภายในมีมัดท่อลำเลียงแทรกอยู่บริเวณใกล้กับแพริเสดทั้งสองด้าน **มัดท่อลำเลียง**แบบเคียงข้าง มัดท่อลำเลียงย่อยไม่ค่อยพัฒนาเรียงสองแถวในเนื้อเยื่อพาเรงคิมาใกล้กับแพริเสดทั้งสองด้าน พาเรงคิมาที่ล้อมรอบมัดท่อลำเลียงเรียง

ตัวคล้ายเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง แต่บางมัดท่อลำเลียงไม่ชัดเจน ไม่มีคลอโรพลาสต์ภายในเซลล์ เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในเนื้อเยื่อพาเรงคิมาบริเวณใต้แพริเสดทั้งสองด้าน

1.2 กายวิภาคศาสตร์ของลำต้น

เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส **คอร์เท็กซ์**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมและสี่เหลี่ยม มีช่องว่างระหว่างเซลล์ **เนื้อเยื่อลำเลียง**แบบเคียงข้างเรียงเป็นวงตามแนวรัศมีรอบลำต้น **ไส้ไม้**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในไส้ไม้

2. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*)

2.1 กายวิภาคศาสตร์ของใบ

เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและค่อนข้างกลมหรือรี ผิวเคลือบคิวทินบาง ไม่มีขน ปากใบอยู่ระดับเดียวกับเซลล์ผิว **ชั้นรองจากผิว**เป็นเนื้อเยื่อคลอเรงคิมา เซลล์รูปร่างรีหรือค่อนข้างกลม เรียงตัว 1-2 ชั้นเซลล์และมากถึง 5 ชั้นเซลล์บริเวณเหนือและใต้เส้นกลางใบ มีคลอโรพลาสต์เล็กน้อย **มีโซฟิลล์**แบบ isobilateral leaf ประกอบด้วยแพริเสดเรียงตัว 1 ชั้นเซลล์ บางบริเวณอาจมี 2 ชั้นเซลล์ เซลล์รูปแท่งเรียงตัวตั้งขึ้นอยู่ชิดกันมีคลอโรพลาสต์มาก **มัดท่อลำเลียง**แบบเคียงข้าง มัดท่อลำเลียงย่อยไม่ค่อยพัฒนา มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงเป็นเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่ที่มีคลอโรพลาสต์หนาแน่น มัดท่อลำเลียงเส้นกลางใบพัฒนาดีแต่ไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในเนื้อเยื่อผิวและเนื้อเยื่อมีโซฟิลล์

2.2 กายวิภาคศาสตร์ของลำต้น

เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส **คอร์เท็กซ์**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมหรือรี มีช่องว่างระหว่างเซลล์ **เนื้อเยื่อลำเลียง**แบบเคียงข้างเรียงเป็นวงตามแนวรัศมีรอบลำต้น **ไส้ไม้**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในเนื้อเยื่อผิว คอร์เท็กซ์ และไส้ไม้

3. ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของพรมมิแดง (*Trianthema triquetra*)

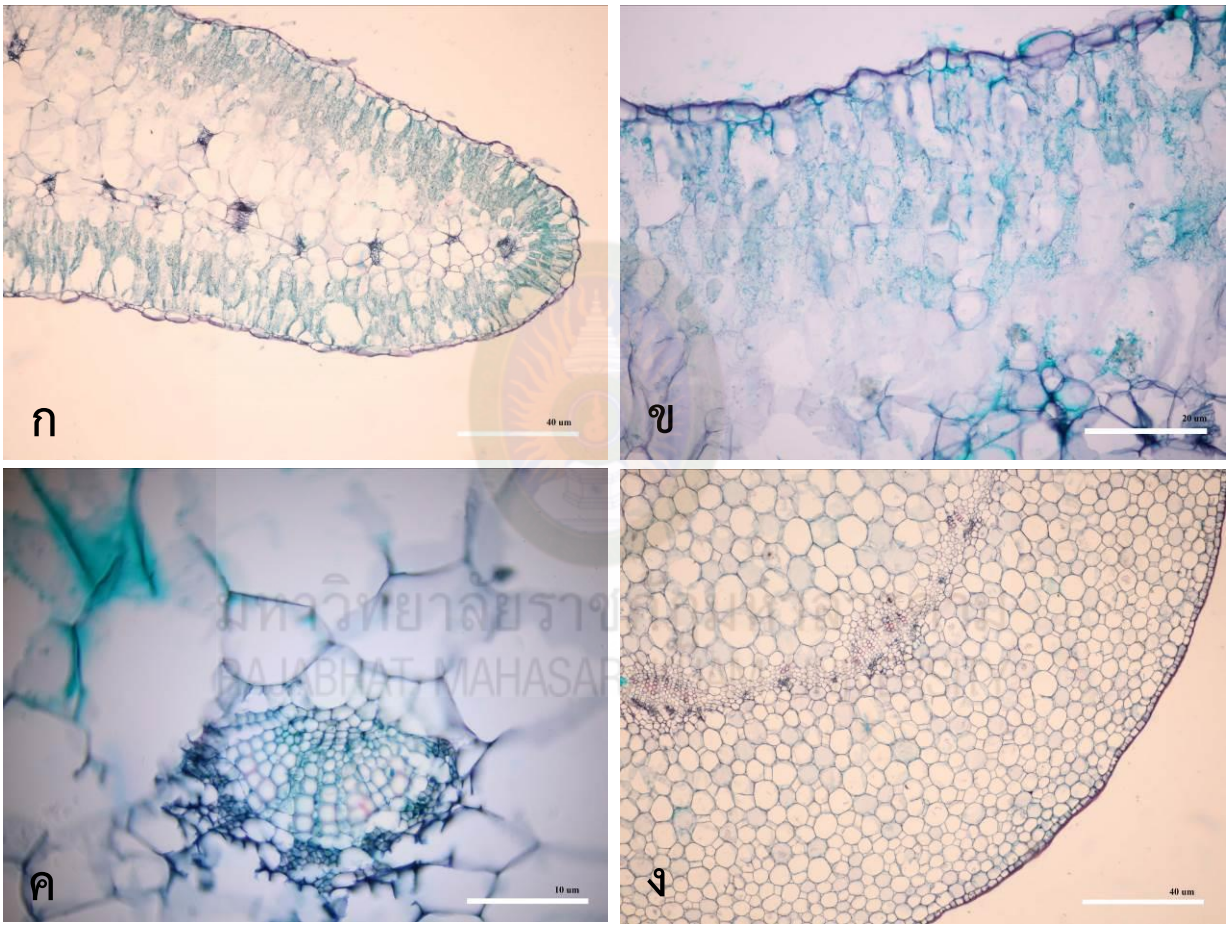
3.1 กายวิภาคศาสตร์ของใบ

เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า บริเวณใกล้ขอบใบบางเซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือรี ผิวเคลือบคิวทินบาง ไม่มีขน ปากใบอยู่ระดับเดียวกับเซลล์ผิวและยกสูงขึ้นเมื่อปากใบเปิด **ชั้นรองจากผิว**เป็นเนื้อเยื่อคลอเรงคิมา เซลล์รูปร่างรีหรือค่อนข้างกลม เรียงตัว 1-2 ชั้นเซลล์ มีคลอโรพลาสต์เล็กน้อยหรือไม่มีเลย **มีโซฟิลล์**แบบ dorsiventral leaf ประกอบด้วยชั้นแพริเสดเรียงตัว 1 ชั้นเซลล์ บางบริเวณอาจมี 2 ชั้นเซลล์ เซลล์รูปแท่งเรียงตัวตั้งขึ้นอยู่ชิดกันมีคลอโรพลาสต์ อยู่ด้านใกล้กับเนื้อเยื่อผิวด้านบน และชั้นสปองจี เป็นเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่เรียงตัว 2-8 ชั้นเซลล์ ไม่พบคลอโร-พลาสต์ อยู่ด้านใกล้กับเนื้อเยื่อผิวด้านล่าง **มัดท่อลำเลียง**แบบเคียงข้าง มัดท่อลำเลียงย่อยไม่ค่อยพัฒนา มีเยื่อ

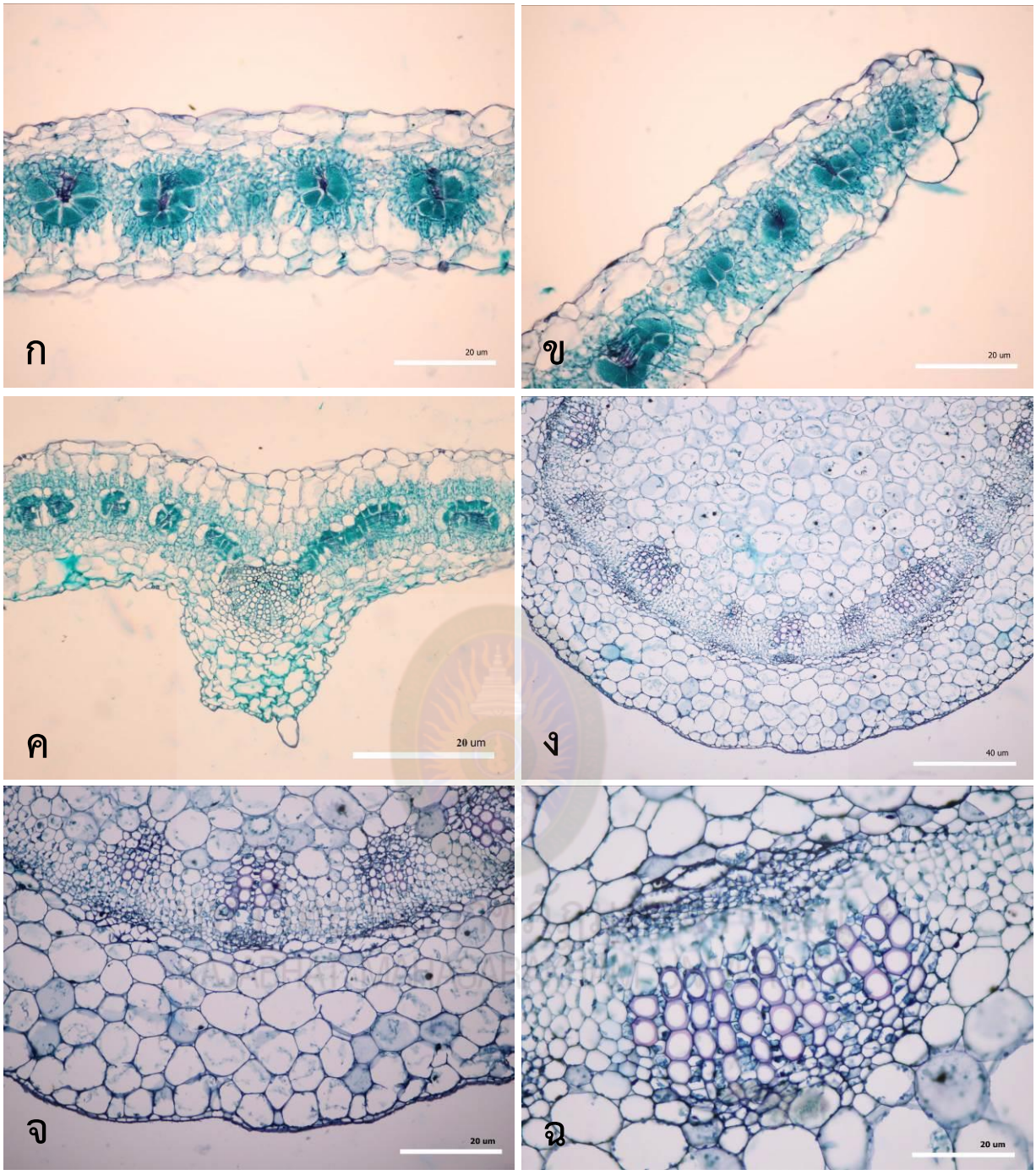
หุ้มมัดท่อลำเลียงเป็นเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่ที่มีคลอโรพลาสต์หนาแน่น มัดท่อลำเลียงเส้นกลางใบพัฒนาดี แต่ไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในเนื้อเยื่อผิวและเนื้อเยื่อมีโซฟิลล์

3.2 กายวิภาคศาสตร์ของลำต้น

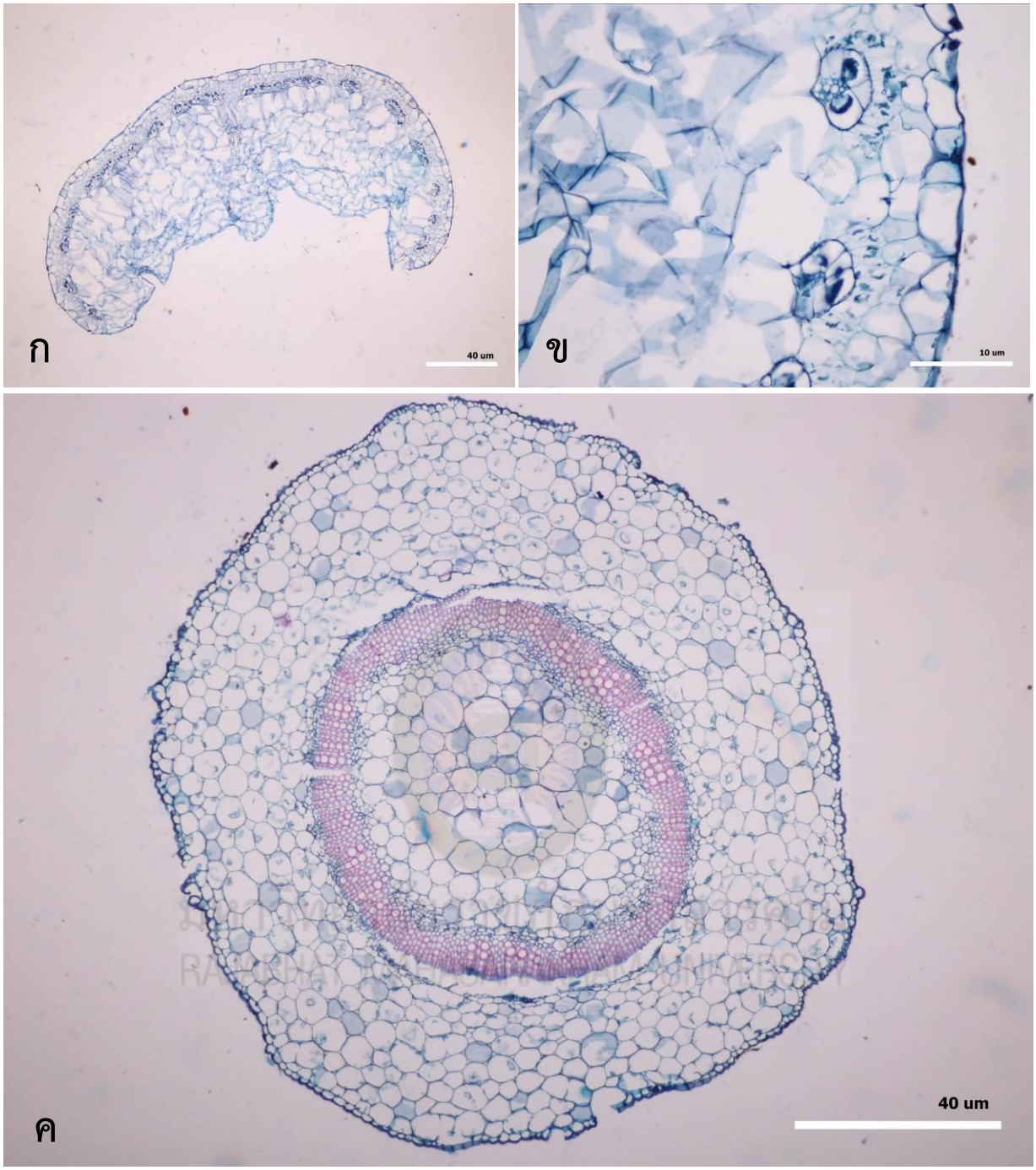
เนื้อเยื่อผิวเป็นเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวชั้นเดียว เซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมค่อนข้างกลม **คอร์เท็กซ์**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมหรือรี มีช่องว่างระหว่างเซลล์ **เนื้อเยื่อลำเลียง**แบบเคียงข้างเรียงเป็นวงตามแนวรัศมีรอบลำต้น มีการเจริญขั้นที่สองไซเลมทุติยภูมิเจริญเป็นวงต่อเนื่องรอบลำต้น **ไส้ไม้**เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมารูปร่างกลมมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก เซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้พบในเนื้อเยื่อผิว คอร์เท็กซ์ และไส้ไม้



ภาพที่ 4.4 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*); ก.แผ่นใบแสดง-มีโซฟิลล์แบบ isobilateral, ข.เนื้อเยื่อผิวและแพลิเสดมีโซฟิลล์, ค.เนื้อเยื่อลำเลียงเส้นกลางใบ, ง.ลำต้นแสดงคอร์เท็ก เนื้อเยื่อลำเลียงและไส้ไม้



ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*);
ก.-ข.แผ่นใบและปลายใบแสดงเนื้อเยื่อผิว มีโซฟิลล์และเนื้อเยื่อลำเลียงที่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง, ค. เส้นกลางใบเนื้อเยื่อลำเลียงไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง, ง.-จ.คอร์เท็กและไส้ไม้ของลำต้น, ฉ.มัดท่อลำเลียงในลำต้น



ภาพที่ 4.5 ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ของของพรมมิแดง (*Trianthema triquetra*);
ก.รูปร่างแผ่นใบจากการตัดตามขวาง, ข.เนื้อเยื่อผิว มีโซฟิลล์ และมัดท่อลำเลียงย่อยมีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงล้อมรอบในใบ ค.เนื้อเยื่อลำเลียงของลำต้นแสดงการเจริญทุติยภูมิของไซเลม

เนื้อเยื่อผิวของพืชทั้งสามชนิดมีความคล้ายคลึงกันโดยมีเซลล์ผิวรูปร่างคล้ายรูปสี่เหลี่ยมจนถึงรูปร่างกลม เซลล์เรียงตัวแถวเดียว มีผิวเคลือบคิวตินบาง ไม่มีขนในเนื้อเยื่อผิว ปากใบพบในเนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้านอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิวหรือระดับเดียวกับเซลล์ผิว เนื้อเยื่อพื้นฐานของพืช 3 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยผักเบี้ยหินและพรมมิแดงมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาหรือคลอเรงคิมา (พาเรงคิมาที่มีคลอโรพลาสต์) รูปร่างค่อนข้างกลมเรียงตัวใต้เนื้อเยื่อผิวหรือเรียงเนื้อเยื่อชั้นรองจากผิว และมีเนื้อเยื่อมีโซฟิลล์แทรกอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อรองจากผิวทั้งสองด้าน มีโซฟิลล์ของผักเบี้ยหินเป็นเซลล์แพริเสดพาเรงคิมาทั้งด้านใกล้เนื้อเยื่อผิวด้านบนและด้านใกล้เนื้อเยื่อผิวด้านล่าง คือเป็นมีโซฟิลล์แบบ isobilateral leaf แต่พรมมิแดงเป็นมีโซฟิลล์แบบ dorsiventral leaf ด้านบนประกอบด้วยชั้นแพริเสดพาเรงคิมาและด้านล่างเป็นชั้นสปองจีพาเรงคิมา แพริเสดที่อยู่ด้านบนและไม่ค่อยพบคลอโรพลาสต์ ในขณะที่ผักเบี้ยทะเลไม่พบเนื้อเยื่อพาเรงคิมาหรือคลอเรงคิมาชั้นรองจากผิวแต่พบเป็นแพริเสดพาเรงคิมาซึ่งเป็นเซลล์รูปแท่งเรียงตัวชิดกันและในเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากใต้เนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน แต่พบเนื้อเยื่อพาเรงคิมาแทรกคั่นกลางระหว่างแพริเสดด้านบนและแพริเสดด้านล่างของใบซึ่งไม่พบในผักเบี้ยหินและพรมมิแดง

มัดท่อลำเลียงของพืชทั้งสามชนิดเป็นแบบแบบเคียงข้างคือมีไซเลมประกบคู่กับโฟลเอม ทั้งไซเลมและโฟลเอมไม่ค่อยพัฒนาเห็นชัดเฉพาะในเส้นกลางใบ มัดท่อลำเลียงมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้อมรอบหรือเรียกเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียง (bundle sheath) มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้ (druses) เยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงของผักเบี้ยทะเลไม่เด่นชัดและมีคลอโรพลาสต์ แต่ในเซลล์เยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงของผักเบี้ยหินและพรมมิแดงมีคลอโรพลาสต์มากกว่าในเนื้อเยื่อมีโซฟิลล์ที่อยู่ติดกันอย่างชัดเจน

กายวิภาคศาสตร์จากการตัดตามขวางลำต้นพืชที่สามชนิดมีความคล้ายคลึงกัน เนื้อเยื่อผิวมีเซลล์เรียงแถวเดียวมีผิวเคลือบคิวตินบาง ไม่มีขน คอร์เทกซ์และไส้ไม้เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีเซลล์สะสมสารเป็นผลึกรูปดอกไม้ในเนื้อเยื่อพาเรงคิมาบางเซลล์ มัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้างไม่มีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงและแคมเบียมมีการสร้างไซเลมและโฟลเอมทุติยภูมิทำให้เห็นเนื้อเยื่อลำเลียงเป็นแถบเนื้อเยื่อเป็นวงรอบลำต้นโดยเห็นไซเลมทุติยภูมิชัดเจนในเนื้อเยื่อลำเลียงในลำต้นของพรมมิแดง แต่ในลำต้นของผักเบี้ยทะเลและผักเบี้ยหินเนื้อเยื่อลำเลียงทุติยภูมิมีการพัฒน้อย

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษากายวิภาคศาสตร์จากการตัดตามขวางแผ่นใบและลำต้นพืชวงศ์ผักเบี้ย (Aizoaceae) ทั้ง 3 ชนิด ที่มีรายงานพบในประเทศไทย ได้แก่ ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*) และพรมมิแดง (*Trianthema triquetra*) พบว่าเนื้อเยื่อผิวใบของพืชทั้ง 3 ชนิด (ตารางที่ 5.1) เป็นเซลล์เรียงตัวชั้นเดียว มีผิวเคลือบคิวตินบาง ปากใบยกตัวเหนือเซลล์ผิวพบในเนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน (อยู่ระดับเดียวกับเซลล์ผิวตอนปากใบปิด) ยกเว้นผักเบี้ยทะเลมีปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว ในผักเบี้ยหินและพรมมิแดงมีชั้นรองจากผิวเป็นเนื้อเยื่อคลอเรงคิมาหรือพาเรงคิมาแต่ไม่พบในผักเบี้ยทะเล ไม่มีขน

ชั้นมีโซฟิลล์ (mesophyll) แบบ isobilateral leaf พบในผักเบี้ยทะเลและผักเบี้ยหิน และแบบ dorsiventral leaf พบในพรมมิแดง โดยมีโซฟิลล์ของผักเบี้ยทะเลประกอบด้วยแพริเสดทั้งด้านบนและล่าง และมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาแทรกอยู่ระหว่างแพริเสดทั้งสอง มีโซฟิลล์ของผักเบี้ยหินประกอบด้วยแพริเสดทั้งด้านบนและล่างและไม่มีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาแทรกอยู่ และมีโซฟิลล์ของพรมมิแดงมีชั้นแพริเสดบางและด้านล่างเป็นชั้นสปองจีที่หนาประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่ มัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้างมีเยื่อหุ้มมัดท่อลำเลียงเป็นเซลล์พาเรงคิมาขนาดใหญ่ ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์มากกว่าในมีโซฟิลล์ ยกเว้นผักเบี้ยทะเลที่เนื้อเยื่อพาเรงคิมารอบมัดท่อลำเลียงไม่มีคลอโรพลาสต์ เซลล์สะสมสารพบในเนื้อเยื่อผิวและชั้นมีโซฟิลล์ ยกเว้นผักเบี้ยทะเลที่เซลล์สะสมสารพบเฉพาะในเนื้อเยื่อพาเรงคิมาที่อยู่ระหว่างแพลิเสดมีโซฟิลล์ ในเซลล์สะสมสารมีผลึกรูปดอกไม้

ลำต้นของพืชทั้ง 3 ชนิดมีเนื้อเยื่อผิวมีเซลล์เรียงแถวเดียวมีผิวเคลือบคิวตินบาง ไม่มีขน เนื้อเยื่อพื้นฐานในคอร์เทกซ์และไส้ไม้เป็นเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีเซลล์สะสมสารเป็นผลึกรูปดอกไม้ในเนื้อเยื่อพาเรงคิมา เนื้อเยื่อลำเลียงแบบเคียงข้างเรียงเป็นวงตามแนวรัศมีรอบลำต้นแคมเบียมท่อลำเลียงเริ่มพัฒนาแต่ยังไม่สร้างไซเลมและโฟลเอ็มทุติยภูมิรอบลำต้น ยกเว้นลำต้นของพรมมิแดงมีการเจริญขั้นที่สองไซเลมทุติยภูมิเจริญเป็นวงต่อเนื่องรอบลำต้นอย่างชัดเจน

อภิปรายผล

ผลการศึกษามีความสอดคล้องกับรายงานของ Patil *et al.* (2016) ซึ่งได้รายงานลักษณะกายวิภาคศาสตร์พืชชนิดเดียวกันกับการศึกษา 2 ชนิดในประเทศอินเดีย คือ *S. portulacastrum* และ *T. portulacastrum* ซึ่งพบว่าเนื้อเยื่อผิวมีเซลล์เรียงแถวเดียว มีคิวตินบาง มีปากใบในเนื้อเยื่อผิวทั้งสองด้าน มัดท่อลำเลียงแบบเคียงข้าง มีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาล้อมรอบ มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้ แต่มีความแตกต่างกันใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

รายงานของเนื้อเยื่อใบคือ Patil *et al.* (2016) พบขนในเนื้อเยื่อผิวแต่การศึกษาครั้งนี้ไม่พบ และการศึกษาครั้งนี้พบเนื้อเยื่อชั้นมีโซฟิลล์ของทั้งสองชนิดเป็นแพลิเสดมีโซฟิลล์ทั้งสองด้านแต่ Patil *et al.* (2016) รายงานว่า *T. portulacastrum* มีชั้นมีโซฟิลล์ที่แบ่งเป็นแพลิเสดและสปองจีมีโซฟิลล์ สำหรับในเนื้อเยื่อของลำต้นก็มีความสอดคล้องกับรายงานของ Patil *et al.* (2016) เช่นเดียวกัน คือ ทั้งสองชนิดมีเนื้อเยื่อผิวชั้นเดียวและมีคิวตินบาง ชั้นคอร์เท็กซ์ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพาเรงคิมา มีเซลล์สะสมผลึกรูปดอกไม้บริเวณคอร์เท็กซ์ นอกจากนี้การศึกษาครั้งนี้ยังรายงานการพบผลึกรูปดาวในเนื้อเยื่อผิวและใส้ไม้เพิ่มเติมด้วย

สำหรับรายงานการศึกษากายวิภาคศาสตร์ใบพืชสกุล *Conophytum* (Opel, 2005) ซึ่งจัดอยู่ในวงศ์ Aizoaceae เช่นเดียวกัน เนื้อเยื่อผิวมีเซลล์สะสมผลึกแคลเซียมออกซาเลต มีชั้นเนื้อเยื่อ hypodermis ที่เป็นเนื้อเยื่อแบบ chlorenchyma เนื้อเยื่อมีโซฟิลล์มีเซลล์อิดิโอบาสต์ผลึกรูปดอกไม้ และปากใบพบ 2 แบบ คือ superficial stomata และแบบ sunken stomata เช่นเดียวกับพืชที่ศึกษาครั้งนี้ แต่มีบางลักษณะที่มีรายงานในสกุล *Conophytum* แต่ไม่พบในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ เซลล์เก็บสะสมน้ำ เซลล์ผิวที่มีปุ่มเล็ก ขน และเซลล์ bladder ในเนื้อเยื่อผิว และเซลล์อิดิโอบาสต์สะสมแทนนิน เซลล์สะสมผลึกรูปเข็มในมีโซฟิลล์

ตารางที่ 5.1 ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของใบของพืชวงศ์ผักเบี้ย (Aizoaceae)

ชนิดพืช	**ลักษณะกายวิภาคศาสตร์**			
	Hypodermis	**Mesophyll**	**Chloroplast ใน Bundle sheath**	สารสะสม
ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*)	no	Palisade	no	Druse
ผักเบี้ยหิน (*Trianthema portulacastrum*)	Chlorenchyma	Palisade	yes	Druse
พรมมิแดง (*Trianthema triquetra*)	Chlorenchyma Parenchyma	Palisade & Spongy	yes	Druse

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ลักษณะกายวิภาคศาสตร์ของพืชวงศ์ผักเบี้ย (Aizoaceae) สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานการศึกษาอนุกรมวิธานพืช โดยใช้ร่วมกับลักษณะอื่นเช่น เรณูวิทยา พันธุศาสตร์ ชีววิทยาโมเลกุล เป็นต้น เพื่อใช้จำแนกพืชกลุ่มใกล้เคียงกัน และนำไปใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานร่วมกับข้อมูลพืชอวบน้ำและพืชทนแล้งอื่นๆ ตลอดจนใช้เป็นตัวอย่างในการศึกษาและในแบบเรียนโดยเป็นพืชในท้องถิ่นของประเทศไทย

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษาวิจัยกายวิภาคศาสตร์ของพืชครั้งต่อไปควรศึกษาในพืชวงศ์ใกล้เคียงกันเพื่อประโยชน์ในการจัดจำแนกหมวดหมู่พืชตามหลักอนุกรมวิธานที่ถูกต้อง และศึกษาความแปรผันของการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน เช่น ระดับความเค็มของเกลือในดิน เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). *พืชทนเค็มและพืชชอบเกลือ.* สืบค้นได้จาก : http://www.ldd.go.th/Lddwebsite/web_ord /Technical/pdf/P_Technical03001_3.pdf

ก่องกานดา ชยามฤต. (2545). *คู่มือจำแนกพรรณไม้.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ประชาชน.

ก่องกานดา ชยามฤต. (2549). ลักษณะประจำวงศ์พรรณไม้ 2. กรุงเทพฯ: กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพันธุ์พืช.

ประศาสตร์ เกื้อมณี. (2551). *เทคนิคเนื้อเยื่อพืช.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เทียมใจ คมกฤส. (2542). *กายวิภาคของพฤกษ์.* พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พวงผกา สุนทรชัยนาคแสง. (2549). *กายวิภาคและสัณฐานวิทยาของพืชดอก.* พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ท้อป.

มานิตย์ อัญญะโพธิ์. (2552). *พฤกษศาสตร์.* มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

วรชาติ โตแก้ว และปิยะ โมคมุล. (2559). ความหลากชนิดของพืชมีท่อลำเลียงในพื้นที่ดินเค็มบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม. *ใน: รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10*, 16-18 มิถุนายน 2559, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี , จัดโดยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ร่วมกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล และสมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์, หน้า 101-116.

วรรณิสา พึ่งแสง, ธวัชชัย ศุภดิษฐ, วิสาขา ภู่จินดา และศราวุธ อินทรเทศ. (2552). ความเป็นไปได้ในการใช้ผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*) บำบัดดินเค็ม. *วารสารการจัดการสิ่งแวดล้อม.* 5(2): 1-5.

ณัฏฐ์สิริ ลักษณะอารีย์, มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์, ยุทธนา บรรจง และเอกพงษ์ ธนะวัติ, (2557). การคัดเลือกไม้โตเร็วทนเค็มด้วยวิธีการปลูกในสารละลายอาหาร. *วารสารวนศาสตร์* 33 (1) : 11-17.

ธารารัตน ตุราช, ชุลีมาศ บุญไทย อิวาย, และบุปผา โตภาคงาม. (2554). การศึกษาคุณสมบัติทางชีวภาพร่วมกับคุณสมบัติทางเคมีของดินในพื้นที่ดินเค็มภายหลังมีการปลูกไมยืนตนหลากชนิด 1 ป. *แก่นเกษตร* 39 (ฉบับพิเศษ): 321-327.

กันยารัตน์ มาแย้ม, อรพิน เกิดชูชื่น, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, และสรัญญา วัชโรทยั. (2555). องค์ประกอบทางเคมีของสารสกัดผักเบี้ยทะเล (*Sesuvium portulacastrum*). *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร.* 43(2) พิเศษ: 505-508.

สมศักดิ์ เหล่าเจริญสุข และชาญวิทย์ เบญจมะ. (2536). การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้ผักเบี้ยทะเลและผักบุ้งทะเลในอาหารนกกระทาไข่. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 31 สาขาสัตว์ ประมง สัตวแพทยศาสตร์.* 3-6 กุมภาพันธ์ 2536. หน้า 285-291.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHA SARAKHAM UNIVERSITY

อธิภัทร เงินหมื่น, อุปถัมภ มีสวัสดิ์ และชอทิพย ปุรินทวรกุล. (2556). ผลของความเค็มตอการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของหญาสะกาดน้ำเค็ม (*Paspalum vaginatum* Swartz) ในพื้นที่นากุงทิ้งราง. *วารสารพฤกษศาสตร์ไทย* 5(2): 107-118.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

Guralnick, L.J., Clin, A., Smith, M. and Sage, R.F. (2008). Evolutionary physiology: the extent of C4 and CAM photosynthesis in the genera Anacampseros and Grahamia of the Portulacaceae. *Journal of Experimental Botany* 59(7): 1735–1742.

Opel, M.R. (2005). Leaf Anatomy of *Conophytum* N.E.Br. (Aizoaceae). **Haseltonia** 11: 27-52.

Patil, V.S., Rajput, K.S., Malpathak, N.P. (2016). Comparative study on morpho-anatomy of leaf, stem and root of *Boerhavia diffusa* L. (Nyctaginaceae) and its adulterant plants. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences* 52 (3): 433-442.

Phuphathanaphong, L. 2005. Aizoaceae. In T. Santisuk& K. Larsen (eds.). *Flora of Thailand.* Vol. 9 part 1 (pp. 1-6). Bangkok: The Forest Herbarium, Royal Forest Department.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารเคมี

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเตรียมสารเคมี

ตารางที่ ก-1 การเตรียมแอลกอฮอล์ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

ความเข้มข้น Alc ที่ต้องการ %	ปริมาณ Alc 95% ที่ใช้ (มล.)	ปริมาตรของน้ำกลั่น (มล.)	ปริมาตรรวม (มล.)
15	15	80	95
30	30	65	95
50	50	45	95
70	70	25	95
80	80	15	95

1. วิธีการเตรียมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 70 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 %

วิธีเตรียม โดยใช้สูตร $P_1V_1 = P_2V_2$

P_1 = ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ 95%

P_2 = ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่ต้องการ 70%

V_1 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 95% ที่ใช้เริ่มต้น

V_2 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 70% ที่ต้องการเตรียม (100 มล.)

แทนค่า $95 \times V_1 = 70 \times 100$

$$V_1 = \frac{70 \times 100}{95}$$

V_1 = 73.684 มิลลิลิตร

จะต้องใช้แอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 73.684 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 26.316 มิลลิลิตร (เติมให้ได้สารลาย 100 มิลลิลิตร)

2. วิธีการเตรียมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 50 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 %

วิธีเตรียม โดยใช้สูตร $P_1V_1 = P_2V_2$

P_1 = ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ 95%

P_2 = ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่ต้องการ 50%

V_1 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 95% ที่ใช้เริ่มต้น

V_2 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 50% ที่ต้องการเตรียม (100 มล.)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แทนค่า $95 \times V_1 = 50 \times 100$

$$V_1 = \frac{50 \times 100}{95}$$

$V_1 = 52.632$ มิลลิลิตร

จะต้องใช้แอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 52.632 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 47.368 มิลลิลิตร (เติมให้ได้สารลาย 100 มิลลิลิตร)

3. วิธีการเตรียมแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 30 % ปริมาตร 100 มิลลิลิตร จากแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95 %

วิธีเตรียม โดยใช้สูตร $P_1V_1 = P_2V_2$

P_1 = ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ 95%

P_2 = ความเข้มข้นแอลกอฮอล์ที่ต้องการ 30%

V_1 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 95% ที่ใช้เริ่มต้น

V_2 = ปริมาตรของแอลกอฮอล์ 30% ที่ต้องการเตรียม (100 มล.)

แทนค่า $95 \times V_1 = 30 \times 100$

$$V_1 = \frac{30 \times 100}{95}$$

$V_1 = 31.579$ มิลลิลิตร

จะต้องใช้แอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 31.579 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นอีก 68.421 มิลลิลิตร (เติมให้ได้สารลาย 100 มิลลิลิตร)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4. การเตรียม เทอเชียรีบิวทิลแอลกอฮอล์ (tertiary butyl alcohol: TBA) ลำดับความเข้มข้น (grade) จาก 1 ถึง 5 แต่ละลำดับมีส่วนผสมดังแสดงในตาราง

ตารางที่ ก-2 การเตรียมเทอเชียรีบิวทิลแอลกอฮอล์ (tertiary butyl alcohol: TBA)

ส่วนผสม	ปริมาตร (ลบ.ซม.) ในแต่ละ Grade				
	Grade				
	I	II	III	IV	V
น้ำกลั่น	50	30	15	0	0
Ethyl alcohol 95 %	40	50	50	45	0
Tertiary butyl alcohol	10	20	35	55	75
Ethyl alcohol100 %	0	0	0	0	25
รวมปริมาตรแอลกอฮอล์ทั้งหมด	50	70	85	95	100

5. วิธีการเตรียมเจลาติน 500 มิลลิลิตร ในน้ำกลั่น

ผงเจลาติน	1	กรัม
น้ำกลั่น	500	มิลลิลิตร
เครื่องอุ่นสไลด์	1	เครื่อง
เทอร์โมมิเตอร์	1	แท่ง
ถาดก้นลึกสแตนเลส	1	ใบ

เทน้ำกลั่นใส่ถาดสแตนเลสแล้วนำไปตั้งในเครื่องอุ่นสไลด์รอจนอุณหภูมิ 50 องศาเซล-เซียส แล้วนำผงเจลาตินมาละลายในน้ำ

6. วิธีการเตรียมสีซาฟรานิน ความเข้มข้น 1% ในแอลกอฮอล์ 70% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

สีซาฟรานิน	1	กรัม
แอลกอฮอล์ 70%	100	มิลลิลิตร

เตรียมโดยละลายสีซาฟรานิน 1 กรัม ในแอลกอฮอล์ 70% 100 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากันเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

7. วิธีการเตรียมสีซาฟรานิน ความเข้มข้น 1% ในน้ำกลั่น ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

สีซาฟรานิน	1	กรัม
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

เตรียมโดยละลายสีซาฟรานิน 1 กรัม ในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

8. วิธีการเตรียมสีฟาสต์กรีน ความเข้มข้น 1% ในแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

สีฟาสต์กรีน	1	กรัม
แอลกอฮอล์ 95%	100	มิลลิลิตร

เตรียมโดยละลายสีฟาสต์กรีน 1 กรัม ในแอลกอฮอล์ 95% 100 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 12 ชั่วโมง แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายวรชาติ โตแก้ว
อายุ 38 ปี
ภูมิลำเนา บ้านเลขที่ 83/1 หมู่ 3 ต.วังกระแจะ อ. ไทรโยค จ. กาญจนบุรี 71150
สถานที่ติดต่อ สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม 44000
โทรศัพท์ 0-854-637-135 E-mail: pl_kku@yahoo.com

การศึกษา

พ.ศ. 2529-2535 ประถมศึกษา โรงเรียนบ้านเขาพัง
พ.ศ. 2536-2541 มัธยมศึกษา (วิทย์-คณิต) โรงเรียนไทรโยคน้อยวิทยา
พ.ศ. 2542-2545 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วทบ. พฤกษศาสตร์) สาขาพฤกษศาสตร์

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

วรชาติ โตแก้ว, ประนอม จันทรโณทัย และ อัจฉรา ธรรมถาวร. 2551. การสำรวจเบื้องต้นของพืชวงศ์กล้วยไม้ในอุทยานแห่งชาติภูเรือ จังหวัดเลย. **วิทยาศาสตร์ มข**. 36(3): 197-205.

วรชาติ โตแก้ว และ ประนอม จันทรโณทัย. 2551. พืชสกุลหางกระรอก (*Uraria* Desv.) ในประเทศไทย. **ใน: รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 2**, 26-28 มีนาคม 2551, ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ประนอม จันทรโณทัย และ พิมพ์วดี พรพงศ์รุ่งเรือง (บรรณาธิการ), หน้า 103-112, จัดพิมพ์โดยศูนย์วิจัยอนุกรมวิธานประยุกต์ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น และโครงการพัฒนาองค์ความรู้และศึกษานโยบายการจัดการทรัพยากรชีวภาพในประเทศไทย. โรงพิมพ์คลังนานาวิทยา.

วรชาติ โตแก้ว และประนอม จันทรโณทัย. 2552. ความหลากหลายของของพืชวงศ์กล้วยไม้ในอุทยานแห่งชาติน้ำหนาว จังหวัดเพชรบูรณ์. **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย** 1(1): 49-59.

ฐิติพร พิทยาวุธวินิจ, วิไลลักษณ์ ชินะจิตร, อำนวย คาตื้อ, พัฒนาภรณ์ วงษ์ทรงยศ, พรพิศ ชูสอน, สมยศ บุญญสมภพ, สำรวย พลเรือง และ วรชาติ โตแก้ว. 2554. การสำรวจกล้วยไม้ป่าในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดาริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เขื่อนห้วยกุ่ม จ.ชัยภูมิ. ใน: **รายงานการประชุมวิชาประจำปี ครั้งที่ 5 ทรัพยากรไทย : ก้าวสู่โลกกว้างอย่างมั่นใจ**, 3-5 พฤศจิกายน 2554, ศูนย์ฝึกหนองระเวียง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราช-มงคลอีสาน อ.เมือง จ.นครราชสีมา, ชมรมคณะปฏิบัติงานวิทยาการ อพ.สธ., หน้า 580-583.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ฐิติพร พิทยาวุธวินิจ, วิไลลักษณ์ ชินะจิตร, อำนวย คาตื้อ, เกษสุดา เดชภิมล, พัฒนาภรณ์ วงษ์ทรงยศ, สงัด ปัญญาพฤกษ์, สมยศ บุญญสมภพ และ วรชาติ โตแก้ว. 2555. การสำรวจกล้วยไม้ป่าในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดาริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เขื่อนอุบลรัตน์ จ.ขอนแก่น. **แก่นเกษตร** 40 (ฉบับพิเศษ): 460-463.

วรชาติ โตแก้ว, วีรนุช วอนเก่าน้อย และณภาภัช ไชยน้ำอ้อม. 2555. ความหลากหลายและการใช้ประโยชน์จากพืชในป่าชุมชนดอนชาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. ใน: **รายงานการประชุมวิชาการการวิทยาศาสตร์วิจัย ครั้งที่ 4**, 12-13 มีนาคม 2555, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัยนเรศวร, หน้า 271-275.

Tokaew, W., Meesawat, A. and Itharat, P. 2012. Notes on Leaf Surface of Terrestrial Orchids in Phu Rua national park, Thailand. **KKU Science Journal**. 40 (Supplement): 25-31.

Tokaew, W. and Mokkamul, P. 2012. Preliminary Study of Family Orchidaceae in Phu Wieng National Park, Khon Kaen Province, Northeastern Thailand. **In : Proceeding of International Conference on Sciences and Social Sciences 2012 : Innovations for Regional Development** (ICSSS2012), 19th-20th July 2012. Rajabhat Mahasarakham University, Maha Sarakham Province, Thailand. pp 759-763.

Tokaew, W. and Chantaranothai, P. 2012. Note on Genus *Uraria* Desv.; The Diversity and their Utilization in Thailand. **In : Proceeding of International Conference on Sciences and Social Sciences 2012 : Innovations for Regional Development** (ICSSS2012), 19th-20th July 2012. Rajabhat Mahasarakham University, Maha Sarakham Province, Thailand. pp 755-758.

Chainum-aom, N., Prompom, W. Wisetwoharn, W., Tokeaw, W. and Talubmook, C. 2012. Hypoglycemic activity of *Scoparia dulcis* L. in normal and Streptozotocin (STZ) induced diabetic rats. **Abstracts and Proceedings 0f Natural Products for Health and Beauty; The Fourth International Conference on Natural Products for Health and Beauty (NATPRO 4)**, 28 – 30 November 2012, Natural Products Research and Development Center (NPRDC), Science and Technology Research Institute (STRI), Chiang Mai University, Chiang Mai, pp 551.177 - 551.180.

ฐิติพร พิทยาวุธวินิจ, วิไลลักษณ์ ชินะจิตร, พัฒนาภรณ์ วงษ์ทรงยศ, พรพิศ ชูสอน, สมยศ บุญญสมภพ, และ วรชาติ โตแก้ว. 2556. การสำรวจกล้วยไม้ป่าในพื้นที่โครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดาริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เขื่อนสิรินธร จ. อุบลราชธานี. **แก่นเกษตร** 41 (ฉบับพิเศษ 1): 574-578. งานประชุมวิชาการเกษตร ครั้งที่ 14 : 28-29 มกราคม 2556.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วรชาติ โตแก้ว. 2556. ความหลากชนิดของกล้วยไม้พื้นเมืองในป่าชุมชน 7 หมู่บ้านของจังหวัดเชียงราย**. ใน: รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติและระดับนานาชาติ การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน ประจำปี 2556 ครั้งที่ 3 "ชุมชนท้องถิ่น ฐานรากการพัฒนาประชาคมอาเซียน"**, 9-10 พฤษภาคม 2556, ณ เซ็นทารา โฮเต็ล แอนด์ คอนเวนชั่นเซ็นเตอร์ จังหวัดขอนแก่น, หน้า 684-687. (ออนไลด์: http://www.ora.kku.ac.th/Cscd/Proceeding/2013/National_Proceedings/e-book/index.html#p=4)

Mokkamul, P., Tokaew, W., Kudthalaeng, N. and Saentrong, T. 2013. The Cultural Significance of Sacred Forest: Species Diversity and Use of Zingiberaceae in Don Chao Poo Forest, Kalasin Province, Northeast Thailand. In: **Proceeding of** The **3rd Khon Kaen University National and International Conference 2013 on "Local Community: The Foundation of Development of the ASEAN Community"**, 9-10 May 2013. pp. 61-67.

Tokaew, W. and Chantaranothai, P. 2013. *Uraria pseudoacuminata*, a new species from Thailand**. ScienceAsia.** 39 (3): 327-329.

วรชาติ โตแก้ว, วิลาวัลย์ บุญสุภา และกรรณิกา ทองดอนเปรียง. 2556. ความหลากหลายของพืชมีดอกที่เป็นไม้ต้นในมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 1(1): 28-37.

วรชาติ โตแก้ว ปิยะ โมคมุล ถวิล แสนตรง วีรนุช วอนเก่าน้อย และกรรณิการ์ ทองดอนเปรียง. 2556. ความหลากชนิดของพรรณไม้ เห็ด และการใช้ประโยชน์ป่าชุมชนบ้านโพนทอง จังหวัดมหาสารคาม. **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย.** 5(2): 83-98.

วรชาติ โตแก้ว. 2558. การสำรวจความหลากชนิดของพืชในพื้นที่ป่าชุมชนตำบลดงยาง อำเภอนาดูน จังหวัดมหาสารคาม" **ใน: รายงานการประชุมวิชาการระดับชาติ พะเยาวิจัย ครั้งที่ 4**, 29-30 มกราคม 2558, หอประชุมพญางำเมือง **มหาวิทยาลัยพะเยา, มหาวิทยาลัยพะเยา**, หน้า 131-141.

Tokaew, W. and Chantaranothai, P. 2015. *Uraria hispida* (Leguminosae), a new record for Thailand**. Thai Journal of Botany.** 7(1): 47-52.

วรชาติ โตแก้ว. 2558. การสำรวจเบื้องต้นของพืชล้มลุกกลุ่มกลีบดอกเชื่อมกัน ในอุทยานแห่งชาติภู-ลังกา จังหวัดนครพนม. **วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.** 7(13): 79-88.

Chainum-aom, N., Tokaew, W. and Wisetwoharn, W. 2015. Hypoglycemic Activity of *Physalis angulata* L. in Normal and Streptozotocin (STZ) Induced Diabetic Rats. In: **Proceeding of Annual on Life Science and Engineering (ACLSE 2015)**. Higher Education Forum (HEF), 25-27 August 2015. pp. 168-174.

วรชาติ โตแก้ว และปิยะ โมคมุล. 2559. ความหลากชนิดของพืชมีท่อลำเลียงในพื้นที่ดินเค็มบริเวณอ่างเก็บน้ำหนองบ่อ จังหวัดมหาสารคาม. **ใน: รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10**, 16-18 มิถุนายน 2559, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ **มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, จัดโดยมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ร่วมกับจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** มหาวิทยาลัยมหิดล และสมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์, หน้า 101-116.

วรชาติ โตแก้ว จันทร์จิรา ผลาโชติ, บรรทม นังตะลา, ราตรี สอนสุภาพ และ อรวรรณ กรีเทพ. 2560. ความหลากชนิดของวัชพืชในนาข้าว อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม. **ใน: รายงานการประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1**1, 14-16 มิถุนายน 2560, มหาวิทยาลัยมหิดล, จัดโดยภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี ร่วมกับ และสมาคมพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทยในพระบรมราชินูปถัมภ์, หน้า 98-106.

วรชาติ โตแก้ว และนวพรรษ ทวีบท. 2561. ความหลากชนิดของพืชมีท่อลำเลียงในป่าชุมชนบ้านหินฮาว อำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**. 37(2): 202-217.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY