

การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนบางชนิด

ปริญญานิพนธ์

ของ

พนมพร ชันขวี่ไชย

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร 3921575, 3915058

29 ส.ย. 2524

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2522

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนบางชนิด

บทคัดย่อ

ของ

พนมพร กันธุ์ไชย

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

เมษายน 2522

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลน 16 ชนิด ที่ขึ้นอยู่ในแนวต่าง ๆ 6 แนว พบว่าพืชวงศ์เดียวกันที่อยู่ในแนวเดียวกัน มีลักษณะโครงสร้างภายในของใบที่คล้ายกัน แต่สภาพวงศ์เดียวกันเจริญอยู่ในแนวที่ต่างกัน ลักษณะโครงสร้างภายในของใบก็แตกต่างกันไปด้วยและพืชที่อยู่ต่างวงศ์กัน แล้วมาขึ้นอยู่ในแนวเดียวกัน การปรับตัวทางด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบก็อาจคล้ายกันได้ อย่างไรก็ตามเมื่อยึดลักษณะการปรับตัวทางด้านโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนนี้อาจจะแบ่งพืชพวกนี้ได้เป็น 3 กลุ่ม โดยพืชที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันนั้นไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในแนวเดียวกันและพืชที่อยู่ในแนวเดียวกันก็ไม่จำเป็นจะต้องอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

A STUDY ON ANATOMY OF SOME MANGROVE LEAVES

AN ABSTRACT

BY

PANOMPORN KUNTAVICHAI

Presented in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

April 1979

A study of internal morphology mangrove leaves was conducted by which 16 species from 6 zones were examined. Plants of the same family and the same zone have similar internal structure of leaves. On the other hand, if plants of the same family grow in different zone. They have different internal structure; whereas plants from different families in the same zone may have similar structure.

Mangroves are divided into three groups according to the adjustment of leaf internal structure. Plants of the same group do not have to grow in the same zone and vice versa.

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำวันสัปดาห์พิจารณาปัญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

.....*Prof. Dr. S. S. S.*..... ประธาน

.....*อ. นพ. นพ.*..... กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนได้รับความกรุณาจาก อาจารย์สมสุข มัจฉาชีพ และอาจารย์อัมพา มานพ ที่ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เป็นอย่างดียิ่ง ผู้เขียนจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ผจง ศันวณิชกุล และ อาจารย์อนันต์ พุทธิยาสถาพร ที่ให้คำแนะนำในการถ่ายภาพ

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อเชย ขำเพชร และขอบคุณ คุณอุบลศรี ศุภนิรันดร์ คุณพยอม ขอยงาม และ คุณวิรัช สว่างแจ้ง ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บตัวอย่าง สุกท้ายนี้ขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่าน ที่มีส่วนช่วยให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ ลุล่วงไปด้วยดี

พนมพร ชันชวโรย

สารบัญ

บทที่

หน้า

1	บทนำ	1
	คำนำ	1
	จุดมุ่งหมายของการศึกษาคนควา	4
	ความสำคัญของการศึกษาคนควา	4
	ขอบเขตของการศึกษาคนควา	4
2	เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาคนควา	5
	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไป	5
	epidermis	5
	mesophyll	6
	vascular bundles	8
	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนบางชนิด	9
3	วิธีดำเนินการศึกษาคนควา	16
	อุปกรณ์	16
	วิธีการ	16
	การเลือกพืชที่จะศึกษา	16
	การเก็บตัวอย่างพืช	17
	การศึกษาในห้องปฏิบัติการ	18
4	ผลการทดลอง	19
5	สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	47
	สรุปผล	47
	อภิปรายผล	50
	ข้อเสนอแนะ	54
	บรรณานุกรม	55

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกลกทางใบเล็ก	29
2	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโกลกทางใบเล็ก	29
3	ลักษณะโครงสร้างภายในของตัวใบโกลกทางใบเล็ก	29
4	ลักษณะโครงสร้างภายในของตัวใบโกลกทางใบเล็ก	29
5	ลักษณะโครงสร้างภายในของโกลกทางใบใหญ่	29
6	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโกลกทางใบใหญ่	29
7	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของโกลกทางใบใหญ่	31
8	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของโกลกทางใบใหญ่	31
9	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบทั้งกาห้วสุ่ม	31
10	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของทั้งกาห้วสุ่ม	31
11	ลักษณะโครงสร้างภายในของตัวใบทั้งกาห้วสุ่ม	31
12	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบประดัก	31
13	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของประดัก	33
14	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของประดัก	33
15	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบถั่วขาว	33

16	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของถั่วขาว	33
17	ลักษณะโครงสร้างภายในของตัวใบถั่วขาว	33
18	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมคำ	33
19	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของแสมคำ	35
20	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของแสมคำ	35
21	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมขาว	35
22	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของแสมขาว	35
23	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมขาว	35
24	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตาคุ่ม	35
25	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตาคุ่ม	37
26	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของตาคุ่ม	37
27	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนดำ	37
28	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตะบูนดำ	37
29	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของตะบูนดำ	37
30	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนขาว	37
31	ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตะบูนขาว	39
32	ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของตะบูนขาว	39

ภาพประกอบ	หน้า
33 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโปรงแดง	39
34 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโปรงแดง	39
35 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของโปรงแดง	39
36 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝาดแดง	39
37 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของฝาดแดง	41
38 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของฝาดแดง	41
39 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝาดขาว	41
40 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของฝาดขาว	41
41 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของฝาดขาว	41
42 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำแพน	41
43 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของลำแพน	43
44 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของลำแพน	43
45 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำพู	43
46 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของลำพู	43
47 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของลำพู	43
48 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบเสม็ด	43
49 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของเสม็ด	45
50 ลักษณะโครงสร้างภายในทัวใบของเสม็ด	45

คำนำ

พืชใหม่ผลผลิตที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจและน่าสนใจที่จะนำมาศึกษานอกเหนือไปจากพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ คือ พืชป่าชายเลน ป่าชายเลนเป็นป่าที่มีผลผลิตต่อพื้นที่สูง พรรณไม้ที่ขึ้นอยู่มีลักษณะและคุณสมบัติเหมาะสมที่จะใช้ทำฟืนและเผาถ่านที่มีคุณภาพดี ถ่านที่ได้จากป่าชายเลนหรือถ่านไม้โกงกางเป็นถ่านที่ดีที่สุดเพราะให้ความร้อนสูงสุดในบรรดาถ่านไม้ด้วยกัน ไม่จากป่าชายเลนหลายชนิดก็นำไปใช้ทำเครื่องเฟอร์นิเจอร์และสิ่งก่อสร้างได้ นอกจากนี้ป่าชายเลนยังเป็นแหล่งขยายพันธุ์สัตว์น้ำนานาชนิด โดยเฉพาะพวก กุ้ง ปู ปลา หอย รวมทั้งเป็นที่อยู่อาศัยของสัตว์มากมายอีกด้วย ในแง่วิทยาศาสตร์ ป่าชายเลนยังมีความสำคัญในการที่ช่วยให้อากาศบริสุทธิ์ (land builder) และเป็นฉากกั้นลม ป้องกันการชะล้างที่รุนแรงที่อาจจะเกิดขึ้นเนื่องจากลมมรสุม สำหรับการเกิดปัญหาสภาพน้ำเน่า น้ำเป็นพิษในแม่น้ำ อ่าวหรือทะเลต่าง ๆ ซึ่งกำลังเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบันนี้ รากของพืชป่าชายเลนยังช่วยลดอันตรายจากสิ่งเหล่านี้ได้อย่างมาก โดยที่รากของป่าชนิดนี้ทำหน้าที่เหมือนตะแกรงธรรมชาติคอยแยกสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ซึ่งมนุษย์ปล่อยลงไปในแม่น้ำและทะเล เพื่อมิให้สิ่งเหล่านี้ไปสร้างความเสียสมดุลทางธรรมชาติให้เกิดขึ้นได้ สำหรับประโยชน์ด้านอื่น ๆ นั้น แกงกืด และ เซอร์คาร์ (Ganguly and Sircar. 1974 : 1911-1914) ได้สกัดสารโมโนที่ชื่อ Gibberellin ที่สกัดได้จากใบพืชป่าชายเลนบางชนิด เช่น ลำพู (Sonneratia alba (Linn) Eng) โกงกางใบใหญ่ (Rhizophora mucronata. Poir) และ พังกาหัวสุม (Bruguiera gymnorrhiza. (Linn) Poir) ไปใช้ในการกระตุ้นการเจริญของต้นอ่อนของแตงและผักกาดหอมได้

ทางด้านนิเวศวิทยา ป่าชายเลนเป็นป่าที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง (Huber man. 1970 : 188) สภาพแวดล้อมเกี่ยวกับดินและน้ำของป่าชายเลนนั้นจะแตกต่างไปจากป่าชนิดอื่น ๆ เป็นอย่างมาก เช่น ประเภทของดิน ความเค็ม การระบายน้ำและกระแสน้ำ (Chapman. 1971 : 12-15, Walter and Steiner. 1936 : 65-193, Macnae. 1970 : 73-270, Venkatesen. 1966 : 27-34)

จากการศึกษาคุณสมบัติของดินและพรรณไม้ตามแนว (zonation) ต่าง ๆ ในป่าชายเลนธรรมชาติ กิ่งอำเภอกุระบุรี จังหวัดพังงา ในสภาพพื้นที่ป่าชายเลนที่มีปรากฏจากฝั่งทะเลถึงที่เป็นเลนแข็ง เนื้อดินบริเวณริมฝั่งมีปริมาณของทรายน้อยและจะมากขึ้นในบริเวณที่อยู่ห่างจากริมฝั่งออกไปตามลำดับ และลดลงเล็กน้อยบริเวณที่ติดเขตที่เป็นเลนแข็ง ส่วนปริมาณของดินเหนียวและดินร่วนจะมีแนวโน้มในทางตรงกันข้ามกับปริมาณของทราย ค่าของความเป็นกรดและด่าง (pH) นั้น จากบริเวณชายฝั่งจนถึงบริเวณที่เป็นเลนแข็งจะอยู่ในช่วง 2.4-4.95 ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินจะมีมากบริเวณชายฝั่งและลดลงเมื่อมีระยะห่างจากน้ำทะเลมากขึ้น ส่วนปริมาณของฟอสฟอรัสและโปแตสเซียมที่สกัดได้นั้นจะเปลี่ยนแปลงไปตามระยะห่างจากบริเวณชายฝั่งไม่แน่นอน ความเค็มของดินซึ่งประมาณค่าจากอนุมูลคลอไรด์ (chloride ions) บริเวณชายฝั่งจะมีความเค็มมากและจะค่อย ๆ ลดลงตามระยะห่างจากน้ำทะเลไปจนถึงบริเวณที่เป็นเลนแข็ง (จิตต์ คงแสงไทย 2516 : 60-70)

สำหรับบริเวณที่จะทำการศึกษานั้นคือป่าชายเลนที่อำเภอลำทับ จังหวัดกระบี่ ซึ่ง สนิท อักษรแก้ว (สนิท อักษรแก้ว 2519 : 1-3) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมและลักษณะการกระจายของพรรณไม้ในป่าชายเลนพบว่า สภาพแวดล้อมโดยทั่วไปเช่น ลักษณะของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณอินทรีย์วัตถุ มีความแตกต่างกันออกไปตามระยะห่างจากชายฝั่งเช่นเดียวกับที่ จิตต์ คงแสงไทย (จิตต์ คงแสงไทย 2516 : 60-70) ศึกษา สำหรับลักษณะการกระจายของพรรณไม้ในป่าชายเลนได้พบว่า พรรณไม้ที่เจริญเติบโตในบริเวณนี้สามารถที่จะแบ่งเป็นแนว โดยถือเอาเขตพรรณไม้ที่เป็นพันธุ์เด่น (dominant species) จากบริเวณชายฝั่งนำไปจนถึงบริเวณที่เป็นเลนแข็งเป็นหลักในการพิจารณาได้ดังนี้

แนวที่ 1 เป็นพื้นที่ใกล้ฝั่งแม่น้ำ จะมีต้นโกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) และโกงกางใบใหญ่ (*R. mucronata*) แต่โกงกางใบเล็กจะมีปริมาณมากกว่าโกงกางใบใหญ่ และบริเวณนี้ยังมี จาก (*Nypa fruticans*) ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่นริมฝั่งแม่น้ำและอยู่ลึกเข้าไปเป็นระยะทาง 20 เมตร

แนวที่ 2 อยู่ห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ 50 เมตร มีพืชสกุลแสม (*Avicennia* sp.) และพืชสกุลประดัก (*Bruguiera* sp.) ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก

แนวที่ 3 อยู่ห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ 80 เมตร มีพืชสกุลแสมและสกุลประดัก นอกจากนี้ยังพบไม้ตะบูน (*Xylocarpus* sp.) และตาตุ่ม (*Excoecaria agallocha*)

แนวที่ 4 อยู่ห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ 110 เมตร เป็นบริเวณที่มีพืชสกุลโปรง (*Cerlops* sp.) ขึ้นอยู่

แนวที่ 5 อยู่ห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ 125 เมตร มีพืชสกุลฝาด (*Lumnitzera* sp.) และพืชสกุลลำพู (*Sonneratia* sp.)

แนวที่ 6 ซึ่งเป็นแนวสุดท้ายอยู่ห่างจากริมฝั่งแม่น้ำ 140 เมตร หน้าที่เป็นเลนแข็ง น้ำทะเลจะท่วมถึงโคกคอกเมื่อเป็นวันที่น้ำขึ้นสูงสุด แนวนี้มีไม้เสม็ด (*Melaleuca leucodendron*) ขึ้นอยู่อย่างหนาแน่น และบริเวณนี้ถือว่าเป็นแนวคกคอรระหว่างป่าชายเลนและป่าบก ส่วนปรัง (*Acrostichum aureum*) พบทั่ว ๆ ไปในป่าชายเลน โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณป่าที่ถูกทำลายจะมีพืชพวกนี้ขึ้นอยู่มาก

อย่างไรก็ตามแม้ว่าพืชป่าชายเลนจะเติบโตอยู่ในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึงก็ตาม แต่ก็ยังมีปัญหาในการที่จะนำเอาน้ำไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ ได้อย่างเพียงพอ ดังนั้นพืชป่าชายเลนจึงต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม ลักษณะที่สำคัญของพืชที่ปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมนั้นเห็นได้ชัดคือลักษณะของใบ ลักษณะภายนอกของใบพืชป่าชายเลนนั้นใบจะหนา อวบน้ำ เป็นมัน มีสารพวก cutin ปกคลุมอยู่ และขอบใบเรียบ (Watson. 1928 : 21) ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชเหล่านี้คงจะมีการปรับตัว เช่นการมีเนื้อเยื่อพิเศษที่นอกเหนือไปจากเนื้อเยื่อที่พบภายในใบของพืชทั่ว ๆ ไป เนื่องจากสภาพของดิน ความเป็นกรดเป็นด่าง รวมทั้งค่าความเค็ม (salinity) ในแต่ละแนวก็แตกต่างกันจนเห็นได้ชัด ดังนั้นลักษณะของโครงสร้างของใบพืชในแต่ละแนวก็จะแตกต่างกันด้วย การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่มีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจและน่าศึกษาเป็นอย่างยิ่ง

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. ศึกษาเกี่ยวกับลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่เป็นพันธุ์เด่นในแต่ละแนวว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร
2. ศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนว่ามีลักษณะแตกต่างไปจากลักษณะโครงสร้างภายในใบของพืชทั่ว ๆ ไปหรือไม่

ความสำคัญของการศึกษา

ผลจากการศึกษาทำให้ทราบถึง

1. ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่เป็นพันธุ์เด่นในแต่ละแนว
2. ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่แตกต่างไปจากลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไป
3. การปรับตัวของใบพืชป่าชายเลนต่อสภาพแวดล้อมทางนิเวศวิทยา
4. เพื่อเป็นพื้นฐานในการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในที่สำคัญของพืชป่าชายเลนต่อไป
5. เพื่อเป็นประโยชน์ในการศึกษาวิธานวิทยาของพืช

ขอบเขตของการศึกษา

1. ศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่เป็นพืชใบเลี้ยงคู่เท่านั้น
2. ศึกษาวิเคราะห์โครงสร้างภายในของใบพืชเฉพาะที่เป็นพันธุ์เด่นของแต่ละแนวของป่าชายเลนเท่านั้น
3. สถานที่ที่ทำการศึกษาคือ ป่าชายเลนที่อำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี

เอกสารและการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

อีซอ (Esau. 1960 : 422) ได้ให้ความหมายของคำว่าใบว่าอย่างกว้าง ๆ หมายความว่า อวัยวะที่มีโครงสร้างต่าง ๆ กันและหน้าที่ต่าง ๆ กันไปหลายแบบ แต่หน้าที่ที่สำคัญของใบก็คือการสร้างอาหารโดยวิธีการสังเคราะห์แสง โครงสร้างภายนอกของใบส่วนมากแล้วจะมีแผ่นใบ (blade หรือ lamina) แบน แผ่นใบติดกับลำต้นโดยก้านใบ (petiole) หรืออาจจะติดกับลำต้นโดยตรงไม่มีก้านใบซึ่งเรียกว่า sessile leaf ฐานของใบไม่ว่าจะมีก้านใบหรือไม่มีก้านใบก็ตาม เมื่อติดกับลำต้นโดยรอบลำต้น ก็เรียกว่า ฐานใบนั้นว่า กาบ (sheathing base) ถ้ากาบนั้นเจริญเป็นโครงสร้างเฉพาะ เรียกว่า กาบใบ (leaf sheath) พืชที่มี leaf gap เป็นแบบ trilacunar node จะมีหูใบเกิดขึ้นที่ฐานใบ แต่ถ้าพืชชนิดใดที่มี leaf gap เป็นแบบ multilacunar จะมีฐานใบเป็นกาบ

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไป

ฟอสเตอร์ (Foster. 1958 : 41-51) โอเบรียล (O'Brien. 1969 : 50-60) จาไมสัน (Jamieson. 1967 : 189-193) เวียร์ (Weier. 1974 : 693) และวิลสัน (Wilson. 1957 : 528) ได้บรรยายลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไปว่าประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิด คือ

- Epidermis
- Mesophyll
- Vascular bundle

Epidermis จะปกคลุมเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของใบและลำต้นเอาไว้ ถ้าเป็นส่วนของ epidermis ที่ปกคลุมใบส่วนมากจะมีเพียงชั้นเดียว แต่ในพืชบางชนิดจะเป็น multiple epidermis คือมีชั้นของ epidermis มากกว่า 1 ชั้น เช่น ใบของยางอินเดีย (Ficus elastica) ใบทั่วไปจะมี epidermis อยู่ทั้งสองด้าน ถ้า epidermis

อยู่ทางด้านบนก็เรียกว่า upper epidermis ถ้า epidermis อยู่ทางด้านล่างของใบ ก็เรียกว่า lower epidermis การเรียงตัวของเซลล์นี้จะเรียงชิดติดกัน การที่มีสารพวก cutin และปากใบ (stomata) เป็นลักษณะสำคัญของผิวใบ (leaf epidermis) ซึ่งมีความสัมพันธ์กับการคายน้ำและการสร้างอาหารของใบ ปากใบอาจเกิดขึ้นบนผิวใบทั้ง 2 ด้าน หรือเกิดอยู่บนด้านเดียว ซึ่งปกติแล้วจะเกิดทางด้านล่างของใบ ในพืชพวกที่มีใบกว้างหรือใบเลี้ยงคู่ ปากใบจะกระจายทั่วไปแบบสุ่ม ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชไม่มีดอก (gymnosperm) ปากใบจะเรียงเป็นแถวขนานกับเส้นใบ อย่างไรก็ตาม แวน คอทเทม (Van Cottehm. 1970 : 81-91) ไมค์เนอร์ และ แมนส์ฟิลด์ (Meidner and Mansfield. 1968 : 257-261) ได้แยกการปรากฏของปากใบไว้เป็น 3 ชนิด คือ ปากใบที่ปรากฏเฉพาะที่ผิวใบด้านบน (epistomatic) ปากใบที่ปรากฏเฉพาะที่ผิวใบด้านล่าง (hypostomatic) และปากใบที่ปรากฏที่ผิวใบทั้งสองด้าน (amphistomatic) แต่ถาเป็นใบพืชรืขึ้นต้น (woody plant) แล้ว ปากใบจะมีอยู่เฉพาะที่ผิวใบด้านบนเท่านั้น

เซลล์ผิว (epidermal cell) เป็นเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ ภายในเซลล์มี vacuole อยู่มากและขนาดของ vacuole นี้จะยาวกว่า vacuole ที่อยู่ในเซลล์ของชั้น mesophyll และนอกจากนี้จะมี chloroplasts อยู่ภายในเซลล์ผิวที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์คุม (guard cell) ควบ ส่วนเซลล์อื่น ๆ ปกติจะไม่พบ chloroplasts เลย ยกเว้นพืชบางชนิด เช่น พวกพืชน้ำ จะมี chloroplasts ที่เซลล์ผิวมาก (O'Brien. 1969 : 50-60)

Mesophyll เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงซึ่งจะอยู่ระหว่างผิวใบด้านบนและผิวใบด้านล่าง mesophyll จะประกอบไปด้วยเซลล์ parenchyma ที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างไปโดยเฉพาะและจะมี chloroplasts อยู่ทั่วไป แบ่งได้เป็น 2 พวก คือ

- palisade parenchyma (palisade chlorenchyma หรือ palisade mesophyll) มีตำแหน่งอยู่ถัดจากผิวใบด้านบนลงมา
- spongy parenchyma (spongy chlorenchyma หรือ spongy mesophyll) อยู่ถัดจากพวกแรกลงมาและติดกับผิวใบด้านล่าง

palisade parenchyma จะประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างยาวและมีความหนาประมาณ 1 หรือ 2 ชั้น เซลล์พวกนี้จะตั้งฉากกับผิวใบด้านบนและอยู่ลึกกันมาก แต่ก็ยังมีช่องว่างระหว่างเซลล์โดยเฉพาะบริเวณที่อยู่ใกล้กับ spongy parenchyma

spongy parenchyma จะประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างไม่แน่นอน เช่น อาจจะมีส่วนที่คล้ายกับแขนยื่นออกไปเพื่อให้มีส่วนที่เชื่อมติดกับเซลล์อื่น เมื่อเชื่อมส่วนใหญ่มักจะมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ความหนาของ spongy parenchyma มีมากกว่า 1 ชั้น แต่เซลล์จะเรียงกันไม่เป็นแถว ภายในเซลล์มี chloroplasts ด้วย แต่มีปริมาณน้อยกว่า palisade parenchyma

ในพืชบางชนิด palisade parenchyma เกิดขึ้นทั้งด้านบนและด้านล่างของใบ หรือทั้ง palisade parenchyma และ spongy parenchyma มีลักษณะคล้ายกันจนแยกไม่ออก เรียกใบชนิดนี้ว่า isobilateral หรือ isobilateral leaf ส่วนใบที่มี palisade parenchyma เจริญดีเพียงด้านเดียว เรียกใบลักษณะดังกล่าวว่า dorsiventral หรือ bifacial leaf (Eames and Danials. 1947 : 253-260, Haupt. 1953 : 364-375) พืชล้มลุกพวกใบเลี้ยงคู่บางชนิด เช่น ถั่วลิสง (Pisum sativum) และผักกาดหอม (Lactuca sativa) จะมีใบซึ่ง mesophyll ไม่เจริญไปเป็น palisade หรือเจริญแต่มีปริมาณน้อย ปริมาตรของช่องว่างระหว่างเซลล์มีมาก ลักษณะดังกล่าวนี้เป็นลักษณะของพืชที่ขึ้นในที่ที่มีความชื้นมาก (hydrophyte) แต่ก็มีลักษณะเช่นเดียวในพืชล้มลุกซึ่งขึ้นอยู่บริเวณที่มีความชื้นพอประมาณ แต่จะมากหรือน้อยก็แล้วแต่ชนิด นอกจากนี้ยังพบว่าใบพืชพวก sugar beet เซลล์ชั้น mesophyll มีความสัมพันธ์กับความหนาของใบ ถ้าใบบางเซลล์จะสั้นและกลม ถ้าใบหนาเซลล์จะยาว (Esau. 1965 : 427-431)

การจัดเรียงตัวของ palisade และ spongy parenchyma นั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและสิ่งแวดล้อม เช่น พืชที่ขึ้นในที่แห้งแล้งจะมี palisade parenchyma อยู่ทั้งสองด้านของใบและมีชั้น spongy parenchyma อยู่ตรงกลาง ถ้าเป็นพืชพวกหญ้า mesophyll จะเปลี่ยนแปลงไปเป็น palisade และ spongy parenchyma ได้น้อย พืชที่ขึ้นในบริเวณที่ได้รับแสงมาก palisade parenchyma มักจะมีความหนา 2 ชั้น เซลล์

แต่ถ้าเป็นใบของต้นยูคาลิปตัส (*Eucalyptus* sp.) mesophyll จะประกอบไปด้วยชั้นของ palisade parenchyma ทั้งหมดเลย ใบของแอปเปิ้ล (*Pyrus Malus*) ก็จะมี palisade parenchyma เพียง 1 ชั้น แต่ถ้าใบได้รับแสงเต็มที่ก็จะมี palisade parenchyma หนาถึง 2 ชั้น (Cronquist. 1961 : 534-535)

นอกจากนี้ในชั้นของ mesophyll ยังมีมีท่อลำเลียงอาหาร laticifers Lysigenous shizogenous และ oil cavities ด้วย (Esau, 1960 . 430)

Vascular bundles Vascular bundles ภายในใบหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เส้นใบ (vein) ซึ่งจะติดต่อกับ vascular bundles ที่อยู่ก้านใบและลำต้นในพืชใบเลี้ยงคู่ เส้นใบจะมีการจัดเรียงตัวกันเป็นแบบร่างแห (net-like or reticulate) เส้นใบที่อยู่ตรงกลางใบนั้นเป็นเส้นใบที่ใหญ่ที่สุด เรียกว่า เส้นกลางใบ (midrib) จากเส้นกลางใบก็จะมีเส้นใบแตกแขนงออกไปตามส่วนต่าง ๆ ของใบเป็นจำนวนมาก พืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนมากแล้วจะมีการจัดเรียงตัวแบบขนาน ยกเว้นบางชนิดที่เส้นใบมีการจัดเรียงตัวแบบร่างแห เช่น พืชตระกูลบอน (Araceae)

การจัดเรียงตัวของท่อลำเลียง (xylem) และท่ออาหาร (phloem) ในลำต้นนั้นท่อลำเลียงและท่ออาหารจะล้อมรอบลำต้นเป็นรูปวงกลมติดต่อกัน วงกลมนี้จะถูกตัดขาดเมื่อท่อลำเลียงและท่ออาหารแยกไปสู่ก้านใบและตัวใบ ซึ่งเรียกว่า Leaf trace การจัดเรียงตัวของท่อลำเลียงและท่ออาหารจากก้านใบไปจะมีท่อลำเลียงอยู่ทางด้านบน ท่ออาหารอยู่ติดจากท่อลำเลียงมา แต่บริเวณขอบใบหรือที่ปลายเส้นใบจะเหลือเพียงเซลล์ tracheid เท่านั้น เส้นใบเหล่านี้จะมีเซลล์ล้อมรอบอยู่เรียกว่า bundle sheath ซึ่งอาจจะจะมี 1 ชั้นในเส้นใบที่มีขนาดเล็กหรืออาจมีหลายชั้นในเส้นใบที่มีขนาดใหญ่ เซลล์พวกนี้มีผนังเซลล์หนาและจะมี chloroplasts อยู่น้อยมากหรือไม่มีเลย ถ้าเป็นเส้นกลางใบก็จะมีเซลล์ collenchyma อยู่ทางก้านกลางของเส้นใบ หรืออาจจะมีทั้งสองด้านของใบก็ได้เพื่อพยุงใบ สำหรับ vascular cambium ในท่อลำเลียงของใบจะไม่พบเลย (Foster. 1958 . 41-51, Jamieson. 1967 : 189-193, Veler. 1974 : 693, Wilson. 1957 : 76-80)

พืชโดยทั่ว ๆ ไป เมื่อแบ่งตามที่อยู่แล้วจะแบ่งได้เป็น 3 ประเภท (Cutler. 1972 : 166-167)

1. Xerophyte หมายถึง พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่แห้งแล้ง มีน้ำน้อย บริเวณนี้จะมีลักษณะอวบน้ำ มีน้ำในลำต้นมากและมีสารพวก cutin ปกคลุมหนาเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ

2. Hydrophyte หมายถึง พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่มีน้ำมาก อาจจะมีอยู่ในน้ำหรือใกล้กับน้ำ

3. Mesophyte หมายถึง พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่ไม่แห้งแล้งและไม่แฉะมากเกินไป

พืชในป่าชายเลนจัดเป็นพวก xerophyte เพราะว่าจะถึงแม้จะเจริญเติบโตอยู่ในน้ำหรือในบริเวณที่มีน้ำมาก แต่ก็มีปัญหาในการนำเอาน้ำไปใช้ได้อย่างเพียงพอ (Mc. Daugall. 1949 : 440-444)

วัตสัน (Watson. 1928 : 21) ได้ศึกษาถึงการปรับตัวของพืชป่าชายเลนให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

1. ใบจะหนา อวบน้ำ ขอบใบเรียบ เช่น ใบของพืชสกุลลำพู (Sonneratia sp.) สกุลฝาด (Lumnitzera sp.) และสกุลแสม (Avicennia sp.)

2. เซลล์ผิวจะมีผนังเซลล์หนา (thick walled) มีสารพวก cutin ปกคลุมอยู่และใบเป็นมัน เช่น ใบของต้นโกงกางใบใหญ่ (Rhizophora mucronata)

3. Schmidt (Schmidt อ้างอิงมาจาก Watson. 1928) ได้ทำการศึกษาพืชป่าชายเลนตามชายฝั่งของอ่าวไทย พบว่าผิวใบทางด้านบนของต้นเดียนาง (Aegiceras corniculatum) มีต่อมที่ทำหน้าที่ขับเกลือออกมาได้ ในตอนกลางวัน ผลึกของเกลือที่อยู่ภายในเซลล์จะถูกเอาความชื้นจากบรรยากาศเข้าไป แต่พอถึงตอนเช้าน้ำก็จะระเหยออกไปและเกลือก็จะปนไปกับน้ำด้วย

4. บ่อกใบ ส่วนใหญ่จะอยู่ต่ำกว่าระดับพื้นผิวของใบและมีลักษณะเป็นรูปหม้อดิน (urn-shaped)

5. ภายในใบจะมีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่เก็บน้ำเอาไว้ ซึ่งเซลล์เหล่านี้มีขนาดใหญ่ เช่น ในใบแกของโกงกางใบใหญ่ เซลล์พวกนี้มีขนาดใหญ่และผนังหนากว่าเซลล์ที่อยู่ภายในใบที่ยังอ่อนอยู่

6. เส้นใบขนาดเล็กบริเวณปลายสุดจะเหลือเพียงเซลล์ tracheid เท่านั้น เช่น พืชสกุลประดัก สกุลแสม และสกุลโปรง

7. มี stone cell แทรกอยู่กับ palisade parenchyma ของพืชสกุล โกงกาง สกุลลาหู่ และบริเวณ path ของพืชสกุลโกงกาง

8. พืชสกุลโกงกางและสกุลลาหู่ มี mucilage cells ทั่ว

9. พืชสกุลแสมมีขน (hairs) ปกคลุมอยู่ที่ผิวใบมาก

10. พืชสกุลลาหู่ ฝาด และโปรง จะมี palisade parenchyma เกิดขึ้น ทั้งทางด้านบนและทางด้านล่างของใบ หรือ palisade parenchyma และ spongy parenchyma มีลักษณะคล้ายกันจนแยกไม่ออก

เมตคาล์ฟ และ ชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 601-623) ได้ ศึกษาถึงการปรับตัวของใบพืชป่าชายเลน เช่น พืชในตระกูลโกงกาง (Rhizophoraceae) epidermis จะเป็นแบบ multiple epidermis epidermis ที่อยู่ชั้นในจะทำหน้าที่ในการเก็บสะสมน้ำเอาไว้ ดังนั้นเซลล์จึงใหญ่ ผนังเซลล์บาง เนื้อเยื่อที่สะสมน้ำจะมีหลายชั้นเซลล์หรือไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ mesophyll ของพืชตระกูลนี้ palisade parenchyma จะมีจำนวนชั้นของเซลล์แตกต่างกันออกไป spongy parenchyma จะมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ในใบของโกงกางจะมี sclerenchyma รูปตัว H อยู่ในชั้น palisade และ spongy parenchyma

การปรับตัวทางโครงสร้างภายในของพืชสกุลแสม Lower epidermal cells จะเปลี่ยนแปลงมาเป็นขนแบบ uniseriate hairs ซึ่งจะมีก้านชูสั้น ๆ (short stalks) และเซลล์ทางด้านบนของก้านชูจะมีลักษณะคล้ายลูกแพร์ (pear shape)

การปรับตัวของใบพืชสกุลฝาด palisade parenchyma จะมีอยู่ทั้งสองด้าน มีลักษณะแบบ druse อยู่ในเซลล์ palisade และ spongy parenchyma ไม่มี sclerenchyma

ใบพืชสกุลลาหู่ ใบจะมี palisade parenchyma ทั้งสองด้าน mesophyll จะมีเซลล์ sclerenchyma ทั่วหลายแนว

ฮาเบอร์แลนด์ (Haberlandt. 1965 : 397-409) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเนื้อเยื่อที่สะสมน้ำในใบพืชป่าชายเลน เนื้อเยื่อพวกนี้ประกอบด้วยเซลล์ parenchyma ที่ยังมีชีวิตอยู่ มี protoplasm น้อย มี nucleus คลอโรพลาสต์มีบ้างแต่ไม่มากนัก เซลล์จะใสมองเห็นได้ชัดเจน ฉะนั้นเซลล์บางไม่มี fat เนื้อเยื่อเหล่านี้เจริญมาจาก epidermal cells โดยการแบ่งเซลล์แบบ tangential ใบของโกงกางใบใหญ่เมื่ออายุของใบยังน้อยจะมีเนื้อเยื่อที่สะสมน้ำอยู่ไม่มากนัก แต่พออายุของใบมากขึ้นจนกระทั่งใบมีสีเขียวจะมีเซลล์เหล่านี้เป็นจำนวนมาก ถัดจากชั้นของเนื้อเยื่อที่สะสมน้ำเข้าไปจะเป็นชั้น palisade parenchyma ซึ่งจะมีเซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือก (mucilage cells)

บาลบาค บีส และ ฮาร์รี (Balbach, Bliss and Harry. 1977 : 359) ได้กล่าวถึงใบของพืช xerophyte ที่มีการปรับตัวเพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำ เพราะพืชพวกนี้ขึ้นอยู่บริเวณที่โล่งได้รับแสงมาก ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาน้ำเอาไว้ใบจึงมีปากใบแบบจม (sunken stomata) และบริเวณของว่างภายในปากใบ (stomatal cavities) จะมีขน (trichomes) ปกคลุมอยู่

อจันรา ไตรเพิ่ม (อจันรา ไตรเพิ่ม 2520 : 13-16) ได้ศึกษาปากใบของพืชป่าชายเลน 18 ชนิด คือ โกงกางใบเล็ก, โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุม (ประสักแดง) (*Bruguiera gymnorhiza*) ถั่วคำ (คุย) (*B. cylindrica*) โปรงแดง (*Ceriops tagal*) โปรงหนู (*C. cecandra*) แสมขาว (*Avicennia alba*) แสมดำ (*A. officinalis*) ตะบูน (*Xylocarpus moluccensis*) ตะบูน (*X. obvatus*) ตาตุ่ม (*Excoecaria agallocha*) หงอนไก่ทะเล (*Heritiera littoralis*) คีนแปดทราย (*Cerbera manghas*) ลำพู (*Sonneratia caseolaris*) ลำแพนทะเล (*S. griffithii*) ฝาดขาว (*Lumnitzera racemosa*) ฝาดแดง (*L. littorea*) และเสม็ด ผลจากการศึกษามีดังต่อไปนี้

การปรากฏของปากใบบนผิวใบของใบที่ได้รับแสงมาก (sun leaf) และใบที่ได้รับแสงน้อย (shade leaf) ของพืชป่าชายเลนทั้ง 18 ชนิด เป็นแบบที่ปากใบอยู่ทางผิวใบด้านล่าง และปากใบอยู่ทั้งสองด้านของผิวใบ กล่าวคือ ปากใบที่อยู่ทางผิวใบด้านล่าง พบในใบโกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุม ถั่วคำ โปรงแดง โปรงหนู

แสมคำ แสมขาว ตะบูน ตะบัน ทาตุม และหรงนโก๊ะทะเล ส่วนใบของว่าน ลำแพนทะเล ผาคขาว ผาคแดงและเสม็ด ปากใบจะปรากฏอยู่บนผิวใบทั้งของก้าน

การแพร่กระจายและการเรียงตัวของปากใบบนผิวใบของพืชป่าชายเลนทั้ง 18 ชนิด เนื่องจากเป็นใบเลี้ยงคู่ทั้งหมด การเรียงตัวของปากใบทั้งใบที่ได้รับแสงมากและใบที่ได้รับแสงน้อยจึงไม่เป็นระเบียบ ส่วนการแพร่กระจายนั้นกระจายทั่วทั้งแผ่นใบ ยกเว้นตรงเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย

ระดับของปากใบบนผิวใบ ทั้งใบที่ได้รับแสงมากและใบที่ได้รับแสงน้อยของใบ โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ พังกาหัวสุม ถั่วคำ โปรงแดง โปรงหนู ลำพู ลำแพนทะเล และเสม็ด จะมีปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับผิวใบลงมาเล็กน้อย ส่วนใบในใบแสมขาวและแสมคำ มีขน (hairs) ขนาดใหญ่ปกคลุมอยู่ที่ผิวใบด้านล่างเป็นจำนวนมาก ปากใบจะแทรกอยู่ที่โคนของขนเป็นช่วง ๆ ไม่สม่ำเสมอทั้งหมด เนื่องจากมีขนปกคลุมผิวใบอยู่ นี้เองจึงทำให้ปากใบอยู่เหนือระดับผิวใบขึ้นมาเล็กน้อย ส่วนใบของตะบูน ตะบัน ทาตุม ตีนเป็ดทราย ผาคขาว และผาคแดง มีปากใบอยู่ระดับเดียวกับผิวใบ

คัตเตอร์ (Cutter. 1972 : 177) ได้กล่าวถึงการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมของพืชป่าชายเลนไว้ว่า ใบส่วนมากจะหนาและเหมือนกับหนังสัตว์ (leathery) มี cutin ปกคลุมอยู่มาก mesophyll เจริญได้ดี ดังนั้น palisade parenchyma จึงมีมากกว่า 1 ชั้น ท่อน้ำ ท่ออาหารเจริญได้มาก และมีเซลล์ sclerenchyma ปะปนอยู่ด้วย พืชป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่ตามน้ำเค็ม (salt water) จะมีปัญหาเกี่ยวกับการนำเอาน้ำไปใช้มากกว่าพวกอื่น ๆ เนื่องจาก osmotic conditions ใบของพืชพวกนี้จึงอมน้ำ เพราะมีเนื้อเยื่อที่ใช้ในการเก็บน้ำอยู่มาก เซลล์มีขนาดใหญ่ ดังนั้นใบของพืชพวกนี้จึงหนา

ลักษณะสำคัญของพืชที่ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมจะเห็นได้ชัดที่ใบ ซึ่งลักษณะที่ปรากฏทั่วไปของ xeromorphic leaves ก็คือ อัตราส่วนระหว่างปริมาตรต่อพื้นที่ผิวมีค่าสูง ใบเล็กและหนา ลักษณะอันนี้สัมพันธ์กับโครงสร้างภายใน คือมี mesophyll หนา palisade tissue เจริญดีกว่า spongy tissue หรืออาจมีแต่ palisade tissue ปริมาตรของ intercellular space น้อย เส้นใบเรียงเป็นตาข่ายแน่น มีปากใบมาก การมีเส้นใบมากมักจะมี bundle sheath extension ด้วย (Esau.

1960 : 439-441) อวัยวะที่ลำเลียงน้ำไม่ใช่มีแต่เลนนินและ bundle sheath extension เท่านั้น mesophyll และเซลล์ที่ทำหน้าที่อื่นด้วย การแพร่ของน้ำจาก palisade tissue ไปยังเซลล์จะมีมากกว่า spongy tissue ดังไปยังเซลล์ (Fahn. 1974 : 243-247)

ในใบพืชพวก xerophyte บางชนิด เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ในการเก็บกักน้ำจะมีจำนวนมาก เนื้อเยื่อเหล่านี้ประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่ซึ่งเป็นเซลล์ parenchyma ที่มีชีวิต อยู่ภายในมี vacuole ขนาดใหญ่ซึ่งบรรจุสารละลายต่าง ๆ เอาไว้ในเซลล์เหล่านี้มีผนังบาง cytoplasm อยู่บริเวณใกล้กับผนังเซลล์ บางทีอาจจะมี chloroplasts อยู่ด้วย เซลล์ที่ทำหน้าที่เก็บน้ำจะมีลักษณะคล้ายเซลล์พวก tracheid แต่รูปร่างจะใหญ่และสั้นกว่า ซึ่งแทรกอยู่ระหว่าง palisade cell ในใบพืชป่าชายเลนจะมีเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ประมาณ 2 ชั้น ในใบที่แก่แล้วจะใช้เป็นที่พักของเสียต่าง ๆ แต่ในใบที่ยังอ่อนอยู่จะใช้เป็นที่เก็บน้ำ บางทีรากอาจจะดูดน้ำขึ้นไปไม่พอกับความต้องการของพืชก็จะมี การนำเอาน้ำจากเซลล์เหล่านี้มาใช้ (Fahn. 1974:243-247, Shields. 1950:399-435)

ชิลด์ (Shields. 1950 : 399-435) ยังได้กล่าวถึงโครงสร้างพิเศษของพืชชั้นในที่แห้งแล้ง และพืชชั้นนอกตามวัถุอื่น ๆ (epiphyte) คือ Absorbing hairs ซึ่งมีลักษณะเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างเป็นเส้นยาว (cellular filament) ผนังเซลล์จะเป็นสารพวกเซลลูโลส ตรงปลายสุดของเซลล์จะโป่งออก และบริเวณฐานผนังเซลล์จะเป็นรู ภายในเซลล์มีโปรโตพลาสซึมอยู่มาก และเซลล์ที่อยู่ติดกันมากเป็นเซลล์ที่เก็บน้ำเอาไว้ การดูดน้ำของเซลล์นี้จากรรยากาศจะขึ้นอยู่กับเซลล์อื่น ๆ ถ้าหากว่ารากดูดน้ำได้ไม่พอกับความต้องการของพืช เซลล์นี้ก็จะดูดน้ำจากรรยากาศได้

สาเหตุของใบที่อ้วนน้ำเนื่องมาจากคลอโรพลาสต์ละลายอยู่ในดินจะไปกระตุ้นขบวนการทางสรีรวิทยาของพืช (Daubenmire. 1970 : 54-58) คอนเนอร์ (Connor. 1969 : 36-40) ได้ทดลองปลูกต้นแสมทะเล (*Avicennia marina*) ลงไปในอาหารที่เตรียมไว้ (nutrient culture) ซึ่งอาหารแต่ละชนิดจะมีส่วนผสมของสารอาหารเหมือนกัน แต่จะมีความแตกต่างกันตรงที่ใส่โซเดียมคลอไรด์ โพแทสเซียมคลอไรด์ และแคลเซียมคลอไรด์ ลงไปเท่านั้น เมื่อปลูกต้นแสมทะเลลงไปแล้วทิ้งไว้สักกระยะหนึ่ง ต่อมา

การวัดการเจริญเติบโต พบว่าต้นที่ปลูกในอาหารที่เค็มโซเดียมคลอไรด์ลงไปนั้นจะเจริญโตที่สุด ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของต้นแสมทะเลประมาณ 1.5 M ซึ่งจะเท่ากับครึ่งหนึ่งของความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในน้ำทะเล

สินนอ (Sinnott. 1960:550) อ้างถึง Sodong ที่ได้ทดลองปลูกพืชลงไปในพื้นที่เค็มโซเดียมคลอไรด์ลงไปด้วย และเป็นบริเวณที่ได้รับแสงอย่างเต็มที่ ลักษณะของใบนั้นจะเป็นแบบ xeromorphy ซึ่งแผ่นใบมีขนาดเล็กลง แต่ความหนาของแผ่นใบมีมากขึ้น

อีซอ (Esau. 1965 : 429-431) กล่าวว่า พืชพวก Xerophyte ส่วนมากจะมีเซลล์พวก hypodermis เนื้อเยื่อเหล่านี้มี chloroplasts น้อย มี sclerenchyma เพื่อให้ความแข็งแรงแก่ใบ และป้องกันอันตรายจากการเหี่ยว นอกจากนี้ยังมีขน (trichomes) มาก การศึกษาความสัมพันธ์ของขนกับการสูญเสีย น้ำของพืชได้ผลออกมาต่าง ๆ กัน แต่ก็มีทางเป็นไปได้ว่าขนทำหน้าที่เป็นฉนวนป้องกันความร้อนให้กับ mesophyll

ลีวส์ และ นาลส์ (Lewis and Nalds. 1970 : 268-270) ได้ศึกษาอัตราการคายน้ำของต้นแสมทะเล (*Avicennia marina*) ซึ่งพืชพวกนี้จะมีขนปกคลุมผิวใบไว้มาก ตามที่ Watson ได้กล่าวไว้แล้ว พบว่าต้นแสมทะเลจะมีการคายน้ำมากในตอนเช้าและช่วงที่น้ำทะเลท่วมถึง อัตราการคายน้ำจะลดลงเมื่อความชื้นในบรรยากาศมีมาก

ชิลด์ (Shields. 1950 : 402-408) ได้กล่าวถึงสิ่งแวดล้อมที่มีผลทำให้เกิด xeromorphic leaf ขึ้นมา สิ่งแวดล้อมเหล่านั้นได้แก่

1. การขาดน้ำ (Water deficit) พืชที่ดูดน้ำมาใช้ได้ในปริมาณที่จำกัดหรือพืชที่มีอัตราการคายน้ำสูง จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช คือไปยับยั้งการเจริญเติบโตโดยที่จะทำให้ผนังเซลล์หนาขึ้น เส้นใยอยู่ใกล้กันมากในชั้นของ palisade mesophyll โดยจะไม่ขยายไปทางด้านผิวใบ และ spongy mesophyll ใบของพืชจะมีขนาดเล็กลง ทำให้มีจำนวนของปากใบต่อหน่วยพื้นที่มากขึ้น

2. ความเข้มของแสง (Light intensity) ความเข้มของแสงขอเหมาะ จะทำให้ความหนาของใบเพิ่มขึ้นได้มากกว่าที่จะขยายพื้นที่ผิวของใบ แต่หาความเข้มของแสง มาก ๆ จะทำให้ใบหนาและมีขนาดลดลง palisade tissue จะมีการเจริญได้ดี นอก จากนี้แสงยังช่วยในการปิดเปิดปากใบอีกด้วย โดยที่ปากใบจะเปิดในขณะที่มีแสงและปิดใน ช่วงที่ไม่มีแสง แสงช่วยในการคายน้ำของพืชอีกด้วย โดยที่พืชจะคายน้ำในตอนกลางวัน และหยุดในตอนกลางคืน แต่หาเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่แห้งแล้งใบพืชจะคายน้ำมากใน ช่วงระยะเวลาที่ระอาติคัยจะขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปากใบจะปิดในขณะที่มีแสงมาก

อย่างไรก็ตาม เฮสลอป-ฮาร์ริสัน (Heslop-Harrison. 1964 . 248 - 255) ได้กล่าวว่า ลักษณะโครงสร้างของใบผันแปรไปตามอิทธิพลของพันธุกรรมและสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องเกี่ยวกับความเข้มของแสง ถึงแม้ว่าพืชจะมีองค์ ประกอบของยีนส์ (genotype) เหมือนกัน แต่เมื่อได้รับแสงที่มีความเข้มต่างกัน ลักษณะ ทางโครงสร้างของใบก็แตกต่างกันได้ อันเป็นผลจากการปรับตัวของพืชที่จะใบแสงได้อย่าง มีประสิทธิภาพมากที่สุด สงา สรรพศรี (สงา สรรพศรี 2509 : 152-157) ได้รายงาน ไว้ว่า ใบพืชชนิดเดียวกัน โครงสร้างของใบก็อาจจะแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมที่พืชเจริญเติบโตอยู่และปริมาณของแสงที่ได้รับ

3. การขาดไนโตรเจน (Nitrogen deficiency) ถ้าบริเวณใดพืชไม่โตรเจน น้อย พืชจะมีลักษณะเป็น xeromorphic มากขึ้น และถ้าบริเวณใดมีเกลืออยู่ในดินมาก และมีไนโตรเจนอยู่น้อย ใบของพืชจะมีลักษณะอวบน้ำขึ้น

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

อุปกรณ์

1. ใบของพืชป่าชายเลน
2. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่าง ได้แก่ ใบมีดโกน กรรไกร ถุงพลาสติก น้ำ
3. น้ำยาที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างพืช (killing and fixing solution)
โดยใช้น้ำยา F.A.A. (formalin-acetic acid-alcohol)
4. เครื่องมือและสารเคมีในการทำสไลด์จาวางทางไมโครเทคนิคของพืช ตาม
วิธีการของ โจแฮนสัน (Johansen. 1940 : 126-154)
5. กล้องจุลทรรศน์ พร้อมทั้งอุปกรณ์ในการฉายภาพ

วิธีการ

1. การเลือกพืชที่จะศึกษา พืชป่าชายเลนที่จะใช้ในการศึกษานั้นต้องเป็นพืชที่
ขึ้นอยู่ตามแนวต่าง ๆ อย่างหนาแน่น เป็นพืชยืนต้นและเป็นพืชใบเลี้ยงคู่ ชนิดของพืช
ใช้ในการศึกษามีดังต่อไปนี้

- แนวที่ 1 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ได้แก่

โกงกางใบเล็ก Rhizophora apiculata Bl.

โกงกางใบใหญ่ Rhizophora mucronata Poir.

- แนวที่ 2 ซึ่งเป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Verbenaceae และ

Rhizophoraceae

วงศ์ Rhizophoraceae ได้แก่

พังกาหัวสุม Brugulera gymnorhiza (Linn) Poir.

ประสัก Brugulera sexangula (Lour) Poir.

อีวัว Brugulera parviflora (Romb) W. & A.

วงศ์ Verbenaceae ไคแก

แสมดำ Avicennia officinalis Linn.

แสมขาว Avicennia alba Bl.

- - แนวที่ 3 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Meliaceae และ Euphorbiaceae
- วงศ์ Meliaceae ไคแก

ตะบูนดำ Xylocarpus moluccensis (Lark).

ตะบูนขาว Xylocarpus granatum Koenig.

วงศ์ Euphorbiaceae ไคแก

คากม Excoecaria agallocha Linn.

- - แนวที่ 4 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ไคแก

โปรงแดง Cerlops tagal (Perr.) C.B. Rob.

- - แนวที่ 5 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Combretaceae และ

Sonneratiaceae

วงศ์ Combretaceae ไคแก

ผากแดง Lumnitzera racemosa. Willd.

ผากขาว Lumnitzera littorea. (Jack) Voigt.

วงศ์ Sonneratiaceae ไคแก

ลำแพน Sonneratia alba. J. Smith

ลาพู Sonneratia caseolaris (Linn). Eng.

- - แนวที่ 6 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Myrtaceae ไคแก

เสม็ด Melaleuca leucadendron. Linn.

2. การเก็บตัวอย่างพืช เลือกเก็บเอาใบพืชป่าชายเลนที่เลื้อยไถ่แล้วในข้อ 1 โดยเลือกเก็บเอาใบที่เจริญเต็มที่แล้วและเป็นใบที่สมบูรณ์ โดยสุ่มตัวอย่างจากต้นพืชแต่ละชนิด ชนิดละ 10 ต้น ต้นละ 10 ใบ แล้วนำมาสุ่มเลือกตัวอย่าง 10 ใบ ต่อพืช 1 ชนิด จากนั้นนำมาตัดด้วยใบมีดโกน โดยตัดให้ตรงฉากกับบริเวณเส้นกลางใบและเส้นใบย่อย

ชิ้นส่วนที่ตัดออกมามีขนาดไม่เกิน 0.5×1.0 เซนติเมตร นำไปแช่น้ำยาเก็บตัวอย่างพืช คือน้ำยา F.A.A. เพื่อหยุดการทำงานของเซลล์ และรักษาโครงสร้างของเซลล์พืชในทันที

3. การศึกษาในห้องปฏิบัติการ ดำเนินการตามวิธีการทำสไลด์ถาวรทางไมโครเทคนิคพืช แบบ paraffin embedding method (Johansen. 1940 : 126-154) สไลด์ถาวรที่ได้เมื่อศึกษาลักษณะโครงสร้างของใบแล้วนำไปถ่ายภาพไว้เป็นหลักฐาน

ผลการทดลอง

กึ่งนี้
ผลจากการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนบางชนิด ปรากฏ

แผนที่ 1 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ขึ้นอยู่ ใกล้เคียง

1. โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata* Bl.)

กึ่งนี้
ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกงกางใบเล็กประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ

1.1 epidermis เป็นแบบ multiple epidermis (ภาพที่ 1,3)
epidermal cells ชั้นนอกสุดมีสาร cutin มาสะสมอยู่มาก ส่วน subepi-
dermal layer นั้น ประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง (ภาพที่ 3,4)
epidermal cells ชั้นล่างสุดติดกับชั้น mesophyll บางเซลล์มีรูปร่างยาวกว่า
เซลล์อื่น ๆ มีบางส่วนของเซลล์แทรกเข้าไปในชั้น mesophyll ด้วย ภายในของเซลล์
เหล่านี้มีน้ำเมือกอยู่เต็ม (ภาพที่ 3)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma
และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นี้อยู่ถัดจาก
epidermal cells ลงมาและมีเฉพาะด้าน upper epidermis เท่านั้น โดย
ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น ภายในมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่โดยทั่วไป
(ภาพที่ 4) ถัดลงไปเป็นเนื้อเยื่อ spongy parenchyma ที่มีการจัดเรียงตัวของเซลล์
อย่างหลวม ๆ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากและในเนื้อเยื่อนี้ก็มีเซลล์
sclereid ที่รูปร่างเป็นแฉก ๆ แทรกอยู่ด้วย (ภาพที่ 4)

1.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบประกอบ
ไปด้วยกลุ่มของเนื้อเยื่อที่ลำเลียงน้ำและอาหารเป็นจำนวนมาก กลุ่มของเนื้อเยื่อเหล่านี้
มีการจัดเรียงตัวแบบ collateral ซึ่งเป็นการจัดเรียงตัวแบบที่มีกลุ่มของท่อน้ำท่ออาหาร
มาจัดเรียงตัวกันเป็นวงกลม โดยมีบางกลุ่มจัดเรียงแทรกอยู่ข้างในด้วย (ภาพที่ 1,2)

2. โกงกางใบใหญ่ (*Rhizophora mucronata*. Poir)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกงกางใบใหญ่ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่างๆ ดังนี้

2.1 epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ซึ่ง epidermal cells ที่อยู่ด้านนอกสุดมีสาร cutin มาสะสม (ภาพที่ 7) ส่วน subepidermal layer นั้นประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ เหนียงเซลล์บาง (ภาพที่ 7) รูปร่างของ epidermal cells ชั้นในสุดที่อยู่ติดกับชั้นของ mesophyll จะเปลี่ยนไปโดยที่เซลล์มีลักษณะยาวขึ้นและแทรกเข้าไปในชั้น palisade parenchyma ภายในเซลล์ชั้นนี้จะมีน้ำเมือกอยู่เต็มไปหมด (ภาพที่ 7,8)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma ที่มีเฉพาะด้าน upper epidermis เท่านั้น ซึ่ง palisade parenchyma นี้ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น โดยที่ภายในมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 7,8) ถัดจากเนื้อเยื่อนี้ลงไปอีกเป็นเนื้อเยื่อ spongy parenchyma ซึ่งมีการจัดเรียงตัวของเซลล์ไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก นอกจากนี้เนื้อเยื่อนี้ยังมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ด้วย แต่รูปร่างแตกต่างไปจากเซลล์ sclereid ที่แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma (ภาพที่ 8)

2.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีอยู่ 2 กลุ่ม ซึ่งแต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 5,6)

แนวที่ 2 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Verbenaceae และวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งพืชในแต่ละวงศ์จะมีการปรับตัวในด้านโครงสร้างภายในดังต่อไปนี้

วงศ์ Rhizophoraceae ไคแก่

1. พังกาหัวสุม (*Bruguiera gymnorhiza* (Linn) Poir)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพังกาหัวสุมนั้น ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.1 epidermis มีอยู่ 2 ชั้น เซลล์ชั้นนอกสุดมีขนาดเล็ก และมีสาร cutin มาสะสมอยู่ทางด้านนอก ส่วนเซลล์ในชั้น subepidermal layer นั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 11)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma ซึ่งมีเฉพาะด้าน upper epidermis เท่านั้น เนื้อเยื่อชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวกัน 3 ชั้น ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นนี้ลงมาคือ spongy parenchyma ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 11)

1.3 vascular bundle ท่อนำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 9,10)

2. ประดัก (Bruguiera sexangula (Lour) Pior)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบประดักนั้น ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 epidermis มีอยู่ 2 ชั้น เซลล์ชั้นนอกสุดมีขนาดเล็ก และมีสาร cutin มาสะสมอยู่มาก ส่วน subepidermal layer ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ชั้นแรก (ภาพที่ 13,14)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีเฉพาะทางด้าน upper epidermis และประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวกัน 3 ชั้น เนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ซึ่งอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma ลงมา ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 14)

2.3 vascular bundle ท่อนำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 13,14)

3. ถั่วขาว (Bruguiera parviflora (Romb) W & A)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบถั่วขาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

3.1 epidermis มีอยู่ 2 ชั้น ซึ่งเซลล์ชั้นนอกสุดมีขนาดเล็ก และมีสาร cutin มาสะสมด้วย ส่วน subepidermal layer ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่า (ภาพที่ 15,17)

3.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ palisade parenchyma และ spongy parenchyma ซึ่งเนื้อเยื่อ palisade parenchyma มีอยู่เฉพาะด้าน upper epidermis เท่านั้น โดยที่ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3-4 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อ spongy parenchyma ที่อยู่ถัดจากเนื้อเยื่อ palisade parenchyma ลงมา ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 17)

3.3 vascular bundle ท่อนำอาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 15, 16, 17)

วงศ์ Verbenaceae ไคแก

1. แสมคำ (*Avicennia officinalis* Linn.)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมคำประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้

1.1 epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ซึ่งมีความหนาเกือบเท่าชั้น mesophyll เซลล์ชั้นนอกสุดมีสาร cutin มาสะสม (ภาพที่ 20) sub-epidermal layer ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง (ภาพที่ 20) ส่วน epidermal cells ทางด้าน lower epidermis บางเซลล์มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นขน (hairs) ซึ่งมีก้านชูสั้น ๆ และเซลล์ขนมีลักษณะคล้ายกระดูก (bone-shape) ขนเหล่านี้มีลักษณะเป็น multicellular uniseriate hairs นอกจากนี้แล้ว ทางด้าน lower epidermis ยังมีต่อม (multicellular glands) อีกด้วย (ภาพที่ 20)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อ palisade parenchyma มีเฉพาะทางด้าน upper epidermis และประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อ spongy parenchyma ที่อยู่ถัดจากเนื้อเยื่อ palisade parenchyma ลงมาประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์น้อย (ภาพที่ 20)

1.3 vascular bundle ประกอบด้วยท่อน้ำท่ออาหารที่มีอยู่หลายกลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral และกลุ่มของท่อน้ำท่ออาหารนี้ ยังมีการจัดเรียงตัวกันเป็นวงกลม โดยมี ground tissue แทรกอยู่ตรงกลาง นอกจากนั้นที่รอบ ๆ นอกของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารยังมีกลุ่มของ fiber เกิดขึ้นอย่างหนาแน่นอีกด้วย (ภาพที่ 19)

2. แสมขาว (*Avicennia alba* Bl.)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมขาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ที่มีความหนาเกือบเท่าชั้น mesophyll เซลล์ชั้นนอกสุดของชั้น epidermis นั้นมีสาร cutin มาสะสมอยู่ ส่วน subepidermal layer ประกอบด้วยเซลล์ขนาดใหญ่ บางเซลล์บาง (ภาพที่ 21, 22, 23) epidermal cells ที่อยู่ทางด้าน lower epidermis นี้มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นขน ซึ่งขนเหล่านี้มีก้านชูสั้น ๆ และเซลล์ที่อยู่ด้านบนมีรูปร่างคล้ายกระดูก ขนเหล่านี้มีลักษณะเป็น multicellular uniseriate hairs (ภาพที่ 23)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีเฉพาะทางด้าน upper epidermis และประกอบด้วยเซลล์ที่จัดเรียงตัวกัน 3 ชั้น ถัดจากเนื้อเยื่อชั้นนี้ลงไปเป็น spongy parenchyma ซึ่งเนื้อเยื่อชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้ช่องว่างระหว่างเซลล์น้อย (ภาพที่ 23)

2.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีอยู่ 2 กลุ่ม แต่ละกลุ่มมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral และท่อน้ำท่ออาหารทั้ง 2 กลุ่มนี้โค้งเกือบจะติดกันเป็นวงกลม โดยมี ground tissue คั่นเอาไว้ นอกจากนั้นพบบริเวณรอบ ๆ ท่อน้ำท่ออาหารยังมี fiber เกิดขึ้นอยู่ทั่วไปด้วย (ภาพที่ 22)

แนวที่ 3 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Meliaceae และวงศ์ Euphorbiaceae ดังนี้

วงศ์ Euphorbiaceae ไคแก

1. ตาตุ่ม (Excoecaria agallocha. Linn)

ลักษณะภายในของใบตาตุ่มประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 epidermis มี 1-2 ชั้น epidermis ที่อยู่ใกล้กับเส้นกลางใบมีความหนา 2 ชั้น แต่ epidermis ที่อยู่บริเวณตัวใบมีเพียง 1 ชั้น (ภาพที่ 24, 26)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นั้นมีเฉพาะด้าน upper epidermis และมีความหนามากกว่าเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ซึ่งหนาประมาณ $\frac{2}{3}$ เท่าของความหนาของแผ่นใบ โดยประกอบด้วยเซลล์เรียงติดกัน 2 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma เซลล์มีการจัดเรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 26)

1.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 25)

วงศ์ Meliaceae ไม้แก

1. ตะบูนดำ (Xylocarpus moluccensis Lank)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนดำประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 epidermis มีอยู่ 2 ชั้น เซลล์ชั้นนอกมีขนาดเล็ก ส่วนเซลล์ในชั้น subepidermal นั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีผนังเซลล์บางกว่า (ภาพที่ 27, 29)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นั้นมีเฉพาะด้าน upper epidermis เนื้อเยื่อชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma นั้นเซลล์มีการจัดเรียงตัวที่ไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 29)

1.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral โดยที่กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารอยู่ 2 กลุ่ม กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่อยู่ทางด้านบนมีขนาดใหญ่และโค้งขึ้นไปด้านบน ระหว่างกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร 2 กลุ่มมี ground tissue แทรกอยู่ (ภาพที่ 27, 28)

2. ตะบูนขาว (*Xylocarpus granatum* Koenig)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนขาวประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 epidermis เป็นแบบ multiple epidermis เซลล์ชั้นนอกสุดมีขนาดเล็ก ส่วนเซลล์ในชั้น subepidermal นั้นมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีผนังเซลล์บาง (ภาพที่ 31,32)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีเฉพาะด้าน upper epidermis โดยประกอบด้วยเซลล์ที่จัดเรียงตัวกัน 3 ชั้น สำหรับเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก (ภาพที่ 32)

2.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral กลุ่มของท่อน้ำท่ออาหารโค้งเข้าหากันจนเกือบจะเป็นวงกลมโดยที่ตรงกลางมี ground tissue คั่นอยู่ (ภาพที่ 31)

แนวที่ 4 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งพืชที่น่าสนใจนี้มีเพียงชนิดเดียวคือ

โปรงแดง (*Cerlops tagal* (Perr) C.B.Rob)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโปรงแดงประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1. epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ซึ่งเซลล์ชั้นนอกสุดมีสาร cutin มาสะสมอยู่มาก ส่วนเซลล์ในชั้น subepidermal นั้น มีขนาดใหญ่ขึ้น (ภาพที่ 33,35)

2. mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma ซึ่งเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นั้นมีเฉพาะทางด้าน upper epidermis เนื้อเยื่อชั้นนี้ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่มีการจัดเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากและในเนื้อเยื่อชั้นนี้มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ด้วย (ภาพที่ 33,35)

3. vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 34,35)

แนวที่ 5 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Combretaceae และวงศ์ Sonneratiaceae

วงศ์ Combretaceae ได้แก่

1. ฝักแดง (*Lumnitzera racemosa*. Willd)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝักแดงประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดียว และทางคานนอกมีสาร cutin สะสมอยู่ (ภาพที่ 37,38)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีอยู่ทั้งด้านบน upper epidermis และ lower epidermis แต่ละด้านประกอบด้วยเซลล์เรียงกัน 2 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ผนังเซลล์บางเรียงติดต่อกันจนแทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ภายในเซลล์ของเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma มีผลึกรูปดาว (druse) แทรกอยู่ (ภาพที่ 37,38)

1.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ collateral (ภาพที่ 37)

2. ฝักขาว (*Lumnitzera littorea* (Jack) Voigt)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝักขาวประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดียวและทางคานนอกมีสาร cutin มาสะสมอยู่ (ภาพที่ 39,41)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นั้นมีอยู่ทั้งด้านบน upper epidermis และ lower epidermis โดยที่แต่ละด้านประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ผนังเซลล์บางและแทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ภายในเนื้อเยื่อทั้งสองชั้นมีผลึกรูปดาวแทรกอยู่ (ภาพที่ 40,41)

2.3 vascular bundle ท่อนำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ colla-
teral (ภาพที่ 39, 40)

วงศ์ Sonneratiaceae ไคเก

1. ลำต้น (*Sonneratia alba*. J. Smith)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1.1 epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดี่ยวและทาง
ด้านนอกมีสาร cutin หนาแน่น (ภาพที่ 43, 44)

1.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma
spongy parenchyma และเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นี้จะอยู่ทางด้าน upper
epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 3 ชั้น ชั้นที่อยู่ติดจาก epidermis ลงมา
บางและรูปร่างเปลี่ยนไปและมีขนาดใหญ่ขึ้น ภายในมีน้ำเมือกบรรจุอยู่เต็ม (ภาพที่ 43)
ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma นี้มีความหนา $\frac{2}{3}$ เท่าของความหนาของชั้นใบ
เซลล์มีการจัดเรียงตัวอย่างมีระเบียบและแทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ภายในเนื้อเยื่อ
ชั้นนี้มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ (ภาพที่ 44)

1.3 vascular bundle ท่อนำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ bicolla-
teral โดยมีท่ออาหารวางเรียงกันนอกและด้านใน ส่วนท่อน้ำอยู่ตรงกลาง (ภาพที่ 43)

2. ลำต้น (*Sonneratia caseolaris* (Linn). Egg)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำต้นประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

2.1 epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดี่ยว (ภาพที่ 46,
47)

2.2 mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma
และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma นี้จะอยู่ทั้งทางด้าน
upper epidermis และ lower epidermis แต่ละด้านประกอบด้วยเซลล์เรียงตัว
กัน 3 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่
ผนังเซลล์บาง การจัดเรียงตัวของเซลล์แทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ภายในเนื้อเยื่อ
ชั้นนี้มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ (ภาพที่ 47)

2.3 vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ bicollateral (ภาพที่ 45,46)

แนวที่ 6 เป็นบริเวณที่มีพืชในวงศ์ Myrtaceae ซึ่งมีพืชที่ใช้ศึกษาเพียงชนิดเดียวคือ

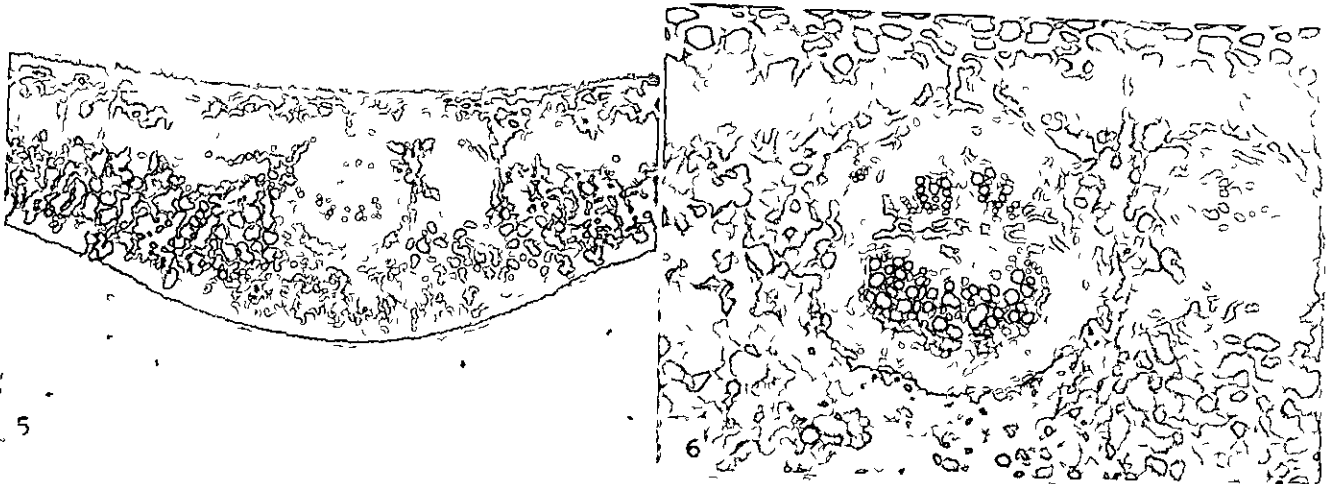
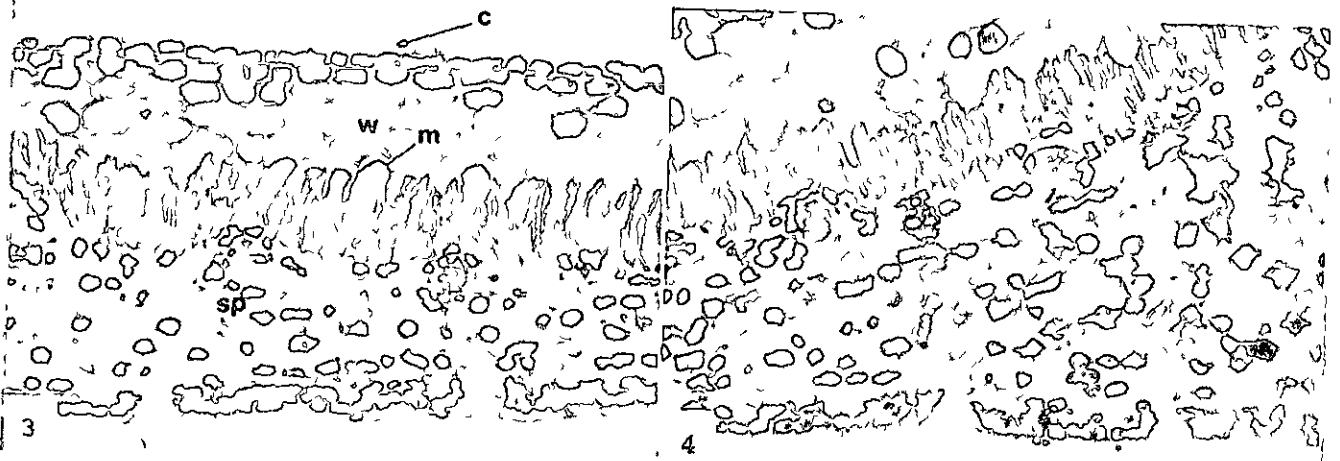
เสม็ด (Melaleuca leucadendron. Linn)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบเสม็ดประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

1. epidermis ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันเป็นแถวเดียวและทางด้านบนนอกมีสาร cutin มาสะสมอยู่ นอกจากนี้บนชั้นยังมีต่อม-multicellular gland) อยู่ด้วย (ภาพที่ 50)

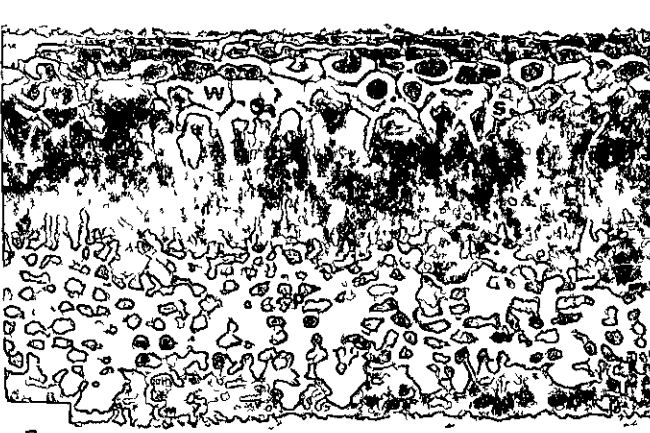
2. mesophyll ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีอยู่ทั้งทางด้าน upper epidermis และ lower epidermis ซึ่งแต่ละด้านประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 2 ชั้น ส่วนเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma นั้นประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ผนังเซลล์บาง การจัดเรียงตัวของเซลล์แทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ นอกจากนี้ภายในเนื้อเยื่อทั้ง 2 ชั้น ยังมี lysigenous gland แทรกอยู่ทั่วไป (ภาพที่ 49,50)

3. vascular bundle ท่อน้ำท่ออาหารมีการจัดเรียงตัวแบบ bicollateral (ภาพที่ 48)



- ภาพที่ 1 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกงกางใบเล็ก
ตัดตามขวาง (20 X)
- ภาพที่ 2 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโกงกางใบเล็ก
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 3 ลักษณะโครงสร้างภายในของทิวใบโกงกางใบเล็ก
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 4 ลักษณะโครงสร้างภายในของทิวใบโกงกางใบเล็ก
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 5 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกงกางใบใหญ่
ตัดตามขวาง (20 X)
- ภาพที่ 6 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโกงกางใบใหญ่
ตัดตามขวาง (50 X)

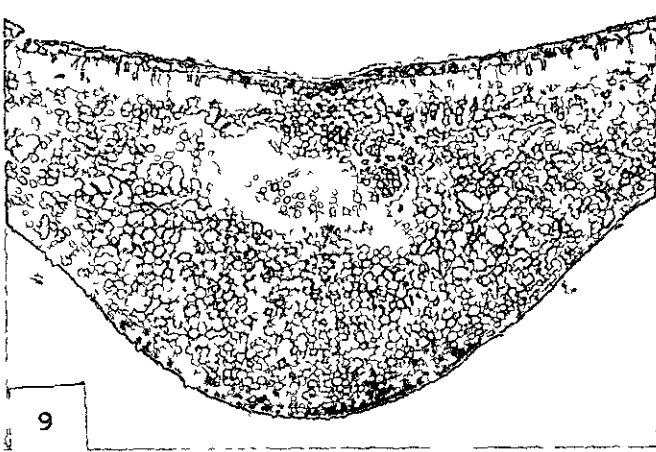
คำอธิบายภาพ c = cuticle, m = mucilage cell, pr = phloem
pp = palisade parenchyma, s = sclereid
w = เนื้อเยื่อที่สะสมน้ำ



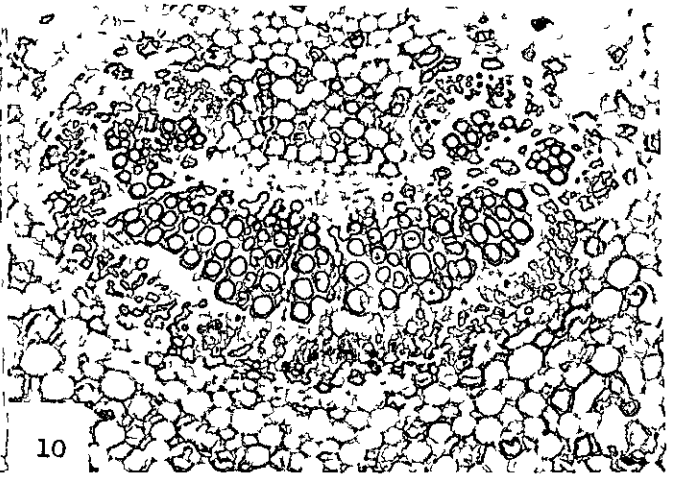
7



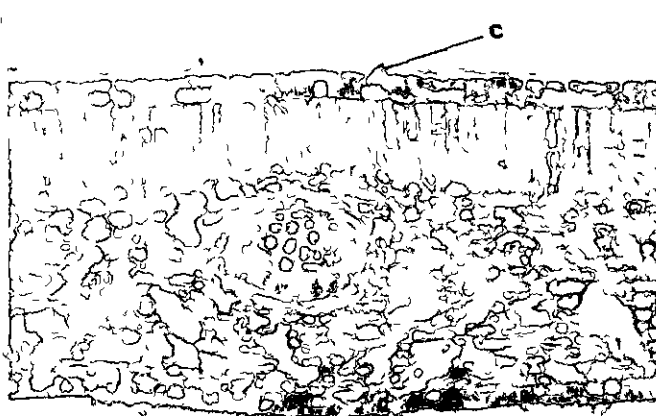
8



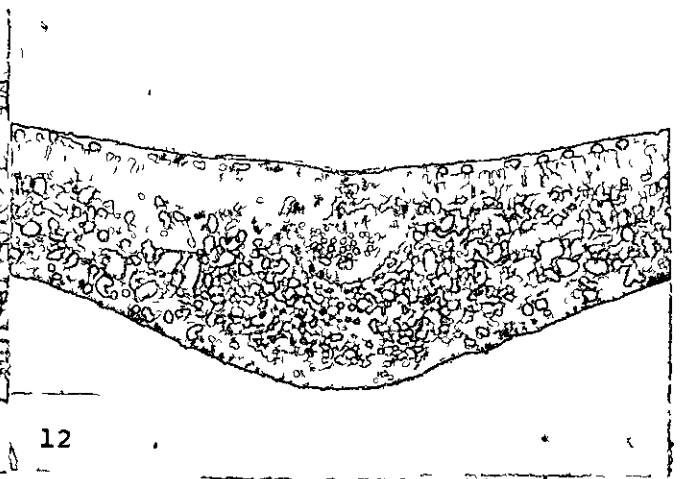
9



10



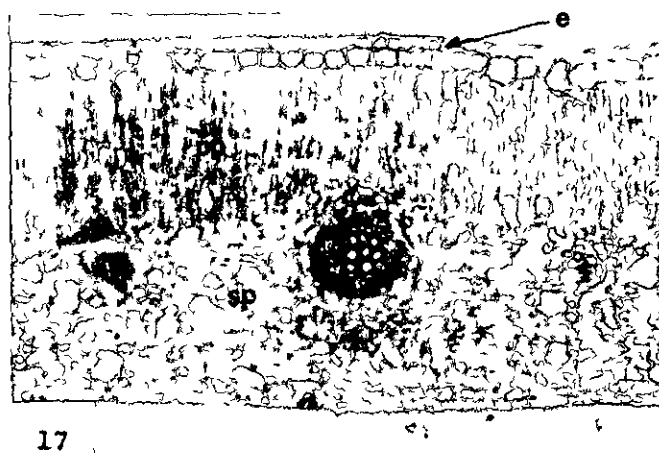
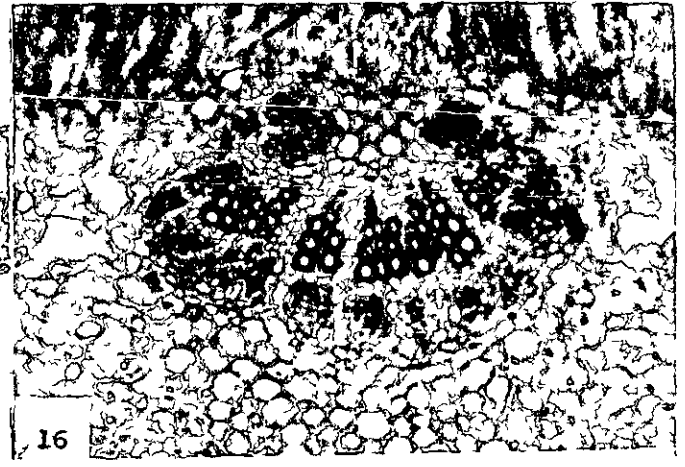
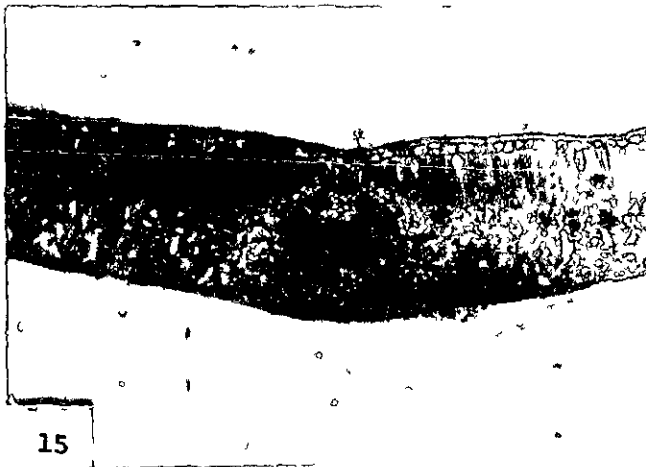
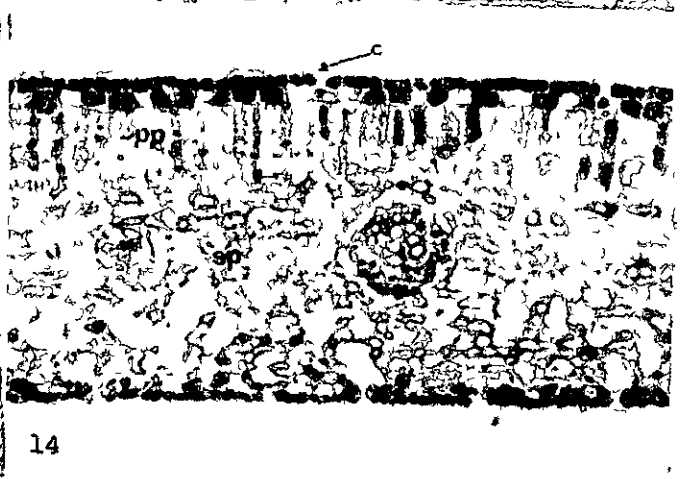
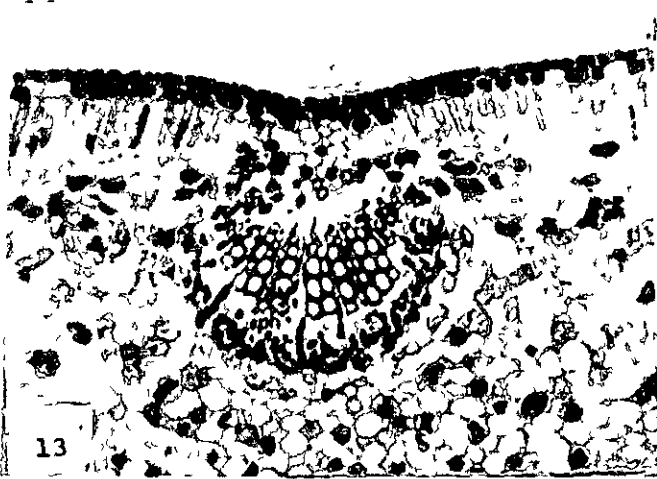
11



12

- ภาพที่ 7 ลักษณะโครงสร้างภายในทวใบของโกกทางใบใหญ่
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 8 ลักษณะโครงสร้างภายในทวใบของโกกทางใบใหญ่
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 9 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบมังคุดหัวส้ม
ตัดตามขวาง (20 X)
- ภาพที่ 10 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของพังกาหัวส้ม
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 11 ลักษณะโครงสร้างภายในของทวใบพังกาหัวส้ม
ตัดตามขวาง (50 X)
- ภาพที่ 12 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบประดู่
ตัดตามขวาง (20 X)

คำอธิบายภาพ c = cuticle, m = mucilage cell,
ph = phloem, pp = palisade parenchyma,
s = sclereid, sp = spongy parenchyma,
w = เนื้อเยื่อเสริม น้ำ xy = xylem



ภาพที่ 13 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของประสัก
ตัดตามขวาง (50 x)

ภาพที่ 14 ลักษณะโครงสร้างภายในทิวใบของประสัก
ตัดตามขวาง (50 x)

ภาพที่ 15 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบถั่วขาว
ตัดตามขวาง (26.8 x)

ภาพที่ 16 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของถั่วขาว
ตัดตามขวาง (67 x)

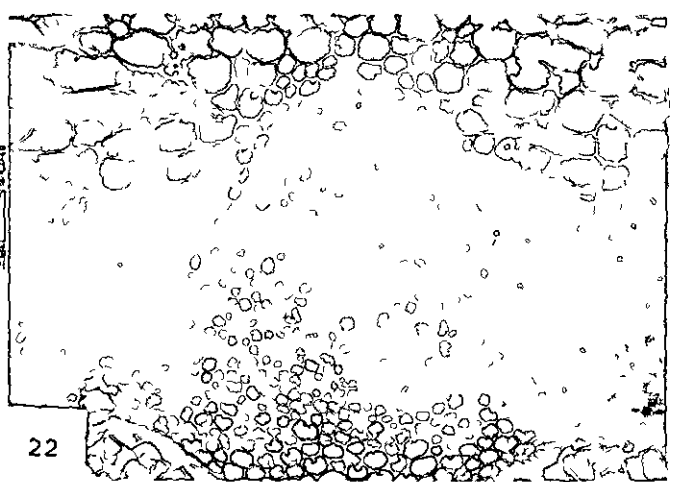
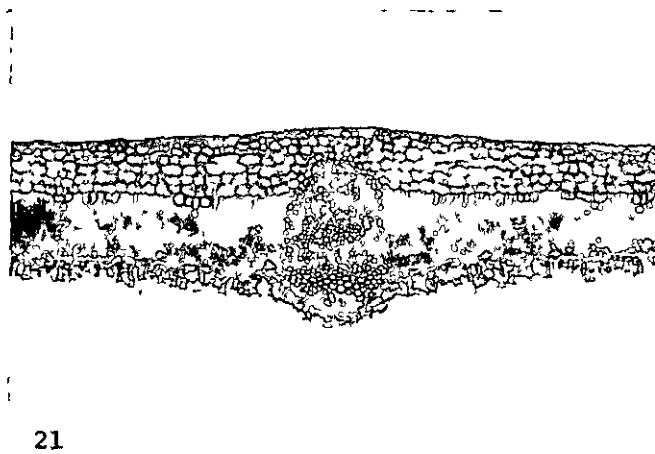
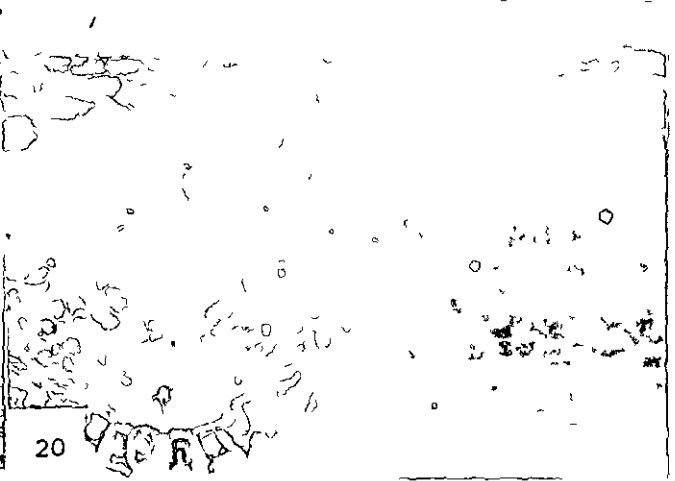
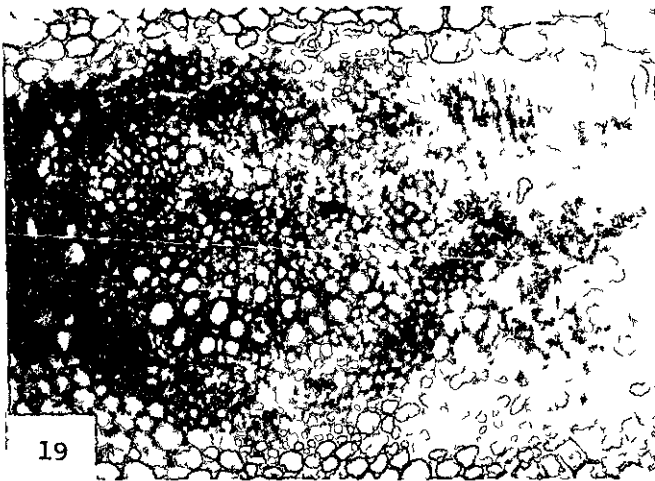
ภาพที่ 17 ลักษณะโครงสร้างภายในของทิวใบถั่วขาว
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 18 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมคำ
ตัดตามขวาง (26.8 x)

คำอธิบายภาพ c = cuticle, ph = phloem,

pp = palisade parenchyma,

sp = spongy parenchyma, xy = xylem



ภาพที่ 19 ^{น้ำ} ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของแสมคำ
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 20 ลักษณะโครงสร้างภายในท่อน้ำของแสมคำ
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 21 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบแสมขาว
ตัดตามขวาง (26.8 X)

ภาพที่ 22 ^{น้ำ} ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของแสมขาว
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 23 ลักษณะโครงสร้างภายในของท่อน้ำใบแสมขาว
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 24 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตาล
ตัดตามขวาง (26.8 X)

คำอธิบายภาพ g = multicellular gland,

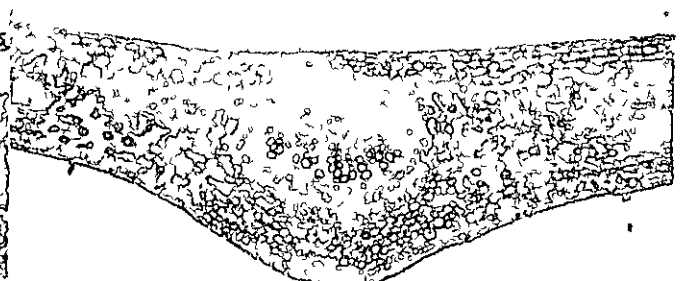
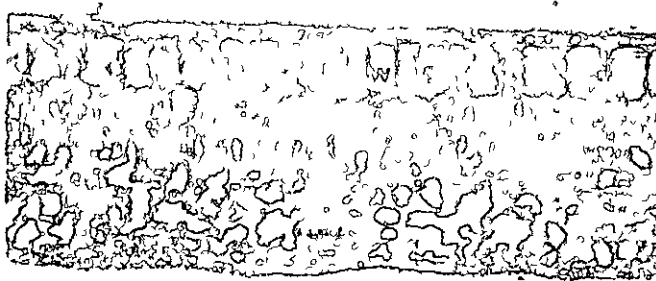
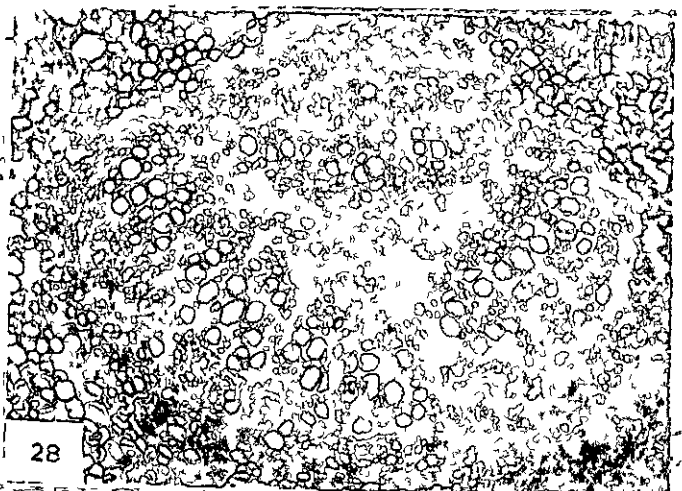
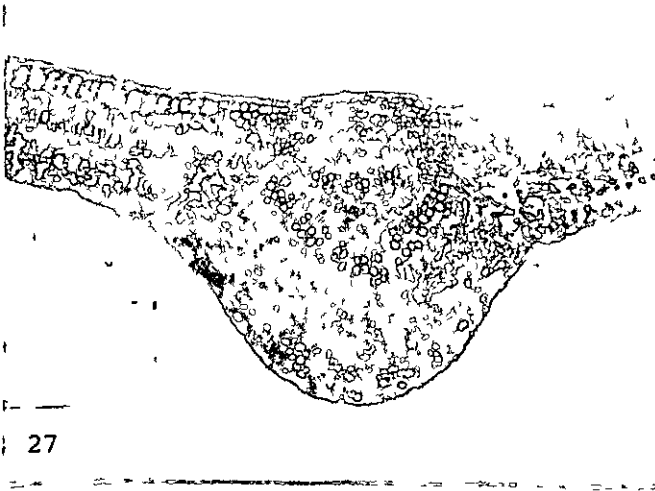
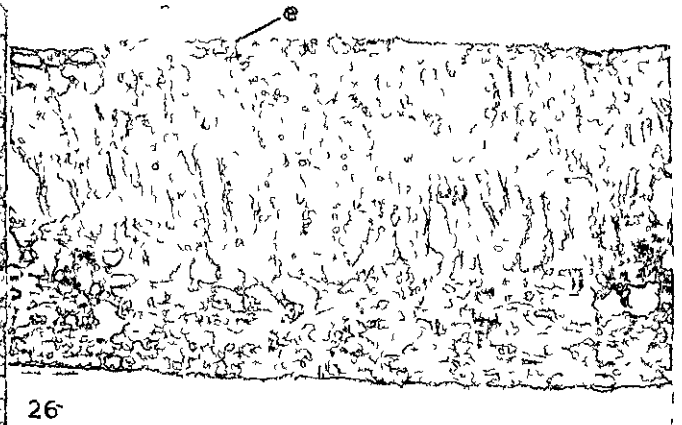
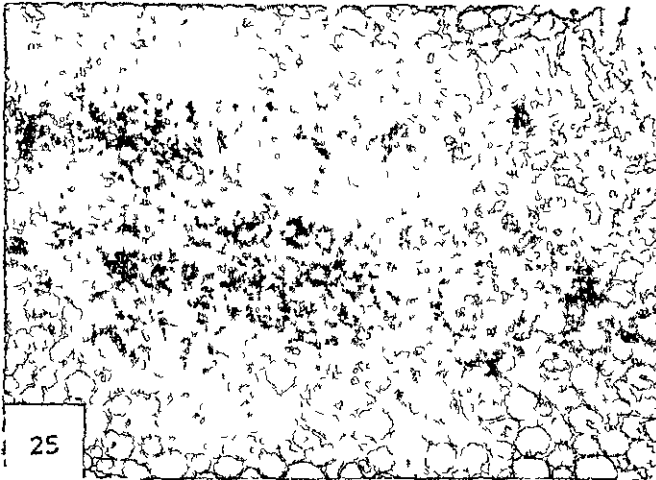
h = multicellular uniseriate hair,

pf = perivascular fiber,

ph = phloem, pp = palisade parenchyma,

sp = spongy parenchyma,

w = ^{น้ำ} เนื้อเยื่อสะสมน้ำ, xy = xylem



ภาพที่ 25 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตาคุ่ม
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 26 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของตาคุ่ม
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 27 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนคำ
ตัดตามขวาง (26.8 x)

ภาพที่ 28 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตะบูนคำ
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 29 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของตะบูนคำ
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 30 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบตะบูนขาว
ตัดตามขวาง (26.8 x)

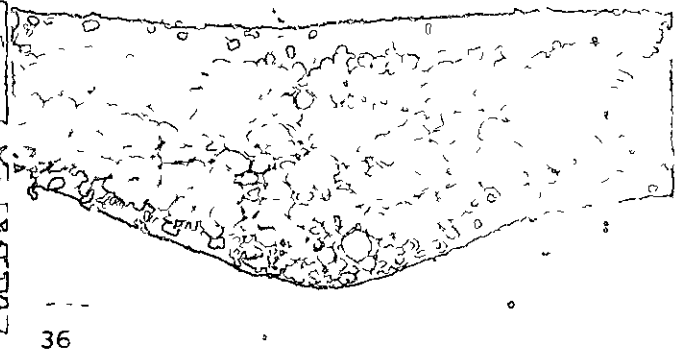
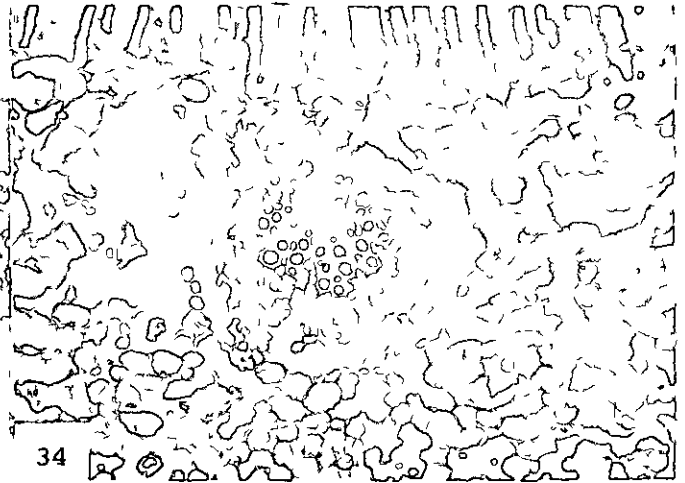
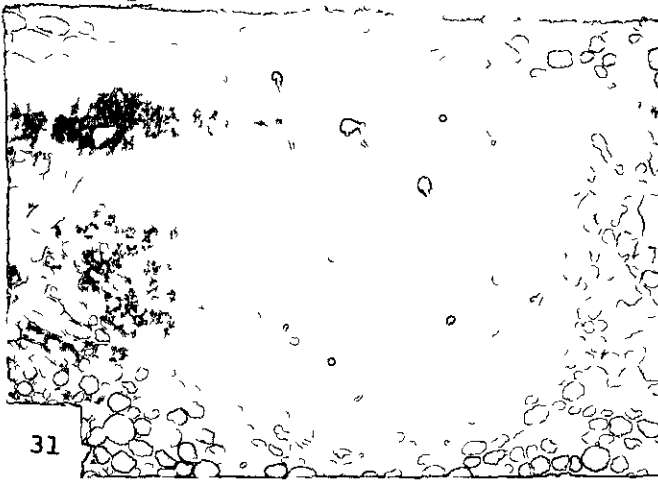
คำอธิบายภาพ e = epidermis, ph = phloem,

pp = palisade parenchyma, --

sp = spongy parenchyma,

w = เนื้อเยื่อสะสมน้ำ,

xy = xylem



ภาพที่ 31 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของตะบูนขาว
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 32 ลักษณะโครงสร้างภายในท่อน้ำของตะบูนขาว
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 33 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโปรงแดง
ตัดตามขวาง (26.8 X)

ภาพที่ 34 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของโปรงแดง
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 35 ลักษณะโครงสร้างภายในท่อน้ำของโปรงแดง
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 36 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝาดแดง
ตัดตามขวาง (26.8 X)

คำอธิบายภาพ c = cuticle,

ph = pholem,

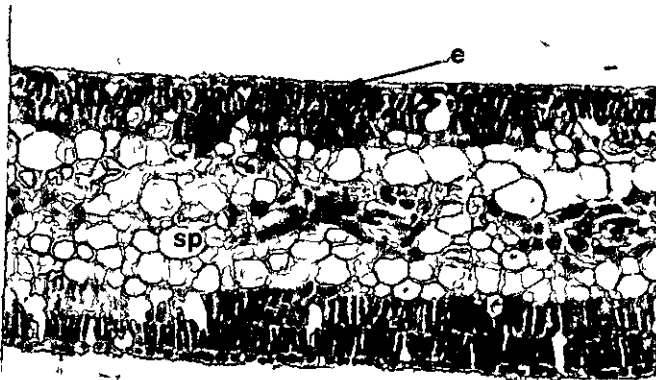
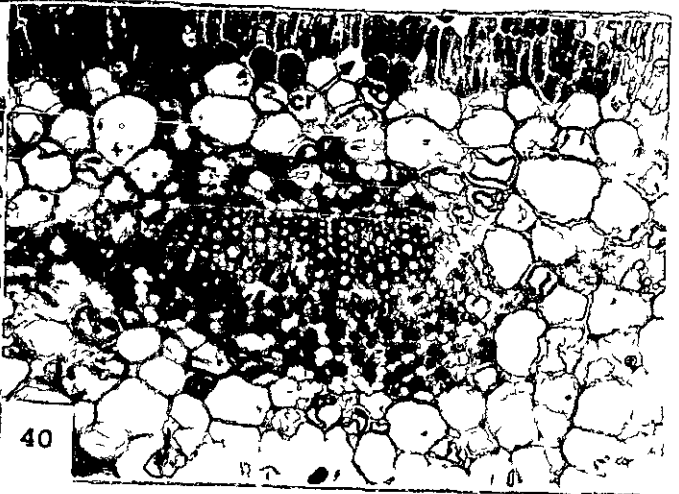
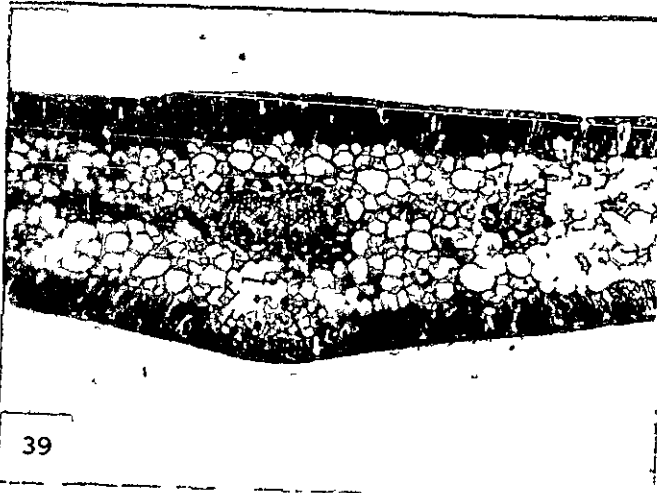
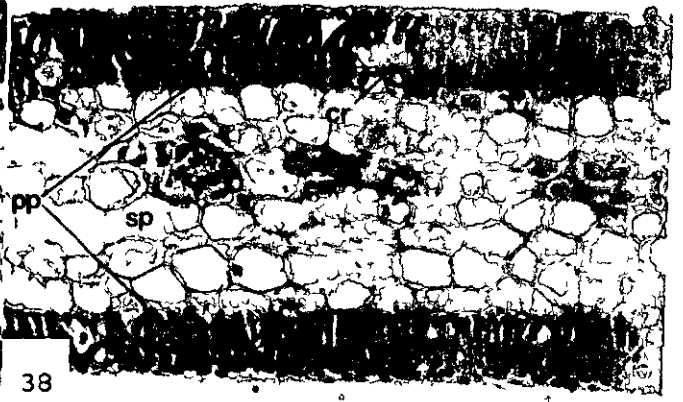
pp = palisade parenchyma,

s = sclereid,

sp = spongy parenchyma,

w = เนื้อเยื่อสะสมน้ำ

xy = xylem



ภาพที่ 37 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของฝาคแดง
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 38 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวของฝาคแดง
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 39 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบฝาคขาว
ตัดตามขวาง (26.8 x)

ภาพที่ 40 ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของฝาคขาว
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 41 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวของฝาคขาว
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 42 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำแพน
ตัดตามขวาง (26.8 x)

คำอธิบายภาพ cr = crystal,

e = epidermis

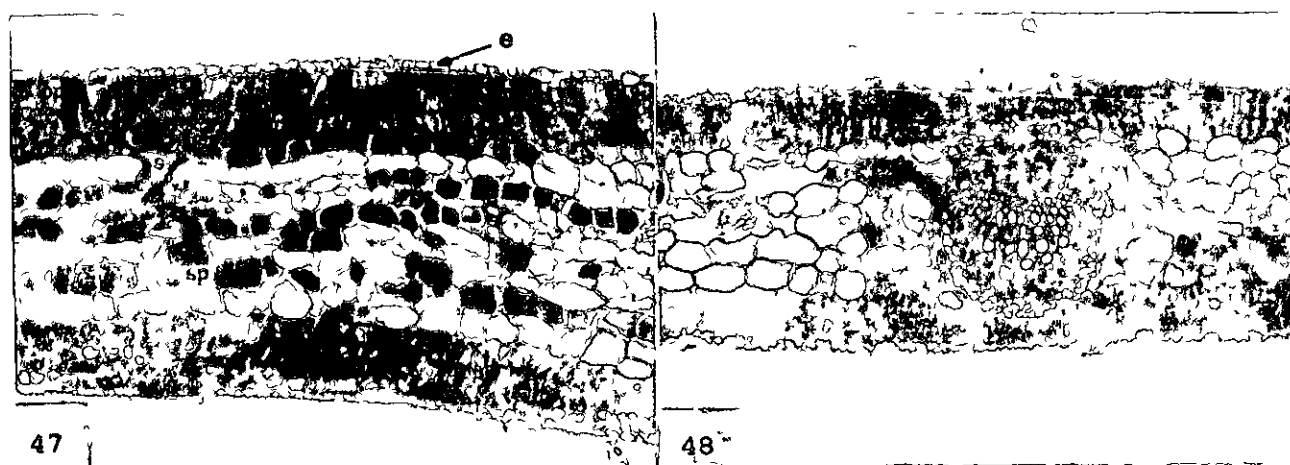
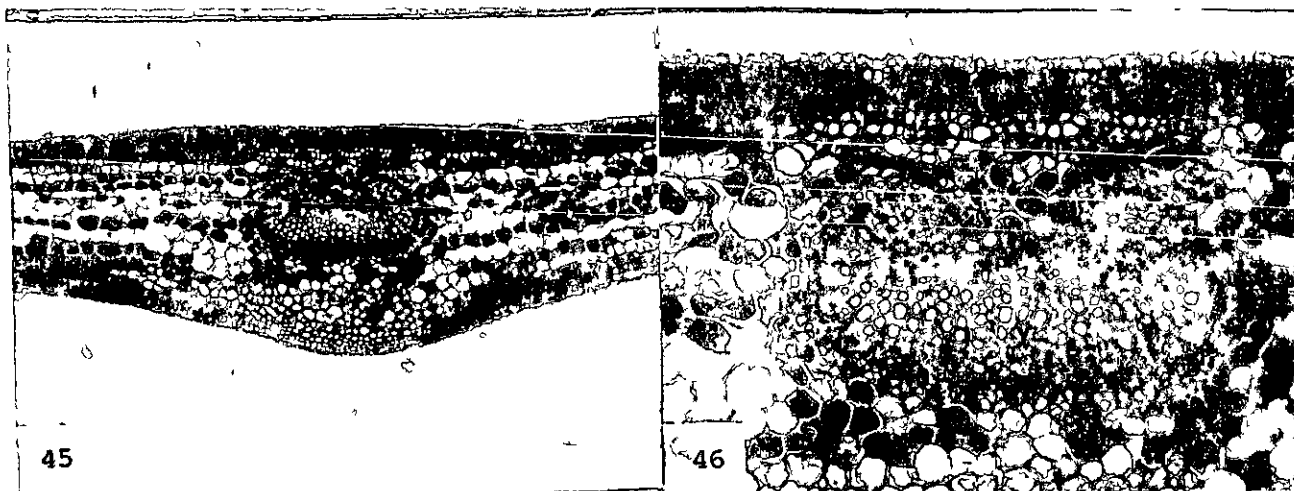
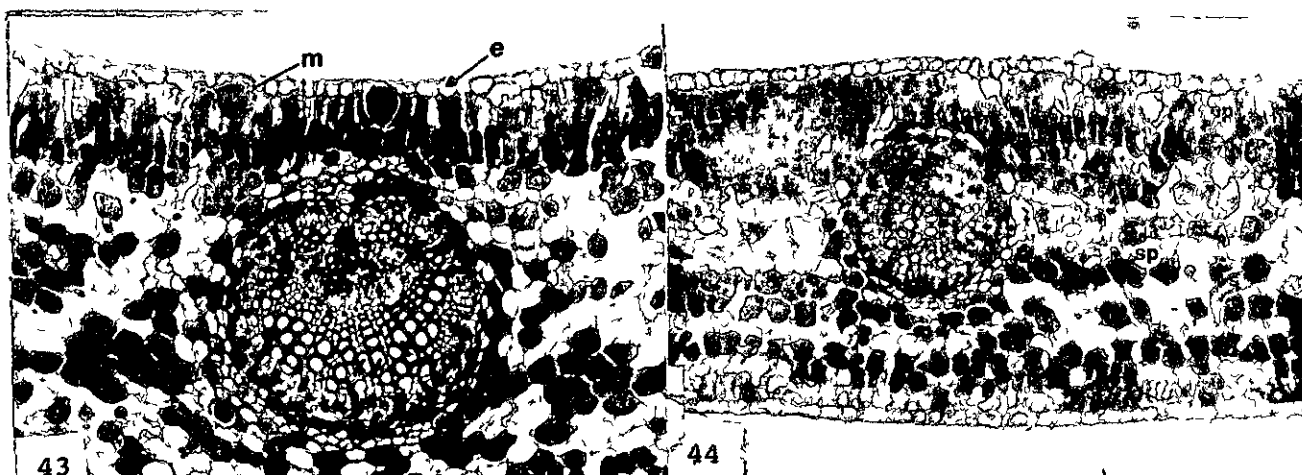
m = mucilage cell

ph = phloem

pp = palisade parenchyma

sp = spongy parenchyma

xy = xylem



ภาพที่ 43  ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของลำแพน
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 44  ลักษณะโครงสร้างภายในท่อน้ำของลำแพน
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 45  ลักษณะโครงสร้างภายในของใบลำพู
ตัดตามขวาง (26.8 X)

ภาพที่ 46  ท่อน้ำท่ออาหารบริเวณเส้นกลางใบของลำพู
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 47  ลักษณะโครงสร้างภายในท่อน้ำของลำพู
ตัดตามขวาง (67 X)

ภาพที่ 48  ลักษณะโครงสร้างภายในของใบเสม็ด
ตัดตามขวาง (26.8 X)

คำอธิบายภาพ e = epidermis,

m = mucilage cell

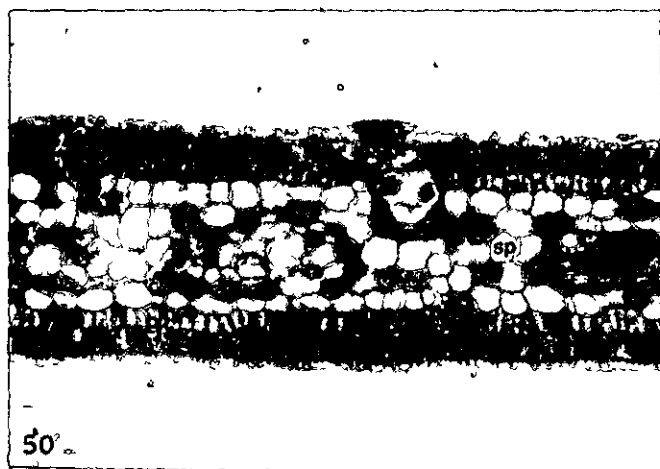
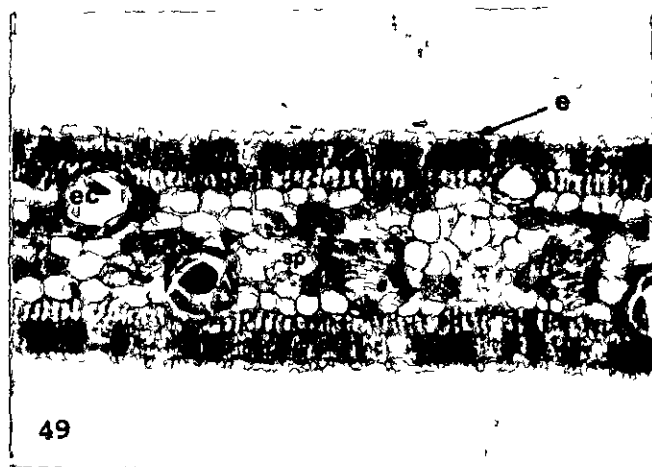
ph = phloem

pp = palisade parenchyma

s = sclereid

sp = spongy parenchyma

xy = xylem



ภาพที่ 49 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของเสม็ด
ตัดตามขวาง (67 x)

ภาพที่ 50 ลักษณะโครงสร้างภายในตัวใบของเสม็ด
ตัดตามขวาง (67 x)

คำอธิบายภาพ e = epidermis

es = lysigenous gland

g = multicellular gland

สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผล

การปรับตัวในค่านลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนที่ขึ้นอยู่กับ 6 แนว นั้น แต่ละแนวมีลักษณะของการปรับตัวที่เหมือนกันและแตกต่างกันดังต่อไปนี้

แนวที่ 1 พืชที่อยู่ในบริเวณนี้คือ วงศ์ Rhizophoraceae ได้แก่ โกงกาง ใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ การปรับตัวในค่านลักษณะโครงสร้างภายในของใบทั้งสอง ชนิดนี้คล้ายกัน โดยเฉพาะในชั้น epidermis กล่าวคือ epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ส่วน subepidermal layer นั้นประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง รูปร่างของ epidermal cells ขึ้นในสุดที่อยู่ติดกับชั้น palisade parenchyma จะเปลี่ยนไปโดยเซลล์มีลักษณะยาวขึ้นและแทรกเข้าไปในชั้น palisade parenchyma ภายในเซลล์เหล่านี้มีน้ำเมือกอยู่ด้วย และ mesophyll มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma ด้วย

แนวที่ 2 พืชที่อยู่ในบริเวณนี้ประกอบด้วยพืชที่อยู่ในวงศ์ที่ต่างกัน คือ วงศ์ Rhizophoraceae ได้แก่ ประดู่ พังกาหัวสุม และถั่วขาว ส่วนพืชในวงศ์ Verbenaceae ได้แก่ แสมดำและแสมขาว ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั้ง 2 วงศ์ แตกต่างกันไป แต่พืชในวงศ์เดียวกันนั้นมีลักษณะโครงสร้างภายในของใบที่คล้ายกัน แต่ วงศ์ Rhizophoraceae ในแนวนนี้มีลักษณะโครงสร้างที่แตกต่างไปจากแนวที่ 1 อย่าง เห็นได้ชัด

แนวที่ 3 พืชที่อยู่ในบริเวณนี้ประกอบด้วยพืชที่อยู่ในวงศ์ที่ต่างกัน พืช วงศ์ Euphorbiaceae มีเพียงชนิดเดียวคือ ตะเคียน ส่วนพืชในวงศ์ Meliaceae นั้น ได้แก่ ตะบูนดำและตะบูนขาว ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั้ง 2 วงศ์นี้มีลักษณะ โครงสร้างภายในที่แตกต่างกัน แต่พืชในวงศ์เดียวกันลักษณะโครงสร้างภายในของใบ จะคล้ายกัน

แนวที่ 4 พืชที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนี้หน้ามาศึกษา มีเพียงวงศ์เดียวคือวงศ์ Rhizophoraceae ซึ่งไคแก โปรรงแดง ดังนั้นจึงเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างภายในของใบกับพืชในวงศ์เดียวกันที่ขึ้นอยู่แนวที่ 1 และแนวที่ 2 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชที่ขึ้นอยู่ทั้ง 3 แนวนั้นแตกต่างกันในชั้น epidermis พืชในวงศ์ที่ 1 คือ โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ส่วน subepidermal layer นั้น บางเซลล์รูปร่างเปลี่ยนไปและมีน้ำเบือกสะสมอยู่ พืชในแนวที่ 2 คือ ประสัก พังกาหัวสุม และถั่วขาว epidermis มีเพียง 2 ชั้น ส่วนพืชในแนวที่ 4 คือ โปรรงแดง epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ในชั้น subepidermal layer นั้น ไม่มีเซลล์ที่เปลี่ยนแปลงรูปร่างไป ซึ่งลักษณะนี้แตกต่างไปจาก epidermis ของใบโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ ส่วนในชั้น mesophyll ลักษณะโครงสร้างภายในของใบโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่นั้นมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma ในชั้น mesophyll ของใบประสัก พังกาหัวสุมและถั่วขาวนั้นไม่มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่เลย ส่วนในชั้น mesophyll ของใบโปรรงแดงมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma

แนวที่ 5 พืชที่ขึ้นในบริเวณนี้ประกอบด้วยพืชที่อยู่ในวงศ์แตกต่างกัน คือ วงศ์ Combretaceae ไคแก ฝาดแดงและฝาดขาว ส่วนพืชอีกวงศ์หนึ่งคือ Sonneratiaceae ไคแก ลำพูและลำแพน ฝาดแดงและฝาดขาวมีการปรับตัวทางลักษณะโครงสร้างภายในของใบคล้ายกัน คือในชั้น mesophyll มี palisade parenchyma เจริญโตได้และเป็นแบบ isobilateral ส่วนลำพูและลำแพนนั้นมีการปรับตัวทางลักษณะโครงสร้างภายในของใบที่แตกต่างกัน กล่าวคือ ลำพู มี mesophyll ที่ palisade parenchyma เจริญโตได้และเป็นแบบ isobilateral ส่วนลำแพนนับตั้งแต่จะมี palisade parenchyma อยู่เพียงด้านเดียวแต่ก็เจริญโตได้ เช่น ประกอบด้วยเนื้อเยื่อเรียงกัน 3 ชั้น และมีบางเซลล์สะสมน้ำเมือกอยู่ด้วย

แนวที่ 6 พืชที่นำมาศึกษามีเพียงชนิดเดียวคือ เสม็ด ซึ่งเป็นพืชในวงศ์ Myrtaceae ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชชนิดนี้มีลักษณะเด่นที่แตกต่างไปจากพืชในแนวอื่น ๆ คือ ในชั้น epidermis มี multicellular gland และในชั้น mesophyll มี lysigenous gland อยู่ด้วย

เมื่อพิจารณาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนทั้ง 16 ชนิดแล้ว สามารถที่จะแบ่งกลุ่มของพืชออกได้ 3 กลุ่มคือ

กลุ่มที่ 1 เป็นพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ที่ขึ้นในแนวที่ 1 พืชวงศ์ Verbenaceae ที่ขึ้นในแนวที่ 2 และพืชในวงศ์ Meliaceae ที่ขึ้นในแนวที่ 3 ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชเหล่านี้ เนื้อเยื่อชั้น epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ซึ่งมี subepidermal layer ที่มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง ชั้น palisade parenchyma มีอยู่เฉพาะทางด้าน upper epidermis เท่านั้น

กลุ่มที่ 2 เป็นพืชในวงศ์ Rhizophoraceae ที่ขึ้นอยู่ในแนวที่ 2 และแนวที่ 4 พืชในวงศ์ Euphorbiaceae ที่ขึ้นอยู่ในแนวที่ พืชเหล่านี้มี epidermis เพียง 2 ชั้น เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma มีเฉพาะทางด้าน upper epidermis เท่านั้น

กลุ่มที่ 3 เป็นพืชในวงศ์ Combretaceae และวงศ์ Sonneratiaceae ซึ่งพืชเหล่านี้ขึ้นอยู่ในแนวที่ 5 พืชในวงศ์ Myrtaceae ที่ขึ้นอยู่ในแนวที่ 6 ในชั้น epidermis นั้นประกอบด้วยเซลล์ที่มาจัดเรียงตัวกันเพียงแถวเดียวเท่านั้น ส่วนเนื้อเยื่อในชั้น mesophyll มี palisade parenchyma เจริญได้ดีเป็นแบบ isobilateral และแต่ละชั้นประกอบด้วยเซลล์ที่มาจัดเรียงตัวกัน 2 ชั้น เนื้อเยื่อ spongy parenchyma นั้น เซลล์มีการจัดเรียงตัวที่เป็นระเบียบ ดังนั้นจึงแทบจะไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์ในชั้นนี้มีผนังเซลล์บางและมีขนาดใหญ่

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าพืชที่อยู่ในวงศ์เดียวกัน แต่อยู่ในแนวที่ต่างกันจะปรับตัวต่างกัน และพืชที่อยู่ในวงศ์ที่ต่างกันก็อาจจะปรับตัวคล้ายกันได้เมื่อมาอยู่ในแนวเดียวกัน

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนทั้ง 16 ชนิดนั้น แตกต่างไปจากลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไป คือ

ชั้น epidermis ลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนส่วนใหญ่แล้ว มี epidermis เป็นแบบ multiple epidermis เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ แสมดำ แสมขาว ตะบูนขาว และโปรงแดง epidermal cells ชั้นนอกสุด มีสาร cutin มาสะสมอยู่มาก เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ ประดัก พังกาหัวสุม ถั่วขาว แสมดำ แสมขาว โปรงแดง และเสม็ด ส่วน subepidermal layer นั้น เซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง ซึ่งจะพบได้ในใบโกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ แสมดำ แสมขาว ตะบูนดำ และตะบูนขาว นอกจากนี้แล้ว epidermal cell ที่อยู่ติดกับชั้น palisade parenchyma บางเซลล์รูปร่างเปลี่ยนแปลงไปโดยที่รูปร่างจะยาวขึ้นและแทรกเข้าไปในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma เซลล์เหล่านี้มีน้ำเมือกสะสมอยู่เต็ม ซึ่งจะพบได้ในใบโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ และในชั้น abaxial epidermis บางเซลล์มีรูปร่างของเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นขนซึ่งพบในแสมดำและแสมขาว

ชั้น mesophyll มักจะมีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma เช่น ที่พบในใบโกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ และพบในเนื้อเยื่อชั้น spongy parenchyma คอย เช่น โกงกางใบเล็ก โกงกางใบใหญ่ โปรงแดง ลำพูและลำแพน นอกจากนี้แล้วยังพบเซลล์รูปดาวภายในเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma ในผาดแดงและผาดขาว vascular bundle ส่วนมากมีขนาดใหญ่และมักจะมีหลายมัดประกอบกัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาลักษณะการปรับตัวทางด้านโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลน ทั้ง 16 ชนิด บราการผลดังนี้คือ โกงกางใบเล็ก และโกงกางใบใหญ่ ซึ่งอยู่ในแนวที่ 1 ที่มีสิ่งแวดล้อมแตกต่างไปจากบริเวณอื่นเป็นอย่างมาก เช่น น้ำทะเลท่วมถึงอยู่เกือบตลอดเวลา ดังนั้นจึงต้องเผชิญกับน้ำซึ่งมีค่าความเค็ม (salinity) สูง ซึ่งทำให้ค่า osmotic potential สูงกว่าภายในเซลล์ของรากพืชพวกนี้มาก ทำให้ประสบปัญหาเกี่ยวกับการขาดน้ำมากที่สุด จึงเป็นสาเหตุให้ต้องมีการสะสมน้ำไว้ในส่วนต่าง ๆ กันที่พบในส่วนของใบ กล่าวคือ มีการสะสมน้ำเอาไว้ในชั้น multiple epidermis มาก

ทำนองเดียวกับการศึกษาของฮาเบอร์แลนด์ (Haberlandt. 1965:399-400) และวัตสัน (Watson. 1928 : 21) ความเข้มข้นของอนุมูลคลอไรด์จะเกินทั่วไป กระตุ้นให้พืชมีการสร้างเนื้อเยื่อที่สะสมน้ำมากขึ้น (Haberlandt. 1965:399-400) ส่วนเซลล์บางเซลล์ในเนื้อเยื่อชั้นสุดท้ายของ multiple epidermis ซึ่งมีน้ำเมือกสะสม อยู่เต็มและเข้าใจว่าเป็นเซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือกที่เป็นประโยชน์ต่อการช่วยลดการระเหย ของน้ำออกไปจากเซลล์อีกกรณีหนึ่ง (Haberlandt. 1965 : 403-406) ในกรณีที่มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ทั่วไปในชั้น mesophyll ก็มีส่วนช่วยในการลดความเสียหาย ของใบได้เมื่อใบมีการขาดน้ำเกิดขึ้น โดยที่ใบจะไม่แสดงอาการเหี่ยวมากนัก ดังนั้นจึง ทำให้การสังเคราะห์แสงดำเนินไปได้ตามปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเมตคาล์ฟ และ ชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 601-603) และวัตสัน (Watson. 1928 : 21)

แนวที่ 2 ซึ่งเป็นบริเวณที่ถัดจากแนวที่ 1 เข้าไป น้ำทะเลไม่ท่วมถึงตลอด เวลา ดังนั้นจึงทำให้บริเวณนี้มีปริมาณของอนุมูลคลอไรด์น้อยกว่าบริเวณที่ 1 ซึ่งบางชนิด ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณนี้แม้จะเป็นพืชในวงศ์เดียวกับแนวแรก คือ Rhizophoraceae เช่น ประสัก พังกาหัวสุมและถั่วขาว แต่ก็มี การปรับตัวในด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบ แตกต่างไปจากพวกที่ขึ้นอยู่ในแนวที่ 1 เช่น epidermis ของใบประสัก พังกาหัวสุม และถั่วขาว มีเพียง 2 ชั้น ทำนองเดียวกับการศึกษาของ เมตคาล์ฟและชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 601-603) ที่เป็นเช่นนั้นเพราะปริมาณของอนุมูลคลอไรด์มีปริมาณ น้อยกว่าแนวที่ 1 และไม่พอเพียงที่จะไปกระตุ้นให้มีการสร้างเนื้อเยื่อที่สะสมน้ำเอาไว้ได้ นอกจากนี้ epidermal cells ที่อยู่ติดกับเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปทำหน้าที่ในการผลิตน้ำเมือกออกมา ส่วนในชั้น mesophyll ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma และ spongy parenchyma ไม่มี เซลล์ sclereid แทรกอยู่ด้วย กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารมีจำนวนน้อยกว่าพืชที่ขึ้นในแนวที่ 1 สำหรับพืชในวงศ์ Verbenaceae ไคแก่ แสมคำและแสมขาว พืชทั้งสองชนิดนี้ epidermis เป็นแบบ multiple epidermis และเรลในชั้น subepidermal layer นั้น เซลล์

มีขนาดใหญ่ขึ้น ผนังเซลล์บาง ซึ่งเซลล์เหล่านี้ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมน้ำ เพื่อเปรียบเทียบกับพืชในวงศ์ Rhizophoraceae แล้วจะเห็นได้ว่าการตอบสนองของท่ออนุหลอดเลือดของพืชทั้ง 2 วงศ์นั้นแตกต่างกัน epidermal cells ทางด้าน lower epidermis มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นขน ซึ่งเป็นการลดการระเหยของน้ำออกจากเซลล์ ทำนองเกี่ยวกับการศึกษาของเมตคัลฟ และ ชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 1030-1031) วัตสัน (Watson. 1928 . 21)

แนวที่ 3 ซึ่งเป็นบริเวณที่ติดจากแนวที่ 2 เข้าไป ดังนั้นสภาพแวดล้อมจึงแตกต่างกันไปจากแนวที่ 1 และแนวที่ 2 เช่น น้ำทะเลท่วมถึงเป็นบางครั้ง ดังนั้น อนุหลอดเลือดจึงมีปริมาณน้อยกว่าแนวที่ 1 และแนวที่ 2 พืชที่ขึ้นอยู่ในแนวนี้ เช่น วงศ์ Euphorbiaceae ไคแก ตาตุ่ม วงศ์ Meliaceae ไคแก ตะบูนดำและตะบูนขาว ถึงแม้ว่าสภาพแวดล้อมเหมือนกันก็ตามแต่พืชทั้ง 2 วงศ์นี้ มีการปรับตัวทางด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบแตกต่างกันไป เช่น epidermis ของใบตาตุ่มนั้นมีเพียง 1-2 ชั้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ เมตคัลฟและชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 1217-1218) แต่ตะบูนดำและตะบูนขาวนั้นมี epidermis เป็นแบบ multiple epidermis ส่วนเซลล์ในชั้น subepidermal layer นั้น ทำหน้าที่ในการสะสมน้ำในชั้น mesophyll ของพืชทั้ง 2 วงศ์ เนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวกัน 2 ชั้น แต่รูปร่างของเซลล์แตกต่างกัน กลุ่มเซลล์ท่อน้ำท่ออาหารก็มีการจัดเรียงตัวที่แตกต่างกันไป

แนวที่ 4 เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากแนวที่ 3 เข้าไป ความถี่ของน้ำที่ท่วมถึงมีไม่มากนัก ซึ่งเป็นผลทำให้พืชวงศ์ Rhizophoraceae เช่น โปรงแดง มีลักษณะโครงสร้างภายในของใบแตกต่างไปจากพืชวงศ์เดียวกันที่ขึ้นอยู่แนวที่ 1 และแนวที่ 2 กล่าวคือ โกงกางใบเล็กและโกงกางใบใหญ่ มี subepidermal layer ที่มีขนาดใหญ่ ผนังเซลล์บาง ทำหน้าที่สะสมน้ำเอาไว้ และ epidermal cells ที่ติดกับเนื้อเยื่อชั้น palisade parenchyma รูปร่างของเซลล์เปลี่ยนแปลงไป และทำหน้าที่ในการผลิตน้ำเมือก ส่วนในชั้น mesophyll นั้น มีเซลล์ sclereid แทรกอยู่ทั่วไป epidermis ของ ประสัก พังกาหัวสุมและหัวขาวนั้นมี 2 ชั้น และในชั้น mesophyll ไม่มีเซลล์

sclereid แทรกอยู่ ส่วน epidermis ของโปรรงแดงเป็นแบบ multiple epidermis แต่ไม่มีเซลล์ที่ทำหน้าที่ผลิตน้ำเมือกออกมา ในชั้น mesophyll มี sclereid แทรกอยู่ในเนื้อเยื่อ spongy parenchyma เท่านั้น

แนวที่ 5 เป็นบริเวณที่อยู่ถัดจากแนวที่ 4 เข้าไปจากชายฝั่งและอยู่ใกล้ปากมากชั้น สภาพดินแตกต่างไปจากแนวแรก ๆ รวมทั้งโอกาสของน้ำที่จะท่วมถึงมีน้อยลง พืชชั้นในแนวนี้มี 2 วงศ์ คือ วงศ์ Combretaceae ได้แก่ ฝาดแดงและฝาดขาว วงศ์ Sonneratiaceae เช่น ลำพูและลำแพน มีการปรับตัวทางด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบคล้ายกัน เช่น epidermis ประกอบไปด้วยเซลล์เรียงตัวกันเพียงแถวเดียว เท่านั้น ส่วนเนื้อเยื่อ palisade parenchyma เจริญโตคือมีอยู่ทั้งทางด้าน upper epidermis และ lower epidermis ยกเว้น ลำแพน ซึ่งแต่ละด้านประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกัน 2 ชั้น เนื้อเยื่อ spongy parenchyma นั้น ทำหน้าที่ในการสะสมน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของเมตคาล์ฟและชอล์ค (Metcalf and Chalk. 1950 : 613-614) วัตสัน (Watson. 1928 : 21)

แนวที่ 6 เป็นบริเวณที่ติดต่อกับเขตปากบึง ดังนั้นสภาพแวดล้อมจึงแตกต่างไปจากแนวอื่น ๆ เช่น น้ำทะเลจะท่วมถึงในวันที่น้ำขึ้นสูงสุดเท่านั้น ทำให้ปริมาณของอนุภาคใดโรคน้อยกว่าทุกแนว เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นเช่นนี้จึงทำให้พืชชั้นในแนวนี้มีการปรับตัวในด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบที่แตกต่างไป แต่ลักษณะโครงสร้างภายในของเส้นใบบางอย่างก็เหมือนกับลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชชั้นในแนวที่ 5 เช่น epidermis ประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวกันเพียงแถวเดียว แต่ของเส้นใบนี้จะมีคอมอยู่ด้วย นอกจากนี้ก็เป็นใบแบบ isobilateral เช่นเดียวกับพืชชั้นในแนวที่ 5 แต่ในเนื้อเยื่อ mesophyll มี lysigenous gland แทรกอยู่ด้วยโดยทำหน้าที่ในการผลิตน้ำมันให้กับใบ

สำหรับลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนทั้ง 16 ชนิด ที่ลักษณะแตกต่างไปจากโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไปนั้น เนื่องจากสภาพแวดล้อมของป่าชายเลนแต่ละป่าทั่ว ๆ ไปแตกต่างกัน เช่น ประเภทของดิน ดินที่ป่าชายเลนนั้นเป็น

โคลนคม บางแห่งมีน้ำขังอยู่ตลอดเวลา และบางแห่งก็เป็นเลนแข็งเนื่องจากอยู่ใกล้กับเขตป่าบก รวมทั้งความเค็ม ป่าชายเลนเป็นป่าที่ขึ้นในบริเวณที่มีน้ำท่วมถึง ดังนั้นจึงมีปริมาณของอนุมูลคละไรมาก นอกจากนั้นแล้วป่าชายเลนยังแตกต่างไปจากป่าบกในด้านความเป็นกรดเป็นด่างของดินอีกด้วย เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันนี้เองจึงทำให้พืชป่าชายเลนมีการปรับตัวในด้านลักษณะโครงสร้างภายในของใบที่แตกต่างไปจากลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชทั่ว ๆ ไป เพื่อที่จะให้น้ำไว้ในขบวนการต่าง ๆ อย่างเพียงพอเพื่อความมีชีวิตอยู่รอดของพืชเหล่านั้น

ข้อเสนอแนะ

1. ควรจะได้มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชชนิดเดียวกันที่ขึ้นอยู่ตามบริเวณต่าง ๆ เช่น โกงกางใบเล็ก เจริญได้ดีในแนวที่ 1 แต่อาจเจริญได้บ้างในบริเวณอื่น ๆ เอาใบของพืชชนิดนี้ที่เจริญอยู่ทุกบริเวณมาศึกษาเพื่อที่จะดูว่าลักษณะโครงสร้างภายในมีการเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่
2. ควรจะได้มีการศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในอย่างอื่น เช่น ราก ลำต้น ของพืชเหล่านั้นด้วย เพื่อที่จะดูว่าลักษณะโครงสร้างภายในของพืชเหล่านั้นมีการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมด้วยหรือไม่ อย่างไร
3. ควรจะได้มีการศึกษาพืชทั่ว ๆ ไปที่อยู่ในวงศ์เดียวกันกับพืชป่าชายเลน เพื่อดูลักษณะโครงสร้างภายในที่เหมือนกันและแตกต่างกัน

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

จิตต์ คงแสงไทย สมบัติของดินและพรรณไม้ในแนวต่าง ๆ จากกระถังน้ำทะเลของ
ป่าเลน จังหวัดพังงา วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วนศาสตร์)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2516, 75 หน้า

สง่า สรรพศรี นิเวศวิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2509, 160 หน้า

สนธิ อักษรแก้ว "ลักษณะโครงสร้างของป่าชายเลน อำเภอลำลูกเกด จังหวัดจันทบุรี"
รายงานวนศาสตร์วิจัย 58 : 1-3 ตุลาคม 2519

สนธิ อักษรแก้ว "ป่าชายเลน" สารสิ่งแวดลอม 3(4) : 17-24 มิถุนายน -
กรกฎาคม 2520

อัจฉรา ไตรเพิ่ม การศึกษา stomata ของพืชป่าชายเลนบางชนิด วิทยานิพนธ์
วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2520, 52 หน้า

Balbach, Margaret K, Lawrence Bliss and Harry J. Fuller. A Laboratory Manual for General Botany. New York, Holt Rinehart and Winston, 1977. 357 p.

Chapman, V.J. "Mangrove Vegetation," A paper presented to the Pre-Congress Conference of the 12 th Pacific Science. Congress held at Tjipajung, Bogor, Java, Indonesia. 12-15, August, 1971.

Connor, D. J. "Growth of Grey Mangrove (*Avicennia marina*) in Nutrient Culture," J. of Bi tropical. 1(2) : 36-40, March, 1969.

Cronquist, Arthur. Introductory Botany. New York, Harper and Row, Publishers, 1961. 902 p.

Cutter, Elizabeth G. Plant Anatomy. London, Edward Arnold, 1972. 381 p.

Daubenmire, R. F. Plants and Environment. New Delhi, Wiley Eastern private limited, 1970. 422 p.

Eames, A. J. and L. H. MacDaniels. An Introduction to Plant Anatomy. New York, McGraw Hill Book Company, 1947. 672 p.

- Esau, Katherine. Plant Anatomy. 2 nd edition, New York, John Wiley and Sons, 1965. 767 p.
- Foster, Adriance S. and Ernest M. Gilford. Comparative Morphology of Vascular Plants. San Francisco, W. H. Fruman and Company, 1958. 228 p.
- Fahn, A. Plant Anatomy. 2 nd edition, New York, Pergamon Press, 1974. 611 p.
- Ganguly, S. N. and S. M. Sircar. "Gibberellins from Mangrove Plants," J. of Phytochemistry. 13(9) : 1911-1914, December, 1974.
- Haberlandt, G. Physiological of Plant Anatomy. New Delhi, Today and Tomorrow's Book Company, 1965. 777 p.
- Haupt, Arthur W. Plant Morphology. New York, McGraw-Hill Book Company, 1953. 445 p.
- Heslop-Harrison, J. Forty years of Genecology. New York, Academic Press, 1964. 452 p.
- Huberman, M. A. "Mangrove Siliciculture," J. of Unasylva. 13 : 188-195, April, 1959.
- Jamieson, B. G. M. and J. F. Rujnolds. Tropical Plant Types. New York, Pergamon Press, 1967. 374 p.
- Johansen, A. Plant Microtechnique. New York, McGraw-Hill Book Company, 1940. 523 p.
- Lewis, O. A. M. and G. Nalds. "Tidal influence on the apparent transpirational rhythm of the white mangrove," J. of Science. 66(9) : 268-270, May, 1970.
- Macnae, W. "A general account of the fauna and flora of mangrove swamps and forests in the Indo-West Pacific region," J. of Biology. 6 : 73-270, May, 1968.
- Mc Dougall, W. B. Plant Ecology. Philadelphia, Lea and Febiger, 601 p.
- Meidner, H. and T. A. Mansfield. Physiology of Stomata. London, McGraw-Hill Book Company, 1968. 374 p.
- Metcalf, C. R. and L. Chalk. Botany of Dicotyledons. vol 1-2, London, Oxford University Press, 1950.
- O'Brian, T. P. and Margaret E. Macully. Plant Structure and Development. London, Macmillan Company, 1969. 256 p.

- Shields, Lora Magum. "Leaf Xeromorphy as related to Physiological and Structural influences," J. of Botanical Review. 56(8) : 399-435, October, 1950.
- Sinnot, Edmund N. Plant Morphogenesis. New York, McGraw-Hill Book Company, 1960. 550 p.
- Van Cotther, W. "Comparative Morphological Study of the Stomata in the Filicopsida," Jardin Botanique-Bulletin. 40 : 81-91, July, 1970.
- Venkatesan, K. R. "The mangroves of Madras State," J. of Indian Forest. 92 : 27-34, August, 1966.
- Walter, H. and M. Steiner. "Okologie der ost Afrikanischen Mangroven," J. of Botany. 30 : 65-193, September, 1936.
- Watson, J. G. Mangrove forests of the Malayan Peninsula Malaysia. Singapore, Fraser and Neave, 1928. 573 p.
- Weier, Elliot T, Ralph C. Steeking and Michael G. Barbour. Botany: An Introduction of Plant Biology. 5 th edition, New York, John Wiley and Sons, 1974. 693 p.
- Wilson, Carl L. and Walte E. Loomis. Botany. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1957. 528 p.