ผลจากการสังเกต (OBSERVATIONS)

1. กายวิภาคของบริเวณยอดของลำต้น (Anatomy of vegetative shoot apex)

Shoot apex ของเนียม (Strobilanthes niveus Craib) ที่ตัดตามยาวผ่านส่วนกลาง (median longisection) พบทั้งที่มีรูปร่างแบนราบ (flat) (ภาพที่ 2) และลักษณะโค้งนูน (low convex) เล็กน้อย (ภาพที่ 3) คือได้พบว่าในระยะที่เพิ่งมี leaf buttress[1] เกิดขึ้นนั้น shoot apex มีรูปร่างแบนราบจนตรง หรือจากการที่ leaf buttress[1] นูนออกไปทำให้ shoot apex ดูคล้ายเว้าลงไปเล็กน้อยด้วยซ้ำไป (ภาพที่ 4) ในระยะสร้าง petiole-midrib[2] นั้น shoot apex มักจะมีรูปร่างแบนราบ แต่เมื่อใบอยู่ในระยะlamina formation[3] และเมื่อใบยาวขึ้นแล้วได้พบว่ารูปร่างของ shoot apex มักจะโค้งนูนขึ้นเล็กน้อย ความโค้งของ shoot apex ที่เฉลี่ยจาก 10 ยอดที่พบโค้งขึ้นเป็น low convex โดยไม่นับพวกที่แบนราบมาเฉลี่ยได้ 13.2 μ

---

[1] Leaf buttress คือส่วนที่ยื่นนูนออกมาจากด้านข้างของ shoot apex เล็กน้อย เป็นระยะเริ่มแรกของการเกิดเป็นใบ

[2] Petiole-midrib เป็นใบที่เพิ่งเกิดขึ้นระยะต่อจาก Leaf buttress รายละเอียดของส่วนนี้อยู่ในข้อ 3 หน้า 27-28

[3] Lamina formation เป็นระยะต่อจากระยะ petiole - midrib ส่วนนี้ได้เริ่มสร้างแผ่นใบ (lamina) รายละเอียดอยู่ในข้อ 3 หน้า 28-35

แสดงว่าในระหว่าง plastochron[1] รูปร่างของ shoot apex จะมีการเปลี่ยนแปลงคือเปลี่ยนจากแบนราบเป็นนูนขึ้นเมื่อใบยาวขึ้น

ส่วนสังเขป (outline) ของ shoot apex ที่เห็นจาก transection เป็นรูปรีคล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มุมทั้งสี่มนคล้าย ๆ รูปไข่ยาว ได้วัดเพื่อหาขนาดของ shoot apex โดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางจาก adaxial surface ของใบอ่อน ถึง adaxial surface ของใบอ่อนอีกข้างหนึ่ง ซึ่งความยาวระยะนี้มักเป็นที่ทราบในด้าน anatomy ว่า shoot apex at the minimal area หรือ shoot apex at the minimal stage ได้ผลดังนี้ จากยอดที่มีใบยาวตั้งแต่ 15 - 190μ ความยาวของ shoot apex ที่วัดได้มีค่าตั้งแต่ 24 - 55μ เฉลี่ยจาก 16 ยอดได้ 48.5μ จากยอดที่มีใบขนาด 190 - 430μ ความยาวของ shoot apex วัดได้ 45 - 67μ เฉลี่ยจาก 10 ยอดได้ 54.2μ ส่วนยอดที่มีใบขนาด 430 - 830μ ความยาวของ shoot apex วัดได้ 60 - 173μ ค่าเฉลี่ยจาก 14 ยอดได้ 106.2μ (ตารางที่ 1) ค่าที่วัดนี้ได้จากมีความแตกต่าง (range) มาก เนื่องจาก median longisection ที่ได้ในระยะเดียวกัน บาง section ได้จากการตัด section มาขนานกับด้านยาวกว่าของรูปสี่เหลี่ยมมนของ shoot apex บาง section ได้จากการตัดขนานกับด้านแคบกว่าของรูปสี่เหลี่ยมมนของ shoot apex อย่างไรก็ตามผลจากการสังเกตนี้แสดงให้เห็นได้ว่า ในระหว่าง plastochron ขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของ shoot apex จะเพิ่มขึ้นเมื่อใบยาวขึ้น

---

[1] Plastochron คือช่วงเวลาระหว่างการเริ่มเกิดของ leaf primordia 2 leaf primordia หรือสองใบที่อยู่ถัดกันไป

ตารางที่ 1 แสดงความยาวของเส้นผ่าศูนย์กลางของ shoot apex at the minimal area เมื่อใบอ่อนมีขนาดต่าง ๆ ตั้งแต่ 15 - 830μ

จำนวนยอดที่นำมาเฉลี่ย	ความยาวของใบคู่แรกที่นับจากยอดลงมา (μ)	Range ของเส้นผ่าศูนย์กลางของ shoot apex (μ)	เส้นผ่าศูนย์กลางของ shoot apex เฉลี่ย (μ)
16	15 - 190	24 - 55	48.5
10	190 - 430	45 - 67	54.2
14	430 - 830	60 -173	100

Shoot apex ของเนียมเป็นแบบที่มี tunica และ corpus (tunica-corpus pattern) การดู pattern ดังกล่าวได้อาศัยหลักของ plane ของการแบ่งตัว ขนาดของเซลล์ รูปร่างของเซลล์ ลักษณะที่ปรากฏในเซลล์ (cytological appearance) และ meristematic activity ได้พบว่าบริเวณ tunica ประกอบด้วย meristematic cell เรียงเป็นสองแถวทางด้านนอกของยอด tunica (ภาพที่ 4) ทั้งสองแถวมีส่วนหนา 14 - 18μ ส่วนมากเซลล์ในชั้น tunica มีรูปร่างยาวหรือแคบตามแนวตั้งฉากกับผิว จากที่วัด anticlinal[1] diameter เฉลี่ยความยาวจาก 10 เซลล์ได้ราว 8.2μ Periclinal[2] diameter ได้ราว 4.2μ Tunica มีการแบ่งเซลล์อย่าง anticlinal division เซลล์ในชั้น tunica มี cytoplasm ข้นไม่มี vacuole อันใหญ่ เซลล์อยู่เบียดกันแน่น บริเวณของ corpus

---

[1] Anticlinal เป็นคำคุณศัพท์ หมายถึงทางแนวตั้งฉากกับผิว (surface) ของบริเวณที่ได้กล่าวถึง

[2] Periclinal เป็นคำคุณศัพท์ หมายถึงทางแนวขนานกับผิว

(ภาพที่ 4) หรือที่เรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า central initial zone ประกอบด้วย meristematic cell ที่อยู่ถัดจากชั้น tunica ลงมา กินบริเวณลึกประมาณ 32μ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจาก 12 ยอดด้วยกัน เซลล์ในบริเวณ corpus ค่อนข้างมีเส้นเผาศูนย์กลางในแนวต่าง ๆ ประมาณว่าเท่ากัน (isodiametric) มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ในบริเวณ tunica เล็กน้อย ที่เฉลี่ยจาก 10 เซลล์ได้ราว 8μ เซลล์ในบริเวณนี้ย้อมสีติดสีได้กว่าเซลล์ของ tunica เล็กน้อย แต่ก็ยังติดสีเข้มกว่าเซลล์ในตอนล่างลงไป เซลล์ในชั้น corpus นี้เรียงตัวอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ (irregular) อยู่เบียดกันแน่นเหมือนกัน การแบ่งเซลล์ไม่ค่อยเป็นแบบ anticlinal division เหมือนอย่าง tunica แต่แบ่งตัวในแนวต่าง ๆ กัน (various plane)

Rib meristem

ความจริงส่วนของ rib meristem ไม่ถือว่าเป็นส่วนของ shoot apex แท้ ๆ shoot apex แท้ ๆ ประกอบด้วยชั้นของ tunica และ corpus เท่านั้น แต่เนื่องจากว่าบริเวณ rib meristem อยู่ต่อเนื่องถัดลงไปจาก corpus จึงบรรยายไว้ด้วย พวก rib meristem ประกอบด้วยเซลล์สั้น ๆ ตามแนวยาว เพราะเกิดการแบ่งเซลล์ได้เร็วกว่าการขยายขนาดของเซลล์ออกไปทุกด้าน เซลล์เหล่านี้มี vacuole เกิดขึ้นมากจึงทำให้ย้อมติดสีจาง การแบ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นเป็นแบบ periclinal division เป็นส่วนใหญ่ จึงทำให้เห็นเซลล์เรียงเป็นแถว (file) จำนวนเซลล์ในแต่ละแถวของ rib meristem ที่นับในเนียม 10 ยอด มีจำนวน file ละประมาณ 2 - 3 เซลล์ ส่วน rib meristem ต่อไปจะแบ่งตัวและเจริญให้ pith

2. กายวิภาคของลำต้น (Anatomy of the stem)

2.1 โครงสร้างของส่วนปล้องของลำต้น (Structure of the internode) ลำต้นของเนียม (Strobilanthes niveus Craib) มีสังเขป

(outline) จากที่เห็นจากการตัดตามขวางเป็นรูปรี (oval) หรือคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่ตามมุมมนซึ่งสองด้านยาวและอีกสองด้านแคบคล้ายกับที่ shoot apex และเมื่อใกล้ข้อ (node) จะรีมากขึ้น (ภาพที่ 5) เยื่อต่าง ๆ จากชั้นนอกเข้ามาข้างในมีดังนี้ ชั้น epidermis ประกอบด้วย epidermal cell หนึ่งแถวเรียงอยู่รอบนอกสุด ความลึกของเซลล์คือความยาวตามแนว radial wall มีค่าราว 20 - 30μ ส่วนความกว้างของเซลล์คือความยาวตามแนว tangential wall นั้นโดยทั่วไปมีค่าใกล้เคียงกับความลึก มีความสูงซึ่งวัดจาก longisection และเฉลี่ยจาก 20 เซลล์ได้ 16.8μ ด้านนอกของ epidermal cell มี cuticle หนาประมาณ 1.5 - 2μ ฉาบอยู่ นอกจากนี้ epidermal cell บางเซลล์มีการเปลี่ยนแปลง (differntiation) ให้ trichome[1] ได้พบ trichomeสองแบบคือ uniseriate hair[2] และ glandular hair[3] (ภาพที่ 7) Uniseriate hair ที่พบที่ลำต้นของเนียมมีลักษณะเป็นขน ปลายแหลมประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบางกว่าที่พบส่วนมากมีสองเซลล์ต่อกัน แต่ที่เป็นสามเซลล์ต่อกันก็มีบ้าง แต่น้อย Uniseriate hair นี้เมื่อตรวจด้วย oil blue NA เพื่อตรวจสารที่เป็นน้ำมัน

---

[1] Trichome เป็นคำที่รวมเรียกส่วนที่ยื่นออกมาจาก epidermal cell ทั้งหมด

[2] Uniseriate hair เป็น trichome ที่อาจจะประกอบด้วยเซลล์มากกว่าหนึ่งเซลล์ขึ้นไปเรียงต่อเป็นแถวเดียวกัน

[3] Glandular hair เป็น trichome หรือ hair ที่มีการสร้างสารบางอย่าง

(oil) ผลปรากฏว่าเป็น negative คือไม่พบสีน้ำเงินตามขอบนอกของ hair หรือภายใน hair แสดงว่าไม่มีการสร้าง oil จาก uniseriate hair นี้ Glandular hair ของเนียม (ภาพที่ 7) เป็นส่วนที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ มีส่วนที่เป็นส่วนฐาน (foot) ประกอบด้วยหนึ่งเซลล์อยู่ในระดับเดียวกับ epidermis และส่วนก้าน (stalk) สั้น ๆ ซึ่งอยู่ในระดับสูงกว่า epidermis ประกอบด้วยหนึ่งเซลล์ และส่วนหัว (head portion) ประกอบด้วยเซลล์แปดเซลล์ เมื่อมองจากด้านบน (top view) แต่จาก transection จะติด section มาเพียง 2 - 3 เซลล์ คือไม่ครบทั้งแปดเซลล์ เมื่อตรวจด้วย oil blue NA ผลปรากฏว่าเป็น positive คือส่วนหัวจะติดสีน้ำเงินคราม แสดงว่าในส่วนนี้มีการสร้าง oil Trichome ได้เกิดขึ้น (developed) มาและเจริญขึ้นเต็มที่ตั้งแต่ในบริเวณของลำต้นที่ยังอ่อน

ถัดจาก epidermis เข้ามาได้แก่บริเวณ cortex (ภาพที่ 6) cortex ของเนียมประกอบด้วยเซลล์ 12 - 20 ชั้น แต่โดยทั่วไปประกอบด้วยเซลล์ 16 ชั้น ความหนาของชั้น cortex ไม่เท่ากัน แม้แต่ใน section เดียวกันก็มีความหนาต่างกัน ที่ตรวจพบมีความหนา 500 - 1000μ ชั้น cortex ประกอบด้วยเซลล์สองชนิดคือ angular collenchyma ซึ่งอยู่บริเวณนอกมีประมาณ 5 - 7 แถว เซลล์เหล่านี้ผนังหนาเป็นบางตอนคือหนาตามมุม ติดสีน้ำเงินของ aniline blue เมื่อย้อมด้วย safranin กับ aniline blue และติดสีเขียวของ fast green เมื่อย้อมด้วย safranin กับ fast green โดยทั่วไปความยาวทางด้าน radial และ tangential ของ collenchyma cell มีขนาดประมาณว่าเท่ากัน คือ 25 - 30μ แต่ที่ใหญ่หรือเล็กกว่านี้ก็มีบริเวณเดียวกับที่มีใน collenchyma เป็นส่วนใหญ่ยังมีเซลล์พวก chlorenchyma ซึ่งเป็นเซลล์ชนิด parenchyma ที่มี chloroplast อยู่ภายในมาก แทรกอยู่เป็นหย่อม ๆ ทั้งหมดมีประมาณ 4 หย่อมด้วยกันต่อหนึ่ง section ที่ตัดตามขวาง chlorenchyma ประกอบด้วยเซลล์ลึกประมาณ 6 - 8 แถว แต่ละแถวประกอบด้วยเซลล์ตามแนวกว้าง (tangential) แถวละ 4 - 8

002164

เซลล์ ชั้นของ cortex บริเวณถัดเข้ามาเป็น parenchyma (ภาพที่ 6) ผนังบางมีประมาณ 7 - 9 แถว Parenchyma ที่อยู่ชิด collenchyma ราว 1 - 2 แถว มี chloroplast อยู่ภายในเป็นจำนวนมาก ส่วน parenchyma ใน ๆ เข้าไปมี chloroplast บ้างเหมือนกัน แต่น้อยมาก ขนาดของ parenchyma cell โดยทั่ว ๆ ไป มีความยาวทางด้าน radial wall และ tangential wall ประมาณว่าเท่า ๆ กันคือ 60 - 80µ แต่ที่ใหญ่หรือเล็กกว่านี้ก็มี

ในลำต้นที่อายุยังน้อยและในลำต้นแก่ของเนียมจะสังเกตเห็น endodermis ซึ่งเป็นเซลล์ชั้นในสุดของ cortex ได้ค่อนข้างชัดเจน (ภาพที่ 8) Endodermal cell เรียงเป็นหนึ่งแถว มีขนาดใหญ่และใสกว่าเซลล์ใกล้เคียง Diameter ตามแนว radial แคบกว่าตามแนว tangential เล็กน้อย

ถัดจาก endodermis เข้ามาได้แก่มัดเยื่อนำน้ำนำอาหาร (vascular bundle) ซึ่งประกอบด้วยเยื่อนำอาหาร (phloem) และเยื่อนำน้ำ (xylem) ไม่มี pericycle จะเห็นส่วนของ phloem (ภาพที่ 8) เช่น sieve tube หรือ companion cell อยู่ชิดกับ endodermis เลยทีเดียว Phloem ย้อมติดสี fast green หรือ aniline blue เมื่อย้อมด้วยสี safranin กับ fast green หรือ safranin กับ aniline blue ตามลำดับ บริเวณของ phloem ซึ่งวัดตามแนวรัศมีของลำต้นกินบริเวณราว 18 - 20µ Sieve tube member มีขนาดเล็ก คือมีความกว้างประมาณ 6 - 9µ ยาว 10 - 13µ สูงประมาณ 50 - 80µ Companion cell วัดได้กว้างประมาณ 2 - 3µ ยาวประมาณ 3 - 5µ สูงประมาณว่าเท่ากันกับ sieve tube member ส่วน phloem parenchyma ซึ่งค่อนข้างมีความกว้างและยาวประมาณว่าเท่ากัน วัดได้ด้านละ 16 - 20µ ไม่พบ fiber ใน phloem ของเนียมเลยในระยะ primary growth และ secondary growth

Vessel member ใน xylem มีผนังหนาและติดสีแดงของ safranin เมื่อย้อมด้วย safranin กับ fast green หรือ safranin กับ aniline blue

การเจริญของ xylem (xylem development) ในลำต้นเป็นแบบ endarch คือเจริญจากข้างในออกไปข้างนอก Protoxylem (ภาพที่ 8) ซึ่งเจริญถึงขั้นเต็มที่ก่อนจะอยู่ทางด้านในของลำต้น Metaxylem ซึ่งเจริญถึงขั้นเต็มที่ทีหลังอยู่ทางด้านนอกของ protoxylem Protoxylem ประกอบด้วย vessel member เรียงกันเป็นแถวตามแนวรัศมี (ภาพที่ 8) ไม่ได้อยู่เป็นหย่อมเหมือนในพืชอีกหลายชนิด แต่ละแถวของ protoxylem และ metaxylem ถูกขนาบอยู่ด้วย parenchyma เป็นแถวตามแนวรัศมีทำให้เห็น primary xylem เป็นแถวตามแนวรัศมีชัดเจนยิ่งขึ้น ในลำต้นที่อายุยังน้อย เช่นห่างจากปลายยอดลงมาประมาณ 1.2 ซม. ซึ่งเป็นบริเวณที่เห็น phloem เกิดขึ้นโดยรอบลำต้นแล้ว แต่ protoxylem เกิดไม่ทั่วทั้งลำต้นและบางทีพบเป็นระยะทางด้านที่แคบสองด้านของลำต้น แต่ไม่พบ protoxylem ทางด้านกว้างของลำต้น (ภาพที่ 9) Protoxylem แถวหนึ่ง ๆ ประกอบด้วย 2 - 3 เซลล์ เมื่อตรวจจาก section ตามยาวพบว่า protoxylem มักจะประกอบด้วย spiral vessel member ในบางกิ่งแม้ว่าจะเกิด vascular cambium จนสร้าง secondary xylem แล้วก็ตาม ทางด้านกว้างของลำต้นก็ยังไม่มี protoxylem หรือ metaxylem เกิดขึ้นเลยก็ได้ ในกรณีที่มี protoxylem ทางด้านกว้างของลำต้นจะมี protoxylem เป็นจำนวนน้อยมาก

ถัดจากชั้นมัดเยื่อนำน้ำนำอาหารเป็น pith ซึ่งอยู่ส่วนกลางของลำต้น (ภาพที่ 9) บริเวณของ pith ประกอบด้วยเซลล์ชนิด parenchyma ล้วน ๆ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า parenchyma ใน cortex โดยทั่วไปมี radial diameter และ tangential diameter ประมาณว่าเท่ากัน วัดได้ขนาดต่าง ๆ กันตั้งแต่ 30 - 200μ แต่ส่วนมากมี diameter 100 - 150μ

ได้พบผลึก (crystal) ในบริเวณ cortex ทั้งใน collenchyma cell และ parenchyma cell และได้พบในบริเวณ pith ด้วย ผลึกที่พบมีสองชนิด คือผลึกรูปเข็ม (raphides crystal) ซึ่งมีความยาวประมาณแท่งละ 8 - 17 μ ชนิดหนึ่ง อีกชนิดหนึ่งคือ cystolith (ภาพที่ 8) ซึ่งเมื่อดูตามหน้าตัดขวางมีสังเขปกลม แต่มีโค้งหยักเป็นลอน โดยทั่วไปวัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ประมาณ 25 - 35 μ แต่เมื่อดูตามยาวจะมีรูปร่างคล้ายทรงกระบอก(ภาพที่ 10) และอาจยาวถึงประมาณ 150 - 310 μ เส้นผ่าศูนย์กลางของ lithocyst[1] จาก transection วัดได้ 45 - 80 μ ความยาววัดจาก longisectionของลำต้นได้ประมาณ 168 - 366 μ ตัวเลขที่แสดงไว้ได้จากการวัดอย่างละ 20 เซลล์ ส่วนมาก cystolith และ lithocyst ใน pith มีเส้นผ่าศูนย์กลางและความยาวมากกว่าในชั้นของ cortex

เมื่อลำต้นมี secondary growth มักจะเริ่มพบ vascular cambium ที่ระยะห่างจากปลายยอดลงมา 2.5- 5 ซม. ในระยะแรกๆจะเห็น vascular cambium ไม่รอบลำต้น โดยฉะเพาะในลำต้นที่มีสังเขปรีมากๆจะเห็น vascular cambium ทางด้านแคบของลำต้นสองด้านก่อน ส่วนทางด้านยาวหรือบริเวณที่ไม่ค่อยพบ protoxylem อาจจะยังไม่พบ vascular cambium เมื่อลำต้นมี secondary xylem เกิดขึ้น บริเวณทางด้านยาวของลำต้นที่ไม่ค่อยพบ protoxylem มาก่อน มักจะพบแต่ secondary xylem อย่างเดียว ไม่พบ primary xylem นอก

---

[1] Lithocyst เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างหรือขนาดแตกต่างจากเซลล์ข้างเคียง ภายในมีผลึกซึ่งส่วนมากเป็นก้อนไม่เรียบ ผลึกนี้เรียก cystolith มีส่วนประกอบเป็น calcium carbonate

จากนี้ได้พบว่าลำต้นบริเวณใกล้ด้านล่างของข้อ (node) มักจะเป็นช่วงที่มีการเจริญเติบโตดี (active) ในแง่เกี่ยวกับ secondary growth กว่าตอนที่อยู่ไกล node ในกิ่งเดียวกันการเจริญหรือการเกิดขึ้นของ secondary growth ก็ไม่ได้เป็นไปตามลำดับของความอ่อนหรือแก่ของลำต้น เช่นเมื่อลำต้นตอนล่างของข้อๆหนึ่งซึ่งห่างจากยอดลงมาราว 3 ซม. มีการสร้าง vascular cambium ขึ้นแล้วจนสร้าง secondary tissue เช่น secondary xylem และ secondary phloem แต่มีตอนล่างลงไปในกิ่งเดียวกันซึ่งเป็นบริเวณกลางๆของ internode ซึ่งวัดห่างจากยอดลงมา ราว 4 ซม. อาจจะเพิ่งมี vascular cambium แต่ยังไม่สร้าง secondary tissue เลยก็ได้ ในบริเวณใกล้จากยอดลงมาพบ secondary xylem (ภาพที่ 11) เกิดเป็นแถบติดต่อกันเป็นวงไม่มี parenchyma คั่นเหมือนใน primary xylem Secondary xylem อยู่ตอนนอกของ primary xylem ประกอบด้วย vessel member ซึ่งเกิดเรียงกันเป็นแถวในแนวรัศมีห่างมากน้อยต่างกันพบ fiber เรียงเป็นแถวในระหว่างแถวของ vessel member และพบแทรกระหว่างเซลล์ของ vessel member เหล่านี้ด้วย จากการตรวจลำต้นตามยาวและ maceration พบ fiber ทั้งแบบ septate และ non-septate fiber มี simple pit และพบ xylem parenchyma ซึ่งผนังมี secondary wall หนาย้อมติดสีแดง ของ safranin ด้วย

ในลำต้น periderm (ภาพที่ 12) เกิดขึ้นซึ่งเห็นเฉพาะบางแห่งไม่รอบลำต้น และพบว่าส่วนมาก cork cambium (phellogen) ของเนียมมีกำเนิดจาก epidermal cell โดยมีการแบ่งเซลล์ตามแนวขนานกับผิว (periclinal division) สองครั้งได้เซลล์รวม 3 เซลล์ เซลล์ตรงกลางเป็น cork cambium มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ซึ่งจะแบ่งตัวต่อไป ที่เห็นจาก transection ในลำต้นของเนียมพบว่าที่ระยะห่างจากยอดประมาณ 1 ซม. สำหรับบางกิ่งอาจจะพบการแบ่งเซลล์อย่าง periclinal

division ครั้งแรกใน epidermal cell ในตำแหน่งที่ห่างจากยอดราว 2 ซม. จะพบการแบ่งเซลล์เพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่งได้เซลล์ตรงกลางเป็น cork cambium แต่ในบางกิ่งอาจจะพบ cork cambium ที่ระยะไกลจากปลายยอดมากกว่านี้แล้วแต่ความอวบของกิ่งด้วย ถ้ากิ่งอวบ มักจะพบ cork cambium ในระยะไกลลงมาจากยอดมากขึ้น นอกจากนั้นการเกิด cork cambium และ cork ก็พบมีลักษณะที่คล้ายกับเรื่อง vascular cambium ด้วยอย่างหนึ่งคือในกิ่งเดียวกันบางทีตอนบนๆของกิ่งพบ cork cambium และ cork แล้ว แต่ตอนล่างของลำต้นถัดลงไปอีกช่วงหนึ่ง อาจไม่มี cork และ cork cambium เกิดขึ้นก็ได้ คือไม่สม่ำเสมอลงไปตามความอ่อนแก่ของลำต้น

2.2 Nodal Anatomy ได้พบลำต้นของเนียมมี nodal anatomy เป็นแบบ unilacunar node มี leaf trace จำนวน 1 leaf trace และมี leaf gap จำนวน 1 leaf gap ต่อใบ 1 ใบ เนื่องจากการเรียงตัวของใบบนกิ่ง (phyllotaxy) ของเนียมเป็นแบบ decussate ดังกล่าวไว้แล้วในคำนำ ฉะนั้นในsection เดียวกันจึงพบ 2 leaf trace และ 2 leaf gap อยู่ตรงข้ามกัน (ภาพที่ 13)

2.3.Vessel members จากการทำmacerationเพื่อตรวจดูชนิดของ vessel member และperforation plateได้พบทั้งหมด 3ชนิดคือ spiral, pitted และreticulate vessel member แบบที่พบมากที่สุดคือ pitted และreticulate vessel member ขนาดของ vessel memberมีต่างๆกัน

Spiral vessel memberที่ได้จากการทำ maceration และจาก longisection พบว่าเซลล์มีความยาวต่างกันจาก 175 - 514 μ ความกว้างจาก20-27μ เฉลี่ยจาก7เซลล์ได้ยาว 295.7μ กว้าง 22.3μ

(ตารางที่ 2) มี simple perforation plate[1] ขนาดของ perforation เท่าส่วนกลวง (lumen) ของ vessel member (ภาพที่ I4)

สำหรับ pitted vessel member (ภาพที่ 15) ที่พบส่วนมากมีขนาดใหญ่ มีความยาวเฉลี่ยต่างกันจาก 52-892 µ กว้าง 21-40 µ ความยาวเฉลี่ยจาก 20 เซลล์ยาว 424 µ กว้าง 28 µ (ตารางที่ 2) Pitted vessel member มี simple perforation plate เช่นเดียวกัน และเป็นแบบปลายตัดตรง (truncate) หรืออาจจะเอียง (oblique) เล็กน้อย มีส่วนที่ยื่นออกไปเป็นหาง (tail) ความยาวของหางต่างกันจาก 7- 52µ เฉลี่ยจาก vessel member แบบนี้ 10 อันได้ 23.4 µ นอกจากนี้ได้พบแบบที่มี perforation plate เอียงมากมักจะมี perforation แคบกว่า lumen ของ vessel member ซึ่งเฉลี่ยจาก 10 เซลล์ได้ยาว 18.1 µ กว้าง 16.2 µ ผนังส่วนปลายที่ยื่นออกไปมีทั้งปลายมน และปลายแหลมยาว ความยาวของ perforation plate ของพวกที่มีปลายแหลมยาว ความยาวของ perforation plate ของพวกที่มีปลายแหลมยาวเฉลี่ยจาก10เซลล์ได้ยาว81.6 µ

Reticulate vessel member (ภาพที่15) ส่วนมากส่วนปลายของเซลล์ค่อนข้างเป็นแบบปลายตัด (truncate) ความยาวของ vessel member ชนิดนี้วัดได้ต่างๆกันตั้งแต่ 68-260 µ กว้าง 13-23 µ ความยาวเฉลี่ยจาก 22 เซลล์ได้ 151.3µ กว้าง 16.9 µ (ตารางที่ 2) ส่วนมากมี perforation plate แบบ simple มี perforation ขนาดเท่า lumen ของ vessel แบบที่มี perfo-

---

[1] Simple perforation plate เป็นผนังส่วนหัวท้ายของ vessel member ที่มี perforation (ช่องหรือรู) อันเดียว

ration plate เกือบทั้งหมดมีแต่น้อย

ตารางที่ 2 แสดง range และค่าเฉลี่ยขนาดของ vessel member

ชนิดของ vessel member	จำนวนเซลล์ที่วัดขนาด	Range ของความยาว μ	ค่าเฉลี่ยของความยาว μ	Range ของความกว้าง μ	ค่าเฉลี่ยของความกว้าง μ
Spiral	7	175-514	259.7	20 - 27	22.3
Pitted	20	52-892	424	21 - 40	28
Reticulate	22	68-260	151.3	13 -23	16.9

3. กายวิภาคของใบ (Anatomy of the leaf)

3.1 โครงสร้างของใบที่เจริญเต็มที่แล้ว (Structure of the mature leaf) ใบของเนียมประกอบด้วยก้านใบ (petiole) และแผ่นใบ (lamina) ไม่มี stipule ในตอนต่อไปจะแยกบรรยายก้านใบ เส้นกลางใบ และแผ่นใบทีละส่วน

3.1.1 ก้านใบ (Petiole) ก้านใบของใบที่เจริญเต็มที่ (mature) แล้วมีสังเขป (outline) ที่เห็นจาก transection คล้ายรูปไต คือมีรูปคล้ายวงกลมที่มีด้านหนึ่งเว้าเข้ามา ส่วนประกอบต่างๆของ petiole คล้ายในลำต้นคือมี epidermis อยู่รอบนอกสุดของ petiole ประกอบด้วย epidermal cell หนึ่งแถว Epidermal cell บางเซลล์มี differentiation ให้ trichome ชนิด unisereiate hair และ glandular hair ถัดเข้ามาเป็นเซลล์ชนิด collenchyma ชนิด angular collenchyma อยู่โดยรอบประมาณ 5-6 แถว ยกเว้นทางด้าน abaxial มักมี chlorenchyma ราว 2 แถวอยู่ถัดจาก epidermis แล้วจึงจะมี collenchyma ราวๆ 3-4 แถว อยู่ติดต่อ

เป็นวงกับ collenchyma ทางด้าน adaxial ถัดจาก collenchyma เข้ามาเป็นเยื่อชนิด parenchyma Parenchyma ที่อยู่ชิดเยื่อ collenchyma มี chloroplast มากทางด้าน adaxial ไดพบผลึก (crystal) ทั้งชนิด raphides crystal และ cystolith ใน collenchyma และ parenchyma ทั่ว ๆ ไป ถัดจาก parenchyma เข้ามาพอสังเกตเห็น endodermis ซึ่งมีลักษณะใสกว่าเซลล์ใกล้เคียง ประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถวเห็นได้ชัดทางด้าน abaxial surface ถัดเข้ามาถึกเป็นกลุ่มของ vascular bundle เป็นรูปเกือกม้าโค้งไปทาง abaxial surface ส่วน phloem อยู่ทางด้าน abaxial surface และอยู่ชิด endodermis Xylem อยู่ทางด้าน adaxial surface ใน xylem เห็น vessel member เรียงเป็นแถวตามแนวรัศมี แถวของ vessel member มีจำนวนต่าง ๆ กัน ที่โคนของ petiole นับได้ 32 แถว ซึ่งจำนวนจะค่อยลดลงที่ระยะห่างจากโคนของ petiole มา 1.3 ซม. นับแถวของ xylem ได้ 28 แถว Protoxylem อยู่ชิดไปทาง adaxial Development ของ xylem ค่อย ๆ เกิดขึ้นมาทาง abaxial surface คือ metaxylem พบอยู่มาทางทิศข้างล่าง (abaxial) เหนือ protoxylem เป็นเยื่อ parenchyma อยู่ตอเนื่องกับ parenchyma ที่อยู่ถัดจาก collenchyma ที่อยู่บริเวณนอก

3.1.2 <u>เส้นกลางใบ (Midrib)</u> สังเกตของส่วนนี้ที่เห็นจาก transection เป็นรูป ovate ซึ่งทางด้านล่างโป่งนูน ๆ เรียงลงมาสู่ด้านบนซึ่งโค้งนูนออกไปเล็กน้อย (ภาพที่ 16) ชนิดและการเรียงตัวของเนื้อเยื่อคล้าย ๆ ที่บรรยายไว้ใน petiole ยกเว้นการมีเซลล์คล้าย palisade cell แทรกอยู่ใต้ collenchyma ที่อยู่ทางด้าน adaxial side ของเส้นกลางใบ (ภาพที่ 16,17) เซลล์คล้าย palisade cell นี้เรียงตอเนื่องกันเป็นแนวเดียวกันกับ palisade cell ในแผ่นใบ (ภาพที่16) และมี chloroplast อยู่มาก(ภาพที่ 17) นอกจากนั้น vascular bundle บางตอนพบมีหมู่เล็ก ๆ แยกออกไปต่างหากเรียก lateral vascular bundle ซึ่งพบอยู่ในระดับเยื่อลงขึ้นไปทาง

ตอนบนของ main vein (main vascular bundle)

3.1.3 แผ่นใบ (Lamina) แผ่นใบเป็นส่วนที่แผ่ออกสองข้างของเส้นกลางใบ (midrib) จาก transection ของแผ่นใบ (ภาพที่18) เห็น epidermis ประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถวหุ้มอยู่รอบนอกสุด ขนาดของ epidermal cell ทั้งหมดของแผ่นใบ มีขนาดต่างกัน ความลึก (anticlinal diameter) ของ epidermal cell ด้านบนเฉลี่ยได้ 31.3 µ ความกว้าง (periclinal diameter) ได้ 40µ ความลึกของ epidermal cell ในแผ่นใบด้านล่าง เฉลี่ยได้ 28 µ ความกว้างได้ 30.9 µ (ตารางที่ 3) Epidermal cell บางเซลล์ได้สร้าง trichome ได้พบ trichome ของเนียมมีสองแบบคือ uniseriate hair และglandular hair เช่นเดียวกับในลำต้น นอกจากนี้ epidermal cell ทางด้านบนของใบบางเซลล์มี cystolith อยู่ด้วย ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ lithocyst เฉลี่ยจาก 10 เซลล์ใน transection ได้ 48.2 µ และ cystolith ได้ 30.2 µ ซึ่งมีขนาดใกล้เคียงกับในลำต้น ทั้ง lithocyst และ cystolith มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางทางแนว anticlinal และ periclinal ประมาณพอๆ กัน ใน paradermal section วัดlithocyst10 เซลล์เฉลี่ยได้ยาว 211.4µ Cystolith ยาว 189.4 µ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับในลำต้นเช่นกัน ในepidermis ด้านล่าง บางแห่งepidermal cell มี differentiationเป็น stomatal apparatus ซึ่งประกอบด้วย guard cell, subsidiary cell และstoma Guard cell ของเนียมที่เห็นจาก paradermal section เป็นแบบ caryophyllaceous type คือมี subsidiary cell ขนาบอยู่ทางด้านหัวและท้ายของ guard cell ที่มีรูปร่างคล้ายไต Subsidiary cell ของเนียมมีอยู่สองคู่ (สี่เซลล์) ต่อ guard cell หนึ่งคู่ (ภาพที่ 19) Guard cell และ subsidiary cell มีขนาดเล็กกว่า epidermal cell จาก transection พบ stomatal apparatus แบบ raised stoma ซึ่งมีลักษณะนูนออกจากส่วนของ epidermis (ภาพที่18)

ตารางที่ 3 แสดงขนาดของเซลล์บางชนิดของแผ่นใบ

จำนวนเซลล์ที่วัดและนำมาเฉลี่ย	ชนิดของเซลล์ (cell)	ทางด้านบนหรือล่าง	ค่าเฉลี่ยของ diameter anti-clinal (μ)	peri-clinal (μ)	ทางด้าน para-dermal (μ)
30	Epidermal	บน	31.3	40	-
30	Epidermal	ล่าง	28	30.9	-
30	Palisade	แถวที่ 1	40.9	12.6	-
10	Palisade	แถวที่ 2	17.2	12.6	-
10	Spongy		21.7	27.3	-
10	Lithocyst	บนและล่าง	48.2	48.2	211.4
10	Cystolith	บนและล่าง	30.2	30.2	189.4

บริเวณที่อยู่ภายใน epidermis ทั้งสองด้านคือ mesophyll ประกอบด้วย palisade parenchyma และspongy parenchyma ทั้งหมดมี 6แถว (ภาพที่ 18ตารางที่ 4)เนียมมี palisade parenchyma 2แถว อยู่ทางด้านบน (adaxial) ของใบภายในมี chloroplast เป็นจำนวนมาก Palisade cell แถวบนคือแถวที่อยู่ชิดบริเวณ epidermis ด้านบนนั้นเซลล์มีรูปร่างยาวตามแนวตั้งฉากกับผิว เรียงชิดกัน (ภาพที่ 34) ขนาดของ palisade cell ที่เฉลี่ยจาก 30เซลล์มี anticlinal diameter 40.9 μ ความกว้าง ทาง periclinal diameter 12.6 μ (ตารางที่ 3) ส่วน palisade cell แถวล่างหรือแถวที่สอง (ภาพที่ 18,34) สั้นกว่าแถวบนคือมี anticlinal diameter น้อยกว่าแถวบนที่เฉลี่ยจาก 10เซลล์ได้ 17.2 μ ส่วนความกว้าง (periclinal diameter) ประมาณเท่ากันกับความกว้างแถวบน คือ12.6 μ สำหรับ spongy parenchyma นั้นมี 4แถวอยู่ชิดทางด้านล่างของใบ และอยู่อย่างหลวมๆทำให้เป็น air space อยู่ทั่วไปภายในเซลล์มี chloroplast แต่มีไม่มากเหมือนใน palisade parenchyma เซลล์มีรูปร่างไม่แน่นอน (irregular) บางเซลล์ขนาดทาง anticlinal diameter และ

periclinal diameter ประมาณเท่ากันก็มี บางเซลล์ก็ไม่เท่ากัน บางเซลล์ผนังมีหยักเป็นคลื่น ที่วัดได้จาก 10 เซลล์ เฉลี่ยความยาวทาง anticlinal diameter ได้ 21.7 μ ทาง periclinal diameter ได้ 27.3 μ (ตารางที่ 3) จะเห็นจากตารางที่ 3 ได้ว่าในใบที่เจริญเต็มที่แล้วสัดส่วนของ periclinal diameter ของ epidermal cell ต่อpalisade cell = 40 : 12.6 หรือ 3.1 : 1

ในชั้น mesophyll เห็น vascular bundle ซึ่งมีทั้ง vein และ veinlet พบ xylem อยู่ทางด้านบน ส่วน phloem อยู่ทางด้านล่าง คล้ายใน vascular bundle ใน midrib

Cutin ที่เคลือบบน upper และ lower epidermis หนาประมาณ 1.2 - 1.7 μ

3.2 <u>การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของใบ (Development of the leaf)</u> ใบมีกำเนิดจากบริเวณ apical meristem ของลำต้นหรือกิ่ง เริ่มต้นด้วยบริเวณของ shoot apex ที่ส่วนของ tunica แถวที่สอง (t_2) และ corpus ทั้งสองข้างมีการแบ่งเซลล์ได้เซลล์มากขึ้น จึงทำให้พองออกเล็กน้อยเรียก leaf buttress (ภาพที่ 4,20) ปรกติขณะไม่สร้างใบ tunica ทั้งสองชั้นมักจะแบ่งตัวแบบ anticlinal division เสมอ แต่เมื่อมีการสร้างใบจะเห็นการแบ่งตัวแบบ periclinal division ใน tunica ชั้นที่ 2 (ภาพที่ 20) แต่ใน tunica ชั้นที่หนึ่ง จะยังมีการแบ่งตัวแบบ anticlinal division ต่อไป Corpus ที่จะสร้าง leaf buttress จะมีการแบ่งเซลล์ในแนวต่างๆ (ภาพที่ 20) แสดงว่า t_2 และ corpus เป็นส่วนสำคัญในการสร้าง leaf buttress การที่จะชี้ชัดว่าระยะที่กลุ่มเซลล์นี้สูงขึ้นมาเท่าใดเป็นระยะสุดท้ายของ leaf buttress นั้นยาก สำหรับในเนียมพอประมาณว่าระยะที่ความสูงของกลุ่มเนื้อเยื่อนี้ไม่เกิน 17 μ เป็นระยะ leaf buttress เนียมมี leaf buttress เกิดขึ้นที่ยอดเดียวกันสองอันอยู่ตรงกันข้าม

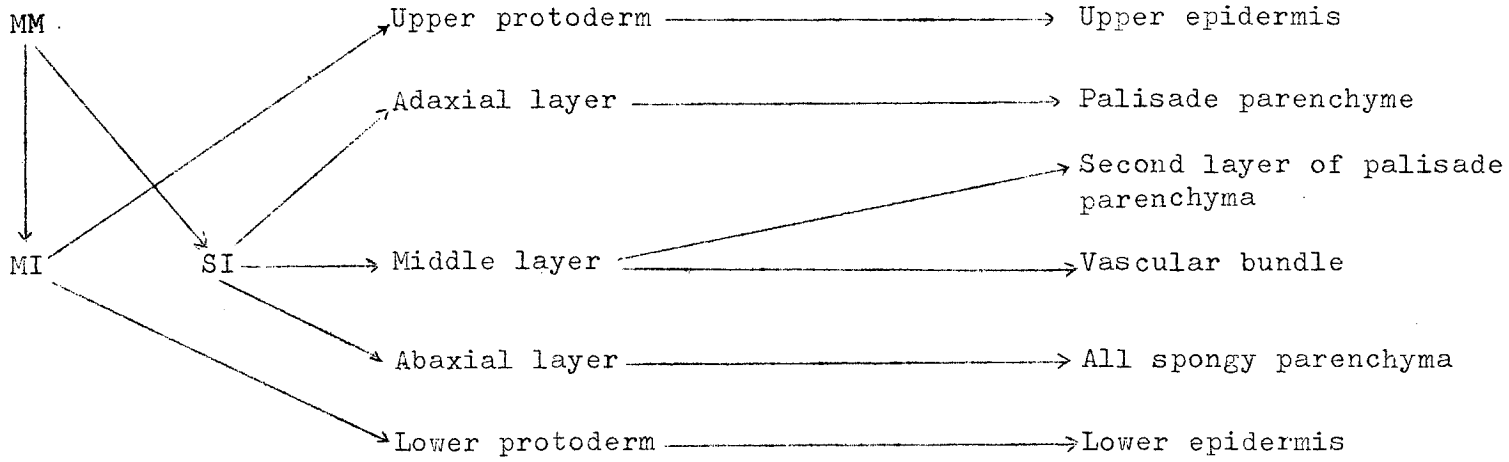
ต่อมา leaf buttress ค่อยๆเจริญขึ้นโดยการแบ่งเซลล์ในทั่วทุกส่วน

ได้ tissue เป็นก้อนใหญ่ขึ้นและยาวออกเรียก leaf primordium ระยะ petiole-midrib (ภาพที่ 2I) ซึ่งในตอนต่อๆไปจะเรียกpetiole- midrib สำหรับเนียมpetiole-midrib มีลักษณะเป็นก้อนของ tissue คล้ายๆนิ้วมือซึ่งโคนใหญ่กว่าส่วนปลายที่เรียวแหลมเล็กน้อย แต่ส่วนนี้ไม่กลมทีเดียวจะมีก้านซึ่งแผ่กว้างกว่าอีกด้านหนึ่งเล็กน้อย ก้านที่แผ่กว้างกว่านี้จะเป็นด้านที่หันเข้าสู่ petiole-midrib ที่อยู่ตรงข้าม สำหรับเนียม petiole-midrib มีความสูงประมาณไม่เกิน 200 μ มีความหนาและกว้างวัดได้ที่โคนของ petiole-midrib ประมาณ I06 และ I33 μ ตามลำดับ ความหนาในที่นี้วัดระยะตรงโคนของ petiole-midrib ซึ่งหันเข้าสู่ petiole-midrib อีกอันหนึ่ง และใบมีดที่ตัดผ่านตั้งฉากกับด้านแบนกว่าหรือกว้างกว่าของ petiole-midrib (ภาพที่ 2I) ความกว้างวัดจาก section ที่ใบมีดเมื่อตัดผ่านขนานกับด้านค่อนข้างแบนหรือแผ่กว้างกว่า (ภาพที่ 22) **Tissue** ใน petiole-midrib ประกอบด้วย meristematic cell ล้วน ส่วนนี้ได้ชื่อว่า petiole-midrib เพราะต่อไปจะเจริญเป็น petiole และ midrib เมื่อ petiole-midrib เพิ่งเกิดขึ้นใหม่ๆเช่นเมื่อมีความสูงไม่เกิน 70 μ จะประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างลักษณะคล้ายๆกันล้วน แต่ต่อมามี provascular strand หรือ procambium เกิดติดต่อเห็นเป็นแนวเดียวกันมาจากลำต้นเข้าสู่ petiole-midrib เมื่อ petiole-midrib ยาว 90 μ เริ่มพบว่าเซลล์บริเวณตรงกลางไม่กี่เซลล์มี differentiation คือมีรูปร่างยาวกว่าเซลล์ใกล้เคียง เมื่อ petiole-midrib ยาว 135 μ จะพบว่าจำนวนเซลล์ที่มีรูปร่างยาวมีมากขึ้น และ protoplasm ก็ข้นกว่า ซึ่งแสดงลักษณะอย่างหนึ่งของการเริ่มเป็น provascular tissue เมื่อ petiole-midrib ยาวประมาณ 170 μ จะพบ provascular strand ปรากฏในใบขนาดสูงขึ้นมาถึง 62 μ แต่ provascular strand ขณะนี้เพียงแต่มีลักษณะยาวข้นกว่าเซลล์ใกล้เคียงเท่านั้น ผนังยังไม่มีการเปลี่ยนแปลง แต่ที่ส่วนปลาย(tip) ของpetiole-midrib จะไม่เห็นprovascular strand

Petiole-midrib ที่ตัดตามขวางเห็นเป็นรูปครึ่งวงกลม (ภาพที่ 23) ที่ตักชิดทางฐานของส่วนนี้จะเห็น meristematic cell เป็น 3 ส่วน ส่วนนอกสุดเห็นเซลล์เรียงเป็นแถวมีความหนาหนึ่งแถว ส่วนนี้ต่อไปจะ differentiate ไปเป็น epidermis ของ midrib หรือ petiole ตรงกลางเป็นเซลล์ขนาดเล็กจะอยู่เป็นกระจุกหรือกลุ่มของ provascular strand ซึ่ง ต่อไปจะ differentiate ไปเป็น primary vascular tissue ส่วนที่เหลืออยู่ระหว่างสองส่วนดังกล่าวต่อไปจะเจริญเป็น parenchyma และ collenchyma ของ midrib หรือ petiole.

เมื่อ petiole-midrib ของเนียมสูงราว 200 μ เริ่มมีกำเนิดของแผ่นใบ (lamina) คือเริ่มต้นระยะ lamina formation แต่ในขณะเดียวกันส่วน petiole-midrib ก็จะมี apical growth และ intercalary growth พร้อมๆกันไปด้วย จะเห็นได้จากการแบ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นใน petiole-midrib ต่อไปทั้งที่ส่วนปลาย (tip) และส่วนโคน ทำให้ส่วนสูงของ petiole-midrib ที่เพิ่มขึ้นพร้อมกันไปด้วยกับการสร้าง lamina การสร้าง lamina เริ่มด้วยกลุ่มเซลล์บริเวณด้านข้างใกล้ด้านบน (adaxial side) ของ petiole-midrib นี้จะมี protoplasm เข้มข้นกว่าเซลล์ใกล้เคียง (ภาพที่ 24) และจะเกิดการแบ่งตัวได้ดี กลุ่มเซลล์นี้เรียก marginal meristem ซึ่งอาจเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าadaxial meristem ชื่อหลังได้จากการที่ meristem นี้อยู่ด้านข้างก็จริงแต่ชิดด้าน adaxial ด้วย มีอยู่ตลอดจากฐานของ petiole-midrib ขึ้นไปข้างบน Marginal meristem จะแบ่งตัวให้ lamina ของใบ Marginal meristem ประกอบด้วยสองส่วนคือ marginal initial และsubmarginal initial (ภาพที่ 22 , แผนภูมิที่ 1) Marginal initial เป็นเซลล์ที่จะให้protoderm ทั้งหมดของlamina โดยการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal division ส่วน submarginal initial เป็นเซลล์ที่อยู่ใต้ marginal initial จะแบ่งตัวให้tissue ภายในคือmesophyll

แผนภูมิที่ 1 แสดง histogenesis ของ lamina ของใบเนียม (Strobilanthes niveus Craib)



หมายเหตุ : MM คืออักษรย่อของ marginal meristem

MI คืออักษรย่อของ marginal initial

SI คืออักษรย่อของ submarginal initial

และ vascular tissue ของแผ่นใบ แผ่นใบของเนียมที่เริ่มเกิดขึ้นใหม่ๆเมื่อดูในกล้องจุลทรรศน์ปรากฏว่าเป็นปุ่มเล็กๆยื่นออกมาจาก petiole-midrib เซลล์ยังไม่เรียงเป็นแถว ส่วนของแผ่นใบที่เริ่มเกิดขึ้นเป็นบริเวณที่เซลล์มีการแบ่งตัวได้ดีมี nucleus ใหญ่และย้อมติดสีเข้ม

เมื่อleaf primordia ระยะlamina formation สูงราว 250 µ (ภาพที่25) เริ่มเห็นแผ่นใบแผ่ออกไปเล็กน้อย ในระยะนี้วัดlamina ที่แผ่ออกไปได้ประมาณด้านละ 22 µ เซลล์ของlamina เริ่มเรียงเป็นแถวทางส่วนใกล้ petiole-midrib นับได้ 5 แถว แถวบนสุดนับจากด้าน adaxial คือupper protoderm แถวที่สองเรียกadaxial layer แถวที่สามเรียกmiddle layer แถวที่สี่เรียกabaxial layer และแถวที่ห้าคือlower protoderm (ภาพที่ 26 และแผนภูมิที่ 1) ยกเว้นตรงขอบ (margin) ของ young lamina ซึ่งจะเห็น submarginal initial เป็นเซลล์ขนาดใหญ่หนึ่งเซลล์อยู่ใต้ marginal initial (ภาพที่26) จึงนับตรงmargin สุดได้ประมาณ 3 แถว หรือไม่ค่อยปรากฏเป็นแถวชัดเจน Submarginal initial มักจะมีการแบ่งตัวอย่างanticlinal division กับ adaxial surface ของใบ หรือขนานกับmargin ของlamina จึงทำให้จำนวนเซลล์มากขึ้นในแนวที่ทำให้ lamina แผ่ออกไป ส่วน daughter cell ที่ได้ทางด้านในจะแบ่งตัวอย่าง anticlinal เสมอไป หรือเซลล์นอกเป็น submarginal initial ต่อไป บางครั้ง submarginal initial แบ่งตัวในแนวอื่น เช่นในแนวเฉียงๆหรือตั้งฉากกับmarginal initial ที่หุ้มมันอยู่บ้าง แผ่นใบบริเวณที่เกิดก่อนจะเจริญแผ่ออกด้วยโดยเซลล์ชั้นนอก (upper หรือ lower protoderm) จะมีการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal division เพียงอย่างเดียว ส่วนเซลล์ภายในของprotoderm ได้แก่ adaxial layer, middle layer, abaxial layer สามชั้นนี้จะเจริญเป็น mesophyll ในระยะแรกๆ ชั้นทั้งสามนี้จะแบ่งเซลล์ในแนว anticlinal ล้วนๆเช่นเดียวกัน ทำให้แผ่นใบแผ่ออกไปด้วย

สรุปได้ว่าเซลล์ที่ได้มา (derivatives) จากการแบ่งตัวของ marginal initialและ submarginal initial นอกจากนี้ตัว marginal initial เองและ submarginal initial เองก็ยังคงแบ่งตัวต่อไปในแนว anticlinal เป็นส่วนใหญ่ในระยะของการเริ่มเกิด lamina ระยะต่อมาเมื่อใบยาวประมาณ 500 μ ที่ใกล้โคนใบอ่อนนี้มักจะเห็น vein ใหญ่จาก lamina สองข้างของ midrib ข้างละหนึ่งอันและ vein ใหญ่นี้อยู่ใกล้ midrib (ภาพที่ 27) vein นี้เกิดจาก middle layer ของ lamina เมื่อเกิดแล้วได้แบ่งตัวและเจริญเติบโตออกรวดเร็วจนกระทั่งเห็นนูนออกมาจากระดับผิวของ lamina ด้านล่างมาก ในใบที่ยาว 1200 μ (1.2 มม.) พบว่าบางเซลล์ในชั้น middle layer ได้แบ่งตัวอย่างpericlinal division 2-3 ครั้งในเซลล์เดียวกัน (ภาพที่ 28) สังเกตในระยะต่อมาจะทราบว่าเซลล์ที่ได้นี้จะเจริญเป็น vascular tissue ของส่วนveinlet ในใบเพิ่มขึ้น (ภาพที่ 34) แสดงว่า vascular tissue ใหม่หรือveinlet ใน lamina ก็มีกำเนิด (origin) จาก middle layer (แผนภูมิที่ 1)

เมื่อใบยาว 2 มม. เห็น daxial layer, middle layer และ abaxial layer ของ lamina ยังคงมี 3 แถว ซึ่งทั้งสามแถวนี้ในข้อความต่อไปจะรวมเรียกว่า young mesophyll ในระยะนี้เริ่มเห็นการแบ่งเซลล์แบบ periclinal division ใน abaxial layer บ้าง (ภาพที่29) ทำให้ young mesophyll บางส่วนนับได้ 4 เซลล์ ตามแนวตั้งฉากกับผิวใบ แต่เซลล์ลูกทั้งสองมักจะยังไม่ทันขยายขนาดโตขึ้น จากการพบแนวของการแบ่งเซลล์แบบpericlinal ใน abaxial layer ทำให้ทราบว่าสองแถวล่างของ mesophyll ได้จาก abaxial layer การแบ่งเซลล์นั้นแม้ว่าจะมีมากทาง margin ของใบอ่อนเหล่านี้ก็จริง แต่บริเวณที่อยู่ใกล้ midrib ก็จะแบ่งตัวทาง anticlinal อยู่เสมอ (ภาพที่ 30) ช่วยให้แผ่นใบแผ่กว้างออกไปเรื่อยๆด้วย Leaf primordia ตั้งแต่ระยะเริ่มมี lamina

formation จนกระทั่งถึงระยะ 2 มม. จะเห็น lamina ยื่นออกไปจากใกล้ปลาย (tip) ตลอดลงมาจนถึงโคน (base) ของ petiole-midrib วัดจากกลางๆใบที่ยาว 2 มม. พบว่า lamina แผ่ออกไปด้านละประมาณ 288 /u แต่ lamina ค่อยๆมีน้อยลงไปทางโคน ในใบที่ยาว 4 มม. จะมี lamina แผ่ออกไปด้านละประมาณ 540 /u มีเส้น vein อันใหญ่ 2 แห่งนูนออกไปทาง abaxial surface

ในใบที่ยาว4.5 มม. จะเห็น young mesophyll ประกอบด้วยเซลล์ 4 แถว ขนาดของเซลล์ทั้งสี่แถวประมาณว่าเท่ากัน รูปร่างของเซลล์ค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส เซลล์อยู่เบียดกันแน่น (ภาพที่ 31) อาจสังเกตเห็น vein ที่กำลังเกิดขึ้นใหม่เพิ่มเติมขึ้นจาก middle layer โดยเห็นการแบ่งเซลล์แบบ periclinal division อยู่ประปรายในชั้นนี้ (ภาพที่ 31)และเห็นการแบ่งเซลล์ในแนว periclinal ที่ชั้น abaxial layer ด้วย (ภาพที่ 32)ดังนั้น section เดียวกันจะเห็นทั้ง vein เก่าที่เกิดขึ้นตั้งแต่ใบมีขนาดยาวไม่ถึง 1000 /u และจะมี vein เพิ่งเกิด (originate) ขึ้นใหม่ด้วย

สัดส่วนของ periclinal diameter ของ upper protoderm และของ adaxial layer ซึ่งทราบต่อมาภายหลังว่าได้เปลี่ยนแปลงมาเป็น palisade cell แถวที่หนึ่งใน mesophyll มีค่าประมาณ 1:1 ใน lamina ที่เริ่มเกิดขึ้นซึ่งเยื่อของใบเริ่มเรียงเป็น5 แถว เมื่อใบมีขนาด 250 /u ไปจนถึงเมื่อใบมีขนาดยาว 2 มม. 4 มม. และ 8 มม. สัดส่วนของ periclinal diameter ของ upper epidermis และของ palisade cell แถวที่หนึ่งยังคงได้ประมาณ 1:1

เมื่อใบยาวประมาณ 1.1 ซม. ยังเห็น mesophyll ประกอบด้วยเซลล์ 4 แถว แต่เซลล์ในชั้น adaxial layer เดิมได้ยืดตัว (elongate) ออกไปในแนว anticlinal เริ่มแสดงรูปร่างเป็น palisade cell ซึ่งวัด anticlinal diameter ได้ 11.7/u วัด periclinal

diameter ได้ 9.4 /u ในขณะที่ upper epidermal cell ส่วนมากวัด anticlinal diameter ได้ 13.9 /u Periclinal diameter วัดได้ 15.2 /u (ตารางที่ 4) ดังนั้นสัดส่วนของ periclinal diameter ของ upper epidermis และของ palisade cell แถวที่หนึ่งได้ 15.2: 9.4=1.6:1 (ตารางที่ 4) ส่วนชั้นกลางคือ middle layer เดิมได้กลายมาเป็นส่วนของ palisade parenchyma เหมือนกัน ซึ่งในตอนต่อๆไปจะเรียกว่า palisade cell แถวที่สอง รูปร่างของ palisade cell แถวที่สองค่อนข้าง isodiametric วัด diameter ได้ 11.2 /u การที่นับเซลล์นี้มาเป็นส่วนของ palisade ได้ดูจาก differential staining คือการย้อมสีแล้วได้สีเข้มหรือจาง เซลล์พวกเดียวกันมักจะย้อมติดสีคล้ายๆกัน พวก palisade cell แถวที่สองย้อมสีติดสีเข้มเหมือนกันกับ palisade cell แถวที่หนึ่งและมี chloroplast เป็นจำนวนมากคล้ายใน palisade cell แถวที่หนึ่ง ส่วนอีกสองชั้นที่ได้จาก abaxial layer ย้อมติดสีจาง และมี chloroplast เป็นจำนวนน้อย เมื่อใบยาว 1.8 ซม. จะเห็น vein ใหญ่ใน lamina ข้างละ 3 แห่ง ใบอ่อนที่เริ่มมี lamina เกิดขึ้นจนกระทั่งใบยาวประมาณ 1.8 ซม. สังเกตเห็นแผ่นใบมี vernation เป็นแบบ involute คือแต่ละ margin ของ lamina ได้ม้วนเข้าด้านในมาสู่ midrib ทางด้านบน (ภาพที่ 33)

เมื่อใบยาวประมาณ 2 ซม. มีความกว้างทั้งสองข้างรวมประมาณ 1.2 ซม. นับชั้นของ mesophyll ได้ 5 แถว ถ้านับ epidermis ด้วยได้ 7 แถว ได้สังเกตเห็น palisade cell แถวที่หนึ่งซึ่งเป็นแถวที่อยู่ชิด epidermis ทางด้านบนของใบมีรูปร่างยาวขึ้นอีกเล็กน้อย ส่วน palisade cellแถวล่างมีรูปร่างสั้นกว่าด้านบนเช่นเดิม ในระยะนี้ spongy mesophyll ประกอบด้วยเซลล์สามแถวแสดงว่าเพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งแถวถ้าเทียบกับใบที่ยาว 1.2 ซม. (ตามตารางที่ 4) แถวที่เพิ่มขึ้นมาได้นั้นพบว่าเกิดจากการแบ่งเซลล์แบบ periclinal ที่ abaxial layer ที่อยู่ชิด lower

ตารางที่ 4 แสดงขนาดของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ ของ lamina บางขนาด

เมื่อใบยาว (ซม.)	Upper protoderm		1st palisade parenchyma		2nd palisade parenchyma		Songy parenchyma		จำนวนแถวของ mesophyll	Ratio
	Peri.	Anti.	Peri.	Anti.	Peri.	Anti.	Peri.	Anti.		
1.1	15.2	13.9	9.4	11.7	9.4	11.7	13.9	12.2	4	1.6:1
2	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-
3.5	25.2	30.8	11.2	22.4	12.2	15.5	-	-	5	2.25:1
Mature*	40	31.3	12.6	40.9	12.6	17.2	27.3	21.7	6	3.1:1

หมายเหตุ : Peri. เป็นคำย่อของ Periclinal diameter

Anti. เป็นคำย่อของ Anticlinal diameter

หน่วยที่ใช้วัดขนาดของ Periclinal diameter และ Anticlinal diameter เป็น μ .

* ตัวเลขที่วัดเซลล์ใน mature leaf โดยยกมาจากตารางที่ 3 เพื่อเปรียบเทียบกับใบขนาดต่าง ๆ

epidermis ดังนั้นพอสรุปได้ว่าส่วนที่จะเป็น spongy mesophyll ขณะนี้ทั้งสามชั้นได้มาจาก abaxial layer ทั้งนั้น (แผนภูมิที่ 1)นอกจากนี้ได้เริ่มสังเกตเห็นintercellular space ในบริเวณที่จะเป็นspongy mesophyll ได้บ้าง

เมื่อใบยาวประมาณ 3.5 ซม. ความกว้างของlamina ทั้งสองข้างรวมประมาณ 2.4 ซม. นับชั้นของ mesophyll ส่วนมากได้ 5 เซนเดิม แต่จะสังเกตเห็นความแตกต่างในชั้น mesophyll ได้มากขึ้น คือ palisade cell แถวบนได้ยาวออกและยังคงเรียงกันแน่นในแนวตั้งฉากกับepidermis วัดขนาดทาง periclinal diameter ได้ 11.2 ไมครอน ทาง anticlinal diameter ได้ 22.4 ไมครอน (ตารางที่ 4) ส่วนเซลล์ใน palisade cell แถวที่สองมีรูปร่างสั้นกว่า วัด periclinal diameter ได้ 12.2 ไมครอน ทาง anticlinal diameter ได้ 15.5 ไมครอน ย้อมติดสีเข้มเหมือน palisade แถวบนและเรียงกันค่อนข้างแน่นส่วน spongy mesophyll ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่เรียงตัวอยู่อย่างไม่เป็นระเบียบ และค่อนข้างหลวมมี air space เกิดขึ้นเล็กน้อย มีขนาดทาง anticlinal diameter และ periclinal diameter ประมาณเท่ากันก็มีไม่เท่ากันก็มี ที่ไม่เท่ากันสังเกตว่าทางpericlinal diameter ยาวกว่าทาง anticlinal diameter เล็กน้อย แสดงให้เห็นว่าเซลล์มี elongation ออกไปทางpericlinal diameter หรือelongate ออกไปตามแนวให้แผ่นใบแผ่กว้างออกไป ในระยะนี้วัดpericlinal diameter ของ upper epidermis ได้ 25.2 ไมครอน และ anticlinal diameter ได้ 30.8 ไมครอน (ตารางที่ 4) ดังนั้น ratio ของ periclinal diameter ของupper epidermis ต่อของ upper palisade ได้ 25.2:11.2=2.25:1 (ตารางที่ 4) ขณะนี้ได้เกิด cutin เคลือบบน upper และ lower epidermisแล้ว Cutin มีความหนาประมาณ 0.7 ไมครอน

เมื่อใบยาว6.5 ซม. ความกว้างของ lamina ทั้งสองข้างของ

I16737905

midrib วัดได้ 4.2 ซ.ม. ชั้นของ mesophyllเริ่มเป็น 6 แถวบ้าง Palisade cell แถวบนได้ยาวออกกว่าเดิมและยังคงเรียงกันแน่นในแนวตั้งฉากกับ epidermis ส่วน palisade cellแถวกลางยังคงสั้น ได้หาสัดส่วนของ periclinal diameter ของepidermis และ palisade cellแถวที่หนึ่งได้ 50.46: 15.1 = 3.34: 1 เมื่อใบยาว 9 ซ.ม. ความกว้างของlamina ทั้งสองข้างของ midrib วัดได้รวม 5.2 ซ.ม. จึงเห็นmesophyll เป็น 6 แถวทั้งหมด ส่วนประกอบภายในเหมือนใบที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว ได้หาสัดส่วนของ periclinal diameter epidermis และของ palisade cell แถวที่หนึ่งได้41.2:.4.9 = 2.76 : 1

ตั้งแต่ใบเริ่มเกิดขึ้นจนถึงระยะความยาวเต็มที่นั้น upper และ lower protoderm ไม่เคยแบ่งตัวแบบอื่นเลยนอกจาก anticlinal division ทำให้ทราบแน่ชัดว่าepidermis ทั้งหมดของ lamina ได้มาจาก upper และlower protoderm ซึ่งได้มาจากmarginal initial คือที่หนึ่ง (แผนภูมิที่ 1)

เส้น vein ใหญ่ที่เห็นในtransection ที่บรรยายไว้ในใบระยะที่ยาว 500 μ , 4 มม. และ 1.8 ซ.ม. นั้นเมื่อใบโตขึ้นเส้น vein เหล่านี้เป็นส่วนที่เห็นใหญ่ขึ้นเฉพาะที่หลังใบ เมื่อใบกลาย ๆ เจริญออกไปทั้งส่วนยาวและส่วนกว้าง จำนวนเส้น vein ใหญ่ก็จะเพิ่มจำนวนมากขึ้น เช่นในใบที่โตเต็มที่จะเห็นเส้น vein ใหญ่ขึ้นตลอดไปจาก midrib ด้านละ 6 เส้น ส่วน veinlet เกิดที่หลังเส้น vein และเกิดเพิ่มขึ้นตลอดเวลาจนกระทั่งใบเจริญเต็มที่ กำเนิดของ vein และ veinlet ได้อธิบายไว้แล้วในตอนต้นว่าเกิดจากชั้นmiddle layer คือ middle layerเจริญตลอดมาให้ vein, veinlet และ palisade cell แถวที่สอง veinlet บางต้นแสดงรองรอยได้ชัดกระทั่งในตอนสุดท้ายว่าเกิดจาก middle layer เพราะเห็นปะปนอยู่กับ palisade cell แถวที่สอง (ภาพที่ 34)

ได้สังเกตว่าเมื่อใบเจริญแผ่ออกไปแล้ว การเจริญถึงขั้นเต็มที่

(maturation) เกิดขึ้นจากปลายใบก่อนแล้วค่อย ๆ มาสู่โคนใบถือเป็น basipetal direction เช่นได้สังเกตเห็นว่าเซลล์ของ adaxial layer ทางปลายใบของใบก่อนได้ยืดตัว (elongate) มาเป็น palisade cell ก่อนแถวโคนใบ และ spongy cell แถวปลายใบ (leaf tip) จะมี air space ก่อนแถวโคนใบด้วย นอกจากนี้ได้พบว่าบางระยะเช่นเมื่อใบยาว 1 มม. พบ tracheary element ของ protoxylem ที่โคนของ midrib เรียงอยู่เป็นหนึ่งแถว ส่วนทางปลายใบของใบเดียวกันมี protoxylem หลายแถว

ได้สังเกตเห็นว่าการเจริญเติบโตของใบเมื่อมีตั้งแต่ใบมีขนาดยาวประมาณ 0.5 มม. จนกระทั่งถึงขนาดเจริญเติบโตเต็มที่กินเวลานานประมาณ 2 เดือน

3.3 <u>การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลง (development) ของ glandular hair ที่ใบ</u> เมื่อ leaf primordium ระยะ petiole- midrib ยาวประมาณ 150 μ เริ่มเห็น epidermal cell บางเซลล์มี differentiation ให้ trichome ชนิด glandular hair[1] พบว่า glandular hair ของเนียมประกอบด้วยหลายเซลล์ (multicellular) มีการเริ่มกำเนิด (origin) จาก epidermal cell Epidermal cell ที่จะ differentiate เป็น glandular hair จะสังเกตเห็น protoplasm เข้มข้นกว่าเซลล์ใกล้เคียง ครั้งแรกเซลล์นี้จะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ใกล้เคียง (ภาพที่ 35) ต่อมามีการแบ่งเซลล์แบบ periclinal division ได้สองเซลล์ (ภาพที่ 36) แล้วมีการแบ่งเซลล์แบบ periclinal อีกครั้งหนึ่งได้เซลล์รวมเป็นสามเซลล์ (ภาพที่ 37) เซลล์ล่างสุดพบว่าจะเป็นส่วนฐาน (foot)

---

[1] Glandular hair ที่พบที่ใบเป็นชนิดเดียวกับที่พบที่ลำต้น

เซลล์กลางเป็นก้าน (stalk) สั้น ๆ ส่วนเซลล์บนสุดจะขยายออกเป็นส่วนหัว (head portion) (ภาพที่ 37) ต่อจากนี้ส่วนหัวจะมีการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal division ได้เป็นสองเซลล์ แล้วมีการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal division อีกครั้งหนึ่ง แต่เกิดในแนวตั้งฉากกับครั้งก่อนได้เป็นสี่เซลล์อยู่ในระดับเดียวกัน ถ้าดูจาก transection ของใบจะเห็น head portion 2 เซลล์ เพราะอีกสองเซลล์ถูกบังอยู่ ถ้าดูจากด้านบน (top view) ของ glandular hair จึงจะเห็นเป็น 4 เซลล์ (ภาพที่ 38) เมื่อส่วนหัวมีสี่เซลล์แล้ว แต่ละเซลล์จะมีการแบ่งเซลล์อีกครั้งหนึ่งแบบ anticlinal division เช่นเดิมและตั้งฉากกับแนวใดแนวหนึ่งในสองครั้งก่อน แนวของการแบ่งสองครั้งหลังนี้จะเป็นแนวขนานกันเองได้ส่วนหัวประกอบด้วย 8 เซลล์ ซึ่งเรียงกันอยู่เป็นสองแถว ๆ ละสี่เซลล์ ดังนั้นถ้าตัด section ของใบตามขวาง อาจจะตัดด้านข้างของ glandular hair มา 2 เซลล์ หรือ 4 เซลล์ (ภาพที่ 39, ภาพที่ 40) ถ้ามองจาก top view ของ hair จึงจะเห็นเป็น 8 เซลล์ (ภาพที่ 41) Glandular hair ที่เจริญเติบโตเต็มที่แล้ว (mature) จะมีส่วนหัวประกอบด้วย 8 เซลล์ มี head สูงราว 25 μ ยาว 40 μ กว้าง 29 μ

เมื่อใบยาว 250 μ จึงได้พบ trichome ชนิด uniseriate hair ในชั้น epidermis แสดงว่า uniseriate hair เกิดที่หลัง glandular hair เล็กน้อย uniseriate hair มีลักษณะเป็นขนปลายแหลมประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังบาง กว้างที่ตรวจพบมี 2-4 เซลล์ต่อกันตามยาวเป็นหนึ่งแถว (ภาพที่ 42)

Glandular hair และ uniseriate hair เจริญถึงขั้นเต็มที่ได้เร็วกว่าส่วนที่มันเจริญออกมา เช่นขณะที่ใบยาวประมาณ 500 μ ก็พบว่า glandular hair และ uniseriate hair เจริญถึงขั้นเต็มที่แล้ว

4. กายวิภาคของราก (Anatomy of the root)

รากของเฟิ่ม (Strobilanthes niveus Craib) ที่นำมาศึกษากายวิภาคเป็นรากแบบ adventitious root ดังกล่าวไว้แล้วในตำนำ จากการตรวจ transection ของราก พบว่า epidermis ซึ่งเป็นแถวอยู่ชั้นนอกสุดประกอบด้วย epidermal cell หนึ่งแถว Root hair ซึ่งยื่นออกมาจาก epidermal cell บางต้นผนังไม่เรียบตรง แต่มีส่วนยื่น ๆ ออกไปเป็นบางตอนก็มี (ภาพที่ 42)

ถัดจาก epidermis เข้ามาเป็นบริเวณ cortex ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ชนิด parenchyma เรียงเป็นแถวแบบสลับกัน (alternate arrangement) Cortex ของรากที่เจริญเติบโตเต็มที่คือถึงระยะที่ได้เริ่ม secondary growth แล้วพบว่าประกอบด้วยเซลล์ 10 - 11 แถว ขนาดของเซลล์ของ cortex ที่วัดได้เฉลี่ยจาก 30 เซลล์ ทางด้าน radial wall ยาว 30 µ ทางด้าน tangential wall ยาว 31.2µ ได้พบ lithocyst ซึ่งมี cystolith ด้วยกระจายอยู่ทั่ว ๆ ไป ขนาดของ lithocyst ที่พบในบริเวณนี้ประมาณว่าเท่ากับขนาดของ parenchyma cells ของ cortex

ถัดจากบริเวณ parenchyma ของ cortex เข้ามาเป็น endodermis ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถว ได้พบ casparian dot ทาง radial wall ของ endodermis ในรากที่มี secondary growth ได้ดีบางชัดเจน

ถัดจากแถวของ endodermis เข้ามาเป็น pericycle ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หนึ่งแถวและเป็นเซลล์แบบ parenchyma บาง section เห็น pericycle ได้ดีบางชัดเจนทั้งระยะ primary growth และ secondary growth

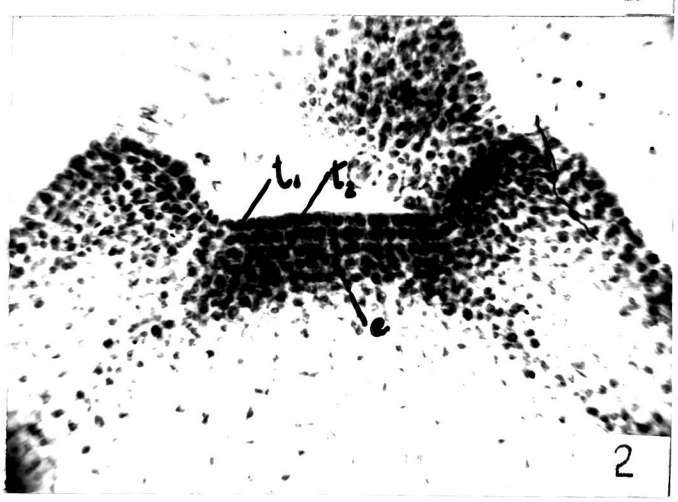
ถัดจาก pericycle เข้ามาเป็นมัดท่อนำน้ำนำอาหาร (vascular bundle) เมื่อย้อมสีสีตามวิธี Conant's guardruple stain นั้น xylem ซึ่งมีผนังหนาได้ติดสีแดงของ safranin ส่วน phloem ติดสี fast green จำนวน protoxylem arm ที่พบใน adventitious root มีต่างๆ กัน ที่ตรวจพบมีจำนวน 2 ถึง 9 arms (ภาพที่ 44 และ 45) ทางส่วนโคน (basal end) ของ adventitious root บริเวณซึ่งติดกับลำต้นและเป็นบริเวณที่มีอายุมากกว่าส่วนปลาย (apical end) มีจำนวน protoxylem arm มากกว่าทางส่วนปลายของราก

ภาพที่ 1 ถึง 46 เป็นภาพของเนียม (Strobilanthes niveus Craib)

ภาพที่ 1 แสดงต้นเนียม

ภาพที่ 2 Median l.s. ของยอด แสดง shoot apex ที่มีรูปร่างแบบราบ (flat) Tunica มี 2 ชั้น (t_1 และ t_2) ตอนล่างเป็น corpus (c.) (X 330)

1



2

ภาพที่ 3 Median l.s. ของยอด แสดง shoot apex ที่มีรูปร่างนูนเล็กน้อย (low convex) เมื่อ leaf primodium ที่เกิดขึ้นมีขนาดโตแล้วเป็นระยะ lamina formation (l.f.) (X 132)

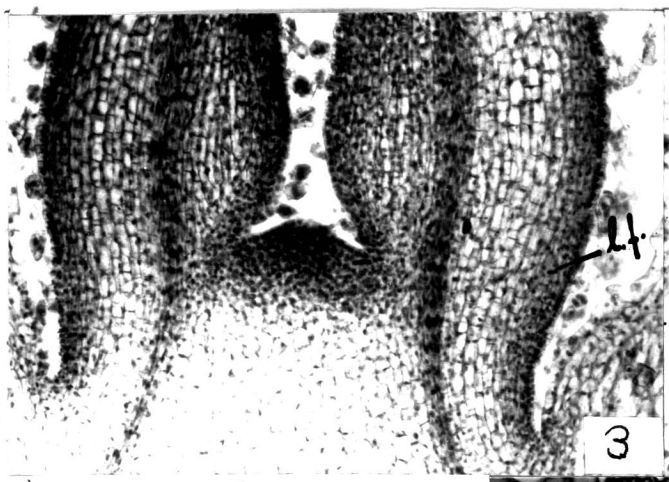
ภาพที่ 4 Median l.s. ของยอดของ shoot apex ดูคล้ายเว้าลงไปเล็กน้อย Tunica มี 2 ชั้น(t_1,t_2) . Corpus(c) อยู่ใต้ tunica Leaf buttress (l.b.) เริ่มเกิดขึ้น (X 318)

ภาพที่ 5 X.S. ของลำต้นแสดง outline เป็นรูปรี (X 23)

ภาพที่ 6 X.S. ของลำต้นแสดง epidermis (e.), เมื่อ collenchyma (c.) และ parenchyma (p.c.) ใน cortex (X 100)

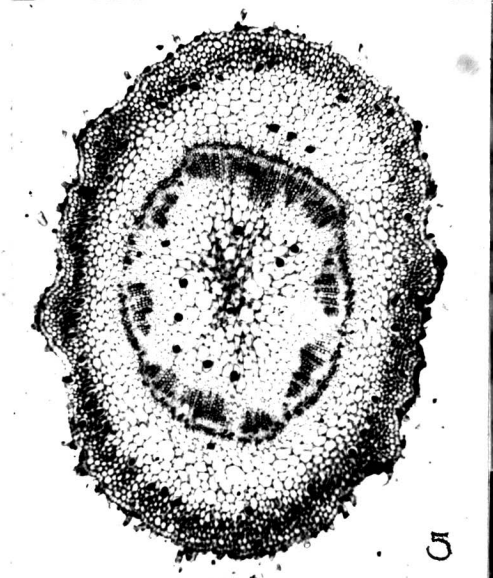
ภาพที่ 7 L.S. ของลำต้นแสดง uniseriate hair (u.h.)และ glandular hair (g.h.) (X 125)

ภาพที่ 8 X.S. ของลำต้นแสดง endodermis (e.), phloem (ph.), protoxylem (p.x.), metaxylem (m.x.) และ cystolith (c.) ใน collenchyma และ parenchyma cell ทั่วไป (X 70)

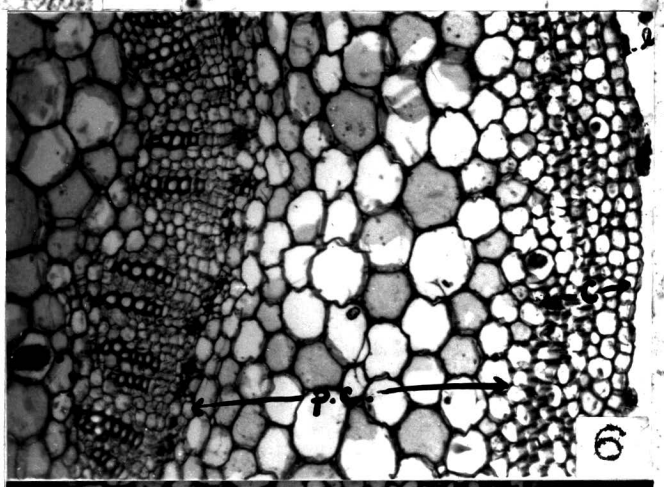


3

4

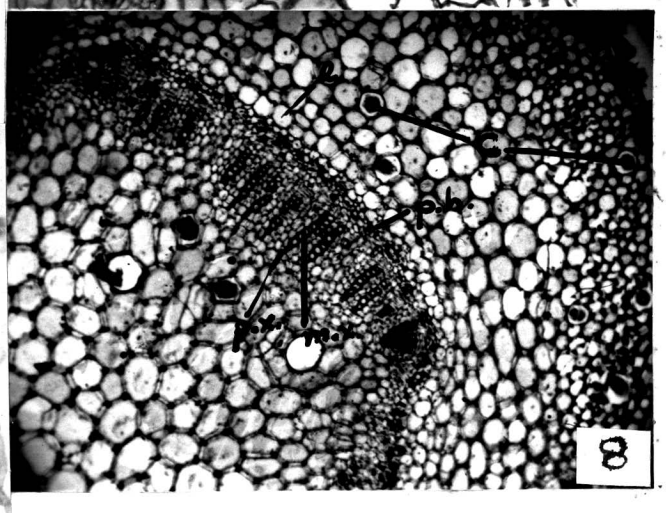


5



6

7



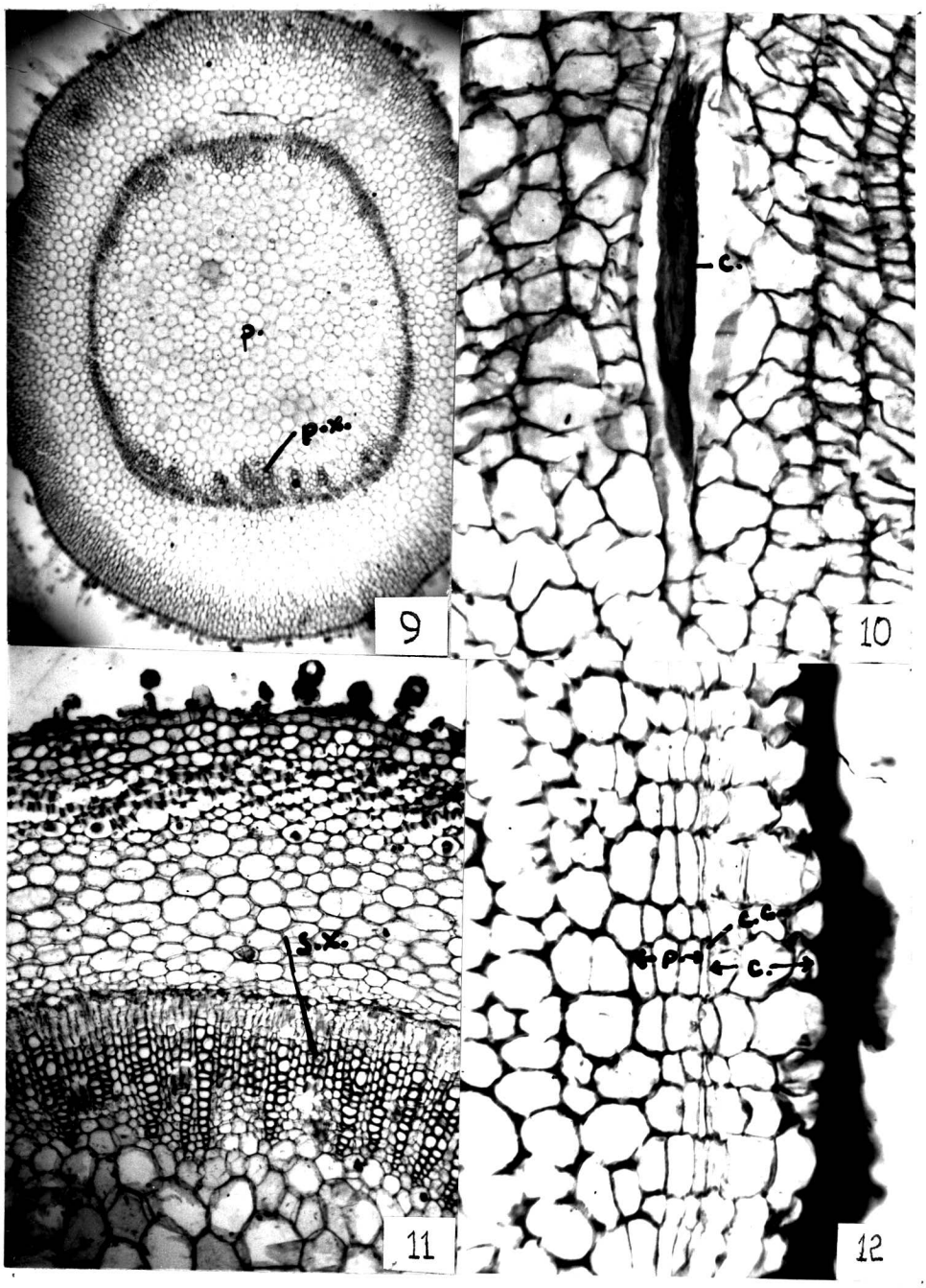
8

ภาพที่ 9 X.S. ของลำต้นแสดงด้านแคบสองด้านของลำต้นมี protoxylem (p.x.) มาก แต่ด้านกว้างไม่ค่อยมี protoxylem และแสดง pith (p.) (X 63)

ภาพที่ I0 L.S. ของลำต้นแสดง cystolith(c.) ตามแนวยาว (X 140)

ภาพที่ II X.S. ของลำต้นระยะมี secondary growth Secondary xylem (s.x.) อยู่ตรงข้องกันเป็นวง (X 70)

ภาพที่ I2 X.S. ของลำต้นแสดง periderm ซึ่งประกอบด้วย cork (c.), cork cambium (c.c.) และ phelloderm (p.) (X 200)


P.
P.X.
9
C.
10
S.X.
11
C.C.
P.
C.
12

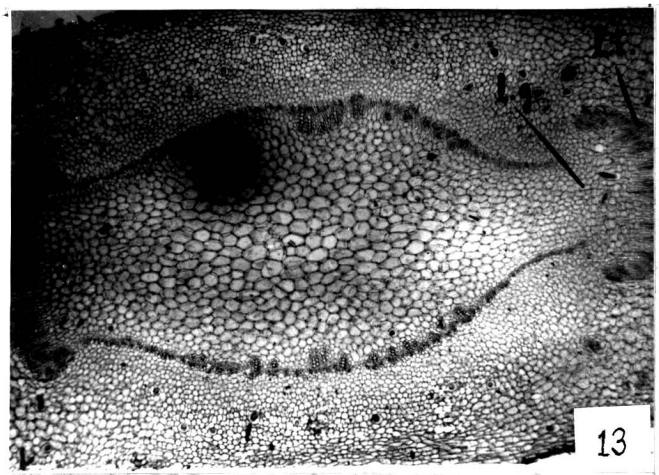
ภาพที่ I3 X.S. แสดง leaf trace (l.t.) และ leaf gap. (l.g.) (X 40)

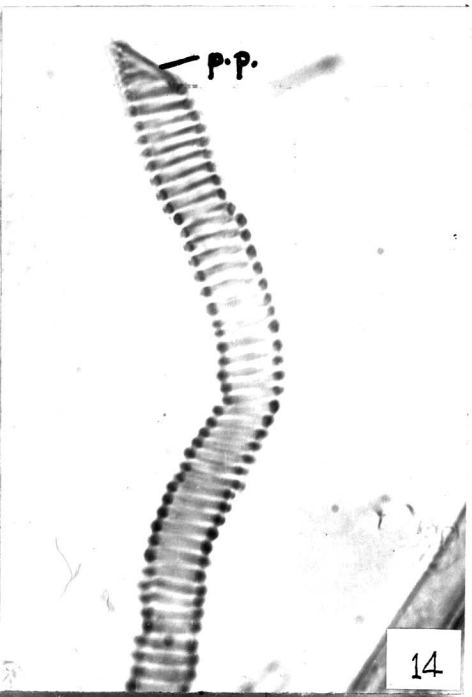
ภาพที่ I4 แสดง spiral vessel member (s.v.m.) จาก maceration มี simple perforation plate (p.p.) (X 500)

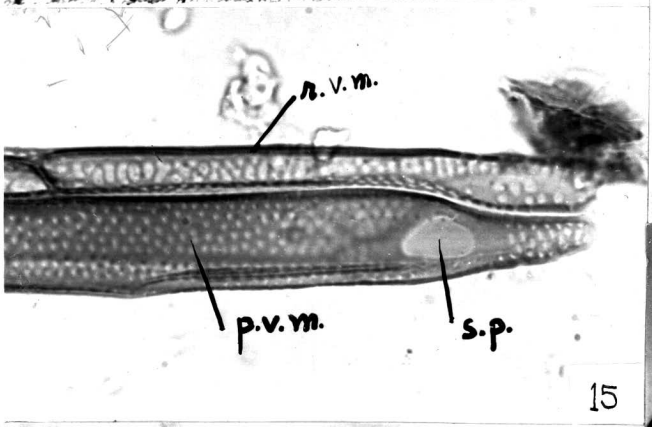
ภาพที่ I5 แสดง pitted vessel member(p.v.m.) และ reticulate vessel member (r.v.m.) Pitted vessel member มี simple perforation plate ซึ่งมี simple perforation (s.p.) (X 500)

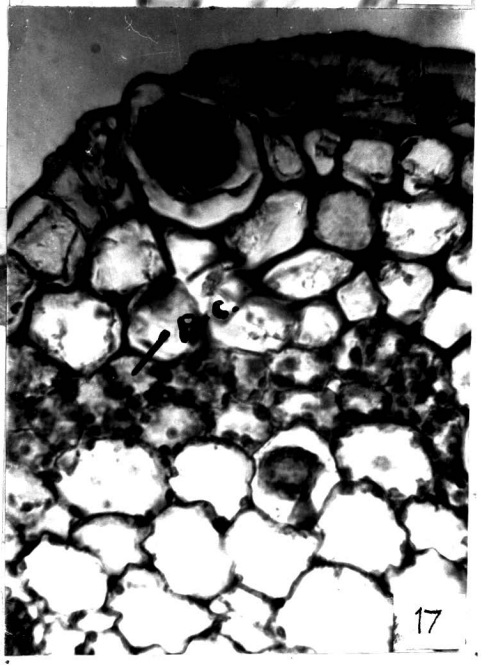
ภาพที่ I6 X.s. ของใบแสดง midrib ซึ่งเป็นรูป ovate ด้านล่างโป่ง กว่า ซึ่งมี lateral vascular bundle (l.v.) และ main vascular bundle (m.v.) และเซลล์คล้าย palisade cell (p.c.) (X 90)

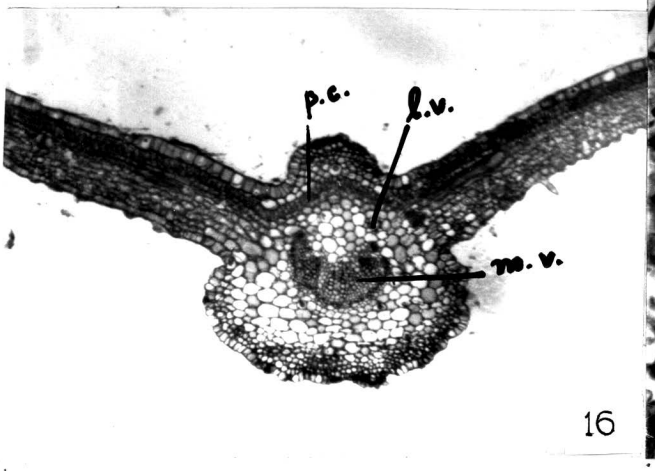
ภาพที่ I7 เป็นภาพขยายของด้านบนของ midrib ในภาพที่ I6 แสดงเซลล์คล้าย palisade cell(p.c.) ใน midrib (X 444)


13


p.p.
14


n.v.m.
p.v.m.
s.p.
15


p.c.
17


p.c.
l.v.
m.v.
16

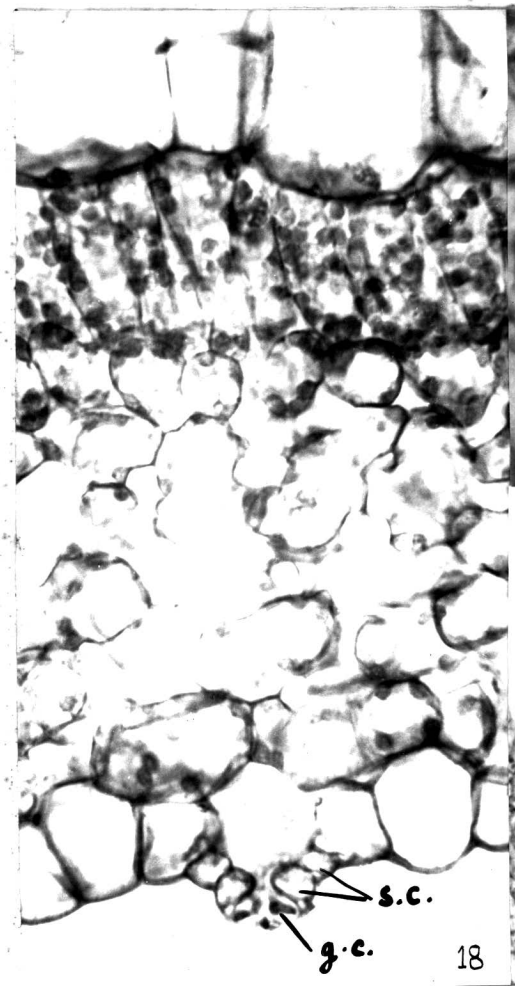
ภาพที่ I8 X.s. ของ lamina ของใบที่เจริญเต็มที่ แสดง raised stomatal apparatus ประกอบด้วย guard cell (g.c.) และ subsidiary cell (s.c.) (X 600)

ภาพที่ I9 Paradermal section ผ่าน lower epidermis แสดง stomatal apparatus ชนิด caryophyllaceous type มี subsidiary cell (s.c.) สองคู่ขนาบ guard cell (g.c.) (X 500)

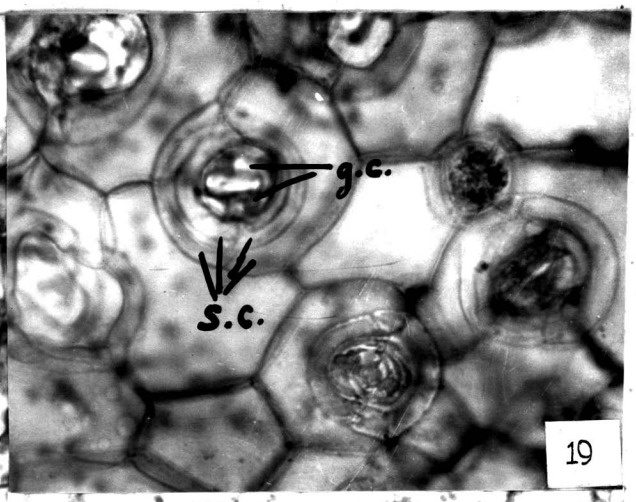
ภาพที่ 20 Median l.s. ของ shoot apex แสดง periclinal division ที่เกิดขึ้นใน tunica ชั้นที่สอง ในบริเวณที่กำลังจะสร้างใบ (X 700)

ภาพที่ 2I L.s. ของ shoot apex ผ่าน leaf primordium ระยะ petiole-midrib (p.m.) (X 155)

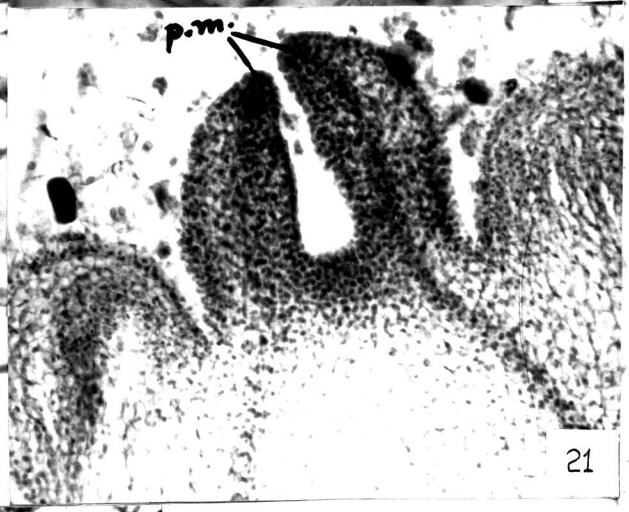
ภาพที่ 22 L.s. ของ shoot apex ตัดขนานกับด้านตอนข้างแบนหรือกว้างกว่าของ leaf primordium (l.p.) (X 70)



18

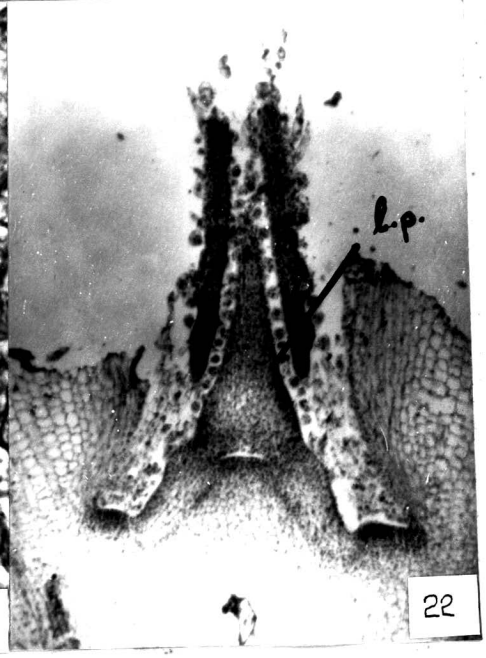


19



21

20



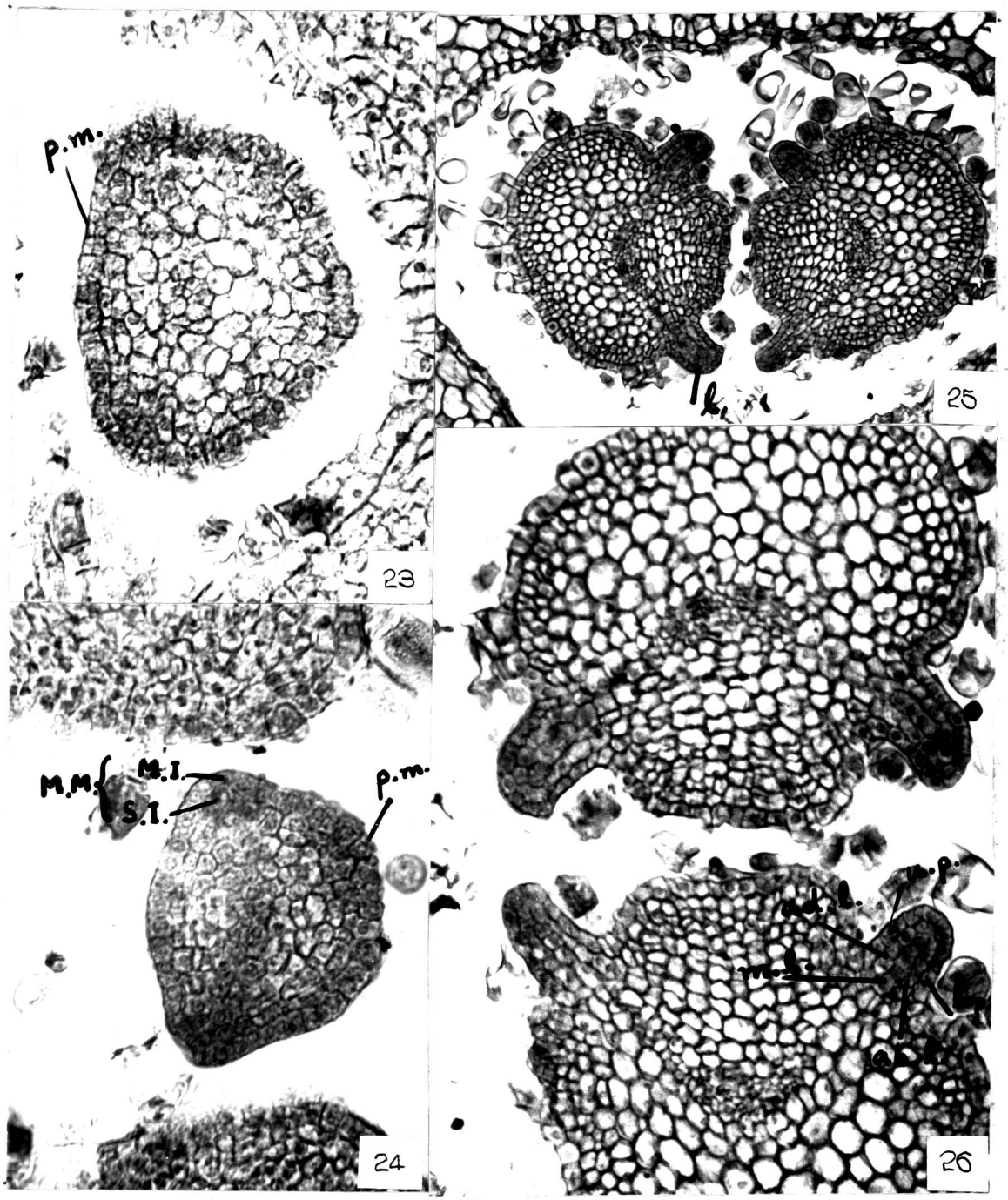
22

ภาพที่ 23 X.s.ของยอดแสดง petiole-midrib(p.m.) ที่ยาว 150 µ (X 475)

ภาพที่ 24 X.s. ของ petiole-midrib(p.m.) ที่สูงราว 200 µ แสดงกลุ่มเซลล์ marginal meristem (M.M.) ที่อยู่ด้านข้างใกล้ด้าน adaxial มี protoplasm ข้นกว่าเซลล์ใกล้เคียง ประกอบด้วย marginal initial (M.I)และ submarginal initial (S.I.) (X 480)

ภาพที่ 25 X.s. ของยอดผ่าน leaf primordium ระยะ lamina formation เริ่มมี lamina (l) แผ่ออกไปและ lamina ใกล้ midrib เริ่มเรียงเป็นห้าแถว (X 150)

ภาพที่ 26 เป็นภาพขยายของภาพที่ 25 แสดง lamina ใกล้ midrib-เรียงเป็นห้าแถวคือ upper protoderm (u.p.) adaxial layer(ad.l.), middle layer (m.l.), abaxial layer (ab.l.)และlower protoderm (l.p.) (X 300)


p.m.
23
25
M.M.
M.I.
S.I.
p.m.
24
26

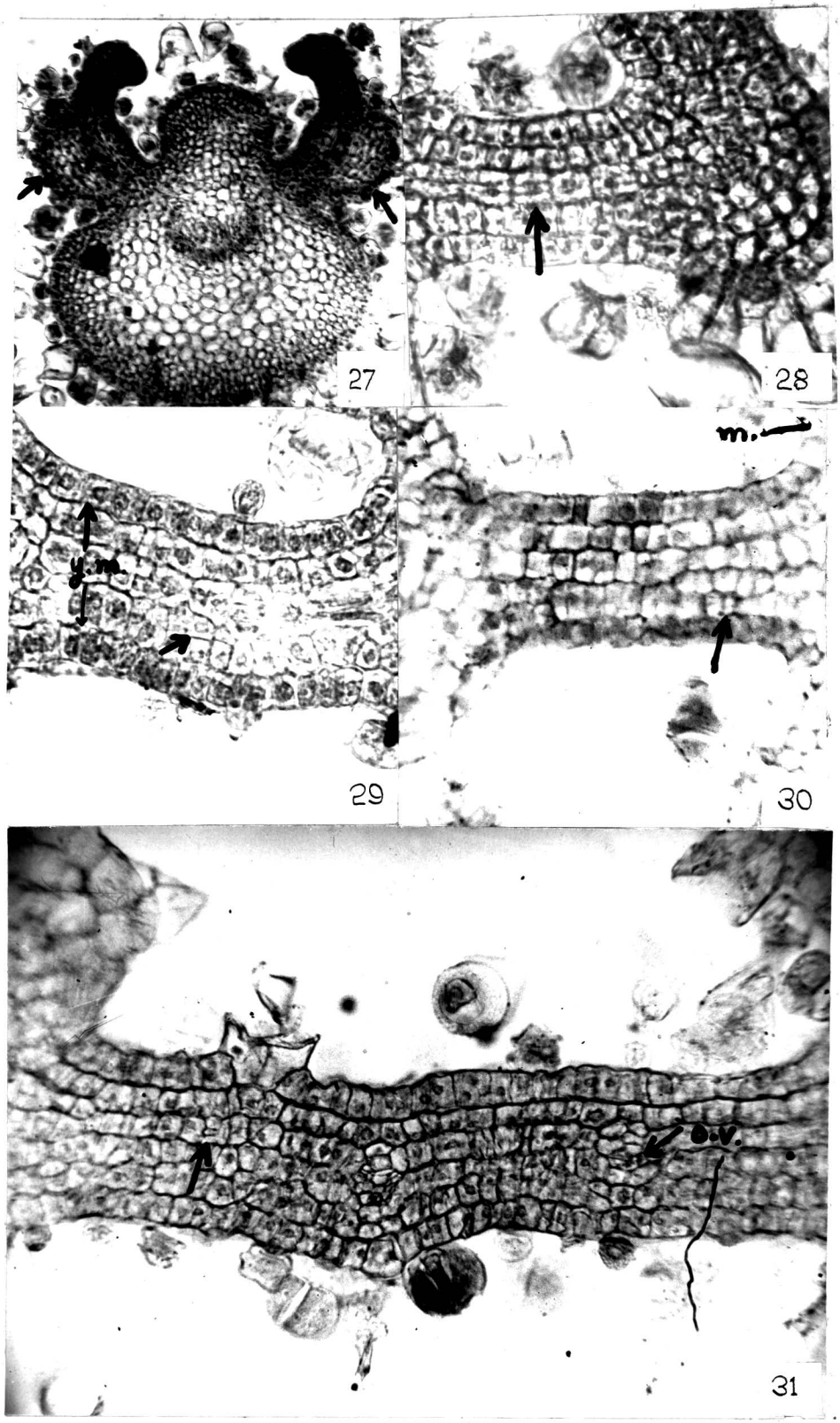
ภาพที่ 27 X.s.ของ leaf primordium ซึ่งยาวประมาณ 500 μ ในระยะ lamina formation มี vein ใหญ่ใกล้ midrib ข้างละหนึ่งอัน (X 120)

ภาพที่ 28 X.s. ของใบที่ยาว 1.2 มม. เริ่มการสร้าง veinlet โดย periclinal division สองครั้งในเซลล์ เดียวกันใน middle layer (X 428)

ภาพที่ 29 X.s. ของใบที่ยาว 2 มม. แสดง young mesophyll(y.m.) ที่มี 3 ชั้น และการแบ่งเซลล์แบบ periclinal division ใน abaxial layer (X 500)

ภาพที่ 30 X.s. ของใบที่ยาว 2.2 มม. แสดง anticlinal division ที่เกิดขึ้นที่ lamina ใกล้ midrib (m.) ได้ daughter cell ซึ่งเกิดขึ้นใหม่ยังมี periclinal diameter แคบมาก (X 450)

ภาพที่ 31 X.s. ของใบที่ยาว 4.5 มม. มี young mesophyll ประกอบด้วยสี่แถว เซลล์เบียดกันแน่น มี periclinal division ใน middle layer ซึ่งจะเป็น veinlet ต่อไป สังเกต veinlet ซึ่งได้เกิดขึ้นก่อน (o.v.) ใน middle layer เหนือกัน (X 400)

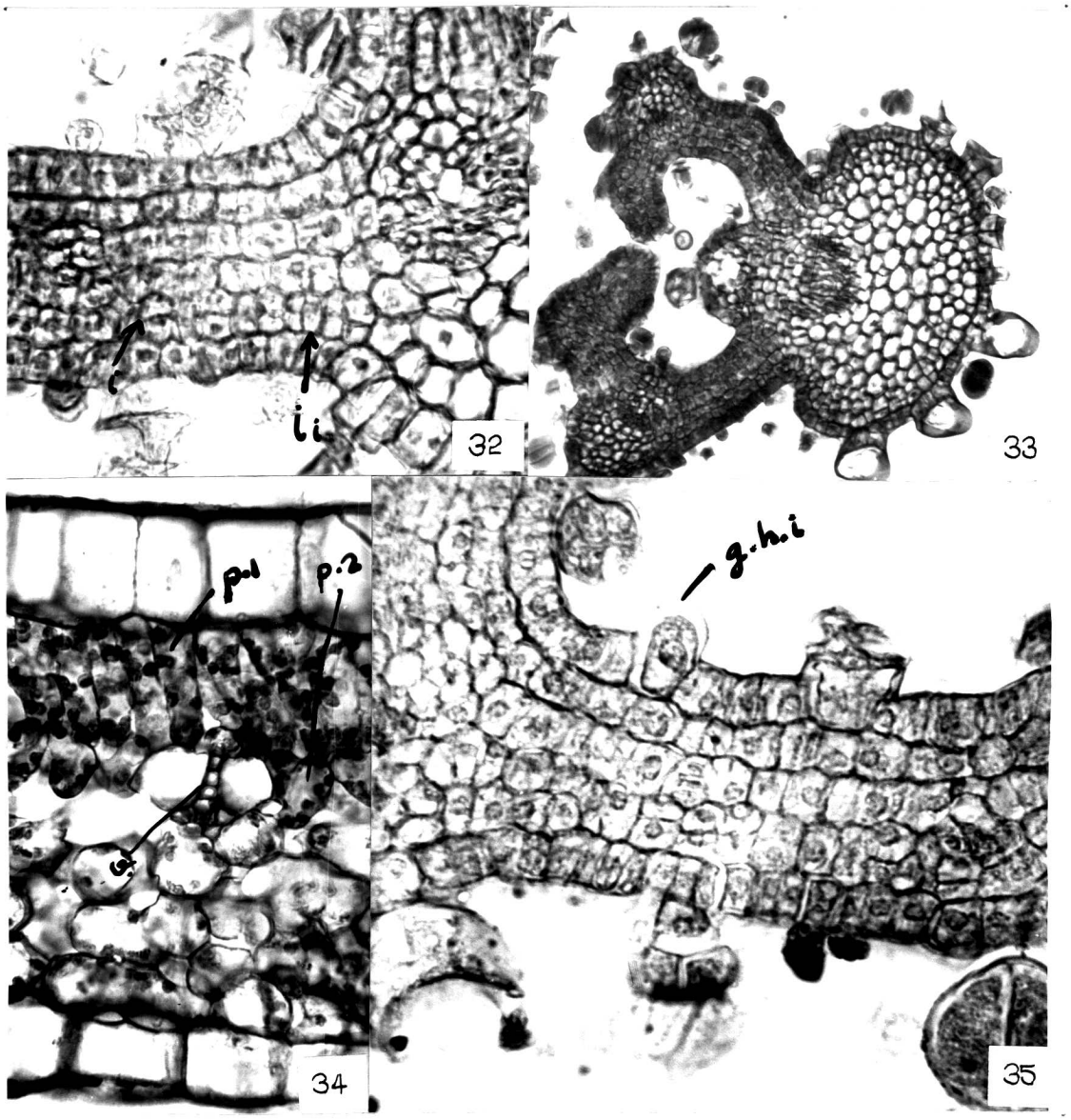

27
28
m.
29
30
o.v.
31

ภาพที่ 32 X.s. ของใบยาว 4.5 มม. แสดง periclinal division(i) ใน abaxial layer และแสดงการแบ่งเซลล์แบบ anticlinal (ii) ใน abaxial layer ด้วย (X 500)

ภาพที่ 33 X.s. ของใบยาว 1.4 ซ.ม. แสดง vernation ของใบแบบ involute vernation (XI20)

ภาพที่ 34 X.s. ของ mature leaf แสดง palisade cell แถวที่หนึ่ง (p.1) ซึ่งได้เปลี่ยนแปลงมาจาก adaxial layer. Palisade cell แถวที่สอง (p.2) และ veinlet(v.) ซึ่งอยู่ในชั้นเดียวกับ p.2 (X 300)

ภาพที่ 35 X.s. ของใบอ่อน แสดง glandular hair initial(g.h.i) ในชั้น protoderm มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ใกล้เคียง (X 570)


e
i.i
32
33
p.1
p.2
e
34
g.h.i
35

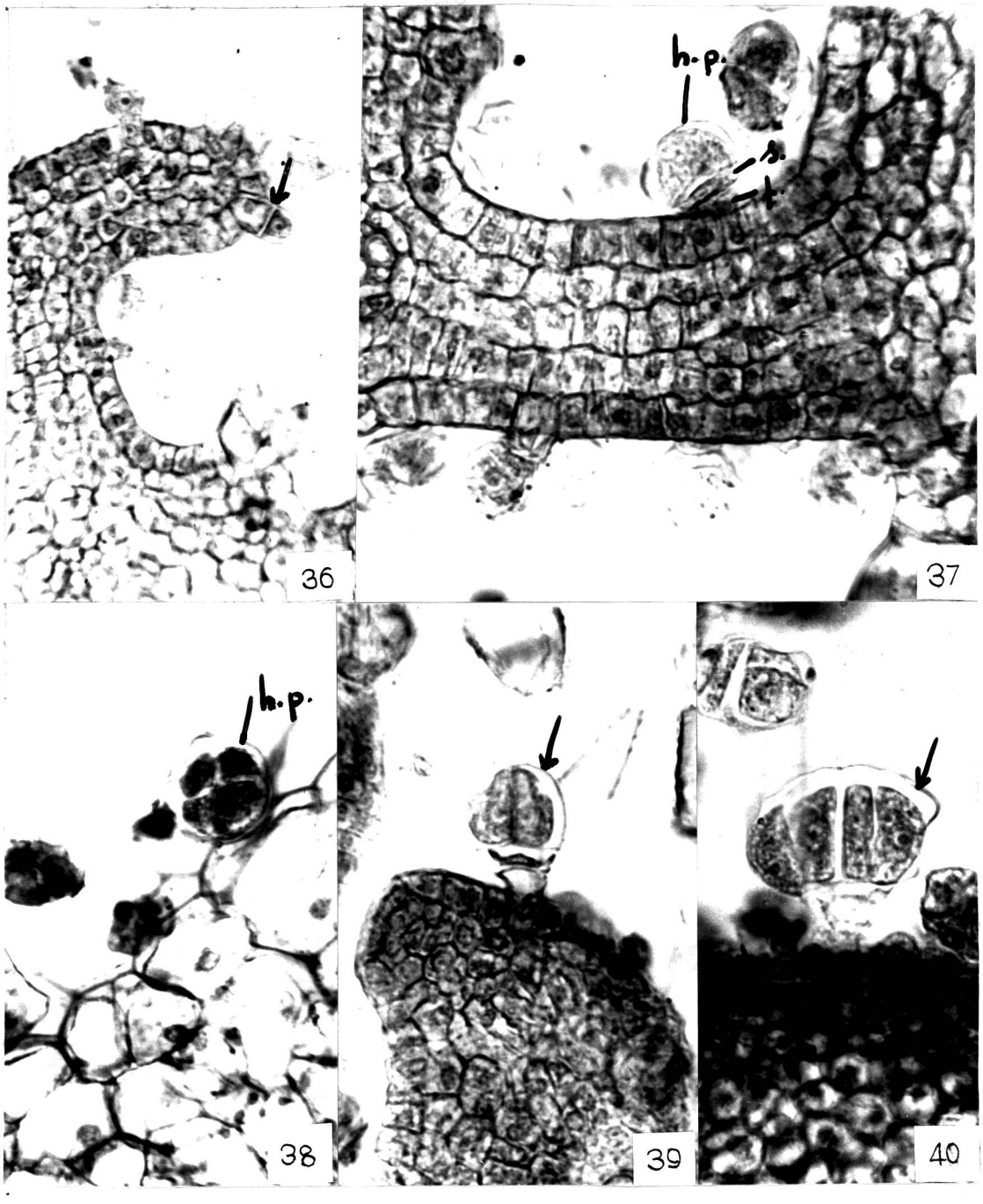
ภาพที่ 36 X.S. ของใบอ่อน แสดง periclinal division ของ glandular hair initial ได้เป็นสองเซลล์ (X 555)

ภาพที่ 37 X.S. ของใบแสดงเซลล์หนึ่งของ daughter cell สองเซลล์ อยู่ด้านนอกกล้ายในภาพที่ 35 แต่ได้แบ่งตัวแบบ periclinal อีกครั้งหนึ่งได้ ไดรวมเป็น 3 เซลล์ คือ foot (f) เซลล์กลางคือ stalk (s.) เซลล์ปลาย (h.p.) จะเจริญต่อไปเป็น head portion (X 570)

ภาพที่ 38 Top view ของ glandular hair ที่ส่วนหัว (h.p.) มี 4 เซลล์ หลังจาก anticlinal สองครั้งซึ่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน (X 515)

ภาพที่ 39 X.S ของใบแสดงด้านข้างของ head portion ของ hair ที่เห็นเซลล์ติด มาสองเซลล์ (X 700)

ภาพที่ 40 X.S. ของใบแสดงด้านข้างด้านหนึ่งของ head portion ของ glandular hair ซึ่งเห็นเซลล์ติดมา 4 เซลล์ (X 700)

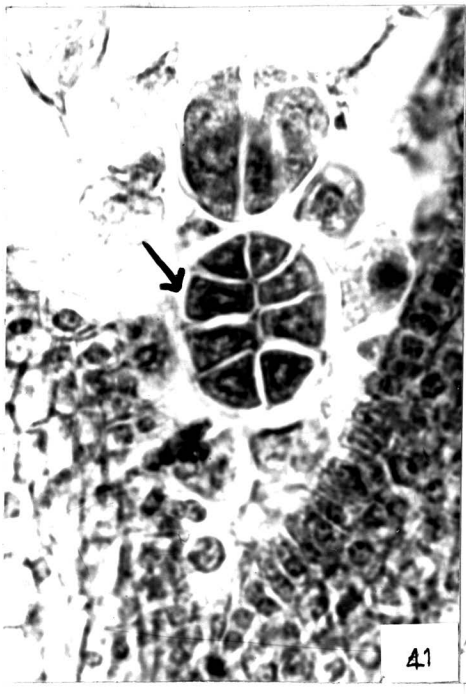

h.p.
36
37
h.p.
38
39
40

ภาพที่ 41 Top view ของ head portion ของ glandular hair ซึ่งมี 8 เซลล์ (X 515)

ภาพที่ 42 แสดง uniseriate hair ที่ส่วนหนึ่งของใบคอน (X 290)

ภาพที่ 43 X.S. ของรากแสดง root hair (r.h.) ซึ่งมีส่วนคล้ายแขนงยื่นออกไป (X 350)

ภาพที่ 44 X.S. ของรากแสดง protoxylem arm(p.a.) ที่มีจำนวน 3 arm (triarch) และมี pith (p.) อยู่ตรงกลาง (X 190)



41

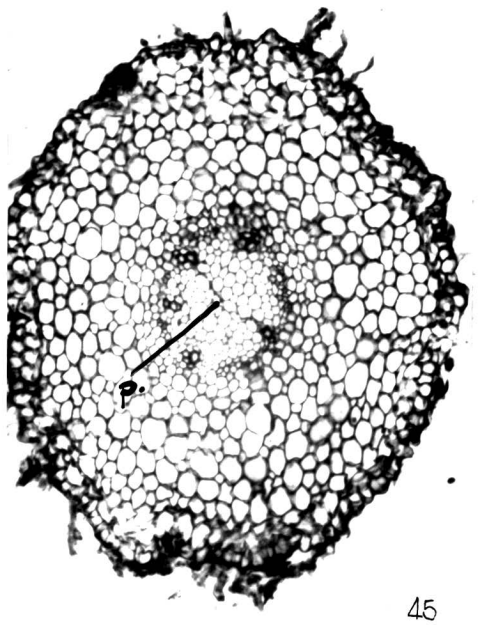
42

43

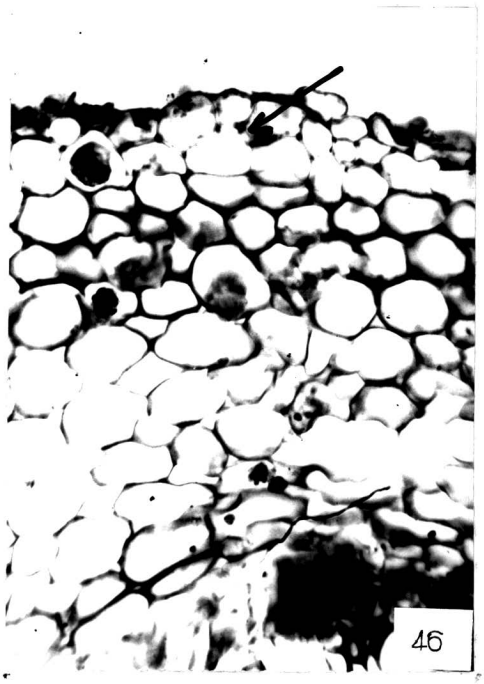
44

ภาพที่ 45 X.S. ของรากแสดง protoxylem arm ที่มีจำนวน 5 arm (pentarch) และมี pith อยู่ตรงกลาง (X 160)

ภาพที่ 46 X.S. ของรากที่มีอายุมากแสดงการเริ่มเกิดของ cork cambium กำลังจะเกิดขึ้นในชั้น cortex แถวที่หนึ่ง โดยมี periclinal division เกิดขึ้น (X 325)



45



46