588.41
ว 255ก
ฉ.1

การศึกษากายวิภาคและตรวจหาแหล่งสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์บางชนิดของหญ้าเกล็ดปลา

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปริญญานิพนธ์

ของ

วไลพรรณ ตีรกาญจนกุล

7 พ.ค. 2535

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
กุมภาพันธ์ 2531
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

178425

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำตัวนิสิต และคณะกรรมการสอบได้พิจารณาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา		คณะกรรมการสอบ	
.....	ประธาน	.....	ประธาน
.....	กรรมการ	.....	กรรมการ
		.....	กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยคำแนะนำ และความช่วยเหลืออย่างดีจากอาจารย์ อรพินท์ แก้วลาย และอาจารย์เรณู ศรสำราญ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์สาคร ตรีนันทวัน ที่กรุณาช่วยเหลือและแนะนำเกี่ยวกับวิธีการทางไมโครเทคนิค และให้ความกระจ่างในปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการวิจัย

ขอขอบคุณ บริษัทรัชมอร์ คุณณงนุช มิตรพระพันธ์ คุณอารีรัตน์ โรจน์เพ็ญเพียร พี่ ๆ เพื่อน และน้อง ๆ ที่มีส่วนช่วยเหลือให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงด้วยดี

วไลพรรณ ติรกาญจนกุล

สารบาญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	จุดมุ่งหมายในการศึกษา	2
	ความสำคัญของการศึกษา	2
	ขอบเขตของการศึกษา	3
	นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา	4
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	8
	ตอนที่ 1 การเตรียมสไลด์ถาวรเพื่อศึกษากายวิภาค ของหญ้าเกล็ดปลา	8
	อุปกรณ์สำหรับทำสไลด์ถาวร	8
	สารเคมีสำหรับทำสไลด์ถาวร	9
	วิธีเตรียมสไลด์ถาวรสำหรับศึกษากายวิภาค	9
	ตอนที่ 2 วิธีดำเนินการศึกษาเพื่อตรวจหาแหล่งสาร	12
	สารเคมี	12
	ส่วนของพืชที่ใช้ในการศึกษา	13
	วิธีการตรวจสอบ	13
4	ผลการศึกษาค้นคว้า	15
	ตอนที่ 1 ผลการศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา	15
	ตอนที่ 2 ผลการตรวจหาแหล่งสาร	30

บทที่ หน้า

5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 82
จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า 82
วิธีการศึกษาค้นคว้า 82
ตอนที่ 1 การศึกษากายวิภาค 82
ตอนที่ 2 การตรวจหาแหล่งสาร 82
สรุปผลการศึกษาค้นคว้า 83
ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา 83
ตอนที่ 2 การตรวจสอบเพื่อหาแหล่งสาร 88
อภิปรายผล 89
ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา 89
ตอนที่ 2 การตรวจสอบเพื่อหาแหล่งสาร 93
ข้อเสนอแนะ 94

บรรณานุกรม 95

ภาคผนวก 99

บัญชีตาราง

ตาราง หน้า

1 ส่วนประกอบของน้ำยาดูดน้ำและเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นส่วนพืช 11

2 ผลการตรวจสอบแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ 3 ชนิด 30

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ หน้า

1 ลำต้นหญ้าเกล็ดปลา แสดงส่วนปลายยอด ลำต้นปล้องที่หนึ่ง ปล้องที่สาม ข้อที่หนึ่ง ใบคู่ที่หนึ่ง ใบคู่ที่ห้า และช่อดอก 32

2 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด 33

3 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงทูนิกา คอร์ปัสและปุ่มใบ 34

4 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงส่วนปลายยอดที่ปุ่มใบเจริญมากขึ้น 35

5 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงกลุ่มเซลล์โปรโตเดอร์ม กราวด์เมอริสเตม และโปรแคมเบียม 36

6 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว คอร์เทกซ์ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงและพิธ 37

7 เซลล์ชั้นผิวของลำต้น แสดงปากใบ เซลล์คุม และเซลล์ข้างเคียง เซลล์คุม 38

8 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงเซลล์ในชั้นผิวและเซลล์ขน 39

9 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามยาว แสดงเซลล์รูปตัวที เซลล์ชั้นผิว และเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ 40

10 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามยาว แสดงเซลล์ขนชนิดที่มีสามเซลล์ เซลล์ชั้นผิวและเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ 41

11 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวางบริเวณส่วนนูนของลำต้น แสดง เซลล์ผิว เซลล์ขน กลุ่มเซลล์คอลเลงคิมา กลุ่มเซลล์พาเรงคิมา และกลุ่มเซลล์ในระบบลำเลียง 42

12 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงโปรโตไซเลม เมตาไซเลม เซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและพิธ 43

ภาพประกอบ หน้า

13 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการเรียงตัวของระบบลำเลียงแบบยูนิแลคคูนาโนด 44

14 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงลิฟแกพ ลิฟเทรซ บรานช์แกพและบรานช์เทรซ 45

15 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว คอร์เทกซ์ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงและพิธ 46

16 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์ผิว เซลล์ขนรูปตัวที ปากใบ เซลล์คุม เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมและกลุ่มเซลล์คลอเรงคิมา 47

17 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวางบริเวณมุมลำต้น แสดงเซลล์ชั้นผิว กลุ่มเซลล์คอลเลงคิมา กลุ่มเซลล์คลอเรงคิมา เซลล์ลำเลียงน้ำระยะแรก และระยะที่สอง 48

18 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์เอนโดเดอร์มิสที่มีแคสพาเรียนสตริป 49

19 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงบริเวณลำต้น 50

20 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงที่สร้างขึ้นใหม่ 51

21 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามยาว แสดงเซลล์ลำเลียงน้ำที่มีผนังเซลล์เป็นแบบ เฮลิคอล และสคาลาริฟอร์ม 52

22 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวางบริเวณใกล้โคน แสดงช่องว่างขนาดใหญ่ในพิธ 53

ภาพประกอบ หน้า

23 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ในระบบลำเลียงแบบยูนิแลคคูนาโนด 54

24 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงรากวิสามัญ ... 55

25 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงส่วนของรากวิสามัญที่มีการเจริญมากขึ้น 56

26 ใบอ่อน แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณแผ่นใบ 57

27 ผิวใบด้านล่าง แสดงเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม 58

28 ใบอ่อน แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณเส้นกลางใบ 59

29 ใบอ่อน แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่บริเวณเส้นกลางใบ 60

30 ใบแก่ แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณแผ่นใบ 61

31 ใบแก่ แสดงกลุ่มเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมา 62

32 ใบแก่ แสดงกลุ่มเซลล์สปันจีพาเรงคิมา 63

33 ใบแก่ แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณเส้นกลางใบ 64

34 ใบแก่ แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่บริเวณเส้นกลางใบ 65

35 ปลายรากตัดตามยาว แสดงหมวกราก เนื้อเยื่อโปรเมอริสเตม โปรโตเดอร์ม โปรแคมเบียม และกราวด์เมอริสเตม 66

36 ปลายรากตัดตามยาวขยายใหญ่ขึ้น 67

37 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นผิว คอร์เทกซ์และกลุ่มเซลล์ลำเลียง 68

38 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงช่องอากาศ 69

39 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงเอนโดเดอร์มิส เพอริไซเคิล โปรโตไซเลม เมตาไซเลม และกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหาร 70

ภาพประกอบ หน้า

40 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงตำแหน่งการเกิดรากแขนง 71

41 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว ชั้นคอร์เทกซ์และกลุ่มเซลล์ลำเลียง 72

42 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์ชั้นผิวและเพอริไซเคิล 73

43 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารระยะที่สอง 74

44 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรก และระยะที่สอง 75

45 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงบริเวณที่เกิดรากแขนง 76

46 ผลึกแอลคาลอยด์ ที่ตรวจพบในเซลล์ผิวของลำต้น 77

47 ผลึกแอลคาลอยด์ ที่ตรวจพบในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น 78

48 ผลึกแอลคาลอยด์ ที่ตรวจพบในพิธของลำต้น 79

49 ผลึกแอลคาลอยด์ ที่ตรวจพบในเซลล์ผิวของใบ 80

50 ผลึกแอลคาลอยด์ ที่ตรวจพบในเส้นกลางใบ 81

บทที่ 1

บทนำ

หญ้าเกล็ดปลา เป็นพืชสมุนไพรอยู่ในวงศ์เวอบีนาซีอี (Verbenaceae) ชื่อวิทยาศาสตร์คือ Phyla nodiflora Greene. (เต็ม สมิตินันทน์ 2523 : 261) ชื่ออื่น ๆ คือ ฟันกระต่าย ก้วยกังติ้ง ไต่หยี่หนิ่งจี้ (อุไรวรรณ ประยูรรัตน์ และคนอื่น ๆ 2524 : 193) ลักษณะทั่วไป หญ้าเกล็ดปลาเป็นไม้ล้มลุก ลำต้นเลื้อยคลุมดิน แตกกิ่งก้านสาขามาก ข้อที่แตะดินจะงอกรากออกยึดเกาะดินไว้ มีขนสั้น ๆ กระจายทั่วทั้งต้น ต้นยาว 15 - 90 เซนติเมตร ใบเป็นแบบใบเดี่ยวเรียงตัวตรงข้ามกัน ก้านใบสั้นมาก ตัวใบยาว 1 - 2.5 เซนติเมตร เนื้อใบหนา ปลายมน ขอบใบมีรอยหยักคล้ายซี่เลื่อยตั้งแต่บริเวณกลางใบจนถึงปลายใบ ฐานใบเรียวเล็ก ดอกออกเป็นช่อจากซอกใบ มีดอกย่อยจำนวนมากอยู่ติดกันแน่นเป็นทรงกระบอกยาว 1 - 2 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ก้านช่อดอกยาว 2 - 6 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยง 2 กลีบเล็ก ๆ กลีบดอกสีม่วงอ่อนโคนกลีบติดกันเป็นหลอดแคบปลายเปิด เกสรตัวผู้มี 4 อัน สั้น 2 อัน ยาว 2 อัน ติดกับหลอดกลีบดอก รังไข่ภายในแบ่งออกเป็น 2 ห้อง ผลมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ผลมีกลีบเลี้ยงห่อหุ้ม ผลแก่จัดจะแยกเป็นเมล็ดแข็ง 2 เมล็ด แหล่งที่พบหญ้าเกล็ดปลาคือ บริเวณดินปนทราย มีน้ำชุ่มชื้นและแดดจัด

หญ้าเกล็ดปลาเป็นพืชสมุนไพรที่มีสรรพคุณในการรักษาโรคหลายโรค มีรายงานจากประเทศอินเดียว่า ใช้ส่วนของใบตำพอกบริเวณที่เจ็บหรืออักเสบ สารสกัดทั้งต้นด้วยน้ำใช้ดื่มรักษาโรคหวัด ไข้มาลาเรีย หืดและโรคติดเชื้อเกี่ยวกับปอด (Pushpangadan and Atal. 1984 : 74) สำหรับในประเทศไทยมีรายงานว่า สารสกัดทั้งต้นด้วยน้ำ สามารถขับปัสสาวะเป็นเลือด แก้ไข้ แก้ท้องใน ไอเป็นเลือด แผลฟกช้ำ เป็นยาเจริญอาหาร ช่วยย่อยอาหารในเด็ก เป็นยาพอกรักษาแผลน้ำร้อนลวก แผลมีหนอง (อุไรวรรณ ประยูรรัตน์ และคนอื่น ๆ 2526 : 193) และเป็นตัวยาหนึ่งในตำรับที่รักษาโรคเบาหวานของพระวัยจตุตาลโย วัดเทพพนมยงค์ จังหวัดสระบุรี

สารเคมีที่พบจากสารสกัดทั้งต้นของหญ้าเกล็ดปลา คือ ฟลาโวน (Flavone) ไกลโคไซด์ (Glycoside) น้ำตาลพวกแลคโตส (Lactose) มอลโตส (Maltose) กลูโคส (Glucose) ฟรุคโตส (Fructose) และเกลือโปตัสเซียมไนเตรท (โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร 2523 : 214) จากการวิจัยพบสารพวกฟลาโวนไกลโคไซด์ (Flavone glycoside) 2 ชนิดในส่วนของดอกคือ เนพิติน (Nepetin) บาเททิฟอลิน (Batatifolin) และพวกลิพิฟลอริน ชนิดเอ และบี (Lippiflorin A and B) จากส่วนของใบ (Barnabas and Nagarajan. 1980 : 822) นอกจากนี้ยังพบสารแอลคาลอยด์ (Alkaloid) ในส่วนของลำต้นและใบด้วย (ผกามาศ เขมะจารี 2530 : 33 - 35)

จากการค้นคว้าเอกสารต่าง ๆ เกี่ยวกับหญ้าเกล็ดปลา พบว่ามีผู้ศึกษาในด้านของสัณฐานวิทยา บรรยายลักษณะโครงสร้างโดยทั่วไปของพืชในวงศ์นี้ ให้รายละเอียดของสรรพคุณในการรักษาโรคต่าง ๆ รวมทั้งชนิดของสารที่พบในหญ้าเกล็ดปลา แต่ยังไม่พบว่ามีการศึกษาถึงโครงสร้างภายใน และแหล่งที่มีสารต่าง ๆ ของสมุนไพรชนิดนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาถึงลักษณะทางกายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา แสดงให้เห็นองค์ประกอบภายในอย่างละเอียด ตรวจสอบหาแหล่งสาร เพื่อประโยชน์สำหรับเป็นความรู้เบื้องต้นในการทำวิจัยด้านอื่นต่อไป

<u>จุดมุ่งหมายในการศึกษา</u>

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา ส่วนปลายยอด ลำต้น ใบ และราก

2. เพื่อตรวจสอบหาแหล่งที่มีสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ (Glycoside) ชนิด อมายจ์ดาลิน (Amygdalin) อาร์บูทิน (Arbutin) และซาโปนิน (Saponin)

<u>ความสำคัญของการศึกษา</u>

1. ทำให้ทราบกายวิภาคในส่วนของปลายยอด ลำต้น ใบและรากของหญ้าเกล็ดปลา

2. ทำให้ทราบแหล่งที่มีสารแอลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ชนิด อมายจ์ดาลิน อาร์บูทิน และชาโปนินในส่วนของลำต้นและใบของหญ้าเกล็ดปลาเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการผลิตและสกัดสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ต่อไป

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. ศึกษาเฉพาะหญ้าเกล็ดปลาที่ปลูกในเรือนเพาะชำของภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

2. ศึกษากายวิภาคเฉพาะส่วนปลายยอด ลำต้น ใบและราก ของหญ้าเกล็ดปลา

3. ตรวจสอบแหล่งที่มีสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ชนิด อมายจ์ดาลิน อาร์บูทินและชาโปนิน เฉพาะส่วนลำต้นและใบของหญ้าเกล็ดปลา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. แอลคาลอยด์ หมายถึง สารประกอบเฮทเทอโรไซคลิก (Heterocyclic) ที่มีไนโตรเจนอยู่ในโมเลกุลตั้งแต่หนึ่งอะตอมขึ้นไป มีสมบัติเป็นเบส รสขม แอลคาลอยด์เป็นสารที่มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางคือสมองและไขสันหลัง บางชนิดใช้ทำยารักษาโรค แต่บางชนิดเป็นพิษ (สุภาพ บุณยะรัตเวช และคนอื่น ๆ 2523 : 118)

2. ไกลโคไซด์ หมายถึง อนุพันธ์ของฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาต่อคนและสัตว์ นำมาใช้ทำยารักษาโรคและเป็นสารที่สำคัญต่อกระบวนการอุตสาหกรรม เช่น ผงซักฟอก เครื่องสำอาง เป็นต้น ไกลโคไซด์มีหลายชนิด เช่น อมายจ์ดาลิน อาร์บูทินและชาโปนิน (เภสัชวินิจฉัย 2529 : 13)

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

ลักษณะของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของพืชโดยทั่วไปจะเป็นดังนี้

โครงสร้างส่วนของปลายยอดเมื่อตัดผ่านกลางตามยาวในพืชมีดอกพวกใบเลี้ยงคู่ พบว่ามีรูปร่างนูนสูงคล้ายโดม พบใน Tropaeolum spp. (Brien. 1969 : 42 - 47) Eupatorium ayapana (Mitra. 1972 : 151 - 158) หรือมีรูปร่างแบน ได้แก่ Vinca major (Fahn. 1982 : 42 - 47) และยางพารา (Hevea brasiliensis) (ประศาสตร์ เกื้อมณี 2528 : 27 - 30) พวกที่มีรูปร่างเว้า เช่น ชบาจีน (Hibiscus syriacus) (Tolbert. 1960 : 249 - 255) ระย่อม (Rauwolfia vomitoria) (Nia. 1960 : 121 - 124) ลักษณะของเซลล์บริเวณปลายยอดจะเรียงตัวเป็นชั้น แยกได้สองชั้น ชั้นนอกสุดเรียก ทูนิกา (Tunica) เซลล์รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีเพียงหนึ่งชั้นเซลล์หรือมากกว่า แบ่งตัวในแนวตั้งฉากกับผิว (Anticlinal) เซลล์ชั้นในถัดเข้าไปเรียกคอร์ปัส (Corpus) เป็นเซลล์รูปร่างไม่แน่นอนอยู่เบียดกันแน่นไม่เป็นระเบียบมีการแบ่งตัวหลายแนว พบว่าทูนิกาในพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนชั้นเซลล์ 1 - 5 ชั้น ในขณะที่พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเพียง 1 - 4 ชั้น (Esau. 1965 : 103) พืชแต่ละชนิดจะมีจำนวนชั้นของทูนิกาต่างกัน มีผู้รายงานว่า Eupatorium ayapana มีทูนิกา 1 ชั้น (Mitra. 1972 : 158) Hevea brasiliensis (ประศาสตร์ เกื้อมณี 2528 : 28 - 30) และมะเดื่อฝรั่ง (Ficus carica) (สุรินทร์ นิลสาราญจิต 2529 : 53 - 57) มี 2 ชั้น โกงกางใบใหญ่ (Rhizophora mucronata) มี 3 ชั้น (ภูวดล บุตรรัตน์ 2523 : 69 - 71) และฤาษีผสม (Coleus blumei) มี 4 ชั้น (Fahn. 1982 : 42 - 47) เซลล์ในส่วนของคอร์ปัสเป็นแกนในการเพิ่มจำนวนเซลล์บริเวณปลายยอด ทำให้มีปริมาณมากขึ้นและพัฒนาต่อไปเป็นแกนกลางของลำต้นรวมทั้งเนื้อเยื่อลำเลียง (Esau. 1965 : 89 - 116)

กายวิภาคของลำต้น

ลักษณะโครงสร้างของลำต้นแบ่งได้เป็นสองระยะ คือ ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก (Primary growth) และการเจริญระยะที่สอง (Secondary growth) ลำต้นที่มีการเจริญ

ระยะแรกของพืชในวงศ์เวอบีนาซีอีนั้น เมื่อตัดตามขวางพบว่าโดยทั่วไปมีสังเขป เป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยม ชั้นผิว (Epidermis) ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังหนา พบปากใบ (Stomata) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์คุม (Guard cell) เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม (Subsidiary cell) และเซลล์หรือกลุ่มเซลล์ที่เป็นขน ซึ่งอาจเป็นเซลล์หรือกลุ่มเซลล์สร้างสาร หรือไม่มีต่อมสร้างสาร ขนที่มีต่อมสร้างสาร มักจะประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์ มีส่วนฐาน ส่วนก้านและส่วนหัว ขนที่ไม่มีต่อมสร้างสารจะเป็นแบบที่มีเซลล์เดียว (Unicellular hair) ประกอบด้วยเซลล์หลายเซลล์เรียงตัวเป็นแถวเดียว (Uniseriate hairs) หรือมีหลายเซลล์เรียงตัวกันเป็นรูปคล้ายโล่ (Multicellular peltate hairs) ถัดจากชั้นผิวเข้าไปคือชั้น คอร์เทกซ์ (Cortex) ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด เช่น พาเรงคิมา (Parenchyma) คอลเลงคิมา (Collenchyma). มีการเรียงตัวที่ต่างกันในพืชแต่ละชนิด มักพบเซลล์พวกคอลเลงคิมาที่มี ลิกนิน (Lignin) มาทับถมภายในเซลล์ของชั้นนี้อาจพบสารพวก แคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟอสเฟต ซิลิกา (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1031) ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้าไปจะเป็นกลุ่มเซลล์ในระบบลำเลียง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ (Xylem) ซึ่งมีเซลล์หลายชนิดคือ เซลล์เวสเซล (Vessel member) เซลล์เทรคีด (Tracheid) และเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) ส่วนเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (Phloem) มีเซลล์หลอดตะแกรง (Seive tube member) เซลล์ประกบ (Companion cell) และเซลล์พาเรงคิมา (Esau. 1967 : 226 - 303) เนื้อเยื่อลำเลียงจะมีลักษณะเป็นกลุ่มที่มีการจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบ ขนาดของกลุ่มลำเลียงจะต่างกัน กลุ่มลำเลียงขนาดใหญ่จะอยู่บริเวณมุมของลำต้นและอาจพบเซลล์ไฟเบอร์ (Fiber) ในกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1034 - 1035)

สำหรับลักษณะของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนั้น พืชบางชนิดพบเซลล์คอร์ก (Cork cell) บริเวณผิว (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1034 - 1035) ชั้นของเนื้อเยื่อลำเลียงที่เรียงตัวโดยรอบนั้นจะมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงใหม่เพิ่มขึ้นจากเซลล์ที่แบ่งตัวได้คือ วาสคูลาแคมเบียม (Vascular cambium) ทำให้กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงต่อเนื่องกันเป็นวงโดยรอบ (Esau. 1977 : 295 - 296)

กายวิภาคของใบ

พืชโดยทั่ว ๆ ไปโครงสร้างภายในใบประกอบด้วยเซลล์ชั้นผิวซึ่งแบ่งออกเป็นเซลล์ผิวด้านบน (Upper epidermis) เซลล์ผิวด้านล่าง (Lower epidermis) และเนื้อเยื่อชั้นกลาง คือ เมโซฟิล (Mesophyll) สำหรับโครงสร้างภายในใบของพืชวงศ์เวอบีนาซีอีจะเป็นแบบดอร์ซิเวนทรัล (Dorsiventral) หรือไอโซไบเลทเทอรัล (Isobilateral) (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1031) กล่าวคือถ้าพบเซลล์ชั้นแพลิเซด (Palisade) อยู่ทางผิวด้านบนของใบ และเซลล์ชั้นสปันจี (Spongy) อยู่ทางผิวด้านล่างของใบจะเป็นใบแบบดอร์ซิเวนทรัล แต่ถ้าพบเซลล์ชั้นแพลิเซดทั้งทางผิวด้านบนและผิวด้านล่าง จะเป็นแบบไอโซไบเลทเทอรัล (Esau. 1965 : 429) บริเวณเซลล์ผิวอาจมีต่อม ขนและซิสโตลิธ (Cystolith) ซึ่งเซลล์ในชั้นฐานของซิสโตลิธจะเป็นสารพวกแคลเซี่ยม (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1030 - 1041) ในพืชพวกแสมดำ Avicinnia officinalis ซึ่งเป็นพืชในวงศ์เวอบีนาซีอี เซลล์ชั้นผิวจะมีมากกว่าหนึ่งชั้น (Multiple epidermis) ทางด้านนอกของเซลล์ผิวมีสารคิวติน (Cutin) สะสมอยู่ เซลล์ผิวที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นขนจะมีลักษณะเป็น Uniseriate hairs (พนมพร ขันธวิชัย 2522 : 22 - 23) ปากใบของพืชในวงศ์นี้จะปรากฏเฉพาะที่เซลล์ผิวด้านล่าง หรืออาจปรากฏทั้งสองด้านคือทั้งชั้นผิวด้านบนและผิวด้านล่าง โดยเฉพาะพืชในสกุล Avicinnia จะมีปากใบเฉพาะที่ชั้นผิวด้านล่างและเป็นแบบไดอะไซติก (Diacytic) คือเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมจะขนาบอยู่ทางด้านหัวและท้ายของเซลล์คุมที่มีรูปร่างคล้ายไต (Metcalfe and Chalk. 1956 : 1032) เนื้อเยื่อชั้นกลางคือชั้นเมโซฟิลของแสมดำประกอบด้วยเนื้อเยื่อแพลิเซดเรียงตัวกันสามชั้นทางผิวด้านบนและเนื้อเยื่อสปันจีที่มีการจัดเรียงตัวของเซลล์อย่างเป็นระเบียบทางด้านผิวล่าง แทรกด้วยกลุ่มเซลล์ในระบบลำเลียงที่มีการจัดเรียงตัวเป็นวงกลม มีเนื้อเยื่อพื้น (Ground tissue) แทรกอยู่ตรงกลาง และบริเวณรอบ ๆ ระบบลำเลียงพบเซลล์ไฟเบอร์อยู่ทั่วไป (พนมพร ขันธวิชัย 2522 : 22 - 23)

กายวิภาคของราก

ในพืชทั่วไปเมื่อตัดส่วนของรากตามขวาง ในระยะแรกของการเจริญพบว่า ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิดประกอบเป็นชั้นต่าง ๆ ได้แก่ ชั้นผิว คอร์เทกซ์ เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) และเนื้อเยื่อลำเลียง โดยมีหมวกราก (Root cap) ทำหน้าที่ปกคลุมเนื้อเยื่อเจริญปลายรากซึ่งจะพบได้ในรากที่ตัดผ่านตามยาว ชั้นผิวของรากประกอบด้วยเซลล์ผิวผนังบาง อาจพบขนรากในเขตที่เซลล์เจริญเต็มที่ (Region of maturation) ถัดจากชั้นผิวคือ ชั้นคอร์เทกซ์โดยมากเป็นเซลล์พาเรงคิมาที่มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์คือ เอนโดเดอร์มิส เป็นเซลล์ชั้นเดียวเกิดต่อกันเป็นวงโดยรอบ (Esau. 1965 : 481 - 530) พืชในวงศ์เวอบีนาซีอีมักพบแป้งในเซลล์ชั้นคอร์เทกซ์และเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1038) ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้ามาจะเป็นเนื้อเยื่อในชั้นสตีลประกอบด้วย เพอริไซเคิล (Pericycle) ซึ่งมีหนึ่งชั้นเซลล์หรือมากกว่าและเนื้อเยื่อในระบบลำเลียง การจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อลำเลียงในรากจะต่างจากลำต้น โดยมีการจัดเรียงตัวเป็นแบบ โปรโตสตีล (Protostele) คือกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารแต่ละกลุ่มจะแยกออกจากกันอยู่ใกล้กับเพอริไซเคิล ส่วนกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำอาจแยกจากกันหรือเกิดสลับกับกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหาร โดยอยู่ทางด้านนอกของกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำหรือเกิดยื่นยาวเข้าไปถึงใจกลางของราก ในพืชหลายชนิดจะพบกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำเป็นแฉกคล้ายดาว (Esau. 1967 : 481 - 530) ในพืชพวกเวอบีนาซีอี พบว่าในเซลล์บริเวณพิธมีแป้งสะสมอยู่มาก (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1038) สำหรับลักษณะของรากที่มีการเจริญระยะที่สองจะต่างจากการเจริญในระยะแรกคือ จะมีเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหารเพิ่มขึ้นจากเดิมโดยการแบ่งตัวของวาสคูลาแคมเบียม และบริเวณที่เป็นพิธอาจเกิดเนื้อเยื่อสเกลอเรงคิมา (Sclerenchyma) แทนที่พาเรงคิมาเดิม

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

เพื่อให้บรรลุจุดมุ่งหมายในการศึกษา จึงแยกวิธีการศึกษาค้นคว้าเป็นสองตอนคือ ตอนแรกเป็นการศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา และตอนที่สองคือ การตรวจสอบหาแหล่งสาร

ตอนที่ 1 การเตรียมสไลด์ถาวรเพื่อศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา

1. อุปกรณ์

อุปกรณ์สำหรับทำสไลด์ถาวรของหญ้าเกล็ดปลา มีดังนี้คือ

1.1 กล้องจุลทรรศน์พร้อมอุปกรณ์สำหรับการถ่ายภาพ

1.2 เครื่องดูดอากาศออกจากเนื้อเยื่อ (Vacuum pump)

1.3 เครื่องตัดเนื้อเยื่อแบบใช้มือหมุน (Rotary microtome)

1.4 เครื่องอุ่นสไลด์ (Slide warming table)

1.5 ตู้ละลายพาราฟิน (Paraffin oven)

1.6 สไลด์และแผ่นแก้วปิด (Slide and coverglass)

1.7 กระบอกแก้วตวง

1.8 หลอดแก้วก้นเรียบ (Vial)

1.9 ขวดที่มีหลอดหยด

1.10 ตะเกียงแอลกอฮอล์

1.11 จานแก้ว (Petri dish)

1.12 เข็มเขี่ยและปากคีบ

1.13 ขวดแก้วสำหรับย้อมสี (Coplin jar)

1.14 บีคเกอร์ (Beaker)

1.15 บิเปต (Pipett)

2. สารเคมี

สารเคมีสำหรับทำสไลด์ถาวรของหญ้าเกล็ดปลา มีดังนี้คือ

2.1 กลาเชียลแอซีติกแอซิด (Glacial acetic acid)

2.2 ฟอร์มาลิน (Formalin)

2.3 น้ำกลั่น (Distilled water)

2.4 โครมิกแอซิด (Chromic acid)

2.5 พาราฟิน (Paraffin)

2.6 เทอร์เชียรีบิวทิลแอลกอฮอล์ (Tertiary butyl alcohol, TBA)

2.7 เมธิลแอลกอฮอล์ (Methyl alcohol)

2.8 เอธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol)

2.9 นอกซ์เจลาติน (Knox gelatin)

2.10 ไซลีน (Xylene)

2.11 อลูมิเนียมแอมโมเนียมซัลเฟต (Aluminium ammonium sulfate)

2.12 สีซาฟรานิน (Safranin)

2.13 สีฟาสท์กรีน (Fastgreen)

2.14 สีอีโอซิน (Eosin)

2.15 สีฮีมาทอกซิลิน (Haematoxylin)

2.16 โคลฟออย (Clove oil)

2.17 คานาดาบาลซัม (Canada balsum)

3. วิธีเตรียมสไลด์ถาวรสำหรับศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา มีขั้นตอนดังนี้ (Johansen. 1940 : 126 - 154, Sass. 1958 : 73 สาคร ตรีนันทวัน 2525 : 3 - 65)

3.1 การตัดตัวอย่างพืช เลือกต้นหญ้าเกล็ดปลาที่มีลักษณะสมบูรณ์ดี แยกแต่ละส่วนมาตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ดังนี้ (ภาพประกอบ 1)

3.1.1 ส่วนปลายยอด ตัดปลายยอดของลำต้นส่วนที่ใบอ่อนยังไม่คลี่ ยาว 5 - 8 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน

3.1.2 ใบอ่อน ใช้ใบคู่แรกนับจากปลายยอดโดยตัดบริเวณกลาง ๆ ของแผ่นใบ ให้ติดเส้นกลางใบเป็นแผ่นขนาด 5 × 8 มิลลิเมตร^2 จำนวน 20 แผ่น

3.1.3 ใบแก่ ใช้ใบคู่ที่ 5 นับจากปลายยอด โดยตัดเป็นแผ่น มีขนาดและจำนวนเช่นเดียวกับข้อ 3.1.2

3.1.4 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก ตัดลำต้นบริเวณช่วงใบคู่ที่ 2 นับจากปลายยอดของแต่ละกิ่ง ยาวท่อนละ 5 - 8 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน

3.1.5 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง ตัดลำต้นบริเวณช่วงใบคู่ที่ 5 นับจากปลายยอดให้มีขนาดและจำนวนเช่นเดียวกับข้อ 3.1.4 และตัดลำต้นบริเวณที่แก่ใกล้โคน ซึ่งยังคงมีลักษณะเป็นสีเขียวให้เป็นท่อน มีขนาดและจำนวนเช่นเดียวกับข้อ 3.1.4

3.1.6 ข้อบริเวณลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรก โดยตัดบริเวณข้อของใบคู่ที่ 2 นับจากปลายยอดลงมาให้เป็นท่อนขนาด 5 - 8 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน

3.1.7 ข้อบริเวณลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง ตัดบริเวณข้อของใบคู่ที่ 5 นับจากปลายยอดลงมาให้มีขนาดและจำนวนเช่นเดียวกับข้อ 3.1.6

3.1.8 รากที่มีการเจริญระยะแรก ตัดรากบริเวณถัดจากปลายรากขึ้นมา 1 เซนติเมตร ให้เป็นท่อนเล็กยาว 5 - 8 มิลลิเมตร จำนวน 20 ท่อน

3.1.9 รากที่มีการเจริญระยะที่สอง เลือกรากบริเวณโคนราก ตัดให้มีขนาดและจำนวนเช่นเดียวกับข้อ 3.1.8

3.2 นำส่วนต่าง ๆ ของหญ้าเกล็ดปลาที่เตรียมไว้ในข้อ 3.1 แยกแช่ในน้ำยาฟิกเซทีฟ (Fixative) ชนิดคราฟ (Craf) (รายละเอียดอยู่ในภาคผนวก) เป็นเวลา 4 - 8 ชั่วโมง พร้อมกับดูดอากาศออกจากเนื้อเยื่อโดยใช้เครื่องดูดอากาศ แช่ชิ้นส่วนพืชในน้ำยานี้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง แล้วนำมาล้างน้ำยาฟิกเซทีฟออกด้วยเอธิลแอลกอฮอล์ 70% 3 ครั้ง ครั้งละ 15 นาที

3.3 จากข้อ 3.2 นำแต่ละส่วนของพืชมาแช่ในน้ำยาดูดน้ำเพื่อดึงน้ำออกจากเนื้อเยื่อพืช โดยแช่ส่วนของพืชในแต่ละน้ำยาเป็นเวลาต่างกัน เริ่มจากน้ำยาที่ 1 ไปตามลำดับ ซึ่งน้ำยาดูดน้ำประกอบด้วยส่วนผสมของเอธิลแอลกอฮอล์ เทอร์เชียรีบิวทิลแอลกอฮอล์และน้ำกลั่น เป็นอัตราส่วนต่าง ๆ กัน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงส่วนประกอบของน้ำยาดูดน้ำและเวลาที่ใช้ในการแช่ชิ้นส่วนพืช

สารและส่วนผสม (มล.) / น้ำยาที่	น้ำกลั่น	เอธิลแอลกอฮอล์ 70 %	เอธิลแอลกอฮอล์ 95 %	TBA	เวลาในการแช่ (ชั่วโมง)	สีอิโอซิน
1	40	50	-	10	6	-
2	30	50	-	20	1	-
3	15	50	-	35	1	-
4	-	50	-	50	1	-
5	-	-	25	75	1	-
6	-	-	-	100	3	-
7	-	-	-	100	12	-
8	-	-	-	100	1	2 - 3 หยด

3.4 นำแต่ละส่วนของพืชที่ผ่านกระบวนการในข้อ 3.3 มาเปลี่ยน TBA ใหม่ ใส่พาราฟินชิ้นบาง ๆ ลงไป ปิดฝาภาชนะทิ้งไว้ 1 คืน หลังจากนั้นเพิ่มชิ้นพาราฟินใส่ลงไปให้มากขึ้น เปิดฝาภาชนะนำเข้าตู้อบอุณหภูมิ 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และใส่ชิ้นพาราฟินเพิ่มขึ้นอีก เปลี่ยนอุณหภูมิเป็น 58 องศาเซลเซียส แช่ทิ้งไว้ 1 คืน ต่อจากนั้นจะเปลี่ยนใส่พาราฟินที่บริสุทธิ์ที่หลอมเหลว 3 ครั้ง ครั้งละ 2 ชั่วโมง

3.5 จากข้อ 3.4 นำชิ้นส่วนของพืชมาฝังในพาราฟิน (ที่หลอมเตรียมไว้) หลังจากทิ้งให้เย็นแล้วนำมาตัด Serial section ด้วยไมโครโตม โดยแต่ละส่วนของพืชจะตัดหนาไม่เท่ากัน และย้อมสีต่างกันดังนี้

ส่วนปลายยอดและปลายราก ตัดตามยาวให้มีความหนาประมาณ 10 - 15 ไมโครเมตร ย้อมด้วยสีฮีมาทอกซิลินที่เตรียมตามสูตรของ เดลาฟิลด์ (Delafield's haematoxylin) และย้อมด้วยสีซาฟรานินกับฟาสท์กรีน

ลำต้นและข้อ ตัดตามขวางให้มีความหนาประมาณ 14 - 16 ไมโครเมตร ย้อมด้วยสีซาฟรานินและฟาสท์กรีน

ใบ ตัดตามขวางให้มีความหนาประมาณ 15 - 20 ไมโครเมตร ย้อมสีเช่นเดียวกับลำต้นและข้อ

นำสไลด์ถาวรที่ได้มาศึกษาโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ด้วยกล้องจุลทรรศน์ บันทึกลักษณะโครงสร้างด้วยการบรรยายและการถ่ายภาพ

ตอนที่ 2 วิธีดำเนินการศึกษาเพื่อตรวจสอบหาแหล่งสาร

1. สารเคมี

1.1 กรดเกลือ (Hydrochloric acid) 10% และ 20%

1.2 กรดกำมะถันเข้มข้น (Sulfuric acid)

1.3 กรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) 5%

1.4 กรดไนตริก (Nitric acid) 10%

1.5 กรดพิกริก (Picric acid) 1%

1.6 น้ำแอมโมเนีย (Ammonium hydroxide)

1.7 สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (Calcium chloride)

1.8 สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (Sodium carbonate) 10%

1.9 สารละลายแบเรียมไฮดรอกไซด์อิ่มตัว (Barium hydroxide)

1.10 สารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide)

1.11 สารละลายโปตัสเซียมไบโครเมต (Potassium bichromate)

1.12 สารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต (Ferrous sulfate) 2.5% และ 5%

1.13 สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ (Ferric chloride) 1% และ 20%

1.14 สารละลายบิสมัธโปตัสเซียมไอโอไดด์เจือจาง (Bismuth potassium iodide)

1.15 สารละลายไอโอดีนโปตัสเซียมไอโอไดด์เจือจาง (Iodine potassium iodide)

1.16 เอธิลแอลกอฮอล์ (Ethyl alcohol) 95%

2. ส่วนของพืชที่ใช้ในการศึกษา

ส่วนของพืชที่นำมาตรวจสอบหาแหล่งสารแอลคาลอยด์ ไกลโคไซด์ชนิด อมายจ์ดาลิน อาร์บูทินและซาโปนินคือส่วนของใบอ่อน ใบแก่ ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกและลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง ใช้วิธีเลือกแบบสุ่มอย่างง่าย โดยตรวจสอบเจากส่วนของใบทั้งใบอ่อนและใบแก่ อย่างละ 30 ใบ ลำต้นทั้งที่มีการเจริญระยะแรก และระยะที่สอง อย่างละ 30 ปล้อง

3. วิธีการตรวจสอบ (Johansen. 1940 : 183 - 192)

3.1 วิธีการตรวจสอบแอลคาลอยด์

นำส่วนของพืชที่ตัดแล้วไปวางบนสไลด์ที่มีกรดเกลือ 10% ปิดด้วยแผ่นแก้วปิด หยดสารละลายบิสมัธโปตัสเซียมไอโอไดด์ และสารละลายไอโอดีนโปตัสเซียมไอโอไดด์อย่างเจือจางลงไปข้างแผ่นแก้วปิด อย่างละ 1 - 2 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงภายใต้กล้องจุลทรรศน์เปรียบเทียบกับส่วนของพืชที่ไม่ได้แช่ในสารละลายเหล่านี้ ถ้ามีแอลคาลอยด์จะมีตะกอนสีน้ำตาลดำ (Chocolate brown) เกิดขึ้น

3.2 วิธีการตรวจสอบไกลโคไซด์ชนิด อมายจ์ดาลิน

3.2.1 ใช้วิธีการตรวจสอบของกิกนาร์ด (Guignard test)

นำส่วนของพืชไปแช่ในสารละลายกรดพิกริก 1% เป็นเวลา 30 นาที ล้างกรดออกด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นนำไปวางบนสไลด์ที่มีสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 10% ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีอมายจ์ดาลินจะมีสีแดงเกิดขึ้น

3.2.2 ใช้วิธีตรวจสอบจากปฏิกิริยาเบอร์ลินบลู (Berlinblue reaction)

นำส่วนของพืชไปแช่ในสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 20% ในแอลกอฮอล์เป็นเวลา 2 - 3 นาที หยิบชิ้นส่วนของพืชมาวางบนกระจกนาฬิกาที่มีส่วนผสมเท่า ๆ กันของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต 2.5% และเฟอร์ริกคลอไรด์ 20% ที่ต้มให้เดือดแล้ว แช่ไว้เป็นเวลา 5 - 10 นาที หลังจากนั้นนำชิ้นส่วนพืชไปวางบนสไลด์ที่มีกรดเกลือ 20% ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีอมายจ์ดาลินจะมีสีน้ำเงินเกิดขึ้น

3.3 วิธีการตรวจสอบไกลโคไซด์ชนิดอาร์บูทิน

นำส่วนของพืชไปวางบนสไลด์ที่มีกรดไนตริก 10% ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะปรากฏเป็นสีส้มแก่ไนเซลล์ทันที ถ้ามีอาร์บูทินจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีจะจางลง

3.4 วิธีการตรวจสอบไกลโคไซด์ชนิดซาโปนิน

3.4.1 ใช้วิธีตรวจสอบจากปฏิกิริยาบรัสเซียนบลู (Brussianblue reaction)

ตัดส่วนของพืชเป็นชิ้นค่อนข้างหนา นำไปวางในสารละลายโปตัสเซียมไฮดรอกไซด์ 5% ในแอลกอฮอล์ประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นนำไปใส่ในส่วนผสมของสารละลายเฟอร์รัสซัลเฟต 5% และเฟอร์ริกคลอไรด์ 1% เก็บไว้ในที่มีอุณหภูมิ 70 องศา-เซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปใส่ในกรดเกลือ 20% ตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ถ้ามีซาโปนินจะปรากฏเป็นสีน้ำเงิน

3.4.2 ใช้วิธีตรวจสอบคุณสมบัติเฉพาะของซาโปนิน

วางส่วนของพืชบนสไลด์ที่มีกรดกำมะถันเข้มข้น 1 หยด สังเกตการเปลี่ยนแปลงของสีที่ปรากฏทันทีเป็นสีเหลือง 30 นาทีต่อมาจะเปลี่ยนเป็นสีแดง ในที่สุดจะเป็นสีม่วงหรือน้ำเงินเขียว บันทึกตำแหน่งซาโปนินโดยการนำส่วนของพืชที่ทดสอบแล้วไปใส่ในสารละลายอิ่มตัวของแบเรียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 24 ชั่วโมง สารประกอบของซาโปนินจะไม่ละลายและไม่มีสี หลังจากนั้นนำส่วนของพืชมาล้างด้วยสารละลายแคลเซียมคลอไรด์เจือจางแล้วหยดสารละลายโปตัสเซียมไบโครเมต 10% บริเวณที่มีซาโปนินจะเป็นสีเหลืองโดยการตรวจสอบภายใต้กล้องจุลทรรศน์

บทที่ 4

ผลการศึกษาค้นคว้า

ตอนที่ 1 ผลการศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา (Phyla nodiflora Greene.) พบว่าโครงสร้างในส่วนต่าง ๆ มีลักษณะดังนี้

1.1 กายวิภาคของปลายยอด

เนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (Apical meristem) เมื่อตัดผ่านกลางตามยาว (Median longitudinal section) มีลักษณะนูนเล็กน้อย (ภาพประกอบ 2) เนื้อเยื่อชั้นนอกสุดประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวเป็นแถวอย่างเป็นระเบียบจำนวนหนึ่งชั้นเซลล์ เซลล์บริเวณนี้คือ ทูนิกา (Tunica) (ภาพประกอบ 3) เซลล์เหล่านี้เรียงตัวกันแน่นไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์มีขนาดเล็ก ความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิว (Tangential wall) และด้านที่ตั้งฉากกับผิว (Radial wall) โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5.2 และ 4.1 ไมโครเมตรตามลำดับ ภายในเซลล์มีนิวเคลียสขนาดใหญ่และไซโทพลาสซึม (Cytoplasm) เข้มข้น สังเกตจากการติดสีย้อมที่เข้มกว่าบริเวณอื่น เซลล์ในบริเวณนี้จะมีการแบ่งตัวในแนวตั้งฉากกับผิว เพราะการจัดเรียงตัวของเซลล์เป็นแถวอย่างมีระเบียบ ถัดลงมาเป็นบริเวณที่ประกอบด้วยเซลล์ที่มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ในชั้นทูนิกาเล็กน้อย (ภาพประกอบ 3) เซลล์เรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบ จำนวน 2 - 3 ชั้นเซลล์ เนื่องจากมีการแบ่งเซลล์หลายแนว เช่น แนวตั้งฉากกับผิว แนวขนานและแนวเฉียง ความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.2 และ 4.4 ไมโครเมตรตามลำดับ เซลล์บริเวณนี้คือ คอร์ปัส (Corpus) บริเวณด้านข้างของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดจะเป็นส่วนของฐานใบแรกเกิด (Leaf buttress) (ภาพประกอบ 3) ซึ่งจะเจริญมากขึ้นเป็นปุ่มใบ (Leaf primordium) (ภาพประกอบ 4) และจะพัฒนาไปเป็นใบ ในระยะที่ปลายยอดเริ่มมีปุ่มใบนี้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดจะลดความโค้งลงทำให้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีลักษณะเว้าลงเล็กน้อย (ภาพประกอบ 4)

ถัดจากกลุ่มเซลล์ของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงมาจะเป็น ไพรมารีเมอริสเตม (Primary meristem) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างลักษณะแตกต่างกันเห็นได้ชัดเป็นสามบริเวณ (ภาพประกอบ 4 และ 5) คือส่วนของ โปรโตเดอร์ม (Protoderm) เป็นเซลล์ชั้นนอกสุดแถวเดียวบริเวณผิว เซลล์

เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 4.5 และ 7.7 ไมโครเมตรตามลำดับ ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นส่วนของเนื้อเยื่อชั้นผิว (Epidermis) บริเวณด้านข้างทั้งสองของลำต้นจะมีเซลล์รูปร่างยาวขนาดเล็กเรียงตัวกันเป็นแถวตามความยาวของลำต้น โดยด้านยาวของเซลล์จะขนานกับแกนยาวของลำต้น นับจำนวนเซลล์ตามแนวขวางของลำต้นได้ประมาณ 7 - 8 แถว กลุ่มเซลล์นี้คือ โปรแคมเบียม (Procambium) ภายในเซลล์มีไซโทพลาสซึมเข้มข้น เซลล์ในส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อในระบบลำเลียง สำหรับกราวด์เมอริสเตม (Ground meristem) เป็นกลุ่มเซลล์อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นโปรโตเดอร์มเข้ามา และบริเวณกลางของลำต้นซึ่งอยู่ระหว่างแนวของโปรแคมเบียมทั้งสองแนว ทำให้กราวด์เมอริสเตมถูกแบ่งออกเป็นสองบริเวณ คือถัดจากเซลล์ชั้นโปรโตเดอร์มทั้งซ้ายและขวาเข้ามาจนถึงชั้นโปรแคมเบียมและบริเวณส่วนกลางของลำต้น ลักษณะของเซลล์ในบริเวณกราวด์เมอริสเตมนี้คล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ๆ เรียงตัวตามแนวแกนยาวของลำต้นเป็นแถวค่อนข้างเป็นระเบียบ นับจำนวนแถวของเซลล์ตามแนวขวางของลำต้นบริเวณระหว่างชั้นของโปรโตเดอร์มกับโปรแคมเบียมได้ประมาณ 9 - 10 แถว ความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 14.7 และ 10.3 ไมโครเมตรตามลำดับ เซลล์ส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อพื้นในชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex)

สำหรับกราวด์เมอริสเตมบริเวณกลางของลำต้นมีจำนวนแถวตามแนวขวางของลำต้นประมาณ 23 - 25 แถว ขนาดของเซลล์จะใหญ่กว่าเซลล์ที่อยู่ระหว่างโปรโตเดอร์มกับโปรแคมเบียมเล็กน้อย คือความยาวด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 20.6 และ 14.7 ไมโครเมตรตามลำดับ เซลล์ในบริเวณนี้จะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อพื้นในชั้นพิธ (Pith)

1.2 <u>กายวิภาคของลำต้น</u>

<u>ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก</u> (Primary growth)

จากการตัดตามขวางส่วนของลำต้นปล้องที่หนึ่ง พบว่าสังเขปมีรูปคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีมุมมน บริเวณกึ่งกลางของด้านยาวทั้งสองด้านจะเป็นร่องเว้าลึกลงเล็กน้อยทำให้เกิดสันนูนขึ้นด้านละสองสัน (ภาพประกอบ 6) โครงสร้างของเนื้อเยื่อในชั้นต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

<u>ชั้นผิว</u> ประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถวเรียงเป็นระเบียบอยู่รอบนอกสุด เซลล์มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมที่ผนังเซลล์มีความยาวเกือบเท่ากันทุกด้าน ขนาดของเซลล์โดยวัดความยาวเฉลี่ยด้านที่

ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวเท่ากับ 19.7 และ 20.2 ไมโครเมตรตามลำดับ ที่เซลล์ชั้นผิวนี้พบเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมแทรกอยู่เป็นระยะ โดยมีตำแหน่งสูงกว่าเซลล์ผิวเล็กน้อย จัดเป็นแบบ เรซสโตมาตา (Raised stomata) จากการลอกผิวของลำต้น (ภาพประกอบ 7) ตรวจดูบริเวณที่เป็นปากใบพบว่า เซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมมีการเรียงตัวเป็นสองแบบ คือแบบไดอะไซติก (Diacytic) ซึ่งมีเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมสองเซลล์ขนาบอยู่ทางด้านหัวและท้ายของเซลล์คุมที่มีรูปร่างคล้ายไต และแบบแอนนิโซไซติก (Anisocytic) ที่เซลล์คุมล้อมรอบด้วยเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมจำนวนสามเซลล์ที่มีขนาดไม่เท่ากันคือ สองเซลล์จะมีขนาดใหญ่อีกหนึ่งเซลล์จะมีขนาดเล็ก จะพบลักษณะเช่นนี้มากกว่าแบบไดอะไซติก นอกจากนี้ยังพบกลุ่มเซลล์ขนที่แทรกอยู่ที่เซลล์ชั้นผิวเป็นจำนวนมาก แบ่งออกเป็นสองแบบ (ภาพประกอบ 8) แบบแรกมีฐานที่ประกอบด้วยเซลล์สี่เซลล์เรียงตัวอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเซลล์ผิว ส่วนหัวของกลุ่มเซลล์ขนเป็นเซลล์รูปร่างยาวหัวท้ายแหลม ความยาวของเซลล์ส่วนหัวจะทอดขนานไปตามความยาวของลำต้น จึงทำให้ลักษณะของกลุ่มเซลล์ขนเป็นรูปตัวที (Two arm, T shape) เห็นได้ชัดเมื่อตัดผ่านลำต้นตามยาว (ภาพประกอบ 9) แต่เมื่อตัดลำต้นตามขวางจะเห็นเซลล์ส่วนหัวมีลักษณะค่อนข้างกลมอยู่สูงกว่าเซลล์ผิวเล็กน้อย (ภาพประกอบ 8) เซลล์ขนอีกแบบหนึ่งมีเซลล์ฐานเพียงหนึ่งเซลล์อยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว ส่วนหัวของเซลล์ขนประกอบด้วยเซลล์สองเซลล์ซ้อนกัน เซลล์ที่อยู่ด้านบนจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ด้านล่าง (ภาพประกอบ 8 และ 10) เซลล์ขนชนิดนี้มีจำนวนน้อยกว่าเซลล์ขนแบบแรก

ชั้นคอร์เทกซ์ อยู่ถัดจากชั้นผิวเข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ (ภาพประกอบ 6 และ 11) กล่าวคือบริเวณสันนูนทั้งสี่สัน พบกลุ่มเซลล์คอลเลงคิมาที่มีผนังหนาตามมุมเรียกว่า แองกูลาคอลเลงคิมา (Angular collenchyma) จำนวน 5 - 6 ชั้นเซลล์ ส่วนบริเวณลำต้นด้านที่ไม่มีสันนูนจะมีกลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมาเป็นแถบยาวจำนวน 4 - 5 ชั้นเซลล์ กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมาทั้งสองบริเวณนี้ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างหลายเหลี่ยมจนกระทั่งเกือบกลม ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 12.5 - 42.5 ไมโครเมตร ระหว่างกลุ่มเซลล์และใต้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมา จะเป็นกลุ่มเซลล์พาเรงคิมา (Parenchyma) ที่ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) อยู่ในตำแหน่งชิดกับผนังเซลล์จึงเรียกกลุ่มเซลล์นี้ว่า คลอเรงคิมา (Chlorenchyma) เซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่ระหว่างกลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมานั้น

จะมีจำนวน 8 - 14 ชั้นเซลล์ เซลล์เป็นรูปหลายเหลี่ยมเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นจำนวนมาก เซลล์ที่อยู่ชิดกับชั้นผิวจะมีขนาดเล็กและมีจำนวนคลอโรพลาสต์มากกว่าเซลล์ในชั้นถัดเข้าไป ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 7.5 - 25 ไมโครเมตร สำหรับชั้นของเซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่ใต้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมานั้นมี 8 - 9 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงตัวกันหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์อยู่โดยทั่วไป เซลล์ที่อยู่ด้านในจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและมีจำนวนคลอโรพลาสต์ลดลงกว่าเซลล์ที่อยู่ด้านนอก ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 15 - 40 ไมโครเมตร

ชั้นสตีล (Stele) อยู่ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้าไปประกอบด้วยกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular bundle) ขนาดใหญ่อยู่ที่บริเวณมุมของลำต้นสี่กลุ่มและกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กแทรกอยู่ระหว่างกลุ่มใหญ่จำนวนประมาณหกกลุ่ม โดยกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงจะเรียงตัวเป็นวงอย่างเป็นระเบียบ ระหว่างเนื้อเยื่อลำเลียงแต่ละกลุ่ม พบกลุ่มเซลล์เรซิดวลเมอริสเตม (Residual meristem) ลักษณะของเซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียงตัวกันเป็นแถวจำนวน 2 - 3 ชั้นเซลล์ ทำให้เห็นคล้ายกับวงของแคมเบียม เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรก (Primary xylem) ซึ่งอยู่ด้านในของลำต้น ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำคือเซลล์พวกเวสเซล (Vessel) ที่เรียงตัวเป็นแถวตามแนวรัศมีของลำต้น แต่ละแถวมีจำนวน 2 - 5 เซลล์ ลักษณะของเซลล์เป็นเซลล์ที่มีผนังหนามีรูปร่างตั้งแต่หลายเหลี่ยม วงรีจนเกือบกลม เซลล์เวสเซลที่อยู่ด้านในสุดเป็นเซลล์ที่เกิดก่อนเรียกว่า โปรโตไซเลม (Protoxylem) จะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์เวสเซลที่อยู่ด้านนอกซึ่งเป็นเซลล์ที่เกิดขึ้นทีหลังเรียกว่า เมตาไซเลม (Metaxylem) (ภาพประกอบ 12) ขนาดของเซลล์เวสเซลวัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 5.2 - 18 ไมโครเมตร ระหว่างแถวของเซลล์เวสเซลจะมีเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่ สำหรับกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะแรก (Primary phloem) จะอยู่ถัดจากเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำออกไปทางด้านนอกของลำต้น (ภาพประกอบ 12) ประกอบไปด้วยเซลล์หลอดตะแกรง (Seive tube member) เซลล์ประกบ (Companion cell) และเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่โดยทั่วไป

ชั้นในสุดของสตีลคือ พิธ เป็นเนื้อเยื่อบริเวณส่วนกลางของลำต้น (ภาพประกอบ 6 และ 12) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเพียงชนิดเดียว เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอนตั้งแต่เป็นรูปหลายเหลี่ยมจนเกือบกลมเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นทั่วไป เซลล์ที่เรียงตัวอยู่บริเวณ

รอบนอกมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่บริเวณกลางลำต้น ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 7.5 - 50 ไมโครเมตร

สำหรับโครงสร้างส่วนของข้อซึ่งมีการแตกของใบเป็นแบบตรงข้ามกัน (Opposit) จากการตัดตามขวาง (ภาพประกอบ 13 และ 14) พบว่าสังเขปจะเป็นรูปวงรี ที่บริเวณกึ่งกลางของด้านยาวยังคงมีร่องเว้าลึกลงทำให้เกิดสันนูนข้างละสองสัน ลักษณะของระบบลำเลียงบริเวณที่มีการแตกของใบแต่ละด้านจะเป็นแบบ ยูนิแลคคูนาโนด (Unilacunar node) กล่าวคือจะมีกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงในลำต้นที่แตกแขนงแยกเข้าไปในส่วนของก้านใบเรียกว่า ลีฟเทรซ (Leaf trace) หนึ่งกลุ่ม ลักษณะดังกล่าวจะทำให้วงของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงส่วนที่อยู่ในลำต้นขาดจากกันตรงบริเวณที่อยู่เหนือกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงที่แยกออกมา ซึ่งจะมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาอยู่แทนที่เนื้อเยื่อของระบบลำเลียงที่ขาดหายไป เรียกบริเวณนี้ว่า ลีฟแกพ (Leaf gap) ส่วนกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงในลำต้นที่แตกแขนงแยกเข้าไปในส่วนของกิ่งจะเรียกว่า บรานช์เทรซ (Branch trace) มีอยู่สองกลุ่มอยู่ถัดเข้ามาข้างในซึ่งจะทำให้วงของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงส่วนที่อยู่ในลำต้นขาดจากกันตรงบริเวณเหนือกลุ่มลำเลียงสองกลุ่มที่แยกออกมาและมีเนื้อเยื่อพาเรงคิมาอยู่แทนที่เรียกบริเวณนี้ว่า บรานช์แกพ (Branch gap)

ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง (Secondary growth)

ลักษณะของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองบริเวณปล้องที่ 5 นับจากยอดเมื่อตัดตามขวาง (ภาพประกอบ 15) พบว่าสังเขปของลำต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมมนที่มีโครงสร้าง ดังนี้

ชั้นผิว เซลล์ผิวในระยะนี้ยังคงเรียงตัวเป็นแถวเดียว (ภาพประกอบ 15) แต่ผนังเซลล์ทุกด้านจะหนาขึ้น ผนังเซลล์ด้านนอกของลำต้นที่สัมผัสกับอากาศจะมีคิวติเคิล (Cuticle) ฉาบอยู่หนาประมาณ 1.9 ไมโครเมตร ขนาดของเซลล์ผิววัดโดยเฉลี่ยตามแนวขนานกับผิวและตามแนวตั้งฉากกับผิวเท่ากับ 27.8 และ 38.4 ไมโครเมตรตามลำดับ พบกลุ่มเซลล์ขนสองแบบ แบบแรกมีฐานที่ประกอบด้วยเซลล์สี่เซลล์เรียงตัวอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเซลล์ผิว ส่วนหัวของกลุ่มเซลล์ขนมีหนึ่งเซลล์เป็นเซลล์รูปร่างยาวหัวท้ายแหลม จึงทำให้ลักษณะของกลุ่มเซลล์ขนเป็นรูปตัวที (ภาพประกอบ 16) เซลล์ขนอีกแบบหนึ่งมีเซลล์ฐานหนึ่งเซลล์อยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว ส่วนหัวของเซลล์ขนประกอบด้วยเซลล์สองเซลล์ซ้อนกัน เซลล์ที่อยู่ด้านบนจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ด้านล่าง เซลล์ขนชนิดนี้มีจำนวน

น้อยกว่าเซลล์ชนแบบแรก นอกจากนี้ยังพบเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมแทรกอยู่เป็นระยะ ๆ ในตำแหน่งที่สูงกว่าเซลล์ผิวเล็กน้อย

ชั้นคอร์เทกซ์ การจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นนี้จะคล้ายกับลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรก แต่ขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้น กลุ่มเซลล์คอลเลงคิมาที่อยู่บริเวณมุมของลำต้น (ภาพประกอบ 17) และที่เป็นแถบยาวบริเวณด้านกว้างของลำต้นจะมีจำนวนชั้นของเซลล์ 5 - 6 และ 4 - 5 ชั้นเซลล์ตามลำดับเช่นเดียวกับลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรกแต่ผนังเซลล์จะหนาขึ้น เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปรี ขนาดของเซลล์โดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 5.2 - 33.5 และ 6.4 - 43.9 ไมโครเมตรตามลำดับ สำหรับกลุ่มเซลล์คลอเรงคิมาที่แทรกอยู่ระหว่างกลุ่มและใกล้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมา (ภาพประกอบ 17 และ 20) ยังคงมีจำนวน 8 - 14 ชั้นเซลล์เช่นเดียวกับลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรก ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์มีขนาดตั้งแต่ 21.2 - 27.6 ไมโครเมตร เซลล์มีรูปร่างตั้งแต่หลายเหลี่ยม รูปรีจนเกือบกลมเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าที่พบในลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรก เซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่ลึกเข้าไปจะมีจำนวนคลอโรพลาสต์ลดลงเรื่อย ๆ และพบว่าเซลล์คลอเรงคิมาด้านในสุดประมาณ 4 - 5 ชั้นเซลล์จะมีจำนวนคลอโรพลาสต์น้อยมาก บางเซลล์ไม่ปรากฏว่ามีคลอโรพลาสต์อยู่เลย (ภาพประกอบ 16)

ด้านในสุดของชั้นคอร์เทกซ์ (ภาพประกอบ 18) จะเป็นเซลล์รูปร่างค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ๆ เรียงตัวชิดกันเป็นแถวเดียวเรียกเซลล์ชั้นนี้ว่า เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) ขนาดของเซลล์โดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 19.5 และ 25.9 ไมโครเมตรตามลำดับ พบแคสพาเรียนสตริป (Casparien strip) มีลักษณะเป็นแถบย้อมติดสีแดงพาดจากผนังเซลล์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งในแนวขนานกับผิว

ชั้นสตีล ในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนี้อินเตอฟาสซิคูลาแคมเบียมซึ่งเกิดอยู่นอกกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารกับฟาสซิคูลาแคมเบียมซึ่งเกิดอยู่ในกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารได้เรียงตัวต่อเข้าเป็นวงเดียวกันเรียกว่า วาสคูลาแคมเบียม (Vascular cambium) ซึ่งลักษณะของเซลล์วาสคูลาแคมเบียมจะเป็นเซลล์รูปร่างสี่เหลี่ยมผืนผ้าแคบ ๆ เรียงตัวเป็นแถวหนา 3 - 4 ชั้นเซลล์ (ภาพประกอบ 19) เมื่อถึงการเจริญเติบโตในระยะที่สองกลุ่มเซลล์

ห้องสมุดบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

วาสคูลาแคมเบียมจะมีการแบ่งตัวทำให้เกิดเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะที่สอง (Secondary phloem) ทางด้านนอกของแนววาสคูลาแคมเบียมและเกิดเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สอง (Secondary xylem) ทางด้านใน ทำให้เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารที่เกิดในระยะที่สองของแต่ละกลุ่มเชื่อมต่อกันและเห็นเป็นวงโดยรอบ กลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกที่อยู่บริเวณมุมของลำต้นสี่กลุ่ม (ภาพประกอบ 17 และ 19) ช่วงนี้จะพบว่าประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำซึ่งเป็นเซลล์เวสเซลและเซลล์เทรคีด (Tracheid) เรียงตัวกันเป็นแถว แถวละ 6 - 8 เซลล์ และมีเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่ระหว่างแถวของเซลล์ลำเลียงน้ำ การจัดเรียงตัวของเซลล์ดังกล่าวจะเห็นแนวของ ไซเลมเรย์ (Xylem ray) และเซลล์ลำเลียงน้ำเรียงตัวเป็นแถวในแนวรัศมีชัดเจนยิ่งขึ้น ลักษณะของเซลล์ลำเลียงน้ำจะมีรูปร่างหลายเหลี่ยม ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดตั้งแต่ 5 - 55.2 ไมโครเมตร บางแห่งจะพบส่วนของโปรโตไซเลมที่ถูกเบียดจนกระทั่งเซลล์เสียรูปร่างไป (ภาพประกอบ 19) สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สองส่วนที่สร้างขึ้นใหม่ในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ ในตำแหน่งที่อยู่ระหว่างกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงเดิม (ภาพประกอบ 20) จะประกอบไปด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำที่มีขนาดเท่า ๆ กันเรียงตัวเป็นแถว แถวละ 4 - 7 เซลล์ รูปร่างของเซลล์จะเป็นรูปหลายเหลี่ยม ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์จะมีขนาดประมาณ 10.4 ไมโครเมตร ไม่พบส่วนของไซเลมเรย์ เซลล์ลำเลียงน้ำชนิดเซลล์เวสเซลที่พบในกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำนั้นจากการตัดตามยาว (ภาพประกอบ 21) พบว่าจะมีผนังเซลล์เป็นแบบเฮลิคอล (Helical) และแบบสคาลาริฟอร์ม (Scalariform)

สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่พบในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนั้นจะกระจายเป็นกลุ่มอยู่ด้านนอกของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ (ภาพประกอบ 19) ประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา ทางด้านนอกของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารพบกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ (Fiber) (ภาพประกอบ 19 และ 20) กลุ่มละ 2 - 16 เซลล์ เรียงตัวกันเป็นแถบหุ้มกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารไว้ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้ไม่พบในลำต้นที่มีการเจริญเติบโตในระยะแรก

ชั้นในสุดเป็นพิธ ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเพียงชนิดเดียว เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน มีตั้งแต่หลายเหลี่ยม รูปเรียวยาว รูปไข่จนเกือบกลมเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ขนาดของช่องว่างระหว่างเซลล์จะใหญ่กว่าในส่วนพิธของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก และเซลล์ในส่วนกลางลำต้น

178425

จะมีขนาดใหญ่ที่สุด ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 7.5 - 67.5 ไมโครเมตร จากการตัดตามขวางบริเวณลำต้นที่อยู่ใกล้โคน (ภาพประกอบ 22) พบว่าเซลล์พาเรงคิมาบริเวณพิธตรงส่วนกลางของลำต้นจะสลายไปทำให้เกิดเป็นช่องว่าง (Cavity) ขนาดใหญ่ขึ้น

สำหรับโครงสร้างภายในบริเวณข้อของลำต้นที่มีการเจริญในระยะที่สอง จากการตัดตามขวาง (ภาพประกอบ 23) พบว่ายังคงมีการจัดเรียงตัวของระบบลำเลียงเช่นเดียวกับข้อในลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรกแต่ขนาดของเซลล์ในชั้นผิวคอร์เทกซ์และพิธจะมีขนาดใหญ่ขึ้น กลุ่มของเนื้อเยื่อในระบบลำเลียงจะมีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นซึ่งเกิดจากการแบ่งตัวของวาสคูลาแคมเบียมและขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มเนื้อเยื่อพาเรงคิมาบริเวณใกล้กับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารทางด้านนอกมีการแบ่งตัวเป็นจุดกำเนิดของรากวิสามัญ (Adventitious root) (ภาพประกอบ 24) เมื่อรากวิสามัญเจริญมากขึ้น เนื้อเยื่อลำเลียงในรากวิสามัญนี้จะเชื่อมต่อกับเนื้อเยื่อลำเลียงที่อยู่ในลำต้นบริเวณข้อด้วย (ภาพประกอบ 25)

1.3 <u>กายวิภาคของใบ</u>

<u>ใบอ่อน</u> เป็นใบขนาดเล็กคู่แรกนับจากปลายยอดมีสีเขียวอ่อนยังคลี่รับแสงไม่เต็มที่ ใบมีขนาดกว้างวัดตามแนวที่กว้างที่สุดของแผ่นใบได้ 0.5 เซนติเมตร และขนาดยาววัดตามความยาวที่สุดของแผ่นใบได้ 0.9 เซนติเมตร ความหนาของแผ่นใบประมาณ 302.3 ไมโครเมตร เมื่อนำมาตัดตามขวางพบว่าโครงสร้างภายในมีลักษณะดังนี้

<u>ชั้นผิว</u> ทั้งผิวด้านบน (Upper epidermis) และผิวด้านล่าง (Lower epidermis) ต่างก็ประกอบด้วยเซลล์ผิวหนึ่งแถว (ภาพประกอบ 26) รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดของเซลล์ผิวด้านบนจะใหญ่กว่าเซลล์ผิวด้านล่างเล็กน้อย เซลล์ผิวด้านบนโดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 24.6 และ 32.9 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนเซลล์ผิวด้านล่างโดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 19.7 และ 29.2 ไมโครเมตรตามลำดับ พบกลุ่มเซลล์ขนสองแบบแทรกอยู่ที่เซลล์ผิวด้านบนและด้านล่างเป็นระยะ ๆ มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้น คือกลุ่มเซลล์ขนแบบแรกมีเซลล์ฐานสี่เซลล์อยู่ในระดับต่ำกว่าเซลล์ผิวส่วนหัวของเซลล์ขนมีหนึ่งเซลล์ มีลักษณะเป็นเซลล์ยาวหัวท้ายแหลม ทำให้เห็นกลุ่มเซลล์ขนเป็นรูปตัวที ความยาวของเซลล์ส่วนหัวของกลุ่มเซลล์ขนจะทอดขนานไปตามความยาวของแผ่นใบ

เซลล์ขนอีกแบบหนึ่งมีเซลล์ฐานหนึ่งเซลล์อยู่ต่ำกว่าระดับของเซลล์ผิว เซลล์ส่วนหัวมีสองเซลล์ เซลล์ที่อยู่ด้านบนจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ด้านล่าง สำหรับเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมพบแทรกอยู่ทั่วไปในระดับเดียวกับเซลล์ชั้นผิวและเหนือเซลล์ชั้นผิวขึ้นมาเล็กน้อยทั้งในชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง เซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมมีการเรียงตัวเป็นสองแบบ คือแบบไดอะไซติก (ภาพประกอบ 27) และแบบแอนนิโซไซติก แต่พบแบบไดอะไซติกมากกว่า

ชั้นเมโซฟิล (Mesophyll) ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีรูปร่างต่างกันสองแบบ แบบแรกประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีรูปร่างยาวเรียงตัวตั้งฉากกับผิวด้านบนอย่างเป็นระเบียบไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์เหล่านี้คือ แพลิเซดพาเรงคิมา (Palisade parenchyma) มีจำนวน 3 - 5 ชั้นเซลล์ มีทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (ภาพประกอบ 26) เซลล์ขนาดเล็กโดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 7.3 - 10 และ 17.6 - 40.8 ไมโครเมตรตามลำดับ ภายในเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์จำนวนมากเรียงตัวอยู่ชิดกับผนังเซลล์ ส่วนเซลล์ขนาดใหญ่โดยเฉลี่ยมีความกว้างและยาวเท่ากับ 30.9 และ 72.3 ไมโครเมตรตามลำดับ แทรกอยู่ระหว่างกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กเป็นระยะ ๆ ตลอดแนว ภายในเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์เรียงตัวอยู่ชิดกับผนังเซลล์เช่นเดียวกับเซลล์ขนาดเล็ก เซลล์ขนาดใหญ่นี้เป็นเซลล์ที่ไม่มีการแบ่งเซลล์ตามยาวหรือตามแนวตั้งฉากกับผิวในระหว่างการพัฒนา เมโซฟิลอีกแบบหนึ่ง ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีรูปร่างไม่แน่นอน อยู่ชิดกับผิวด้านล่างเรียกว่า สปันจีพาเรงคิมา (Spongy parenchyma) เซลล์เหล่านี้เรียงตัวไม่เป็นระเบียบ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นทั่วไปจำนวนมาก มีประมาณ 3 - 7 ชั้นเซลล์ ภายในเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์กระจายอยู่ทั่วไป เซลล์ที่อยู่ชิดทางด้านผิวล่างจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้าไปภายใน

ในชั้นสปันจีพาเรงคิมาจะพบเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กซึ่งประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำขนาดเล็กเพียง 1 - 5 เซลล์และกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารขนาดเล็ก นอกจากนี้พบชั้นของเซลล์พาเรงคิมาที่เรียงตัวชิดกันล้อมรอบกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง เรียกเซลล์พาเรงคิมาเหล่านี้ว่า บันเดิลชีท (Bundle sheath)

สำหรับโครงสร้างบริเวณเส้นกลางใบเมื่อตัดตามขวางมีลักษณะดังนี้ (ภาพประกอบ 28) ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ผิวประกอบด้วยเซลล์รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวเป็นแถวเดียวทั้งทาง

ผิวด้านบนและผิวด้านล่าง เซลล์ผิวด้านบนโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 22.6 และ 27.6 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนเซลล์ผิวด้านล่างโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 23.2 และ 32.6 ไมโครเมตรตามลำดับ ถัดจากเซลล์ผิวด้านบนลงมาจะเป็นเซลล์พาเรงคิมาจำนวน 1 - 3 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้น ทางด้านผิวล่างจะโป่งนูนออกเป็นสัน ถัดจากเซลล์ชั้นผิวเข้าไปจะเป็นเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมา มีประมาณ 1 - 2 ชั้นเซลล์และเซลล์พาเรงคิมาอีก 1 - 2 ชั้นเซลล์ตามลำดับ บริเวณตรงกลางจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ (ภาพประกอบ 29) ประกอบด้วยเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำที่มีเซลล์เวสเซลเรียงตัวเป็นแถวอยู่ใกล้ด้านผิวบน แต่ละแถวมีจำนวน 1 - 3 เซลล์ และเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่มีเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา

<u>ใบแก่</u> ใช้ใบคู่ที่ห้า เป็นใบที่คลี่เต็มที่มีสีเขียวเข้ม ใบมีขนาดกว้างวัดตามแนวที่กว้างที่สุดของแผ่นใบได้ 2.5 เซนติเมตร ความหนาของแผ่นใบประมาณ 360.9 ไมโครเมตร เมื่อนำมาตัดตามขวางพบว่าการจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ โดยทั่วไปคล้ายกับใบอ่อนคู่แรกดังนี้

<u>ชั้นผิว</u> เซลล์ผิวทั้งด้านบนและด้านล่างยังคงเป็นเซลล์ที่เรียงตัวเป็นแถวเดียว (ภาพประกอบ 30) ผนังเซลล์ด้านนอกที่สัมผัสกับอากาศของทั้งเซลล์ผิวด้านบนและด้านล่างมีชั้นคิวติเคิลฉาบอยู่ มีความหนาประมาณ 1.9 ไมโครเมตร เซลล์ผิวด้านบนโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 25.8 และ 36.4 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนเซลล์ผิวด้านล่างโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 23.5 และ 31.4 ไมโครเมตรตามลำดับ พบเซลล์ขน เซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมที่มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อนคู่แรก แทรกอยู่เป็นระยะทั้งในชั้นผิวด้านบนและด้านล่าง

<u>ชั้นเมโซฟิล</u> จำนวนชั้นของแพลิเซดพาเรงคิมาที่อยู่ชิดทางด้านผิวบน (ภาพประกอบ 31) มีประมาณ 3 - 5 ชั้นเซลล์เช่นเดียวกับใบอ่อนคู่แรก แต่เซลล์มีขนาดใหญ่ขึ้นและยังคงมีทั้งเซลล์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เซลล์ขนาดเล็กมีความกว้างและยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 11.7 และ 35.1 ไมโครเมตรตามลำดับ เซลล์ขนาดใหญ่มีความกว้างและยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 31.8 และ 80.3 ไมโครเมตรตามลำดับ ภายในเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่มีเม็ดคลอโรพลาสต์เรียงตัวอยู่ชิดกับผนังเซลล์ ส่วนกลุ่มเซลล์สปันจีพาเรงคิมา ที่อยู่ชิดทางด้านผิวล่างนั้น (ภาพประกอบ 32)

มีจำนวน 6 - 9 ชั้นเซลล์ เซลล์เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ไม่เป็นระเบียบทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นทั่วไป โดยขนาดของเซลล์และช่องว่างระหว่างเซลล์จะใหญ่กว่าที่พบในใบอ่อน สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กที่อยู่บริเวณเส้นเวนในส่วนของแผ่นใบในชั้นเมโซฟิลนั้น จะมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อนและมีเซลล์บันเดิลชีทล้อมรอบแต่ขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้น

โครงสร้างบริเวณเส้นกลางใบจะมีลักษณะดังนี้ (ภาพประกอบ 33) ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์ผิวทั้งผิวด้านบนและผิวด้านล่างประกอบด้วยเซลล์รูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวเป็นแถวเดียว บริเวณผนังเซลล์ด้านนอกที่สัมผัสกับอากาศมีชั้นคิวติเคิลฉาบอยู่หนาประมาณ 1.9 ไมโครเมตร เซลล์ผิวด้านบนโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 20.1 และ 27.6 ไมโครเมตรตามลำดับ ส่วนเซลล์ผิวด้านล่างโดยเฉลี่ยมีขนาดกว้างและยาวเท่ากับ 15.1 และ 23.8 ไมโครเมตรตามลำดับ ถัดจากชั้นผิวด้านบนเข้ามาประกอบด้วยเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมาจำนวน 3 - 6 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างเป็นเหลี่ยม ใต้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมาพบเซลล์พาเรงคิมาอีก 1 - 4 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน มีหลายเหลี่ยมเรียงตัวกันหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ส่วนเซลล์ที่อยู่ถัดจากผิวด้านล่างเข้ามาจะเป็นเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมาจำนวน 2 - 4 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมจนเกือบกลม ใต้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมานี้จะเป็นเซลล์พาเรงคิมาจำนวน 5 - 7 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยมเรียงตัวกันหลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นทั่วไป เนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ที่อยู่ในเส้นกลางใบนั้นพบว่าเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารจะเรียงตัวประกบกันเป็นรูปครึ่งวงกลม (ภาพประกอบ 33 และ 34) เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำมีเซลล์เวสเซลเรียงตัวกันเป็นแถว แต่ละแถวมีจำนวน 3 - 4 เซลล์ เซลล์เวสเซลที่อยู่ใกล้ผิวด้านบนจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ใกล้ผิวด้านล่าง เซลล์มีลักษณะเป็นรูปหลายเหลี่ยมจนเกือบกลม ผนังเซลล์หนา ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดมีค่าอยู่ระหว่าง 5 - 12.6 ไมโครเมตร ระหว่างแถวของเซลล์เวสเซลพบเซลล์พาเรงคิมามาแทรกอยู่ทั่วไป ส่วนเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่อยู่ทางด้านนอกของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำใกล้ผิวด้านล่างนั้นประกอบไปด้วย เซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กที่อยู่บริเวณเส้นเวนในส่วนของแผ่นใบในชั้นเมโซฟิลนั้น จะมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อนและมีเซลล์บันเดิลชีทล้อมรอบ แต่ขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้น

1.4 กายวิภาคของปลายราก

จากการตัดผ่านกลางตามยาวบริเวณปลายรากวิสามัญของหญ้าเกล็ดปลา พบว่ามีโครงสร้างภายในดังนี้ (ภาพประกอบ 35) ที่ปลายสุดของรากจะมีหมวกราก (Root cap) หุ้มอยู่ กลุ่มเซลล์หมวกรากนี้ยาวประมาณ 180.6 ไมโครเมตร ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีขนาดใหญ่จำนวน 9 - 10 ชั้น มีรูปร่างต่างกันตั้งแต่หลายเหลี่ยมจนกระทั่งมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ภายในเซลล์มีไซโทพลาสซึมข้น สังเกตจากการย้อมสีจะเข้มกว่าบริเวณอื่น ส่วนของหมวกรากจะหุ้มส่วนของเนื้อเยื่อเจริญปลายรากขึ้นมาทางด้านข้างของรากอีกประมาณ 216.5 ไมโครเมตร ปลายสุดของรากถัดจากหมวกรากขึ้นมาเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่มีลักษณะของเซลล์เหมือนกันทั้งหมดเรียกว่า โปรเมอริสเตม (Promeristem) ถัดจากกลุ่มเซลล์นี้ขึ้นไป จะพบกลุ่มเซลล์ที่มีลักษณะต่างกันเป็นสามบริเวณเรียกว่า ไพรมารีเมอริสเตม (ภาพประกอบ 36) ซึ่งประกอบด้วย โปรโตเดอร์ม โปรแคมเบียมและกราวด์-เมอริสเตม โปรโตเดอร์มประกอบด้วยเซลล์ชั้นเดียวอยู่บริเวณผิวด้านนอก เซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมเรียงตัวกันเป็นแถว มีขนาดกว้างและยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.1 และ 22.6 ไมโครเมตรตามลำดับ เซลล์ส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในชั้นผิว โปรแคมเบียมเป็นบริเวณที่อยู่ตรงกลางประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว เซลล์เรียงตัวโดยเอาด้านยาวขนานกับแกนยาวของราก เซลล์มีขนาดกว้างและยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 6.8 และ 38.2 ไมโครเมตรตามลำดับ นับจำนวนของเซลล์ตามแนวขวางของรากได้ประมาณ 18 - 20 เซลล์ เซลล์ในส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในระบบลำเลียง สำหรับกราวด์เมอริสเตมจะอยู่ถัดจากส่วนของโปรโตเดอร์มเข้ามาทั้งสองด้านจนถึงกลุ่มเซลล์โปรแคมเบียม ประกอบด้วยเซลล์รูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว ๆ ที่เรียงตัวต่อกันโดยมีด้านยาวขนานกับแกนยาวของราก เซลล์มีขนาดกว้างและยาวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.4 และ 19.6 ไมโครเมตร ตามลำดับ นับจำนวนเซลล์ตามแนวขวางของรากได้ประมาณ 11 - 12 เซลล์ เซลล์ในส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ของราก

1.5 กายวิภาคของราก

รากที่มีการเจริญระยะแรก

จากการตัดตามขวางเหนือส่วนของปลายรากขึ้นมา พบว่ามีสังเขปค่อนข้างกลม (ภาพประกอบ 37) การเรียงตัวของเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ จะเป็นดังนี้

ชั้นผิว ประกอบด้วยเซลล์ผิวจำนวนหนึ่งชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า (ภาพประกอบ 37) ผนังเซลล์ทางด้านนอกมีสารพวกคิวตินหรือซูเบอริน (Suberin) ฉาบอยู่หนาประมาณ 5 ไมโครเมตร ขนาดของเซลล์มีความยาวในด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 22.9 และ 37.8 ไมโครเมตรตามลำดับ

ชั้นคอร์เทกซ์ อยู่ถัดจากชั้นผิวเข้าไป ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่มีผนังบาง จำนวน 11 - 13 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างหลายเหลี่ยม ยาวรีจนกระทั่งเกือบกลม ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดมีขนาดตั้งแต่ 7.5 - 32.5 ไมโครเมตร เซลล์เรียงตัวกันหลวม ๆ อย่างไม่เป็นระเบียบ เมื่อรากมีการเจริญมากขึ้นพบว่ามีการสลายของเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ ทำให้พบช่องอากาศขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป (ภาพประกอบ 38) ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์พบเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวกันเป็นแถวหนึ่งแถวอย่างชัดเจน (ภาพประกอบ 39) เรียกเซลล์ชั้นนี้ว่า เอนโดเดอร์มิส (Endodermis) เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างเป็นรูปสี่เหลี่ยม มีความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวโดยเฉลี่ยเท่ากับ 16.8 และ 15.5 ไมโครเมตรตามลำดับ พบแคสพาเรียนสตริปเป็นแถบย้อมติดสีแดงพาดจากผนังเซลล์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งในแนวขนานกับผิวและในแนวตั้งฉากกับผิว

ชั้นสตีล ถัดจากชั้นคอร์เทกซ์เข้ามาจะเป็นชั้นสตีล เซลล์ชั้นนอกสุดเป็นเซลล์พาเรงคิมาผนังบางเรียงตัวกันเป็นแถว 1 - 2 แถว เรียกบริเวณนี้ว่า เพอริไซเคิล (Pericycle) (ภาพประกอบ 38 และ 39) เซลล์มีรูปร่างค่อนข้างกลมจนถึงหลายเหลี่ยม ขนาดของเซลล์โดยเฉลี่ยวัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์เท่ากับ 7.5 - 17.5 ไมโครเมตร บริเวณกลางรากจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรก ซึ่งจะพบเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกจำนวน 5 - 6 กลุ่มเรียงตัวกันอยู่ในแนวรัศมี มีลักษณะเป็นแฉก (ภาพประกอบ 38 และ 39) แต่ละกลุ่มประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำเรียงตัวกันในแนวรัศมี 1 - 2 แถว จำนวน 8 - 18 เซลล์ โดยเซลล์ลำเลียงน้ำโปรโตไซเลมจะอยู่ด้านนอกและเมตาไซเลมจะอยู่ทางด้านใน (ภาพประกอบ 39) จัดเป็นการเจริญแบบเอกซาร์คไซเลม (Exarch xylem) จากการตัดตามขวางส่วนของราก (ภาพประกอบ 39) พบว่าเซลล์ลำเลียงน้ำส่วนที่เป็นเมตาไซเลมยังคงมีผนังบาง ขนาดของเมตาไซเลมจะมีขนาดใหญ่กว่าโปรโตไซเลม ขนาดของเซลล์ลำเลียงน้ำระยะแรกนี้วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์มีขนาดตั้งแต่ 5 - 15 ไมโครเมตร ระหว่างกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกทั้ง 5 - 6 กลุ่มนี้ จะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะแรกและเซลล์พาเรงคิมา

ในรากที่มีการเจริญเติบโตระยะแรกนี้ พบการเกิดรากแขนง (Lateral root) ซึ่งมีกำเนิดมาจากเซลล์ในชั้นเพอริไซเคิล (ภาพประกอบ 40)

รากที่มีการเจริญระยะที่สอง

จากการตัดตามขวางของรากช่วงที่มีการเจริญเติบโตระยะที่สอง พบว่าสังเขปยังคงเป็นรูปค่อนข้างกลม (ภาพประกอบ 41) มีการจัดเรียงตัวของเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ชั้นผิว เซลล์ผิวชั้นนอกมีรูปร่างไม่แน่นอน (ภาพประกอบ 42) บางแห่งมีการหลุดลอกออก จึงพบเซลล์ผิวชั้นที่สองเรียงตัวเป็นวงอย่างชัดเจน เพื่อจะทำหน้าที่แทนชั้นนอก เซลล์ผิวชั้นนอกมีผนังเซลล์หนา ผนังทางด้านนอกมีสารพวกซูเบอรินหรือคิวตินฉาบอยู่ หนาประมาณ 5 ไมโครเมตร ส่วนเซลล์ผิวชั้นที่สองมีรูปร่างหลายเหลี่ยมจนถึงค่อนข้างกลม บางเซลล์มีผนังบาง บางเซลล์มีผนังเซลล์หนา เซลล์เรียงตัวกัน 1 - 2 ชั้น ความยาวของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดเท่ากับ 30.6 ไมโครเมตร

ชั้นคอร์เทกซ์ นับจากเซลล์ชั้นผิวจนถึงเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิส จะประกอบไปด้วยเซลล์พาเรงคิมาจำนวน 6 - 9 ชั้นเซลล์ (ภาพประกอบ 42) เซลล์มีหลายเหลี่ยม รูปร่างไม่แน่นอน เรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์อยู่ทั่วไป ขนาดของเซลล์วัดจากส่วนที่กว้างที่สุดของเซลล์มีขนาดตั้งแต่ 17.5 - 37.5 ไมโครเมตร นอกจากนี้ยังมีการสลายตัวของเซลล์ทำให้เกิดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่อยู่ทั่วไปโดยรอบประมาณ 13 - 17 ช่อง สำหรับเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิสนั้น จะมีขนาดของเซลล์ใหญ่กว่าในรากที่มีการเจริญระยะแรก ความยาวของเซลล์ด้านที่ขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวเท่ากับ 16.3 และ 19.9 ไมโครเมตรตามลำดับ และพบแคสพาเรียนสตริปบริเวณผนังเซลล์ในแนวตั้งฉากกับผิว (ภาพประกอบ 42)

ชั้นสตีล ในรากที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ ชั้นเซลล์ของเพอริไซเคิลจะมีจำนวนมากขึ้น มีประมาณ 5 - 6 ชั้นเซลล์ (ภาพประกอบ 43) กลุ่มเซลล์วาสคูลาแคมเบียมที่เกิดอยู่ระหว่างเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารระยะแรกมีจำนวน 5 - 6 แถบ จะมาเชื่อมต่อกับวาสคูลาแคมเบียมที่เจริญมาจากชั้นเซลล์เพอริไซเคิล ทำให้เกิดเป็นวงของวาสคูลาแคมเบียม (Vascular cambium) ล้อมรอบกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกไว้ เซลล์ของวาสคูลาแคมเบียมเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเล็ก ๆ มีจำนวน 3 - 4 ชั้นเซลล์ อยู่ระหว่างกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหาร กลุ่มเซลล์

วาสคูลาแคมเบียมนี้จะแบ่งเซลล์ในแนวขนานกับเส้นรอบวงเพื่อสร้างเซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สอง ทางด้านในของแนววาสคูลาแคมเบียมและเซลล์ลำเลียงอาหารระยะที่สองซึ่งอยู่ทางด้านนอกของแนววาสคูลาแคมเบียม

บริเวณใจกลางของรากจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกที่เกิดในขณะที่รากมีการเจริญระยะแรก ประกอบไปด้วยเซลล์โปรโตไซเลมอยู่ทางด้านนอกและเซลล์เมตาไซเลมอยู่ถัดเข้าไปด้านในจนถึงใจกลางของราก (ภาพประกอบ 44) ถัดจากกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สองที่เกิดขึ้นใหม่ในรากที่มีการเจริญระยะที่สอง ซึ่งประกอบด้วยเซลล์เวสเซลที่มีขนาดใหญ่และผนังเซลล์หนา เซลล์เทรคีดและเซลล์พาเรงคิมา เซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สองจะเรียงตัวกันเป็นแถวในแนวรัศมี ด้านนอกของแนววาสคูลาแคมเบียมจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะที่สอง (ภาพประกอบ 43) ซึ่งประกอบไปด้วย เซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะแรกเมื่อรากมีการเจริญถึงระยะที่สองนี้ไม่สามารถสังเกตเห็นได้ เนื่องจากถูกบีบเบียดจากเซลล์ที่เกิดใหม่จากการแบ่งตัวของแคมเบียม

ในรากที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ พบการเกิดรากแขนงเช่นเดียวกับรากที่มีการเจริญระยะแรก ซึ่งเมื่อเกิดโดยสมบูรณ์พบว่าจะมีการเชื่อมต่อกันระหว่างระบบลำเลียงในรากเดิมกับระบบลำเลียงในรากแขนง (ภาพประกอบ 45)

ตอนที่ 2 ผลการตรวจหาแหล่งสาร

การตรวจสอบหาแหล่งสารแอลคาลอยด์ และไกลโคไซด์ 3 ชนิดคือ อมายจ์ดาลิน อาร์บูทิน และซาโปนิน ในส่วนของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง และในส่วนของใบทั้งใบอ่อนและใบแก่ ได้ผลดังตาราง 2

ตาราง 2 ผลการตรวจสอบแอลคาลอย์ และไกลโคไซด์ 3 ชนิด

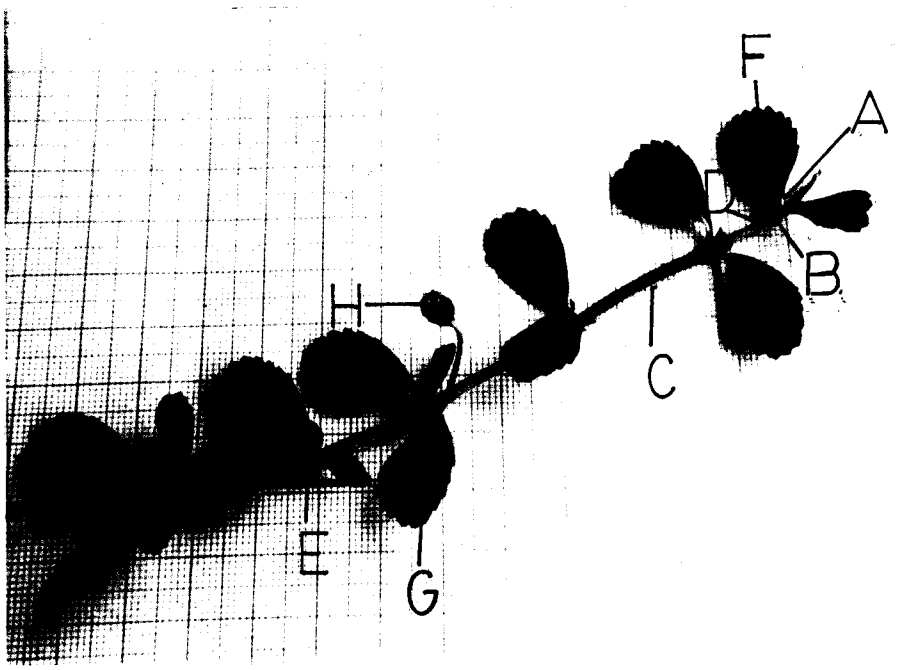
ส่วนของพืชที่นำมาตรวจสอบ	แอลคาลอยด์	ไกลโคไซด์				
		อมายจ์ดาลิน		อาร์บูทิน	ซาโปนิน	
		วิธีกิกนาร์ด	วิธีเบอร์ลินบลู		วิธีบรัสเซียนบลู	วิธีเฉพาะ
ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก	+	–	–	+	–	–
ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง	+	–	–	+	–	–
ใบอ่อน	+	–	–	–	–	–
ใบแก่	+	–	–	–	–	–

\+ หมายถึง ตรวจสอบพบแหล่งสาร

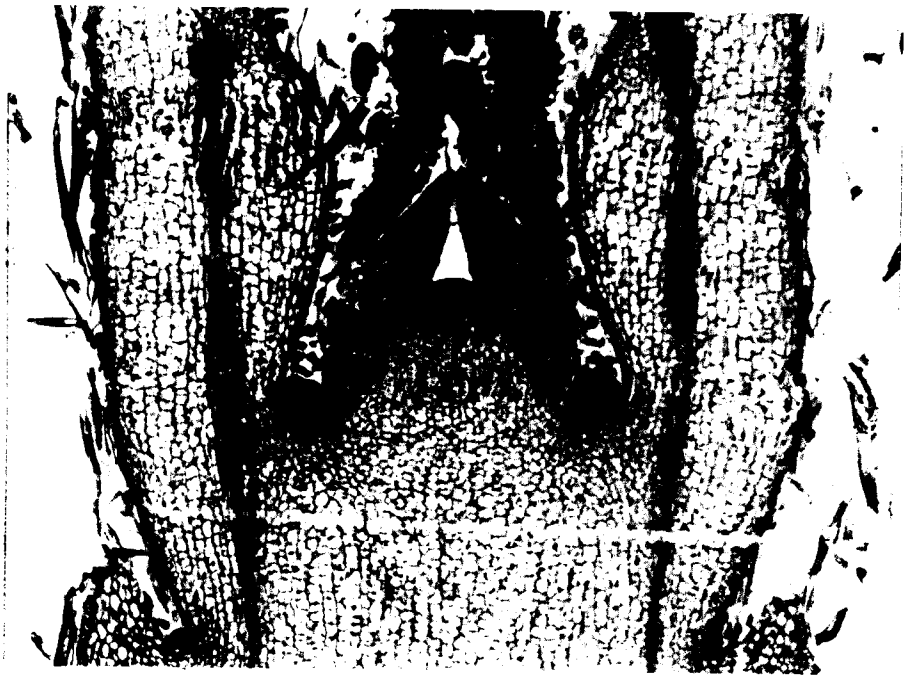
– หมายถึง ตรวจสอบไม่พบแหล่งสาร

ผลการตรวจสอบแอลคาลอยด์ พบในลำต้นที่มีการเจริญทั้งในระยะแรกและระยะที่สอง จากการตรวจในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกจำนวน 226 ชิ้น พบว่ามีผลึกแอลคาลอยด์ 13 ชิ้น และในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองจำนวน 426 ชิ้น พบว่ามีผลึกแอลคาลอยด์ 116 ชิ้น ลักษณะของแอลคาลอยด์ที่พบเป็นผลึกสีน้ำตาลเข้มรูปร่างค่อนข้างกลม โดยแต่ละชิ้นส่วนของลำต้นหญ้าเกล็ดปลาที่นำมาตรวจสอบอาจพบผลึกแอลคาลอยด์ได้ตั้งแต่ 1 - 3 ผลึกในเซลล์ผิว (ภาพประกอบ 46) หรือในเซลล์พาเรงคิมาในชั้นคอร์เทกซ์ (ภาพประกอบ 47) และพิธ (ภาพประกอบ 48) สำหรับแอลคาลอยด์ที่พบในใบอ่อนและใบแก่นั้น จากการตรวจในใบอ่อนจำนวน 118 ชิ้น พบว่ามีแอลคาลอยด์ 15 ชิ้น และในใบแก่จำนวน 129 ชิ้น พบมีแอลคาลอยด์ 21 ชิ้น โดยชิ้นส่วนของใบที่นำมาตรวจสอบนั้นมักพบชิ้นส่วนละ 1 ผลึกเท่านั้นอยู่ในเซลล์ชั้นผิว (ภาพประกอบ 49) หรือในเซลล์พาเรงคิมาบริเวณเส้นกลางใบ (ภาพประกอบ 50) ผลึกแอลคาลอยด์ที่พบมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้น

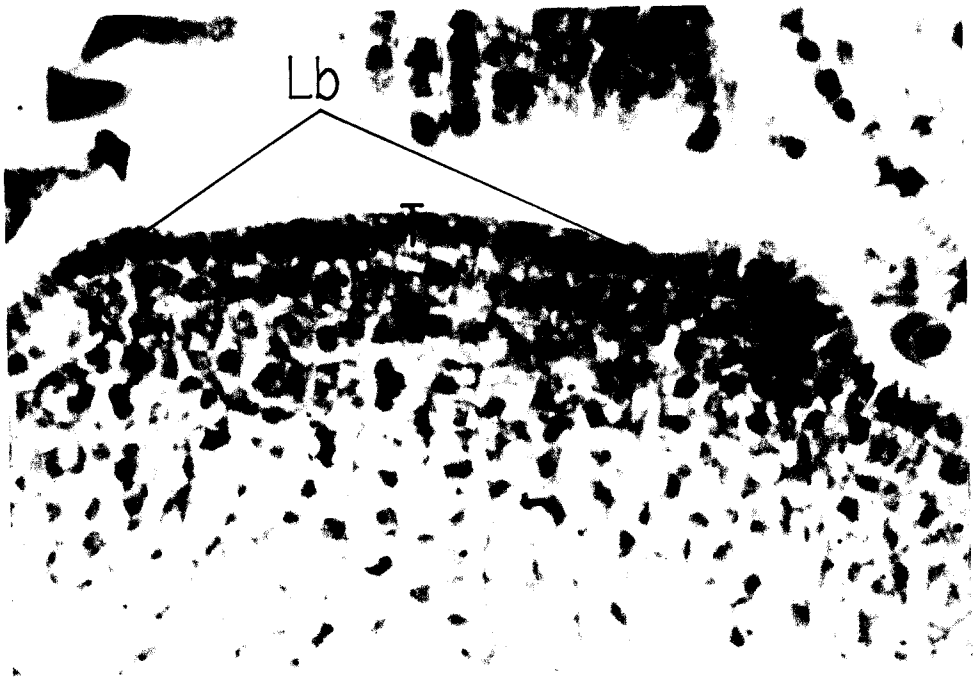
สำหรับการตรวจหาแหล่งสารไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์ดาลิน ทั้งวิธีกิกนาร์ดและวิธีเบอร์ลินบลู รวมทั้งไกลโคไซด์ชนิดซาโปนินตามวิธีของบรัสเชียนบลูและวิธีเฉพาะไม่พบแหล่งสารดังกล่าวในทุกส่วนของพืชที่นำมาตรวจสอบ ส่วนไกลโคไซด์ชนิดอาร์บูทินนั้น ตรวจสอบพบเฉพาะในส่วนของลำต้นทั้งที่มีการเจริญในระยะแรกและระยะที่สอง โดยมีการเปลี่ยนแปลงดังนี้คือ หลังจากวางชิ้นส่วนพืชบนสไลด์ที่มีกรดไนตริก 10% แล้วตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์จะปรากฏเป็นสีส้มแก่ในเซลล์ที่มีอาร์บูทินทันที และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีจะจางลง จากการตรวจสอบในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก 277 ชิ้น พบว่ามีอาร์บูทิน 154 ชิ้น และในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองจำนวน 630 ชิ้น พบว่ามีอาร์บูทิน 568 ชิ้น ตำแหน่งที่พบจะอยู่บริเวณเซลล์ชั้นผิว



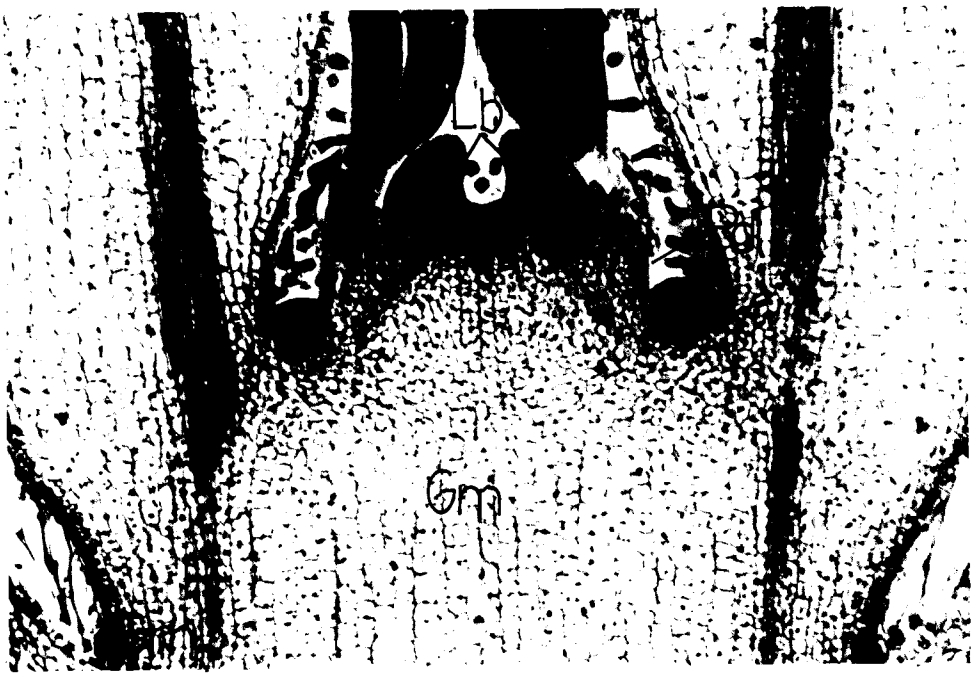
ภาพประกอบ 1 ลำต้นหญ้าเกล็ดปลา (Phyla nodiflora Greene.) แสดงส่วนปลายยอด (A) ลำต้นปล้องที่หนึ่ง (B) ปล้องที่สาม (C) ข้อที่หนึ่ง (D) ข้อที่ห้า (E) ใบคู่ที่หนึ่ง (F) ใบคู่ที่ห้า (G) และช่อดอก (H)



ภาพประกอบ 2 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด (Ap) มีลักษณะนูนเล็กน้อย (X 250)



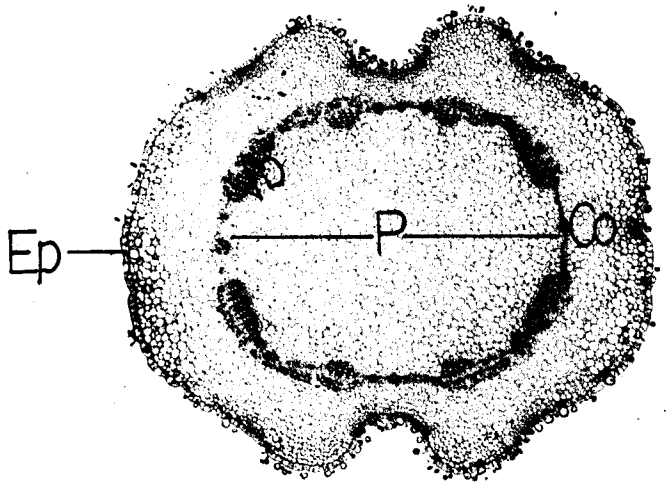
ภาพประกอบ 3 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงทูนิกา (T) คอร์ปัส (C) และปุ่มใบ (Lb) (X 2680)



ภาพประกอบ 4 ปลายยอดตัดตามยาว แสดงส่วนปลายยอดที่ปุ่มใบ (1b) เจริญมากขึ้น ทำให้เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีลักษณะเว้าลงเล็กน้อย ถัดลงมาเป็นกลุ่มเซลล์ส่วนของโปรโตเดอร์ม (Pd) กราวด์เมอริสเตม (Gm) และโปรแคมเบียม (Pc) ที่เป็นแนวติดต่อกันทั้งในลำต้นและใบ (x 400)

ภาพประกอบ 5 ปลายยอดตัดตามยาว ตำแหน่งถัดจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงมา แสดงกลุ่มเซลล์โปรโตเดอร์ม (Pd) กราวด์เมอริสเตม (Gm) และโปรแคมเบียม (Pc)

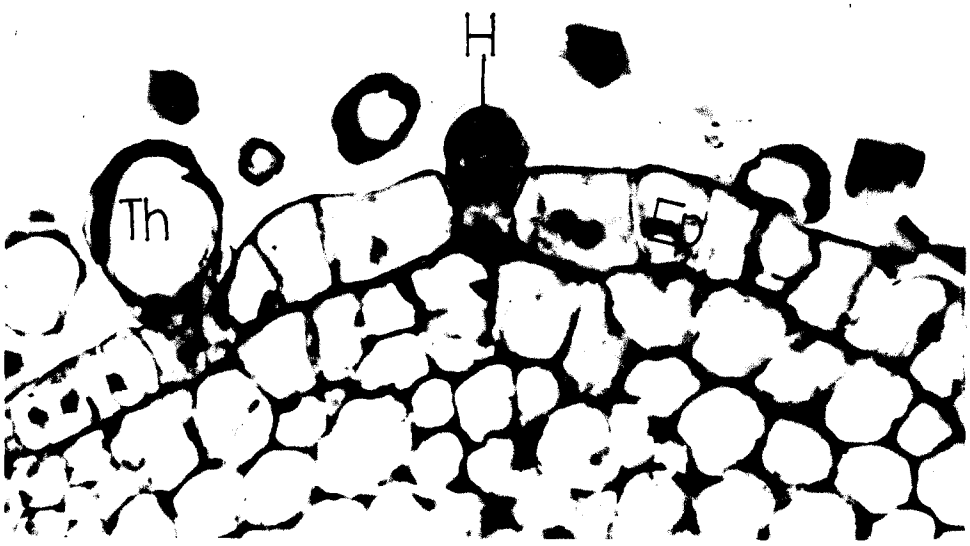
(X 670)



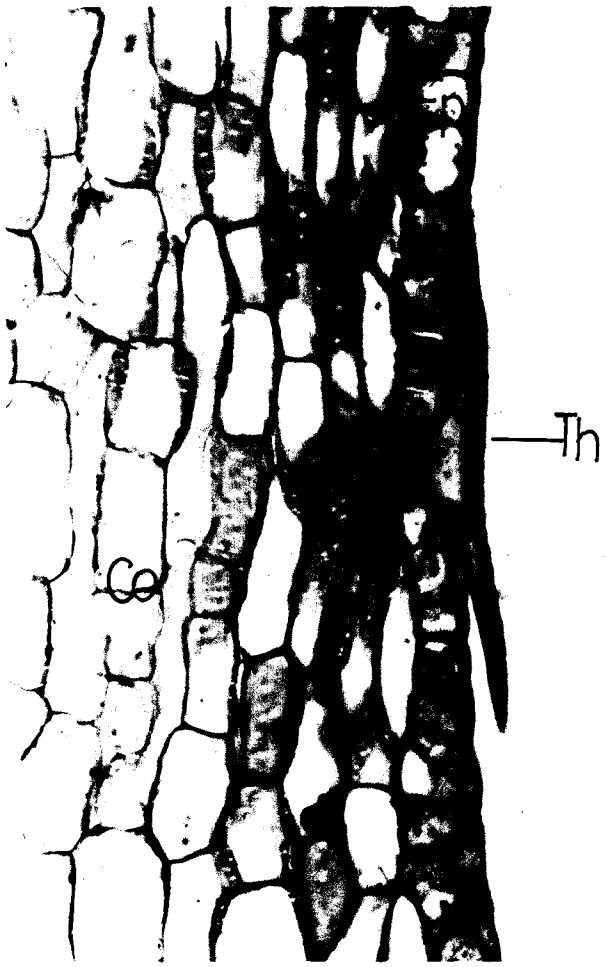
ภาพประกอบ 6 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว (Ep) คอร์เทกซ์ (Co) กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Vb) และพิธ (P)

(x 100)

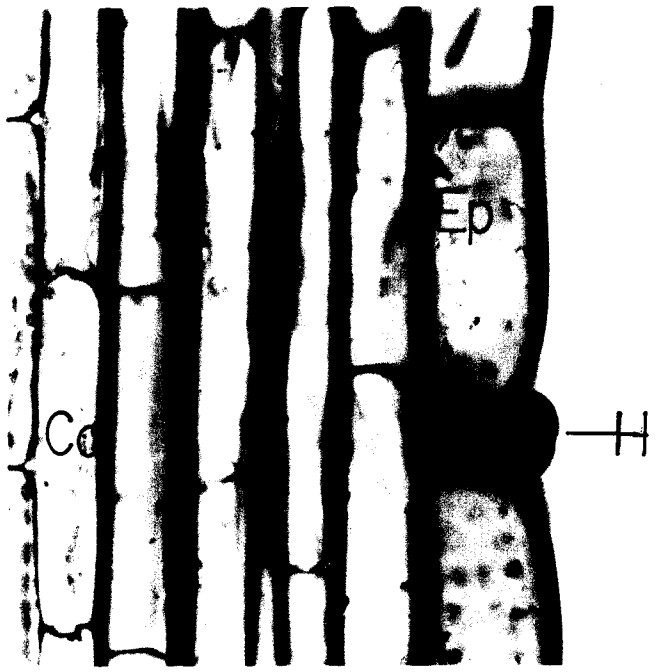
ภาพประกอบ 7 เซลล์ชั้นผิวของลำต้น แสดงปากใบ (St) เซลล์คุม (Gc) เซลล์ข้างเคียง เซลล์คุม (Sc) ที่มีการจัดเรียงตัวแบบ Anisocytic และเซลล์ผิว (Ep) (X 2680)



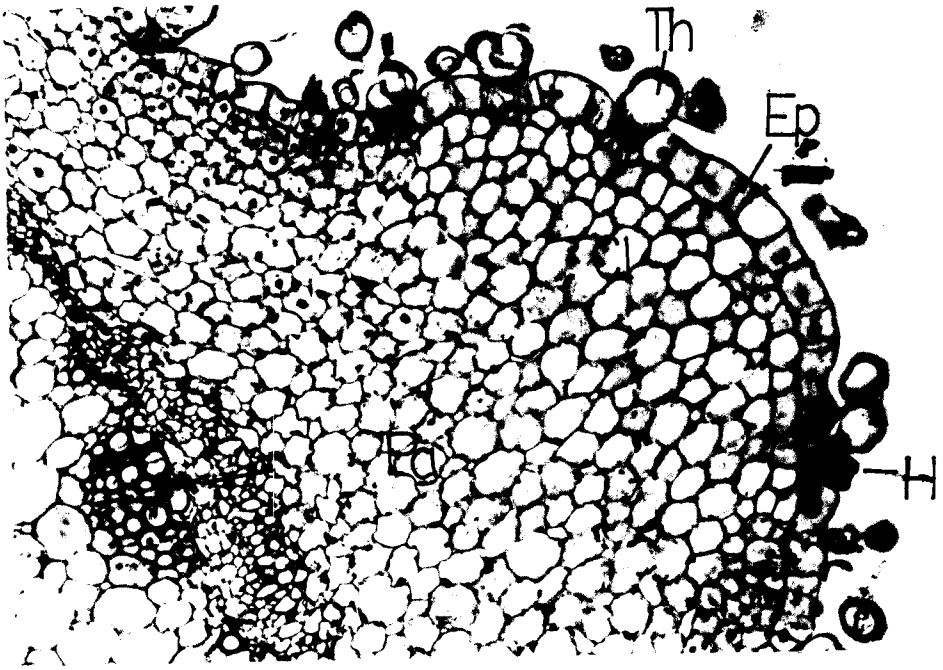
ภาพประกอบ 8 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงเซลล์ในชั้นผิว (Ep) เซลล์ขนรูปตัวที (Th) และเซลล์ขนที่มีสามเซลล์เรียงซ้อนกัน (H) (X 1600)



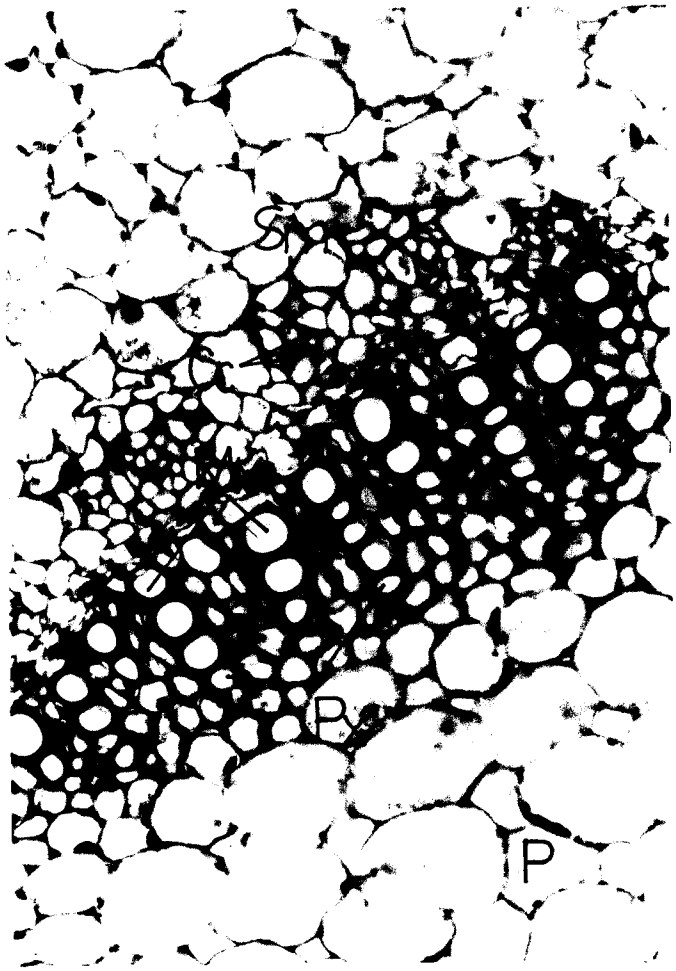
ภาพประกอบ 9 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามยาว แสดงเซลล์ขนรูปตัวที (Th) เซลล์ชั้นผิว (Ep) และเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ (Co) (X 1200)



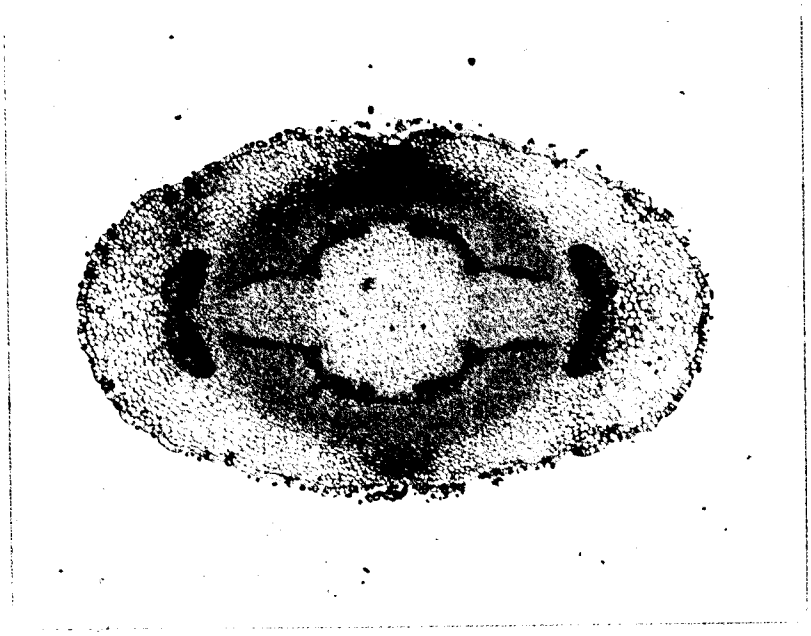
ภาพประกอบ 10 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามยาว แสดงเซลล์ขนชนิดที่มีสามเซลล์ (H) เซลล์ชั้นผิว (Ep) และเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ (Co) (X 1200)



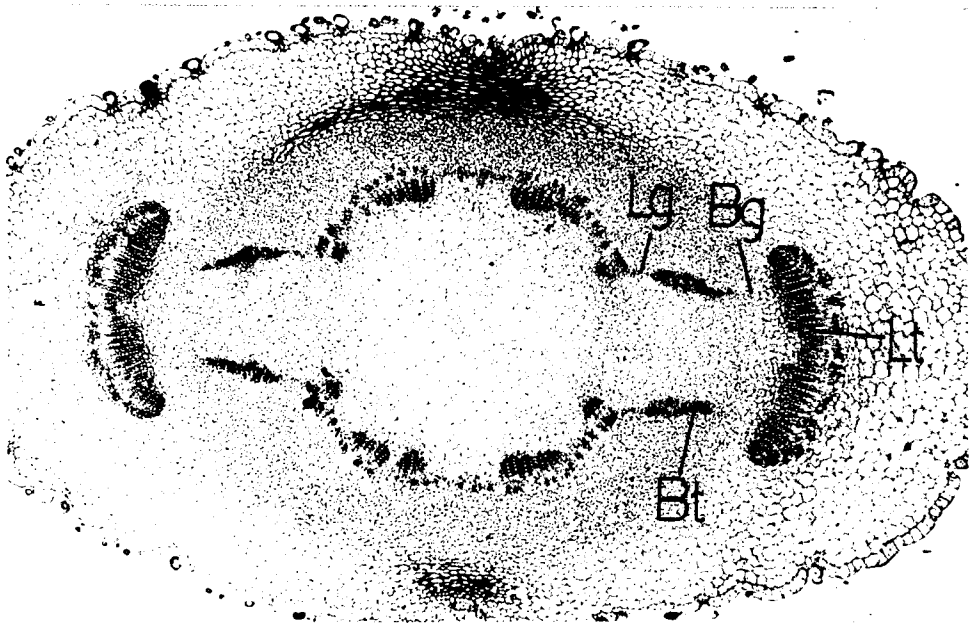
ภาพประกอบ 11 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวางบริเวณส่วนนูนของลำต้น แสดงเซลล์ผิว (Ep) เซลล์ขนรูปตัวที (Th) เซลล์ขนชนิดที่มีสามเซลล์ (H) กลุ่มเซลล์คอลเลงคิมา (Cl) กลุ่มเซลล์พาเรงคิมา (Pa) และกลุ่มเซลล์ในระบบลำเลียง (Vb) (X 200)



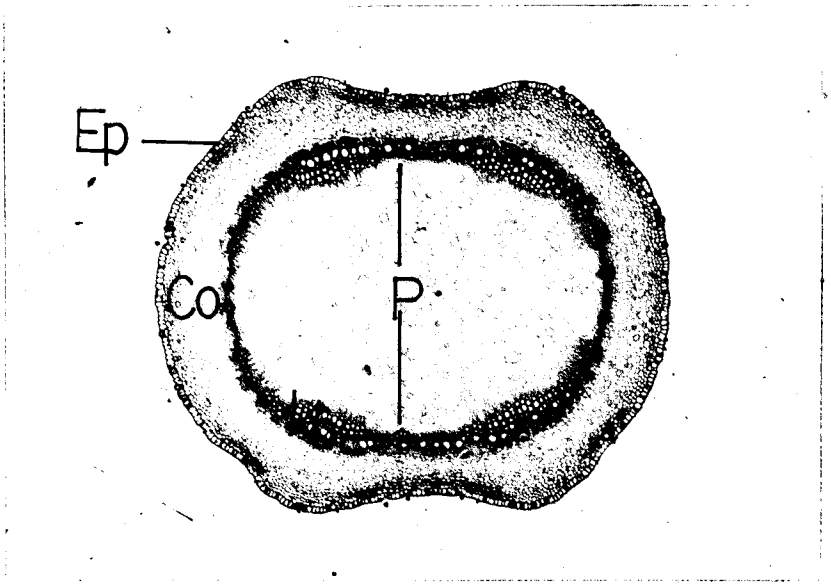
ภาพประกอบ 12 ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงโปรโตไซเลม (Px) เมตาไซเลม (Mx) เซลล์หลอดตะแกรง (Sm) เซลล์ประกบ (Cc) และพิธ (P) (X 400)



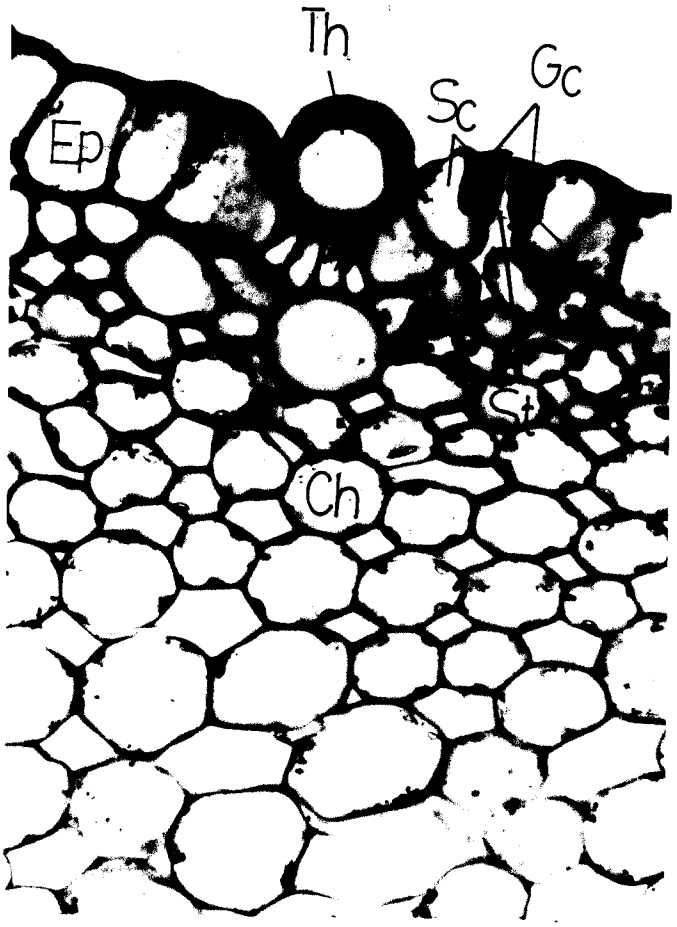
ภาพประกอบ 13 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการเรียงตัวของระบบลำเลียงแบบ Unilacunar node (X 80)



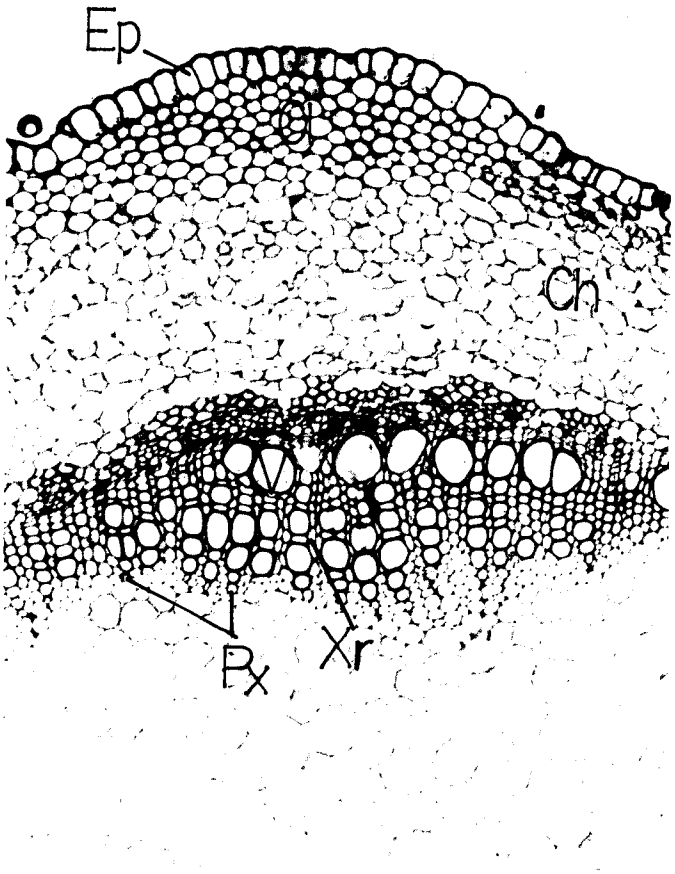
ภาพประกอบ 14 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง ขยายใหญ่ขึ้นแสดงลีฟแกพ (Lg) ลีฟเทรซ (Lt) บรานช์แกพ (Bg) และบรานช์เทรซ (Bt) (X 100)



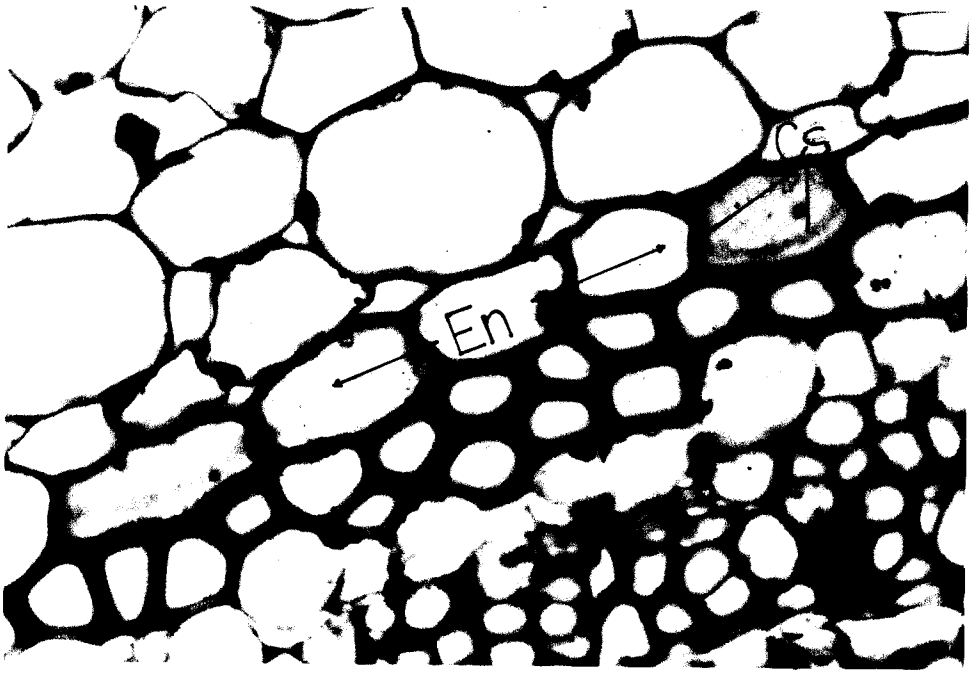
ภาพประกอบ 15 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว (Ep) คอร์เทกซ์ (Co) กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Vb) และพิธ (P) (x 66)



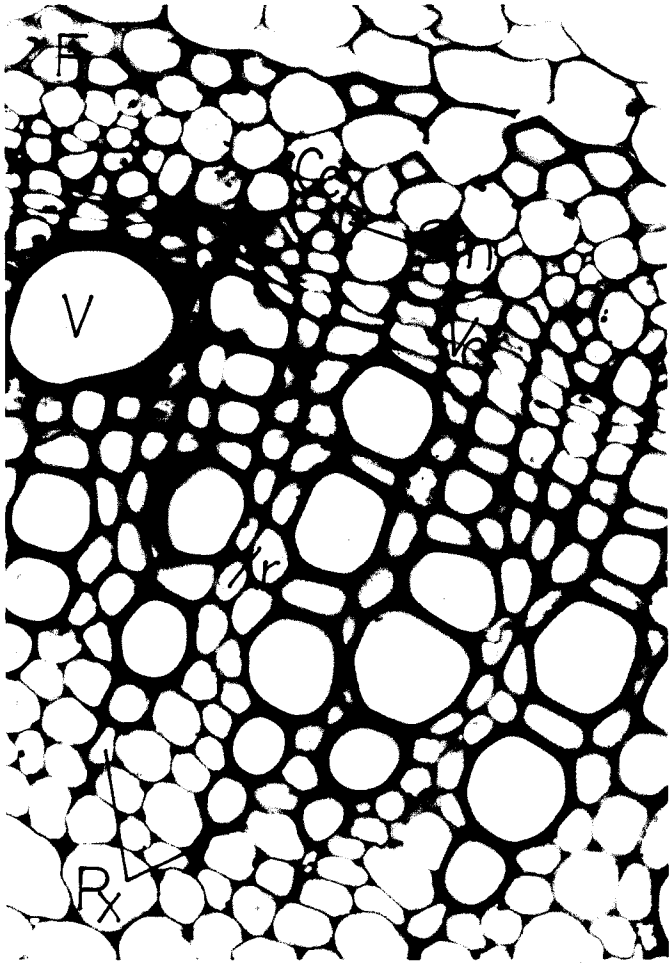
ภาพประกอบ 16 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์ผิว (Ep) เซลล์ขนรูปตัวที (Th) ปากใบ (St) เซลล์คุม (Gc) เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม (Sc) และกลุ่มเซลล์คลอเรงคิมา (Ch) ในชั้นคอร์เทกซ์ (X 1200)



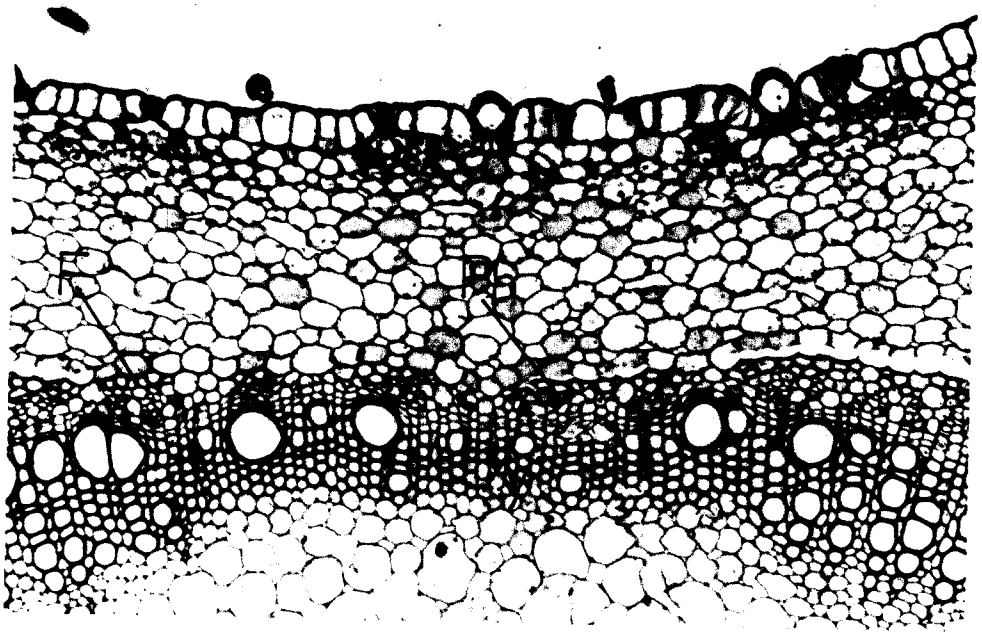
ภาพประกอบ 17 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวางบริเวณมุมลำต้น แสดงเซลล์ชั้นผิว (Ep) กลุ่มเซลล์คอลเลงคิมา (Cl) กลุ่มเซลล์คลอเรงคิมา (Ch) เซลล์ลำเลียงน้ำระยะแรก (Px) เซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สอง (V) และไซเลมเรย์ (Xr) (X 400)



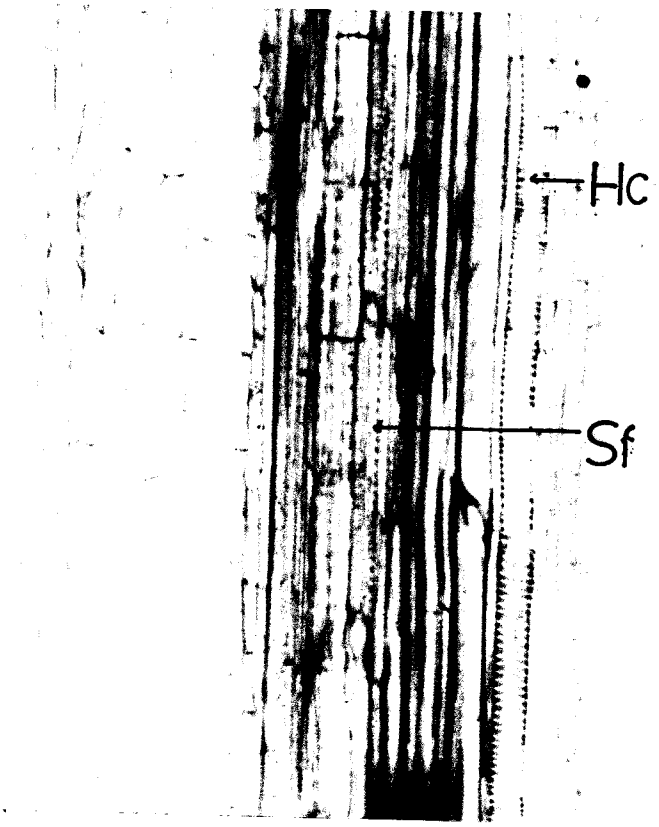
ภาพประกอบ 18 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์เอนโดเดอร์มิส (En) ที่มีแคสพาเรียนสตริป (Cs) (X 2680)



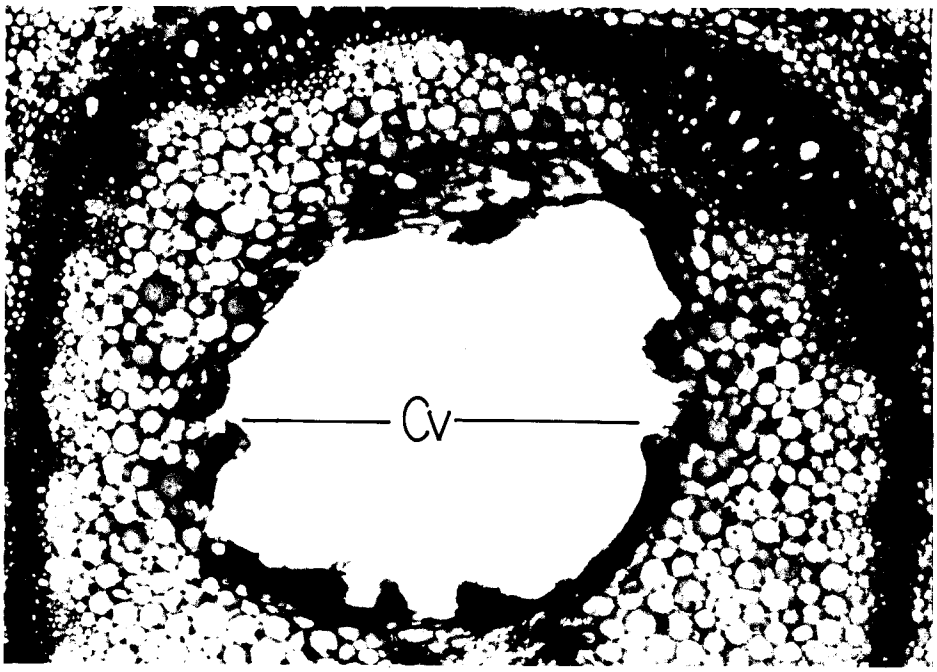
ภาพประกอบ 19 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงบริเวณมุมลำต้น ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำชนิดโปรโตไซเลม (Px) กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สอง (v) ไซเลมเรย์ (Xr) วาสคูลาแคมเบียม (Vc) กลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารที่ประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง (Sm) เซลล์ประกบ (Cc) และไฟเบอร์ (F) (X 1320)



ภาพประกอบ 20 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงที่สร้างขึ้นใหม่ในการเจริญระยะที่สอง ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำ (Xy) ที่มีขนาดเกือบเท่ากัน กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (Ph) และกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์ (F) (X 400)

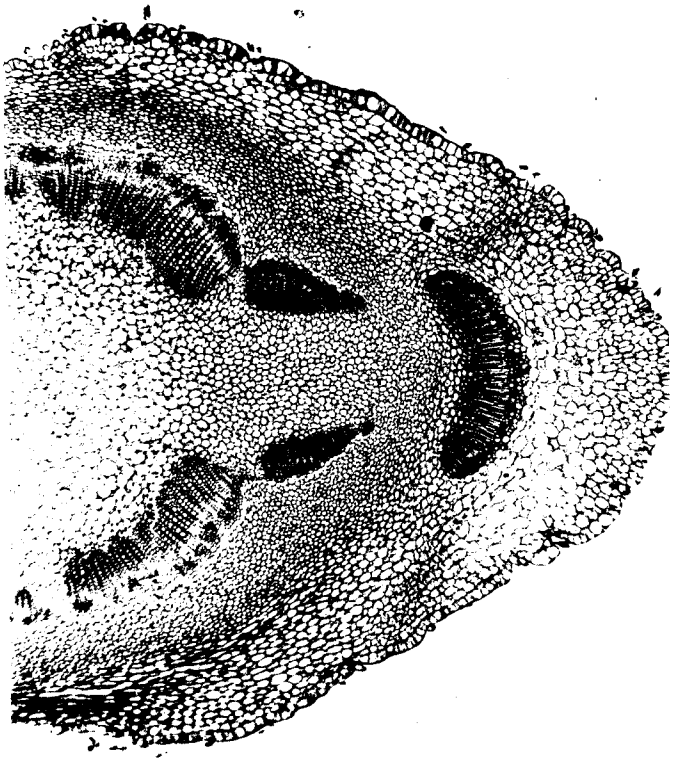


ภาพประกอบ 21 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามยาว แสดงเซลล์ลำเลียงน้ำที่มีผนังเซลล์เป็นแบบ Helical (Hc) และแบบ Scalariform (Sf) (X 670)



ภาพประกอบ 22 ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวางบริเวณใกล้โคน แสดงส่วนกลางลำต้น บริเวณที่มีการสลายของเซลล์พาเรงคิมาทำให้เกิดเป็นช่องว่าง (cv) ขนาดใหญ่

(x 268)



ภาพประกอบ 23 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ในระบบลำเลียงแบบ Unilacunar node (X 100)

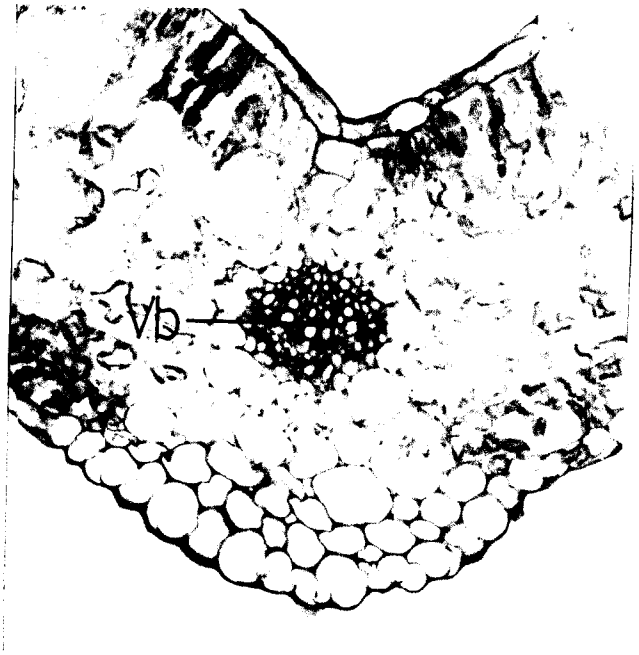
ภาพประกอบ 24 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงรากวิสามัญ (Ar)
(X 330)

ภาพประกอบ 25 ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงส่วนของรากวิสามัญที่มีการเจริญมากขึ้น (x 200)

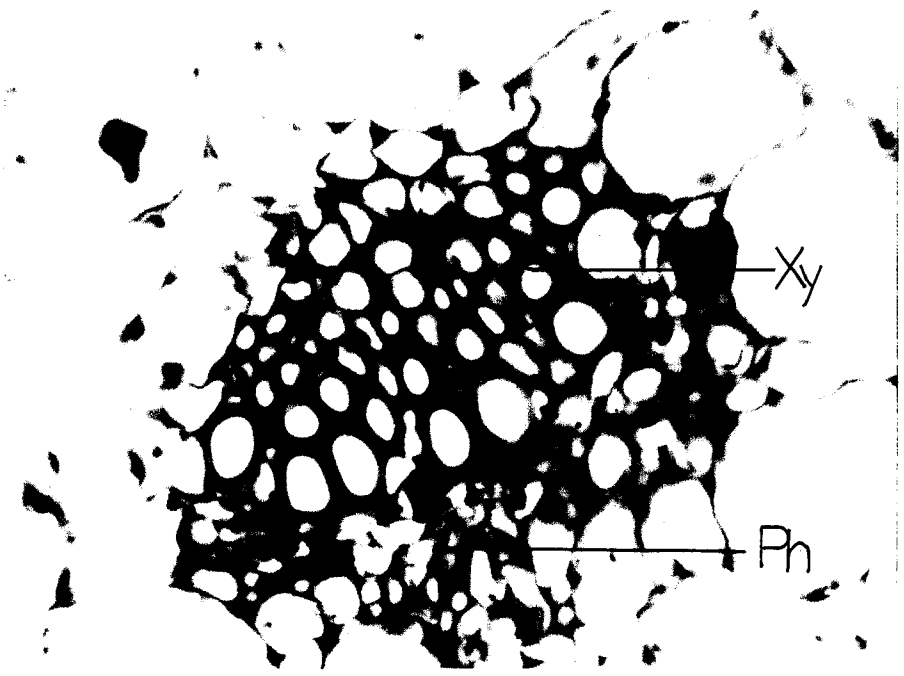
ภาพประกอบ 26 ใบอ่อน แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณแผ่นใบ ประกอบด้วยเซลล์ผิวด้านบน (Ue) เซลล์ผิวด้านล่าง (Le) เซลล์สปันจีพาเรงคิมา (Sp) เซลล์แพลิเซดพาเรงคิมา (Pp) กลุ่มเซลล์ในระบบลำเลียง (Vb) ที่มีบันเดิลชีท (Bs) ล้อมรอบ

(X 600)

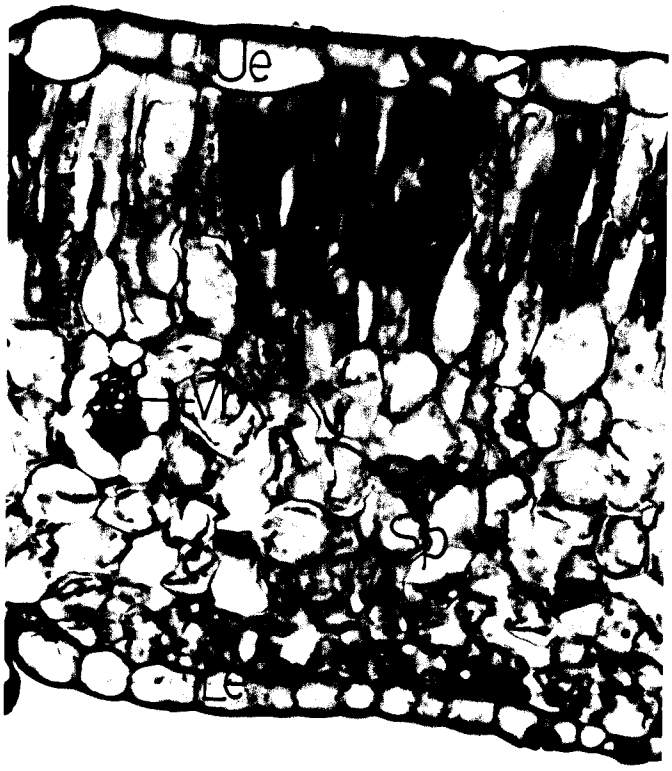
ภาพประกอบ 27 ผิวใบด้านล่าง แสดงเซลล์คุม (Gc) และเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม (Sc) ที่มีการจัดเรียงตัวแบบ Diacytic (X 2680)



ภาพประกอบ 28 ใบอ่อน แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณเส้นกลางใบ และกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Vb) ขนาดใหญ่ (x 670)



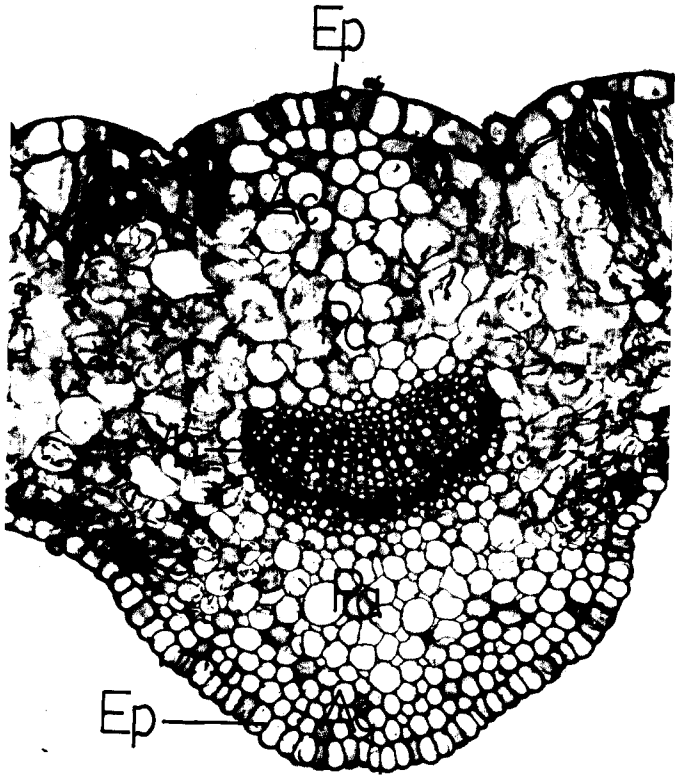
ภาพประกอบ 29 ใบอ่อน แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่บริเวณเส้นกลางใบ ประกอบด้วย กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำ (Xy) อยู่ใกล้ผิวบน และกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหาร (Ph) อยู่ใกล้ผิวล่าง (X 2680)



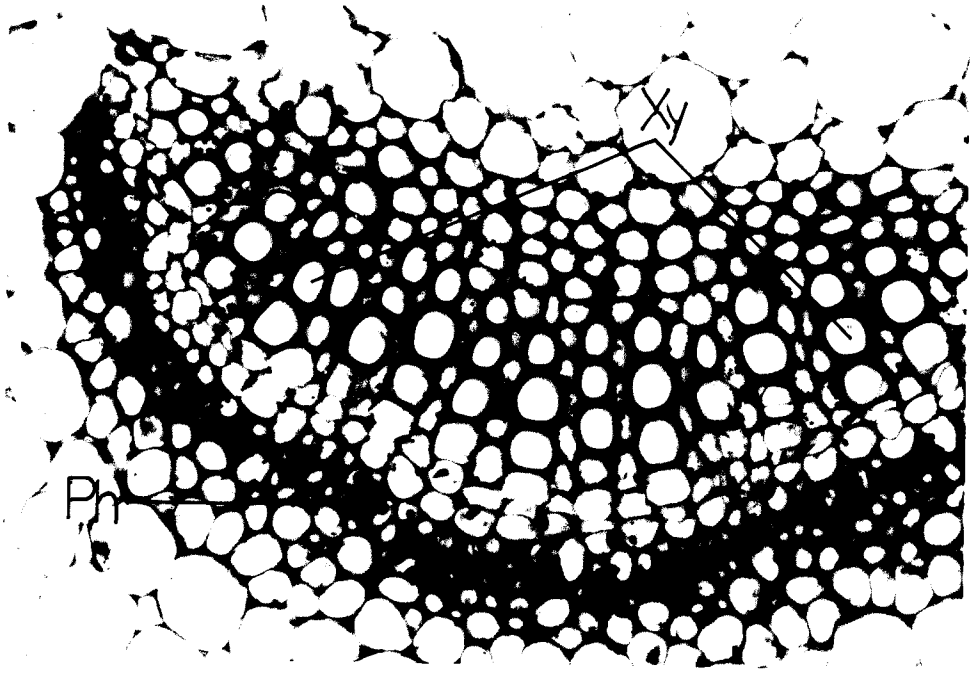
ภาพประกอบ 30 ใบแก่ แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณแผ่นใบ ประกอบด้วยเซลล์ผิวด้านบน (Ue) เซลล์ผิวด้านล่าง (Le) เซลล์แพลิเซดพาเรงคิมา (Pp) เซลล์สปันจีพาเรงคิมา (Sp) และกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียง (Vb) ขนาดเล็ก (X 600)

ภาพประกอบ 31 ใบแก่ แสดงกลุ่มเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมา (Pp) ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ (X 1200)

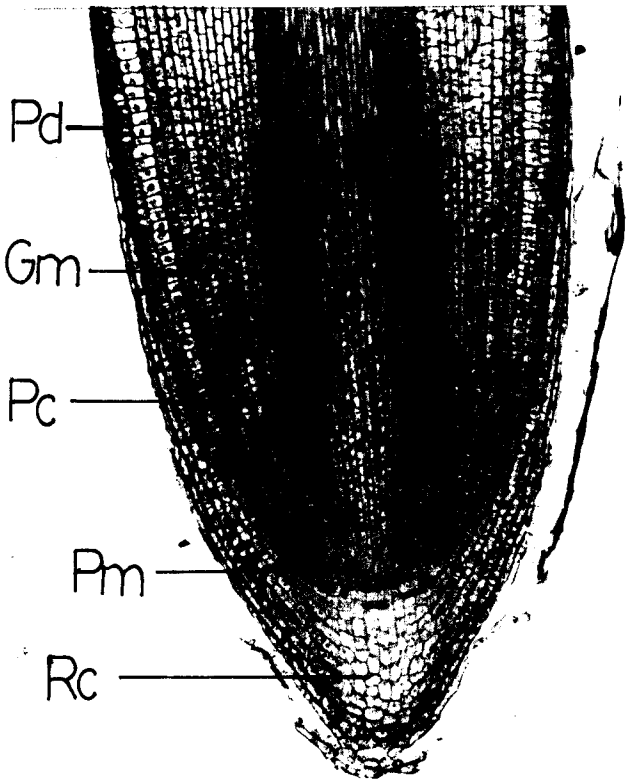
ภาพประกอบ 32 ใบแก่ แสดงกลุ่มเซลล์สปันจีพาเรงคิมา (Sp) (X 1200)



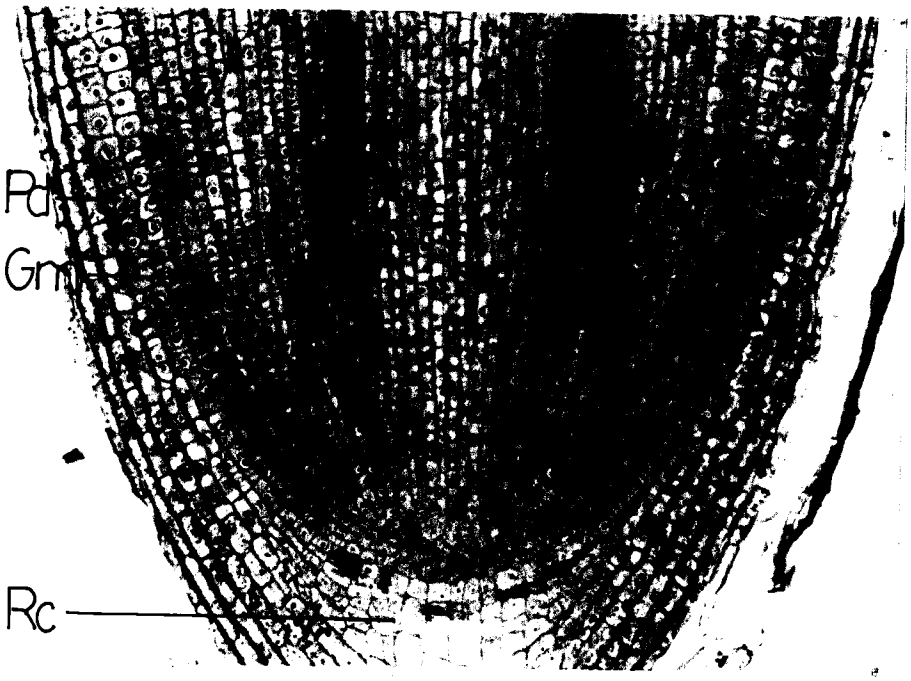
ภาพประกอบ 33 ใบแก่ แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณเส้นกลางใบ ประกอบด้วยเซลล์ชั้นผิว (Ep) กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมา (Ac) กลุ่มเซลล์พาเรงคิมา (Pa) และเนื้อเยื่อลำเลียง (Vb) ขนาดใหญ่ (X 300)



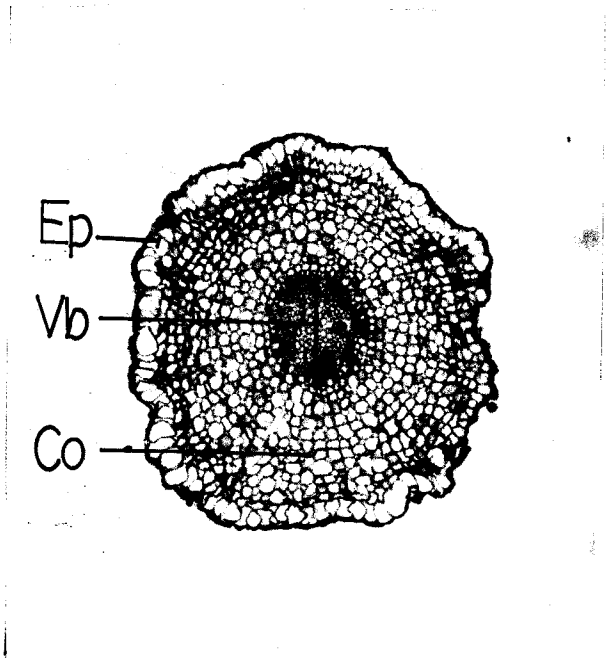
ภาพประกอบ 34 ใบแก่ แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่บริเวณเส้นกลางใบ ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำ (Xy) ที่เรียงตัวกันเป็นแถวทางด้านผิวบน และเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร (Ph) ทางด้านผิวล่าง (X 1320)



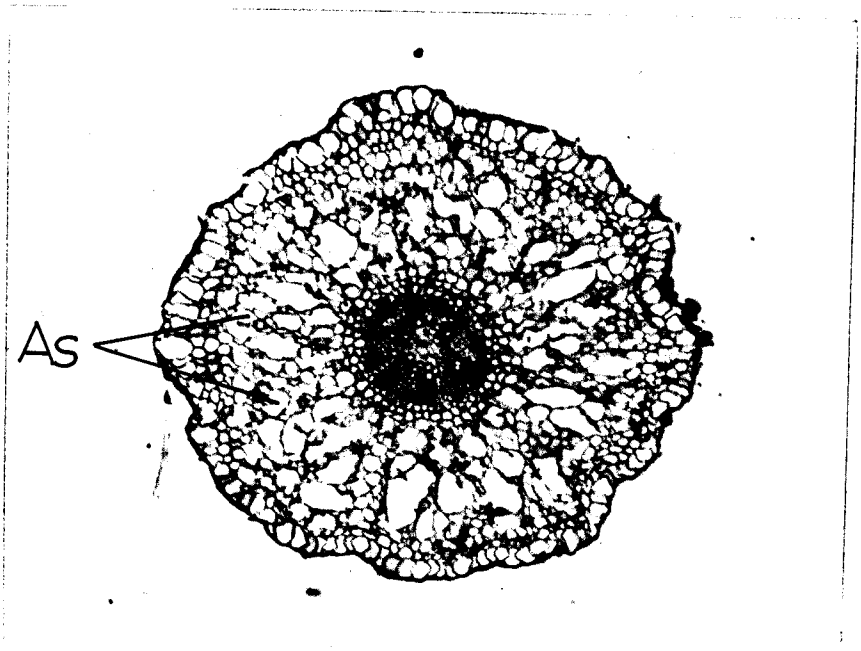
ภาพประกอบ 35 ปลายรากตัดตามยาว แสดงหมวกราก (Rc) เนื้อเยื่อโปรเมอริสเตม (Pm) โปรโตเดอร์ม (Pd) โปรแคมเบียม (Pc) และกราวด์เมอริสเตม (Gm) (X 300)



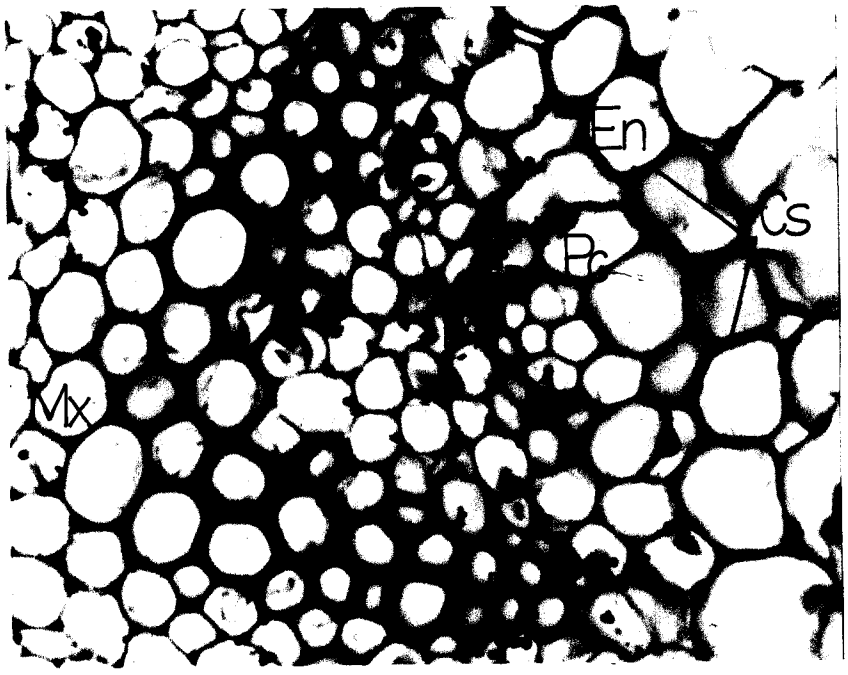
ภาพประกอบ 36 ปลายรากตัดตามยาวขยายใหญ่ขึ้น แสดงเซลล์หมวกราก (Rc) โปรโตเดอร์ม (Pd) โปรแคมเบียม (Pc) และกราวด์เมอริสเตม (Gm) (X 6000)



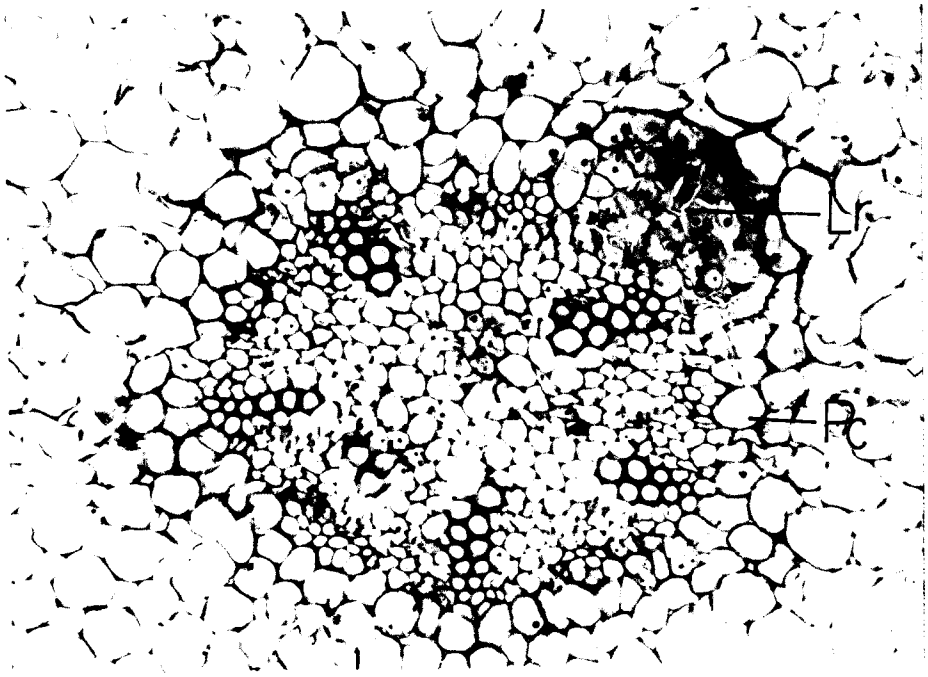
ภาพประกอบ 37 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นผิว (Ep) คอร์เทกซ์ (Co) และกลุ่มเซลล์ลำเลียง (Vb) (X 268)



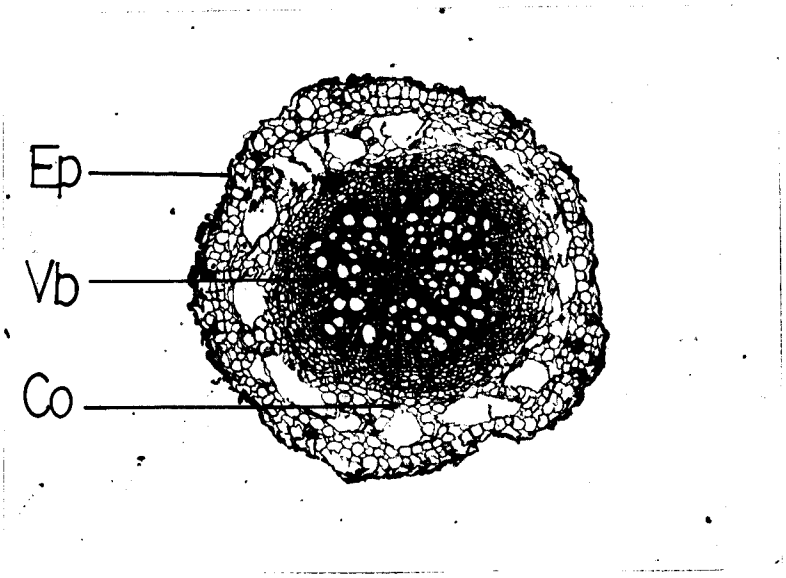
ภาพประกอบ 38 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงช่องอากาศ (As) ในชั้นคอร์เทกซ์ (X 200)



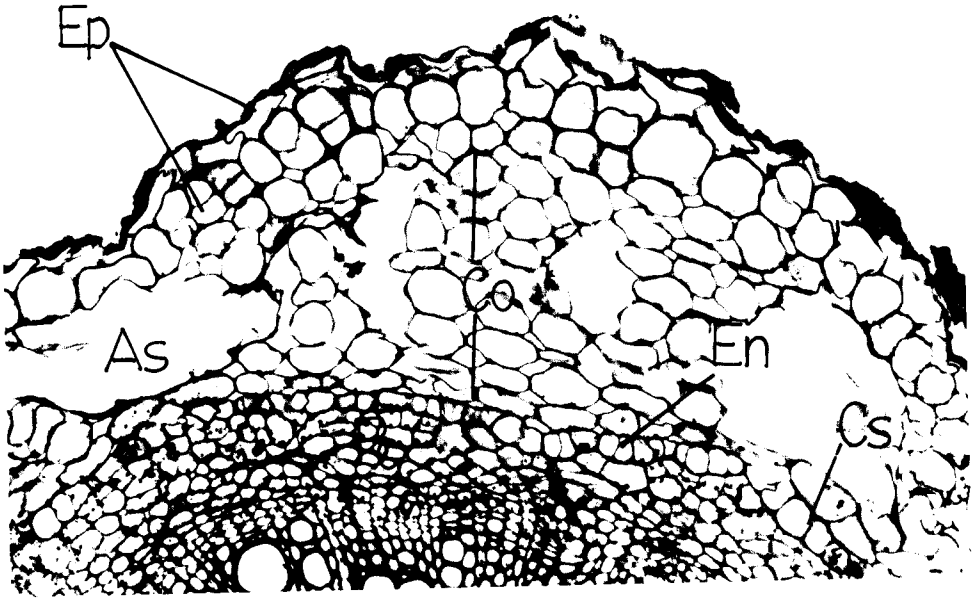
ภาพประกอบ 39 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงเอนโดเดอร์มิส (En) ที่มีแคสพาเรียนสตริป (Cs) เพอริไซเคิล (Pc) โปรโตไซเลม (Px) เมตาไซเลม (Mx) และกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหาร (Ph) ระยะแรก (X 2680)



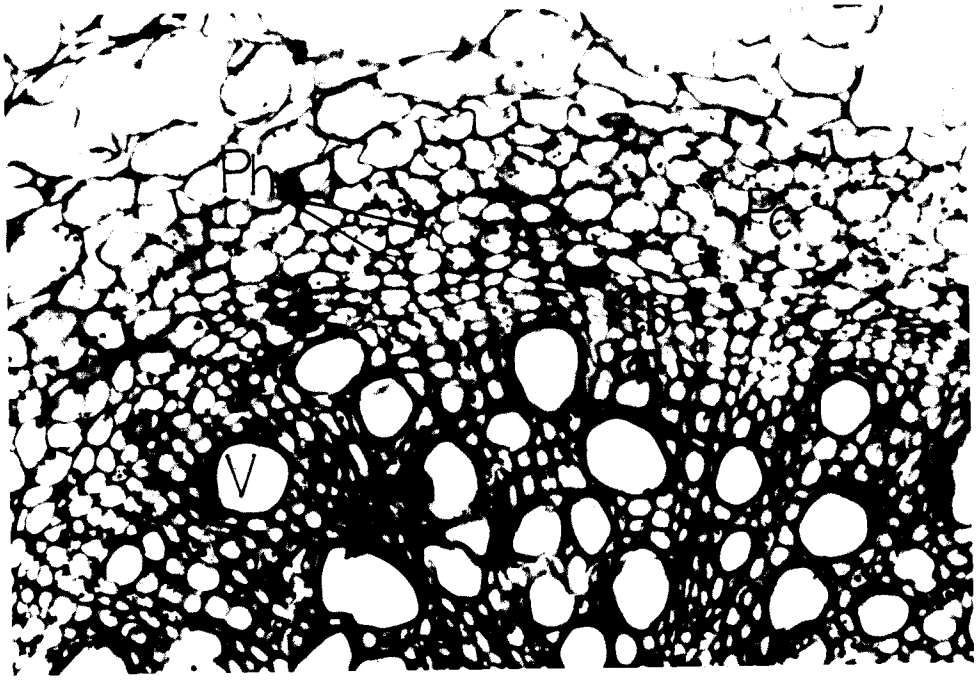
ภาพประกอบ 40 รากที่มีการเจริญระยะแรกตัดตามขวาง แสดงตำแหน่งการเกิดรากแขนง (Lr) จากเซลล์ชั้นเพอริไซเคิล (Pc) (x 1000)



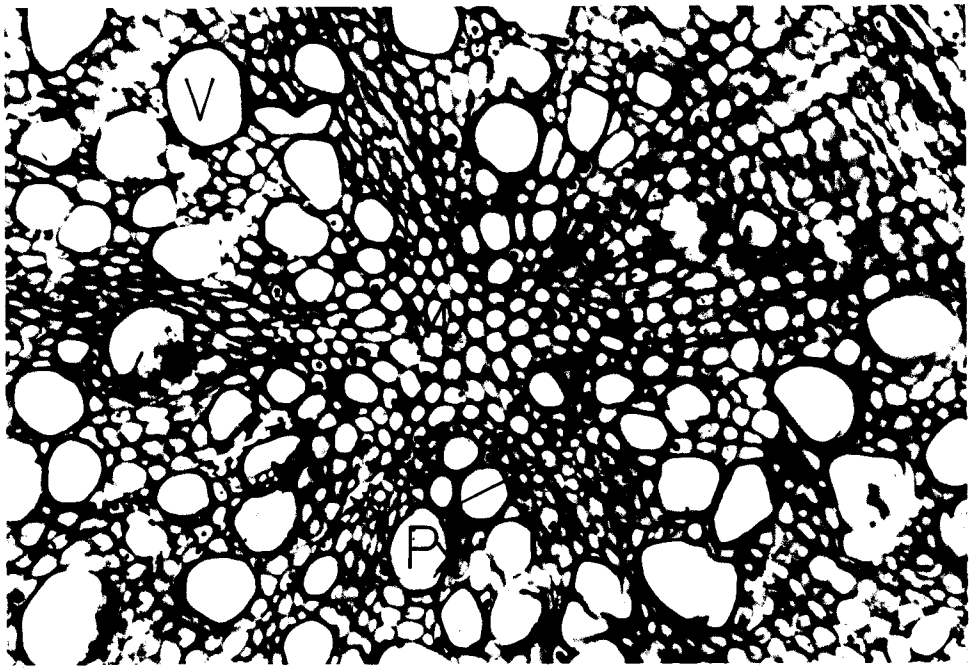
ภาพประกอบ 41 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงการจัดเรียงตัวของเซลล์ชั้นผิว (Ep) ชั้นคอร์เทกซ์ (Co) และกลุ่มเซลล์ลำเลียง (Vb) (X 130)



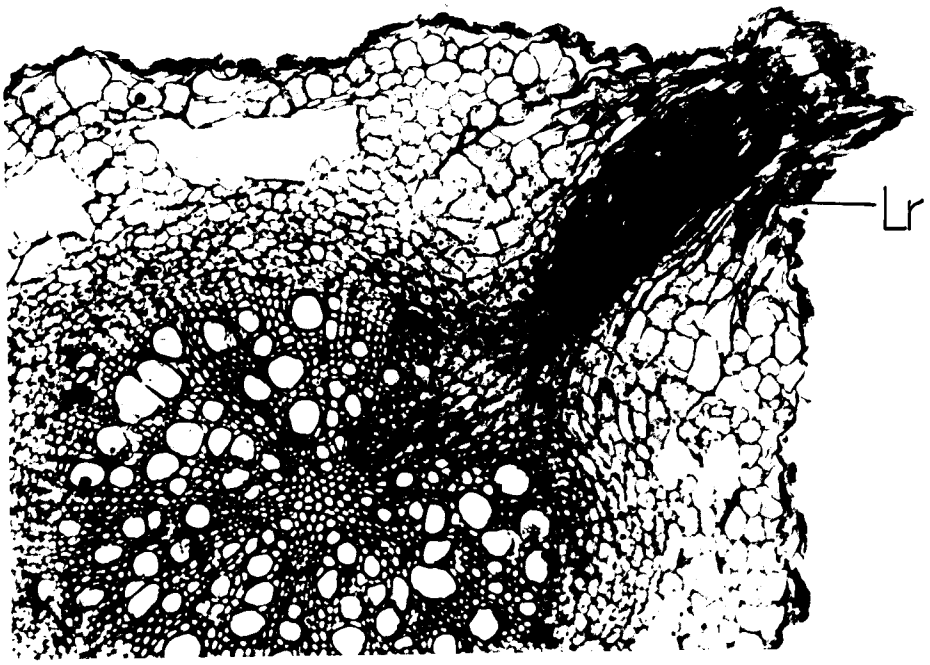
ภาพประกอบ 42 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเซลล์ชั้นผิว (Ep) ช่องอากาศขนาดใหญ่ (As) ในชั้นคอร์เทกซ์ (Co) ชั้นเซลล์เอนโดเดอร์มิส (En) ที่มีแคสพาเรียนสตริป (Cs) และชั้นเซลล์เพอริไซเคิล (Pc) (X 660)



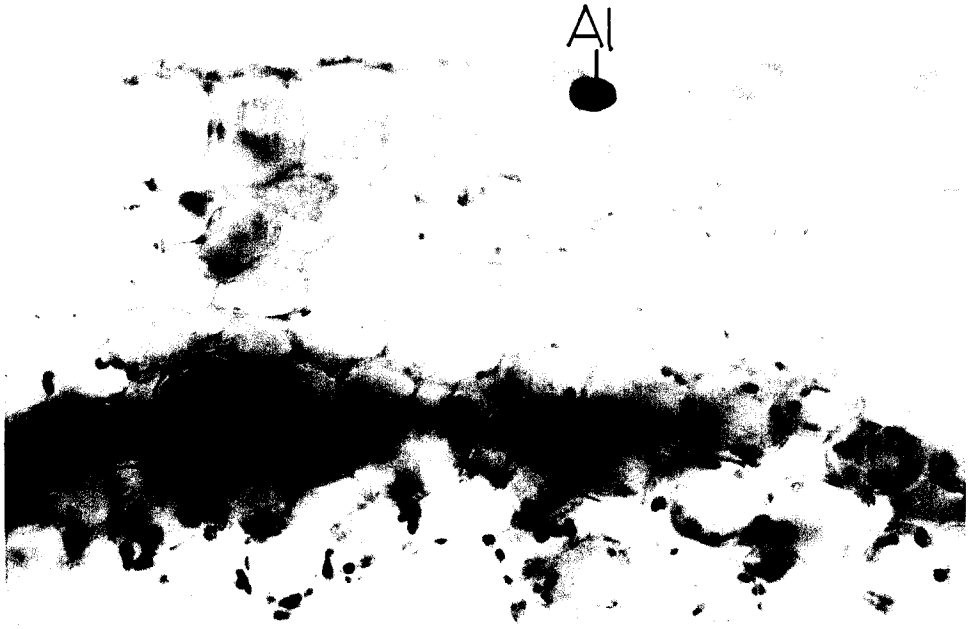
ภาพประกอบ 43 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สอง (V) แคมเบียม (Cb) เนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะที่สอง (Ph) และเพอริไซเคิล (Pc) (X 800)



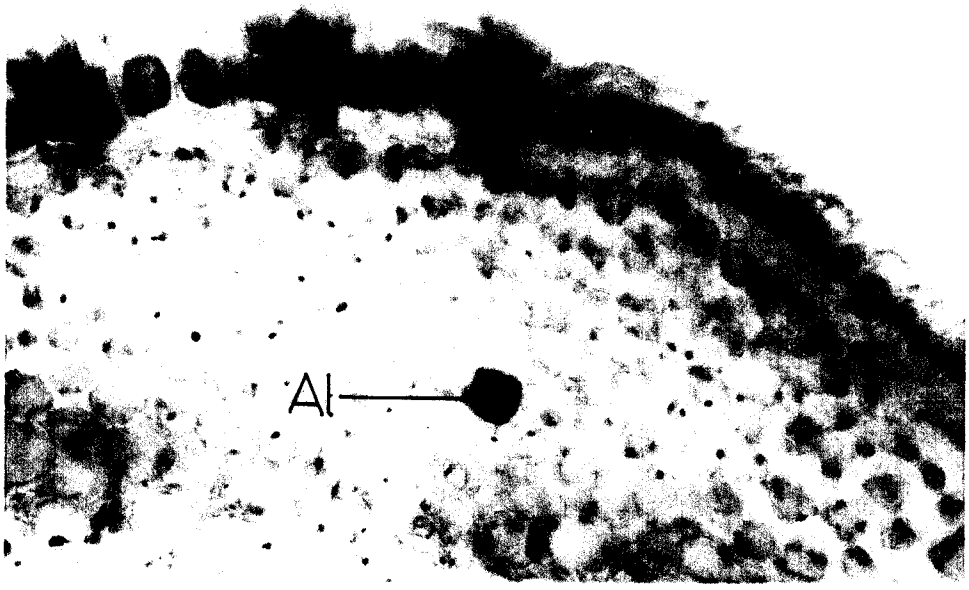
ภาพประกอบ 44 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำระยะแรก ซึ่งประกอบด้วยโปรโตไซเลม (Px) และเมตาไซเลม (Mx) และกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สอง (V) (x 800)



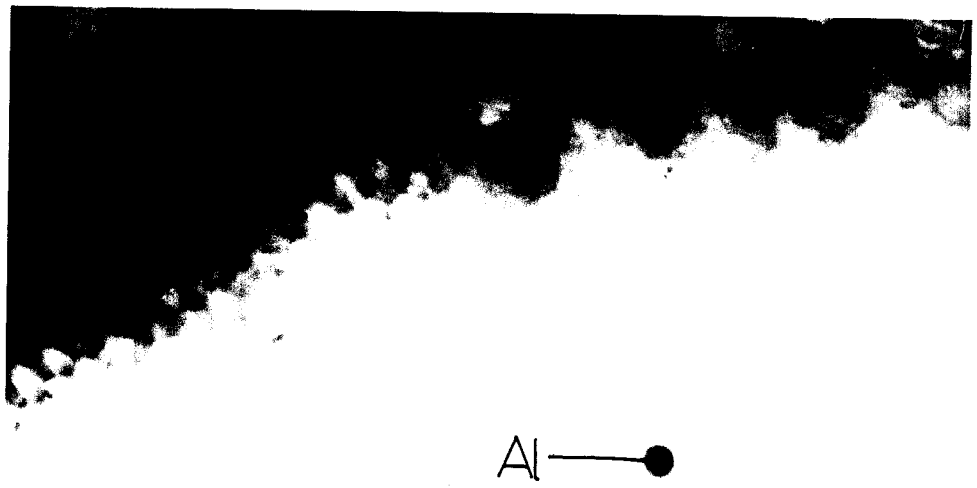
ภาพประกอบ 45 รากที่มีการเจริญระยะที่สองตัดตามขวาง แสดงบริเวณที่เกิดรากแขนง (Lr)
(x 600)



ภาพประกอบ 46 ผลึกแอลคาลอยด์ (Al) ที่ตรวจพบในเซลล์ผิวของลำต้น (x 400)

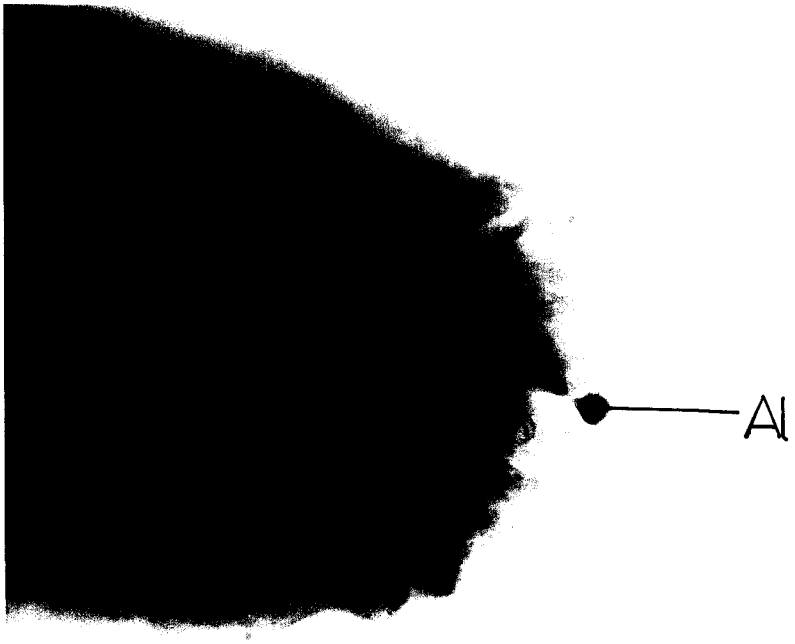


ภาพประกอบ 47 ผลึกแอลคาลอยด์ (Al) ที่ตรวจพบในเซลล์พาเรงคิมาในชั้นคอร์เทกซ์ของลำต้น (x 400)

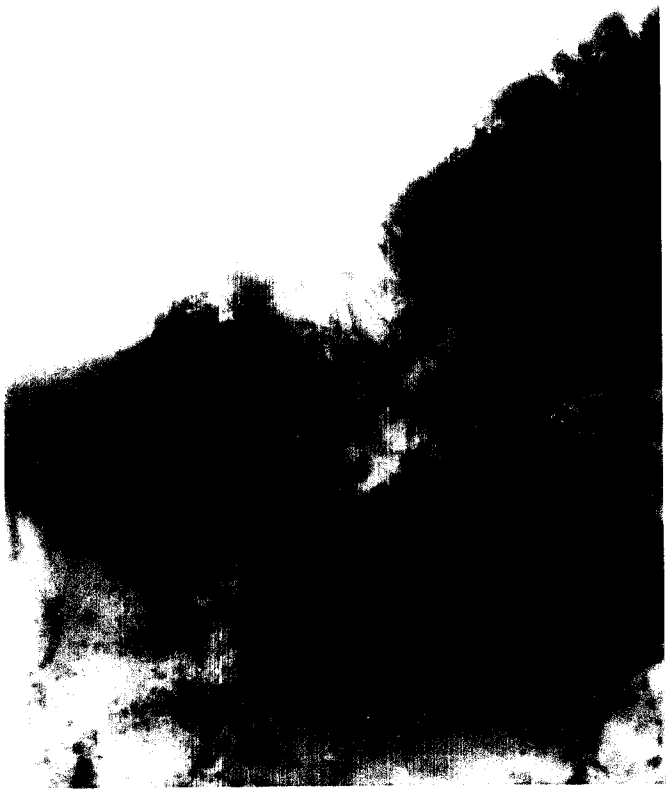


ภาพประกอบ 48 ผลึกแอลคาลอยด์ (Al) ที่ตรวจพบในเซลล์พาเรงคิมาในพิธของลำต้น

(x 400)



ภาพประกอบ 49 ผลึกแอลคาลอยด์ (Al) ที่ตรวจพบในเซลล์ผิวของใบ (X 400)



ภาพประกอบ 50 ผลึกแอลคาลอยด์ (Al) ที่ตรวจพบในเซลล์พาเรงคิมาบริเวณเส้นกลางใบ (X 400)

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จุดมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลา (Phyla nodiflora Greene.) ในส่วนของปลายยอด ลำต้น ใบและราก

2. เพื่อตรวจสอบหาแหล่งที่มีสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ชนิด อมายจ์คาลิน อาร์บูทิน และซาโปนิน

วิธีการศึกษาค้นคว้า

ตอนที่ 1 การศึกษากายวิภาค

1.1 ทำสไลด์ถาวรส่วนปลายยอด ลำต้น ใบและรากของหญ้าเกล็ดปลาตามวิธีของ Johansen และดัดแปลงวิธีการบางส่วน

1.2 ตรวจดูสไลด์ถาวรที่ได้จากข้อหนึ่ง ด้วยกล้องจุลทรรศน์ บรรยายลักษณะทางกายวิภาคและบันทึกภาพที่สำคัญ

ตอนที่ 2 การตรวจหาแหล่งสาร

2.1 ตัดลำต้นและใบของหญ้าเกล็ดปลาตามขวางให้เป็นแผ่นบาง

2.2 ตรวจสอบหาแหล่งสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์คาลิน อาร์บูทินและซาโปนิน (Johansen. 1940 : 182 - 193) ในชิ้นส่วนที่ตัดได้จากข้อ 2.1 บรรยายและบันทึกภาพ

สรุปผลการศึกษาค้นคว้า

ตอนที่ 1 ลักษณะทางกายวิภาค

1.1 กายวิภาคของปลายยอด

เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของหญ้าเกล็ดปลามีรูปร่างโค้งนูนเล็กน้อย มีทูนิกา 1 ชั้นเซลล์ และคอร์ปัส 2 - 3 ชั้นเซลล์ บริเวณขอบของความโค้งจะเป็นต้นกำเนิดของใบในระยะที่เนื้อเยื่อเจริญบริเวณด้านข้างของปลายยอดเริ่มสร้างปุ่มใบ เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดจะมีลักษณะเว้าลงเล็กน้อย ถัดจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงมา จะเป็นบริเวณที่เซลล์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ที่มีหน้าที่เฉพาะอย่างคือ ส่วนของโปรโตเดอร์มที่จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ชั้นผิว กลุ่มเซลล์โปรแคมเบียมที่อยู่บริเวณด้านข้างของลำต้นจะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อในระบบลำเลียง และกราวด์-เมอริสเตมที่อยู่ถัดจากชั้นโปรโตเดอร์มเข้ามาจนถึงชั้นโปรแคมเบียมและในส่วนกลางของลำต้นจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในส่วนคอร์เทกซ์และพิธ

1.2 กายวิภาคของลำต้น

ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก มีสังเขปเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามุมมน บริเวณกึ่งกลางของด้านยาวทั้งสองด้านจะเป็นร่องเว้าลึกลงเล็กน้อยทำให้เกิดสันนูนขึ้นด้านละสองสัน ลำต้นระยะนี้ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิว ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีล

ชั้นผิว ประกอบด้วยเซลล์ผิวหนึ่งชั้น ลักษณะของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ผนังเซลล์มีความยาวเกือบเท่ากันทุกด้าน พบปากใบ เซลล์คุม เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมและเซลล์ขนแทรกอยู่ในชั้นผิวเป็นระยะ เซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมจะเรียงตัวกันแบบแอนนิโซไซติกมากกว่าแบบไดอะไซติกและอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าเซลล์ชั้นผิวเล็กน้อย เซลล์ขนที่พบในชั้นผิวมีสองแบบคือ แบบที่ฐานประกอบด้วยเซลล์สี่เซลล์เรียงตัวอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าเซลล์ผิว ส่วนหัวมีหนึ่งเซลล์เป็นเซลล์รูปร่างยาวหัวท้ายแหลม ส่วนยาวของเซลล์ทอดขนานไปตามความยาวของลำต้น ทำให้ลักษณะของกลุ่มเซลล์ขนเป็นรูปตัวที เมื่อตัดผ่านลำต้นตามยาว แต่เมื่อตัดตามขวางจะเห็นเซลล์ส่วนหัวมีลักษณะค่อนข้างกลมอยู่สูงกว่าเซลล์ผิวเล็กน้อย เซลล์ขนอีกแบบหนึ่งมีเซลล์ฐานเพียงหนึ่งเซลล์อยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว ส่วนหัวประกอบด้วยเซลล์สองเซลล์ซ้อนกัน เซลล์ที่อยู่ด้านบนมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ด้านล่าง เซลล์ขนแบบนี้มีจำนวนน้อยกว่าเซลล์ขนแบบแรก

ชั้นคอร์เทกซ์ อยู่ถัดจากชั้นผิวเข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดแองกูลาคอลเลงคิมา คลอเรงคิมาและพาเรงคิมา เนื้อเยื่อชนิดแองกูลาคอลเลงคิมาที่อยู่บริเวณสันนูนทั้งสี่ด้านมี 5 - 6 ชั้นเซลล์ และที่อยู่บริเวณด้านที่ไม่มีสันนูนมี 4 - 5 ชั้นเซลล์ ระหว่างกลุ่มและใต้กลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมานี้จะเป็นกลุ่มเซลล์คลอเรงคิมา เซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่ระหว่างกลุ่มเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมามี 8 - 14 ชั้นเซลล์ เซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่ทางด้านนอกจะมีขนาดเล็กกว่า แต่มีจำนวนของคลอโรพลาสต์มากกว่าเซลล์ในชั้นถัดลงมา เซลล์คลอเรงคิมาที่อยู่บริเวณคอร์เทกซ์นี้จะเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้น ไม่พบเอนโดเดอร์มิสในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกนี้

ชั้นสตีล ประกอบด้วยกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่บริเวณมุมของลำต้น 4 กลุ่ม และกลุ่มเนื้อเยื่อขนาดเล็กที่แทรกอยู่ระหว่างกลุ่มใหญ่อีกประมาณ 6 กลุ่ม ซึ่งจะเรียงตัวเป็นวงอย่างเป็นระเบียบ ระหว่างกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงจะเป็นเรชิดวลเมอริสเตม จำนวน 2 - 3 แถว เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำที่อยู่ทางด้านในของลำต้นประกอบด้วยเซลล์เวสเซลเรียงตัวเป็นแถวในแนวรัศมี เซลล์เวสเซลทางด้านในของลำต้นคือโปรโตไซเลมจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์เวสเซลพวกเมตาไซเลมซึ่งอยู่ถัดออกมาทางด้านนอก ระหว่างแถวของเซลล์เวสเซลพบเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่ ส่วนกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารที่อยู่ทางด้านนอกของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำนั้น ประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่ทั่วไป

ชั้นในสุดของสตีลคือพิธ เป็นเนื้อเยื่อส่วนกลางลำต้น ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์เกิดขึ้นทั่วไป เซลล์ที่อยู่ในส่วนกลางของลำต้นจะมีขนาดใหญ่ที่สุด

สำหรับข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก พบว่าลักษณะของระบบลำเลียงบริเวณที่มีการแตกของใบแต่ละด้านจะเป็นแบบยูนิแลคคูนาโนด

ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง มีสังเขปเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมมนเช่นเดิม ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นผิว ชั้นคอร์เทกซ์และชั้นสตีลดังนี้

ชั้นผิว เซลล์ในชั้นนี้ยังคงเรียงตัวเป็นแถวเดียว ขนาดของเซลล์บริเวณผิวจะใหญ่ขึ้น ผนังเซลล์หนาขึ้น ผนังเซลล์ด้านที่สัมผัสกับอากาศมีสารพวกคิวตินฉาบอยู่ ยังคงพบปากใบเซลล์คุมเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมและเซลล์ขนสองแบบมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก

ชั้นคอร์เทกซ์ ชนิดของเซลล์ จำนวนชั้นของเซลล์และลักษณะการจัดเรียงตัวของเซลล์คล้ายกับการเจริญในระยะแรก แต่ขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้นและผนังเซลล์หนาขึ้น โดยเฉพาะเซลล์แองกูลาคอลเลงคิมามีผนังเซลล์หนาขึ้นจนเห็นได้ชัด ด้านในสุดของคอร์เทกซ์จะเป็นชั้นเอนโดเดอร์มิสที่มีแถบแคสพาเรียนสตริบในแนวขนานกับผิว

ชั้นสตีล ในระยะนี้พบว่ากลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารเรียงตัวเชื่อมกันเป็นวงโดยรอบ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกที่อยู่บริเวณมุมของลำต้นประกอบด้วยเซลล์เวสเซลเซลล์เทรคิดและเซลล์พาเรงคิมาที่เรียงตัวเป็นแถวในแนวรัศมี พบแนวของไซเลมเรย์ กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำที่เกิดขึ้นใหม่ในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ พบว่าเซลล์ลำเลียงน้ำคือเซลล์เวสเซลที่เรียงตัวเป็นแถวในแนวรัศมีจะมีขนาดเท่า ๆ กัน ไม่พบแนวของไซเลมเรย์ สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่อยู่ทางด้านนอกของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำนั้นประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา นอกกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารพบกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์เรียงตัวเป็นแถบหุ้มกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงไว้

ข้อของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ ลักษณะของระบบลำเลียงบริเวณที่มีการแตกของใบแต่ละด้านยังคงเป็นแบบยูนิแลคคูนาโนด แต่ขนาดของเซลล์ในชั้นผิว ชั้นคอร์เทกซ์และพิธจะมีขนาดใหญ่ขึ้น กลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงจะมีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น

1.3 กายวิภาคของใบ

ใบอ่อน จากการตัดตามขวางของใบอ่อนพบว่ามีโครงสร้างดังนี้

ชั้นผิว เซลล์ผิวด้านบนและด้านล่างต่างก็ประกอบด้วยเซลล์ผิวหนึ่งแถว เซลล์มีรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า เซลล์ผิวด้านบนมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ผิวด้านล่างเล็กน้อย ไม่พบขนบนผิวใบ พบว่าเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมมีการเรียงตัวแบบไดอะไซติกมากกว่าแบบแอนนิโซไซติก เซลล์ขนที่พบมีสองแบบ มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้น สำหรับเซลล์ขนรูปตัวทีนั้นความยาวของเซลล์ส่วนหัวจะทอดขนานไปตามความยาวของใบ

ชั้นเมโซฟิล พบเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาที่มีรูปร่างยาวเรียงตัวตั้งฉากกับผิวด้านบนอย่างเป็นระเบียบ ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ เซลล์มีสองขนาดคือเซลล์ขนาดเล็กมีจำนวน 3 - 5 ชั้นเซลล์ และเซลล์ขนาดใหญ่ที่แทรกอยู่ระหว่างกลุ่มเซลล์ขนาดเล็กเป็นระยะ ๆ ภายใน

เซลล์แพลิเซดพาเรงคิมามีเม็ดคลอโรพลาสต์จำนวนมากเรียงตัวอยู่ชิดกับผนังเซลล์ ส่วนเซลล์สปันจีพาเรงคิมามีรูปร่างไม่แน่นอนจะอยู่ชิดทางด้านผิวล่างมีจำนวน 3 - 7 ชั้นเซลล์ เซลล์เรียงตัวกันอย่างไม่เป็นระเบียบทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์ ขนาดของเซลล์ที่อยู่ชิดทางด้านผิวล่างมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดขึ้นไป ภายในเซลล์มีเม็ดคลอโรพลาสต์กระจายอยู่ทั่วไป

เนื้อเยื่อลำเลียง ประกอบด้วยกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่อยู่ในเส้นกลางใบและกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กที่เส้นเวนแทรกอยู่ในชั้นเมโซฟิล เนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำพวกเวสเซลเรียงตัวเป็นแถวอยู่ใกล้ผิวด้านบน และเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่มีเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา อยู่ใกล้ผิวด้านล่าง ส่วนกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารขนาดเล็กที่แทรกอยู่ในชั้นเมโซฟิลนั้น ประกอบด้วยเซลล์ลำเลียงน้ำขนาดเล็กเพียง 1 - 5 เซลล์ และกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารขนาดเล็ก รอบกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงที่เส้นเวนนี้มีเซลล์บันเดิลชีทมาล้อมรอบ

ใบแก่ โครงสร้างภายในใบแก่หรือใบคู่ที่ห้ามีลักษณะดังนี้

ชั้นผิว เซลล์ในชั้นผิวนี้ยังคงเรียงตัวเป็นแถวเดียว ผนังเซลล์ทางด้านนอกที่สัมผัสกับอากาศจะมีสารพวกคิวตินฉาบอยู่ พบเซลล์คุม เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม และเซลล์ขนสองแบบแทรกเป็นระยะ มีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อนและลำต้น

ชั้นเมโซฟิล ลักษณะและการเรียงตัวของเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาและสปันจีพาเรงคิมามีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อน

เนื้อเยื่อลำเลียง กลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ในเส้นกลางใบ ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหารขนาดใหญ่เรียงตัวประกบกันเป็นรูปครึ่งวงกลม โดยมีกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำอยู่ทางด้านผิวบน และกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารอยู่ทางด้านผิวล่าง กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำประกอบด้วยเซลล์เวสเซลที่มีผนังหนาเรียงตัวกันเป็นแถว เซลล์ที่อยู่ใกล้ผิวด้านบนจะมีขนาดเล็กกว่าเซลล์ที่อยู่ถัดเข้ามา ระหว่างแถวของเซลล์ลำเลียงน้ำพบเซลล์พาเรงคิมาแทรกอยู่ทั่วไป สำหรับกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารที่อยู่ทางด้านผิวล่างนั้น ประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา ส่วนกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กที่แทรกอยู่ในชั้นเมโซฟิลนั้นมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในใบอ่อน แต่ขนาดของเซลล์จะใหญ่ขึ้น

1.4 กายวิภาคของปลายราก

บริเวณปลายสุดของรากจะมีหมวกรากหุ้มอยู่ เนื้อเยื่อเจริญปลายรากอยู่ถัดจากกลุ่มเซลล์หมวกรากขึ้นมา ถัดจากปลายรากขึ้นมาประมาณ 240 ไมโครเมตร พบเซลล์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน แยกได้เป็นสามบริเวณคือ โปรโตเดอร์ม เป็นเซลล์ชั้นเดียวอยู่บริเวณผิวด้านนอก เซลล์ส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ชั้นผิว โปรแคมเบียม เป็นเนื้อเยื่อบริเวณตรงกลางของราก ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ชั้นสตีลและกราวด์เมอริสเตม เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างผิวด้านนอกและโปรแคมเบียม ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อพื้นบริเวณคอร์เทกซ์ของราก

1.5 กายวิภาคของราก

รากที่มีการเจริญระยะแรก มีสังเขปค่อนข้างกลมเมื่อตัดตามขวาง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ชั้นผิว ประกอบด้วยเซลล์เรียงตัวกันหนึ่งชั้นเซลล์ ผนังเซลล์ทางด้านนอกมีสารพวกซูเบอรินหรือคิวตินฉาบอยู่

ชั้นคอร์เทกซ์ อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นผิวเข้าไป ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมา 11 - 13 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอนเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ ไม่เป็นระเบียบ บางแห่งมีการสลายของเซลล์ทำให้เกิดเป็นช่องอากาศขนาดใหญ่ ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์พบเอนโดเดอร์มิสซึ่งมีแคสพาเรียนสตริป

ชั้นสตีล อยู่บริเวณกลางของรากถัดจากเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิสเข้ามา พบชั้นเซลล์เพอริไซเคิลจำนวน 1 - 2 ชั้นเซลล์ ตรงกลางรากจะเป็นกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรก พบเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรก 5 - 6 กลุ่มเรียงตัวกันเป็นแฉกอยู่ในแนวรัศมี เซลล์ลำเลียงน้ำชนิดโปรโตไซเลมอยู่ใกล้ชั้นเพอริไซเคิล ส่วนเซลล์ลำเลียงน้ำชนิดเมตาไซเลมจะอยู่ถัดเข้าไปทางใจกลางของรากซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าโปรโตไซเลม ระหว่างแฉกของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำจะเป็นกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร

รากที่มีการเจริญระยะที่สอง มีโครงสร้างในชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ชั้นผิว มีเซลล์ผิวสองชั้น ชั้นนอกมีรูปร่างไม่แน่นอนผนังเซลล์หนา ผนังเซลล์ด้านนอกมีสารพวกซูเบอรินหรือคิวตินฉาบอยู่ บางแห่งกำลังจะหลุดลอกออก เซลล์ผิวชั้นในเรียงตัวกันเป็นวง บางเซลล์มีผนังเซลล์บาง บางเซลล์มีผนังเซลล์หนา เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน

ชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาผนังบางรูปร่างคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงตัวชิดกันเป็นวงโดยรอบ 1 - 2 ชั้นเซลล์ ถัดจากเซลล์ชั้นนี้จนถึงเซลล์ชั้นเอนโดเดอร์มิสจะเป็นเซลล์พาเรงคิมาจำนวน 6 - 9 ชั้นเซลล์ เซลล์มีรูปร่างต่างกันเรียงตัวอย่างไม่เป็นระเบียบ บางบริเวณมีการสลายของเซลล์ก่อให้เกิดช่องว่างขนาดใหญ่อยู่ทั่วไปในชั้นนี้ เซลล์ของเอนโดเดอร์มิสจะมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าในรากที่มีการเจริญระยะแรกไม่พบแคสพาเรียนสตริปในแนวขนานกับผิวแต่พบในแนวตั้งฉากกับผิว

ชั้นสติล ในรากที่มีการเจริญระยะที่สองนี้ พบเซลล์เพอริไซเคิลมีจำนวนชั้นมากกว่าเดิม คือมี 5 - 6 ชั้นเซลล์ มีการสร้างเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหารเพิ่มขึ้น กล่าวคือบริเวณใจกลางของรากจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกที่เกิดในรากที่มีการเจริญระยะแรก เซลล์พวกโปรโตไซเลมและเมตาไซเลมถูกดันเข้าไปจนถึงใจกลางของราก ถัดออกมาทางด้านนอกจะเป็นกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สองซึ่งประกอบด้วยเซลล์เวสเซลที่มีผนังหนา เซลล์เทรคีดและเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวเป็นแถวในแนวรัศมี ด้านนอกของกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำระยะที่สองจะเป็นแคมเบียมประมาณ 3 - 4 ชั้นเซลล์ ถัดจากแคมเบียมไปทางด้านนอกพบกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารระยะที่สองประกอบด้วยเซลล์หลอดตะแกรง เซลล์ประกบและเซลล์พาเรงคิมา สำหรับกลุ่มของเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะแรกไม่สามารถสังเกตเห็นได้เนื่องจากถูกบีบเบียดจากเซลล์ที่เกิดขึ้นจากกลุ่มของเนื้อเยื่อในระบบลำเลียง

ตอนที่ 2 การตรวจสอบเพื่อหาแหล่งสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์ดาลิน อาร์บูทินและซาโปนิน

จากการตรวจสอบหาแหล่งสารประเภทแอลคาลอยด์ พบว่ามีอยู่ในส่วนของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง ใบอ่อนและใบแก่ ลำต้นพบในเซลล์ชั้นผิวและเซลล์พาเรงคิมาบริเวณคอร์เทกซ์และบริเวณพิธ ในใบพบที่เซลล์ผิวและเซลล์พาเรงคิมาบริเวณเส้นกลางใบ

สำหรับแหล่งสารประเภทไกลโคไซด์นั้น พบชนิดอาร์บูทินทั้งในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกและระยะที่สอง ส่วนไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์ดาลินและซาโปนินนั้นไม่พบในส่วนของพืชที่นำมาทดสอบ

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

ตอนที่ 1 การศึกษาด้านกายวิภาค

1. การศึกษากายวิภาคบริเวณปลายยอด

เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของหญ้าเกล็ดปลา (Phyla nodiflora Greene.) มีรูปร่างนูนเล็กน้อย สอดคล้องกับรายงานของ Foster ที่ว่าโดยทั่วไปเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดของพืชมีดอกจะมีรูปร่างแบนหรือนูนเล็กน้อย (Foster. 1966 : 29) ส่วนปลายยอดประกอบด้วยเซลล์ทูนิกา จำนวน 1 ชั้นเซลล์เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่วงศ์ Compositae คือ Eupatorium ayapana (Mitra. 1972 : 158) และพืชวงศ์ Marcgraviaceae คือ Marcgravia rectifolia (Dobbins Alden and Marvel. 1983 : 1263 - 1271) บริเวณคอร์ปัสซึ่งมีลักษณะแตกต่างจากทูนิกาชัดเจนคือ เซลล์เรียงตัวไม่เป็นแถวเนื่องจากประกอบด้วยเซลล์ที่มีการแบ่งตัวหลายแนว (Cross. 1937 : 266 - 275) มีจำนวน 3 - 4 ชั้นเซลล์ บริเวณขอบของความโค้งทั้งสองด้านจะเป็นจุดกำเนิดใบ ซึ่งบริเวณเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดจะลดความโค้งลงเมื่อเริ่มมีการสร้างฐานใบแรกเกิดโดยมีลักษณะเว้าลงเล็กน้อย ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานที่ว่า พืชส่วนมากมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดระหว่างการเกิดปุ่มใบ (Mia. 1960 : 121 - 124) ถัดจากเซลล์เนื้อเยื่อเจริญปลายยอดลงมาจะเป็นกลุ่มเซลล์ที่เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงเพื่อไปทำหน้าที่เฉพาะอย่างเห็นแตกต่างกันเป็นสามบริเวณคือ ส่วนของโปรโตเดอร์มอยู่บริเวณผิว ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์ชั้นผิว แนวของโปรแคมเบียมสองแนวทางด้านข้างของลำต้นซึ่งเกิดต่อเนื่องกันทั้งในลำต้นและใบ ส่วนนี้จะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในระบบลำเลียง และกราวด์เมอริสเตม ซึ่งจะพัฒนาไปเป็นเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์และพิธ ลักษณะของการจัดเรียงตัวของกลุ่มเซลล์ดังกล่าวพบว่าเป็นเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่โดยทั่ว ๆ ไป

2. การศึกษากายวิภาคของลำต้น

Metcalfe และ Chalk รายงานว่าลักษณะลำต้นของพืชในวงศ์เวอบีนาซีอี ช่วงที่มีการเจริญระยะแรกนั้นจะมีสังเขปเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยม (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1033) ในลำต้นของหญ้าเกล็ดปลาช่วงที่มีการเจริญระยะแรกนั้นถ้าตัดตามขวางจะมีสังเขปเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมมนที่กึ่งกลางด้านยาวทั้งสองด้านจะเป็นร่องเว้าลึกลงเล็กน้อยทำให้เกิดสันนูนขึ้นด้านละสองสัน แต่เมื่อเจริญมากขึ้นลำต้นจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมมนเช่นเดียวกับ Verbena officinalis Linn และ Tectona grandis (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1034) ที่เซลล์ชั้นผิวมีการเรียงตัวของ

เซลล์เป็นแถวเดียว พบเซลล์ขนสองชนิด ชนิดแรกเซลล์ขนเป็นรูปตัวที ที่เซลล์ฐานมีสี่เซลล์อยู่ต่ำกว่าเซลล์ชั้นผิว ส่วนหัวของกลุ่มเซลล์ขนมีหนึ่งเซลล์ เป็นเซลล์รูปร่างยาวโดยความยาวของเซลล์จะทอดขนานไปตามความยาวของลำต้น เซลล์ขนชนิดนี้มีลักษณะเช่นเดียวกับพืชในวงศ์ Convolvulaceae คือ Evolvulus villosus Ret.P (Metcalfe and Chalk. 1957 : 955 - 957) เซลล์ขนอีกแบบหนึ่งมีเซลล์ฐานเพียงหนึ่งเซลล์อยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ผิว ส่วนหัวของเซลล์ขนประกอบด้วยเซลล์สองเซลล์ซ้อนกัน เซลล์ที่อยู่ด้านบนจะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ที่อยู่ด้านล่าง ซึ่งจะพบได้ในพืชสกุล Lantana, Verbena, Phryma (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1031) นอกจากนี้ยังพบปากใบ เซลล์คุม เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมที่เซลล์ชั้นผิวเป็นระยะโดยอยู่ในตำแหน่งที่สูงกว่าเซลล์ชั้นผิวเล็กน้อย พบว่าเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมมีการเรียงตัวเป็นสองแบบ คือแบบไดอะไซติก ซึ่งมีเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมสองเซลล์ขนาบอยู่ทางด้านหัวและท้ายของเซลล์คุมที่มีรูปร่างคล้ายไต และแบบแอนนิโซไซติกที่มีเซลล์คุมล้อมรอบด้วยเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมจำนวนสามเซลล์ที่มีขนาดไม่เท่ากัน คือสองเซลล์จะมีขนาดใหญ่อีกหนึ่งเซลล์จะมีขนาดเล็ก แต่พบว่ามีการเรียงตัวเป็นแบบแอนนิโซไซติกมากกว่า

ชั้นคอร์เทกซ์ พืชในวงศ์เวอบีนาซีอี มักพบกลุ่มเซลล์พวกคอลเลงคิมาเสมอ (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1033) สำหรับหญ้าเกล็ดปลานั้นกลุ่มเซลล์คอลเลงคิมาที่พบจะเป็นชนิดที่มีผนังหนาตามมุมด้านในสุดของคอร์เทกซ์จะเป็นเอนโดเดอร์มิสที่มักไม่พบในพืชทั่ว ๆ ไป สำหรับหญ้าเกล็ดปลานั้นจะพบเอนโดเดอร์มิสเฉพาะในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองเท่านั้น โดยมีแถบแคสพาเรียนสตริปพาดจากผนังเซลล์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งในแนวขนานกับผิวและแนวตั้งฉากกับผิว

ชั้นสตีล ลำต้นของหญ้าเกล็ดปลาที่มีการเจริญระยะแรกแตกต่างจากพืชทั่วไป เพราะเมื่อตัดตามขวางลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกจะเห็น Residual meristem ทำให้มองดูคล้ายกับเป็นวงของแคมเบียม ผู้วิจัยจึงได้ตัดตามขวางลำต้นส่วนที่ต่ำกว่าปลายยอดลงมาเล็กน้อยพบกลุ่มเซลล์โปรแคมเบียมเรียงตัวกันเป็นวง ลักษณะนี้แตกต่างจากพืชทั่วไปซึ่งมีโปรแคมเบียมเกิดขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ ไม่เรียงต่อกันเป็นวง และเมื่อเริ่มสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงก็จะพบเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรกเป็นกลุ่ม ๆ โดยมีเซลล์พาเรงคิมาคั่นอยู่ระหว่างกลุ่ม (Ernest. 1951 : 171) พืชที่มีโปรแคมเบียมเกิดขึ้นเป็นวงคือพืชสกุล Digitalis, Pelargonium และ Pycnanthemum พืชบางชนิดในวงศ์

Caryophyllaceae เมื่อเกิดเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรกจะพบเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำเป็นวงด้วย (Ernest. 1951 : 174) ในลำต้นหญ้าเกล็ดปลาแม้ว่าจะมีโปรแคมเบียมเกิดขึ้นเป็นวง แต่การสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรกจะสร้างขึ้นเป็นกลุ่ม ๆ มีกลุ่มใหญ่และกลุ่มเล็ก ดังนั้นระหว่างกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงระยะแรกจึงเป็นเนื้อเยื่อเจริญที่ไม่มีการแบ่งตัว เนื้อเยื่อเจริญนี้มี 2 - 3 ชั้นเซลล์เรียกว่า Residual meristem ต่อมาจะทำหน้าที่เป็น Interfascicular cambium ทำหน้าที่สร้างเนื้อเยื่อลำเลียงระยะที่สอง ลำต้นหญ้าเกล็ดปลาที่มีการเจริญระยะที่สองจะมีการสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารเพิ่มขึ้นจนเชื่อมกันทำให้เกิดเป็นวงโดยรอบมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในพืชใบเลี้ยงคู่โดยทั่วไป ด้านนอกของกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารพบแถบของเซลล์ไฟเบอร์เช่นเดียวกับพืชในสกุล Premna, Callicarpa, Chloanthes, Pityrodia, Tectona และ Vitex (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1037 - 1038)

หญ้าเกล็ดปลาที่มีการเจริญระยะที่สองยังคงมีพิธซึ่งประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาเรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ และจะเกิดการสลายตัวของเซลล์พาเรงคิมาบริเวณกลางของลำต้นทำให้เกิดเป็นช่องว่างขนาดใหญ่ ลักษณะเช่นนี้พบได้ในพืชพวก Baillonia jancea Briq. และ Lippia citriodora (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1034)

3. การศึกษากายวิภาคของใบ

โครงสร้างของใบหญ้าเกล็ดปลานั้นประกอบด้วยเซลล์ผิวชั้นเดียว ทั้งที่อยู่ในระยะใบอ่อนและใบแก่ ซึ่งต่างจากแสมดำ Avicinnia officinalis ซึ่งมีเซลล์ชั้นผิวมากกว่าหนึ่งชั้น (พนมพร ชันธวิชัย 2522 : 22 - 23) ที่เซลล์ชั้นผิวนั้นพบเซลล์ขนปากใบ เซลล์คุม และเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุม โดยพบกลุ่มเซลล์ที่เป็นขนสองแบบมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้น สำหรับกลุ่มเซลล์ขนรูปตัวทีนั้น ความยาวของเซลล์ส่วนหัวจะทอดขนานกันไปตามความยาวของใบ ที่ปากใบนั้นเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมมีการเรียงตัวเป็นสองแบบ คือแบบแอนนิโซไซติกและแบบไดอะไซติก แต่พบแบบไดอะไซติกมากกว่า พืชในวงศ์เวอบีนาซีอีที่มีการเรียงตัวของเซลล์คุมและเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมแบบไดอะไซติกคือพืชในสกุล Avicinnia, Petrea, Bochea และ Anasomia (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1032) ในหญ้าเกล็ดปลานั้นพบปากใบทั้งที่เซลล์ผิวด้านบนและด้านล่าง จัดเป็นใบแบบแอมฟิสโตมาติก (Amphistomatic) เช่นเดียวกับพืชในสกุล Lantana,

Priva, Urbania และ Verbena (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1031) ปากใบที่พบจะมีตำแหน่งอยู่เหนือเซลล์ในชั้นผิวเล็กน้อยจัดเป็นแบบ Raised stomata และกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป สอดคล้องกับรายงานที่ว่า พืชที่มีเส้นใบเป็นร่างแห ปากใบจะกระจัดกระจายอยู่ทั่วไปไม่แน่นอน (Meidner and Manfield. 1968 : 9 - 10)

การจัดเรียงตัวของเซลล์บริเวณแผ่นใบในชั้นเมโซฟีลอาจจะเป็นแบบดอร์ซิเวนทรัล (Dorsiventral) คือเซลล์ชั้นแพลิเซดพาเรงคิมาอยู่ทางผิวด้านบนของใบ และเซลล์ชั้นสปันจีพาเรงคิมาอยู่ทางผิวด้านล่างของใบ หรือเป็นแบบไอโซไบเลทเทอรัล (Isobilateral) คือพบชั้นเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาทั้งใต้เซลล์ผิวด้านบนและด้านล่าง (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1030) สำหรับใบของหญ้าเกล็ดปลาจะมีโครงสร้างบริเวณแผ่นใบเป็นแบบดอร์ซิเวนทรัลที่มีเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาเรียงตัวเป็นแถวอย่างเป็นระเบียบ มีจำนวนหลายชั้นเซลล์เช่นเดียวกับที่พบในพืชสกุล Duranta, Lantana, Petrea (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1032) และแสมดำ (Avicennia officinalis) (พนมพร ขันธวิชัย 2522 : 22 - 23) เซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาในหญ้าเกล็ดปลามีสองขนาดคือ เซลล์ขนาดเล็กและเซลล์ขนาดใหญ่ เซลล์ขนาดใหญ่จะแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ขนาดเล็กเป็นระยะ ๆ

เส้นกลางใบของหญ้าเกล็ดปลามีเนื้อเยื่อลำเลียงหนึ่งกลุ่ม เป็นรูปครึ่งวงกลม โดยมีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำอยู่ทางผิวด้านบนและเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารอยู่ทางผิวด้านล่าง เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป

4. กายวิภาคของราก

รากของหญ้าเกล็ดปลาเป็นรากประเภทรากวิสามัญ (Adventitious root) ที่งอกออกบริเวณข้อ บริเวณปลายรากจะเป็นส่วนของหมวกราก ถัดขึ้นมาคือกลุ่มเซลล์เนื้อเยื่อเจริญโปรเมอริสเตม ซึ่งจะมีการเจริญเติบโตและเปลี่ยนแปลงไปเป็นไพรมารีเมอริสเตมเช่นเดียวกับพืชทั่วไป ซึ่งเมื่อเจริญต่อไปจะได้โครงสร้างของรากระยะแรกและระยะที่สอง ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้

ชั้นผิว รากที่มีการเจริญระยะแรกมีเซลล์ผิวหนึ่งชั้น แต่เซลล์เหล่านี้มักเสียรูปไปหรือถูกทำลายไปหลังจากเจริญได้ไม่นาน ในรากที่มีการเจริญระยะที่สองจึงมีเซลล์ผิวชั้นที่สองเกิดขึ้นเพื่อทำหน้าที่แทนชั้นแรก เซลล์ผิวชั้นที่สองนี้มีการแบ่งตัวในแนวที่ขนานกับผิวด้วย แต่ไม่พบเซลล์คอร์กบริเวณชั้นผิว อาจเนื่องมาจากรากวิสามัญของหญ้าเกล็ดปลามีอายุสั้น

ชั้นคอร์เทกซ์ ประกอบด้วยเซลล์พาเรงคิมาที่เรียงตัวกันอย่างหลวม ๆ และเมื่อรากมีการเจริญมากขึ้น เซลล์พาเรงคิมาบางแห่งมีการสลายไป ทำให้เกิดช่องอากาศขนาดใหญ่อยู่โดยรอบในชั้นนี้ ช่องอากาศนี้มักพบในพืชน้ำ เช่น ข้าว (Esau. 1961 : 173 - 174) หรือพืชในวงศ์อื่น เช่น วงศ์ Labiatea คือกระเพราแดง (Ocimum sanctum Linn.) (พรทิพย์ ธานีรัตน์ 2526 : 25) วงศ์ Acanthaceae คือเสลดพังพอน (Barleria lupulina Lindl.) (นงนุช มิตรพระพันธ์ 2530 : 39 - 42) บริเวณในสุดของชั้นคอร์เทกซ์เป็นเอนโดเดอร์มิสหนึ่งชั้นเซลล์ มักพบเซลล์ชั้นนี้เสมอในพืชวงศ์ Verbenaceae (Metcalfe and Chalk. 1957 : 1033) โดยสังเกตเห็นแถบแคสพาเรียนสครีป ซึ่งติดสีย้อมสีแดงพาดจากผนังเซลล์ด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่งในแนวขนานกับผิวและด้านที่ตั้งฉากกับผิวด้วย

ชั้นสตีล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อลำเลียงอยู่ตรงกลางสุด ล้อมรอบด้วยเพอริไซเคิล 1 - 2 แถว เช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่บางชนิดเช่น Ciltis, Mosus, Salix, Castanea และ Calyanthus (Esau. 1953 : 483) เซลล์ลำเลียงน้ำระยะแรกมี 5 - 6 กลุ่ม โดยกลุ่มเซลล์โปรโตไซเลมจะอยู่ทางด้านนอก ส่วนเมตาไซเลมจะอยู่ถัดเข้าไปด้านในจนถึงบริเวณตรงกลาง จัดเป็นการเจริญแบบ Exarch xylem เช่นเดียวกับในรากพืชทั่วไป (Esau. 1961 : 176 - 177) สำหรับกลุ่มเซลล์ลำเลียงอาหารระยะแรกจะอยู่ระหว่างแฉกของกลุ่มเซลล์โปรโตไซเลม เมื่อถึงการเจริญระยะที่สองจะมีแคมเบียมเกิดขึ้นระหว่างกลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำและอาหาร แล้วมีการสร้างเซลล์ลำเลียงน้ำทางด้านในและเซลล์ลำเลียงอาหารทางด้านนอกของแนวแคมเบียมเพิ่มขึ้น ทำให้กลุ่มเซลล์ลำเลียงน้ำที่ใจกลางของรากล้อมรอบด้วยวงของเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สองเช่นเดียวกับพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป

ตอนที่ 2 การตรวจสอบแหล่งสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์คาลิน อาร์บูทิน และซาโปนิน

การตรวจสอบหาแหล่งสารประเภทแอลคาลอยด์ พบว่ามีอยู่ในส่วนของลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก ลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง ใบอ่อนและใบแก่ ลำต้นพบในเซลล์ชั้นผิวและเซลล์พาเรงคิมาบริเวณคอร์เทกซ์ และบริเวณพิธ ในใบพบที่เซลล์ผิวและเซลล์พาเรงคิมาบริเวณเส้นกลางใบ แต่ละชิ้นส่วนของพืชที่นำมาตรวจสอบจะพบเซลล์ที่มีแอลคาลอยด์เพียง 1 - 3 แห่งเท่านั้น และในบางชิ้นส่วน

ก็ไม่พบเซลล์ที่มีแอลคาลอยด์อยู่เลย ลักษณะของแอลคาลอยด์ที่ตรวจพบเป็นผลึกรูปร่างเกือบกลม สีน้ำตาลเข้มค่อนข้างดำขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ จากการตรวจสอบในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สอง พบว่ามีแอลคาลอยด์อยู่ 27.23% มากกว่าในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกซึ่งพบเพียง 5.75% ส่วนในใบแก่พบแอลคาลอยด์ 16.07% มากกว่าในใบอ่อนซึ่งพบเพียง 12.7% สำหรับพืชในวงศ์เวอบีนาซีอีนั้น มีรายงานจากการวิเคราะห์ว่า พบสารเคมีพวกแอลคาลอยด์ใน แสมทะเล (Avicennia officinalis Linn) และไม้เท้ายายม่อม (Clerodendron inerme Gaertn) จากลำต้น **สำมะงา** (Clerodendron indicum Kuntz) จากราก **สัก** (Tectona grandis Linn f.) **และคนทีสอ** (Vitex trifolia Linn f.) จากใบ (สุภาพ บุณยะรัตเวช และคนอื่น ๆ 2523 : 117 - 139) โดยทั่วไปแอลคาลอยด์จะเกิดในรูปของผลึกไม่มีสี ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ที่มีสภาวะเป็นกลางได้ ส่วนใหญ่จะรวมกับสารจำพวกกรด บางชนิดอยู่ในรูปของเกลือ มีแอลคาลอยด์ส่วนน้อยที่เป็นของเหลว (Johansen. 1940 : 183) สำหรับการตรวจสอบแอลคาลอยด์ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการตรวจสอบกลุ่มของแอลคาลอยด์ไม่ได้แยกเป็นชนิดต่าง ๆ

การตรวจสอบหาแหล่งสารประเภทไกลโคไซด์ ซึ่งโดยปกติพบในเปลือกไม้ แก่นไม้ ดอก ผลและรากนั้น (เภสัชวินิจฉัย 2529 : 18) จากการตรวจสอบทั้งในส่วนของลำต้นและใบ ไม่พบไกลโคไซด์ชนิดอมายจ์ดาลินและซาโปนิน ส่วนอาร์บูตินนั้นตรวจสอบพบเฉพาะในลำต้นที่มีการเจริญในระยะแรกและระยะที่สองจากบริเวณเซลล์ผิว จากการตรวจในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกพบเพียง 55.59% น้อยกว่าในลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองซึ่งพบมากถึง 90.16%

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาค้นคว้า

การศึกษากายวิภาคของหญ้าเกล็ดปลานี้เป็นการศึกษาในแต่ละส่วนคือ ในส่วนของปลายยอด ลำต้น ใบและราก ไม่ได้ศึกษากายวิภาคของดอกและขั้นตอนของการพัฒนาในส่วนของลำต้น ใบ ราก และดอก ดังนั้นเพื่อให้การศึกษาในเรื่องนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นควรมีการศึกษาถึงลักษณะทางกายวิภาคของดอกเพิ่มเติมและขั้นตอนของการพัฒนาในส่วนของ ลำต้น ใบ ราก และดอก

สำหรับการตรวจสอบเพื่อหาแหล่งสารในครั้งนี้เลือกวิธีการตรวจสอบมาบางวิธีเท่านั้น และตรวจสอบเฉพาะในส่วนของลำต้นและใบ จึงควรที่จะตรวจสอบในส่วนอื่น ๆ เช่น ราก และใช้วิธีอื่นตรวจสอบเพิ่มเติม นอกจากนี้ควรจะตรวจสอบในหญ้าเกล็ดปลาที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมต่างกัน เพื่อดูความแตกต่างของชนิดสารเคมีที่ตรวจพบด้วย

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

โครงการศึกษาวิจัยสมุนไพร สมุนไพร บริษัทสารมวลชนจำกัด 2523, 256 หน้า

เต็ม สมิตินันทน์ ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย (ชื่อพฤกษศาสตร์ - ชื่อพื้นเมือง) พันนีพับบลิชชิ่ง 2523, 379 หน้า

นงนุช มิตรพระพันธ์ การศึกษากายวิภาคของเสลดพังพอน ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530, 129 หน้า

ประศาสตร์ เกื้อมณี ลักษณะทางกายวิภาคของยางพาราพันธุ์พื้นเมืองและพันธุ์ IIRN 600 วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2528, 82 หน้า

ผกามาศ เขมะจารี การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหญ้าเกล็ดปลาเพื่อหาปริมาณแอลคาลอยด์เปรียบเทียบกับต้นธรรมชาติ ปริญญานิพนธ์ กศ.บ. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2530, 51 หน้า

พนมพร ยันยวิชัย การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืชป่าชายเลนบางชนิด ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2522, 58 หน้า

พรทิพย์ ธานีรัตน์ การศึกษากายวิภาคของกระเพราแดง ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2526, 71 หน้า

ภูวดล บุตรรัตน์ กายวิภาคของต้นโกงกางใบใหญ่และโกงกางใบเล็ก วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2523, 120 หน้า

สาคร ตรีนันทวัน ไมโครเทคนิคเบื้องต้น ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร 2525, 90 หน้า

สุรินทร์ นิลสำราญจิต การศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยา กายวิภาควิทยา และการเจริญเติบโตของมะเขือ 2 พันธุ์ ซึ่งปลูกอยู่บนที่สูงของประเทศไทย วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2529, 134 หน้า

สุภาพ บุณยะรัตเวช การทดสอบประเภทของสารเคมีในพืชสมุนไพรไทย วารสารวิจัยจุฬา 2523, 137 หน้า

อุไรวรรณ ประยูรรัตน์ และคนอื่น ๆ การสำรวจวัชพืชสมุนไพรไทยในจังหวัดชลบุรี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน 2524, 236 หน้า

Banabas, C and Nagarajan. "Flavonoids form the Flower of Phyla nodiflora Linn." Indian Journal of Chemistry. 67 : 1980, 822 p.

Brien, T.P.C. and Margarete McCully. Plant Structure and Development. The Macmillan Company Press 1967. 42 - 47 p.

Cross, G.L. "The Morphology of Bud and the Development of the Leave of Viburnum rufidulum" American Journal of Botany. 24 : 1937, 266 - 275 p.

Dobbin, D.A. H. Alden and D. Marvel "Developmental Anatomy of Juvenile and Adult Shoot of Marcgravis rectifolia," American Journal of Botany 70 : 1983, 1263 - 1271 p.

Ernest L. Stover. The Anatomy of Seed Plants. D.C. Heath and Company Boston 1951. 274 p.

Esau, K. Plant Anatomy. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1953. 735 p.

_____ Anatomy of Seed Plants. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1961. 376 p.

_____ Plant Anatomy 2nd. ed., Japan, Toppon Co., Ltd., 1965. 767 p.

_____ Anatomy of Seed Plants. New York, John Wiley and Sons, Inc., 1977. 550 p.

Fahn, A. Plant Anatomy. Oxford, Pergamon Press, 1972. 611 p.

Foster, A.S. Practical Plant Anatomy. 2nd. ed., Princeton, D. Van Nostrand Co., Inc., 1966. 29 p.

Johansen, D.A. Plant Microtechnique. New York, McGraw - Hill Book, Co., Inc., 1940. 529 p.

Meidner, Hans and T.A. Mansfield. Physiology of Stomata. New York, McGraw - Hill, 1968. 178 p.

Metcalfe, CR. and L. Chalk. Anatomy of Dicotyledons. Vo.12 Oxford, Clarendon Press, 1957. 1500 p.

Mia, A.J. "Structure of the Shoot Apex of Rauwolfia vomitoria," Botanical Gazette. 122 : 1960, 121 - 124 p.

Mitra, G.C. "Primary Body of the Shoot of Eupatorium ayapana Vent," Research Trends in Plant Anatomy. 1987. 151 - 158 p.

Pushpangadon P. and C.K. Atal "Ethno - Medico - botanical Investigations in Kerala 1. Some Primitive Tribals of Western Ghatsand their Herbal Medicine," Journal of Ethnopharmacology. 11 : 1984, 59 - 77 p.

Sass, J.E. Botanical Microtechnique. 3rd. ed., The Iowa State College Press Ames, Iowa, 1958. 73 p.

Tolbert, R.J. "A Seasonal Study of the Vegatative Shoot Apex and the Pattern of Pith Development in Hibiscus syriacus," American Journal of Botany. 48 : 1961, 248 - 255

ภาคผนวก

การเตรียมสารเคมี

1. ตารางแสดงส่วนผสมของน้ำยาฟิกเซทีฟ (Fixative) ชนิดคราฟ (Craf) สูตรที่ 1 - 5

สารละลายที่เป็นส่วนผสม	ส่วนผสมของน้ำยาคราฟสูตรที่ (มิลลิลิตร)				
	1	2	3	4	5
โครมิกแอซิด 1 %	20	20	30	40	50
แอซิติกแอซิด 1 %	75	-	-	-	-
แอซิติกแอซิด 10 %	-	10	20	30	35
ฟอร์มาลิน	5	5	10	10	15
น้ำกลั่น	-	65	40	20	-

2. น้ำยาติดสไลด์ของฮอพท์ (Haupt's adhesive)

นอกซ์เจลาติน	1	กรัม
ฟลีกฟีนอล	2	กรัม
กลีเซอริน	15	มิลลิลิตร
น้ำกลั่น	100	มิลลิลิตร

นำนอกซ์เจลาตินและน้ำกลั่นละลายเข้าด้วยกัน อุ่นด้วยความร้อน 30 องศาเซลเซียส แล้วเติมฟีนอลและกลีเซอรีนลงไป คนให้เข้ากัน กรองด้วยผ้ากรอส เก็บในขวดสีชา

3. สีย้อมฮีมาทอกซิลินตามสูตรของ เดลาฟิลด์ (Delafield's haematoxylin)

สารละลายแอมโมเนียมอลูมิเนียมซัลเฟตอิ่มตัว	400	มิลลิลิตร
สีฮีมาทอกซิลิน	4	กรัม
เอธิลแอลกอฮอล์ 95 %	25	มิลลิลิตร
กลีเซอรีน	10	มิลลิลิตร
เมธิลแอลกอฮอล์ 50 %	100	มิลลิลิตร

4. สีย้อมฟาสท์กรีน

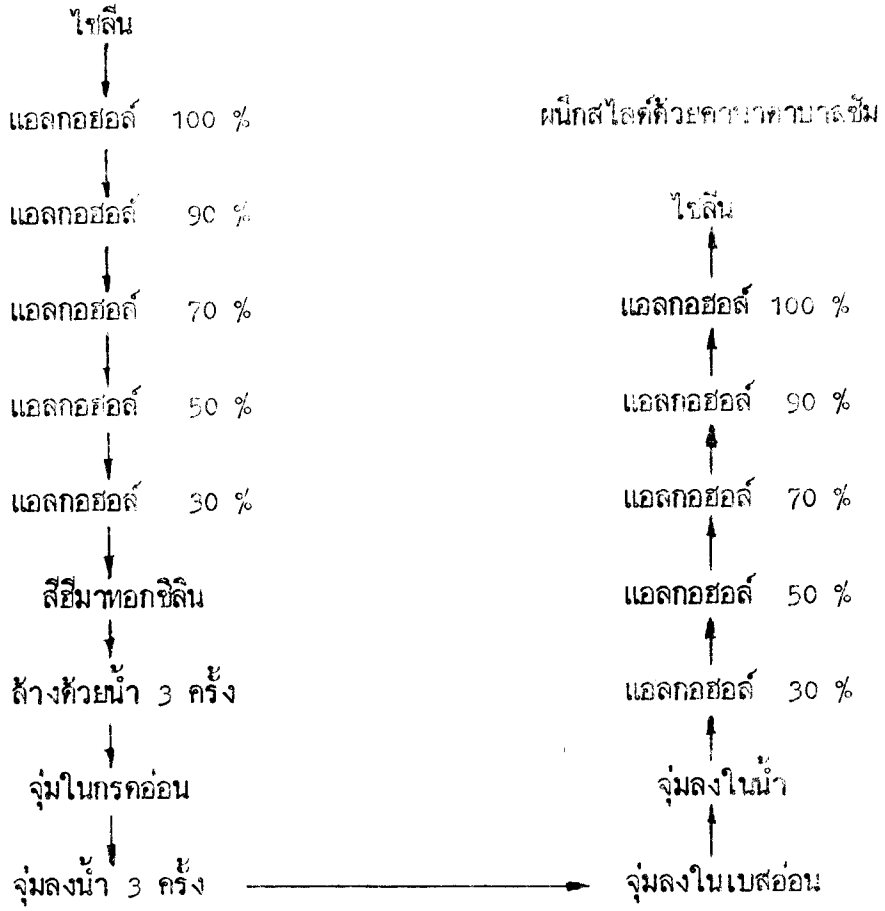
สีฟาสท์กรีน	0.5	%
เอธิลแอลกอฮอล์ 100 %	1	ส่วน
โคลฟออย	1	ส่วน
เมธิลเซลโลโซล์ฟ	1	ส่วน

5. สีย้อมซาฟรานิน

สีซาฟรานิน	0.5	กรัม
เอธิลแอลกอฮอล์ 50 %	100	มิลลิลิตร

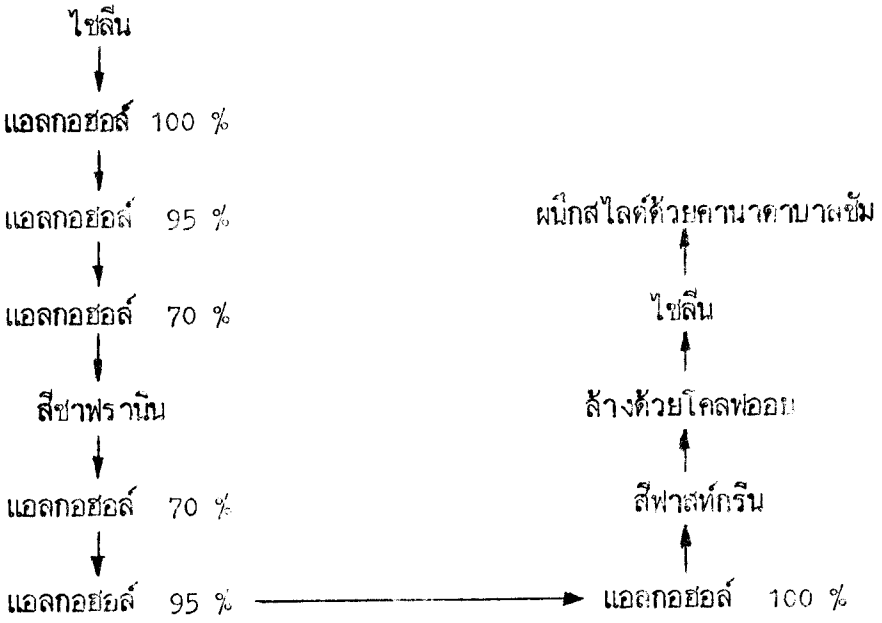
การย้อมพาราฟินเซคชันด้วยสีย้อมฮีมาทอกซิลิน

หลังจากผนึกพาราฟินเซคชันลงบนสไลด์แล้ว ดำเนินการย้อมโดยผ่านสไลด์ลงในสารต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังนี้



<u>การย้อมสีพาราฟินเซคชันด้วยสีย้อมซาฟรานินและฟาสท์กรีน</u>

หลังจากผนึกพาราฟินเซคชันลงบนสไลด์แล้ว ดำเนินการย้อมโดยผ่านสไลด์ลงในสารต่าง ๆ ตามขั้นตอนดังนี้



การศึกษากายวิภาคและตรวจหาแหล่งสารแอลคาลอยด์และไกลโคไซด์บางชนิด ของหญ้าเกล็ดปลา

บทคัดย่อ

ของ

วไลพรรณ ตีรกาญจนกุล

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

กุมภาพันธ์ 2531

การวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคและตรวจหาแหล่งสารแอลคาลอยด์ และไกลโคไซด์ 3 ชนิดในลำต้นและใบของหญ้าเกล็ดปลา (Phyla nodiflora Greene.) พบว่าเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดมีรูปร่างนูนเล็กน้อยประกอบด้วยทูนิกา 1 ชั้น และคอร์ปัส 2 - 3 ชั้น เมื่อเริ่มมีปุ่มใบเกิดขึ้นเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดจะลดความโค้งลงจนมีลักษณะเว้าลงเล็กน้อย ไพรมารีเมอริสเตมประกอบด้วย โปรโตเดอร์ม โปรแคมเบียม และกราวด์เมอริสเตม

ลำต้นที่มีการเจริญระยะแรกชั้นผิวประกอบด้วยเซลล์เพียงชั้นเดียว พบเซลล์ขนสองแบบคือเซลล์ขนรูปตัวทีและแบบที่เซลล์เรียงซ้อนกัน พบปากใบอยู่เหนือเซลล์ผิวเล็กน้อยโดยมีเซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมเรียงตัวกันแบบแอนนิโซไซติกมากกว่าแบบไดอะไซติก ชั้นคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์คอลเลงคิมา และคลอเรงคิมา ชั้นสตีล ประกอบด้วยเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่ 4 กลุ่ม อยู่บริเวณมุมลำต้นและขนาดเล็กประมาณ 6 กลุ่ม อยู่ระหว่างกลุ่มใหญ่ โดยมีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำอยู่ด้านในเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารอยู่ทางด้านนอก ระหว่างกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงพบ Residual meristem ทำให้เห็นคล้ายกับว่าเป็นวงของแคมเบียม ส่วนกลางของลำต้นคือพิธ ซึ่งเป็นเซลล์พาเรงคิมา เมื่อลำต้นมีการเจริญมากขึ้นจนถึงระยะที่สองยังคงพบเซลล์ขนและปากใบลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้นที่มีการเจริญระยะแรก ด้านในสุดของคอร์เทกซ์มีเอนโดเดอร์มิสที่มีแคสพาเรียนสตริป มีแคมเบียมเกิดขึ้นเป็นวงโดยรอบและสร้างเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำและอาหารระยะที่สอง พบกลุ่มเซลล์ไฟเบอร์อยู่ทางด้านนอกของกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร ส่วนกลางของลำต้นที่มีการเจริญระยะที่สองยังคงมีพิธ แต่มีช่องว่างขนาดใหญ่เกิดขึ้นเนื่องจากมีการสลายตัวของเซลล์พาเรงคิมา

ชั้นผิวของใบ ประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถว พบปากใบที่ชั้นผิวทั้งสองด้าน เซลล์ข้างเคียงเซลล์คุมเรียงตัวแบบไดอะไซติกมากกว่าแบบแอนนิโซไซติก พบเซลล์ขนสองแบบมีลักษณะเช่นเดียวกับที่พบในลำต้น การเรียงตัวในชั้นของเมโซฟิลเป็นแบบดอร์ซิเวนทรัลหรือแบบไบฟาเชียลคือมีเซลล์แพลิเซดพาเรงคิมาอยู่ใกล้ผิวด้านบน และเซลล์สปันจีพาเรงคิมาอยู่ทางผิวด้านล่าง มีเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดใหญ่อยู่ในเส้นกลางใบและเนื้อเยื่อลำเลียงขนาดเล็กแทรกอยู่ในชั้นสปันจีพาเรงคิมาของแผ่นใบ

รากที่มีการเจริญระยะแรกมีเซลล์ผิวชั้นเดียว เซลล์พาเรงคิมาในชั้นคอร์เทกซ์เมื่อรากมีการเจริญมากขึ้นมีการสลายไปบางส่วนทำให้มีช่องอากาศขนาดใหญ่กระจายอยู่ทั่วไป ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์พบเอนโดเดอร์มิสที่มีแถบแคสพาเรียนสตริป ชั้นสตีลประกอบด้วยเพอริไซเคิล 1 - 2 แถว

และเนื้อเยื่อลำเลียงบริเวณกลางราก มีเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำ 5 - 6 กลุ่มเรียงตัวเป็นแฉกระหว่าง
แฉกจะเป็นเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร เมื่อรากมีการเจริญมากขึ้นจนถึงระยะที่สอง เซลล์ผิวชั้นนอก
การสลายตัวจึงมีเซลล์ผิวชั้นในเกิดขึ้นเพื่อทำหน้าที่แทน ที่ชั้นคอร์เทกซ์ยังพบช่องอากาศขนาดใหญ่
กระจายอยู่ทั่วไป และพบเอนโดเดอร์มิสที่มีแคสพาเรียนสตริป เพอริไซเคิลเพิ่มขึ้นเป็น 5 - 6
ชั้นเซลล์ วาสคูลาแคมเบียมเป็นวงเพราะมีเนื้อเยื่อลำเลียงระยะที่สองเกิดขึ้นระหว่างแฉกของ
ไซเลม เนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะแรกอยู่กลางราก ถัดออกมาเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อลำเลียงน้ำระยะที่สอง
วงของแคมเบียมและเนื้อเยื่อลำเลียงอาหารระยะที่สองตามลำดับ ไม่พบเนื้อเยื่อลำเลียงอาหาร
ระยะแรกเนื่องจากถูกบีบเบียดจากเซลล์ที่เกิดขึ้นจากกลุ่มเซลล์ของเนื้อเยื่อในระบบลำเลียง

A Study on Anatomy and Some Alkaloids and Glycosides Detection of *Phyla nodiflora* Greene.

AN ABSTRACT

BY

WALAIPUN TIRACHANJANAKUL

Presented in partial fulfillment of the requirements

for the Master of Education degree

at Srinakharinwirot University

February 1988

The purposes of this study included a study of anatomies of shoot apices, stems, and roots of Phyla nodiflora Greene. and a location of alkaloid sources and three glycosides. i.e., amygdalins, arbutins and saponins in those tissues. Major findings were as follows.

Shoot apical meristem was found to be little convex-shaped. The tunica was one layer and the corpus was 2 - 3 layers of cells. After a pair of leaf primordia were initiated, a little depression appeared over the apical meristem. The primary meristem consisted of protoderm, procambium differentiated in a continuous cylinder, and ground meristem.

Examinations of cross sections of primary tissues of the stem, three zones were recognized, namely, epidermis, cortex, and stele. The epidermis was one layer of cells. Two kinds of hair were indentified. The unicellular hair was two-armed, T-shaped. The multicellular hair consisted of a single row of three cells. The stomata with subsidiary cells was a little above epidermis. It appeared to be anisocytic more than diacytic. The cortex consisted of angular collenchyma and chlorenchyma. The stele was made of 4 large vascular bundles and among them were small ones, about six in number. Each bundle consisted of xylem inside and phloem outside. Residual meristems alike a cambium ring were found between the bundles. The center of stem was pith parenchyma. The secondary growth of stems, hair cells and stoma were found as well. The endodermis originated at the innermost of the cortex. Vascular tissues were found to be cylindrical. Fibers were in strand at the outer edge of the primary phloem of each vascular bundle. Within pith, a large cavity occurred because of decomposed parenchyma.

Leaf epidermis was one layer of cells. Stoma appeared at both upper and lower epidermis. The were more diacytic than anisocytic. Two types of hair cells were similar to those of the stem. The lamina contained palisade parenchyma adjacent to the upper epidermis and spongy parenchyma sandwiched by the lower epidermis. It was dorsiventral or bifacial leaf. Tiny vascular bundles were found among the spongy parenchyma and a large bundle in the mid rib.

Three regions of the root could be distinguished : epidermis, cortex, and stele. The outermost region was a single layer of cells, the epidermis. The cortex, a sheath of parenchyma, a number of cells in width, contained much of air cavities. The innermost of the cortex was endodermis. The stele consisted of pericycle and conducting tissues. The xylem was so arranged that, in cross section, they formed 5 - 6 arms radiating from the center. The phloem lied in groups between the arms. Lying between the xylem and the phloem were parenchyma. Surrounding the conducting tissues and forming the boundary of the vascular tissue, was 1 - 2 layers of cells, the pericycle. However, as growth continued, the secondary growth, the lobed outline was crushed to the center, because secondary tissue were formed between the xylem arms. The cambium then formed a circular zone, inside of which was a cylinder of secondary xylem, completely enclosing the primary xylem. Outside of the cambium lied a zone of secondary phloem. The primary phloems were crushed by the pressure of the growing tissues within and vanished. The epidermis became two layers of cells.

The result of the testing process revealed that alkaloids were detected in epidermis, cortex, and pith of the stem either of the primary growth and secondary growth stages. They also existed in the leaf epidermis as well as in parenchyma of the mid rib. Arbutins were found in both primary and secondary growth stem but the leaf. Tests for amygdalins and saponins were negative in the leaf as well as in the stem.