สำนักหอสมุดกลาง _ พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

แผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

TRANSPENCY ON CHARACTERISTIC INTERNAL STRUCTURE OF PLANTS

โดย

นายวัฒนชัย สองศรียนต์

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2540

ปพ.
ว393ผ
2540

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30384
วัน, เดือน, ปี 14 ก.ค. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ
ปีการศึกษา 2540

ชื่อเรื่อง แผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช
TRANSPENCY ON CHARACTERISTIC INTERNAL STRUCTURE OF PLANTS

ชื่อ - สกุล นายวัฒนชัย สองศรียนต์
สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา

บทคัดย่อ

การผลิตแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชในปัจจุบันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะเรามีความเกี่ยวข้องอยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค การเจริญเติบโตของพืชแต่ละต้น เป็นผลมาจากลักษณะโครงสร้างภายในของพืช โดยมีขบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเซลล์แต่ละเซลล์ของพืช จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับปรุงด้านการผลิตพืชให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ ในการเรียนวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืช ซึ่งเป็นการศึกษาเนื้อเยื่อภายในส่วนต่าง ๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด ในการเรียนการสอนนั้นถ้าไม่มีสื่อประกอบการสอนก็ยากแก่การเข้าใจ เพราะการเรียนการสอนในเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและสลับซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ ถ้ามีอุปกรณ์หรือสื่ออย่างอื่นมาประกอบการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าแผ่นใสน่าจะเป็นสื่อที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้ได้สะดวกที่สุด เพราะสามารถแสดงภาพและบรรยายไปพร้อมกันได้ ทั้งเป็นสื่อที่ผลิตง่าย ราคาไม่สูงเกินไป เก็บรักษาง่าย สามารถให้ผู้เรียนมองเห็นหรือจินตนาการได้ใกล้เคียงกับของจริงและยังเป็นสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี มีวัตถุประสงค์การผลิตแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อผลิตแผ่นโปร่งใสแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของพืชสำหรับใช้ประกอบการสอนวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชา-ครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร-ลาดกระบัง โดยแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของพืชดังนี้คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด จำนวนทั้งหมด 51 ภาพ

วิธีดำเนินการเริ่มจากศึกษาหลักสูตร และวิเคราะห์รายละเอียดของวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช เพื่อนำมากำหนดภาพการผลิตแผ่นโปร่งใส จากนั้นทำต้นฉบับแผ่นโปร่งใสจนสมบูรณ์ จึงนำไปถ่ายเอกสารลงบนแผ่นใส 3 M นำมาติดสติกเกอร์สีเพื่อให้ภาพเหมือนจริงมากที่สุด ตรวจสอบคุณภาพของแผ่นโปร่งใสด้านเนื้อหา ด้านโสตทัศนศึกษาและด้านอื่น ๆ กับผู้ประเมิน 3 ท่าน โดยใช้เกณฑ์ดีและแก้ไข

ผลจากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้แผ่นโปร่งใสทั้งหมดจำนวน 51 ภาพ โดยแผ่นโปร่งใสแสดงโครงสร้างภายในของราก จำนวน 12 ภาพ โครงสร้างภายในของลำต้น จำนวน 8 ภาพ โครงสร้างภายในของใบ จำนวน 6 ภาพ โครงสร้างภายในของดอก จำนวน 6 ภาพ โครงสร้างภายในของผล 7 ภาพและโครงสร้างภายในของเมล็ด ซึ่งสามารถนำแผ่นโปร่งใสชุดนี้ ไปใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนในวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืชในหัวข้อเรื่อง โครงสร้างภายในของพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่ายด้วยกัน โดยเฉพาะอาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษซึ่งให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษ อาจารย์อำนวย ขวัญเมือง ได้เสียสละเวลาให้คำแนะนำปรึกษาและติดตามแก้ไขข้อบกพร่องในการผลิตแผ่นโปร่งใส และผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องต่าง ๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามในที่นี้ที่มีส่วนให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ประสบผลสำเร็จ ผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอขอบคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

นายวัฒนชัย สองศรียนต์

กุมภาพันธ์ 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่	
1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอนและการผลิตแผ่นโปร่งใส	3
2.2 เอกสารเกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้างภายในของพืช	8
3 วิธีการผลิตแผ่นโปร่งใสประกอบการสอน	
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร	22
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา	24
3.3 คำบรรยายประกอบแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช	42
3.4 วิธีดำเนินการผลิตแผ่นโปร่งใส	60
3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแผ่นโปร่งใส	60
3.4.2 วิธีดำเนินการผลิตแผ่นโปร่งใส	60
4 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข	
4.1 แสดงวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์	62
4.2 แสดงผลการตรวจสอบ (ผลการวิเคราะห์)	63
4.3 แสดงผลการปรับปรุงแก้ไข	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป 67

5.2 ปัญหา 68

5.3 ข้อเสนอแนะ 68

บรรณานุกรม 69

ภาคผนวก 70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของพืชในปัจจุบันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะเรามีความเกี่ยวข้องอยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค การเจริญเติบโตของพืชแต่ละต้นเป็นผลมาจากลักษณะโครงสร้างภายในของพืชโดยมีขบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในเซลล์แต่ละเซลล์ของพืช จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่องลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปปรับปรุงด้านการผลิตพืชให้เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของมนุษย์ ในการเรียนวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืช ซึ่งเป็นการศึกษาเนื้อเยื่อภายในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด ในการเรียนการสอนนั้นถ้าไม่มีสื่อประกอบการสอนก็ยากแก่การเข้าใจเพราะการเรียนการสอนในเรื่องโครงสร้างภายในของพืช เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและสลับซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ ถ้ามีอุปกรณ์หรือสื่ออย่างอื่นมาประกอบการสอนทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาแล้วเห็นว่าแผ่นใสน่าจะเป็นสื่อที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้ได้สะดวกที่สุดเพราะสามารถแสดงภาพและบรรยายไปพร้อมกันได้ ทั้งเป็นสื่อที่ผลิตง่าย ราคาไม่สูงเกินไป เก็บรักษาง่าย สามารถให้ผู้เรียนมองเห็นหรือจินตนาการได้ใกล้เคียงกับของจริง และยังเป็นสื่อที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้อย่างดี

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตแผ่นโปร่งใสแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของพืช สำหรับใช้ประกอบการสอนวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ในการจัดทำแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช โดยแสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของโครงสร้างภายในของพืชประกอบการสอนวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์ - อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีรายละเอียดดังนี้คือ

จัดทำแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช โดยแสดงลักษณะทั่ว ๆ ไปของโครงสร้างภายในพืช ดังนี้

- ราก (Root)	จำนวน	12	ภาพ
- ลำต้น (Stem)	จำนวน	8	ภาพ
- ใบ (Leaf)	จำนวน	6	ภาพ
- ดอก (Flower)	จำนวน	6	ภาพ
- ผล (Fruit)	จำนวน	7	ภาพ
- เมล็ด (Seed)	จำนวน	12	ภาพ
	รวมทั้งหมด	51	ภาพ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้แผ่นโปร่งใสประกอบการสอน เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช ใช้ประ - กอบวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์ - อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์ตรง สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการจัดทำแผ่นใสประ- กอบสอนเรื่องอื่น ๆ ได้ในโอกาสต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับสื่อการเรียนการสอนและการผลิตแผ่นโปร่งใส

ความหมายของสื่อการสอน

สื่อการสอนเป็นตัวช่วยในการถ่ายทอดความรู้ ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมาย "สื่อการสอน" ไว้มากมายดังนี้

สื่อการสอน หมายถึง เครื่องช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อช่วยให้การสอนและการเรียนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ช่วยให้ครูถ่ายทอดข้อเท็จจริง ทักษะ เจตคติ ความรู้ และความทราบซึ้งไปยังผู้เรียนและเป็นเครื่องมือที่ช่วยสื่อความหมาย จัดโดยครูและนักเรียนเพื่อเสริมการเรียนรู้ เครื่องการสอนทุกชนิดจัดเป็นสื่อการสอน อาทิ หนังสือ โสตทัศนูวัสดุ เช่น ฟิล์มสตริป สไลด์ แผนที่ เทปบันเสียง แผ่นเสียงของจริงและทรัพยากรจากชุนชน (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2521 : 34)

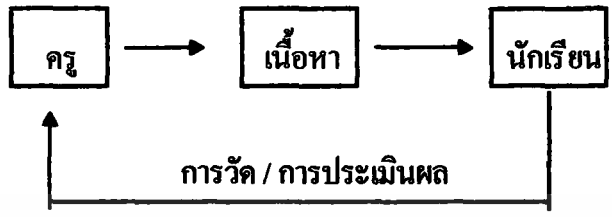
สื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการผลิตสื่อทางการศึกษานั้น ผู้ผลิตทำหน้าที่อยู่ในกลุ่มของผู้ส่ง ซึ่งอาจส่งเรื่องราวโดยการผ่านสื่อที่ผลิตขึ้น จึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในขบวนการสื่อความหมายอย่างถ่องแท้ มิฉะนั้นสื่อที่ผลิตขึ้นมาอาจให้สื่อความหมายที่ผิดได้และจะต้องเลือกสื่อที่ผลิตให้เหมาะสมกับผู้เรียน ผู้เรียนหรือผู้รับที่มีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์และวุฒิภาวะที่แตกต่างกันจะมีความสามารถในการสื่อความหมายที่แตกต่างกัน (ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2526 : 4)

สื่อการสอน คือ กระบวนการสื่อความหมาย (Communication Process) ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน โดยมีตัวกลางเรียกว่า "สื่อการสอน" เป็นตัวช่วยในการถ่ายทอดความรู้ ซึ่งมีผู้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้ 1.) เป็นสิ่งที่ช่วยที่ให้การสอนบรรลุไปสู่จุดหมายที่ดี 2.) เครื่องช่วยในการสอนการเรียนรู้ ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำเนื้อหาจากครูไปสู่ผู้เรียน แล้วสื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นเดิมเรียกว่า "อุปกรณ์การสอน" หรือ "โสตทัศนูปกรณ์" แต่ภายหลังหลักการที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นวัสดุอุปกรณ์เปลี่ยนไป โดยเพิ่มหลักสูตรร่วมกันระหว่างอุปกรณ์และวิธีการ จึงได้เปลี่ยนเป็นคำว่า "สื่อการสอน (Instructional media)"



แผนภาพกระบวนการเรียนการสอน

จากแผนภาพของกระบวนการเรียนการสอน ได้วางตำแหน่งของสื่อการเรียนการสอนระหว่างกลางของครูกับนักเรียน นั่นหมายความว่าอะไรก็ตามที่สามารถนำเอาเนื้อหาไปสู่นักเรียนได้นั้นก็คือ สื่อการสอนทั้งสิ้น (สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, 2526 : 143 - 144)

กล่าวโดยสรุปว่า สื่อการสอนนั้น หมายถึง สิ่งอำนวยความสะดวกที่ช่วยให้ครูสามารถถ่ายทอดความรู้ไปยังนักเรียนได้และทำให้ผู้เรียนเห็นช่องทางในการเรียนรู้ ซึ่งทำให้การเรียนการสอนประสบผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

โสตทัศนศึกษา (Audio Visual Education) เป็นคำสมาสของคำว่าโสตและทัศนศึกษา ซึ่งมีความหมายว่า การศึกษาที่ผู้เรียนหรือนักเรียนได้ประสบการณ์ โดยผ่านประสาทสัมผัสทางด้านอวัยวะของร่างกาย คือ หู และตา (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2521 : 3)

โสตทัศนูปกรณ์ (Audio Visual Aids) คือ อุปกรณ์การเรียนการสอนที่เป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่ช่วยครูหรืออาจารย์ในการถ่ายทอดความรู้หรือสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นจริงเช่น ความเข้าใจทักษะทัศนคติ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียนให้เกิดผลทางด้านการเรียนการศึกษาได้ดังวัตถุประสงค์ไว้ (วิรุฬห์ ลีลาพฤทธิ์, 2521 : 2)

ประเภทสื่อการสอนอาจจำแนกสื่อการสอนได้ 3 ประเภท คือ (สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, 2526 : 143 - 144)

1. Non - Projected Materials ได้แก่ รูปจำลอง แบบเรียน แผนภูมิ บัตรคำต่าง ๆ

2. Project Materials ได้แก่ สื่อที่มีเครื่องฉายประกอบด้วย เช่น สไลด์ ฟิล์มสตริป

3. Audio Materials ได้แก่ สื่อจำพวกเครื่องเสียงต่าง ๆ คือ วิทยุ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องฉายโปร่งใส (Over Head Projector) เครื่องมือชนิดนี้มีชื่อภาษาไทยเรียกหลายชื่อ เช่น เครื่องฉายวัสดุโปร่งใสข้ามศรีษะ เครื่องฉายวัสดุโปร่งแสง เครื่องชนิดนี้มีระบบแบบสะท้อนแสงไปปรากฏบนจอ (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2522 : 126)

ลักษณะพิเศษของเครื่องฉายภาพโปร่งแสงมีดังนี้ (ลัดดา ศุขปรีดี, 2523 : 115 -116)

1. สามารถฉายในห้องฉายที่สว่างอย่างห้องเรียนปกติ

2. สามารถจัดเตรียมก่อนล่วงหน้าเพื่อฉายได้ทันและสามารถใช้ปากกาmarkermagic เขียนรายละเอียดเพิ่มเติมบนแผ่นโปร่งแสงขณะอธิบาย

3. สามารถฉายวัสดุสีให้เป็นตามแบบได้อย่างชัดเจน จึงเหมาะสำหรับอธิบายรายละเอียดโครงสร้างบางอย่างและเร้าความสนใจได้ดี

4. สามารถวางภาพโปร่งแสงซ้อนกัน (Over lay) เพื่อเพิ่มองค์ประกอบของภาพให้สมบูรณ์และเข้าใจดียิ่งขึ้น

5. ใช้วัสดุสามมิติวางบนแท่นวางภาพของเครื่องให้เห็นภาพทึบแสงปรากฏบนจอได้

6. ใช้เขียนข้อความแทนกระดานชอล์ก

7. ใช้แสดงเคลื่อนไหวของภาพได้ โดยใช้หลักการติดแสงสะท้อนบนแผ่นภาพโปร่งใสพิเศษ คือกระจกติดแสง (Polaroid porart spimer)

คุณค่าของเครื่องฉายแผ่นโปร่งแสงมีดังนี้ (ประหยัด จิระวรพงศ์, 2522 : 126 -130)

1. ทำให้บทเรียนมีความน่าสนใจมากขึ้น

2. ช่วยประหยัดเวลาในการสอน

3. ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้สูงขึ้น

4. ความหมายคงทนในการจำ

5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดแก้ปัญหาในการเรียน

เครื่องฉายภาพโปร่งใสเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในวงการศึกษา การฝึกอบรมด้านธุรกิจและด้านกิจกรรมอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการที่จะถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้ที่สนใจ เหตุที่มีคนนิยมใช้แบบนี้กันอย่างกว้างขวางเพราะเครื่องฉายภาพเหนือศีรษะมีคุณสมบัติที่ดีเฉพาะตัวดังนี้ (พิลาศ เกื้อมี, 2526 : 36)

1. ใช้และบำรุงรักษาง่าย

2. สามารถที่จะนำไปวางไว้ด้านหน้าของผู้ฟังการบรรยายได้

3. สามารถที่จะถ่ายทอดความหมายที่สมบูรณ์

4. ใช้ได้กับห้องที่มีแสงธรรมดาได้

5. การเสนอเรื่องที่จะทำการบรรยายได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. แผ่นโปร่งใสทำได้ง่าย

7. ฉายภาพที่เตรียมได้ออกมาเป็นสีสันต่าง ๆ ได้

ข้อควรระวังในการใช้เครื่องฉายข้ามศีรษะคือ (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2521 : 92)

1. ในขณะที่เปิดหลอดห้ามขยับเครื่องฉายหรือโยกย้ายเด็ดขาด เพราะเมื่อมีการเคลื่อนย้ายแล้วเกิดการกระทบกระเทือนหลอดก็จะขาด

2. การปรับความชัดเจนของภาพทำได้ โดยการเลื่อนลงของเลนส์เครื่องฉาย

3. การปรับความสูงของจอให้พอดีกับจอที่ตั้งไว้

แผ่นโปร่งใส (Transparency) จัดเป็นสื่อการเรียนการสอนของกลุ่มประเภทวัสดุ (Audio visual materials) ที่ได้เข้ามาแทนที่การใช้กระดานชอล์กและภาพพลิก จนกระทั่งกลายไปเป็นสื่อ การสอนธรรมดาทั่วไปเพราะง่ายต่อการบำรุงรักษา แผ่นโปร่งใสจะมีขนาดมาตรฐาน คือ 8 นิ้ว × 10 นิ้ว และแผ่นโปร่งใสเป็นวัสดุที่ต้องใช้ประกอบกับเครื่องฉายข้ามศีรษะ (Overhead projector) ภาพที่ปรากฏบนจอภาพนั้นเป็นภาพขนาดใหญ่ที่สามารถมองเห็นได้ทั่วทั้งชั้น (วารินทร์ รัศมีพรม , 2531 : 70)

วิธีการผลิตแผ่นภาพโปร่งใส เพื่อนำมาใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะนั้นมีอยู่หลายวิธี แต่ในที่นี้จะเลือกกล่าวเฉพาะวิธีที่พิจารณาแล้วเห็นว่าเป็นวิธีที่ง่าย สามารถผลิตได้ด้วยตนเอง ทั้งเป็นวิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป ซึ่งวิธีที่จะกล่าวถึงมีดังนี้ (พฤติพงษ์ เล็กศิริรัตน์, 2521 : 269 - 288)

1. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยวิธีเขียนภาพลงบนแผ่นอาซีเตท เป็นวิธีการผลิตที่ง่ายและสะดวกมากที่สุด เพราะเพียงแค่มีแผ่นอาซีเตทและปากกาเขียนแผ่นภาพโปร่งใสก็สามารถผลิตแผ่นภาพโปร่งใสที่ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะได้ ผู้ผลิตควรจะวางแผนการจัดเสนอข้อมูลลงแผ่นภาพโปร่งใสเพื่อให้มีคุณค่าน่าสนใจและเป็นประโยชน์ต่อการเรียน

2. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยวิธีไดอะโซ เป็นวิธีการผลิตแผ่นภาพโปร่งใสที่เหมาะสำหรับการผลิตภาพประเภทลายเส้นที่มีภาพไม่ต่อเนื่องภาพมีความละเอียดปานกลาง และมีความคงทนต่อการขีดข่วนได้ดี การทำให้เกิดภาพขึ้นโดยกระบวนการทางเคมีคือ เกลือไดอะโซ (Diazo salt) กับสารที่ทำให้เกิดสีจะเคลือบอยู่บนแผ่นอาซีเตท ต้นฉบับที่นำมาถ่ายกับฟิล์มไดอะโซนั้นจะต้องมีส่วนที่ทึบแสงและส่วนที่โปร่งแสง

3. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยวิธีการถ่ายภาพ เป็นเทคนิควิธีการหนึ่งที่สามารถผลิตที่สามารถผลิตแผ่นภาพโปร่งใสให้รายละเอียดของภาพได้มากแต่ค่อนข้างยุ่งยาก ต้องใช้อุปกรณ์และเครื่องมือมากและผู้ผลิตต้องมีความรู้เกี่ยวกับการถ่ายภาพ และกระบวนการทำภาพในห้องมืด ฟิล์มที่ใช้ผลิตนิยมใช้ฟิล์มลิท (Lith) เนื่องจากมีโทนสีไม่ต่อเนื่องมีสีตัดกันสูงมากภาพที่ปรากฏบนฟิล์มจะมีสีดำกับสีขาวเท่านั้น ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผลิตภาพลายเส้นจากต้นฉบับลายเส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยระบบถ่ายด้วยความร้อน เป็นการผลิตแผ่นโปร่งใสด้วยวิธีการนี้จะต้องใช้แผ่นใสที่เคลือบน้ำยาที่ไวต่อความร้อน จากแสงอินฟาเรดเป็นแผ่นโปร่งใสสำหรับถ่ายด้วยเครื่องเทอร์โมแฟ็กซ์ (Thermofax model 45 secretary) ของ 3M

5. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสชนิดเคลื่อนไหวได้ เนื่องจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะให้ภาพไปปรากฏบนจอภาพเป็นภาพนิ่ง ต่อมามีผู้คิดค้นวัสดุและอุปกรณ์ขึ้นมาสองชิ้นที่จะทำให้ภาพฉายนั้นมองดูเคลื่อนไหวได้คือ วัสดุประเภทโพลาไรซ์ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มสติกเกอร์ที่มีลายเนื้อพิเศษมีกาวในตัวสามารถติดบนแผ่นภาพโปร่งใสได้กับอุปกรณ์ที่ทำเป็นแผ่นหมุนตัดแสง

6. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร ปัจจุบันเครื่องถ่ายเอกสารโดยทั่วไปสามารถถ่ายภาพลงแผ่นโปร่งใสได้ ดังนั้นการผลิตแผนภาพโปร่งใสด้วยวิธีการที่ทำได้ง่ายสะดวกและมีราคาค่อนข้างถูก มีคุณภาพดีพอสมควรในการเก็บรายละเอียดต่าง ๆ และเมื่อต้องการให้มีสีสันในแผ่นภาพโปร่งใสก็ทำได้ง่าย โดยใช้ปากกาเขียนแผ่นโปร่งใสระบายสีหรืออาจใช้แผ่นฟิล์มสี (Color adhesive film) ตกแต่งสีก็ได้ สำหรับแผ่นโปร่งใสที่จะนำมาถ่ายด้วยเครื่องถ่ายเอกสารนี้จะต้องใช้ชนิดที่ทนความร้อนได้ เพราะความร้อนจากเครื่องถ่ายจะทำให้แผ่นโปร่งใสยับยู่ยี่เสียหาย

การทำต้นฉบับเพื่อใช้ถ่ายด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร มีวิธีการทำคล้ายคลึงกับการทำต้นฉบับแผ่นภาพโปร่งใสที่ผลิตด้วยระบบถ่ายด้วยความร้อน เมื่อจัดทำต้นฉบับเรียบร้อยแล้วก็นำแผ่นโปร่งใสและต้นฉบับไปถ่ายด้วยเครื่องถ่ายเอกสาร โดยให้ช่างประจำเครื่องเป็นผู้ถ่ายให้ก็จะได้แผ่นภาพโปร่งใสตามที่ต้องการ จากนั้นจึงนำไปตกแต่งเพิ่มเติมสีตามที่ต้องการแล้วก็นำไปใช้งานต่อไป

7. การผลิตแผ่นภาพโปร่งใสด้วยวิธีการซิลค์สกรีนเป็นการผลิตที่ต้องการแผ่นภาพโปร่งใสแบบเดียวกันเป็นจำนวนมากซึ่งอาจเป็นการผลิตแผ่นภาพโปร่งใสเพื่อการค้าหรือเพื่อการแจกจ่ายไปตามหน่วยงานการศึกษาต่าง ๆ

ประโยชน์และข้อดีของแผ่นโปร่งใสมีดังนี้ (วารินทร์ รัศมีพรหม, 2531 : 70)

1. สามารถใช้ในห้องที่มีแสงสว่างที่เป็นปกติ

2. เมื่อผู้สอนนำเครื่องฉายแผ่นโปร่งใสมาสอนหน้าห้องเรียนทำให้ผู้เรียนและผู้สอนได้มองเห็นซึ่งกันและกัน ทำให้ผู้สอนได้ใช้สายตาได้ทั่วห้อง

3. เครื่องฉายแผ่นโปร่งใสค่อนข้างมีน้ำหนักเบาและใช้งานได้สะดวก

4. วัสดุชนิดต่าง ๆ ทั้งโปร่งใส ทึบแสง ภาพฉลุและอื่น ๆ สามารถนำมาฉายกับเครื่องฉายภาพโปร่งแสงได้

5. ผู้สอนสามารถดำเนินการสอนและฉายไปได้พร้อม ๆ กันกับการสอนบรรยาย

6. ผู้สอนหรือครูสามารถเขียน ระบายสีเพิ่มเติมรายละเอียดลงไปได้

7. ผู้สอนหรือครูสามารถเตรียมผลิตแผ่นโปร่งใสได้หลายวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการใช้แผ่นโปร่งใสมีดังนี้ (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2521 : 103)

1. ควรเตรียมแผ่นภาพที่จะใช้ฉายให้พร้อมและมีการจัดเรียงลำดับไว้ก่อน

2. เวลาอธิบายควรใช้ไม้ชี้เล็ก ๆ เช่น ปากกา เมื่อต้องการชี้ส่วนที่จะอธิบาย

3. ถ้าต้องการเน้นจุดที่สำคัญก็ใช้ดินสอหรือปากกาสีต่าง ๆ เน้นโดยการขีดเส้นใต้

4. การใช้ภาพซ้อน (Over lay) ควรมีการจัดเรียงลำดับให้ถูกต้อง

5. กรณีที่ต้องการเร้าความสนใจให้เด็กเห็นบางส่วน ควรใช้กระดาษแข็งปิดบางส่วนไว้เพื่อเป็นการเร้าความสนใจให้กับเด็ก

6. การใช้ภาพโปร่งใสที่ดีควรใช้กับจอที่มีขนาดใหญ่ เพราะจะทำให้เด็กเห็นรายละเอียดได้มากขึ้น

7. การติดตั้งเครื่องฉายไม่ควรจะติดตั้งให้สูงกว่าจอภาพ เพราะจะทำให้ภาพนั้นบิดเบี้ยวได้

ลักษณะของแผ่นโปร่งใสที่ดีควรมีดังนี้ (พิลาศ เกื้อมี, 2526 : 36)

1. ภาพคม ชัดเจน ถ้าเป็นลายเส้นก็ควรเป็นลายเส้นที่ดูแล้วเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน

2. ข้อความที่บรรจุในแผ่นโปร่งใส 1 แผ่น ไม่ควรเกิน 7 บรรทัด

3. แสดงความคิดเห็นหรือมีวัตถุประสงค์เพียง 1 อย่างใน 1 ภาพ

4. ถ้าวางภาพในแนวนอน ข้อความสำคัญบรรจุอยู่ด้านบนของภาพ

5. ใช้สีเพิ่มเติมเฉพาะบริเวณที่ต้องการเน้นความสำคัญ

การเก็บรักษาแผ่นโปร่งใส เพื่อให้มีอายุการใช้งานของแผ่นโปร่งใสได้นาน ๆ อาจจัดเก็บไว้ในแฟ้มกล่อง หรือเป็นกระเป๋าที่บรรจุหรือในตู้ในชั้นขึ้นอยู่กับผู้เก็บที่จะจัดหาวัสดุที่ใช้ในการเก็บได้และในเวลาเก็บควรมีแผ่นพลาสติกปิดหน้า เพื่อป้องกันรอยขูดขีดที่เกิดกับแผ่นโปร่งใสในภาพได้ (วารินทร์ รัศมีพรหม, 2531 : 84)

ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนจึงต้องคำถึงพื้นฐานทางจิตวิทยาต่าง ๆ โดยเฉพาะเรื่องการสร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในเนื้อหาวิชาที่เรียนและเลือกอุปกรณ์การสอนให้เหมาะสมกับวัยของผู้เรียนและระดับชั้นของผู้เรียน

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

การศึกษาทางพฤกษศาสตร์ในปัจจุบันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะเรามีความเกี่ยวข้องอยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อม ถ้าหากเรามีความรู้ทางพฤกษศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจความหมายในสิ่งที่เกี่ยวข้องได้มากกว่า เท่าที่ปรากฏมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบันนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนเราจะเกี่ยวข้องกับพืชในชีวิตประจำวันนานาประการ โดยเฉพาะปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่มและยารักษาโรค (วันเพ็ญ ภูวติจันทร์, 2534 : 2)

การศึกษาวิชาพฤกษศาสตร์จำเป็นต้องรู้จักส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นต้นพืช โดยเฉพาะพืชไม้ดอก เป็นพืชที่มีมากที่สุดในอาณาจักรพืชนั้นมีโครงสร้างประกอบด้วยราก ลำต้น ใบ และดอก โดยส่วนของราก ลำต้นและใบจัดเป็นอวัยวะ (Organ) ของพืช ส่วนดอกนั้นไม่เรียกว่าอวัยวะ เนื่องจากจัดเป็นลำต้นชนิดพิเศษซึ่งมีส่วนที่เปรียบเทียบได้กับใบและกิ่งก้านติดอยู่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ โดยแท้จริงแล้วจึงเป็นกลุ่มของอวัยวะต่าง ๆ

ราก ลำต้นและใบ รวมเรียกว่า "vegetative organs" เนื่องจากมีหน้าที่เกี่ยวกับการนำวัตถุดิบเข้าไปภายใน สังเคราะห์อาหารและนำไปใช้เพื่อให้พืชเติบโตและพัฒนาขึ้นตามลำดับส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีบทบาทโดยตรงในขบวนการพื้นฐานของการสืบพันธุ์ แต่อาจจะใช้ในการขยายพันธุ์พืชต่อไปได้ โดยใช้ส่วนลำต้นหรือรากที่อยู่ใต้ดินซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ส่วนของดอกซึ่งเป็นส่วนที่สร้างเมล็ด เรียกว่า "reproductive organ" ทั้งนี้เนื่องจากดอกเป็นส่วนที่เป็นที่เกิดของผลและภายในผลมีเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเอมบริโออันเป็นส่วนที่จะเจริญขึ้นเป็นพืชต้นใหม่ต่อไป

อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชนี้รวมทั้งดอกประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์มาทำหน้าที่รวมกัน จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงเรื่องของเซลล์และเนื้อเยื่อพืช เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนถึงส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อไป (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 129)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าเป็นพืชหรือสัตว์จะประกอบด้วยเซลล์ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่เล็กที่สุดที่สามารถแสดงออกถึงการมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ เซลล์แต่ละเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบของระดับโมเลกุลแตกต่างกัน จึงมีผลทำให้โครงสร้างและการทำงานของเซลล์แตกต่างกันออกไปด้วย (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 10)

เซลล์พืช (Plant cell) จะมีรูปร่างค่อนข้างกลม แต่เมื่อล้อมรอบด้วยเซลล์อื่น ๆ จะมีรูปร่างหลายเหลี่ยม (Polyhedral) เซลล์พืชจะมีรูปร่างแตกต่างกันออกไปตามชนิดของเซลล์พืชและตามหน้าที่การทำงาน ขนาดของเซลล์มีตั้งแต่ 0.5 - 100 ไมโครเมตร (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 5 อ้างถึง Robert Hooke, 1635 - 1703)

เซลล์พืชสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตาม โครงสร้างของเซลล์ คือ (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 12)

1. โปรคาริโอติคเซลล์ (Procaryotic cells) สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเซลล์แบบนี้เรียกว่า "โปรคาริโอท (Procaryotes)" ได้แก่ แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พวกนี้จัดเป็นสิ่งมีชีวิตกลุ่มที่ยังล้าหลังอยู่ (Primitive) มีลักษณะสำคัญดังนี้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสห่อหุ้มสารพันธุกรรม จึงเห็นนิวเคลียสไม่ชัดเจนเรียกบริเวณนี้ว่า "นิวคลีออยด์"

1.2 สารพันธุกรรมพวกกรดนิวคลีอิค (Nucleic acid) กระจายอยู่ในไซโตพลาสซึม ประกอบด้วยนิวคลีอิคเพียงชนิดหนึ่งเท่านั้น คือมีแต่ DNA (Deoxyribonucleic acid) หรือ RNA (Ribonucleic acid)

1.3 ไม่มีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อบาง ๆ หุ้มออร์แกเนลล์ ที่พบส่วนใหญ่เป็นไรโบโซม

1.4 มีเยื่อบาง ๆ เรียกว่า "photosynthetic membrane" ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงแทน

1.5 ไม่มีการเคลื่อนไหวของไซโตพลาสซึม (Cyclosis)

1.6 ไม่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

2. ยูคาริโอติคเซลล์ (Eucaryotic cells) สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะโครงสร้างแบบนี้เรียกว่า "ยูคาริโอท (Eucaryotes)" เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น (Advanced) ได้แก่ สาหร่ายอื่น ๆ พืชและสัตว์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ลักษณะที่สำคัญมีดังนี้

2.1 นิวเคลียสมีเยื่อหุ้ม ทำให้เห็นเป็นกลุ่มก้อนชัดเจน ภายในมีนิวคลีโอลัส

2.2 มีสารพันธุ์กรรมพวกกรดนิวคลีอิกทั้ง 2 ชนิด คือ DNA และ RNA

2.3 มีออร์แกเนลล์ทั้งประเภทที่มีเยื่อบาง ๆ หุ้ม และไม่มีเยื่อหุ้ม

2.4 มีการเคลื่อนไหวของไซโตพลาสซึม

2.5 มีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส

โดยทั่ว ๆ ไปเซลล์พืชมีโครงสร้างที่ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ที่สำคัญและสังเกตได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา ดังนี้ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 5 - 6)

1. ผนังเซลล์และสารที่คั่นระหว่างเซลล์ ผนังเซลล์ของพืชประกอบด้วย

1.1 สารที่คั่นระหว่างเซลล์ (Middle lamella) ส่วนนี้อยู่ระหว่างเซลล์พืชช่วยทำให้เซลล์พืชติดต่อกัน

1.2 ผนังเซลล์ (Cell wall) ส่วนใหญ่ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส เป็นส่วนที่แข็งแรงห่อหุ้มอยู่รอบเซลล์ผนังเซลล์ แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ผนังเซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell wall) ซึ่งเป็นส่วนแรกสุดที่เซลล์สร้างขึ้นจะอยู่ชั้นนอก และผนังเซลล์ทุติยภูมิ (Secondary cell wall) อยู่ชั้นถัดเข้าไปในเซลล์ จะสร้างขึ้นตอนหลัง

2. โพรโทพลาซึม (Protoplasm) เป็นของเหลวทั้งหมดที่อยู่ภายในผนังเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ไซโทพลาซึม และนิวเคลียส

2.1 ไซโทพลาซึม (Cytoplasm) เป็นส่วนประกอบคล้ายวุ้นห่อหุ้มโดยรอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์และมีออร์แกเนลล์ (Organelles) เป็นส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ไซโทพลาซึมของเซลล์ไม่ได้ติดกับผนังเซลล์โดยตรง แต่จะห่อหุ้มโดยเยื่อบาง ๆ ซึ่งก็คือเยื่อหุ้มเซลล์นั่นเอง

2.1.2 พลาสโมเดสมาตา (Plasmodesmata) เป็นส่วนของไซโทพลาซึมที่ทะลุผ่านผนังเซลล์ทางช่องเล็ก ๆ จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่งพบเฉพาะเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น

2.1.3 แวคิวโอลและโทนอพลาสต์ (Vacuole and tonoplast) ตามปกติไซโทพลาซึมไม่ได้อยู่เต็มเซลล์ แต่จะมีบางส่วนที่มีช่องของเหลวเป็นช่องเล็ก ๆ มากมายโดยมีเยื่อโทนอพลาสต์ห่อหุ้มไว้โดยรอบของเหลวภายในเรียกว่า "เซลล์แซพ (Cell sap)" เป็นสารพวกเกลือแร่และสารอื่น ๆ

2.1.4 เม็ดสี (Plastids) เป็นโครงสร้างรูปกลมรีอยู่ในไซโทพลาซึม บางชนิดมีสีเขียวเพราะมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง เรียกว่าคลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ส่วนเม็ดสีอื่น ๆเรียกว่า "โครโมลาสต์ (Chromoplast)" และเม็ดสีที่สะสมอาหาร เรียกว่า "อะไมโพลาสต์"

2.2 นิวเคลียส (Nucleus) ที่สังเกตได้จากกล้องจุลทรรศน์ มีรูปร่างกลมรีและติดสีย้อมเข้มกว่าส่วนอื่น ๆ ภายในมี นิวคลีโอพลาซึม (Nucleoplasm)

2.2.1 เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane) ส่วนนี้คล้ายเยื่อหุ้มเซลล์แต่จะมีช่องขนาดใหญ่กว่า

2.2.2 นิวคลีโอลัส (Nucleolus) โดยทั่วไปมีหนึ่งอันแต่อาจจะมีมากกว่าหนึ่งได้

2.2.3 โครโมโซม อยู่ภายในนิวคลีโอพลาซึมมีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ สานกันเป็นร่างแห โครโมโซมจะมีสารที่ควบคุมลักษณะทางพันธุกรรม คือ จีน (Gene) หรือ ดีเอ็นเอ (DNA)

โครงสร้างของพืชชั้นสูง ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ (Cell) และหลาย ๆ เซลล์มารวมกลุ่มทำงานร่วมกันจนเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) เนื้อเยื่อพืชมีหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับที่ประกอบกันขึ้นหรือตำแหน่งที่อยู่ของเนื้อเยื่อ หรือหน้าที่และกิจกรรมทางสรีรวิทยาของกลุ่มเซลล์นั้น ๆ (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 1)

ซาคซ์ (Sach) นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมัน จำแนกเนื้อเยื่อตามตำแหน่งและหน้าที่ของเซลล์ที่มารวมกันเป็นระบบเนื้อเยื่อได้ 3 ระบบคือ (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 39 - 40)

1. ระยะห่อหุ้ม (Dermal system) เป็นระบบเนื้อเยื่อที่อยู่ผิวนอกสุดของพืช ทำหน้าที่ห่อหุ้มป้องกันพืช ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชนิด คือ

1.1 อิพิเดอร์มีส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันพืชในระยะการเจริญเติบ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โตขั้นแรก

1.2 เพอริเดอร์ม (Periderm) เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นทำหน้าที่แทนอิพิเดอร์มีสในระยะการเจริญเติบในขั้นที่สอง

2. ระบบลำเลียง (Vascular system) หมายถึง ระบบท่อน้ำ ท่ออาหาร ประกอบด้วยเนื้อเยื่อลำเลี้ยงสองชนิด คือ ท่อน้ำ (Xylem) และท่ออาหาร (Phloem)

3. ระบบพื้น (Fundamental system) หมายถึง ระบบเนื้อเยื่อที่ประกอบไปด้วยเนื้อเยื่อพื้นฐานหลาย ๆ ชนิด ได้แก่ เนื้อเยื่อคอลเลนไคมา (Collenchyma tissue) เนื้อเยื่อพารนไคมา (Parenchyma tissue) เนื้อเยื่อสเคลอเรนไคมา (Sclerenchyma tissue)

เนื้อเยื่อพืช (Plant Tissue) เนื้อเยื่อต่าง ๆ จัดเรียงตัวอยู่ในร่างกายของพืชในแบบแผนหรือลักษณะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับส่วนของพืชและชนิดของพืชหรือทั้งสองอย่าง โดยพื้นฐานและก็มีความคล้ายคลึงกันหมดคือ เนื้อเยื่อท่อลำเลียงจะอยู่ในเนื้อเยื่อพืช ส่วนเนื้อเยื่อผิวจะปกคลุมอยู่ที่ส่วนภายนอกของพืชเนื้อเยื่อพืชอาจจะประกอบด้วยเซลล์ชนิดเดียวกันหรือต่างกันก็ได้ ดังนั้นจึงแบ่งเนื้อเยื่อพืชออกเป็นชนิดต่าง ๆ ตามหน้าที่ต้นกำเนิด ตำแหน่งที่อยู่องค์ประกอบของเซลล์ที่มารวมกันเป็นเนื้อเยื่อ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 33)

เนื้อเยื่อพืชแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ (ภูวดล บุตรรัตน์, 2532 : 1-30)

1. เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue) หมายถึง เนื้อเยื่อหรือกลุ่มของเซลล์ที่มีความสามารถในการแบ่งตัวแบบไมโตซิส (Mitosis) อยู่ตลอดเวลา ทำให้พืชมีจำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้นและทำให้พืชมีการเจริญเติบโต สามารถแบ่งย่อยได้อีก คือ

1.1 จำแนกตามตำแหน่งในส่วนต่าง ๆ ของพืช แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1.1.1 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณปลายยอด (shoot tip) หรือปลายราก (root tip) ช่วยเพิ่มจำนวนเซลล์และทำให้รากและลำต้นยืดยาวออก

1.1.2 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณเหนือข้อหรือโคนของปล้องในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ช่วยให้ปล้องยาวขึ้นตามก้านช่อดอกของพืชบางชนิด เช่น พวกว่านสี่ทิศ ดอกพลับพลึง ซึ่งก้านช่อดอกจะแทงขึ้นมาจากดินโดยตรง

1.1.3 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral meristem) เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวออกด้านข้างทำให้ลำต้น รากขยายขนาดใหญ่ออก ได้แก่ พวกเยื่อเจริญหรือแคมเบียม (Cambium) ถ้าเกิดในกลุ่มท่อลำเลียงเรียกว่า "vascular cambium" ถ้าเกิดขึ้นใต้ชั้นอิพิเดอร์มีส (Epidermis) เพื่อสร้างชั้นคอร์ก (Cork) เรียก-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่า "คอร์กแคมเบียม (Cork cambium)"

1.2 จำแนกเนื้อเยื่อเจริญโดยพิจารณาตามระยะการเจริญ แบ่งเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.2.1 Promeristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้น ใหม่ ๆ จากการแบ่งตัว เซลล์มีขนาดเท่า ๆ กันและนิวเคลียสขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อกลุ่มนี้อยู่บริเวณปลายรากปลายยอดหรือจุดที่กำลังเจริญ เช่น บริเวณตา (Bud) เปรียบได้กับเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ส่วนปลาย (Apical meristem)

1.2.2 Primary meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เปลี่ยนแปลงมาจาก promeristem อยู่บริเวณต่ำกว่าปลายยอดลงมา ถ้าในรากจะอยู่เหนือชั้นปลายรากขึ้นปลายรากขึ้นมา ซึ่งเป็นบริเวณที่เซลล์ยืดตัว (Region of cell elongation) ถัดอาณาเขตนี้ขึ้นมาเล็กน้อยเซลล์จะเริ่มแปรสภาพ (Differentiation) โดยแยกเป็นเนื้อเยื่อ 3 กลุ่มคือ

- กลุ่มแรกอยู่รอบนอก เรียกว่า "protoderm" ต่อไปจะแปรสภาพเป็นชั้นอิพิเดอร์มีส (epidermis)
- กลุ่มที่สองเห็นเป็นแนวยาวตรงกลางสองแนวเรียกว่า "procambium" ต่อไปจะแปรสภาพเป็นท่อน้ำหรือไซเลม (Xylem) และท่อลำเลียงอาหารหรือโฟลเอ็ม (Phloem)
- กลุ่มที่สามอยู่ระหว่างกลุ่มแรกกับกลุ่มที่สอง และบริเวณใจกลางเรียกว่า "ground meristem" ต่อไปจะแปรสภาพเป็นเนื้อเยื่อในชั้นคอร์เทกซ์ (Cortex) และไส้ใน (Pith)

1.2.3 Secondary meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นในพืชที่มีการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth) พบได้ในราก ลำต้น ก้านและใบ เพื่อขยายขนาดให้กว้างออก โดยเซลล์บางกลุ่มที่หยุดการแบ่งตัวแล้วกลับมีการแบ่งตัวได้อีกได้แก่ vascular cambium และ cork cambium

2. เนื้อเยื่อถาวร (Permanent tissues) หมายถึง กลุ่มเซลล์ของเนื้อเยื่อที่เจริญเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ มาจากเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์เหล่านี้จัดว่าเป็นเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature) เพราะจะไม่มีการเจริญเปลี่ยนแปลง (Differntiation) ไปเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างและคุณสมบัติที่ต่างไปจากนี้อีกแล้ว แต่บางครั้งถ้าสภาพแวดล้อมของเซลล์พืชเปลี่ยนไปหรือพืชเกิดบาดแผล รูปร่างและคุณสมบัติของเซลล์นี้อาจมีการเจริญเปลี่ยนแปลงได้อีกครั้งโดยเฉพาะเซลล์ที่มีผนังบาง เช่น พาเรนไคมา เป็นต้น สามารถแบ่งได้ 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว (Simple permanent tissues) เป็นเนื้อเยื่อถาวรที่ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกันทำหน้าที่อย่างเดียวกัน แบ่งออกได้หลายชนิดตามตำแหน่งที่อยู่หรือตามหน้าที่และส่วนประกอบภาพในเซลล์ ได้แก่ parenchyma collenchyma epidermis sclerenchyma และ cork

2.2 เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (Complex permanent tissues) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์หลายประเภทมาอยู่ด้วยกันและทำงานร่วมกัน ได้แก่ เนื้อเยื่อเกี่ยวกับการลำเลียง (Vascular tissue) อันหมายถึง xylem และ phloem

- Xylem ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ tracheary element fiber และ parenchyma
- Phloem ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ sieve element sclerenchyma และ parenchyma

Julius Von Sachs นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมันได้รวบรวมรายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อเยื่อหลายชนิดเข้าด้วยกันและได้จัดเป็นระบบเนื้อเยื่อ (Tissue system) เพื่อให้สะดวกต่อการศึกษา ซึ่งนิยมใช้เป็นแนวศึกษากันมาก โดยแบ่งเนื้อเยื่อถาวรออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. Dermal system ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นนอกสุด หมายถึง เนื้อเยื่อชั้น epidermis ของพืชที่อยู่ในระยะการเจริญขั้นแรก (Primary growth) เนื้อเยื่อ periderm ในระยะการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth) ทำหน้าที่ปกคลุมและป้องกันอันตรายให้เนื้อเยื่อที่อยู่ภายในอาจจะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ ได้อีก

2. Vascular system คือเนื้อเยื่อที่ช่วยในการลำเลียง ประกอบด้วย xylem และ phloem ซึ่งมักอยู่ใกล้กันจึงเรียกว่ากลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle)

3. Fundamental system เป็นเนื้อเยื่ออื่น ๆ ซึ่งนอกเหนือจากที่กล่าวมาข้างต้น ได้แก่ พวก parenchyma collenchyma sclerenchyma ซึ่งทำหน้าที่หลายอย่าง เช่น ให้ความแข็งแรงช่วยค้ำจุนสะสมอาหาร เป็นต้น

- Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวเจริญมาจาก ground meristem พบได้ทุกส่วนของอวัยวะพืช มีหน้าที่ช่วยสังเคราะห์แสงเพราะมีเม็ดคลอโรพลาสต์สะสมอาหาร แป้ง น้ำตาล โปรตีนและช่วยสะสมน้ำ
- Collenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดียวเจริญมาจาก ground meristem มีหน้าที่ช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่พืช
- Sclerenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดียวเจริญมาจาก ground meristem ถ้าอยู่ในกลุ่มท่อลำเลียง กำเนิดมาจาก procambium มีผนังเซลล์หนามากมี cellulose และ lignin ช่วยให้เกิดความแข็งแรงพบตามส่วนที่แข็งแรงของพืช
- Epidermis เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดียว อยู่ชั้นนอกสุดของส่วนต่าง ๆ ของพืชเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่สัมผัสกับภายนอกปกคลุมส่วนต่าง ๆ ของพืชทั้งราก ลำต้น ใบ โดยมีหน้าที่ป้องกันอันตรายเกี่ยวกับการคายน้ำ แลกเปลี่ยนแก๊ส สะสมน้ำและสารที่ได้จากเมตาโบลิซึม การขับของเสียหรือสร้างเซลล์ใหม่เมื่อเกิดบาดแผล

- Xylem หรือท่อลำเลียงน้ำ เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนทำหน้าที่ลำเลียงน้ำแร่ธาตุที่รากดูดจากดินไปยังลำต้นและใบ
- Phloem หรือท่อลำเลียงอาหารเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนจะอยู่ใกล้ ๆ กับ xylem จึงรวมกันเรียกว่า "เนื้อเยื่อลำเลียง (Vascular tissue)" หรือ "กลุ่มท่อลำเลียง (Vascular bundle)"
- Periderm ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายในเกิดขึ้นแทน epidermis พบในรากและลำต้นที่มีอายุมากของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์มในพืช ใบเลี้ยงเดี่ยว
- Secretory structure เป็นส่วนของพืชซึ่งเก็บสารที่ขับออกมาจากเซลล์ เช่น เรซิน สารเหล่านี้จะอยู่ในโครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ มีลักษณะพิเศษเรียกว่า "ต่อม"

ส่วนต่าง ๆ ของพืช (Plant body) สามารถแบ่งได้เป็นพวก vegetative organs ได้แก่ ราก ลำต้น และใบ แล้วพวก reproductive organs ได้แก่ ดอก ผลและเมล็ด ซึ่งส่วนดังกล่าวเป็นอวัยวะสำคัญของพืช (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 65)

ราก (Root) คือ ส่วนเกิดจากแรดิเคิล (Radicle) ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของไฮโปคอทิล (Hypocotyl) ของต้นอ่อน (Embryo) และงอกจากเมล็ด เรียกว่า "ไพรมารีรูท (Primary root)" ซึ่งสามารถแตกกิ่งก้านสาขาเป็นเซกันดารีรูท (Secondary root) ต่อ ๆ กันไป และยังมีรากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่เกิดจากข้อของลำต้น เช่น รากของกิ่งตอน

ราก มีหน้าที่หลักในการดูดน้ำและเกลือแร่ต่าง ๆ ที่เป็นสารละลายในดินและทำหน้าค้ำจุนลำต้นนอกจากนี้อาจทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น ยึดเกาะ สะสมอาหาร (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 67)

การเจริญเติบโตของปลายราก (Root tip) เป็นบริเวณที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิ ถ้าตัดตามยาวจะแบ่งออกเป็นเขตต่าง ๆ ดังนี้

1. หมวกราก (Root cap) เซลล์เรียงตัวอยู่หลวม ๆ อายุสั้น แต่มีการสร้างเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ ช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ปลายรากขณะแทงลงดิน

2. เขตเซลล์แบ่งตัว (Region of cell division) หรือเป็นเขตเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic region) อยู่ถัดหมวกรากขึ้นมา เซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิส (Mitosis) เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์โดยเซลล์ตรงปลายบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นเซลล์หมวกราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เขตเซลล์ ยืดตัว (Region of cell elongation) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ได้จากเขตการแบ่งตัว มีการยืดตัวของเซลล์ออกทางด้านยาว บริเวณนี้ต่อไปจะเป็นจุดที่เซลล์เปลี่ยนเปลงเป็นส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของ primary meristem

4. เขตรากขนอ่อน (Region of root hair) อยู่ถัดจากเขตเซลล์ยืดตัวขึ้นมาเล็กน้อย เซลล์ epidermis เซลล์เปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำ ส่วนเนื้อเยื่อชั้นในเริ่มมีการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อของส่วนต่าง ๆ

เขตเนื้อเยื่อขั้นแรก (Region of primary tissue) อยู่ถัดจากเขตรากขนอ่อนขึ้นมาเล็กน้อย บางครั้งอาจเป็นอาจเป็นอาณาเขตเดี่ยวกับเขตรากขนอ่อน เป็นบริเวณที่เซลล์เจริญเต็มที่ (Mature) และเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวร เมื่อตัดตามขวางจะพบเนื้อเยื่อที่แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้

1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุดมีแถวเดียวอาจเปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน

2. Cortex อยู่ถัดจาก epidermis เข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma เป็นส่วนใหญ่เซลล์ผนังบางช่วยสะสมอาหาร

3. Endodermis อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของ cortex มีแถวเดียวเกิดต่อเป็นวงรอบราก ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัดเซลล์ผนังหนาสามด้าน ด้านติด cortex

4. Stele เป็นอาณาเขตที่อยู่ถัดชั้น endodermis เข้าไปจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้

4.1 Pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ๆ 1 - 2 แถวที่อยู่ติดชั้น endodermis เข้าไปเป็นจุดกำเนิดของรากแขนง lateral root

4.2 Vascular bundle ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลางเรียงเป็นแฉก (Arch) phloem อยู่ระหว่างแฉกของรากพืช

4.3 Pith เป็นอาณาเขตตรงกลางรากมีเนื้อเยื่อ parenchyma เป็นส่วนประกอบ

เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่ vascular cambium แบ่งตัว เกิด - secondary xylem จำนวนมากขยายอาณาเขตติดต่อเป็นวงโดยรอบเป็นแกนกลางของราก ซึ่งจะแข็งคล้ายเนื้อไม้ในลำต้น ชั้น cortex ถูก xylem ที่สร้างใหม่เบียดสลายไปส่วน pericycle ทำหน้าที่คล้าย cork cambium ทำให้เกิดชั้น periderm ขึ้นในราก (ภูวดล บุตรรัตน์ , 2539 : 34-36)

ลำต้น (Stem) คือ ส่วนเกิดจากรากเจริญของส่วนอิพิคอททิล (Epicotyl) ของต้นอ่อน เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเดี่ยว และเจริญเติบโตขึ้นเหนือดินเมื่อเมล็ดงอกและส่วนที่เรียกว่า "shoot system" จะมี ข้อ (node) ปล้อง (Internode) และตา (Bud) (กาญจนา สาลีติ๊ด , 2532 : 81)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ลำต้น มีหน้าที่เป็นแกนสำหรับช่วยพยุง (Supporting) ของกิ่งก้านสาขา ใบและดอก ให้ได้แสงแดด เพื่อใบจะได้สร้างอาหารและเป็นตัวกลางสำหรับการลำเลียง (Conduction) น้ำเกลือแร่และอาหารส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 150)

ลักษณะโครงสร้างภายในลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์มมี 2 ระยะตาม - การเจริญเติบโตคือ ระยะการเจริญขั้นแรก (Primary growth) และการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth)

การเจริญขั้นแรกเมื่อตัดลำต้นตามขวางจะแบ่งเนื้อเยื่อออกเป็นชั้นต่างๆ ได้ดังนี้

1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด ปกติเรียงเป็นแถวเดียวและอาจเปลี่ยนขนหรือปากใบ พืชที่ขึ้นในสภาพแห้งแล้ง ผิวด้านนอกจะมีสารคิวตินฉาบหนา

2. Cortex เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ชั้นนอกที่ติดกับ epidermis 2 - 3 แถว เป็นพวก collenchyma และมีเนื้อเยื่อ sclerenchyma แทรกอยู่ได้ทั่วไปในลำต้นอายุน้อย ๆ เซลล์ชั้น cortex ใกล้ ๆ epidermis จะมีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย

3. Endodermisและ Pericycle ตามปกติชั้น endodermis อยู่ถัดชั้นในสุด varcortex เข้าไปแต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มีเช่นเดียวกับชั้น pericycle

4. Vascular bundle กลุ่มท่อลำเลียงประกอบด้วย primary xylem อยู่ด้านในและ primary phloem อยู่ด้านนอกเรียงตัวในรัศมีเดียวกันโดยมี fascicular cambium กั้นอยู่ส่วนเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างกลุ่มท่อลำเลียง

5. Pith อยู่ชั้นในสุดประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก parenchyma สะสมแป้งหรือสาร-ต่าง ๆ เช่น ผลึก เทนนิน

การเจริญเติบโตขั้นสองเกิดจากการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ ได้มาจากการแบ่งตัวของวาสคิวลาร์ แคมเบียมและคอร์ก แคมเบียม (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 37 - 38)

ใบ (Leaf) คือ ส่วนของพืชที่เกิดติดต่อยื่นออกมาจากข้อของลำต้น โดยเจริญออกไปทางด้านข้างและมักมีตาอยู่ใน leaf axil เรียกว่า "axillary bud" ส่วนนอกของใบประกอบด้วย ตัวใบ (Blade) ก้านใบ (Petiole) และ หูใบ (Stipule) (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 86)

ใบมีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) การหายใจ (Respiration) การคายน้ำ (Transpiration) และหน้าที่อื่น เช่น แพร่พันธุ์ ช่วยยึดลำต้น สะสมอาหารและน้ำ ฯลฯ (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 :182)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 42 - 44)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30384

1. Epidermis หรือเรียกว่าผิวใบเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกปกคลุมส่วนอื่นๆ ที่อยู่ภายในปกติหนาเพียงชั้นเดียวผนังด้านนอกมีสารคิวตินฉาบอยู่ ซึ่งบริเวณผิวใบจะพบเนื้อเยื่อเซลล์คุม (Guard cell) รูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วประกบกันเกิดเป็นปากใบ (Stomata) อยู่ภายในผิวใบ

2. Mesophyll หรือที่เรียกว่า "เนื้อใบ" เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างชั้น epidermis ทั้งสองด้านส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

2.1 Palisade parenchyma เป็นเซลล์รูปร่างยาวเรียงตั้งฉากกับชั้น epidermis ภายในมีเม็ดคลอโรพลาสต์มาก จึงมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง

2.2 Sponagy parenchyma เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma รูปร่างกลมเรียงตัวอยู่อย่างหลวม ๆ ใต้ชั้น palisade parenchyma มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากโดยเฉพาะในพืชน้ำ

3. Vascular bundle หรือกลุ่มท่อลำเลียงความจริงก็คือเส้นกลางใบ (Mid rib) หรือเส้นใบ (Vein) ประกอบด้วย xylem อยู่ด้านในหรือตอนบนส่วน phloem ล้อมอยู่รอบนอกหรือส่วนล่าง

ดอก (Flower) คือ ส่วนของกิ่งที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ ซึ่งดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (Sepal) กลีบดอก (Petal) เกสรตัวผู้ (Stamen) และเกสรตัวเมีย (Pistil) มีรายละเอียดดังนี้

1. กลีบเลี้ยง (Sepal) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมากใบอยู่ด้านนอกสุดของดอกมีสีเขียวแต่พืชบางชนิดอาจมีสีอื่น ๆ เพื่อช่วยล่อแมลงมาผสมเกสร กลีบเลี้ยงจะเรียงกันเป็นวงรอบดอกเรียกว่า "วงกลีบเลี้ยง (Calyx)"

2. กลีบดอก (Petal) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไปด้านในเป็นวงที่สอง เรียกว่า "วงกลีบดอก (corolla)" กลีบดอกจะมีกลิ่นหอมและมีสีสันต่าง ๆ มากมายเป็นอวัยวะจะช่วยล่อแมลงกลีบดอกจะเรียงกันเป็นวงรอบเรียกว่า "กลีบรวม (Sepal)"

3. เกสรตัวผู้ (Stamen) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปด้านในจัดเป็นวงที่ 3 เรียกว่า "androecium" ทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ แต่ถ้าเกสรผู้เป็นหมัน เรียกว่า "สตา-มิโนด (Staminode)" หรืออาจคล้ายกับดอกเรียกว่า "เพตาลอยด์ สตามิโนด (Petaloid staminode)"

เกสรตัวผู้แต่ละอันประกอบด้วยก้านชูเกสรตัวผู้ (Filament) และอับเรณู (Anther) ซึ่งมีลักษณะสองพู ภายในแบ่งเป็นถุงขนาดเล็ก 4 ถุง เรียกว่า "ถุงเรณู (Pollen sac)" ภายในถุงเหล่านี้บรรจุด้วยละอองเรณู (Pollen grain)

4. เกสรตัวเมีย (Pistil) เป็นส่วนของดอกที่อยู่วงในสุด เรียกว่า "gynoecium" เจริญ-เปลี่ยนแปลงมาจากใบเพื่อทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมีย

เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) ก้านชูเกสรตัวเมีย (Style) และยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) ภายในโอวุลจะมีไข่ (Egg) โอวุลจะติดกับผนังของรังไข่ด้วยสายเล็ก ๆ เรียกว่า "ฟันนิคูลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Funiculus)" รังไข่ที่มีฟันนิคูลัสมาเกาะมักจะพองโตออกมาเล็กน้อย เรียกว่า "พลาเซนตา (Placenta)" (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 116-119)

ลักษณะภายในของกลีบดอกและกลีบเลี้ยง

ลักษณะภายในของทั้ง 2 ส่วนนี้คล้ายคลึงกับใบ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้คือ อิพิเดอร์มีสอยู่ชั้นนอกสุด พาเรนไคมาพื้นฐาน (Ground parenchyma) อยู่ในบริเวณถัด เข้ามากลุ่มเป็นท่อน้ำท่ออาหาร

ลักษณะภายในของเกสรตัวผู้

1. ละอองเกสรตัวผู้จะประกอบด้วยผนังเซลล์ เรียกว่า "สปอโรเดอร์ม (Sporoderm)" มี 2 ชั้น คือ ชั้นนอก เรียกว่า "exine" ชั้นในเรียก "intine"

2. อับเรณู ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้ คือ

2.1 เอนโดทีเซียม (Endothecium) อยู่ถัดลงมาจากชั้นอิพิเดอร์มีส มักมีผนังเซลล์ชั้นที่สองที่หนาเป็นแถบหรือเป็นสันนูนบนผนังด้านที่ไม่ติดกับเซลล์ผิว

2.2 เทพตัม (Tapetum) เนื้อเยื่อชั้นในสุดแต่ละเซลล์มีหลายนิวเคลียส ซึ่งผนังเซลล์ระหว่างเอนโดที่เซียมกับเทพตัม มักแตกออกทำให้ละอองเรณูปลิวออกไปได้

3. ก้านชูเกสรตัวผู้ ลักษณะคล้ายใบ มีเส้นใบ 1 เส้น ลักษณะภายในประกอบด้วยอิพิเดอร์มีส อยู่นอกสุด มักมีสารคิวตินฉาบอยู่ มักพบไตรโคมหรือปากใบและกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร มักพบ 2 แบบคือ พืชใบเดี่ยวเป็นแบบคอลเลทเทอรอล บันเดิล พืชใบเลี้ยงคู่เป็นแบบแอมฟิคริบอล บันเดิล

ลักษณะภายในของเกสรตัวเมียประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้ คือ อิพิเดอร์มีส อยู่ชั้นนอกสุด มีสารคิวตินฉาบอยู่ส่วนที่ยอดเกสรจะอยู่ในลักษณะเป็นลักษณะเป็นต่อมเหมือนกับต่อมน้ำหวาน เพื่อทำหน้าที่ผลิตสารเมือกเหนียว ๆ สติกมาติค ทิชชู (Stigmatic tissue) เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในจากเนื้อเยื่อบริเวณยอดเกสร ส่วนภายในรังไข่ส่วนใหญ่ จะประกอบด้วยพาเรนไคมาและกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารประกอบด้วย 3 กลุ่มโดยกลุ่มหนึ่งอยู่ตรงกลาง (Dorsal) และอีก 2 กลุ่มอยู่สองข้าง (Ventral) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 130-131)

ผล (Fruit) หลังจากปฏิสนธิ ส่วนของผนังรังไข่ (Ovary wall) เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเปลือกและเนื้อของผลซึ่งเรียกว่า "pericarp" ผลที่มีชั้น pericarp แห้งแข็งจัดเป็นผลแห้ง (Dry fruit) เช่น พวกถั่ว ถ้า pericarp มีเนื้ออ่อนนุ่มจัดเป็นผลสดหรือผลนุ่มเนื้อ (Fleshy fruit) เช่น องุ่น ส้ม มะเขือเทศและแตง ผลบางชนิดชั้นของ pericarp สามารถแยกได้เป็น 3 ชั้นอย่างชัดเจน ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ชั้นนอกเรียกว่า "epicarp" หรือ "exocarp" เป็นชั้นของเปลือกผล ในผลนุ่มเนื้อชั้นนี้ผนังเซลล์บางพวกส้ม มะนาว มีต่อมน้ำมัน ส่วนผลแห้งเซลล์ของชั้นนี้จะเป็นพวก sclerenchyma ผนังจึงแห้ง

- ชั้นกลางเรียกว่า "mesocarp" ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma มักอ่อนนุ่มสะสมแป้งหรือน้ำตาลเป็นส่วนของเนื้อผลไม้ใช้รับประทานได้ แต่ในผลบางชนิดชั้นในนี้เป็นเส้นใยแข็งประกอบด้วยเนื้อเยื่อ sclerenchyma หรือ fiber เช่น ส่วนของกาบมะพร้าว

- ชั้นในสุดเรียกว่า "endocarp" อาจจะแข็งมากเป็นเนื้อเยื่อ sclerenchyma พวก sclereid อย่างในกะลามะพร้าว แต่พวกส้มเซลล์ชั้นในนี้จะพองออกเป็นถุงน้ำเรียก "juice sac" ใช้รับประทาน

เมล็ด (Seed) เมล็ดเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโอวุล ภายหลังเกิดการปฏิสนธิโดยเกาะติดกับรก (Placenta) ด้วยสายยึด (Funiculus) อยู่ภายในผนังรังไข่หรือเนื้อของผลใน (Endocarp) เมล็ดประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เปลี่ยนแปลงมาจากเปลือกหุ้มโอวุล (Integument) ปกติมี 2 ชั้น ชั้นนอก (Outer integument) เปลี่ยนเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกเรียกว่า "testa" มักแข็งเหนียว มีสีสันต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก sclereid แต่ในเงาะเปลือกหุ้มชั้นนี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเงาะ ชั้นใน (Innerintegument) เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นในเรียกว่า "tegmen" ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ แต่ในลองกองเนื้อเยื่อของ inner integument นี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อสะสมอาหารพวกแป้ง ทำหน้าที่เป็นอาหารสะสมในเมล็ดแทนเอนโดสเปิร์ม

2. เอมบริโอ (Embryo) เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับไข่ (Egg) ซึ่งอยู่ภายในโอวุล เจริญเป็นไซโกต (Zygote) และเอมบริโอในเวลาต่อมา เอมบริโอประกอบด้วย

2.1 ใบเลี้ยง (Cotyledon) ในพืชใบเลี้ยงคู่จะมี 2 ใบ ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมี 1 ใบ ลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ เรียกว่า "scutellum" พวกจิมโนสเปิร์มมีหลายใบ ใบเลี้ยงทำหน้าที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนและช่วยป้องกันยอดอ่อนขณะงอกจากเมล็ด

2.2 Epicotyl เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง ส่วนปลายสุดเป็นยอดอ่อน (Plumule) ซึ่งจัดเป็น apical meristem เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นส่วนของใบและยอด ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีเนื้อเยื่อปกคลุมปลายยอดอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า "coleoptile"

2.3 Hypocotyl เป็นส่วนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง มีส่วนปลายสุดเรียกว่า "radicle" ซึ่งเจริญเป็นรากต่อไป ปลายของ radicle ในพืชใบเลี้ยวเดี่ยวจะมีเนื้อเยื่อปกคลุมเรียกว่า "coleorhiza"

3. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เกิดจากการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับ polar nuclei ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n) ผสมแล้วได้เอนโดสเปิร์มมีโครโซม 3 ชุด (3n) เป็นที่สะสมอาหารพวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สำหรับเลี้ยงต้นอ่อนในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นไม่ชัดเจนหรือลดรูปไปเพราะใบเลี้ยงทั้งสองได้ดูดอาหารไปสะสมไว้แทน ทำให้ใบเลี้ยงมีขนาดใหญ่ อวบอ้วน ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจน และมักใช้รับประทานได้ เช่น ส่วนของเนื้อและน้ำมะพร้าว (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 50-54)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการผลิตแผ่นโปร่งใสประกอบการสอน

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

รหัสวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช เป็นวิชาบังคับเรียนระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มี 3 หน่วยการเรียน เวลาเรียน ทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์ ปฏิบัติ - คาบ/สัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญในการพัฒนาการเกษตร การจำแนกพืช โครงสร้างของพืช ความสำคัญของขบวนการที่เกิดขึ้นในพืช การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชและการพัฒนาของพืช ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช เทคนิคการผลิตพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการกล่าวถึงพันธุ์และเมล็ดพันธุ์ การจัดเก็บเกี่ยวกับระบบการปลูกพืช การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบธรรมชาติ การปลูกพืชไร้ดินและการบังคับการเจริญเติบโตเพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช

จุดประสงค์รายวิชา

1. รู้โครงสร้างของพืชทั้งหมดทั้งภายในและภายนอก
2. รู้พื้นฐานการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของพืช
3. เข้าใจระบบและขบวนการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช
4. รู้เทคนิคการผลิตพืชอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

ภาคทฤษฎี

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	เวลาสอน (คาบ)
1	ความหมาย ความสำคัญและการพัฒนาการเกษตร	2
2	การจำแนกพืช	3
3	โครงสร้างของพืช	10
	*3.1 โครงสร้างภายใน	
	3.2 โครงสร้างภายนอก	
4	ความสำคัญของขบวนการที่เกิดขึ้นในพืช	4
5	การวิเคราะห์การเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืช	6
6	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช	7
	6.1 สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ	
	6.2 สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ	
	6.3 สิ่งแวดล้อมทางเคมี	
7.	เทคนิคการผลิตพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด	5
	7.1 พันธุ์และเมล็ดพันธุ์	
	7.2 การเก็บเกี่ยว	
	7.3 ระบบปลูกพืชหมุนเวียน	
	7.4 การปลูกพืชแบบธรรมชาติ	
	7.5 การปลูกพืชไร้ดิน	
8	การบังคับการเจริญเติบโตเพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช	8
	รวมทั้งหมด	45 คาบ

หมายเหตุ * เป็นหัวข้อที่นำมาทำเป็นแผ่นโปร่งใสประกอบการสอนในบทที่ 3 เรื่อง โครงสร้างภายในของพืชในหัวข้อเรื่อง 3.1 เรื่องโครงสร้างภายใน รหัสวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

การศึกษาวิชาพฤกษศาสตร์ จำเป็นต้องรู้จักส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นต้นพืช โดยเฉพาะพืชไม้ดอก เป็นพืชที่มีมากที่สุดในอาณาจักรพืชนั้นมีโครงสร้างประกอบด้วยราก ลำต้น ใบ และดอก โดยส่วนของราก ลำตันและใบจัดเป็นอวัยวะ (Organ) ของพืช ส่วนดอกนั้นไม่เรียกว่าอวัยวะเนื่องจากจัดเป็นลำต้นชนิดพิเศษซึ่งมีส่วนที่เปรียบเทียบได้กับใบและกิ่งก้านติดอยู่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ โดยแท้จริงแล้วจึงเป็นกลุ่มของอวัยวะต่าง ๆ

ราก ลำต้นและใบ รวมเรียกว่า "vegetative organs" เนื่องจากมีหน้าที่เกี่ยวกับการนำวัตถุดิบเข้าไปภายใน สังเคราะห์อาหารและนำไปใช้เพื่อให้พืชเติบโตและพัฒนาขึ้นตามลำดับส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีบทบาทโดยตรงในขบวนการพื้นฐานของการสืบพันธุ์ แต่อาจจะใช้ในการขยายพันธุ์พืชต่อไปได้ โดยใช้ส่วนลำต้นหรือรากที่อยู่ใต้ดินซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ส่วนของดอกซึ่งเป็นส่วนที่สร้างเมล็ด เรียกว่า "reproductive organs" ทั้งนี้เนื่องจากดอกเป็นส่วนที่เป็นที่เกิดของผลและภายในผลมีเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเอมบริโออันเป็นส่วนที่จะเจริญขึ้นเป็นพืชต้นใหม่ต่อไป

อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชนี้รวมทั้งดอกประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์มาทำหน้าที่รวมกัน จึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงเรื่องของเซลล์และเนื้อเยื่อพืช เพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนถึงส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อไป (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 129)

ราก (Root) เกิดจากแรดิเคิล (Radicle) ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของไฮโปคอทิล (Hypocotyl) ของต้นอ่อน (Embryo) และงอกออกจากเมล็ดเรียกว่า "ไพรมารี่ รูท (Primary root และ tap root)" ซึ่งสามารถแตกกิ่งก้านสาขาเป็นเซกันดารี่ รูท (Secondary root และ lateral root) ต่อ ๆ กันไปนอกจากนั้นยังมีรากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่เกิดจากข้อของลำต้น เช่น รากของกิ่งตอน

รากมีหน้าที่หลักในการดูดน้ำและเกลือแร่ต่าง ๆ ที่เป็นสารละลายในดิน และทำหน้าที่ค้ำจุนลำต้น นอกจากนี้อาจทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น ยึดเกาะและสะสมอาหาร (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 67)

การเจริญเติบโตของปลายรากบริเวณปลายราก (Root tip) เป็นบริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญซึ่งมีการแบ่งเซลล์ควบคู่ไปกับการขยายตัวตามยาวของเซลล์ เมื่อถึงระยะหนึ่งการแบ่งเซลล์จะหยุดคงมีแต่การขยายตัวของเซลล์ การเจริญของเนื้อเยื่อดังกล่าวมีผลทำให้รากพืชยาวขึ้น รากที่เริ่มงอกออกจากเมล็ดจะมีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลา เมื่อแบ่งเซลล์แล้วเซลล์ที่ได้ส่วนหนึ่งจะขยายตัวตามยาวทำให้รากยาวลงสู่ดินเรื่อย ๆ ส่วนเนื้อเยื่อเจริญก็จะเลื่อนลงไปสู่ส่วนปลายรากตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนเซลล์ตอนบนจะเปลี่ยนแปลงไปทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน บริเวณปลายรากที่กล่าวถึงนี้ คือบริเวณที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิ ถ้าตัดตามยาวบริเวณนี้ จะพบเซลล์ที่มีลักษณะแตกต่างกัน 4 บริเวณ คือ

1. เขตของหมวกราก (Root cap) เป็นบริเวณที่อยู่ปลายสุดของราก ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต มักมีแป้งภายในเซลล์ที่มีชีวิตและที่ผนังเซลล์ด้านนอก ผนังเซลล์ที่ติดกับรากจะมีเมือก ซึ่งอาจจะมาจากสารเพกทิน ลักษณะนี้เชื่อว่าจะมีส่วนช่วยในการหลุดออกของเซลล์รอบนอก สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของหมวกราก รากที่เจริญในดินถ้านำมาเจริญในน้ำอาจไม่มีหมวกรากแต่ในพืชน้ำบางชนิดกลับมีหมวกราก เซลล์ที่เป็นส่วนประกอบของหมวกรากมักจะเกาะกันอยู่อย่างหลวม ๆ เมื่อรากชอนไชลงในดินมีเซลล์บางเซลล์หลุดไป สารเมือกลื่นที่เรียกว่า "มิวซิเลจ (Mucilage)" จะช่วยให้รากชอนไชได้สะดวกยิ่งขึ้น เซลล์ที่ได้รับอันตรายหลุดหายไปจะถูกสร้างทดแทนอยู่เรื่อย ๆ โดยบริเวณถัดจากหมวกรากจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 71)

<u>หน้าที่ของเขตหมวกราก</u>

1. ป้องกัน apical meristem และเซลล์ที่ได้ใหม่จากการแบ่งตัวไม่ให้เป็นอันตราย
2. ช่วยชอนไชลงไปในดิน (Geotropism)

<u>ลักษณะของเขตหมวกราก</u>

1. เป็นเยื่อบาง ๆประกอบด้วย พาเรนไคมาที่มีชีวิตและมักมีแป้งอยู่ภายใน
2. เกิดจากเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด ซึ่งเรียกเฉพาะว่า "คาลิพโตรเจน (Calyptrogen)"
3. เซลล์บริเวณกลางกลุ่มเนื้อเยื่อของหมวกรากเห็นได้ชัด และมีโครงสร้างที่คงที่เรียกว่า "โคลูเมลลา (Columella)" (กาจนา สาลีติ้ด, 2532 : 68)

2. เขตของการแบ่งเซลล์ (Region of cell division) เป็นบริเวณที่มีการแบ่งเซลล์มากมีช่วงกว้างพอสมควร เซลล์บริเวณนี้จะมีรูปร่างคล้ายกัน และมีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซิสตลอดเวลา ทำให้มีจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้น เซลล์ที่ได้บางส่วนไปสร้างหมวกรากแต่ส่วนใหญ่เซลล์ที่แบ่งได้จะค่อย ๆ เปลี่ยนไปเป็นเซลล์ในบริเวณถัดไป ผลจากการแบ่งเซลล์ทำให้รากเจริญยาวออกไปโดยไม่มีข้อจำกัด แต่การเพิ่มความยาวของรากนั้นจะมีมากในบริเวณที่ถัดไป บริเวณนี้มีความยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร

3. เขตของการขยายตัวตามยาว (Region of cell elongation) เป็นบริเวณที่ได้จากการแบ่งเซลล์ของเขตที่สอง เซลล์ในบริเวณนี้จะมีการขยายขนาดตามความยาวของเซลล์จะเพิ่มมากขึ้นทำให้รากยาวออก ถ้าศึกษาบริเวณนี้ในภาพตัดขวางจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชั้น ชั้นนอกสุดคือโปรโตเดิร์ม ชั้นกลางคือ กราวด์ เมอริสเต็ม ชั้นในสุดคือโปรแคมเบียม ซึ่งเนื้อเยื่อดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเนื้อเยื่อเจริญปฐมภูมิ และจะเจริญเติบโตเต็มที่เป็นเนื้อเยื่อปฐมภูมิ ได้แก่ เอพิเดอร์มิส คอร์เทกซ์และกลุ่มท่อลำเลียงปฐมภูมิในเขตที่ถัดไป (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 71)

4. เขตขนราก (Region of root hair) เป็นบริเวณรากขนอ่อนลักษณะเป็นหลอดยื่นมาจากเซลล์อิพิเดอร์มิส เป็นชั้นของอิพิเดอร์มิสที่มีขนรากนี้เรียก "พิลิเฟอรัส เลเยอร์" มีชีวิตอยู่ประมาณ 7 - 8 วัน รากบริเวณนี้ประกอบด้วยเซลล์ที่เริ่มแก่ตัวและเจริญเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปเป็นเนื้อเยื่อถาวรขั้นแรกชนิดต่าง ๆ บริเวณนี้ยาวมาก พืชบางชนิดอาจรวมไปถึงโคนรากเลยหน้าที่ของขนรากได้แก่ ดูดซึมน้ำและแร่ธาตุต่าง ๆ และช่วยยึดลำต้นให้ทรงตัวอยู่ได้

ลักษณะภายในของรากเมื่อตัดตามขวาง เมื่อตัดเนื้อเยื่อรากบริเวณขนราก (Region of primary tissue) พบว่าประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 4 ชั้นดังนี้คือ

1. อิพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดจากโปรโตเดอร์มอยู่ชั้นนอกสุดลักษณะอิพิเดอร์มิสของรากมีผนังบางไม่มีคิวติเคิล รากที่สัมผัสอากาศนานจะหนาและอาจมีลิกนินหรือมีสารสีดำอยู่ด้วยและมีความหนาเพียงชั้นเดียวยกเว้นรากอากาศของกล้วยไม้วงศ์ Orchidaceae และพวก epiphytic araceae ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดจะมีหลายชั้นเป็นมัลติเปิล อิพิเดอร์มีส เรียกว่า "วีลาเมน" ลักษณะวีลาเมนประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีชีวิต เรียงตัวติดกันแน่นและมักมีผนังเซลล์ขั้นที่ 2 ที่มีลักษณะเป็นแถบหรือร่างแหและเมื่ออากาศแห้งเซลล์เหล่านี้จะมีอากาศเต็ม ถ้าฝนตกจะเต็มไปด้วยน้ำหน้าที่ของวิลาเมนช่วยป้องกันเนื้อเยื่อภายในและลดการสูญเสียน้ำจากคอร์เทกซ์

2. คอร์เทกซ์ (Cortex) เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญเปลี่ยนแปลงจากกราวน์ เมอริสเตม อยู่ถัดจากชั้นอิพิเดอร์มีสเข้าไปด้านในจนถึงชั้นของเอนโดเดอร์มีส ซึ่งเป็นบริเวณที่กว้างมากชั้นคอร์เทกซ์ประกอบด้วยเซลล์ดังต่อไปนี้คือ

2.1 พาเรนไคมา (Parenchyma) ส่วนใหญ่จะเป็นพาเรนไคมาเพียงอย่างเดียวและมักเป็นพาเรนไคมาที่เก็บสะสมแป้งในรากพืชน้ำ และรากอากาศจะมีคลอโรพาสท์ภายในเซลล์พาเรนไคมาด้วย

2.2 คอลเลนไคมา (Collenchyma) จะพบเซลล์ 2 ชนิดนี้ในรากพืชที่มีอายุยืนนานโดยเฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีคอลเรนไคมาเกิดขึ้น เพิ่มจากพาเรนไคมาจำนวนมากเกิดใต้ชั้นอิพิเดอร์มิสหรือเอกโซเดอร์มีสหรือถัดจากเอนโดเดอร์มิสเข้าไปข้างในก็ได้

2.3 เอกโซเดอร์มิส (Exodermis) พบในพืชบางชนิดอยู่ใต้ชั้นอิพิเดอร์มีส จัดเป็นเซลล์ชั้นนอกสุดของคอร์เทกซ์ หนาชั้นเดียวหรือมากกว่าเกิดจากกราวน์เมอริสเตม

ลักษณะเฉพาะของชั้นคอร์เทกซ์มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากเป็น แบบสคิโสจีนัส สเปซ ยกเว้นพืชตระกูลหญ้าหรือตระกูลกก อาจมีช่องว่างแบบไลซิจีสนัสขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นอีกด้วย พืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางชนิดที่มีแลคคิวน่าใหญ่เกินจากเซลล์แตกทำลายไป ทำให้คอร์เทกซ์เปลี่ยนรูปเป็นแอเรนไคมา พบในพืชน้ำและพืชที่ขึ้นในที่ชื้นแฉะ

3. เอนโดเดอร์มีส (Endodermis) เป็นเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ หนาเพียงชั้นเดียว เกิดติดต่อกันเป็นวงรอบภายในคอร์เทกซ์ เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่ผนังเซลล์หนากว่าผนังเซลล์ของคอร์เทกซ์ บนผนังเซลล์จะเห็นแถบแคสพาเรียน สตริพชัดเจน ชั้นเอนโดเดอร์มิสนี้เห็นได้ชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

4. สตีล (Stele) เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เปลี่ยนแปลงจากโปรแคมเบียม อยู่ถัดจากเอนโด - เดอร์มีส เข้าไปด้านในสุดประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ หลายชั้นคือ

4.1 เพอริไซเคิล เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของสตีล ลักษณะเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโปรแคมเบียมมีเพียงชั้นเดียวเห็นได้ชัดในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาทั้งหมดหรืออาจมีสเคลอเรนไคมาหรือโปรโตไซเลมด้วยก็ได้ อาจแปรสภาพกลับเป็นเนื้อเยื่อเจริญเพื่อให้กำเนิดรากแขนงและเนื้อเยื่อถาวรชั้นที่ 2 รากพืชน้ำบางชนิดและรากปรสิตไม่มีเพอริไซเคิล

4.2 เนื้อเยื่อท่อน้ำท่ออาหาร เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโปรแคมเบียมเป็นแบบ radial arrangement และเป็นเนื้อเยื่อถาวรขั้นแรกประกอบด้วยเซลล์ต่อไปนี้คือ

4.2.1 ไพรมารี่ ไซเลม เป็นเนื้อเยื่อท่อน้ำที่เจริญมาจากโปรแคมเบียมในการเจริญขั้นแรกของพืชประกอบด้วย

- โปรโตไซเลมเป็นไซเลมที่ดิฟเฟอเรนทิเอทเป็นครั้งแรกจากโปรแคมเบียม โดยเกิดที่ปลายแฉกก่อนและจะแก่ตัวก่อนที่รากหยุดยืดตัว แกนในสุดถัดจากเนื้อเยื่อท่อน้ำท่ออาหารเข้าไปของรา ขณะที่ยังอ่อนอยู่คงเป็นโปร - แคมเบียมและมักเป็นแบบวงแหวนและแบบเกลียว
- เมตาไซเลม เกิดขึ้นในขณะที่ท่อน้ำท่ออาหารกำลังมีดิฟเฟอเรนทิเอทและกำลังมีการยืดตัวแต่จะแก่หลังจากที่รากยุติการยืดตัวแล้ว เซลล์มีขนาดใหญ่กว่าโปรไซเลมและอยู่ถัดเข้าไปด้านในคือ บริเวณโปรแคมเบียมเดิม และมักเป็นแบบหิ้ง แบบขั้นบันได แบบร่างแหและแบบมีรูพรุน

การเจริญเติบโตของไซเลม จากด้านนอกเข้าศูนย์กลางรากแบบนี้เรียกว่า "เซนตริเพ-ทอล โกรท" และเจริญเติบโตไซเลมลักษณะนี้เรียกว่า "เอกซาร์ช ไซเลม" พืชใบเลี้ยงเดี่ยวส่วนใหญ่และพืชใบเลี้ยงคู่ที่เป็นไม้เนื้ออ่อนบางชนิดจะมีพิธ ซึ่งเจริญมาจากโปรแคมเบียม พืชใบเลี้ยงคู่จะมีแฉกไซเลมไม่เกิน 4 แฉกแต่ใบเลี้ยงเดี่ยวมีมากกว่า

4.2.2 ไพรมารี่ โฟลเอม อยู่ระหว่างแฉกของไซเลม และระหว่างโฟลเอมกับไซเลม จะมีเซลล์ดั้นกลางอีก 1 ชั้น ถ้าในพืชที่ไม่มีการเจริญขั้นที่สอง เซลล์กลุ่มนี้จะเปลี่ยนเป็นสเคลอ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรนไคมา ถ้าในพืชที่มีการเจริญขั้นที่ 2 เซลล์กลุ่มนี้จะเปลี่ยนเป็นแคมเบียม บางครั้งโปรโตโฟล - เอมที่เจริญเติบโตมาใหม่ ๆ ของพืชใบเลี้ยงคู่อาจเปลี่ยนแปลงเป็น เพอริไซเคิล ไฟเบอร์และโฟล-เอม ไฟเบอร์ เพื่อทำหน้าที่ให้ความแข็งแรงของรากก็ได้ (กาญจนา สาลีติ๊ด , 2532 : 70-74)

4.3 Pith เป็นอาณาเขตตรงกลางรากในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจนเป็นเนื้อเยื่อ parenchyma (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 36)

การเจริญเติบโตขั้นที่สองของราก (Secondary growth in root) หมายถึง การเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อพืชจากระยะที่เป็นเนื้อเยื่อเจริญขั้นที่สอง จนกระทั่งถึงระยะที่เป็นเนื้อเยื่อถาวรขั้นที่สองเพื่อเพิ่มขนาดของพืชให้อ้วนขึ้น การเจริญเติบโตขั้นที่สองจะเกิดขึ้นหลังจากการเจริญเติบโตขั้นแรกหยุดเจริญแล้ว และมักเกิดการเปลี่ยนแปลงในกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารมากกว่าเนื้อเยื่ออื่น ๆ

บริเวณที่เกิดการเจริญเติบโตขั้นที่สอง จะเกิดขึ้นบริเวณที่พืชแก่ตัวแล้ว Regin of secondary ซึ่งอยู่ถัดจากบริเวณรากขนอ่อนขึ้นไปด้านบน โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงจากโปรแคม-เบียมมาเป็นแคมเบียม ซึ่งจะอยู่ระหว่าไพรมารี่ ไซเลมกับไพรมารี่ โฟลเอม นอกจากนี้เพอริ-ไซเคิลบริเวณปลายแฉกของไซเลมสามารถเปลี่ยนมาเป็นแคมเบียมได้ด้วย จึงเกิดแคมเบียมอยู่ล้อมรอบไซเลมทั้งหมด

แคมเบียมที่เกิดขึ้นจะมีเพียงแถวเดียวเท่านั้น แคมเบียมเหล่านี้จะเกิดการแบ่งตัวโดย แคมเบียมบริเวณไพรมารี่โฟลเอมจะเกิดการแบ่งตัวก่อนแคมเบียมที่เปลี่ยนมาจากเพอริไซเคิล เซลล์ใหม่ที่ได้จากการแบ่งตัวทางด้านนอก จะเจริญเป็นเซกันดารี่ โฟลเอม และเซลล์ใหม่ทางด้านในจะเจริญเป็นเซกันดารี่ ไซลม จะเกิดมากกว่าและเจริญเติบโตได้เร็วกว่าเนื้อเยื่อโฟลเอม เมื่อเกิดเซกันดารี่ ไซเลม จำนวนมาก ๆ เนื้อเยื่อนี้จะดันแคมเบียม เนื้อเยื่อโฟลเอมให้ขยับเลื่อนออกไปข้างนอกทุกที่ในที่สุดเนื้อเยื่อไซเลมจะเกิดติดต่อกันเป็นวงรอบราก

เมื่อพืชเกิดเนื้อเยื่อท่อน้ำท่ออาหารขั้นที่สองจะเกิดคอร์กขึ้นด้วย โดยเซลล์เพอริไซเคิล จะแบ่งตัวเพิ่มจำนวนเซลล์มากขึ้น ขณะเดียวกันก็ค่อย ๆ ดันเซลล์ในชั้นคอร์เทกซ์ออกไปด้านนอก ทำให้เซลล์แยกออกจากกันและหลุดออกไปพร้อมกับอิพิเดอร์มีส เอนโดเดอร์มีสและเซลล์ที่ได้จากการแบ่งตัวของเพอริไซเคิลจะเปลี่ยนเห็นคอร์ก แคมเบียม จะเกิดการแบ่งตัวของเพอริไซเคิลจะเปลี่ยนเป็นคอร์ก แคมเบียม จะเกิดการแบ่งตัวต่อไป เซลล์ที่ได้ใหม่ทางด้านนอกจะเจริญไปเป็นคอร์ก ส่วนเซลล์ที่ได้ทางด้านในจะเจริญเป็นเฟลโลเดอร์ม (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 76)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น (Stem) เกิดจากการเจริญของส่วนอิพิคอททิล (Epicotyl) ของต้นอ่อน เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยงและเจริญเติบโตขึ้นเหนือดิน เมื่อเมล็ดงอกและส่วนที่เรียกว่า shoot system จะมีข้อ (Node) ปล้อง (Internode) และตา (Bud) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 81)

ลำต้นมีหน้าที่เป็นแกนสำหรับช่วยพยุง (Supporting) ของกิ่งก้านสาขาใบและดอกให้ได้แสงแดด เพื่อใบจะได้สร้างอาหารและเป็นตัวกลางสำหรับการลำเลียง (Conduction) นำเกลือแร่และอาหารส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (เทียมใจ ตุลาทร , 2527 : 150)

ลักษณะภายในของลำต้น (Internal structure of stem) ที่ปลายสุดของยอด จะเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า "apical meristem" ซึ่งเป็นกลุ่มเซลล์ที่ทำการแบ่งตัวเพิ่มปริมาณอยู่ตลอดเวลา meristematic cell จะมีการแบ่งตัวตามยาวออกไปเรื่อย ๆ ส่วนที่อยู่ต่ำลงมาก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนรูป (differen tiation) ไปเป็น primary meristem 3 ชนิด คือ protoderm procambium และ ground meristem กลุ่มเซลล์เหล่านี้จะค่อย ๆ มีการเปลี่ยนรูปเป็น primary permant tissue โดย protoderm เปลี่ยนเป็น epidermis

procambium เปลี่ยนเป็น primary xylem primary phloem และ cambium โดย ground meristem เปลี่ยนเป็น cortex

การเจริญเติบโตขั้นแรก (Primary growth) ที่มีเนื้อไม้อ่อนพวกใบเลี้ยงคู่ จะมีเนื้อเยื่อดังนี้

1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด บางทีมี stomata และ trichome ชนิดต่าง ๆ อยู่ด้วย ในพืชที่อยู่ในที่แห้งแล้ง epidermis มักมีคิวติเคิลหนาและ stomata อยู่ต่ำลึกลงไปจากระดับของ epidermis อื่น ๆ เรียกว่า sumken stomata ต่างจากพืชอื่นบางชนิดที่อาจมี stomata อยู่สูงกว่า epidermis ธรรมดาเรียกว่า "raised stomata" (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 157 - 159)

2. Cortex มีอาณาเขตแคบกว่าชั้น stele ซึ่งตรงข้ามกับในรากส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ชั้นนอกที่ติดกับ epidermis 2 - 3 แถวเป็นพวก collenchyma และมีเนื้อเยื่อ sclerenchyma แทรกอยู่ได้ทั่วไปในลำต้นอาจุน้อย ๆ เซลล์ชั้น cortex ใกล้ ๆ epidermis จะมีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 37) เซลล์ชั้นในสุด เป็นเซลล์ที่มีผนังหนาและมีแป้งอยู่ภายในเซลล์เป็นจำนวนมาก จึงอาจเรียกชั้นนี้ว่า "สตาร์ช ชีท (Starch sheath)" ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ไม่สามารถบอกขอบเขตของคอร์เทกซ์ได้แน่นอนเหมือนในรากเพราะไม่มีเอนโดเดอร์มีส (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 83)

3. Endodermis และ pericycle ตามปกติชั้น endodermis อยู่ถัดชั้นในสุดของ cortex เข้าไปแต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มี เช่นเดียวกับชั้น pericycle ซึ่งต่างจากในรากที่เห็นได้ชัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Vascular bundle กลุ่มท่อลำเลียงประกอบด้วย primary xylem อยู่ด้านใน และ primary phloem อยู่ด้านนอก เรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน โดยมี fascicular cambium กั้นอยู่ ส่วนเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างกลุ่มท่อลำเลียงแต่ละกลุ่มเรียกว่า interfascicular region เดิมเป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ต่อมาเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อเจริญ เรียกว่าinterfascicular cambium โดยจะสร้างกลุ่มท่อลำเลียงใหม่ขึ้นมาจนเชื่อมต่อกับกลุ่มเดิมทำให้เกิดในท่อ xylem และ phloem รอบวงต้น cambium จะต่อเป็นแนวเดียวกันเรียกว่า vascular cambium กลุ่มเนื้อเยื่อของ primary xylem ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กซึ่งเป็น protoxylem จะอยู่ด้านในใกล้ชั้นของ pith ส่วน metaxylem อยู่ด้านนอกใกล้ phloem เรียกการเรียงตัวแบบนี้ว่า endarch ตรงข้ามกับในราก (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 :37)

<u>ชนิดของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร</u>

4.1 คอลแลทเทอรอล บันเดิล (Collateral bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่มีโฟลเอมและไซเลมอยู่ในรัศมีเดียวกัน โดยโฟลเอมอยู่ด้านนอกและไซเลมอยู่ด้านในพบมากในพืชทั่ว ๆ ไป แบ่งได้เป็น 2 ชนิดย่อย คือ

4.1.1 โอเพน บันเดิล (Open bundle) เป็นคอลเลทเทอรอล บันเดิล ที่มีแคมเบียมคั่นกลางระหว่างโฟลเอมกับไซเลม พบมากในพืชใบเลี้ยงคู่และจิมโนสเปิร์ม

4.1.2 โคลส บันเดิล (Close bundle) เป็นคอลเลทเทอรอล บันเดิล ที่ไม่มีแคมเบียมคั่นกลางระหว่างโฟลเอมกับไซเลมและมีเซลล์สเคลอเรนไคมาหนา 2 - 3 ชั้นล้อมรอบกลุ่ม ท่อน้ำท่ออาหารแต่ละกลุ่มไว้เรียกว่า "บันเดิลชีท (Bundle sheath)" พบในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เช่น ข้าวโพด หญ้า เป็นต้น

4.2 ไบคอลเลทเทอรอล บันเดิล (Bicollateral bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่มีโฟลเอม อยู่ขนาบข้างกลุ่มของไซเลม โดยโฟลเอมด้านในจะมีจำนวนเซลล์น้อยกว่าด้านนอก พบมากในเฟิร์นบางชนิด มันฝรั่งมะเขือเทศและพืชตระกูลแตง

4.3 แบบรัศมี (Radial, alternate bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่พบเฉพาะในรากเท่านั้นมีโฟลเอมและไซเลมเรียงสลับกันไปตามแนวรัศมีจนรอบวงของราก เห็นได้ชัดเจนในรากพืชใบเลี้ยงคู่

4.4 คอนเซนตริค บันเดิล (Concentric bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่มีเนื้อเยื่อชนิดหนึ่งล้อมรอบอีกชนิดหนึ่งไว้แบ่งได้ 2 ชนิด คือ

4.4.1 แอมฟิวาซอล บันเดิล (Amphivasal bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่ไซเลมอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้อมรอบโฟลเอมเป็นวง จัดเป็นพวกที่มีวิวัฒนาการมาก พบมากในลำต้นใต้ดินชนิดเป็นแง่ง (Rhizome) ของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

4.4.2 แอมฟิคริบอล บันเดิล (Amphicribal bundle) คือกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่โฟลเอมอยู่ล้อมรอบไซเลมเป็นวง มักพบในไรโซมของเฟิร์น (กาจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 85)

5. Pith อยู่ชั้นในสุดของลำต้น ในไม้เนื้ออ่อน pit ประกอบขึ้นด้วย parenchyma เป็นส่วนใหญ่ และในพืชบางชนิด เช่น ไผ่ อ้อ pit อาจตายไปหมด ทำให้ลำต้นกลวง เรียกว่า "pith cavvity" ส่วนในพวกไม้เนื้อแข็ง pit จะมีลิกนินมาสะสมทำให้แข็งและเซลล์มักตายตั้งแต่พืชยังมีอายุน้อย

การเจริญเติบโตขั้นสอง (Secondary growth) เมื่อพืชมีการเจริญเติบโตมากขึ้นจะเพิ่มจำนวนขึ้น โดยจะมีเนื้อเยื่อขั้นสองเกิดขึ้นจากการแบ่งตัวของ vascular cambium และ cork cambium

1. Vascular cambium หรือเนื่องจากมีลักษณะเป็นแถบจึงเรียกว่า 'fascicular cambium" ซึ่งจะแบ่งเซลล์ออกไปด้านนอกเป็น secondary phloem กับ phloem ray และแบ่งตัวเซลล์เข้าข้างในเป็น secondary xylem กับ xylem ray โดยแบ่งตัวให้ secondary xylem มากกว่า secondary phloem

การเกิดเนื้อเยื่อขั้นที่สองนี้แตกต่างกันไปในพืชแต่ละชนิด บางชนิด parenchyma ที่อยู่ระหว่างกลุ่มแต่ละกลุ่มของ vascular bundle จะเปลี่ยนไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญ สามารถแบ่งตัวเป็น secondary phloem และ secondary xylem เรียกว่า interfascicular cambium ดังนั้นเมื่อลำต้นเติบโตมากเข้า vascular bundle จะมาติดกันตลอดลำต้นเป็นวงแหวน แต่ในพืชบางชนิดไม่มี interfascicular cambium เกิดขึ้นฉะนั้นแม้จะมีเนื้อเยื่อขั้นที่สองเกิดขึ้นแล้ว vascular bundle ก็ยังแยกกันอยู่เป็นกลุ่ม ๆ ไม่มาเชื่อมติดกัน ขณะที่เกิดเนื้อเยื่อขั้นที่สองนี้ primary phloem จะถูกดันออกไปทางด้านนอกและเซลล์จะถูกดันบุบสลายและสูญหายไปในที่สุด ส่วน secondary pholem ที่สร้างขึ้นใหม่จะมีอายุในการนำอาหารได้นานต่างกับ secondary xylem ซึ่งมีอายุในการนำน้ำและเกลือแร่ได้สั้น cambium จึงสร้าง xylem มากกว่า phloem

ในกลุ่มของท่อน้ำท่ออาหารนี้ จะมีเซลล์ที่เติบโตจาก cambium แต่มีความยาวตั้งได้ฉากกับส่วนยาวของ phloem และ xylem แทรกแซงเหมือนรัศมีออกจากศูนย์กลาง เซลล์เหล่านี้ถ้าอยู่ใน phloem เรียกว่า "phloem ray" ถ้าอยู่ใน xylem เรียกว่า "xylem (wood) ray" และที่อยู่ใน pith เรียกว่า "pith ray"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อเยื่อตั้งแต่ xylem เข้าไปจนถึง pith เรียกว่า "เนื้อไม้ (wood)" และตั้งแต่ cambium ออกมาข้างนอกเรียกว่า "เปลือกไม้ (bark)" ซึ่งบางกว่าเนื้อไม้มาก และอาจลอกออกจากลำต้นได้โดยง่าย

2. cork cambium หรือ phellogen เกิดจากการสูญเสียลักษณะที่มีอยู่ไป (Dedifferentiation) และการได้มาซึ่งลักษณะใหม่ (Redifferentiation) ของ parenchyma หรือ collenchyma ใน cortex ใต้ epidermis ลงมา cork cambium นี้จะแบ่งตัวให้คอร์กหรือ phellem ทางด้านนอกและให้ phelloderm ทางด้านใน

คอร์กนี้จะตายลงโดยเร็วพร้อมกับมีสารประกอบจำพวกซูเบอรินหรือบางทีลิกนิน แต่มีเซลลูโลสน้อย มาสะสม เมื่อเกิดมาก ๆ เข้าก็จะดัน epidermis ให้หลุดร่วงไปมีคอร์กมาทำหน้าที่แทนโดยจะช่วยป้องกันความร้อน การระเหยของน้ำ การกระทบกระแทก หรืออันตรายจากแมลงและเชื้อโรคต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดีส่วน phelloderm จะมีลักษณะคล้ายเนื้อเยื่อของ cortex และมีจำนวนน้อยกว่าคอร์กมาก

Lenticel ขณะที่พืชกำลังมีการสร้างคอร์กจะมีการสร้าง lenticel ขึ้นด้วย โดยใช้เป็นทางให้ออกซิเจนซึมผ่านเข้าทางลำต้นได้ มีลักษณะเป็นรอยแผลแตกเป็นทางยาว ๆ มักจะเกิดขึ้นใต้ stomata ก่อน โดยเซลล์ในบริเวณนั้นเปลี่ยนรูปไปเป็นเนื้อเยื่อเจริญหรือ cork cambium เองแบ่งตัวออกมาทางด้านนอกให้เป็นเซลล์ที่ไม่มีซูเบอรินมาสะสมเรียงกันอยู่หลวม ๆ มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก เรียกว่า "complementary tissue" หรือ "filling tissue" ทำให้มีการแลกเปลี่ยนแก๊สกับภายนอกได้สะดวก

วงปีหรือวงเติบโต (Annual ring or growth ring) เมื่อตัดลำต้นไม้ใหญ่ออกตามขวางจะเห็นเนื้อไม้เป็นวง ๆ รอบลำต้นวงเหล่านี้คือ วงปี หรือวงเติบโตเกิดจาก xylem เติบโต ต่าง กันในฤดูน้ำมากและฤดูแล้ง ในฤดูน้ำมากหรือฤดูฝนหรือฤดูใบไม้ผลิของเมืองหนาว ซึ่งหิมะเริ่มละลายในพื้นดินจะมีน้ำมากพืชจะดูดน้ำมาก cambium ก็แบ่งตัวเร็วให้ xylem เป็นจำนวนมาก เซลล์มีขนาดใหญ่แต่ผนังค่อนข้างบางและไม่แข็งแรง เพราะมีเวลาสะสมลิกนินน้อยเรียกว่า "ไม้ต้นฤดู (Early wood หรือ Spring wood)" พอถึงฤดูแล้งหรือฤดูหนาว น้ำในดินมีน้อย รากดูดได้น้อย ใบก็ร่วงหมด การสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นน้อย เซลล์ขาดน้ำและอาหาร ทำให้ cambium เฉื่อยชาลง จึงแบ่งตัวช้าหรือไม่แบ่งตัวเลย จึงทำให้ xylem จำนวนน้อยและขนาดเล็ก แต่ผนังหนาและแข็งแรงมาก เรียกว่า "ไม้ปลายฤดู (Late wood หรือ Summer wood)" เมื่อเกิดเนื้อไม้ทั้งสองฤดูเสร็จก็ครบปีพอดีในปีหนึ่ง ๆ จึงมีวงนี้เกิดขึ้นหนึ่งวงแต่ละวงประกอบด้วยไม้ต้นฤดูและไม้ปลายฤดู (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 160 - 164)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงปี (Annual ring หรือ Annual layer) หมายถึง วงเติบโตที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในปีหนึ่ง ๆ

วงปีเทียม (False annual ring) หมายถึง วงเติบโตที่เกิดขึ้นมากกว่าหนึ่งวงในหนึ่งปี ทั้งนี้เพราะวงเติบโตหยุดชะงักลงก่อน เนื่องจากเกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพดินฟ้าอากาศหรือเกิดโรคขึ้น ต่อมาเมื่อสภาพต่าง ๆ เข้าสู่สภาวะปกติแล้วจึงมีการเจริญเติบโตต่อไปอีกครั้งหนึ่ง

วงชะงัก (Discontinuous ring) หมายถึง วงเติบโตที่เกิดขึ้นไม่ครบวงเนื่องจากแคม-เบียมส่วนหนึ่งไม่แบ่งตัว ทำให้ส่วนที่ไม่ครบวงไปซ้อนอยู่กับวงเก่า (กาญจนา สาลีติ้ด, 2532 : 93)

แก่นและกระพี้ (Heart wood and sap wood) ถ้าดูต้นไม้ใหญ่ที่ตัดตามขวางจะเห็นเนื้อไม้มีสีแตกต่างกันเป็นสองส่วนนอกมีสีค่อนข้างอ่อนหรือจางกว่าส่วนในส่วนที่มีสีอ่อน เรียกว่า "กระพี้ (Sap wood)" และส่วนที่มีสีเข้มเรียกว่า "แก่น (Heart wood)"

แก่น (Heart wood) เป็นเนื้อไม้ที่เกิดมานานและเลิกทำหน้าที่นำน้ำและเกลือแร่แล้ว เนื่องจากมีสารประกอบต่าง ๆ ไปสะสมอยู่ในเซลล์มาก จึงกั้นทางเดินของน้ำและเกลือแร่หมดเมื่อเลิกทำหน้าที่นำน้ำและเกลือแร่แล้ว สารประกอบต่าง ๆ เช่น ยาง แทนนิน หรือสีต่าง ๆ ก็ไปสะสมอยู่ จึงทำให้สีเข้มจัดและมีความแข็งแกร่งมาก ทนแมลงและศัตรูต่าง ๆ ได้ดี ส่วนกระพี้ (sap wood) เป็นเนื้อไม้ที่เกิดทีหลังยังนำน้ำและเกลือแร่ได้ดี และมีสารประกอบต่าง ๆ มาสะสมน้อยสีจึงอ่อนและเนื้อไม้แข็งเท่าแก่น (Heart wood) (เทียมใจ ตุลยาทร, 2527 : 166)

การเจริญเติบโตของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เมื่อตัดตามขวางจะประกอบด้วยเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ เช่นเดียวกับลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีการเจริญเติบโตขั้นแรก แต่ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันออกไปดังนี้คือ

1. คอรเทกซ์ (Cortex) จะมีเพียง 1 - 2 ชั้นเท่านั้นแต่ส่วนใหญ่แล้วจะเห็นบริเวณของคอร์เทกซ์นี้ไม่ชัดเจน

2. สตีล (Stele) จะประกอบด้วยกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่อยู่กระจัดกระจายไปทั่วภายในลำต้นไม่เรียงเป็นวง ซึ่งกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารนี้จะอยู่กันหนาแน่นบริเวณที่ใกล้กับอิพิเดอร์มีสถัดเข้าไปจะมีน้อยลงและบริเวณสตีลนี้จะประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาที่เรียกว่า "กราวน์ พาเรนไคมา (Ground parenchyma)" เป็นเซลล์พื้นทั่ว ๆ ไป

3. กลุ่มลำเลียง (Vascular bundle) เป็นแบบโคลส บันเดิล ดังนั้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงไม่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ยกเว้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดลำต้นอ้วนขึ้นได้จากการแบ่งตัวและขยายตัวของ กราวน์พาเรนไคมา เรียกการเจริญแบบนี้ว่า "ดิฟฟิวส์ เซกันดารี โกรท (Diffuse secondary growth)" บางชนิดอาจสร้างแคมเบียมพิเศษ ซึ่งเกิดมาจากเซลล์เยื่อเจริญในการเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นแรกและจะเกิดในพาเรนไคมาทางด้านนอกของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารพวกแรก และแบ่งตัวเป็นกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารใหม่ด้านใน ซึ่งอาจเป็นแบบคอบเลทเทอรอลหรือแอมฟิวาซอลก็ได้ เช่น ศรนารายณ์ หมากผู้หมากเมีย จันทน์ผา เป็นต้น บางชนิดเช่น มะพร้าวและปาล์ม จะมี primary thickening meristem ทำหน้าที่สร้างเนื้อเยื่อขั้นสองได้เช่นเดียวกัน (กาญจนา สาลีติ้ด, 2532 : 94)

leaf trace และ leaf gap ในส่วนของลำต้นบริเวณที่เป็นข้อ จะมีทั้งใบและตาอยู่ ท่อน้ำและท่ออาหารทั้งของใบและตาจะเจริญติดต่อกับท่อน้ำท่ออาหารของลำต้น bundle ที่เกิดต่อจากลำต้นไปยังใบและตานี้เรียกว่า "leaf trace" และ "bundle trace" ตามลำดับโดยทั้ง xylem และ phloem ของใบจะต่อกับ xylem และ phloem ของลำต้น เมื่อท่อน้ำท่ออาหารของใบแบนออกจากของลำต้นไปสู่ก้านใบทำให้บริเวณนั้นไม่มีเนื้อเยื่อท่อน้ำท่ออาหาร มีแต่พวกเซลล์พื้นเท่านั้นเรียกบริเวณนั้นว่า "leaf gap" และ "bud gap" จำนวนของ leaf trace ขึ้นไปสู่ใบต่างกันไปตามชนิดของพืช บางชนิดแต่ละใบมีเพียง trace เดียว บางชนิดมี 3 trace บางชนิด 5 หรืออาจมากกว่าก็ได้ traces เหล่านี้จะเกิดต่อจากลำต้นไปที่ก้านใบและเกิดเป็นเส้น veins ต่าง ๆ ของใบ ท่อน้ำท่ออาหารจากลำต้นจึงติดต่อกันตลอดจากรากถึงลำต้น ใบ ตาและดอก (เทียมใจ ตุลาทร, 2527 : 169)

ใบ (Leaf) เป็นส่วนของพืชที่ยื่นออกมาทางด้านข้างของกิ่งและลำต้น เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการสังเคราะห์ด้วยแสง หายใจและคายน้ำ โดยทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะแผ่เป็นแผ่นแบนเพื่อให้คลอโรฟิลล์ได้สัมผัสแสงให้ได้มากที่สุด ใบยังมีระบบการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุและอาหารทำได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสงได้อย่างดี โดยมีเส้นใบซึ่งเป็นกลุ่มท่อลำเลียง เส้นใบเหล่านี้จะติดต่อกับเส้นกลางใบและติดต่อกับก้านใบที่ติดอยู่กับลำต้น (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 86)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบ อาจแตกต่างกันตามชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม แต่โครงสร้างโดยทั่วไปจะมีรูปแบบเดียวกัน เมื่อศึกษาจากใบพืชที่ตัดตามขวาง ผ่านเส้นกลางใบ (mid rib) พบว่าใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่มคือ

1. Epidermis หรือเรียกว่า "ผิวใบ" เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกปกคลุมส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ภายใน ปกติหนาเพียงชั้นเดียวผนังด้านนอกมีสารคิวตินฉาบ ชั้นของคิวตินนี้เรียกว่า "คิวติเคิล (Cuticle)" ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ epidermis มีอยู่ทั้งสองด้านของแผ่นใบ ผิวใบด้านบนหรือด้านหลังใบ (Ventral) เป็นด้านที่รับแสงแดดเรียกว่า "upper epidermis" ส่วนมากมี 1 ชั้น แต่พืชที่ขึ้นในสภาพขาดแคลนน้ำ (Xerophyte) มีหลายชั้น (Multiple epidermis) และเซลล์ชั้นในสุดมักจะมีขนาดใหญ่ผนังบางสะสมน้ำเรียกว่า "water storage cell" หรือเป็นที่สะสมผลึกรูปทุเรียน (Cystolith) เช่นใบยางอินเดีย ใบไทร ในใบพืชตระกูลหญ้า epidermis บางเซลล์เปลี่ยนเป็นเซลล์ที่เรียกว่า "bulliform cell" หรือ "motor cell" ช่วยในการม้วนงอของใบ ผิวใบด้านล่างหรือด้านท้องใบ (Dorsal) เป็นด้านที่ชิดผิวดินเรียกว่า "lower epidermis" เซลล์ชั้นนี้อาจเปลี่ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นเซลล์คม (guard cell) รูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วประกบกันเกิดเป็นปากใบ (stomata) ปากใบส่วนใหญ่มีมากทางผิวใบด้านล่าง ถ้ามีด้านล่างเพียงด้านเดียวเรียกใบแบบนี้ว่า "hypostomatic leaf" แต่ถ้ามีปากใบอยู่เฉพาะผิวใบด้านบนเรียกว่า "epistomatic leaf" ใบชนิดนี้มักจะลอยบนผิวน้ำ เช่น พวกบัวสายและใบที่มีปากใบทั้งสองด้านของผิวใบเรียกว่า "amphistomatic leaf" นอกจากนี้ถ้าปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ชั้น epidermis เรียกว่า sunken stomata พบในพืชที่ขึ้นตามสภาพที่มีน้ำน้อย ถ้าปากใบอยู่สูงกว่าระดับเซลล์ชั้น epidermis เรียกว่า "raised stomata" มักพบในพืชน้ำ ส่วนปากใบที่อยู่ระดับเสมอ epidermis เรียกว่า "typical stomata"

2. Mesophyll หรือเรียกว่าเนื้อใบ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างชั้น epidermis ทั้งสองด้าน ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma แบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือ

2.1 Palisade parenchyma เป็นเซลล์รูปร่างยาวเรียงตั้งฉากกับชั้น epidermis ภายในมีเม็ดคลอโรพลาสต์มากจึงมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง ส่วนใหญ่ palisade parenchyma อยู่ทางผิวใบด้านบนอาจมีแถวเดียวหรือหลายแถว ถ้ามีด้านบนด้านเดียวเรียกว่า "bifacial leaf" หรือ "dorsiventral leaf" โดยด้านล่างจะเป็นพวก spongy parenchyma ในพืชบางชนิดมีชั้น palisade parenchyma อยู่ทั้งสองด้านเรียกว่า "unifacial leaf" หรือ "isobilateral leaf"

2.2 Spongy parenchyma เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma รูปร่างกลม เรียงตัวอยู่อย่างหลวม ๆ ใต้ชั้น palisade parenchyma มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก โดยเฉพาะพืชน้ำ เช่น ใบบัวสาย spongy parenchyma เป็นรูปร่างเป็นแฉกมีช่องว่างมาก จึงมีพวก sclerid แทรกอยู่ช่วยค้ำจุนโครงสร้างใบ ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวชั้น mesophyll ไม่สามารถแยกเป็นชั้น palisade และ spongy ได้อย่างเด่นชัดเนื่องจากเซลล์มีรูปร่างคล้ายกัน (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 42 - 44)

3. Vascular กลุ่มท่อลำเลียงลักษณะสำคัญของไซเลมและโฟลเอมของแผ่นใบ คือ มีการสัมผัสกับมีโซฟิลล์มากที่สุด ไซเลมและโฟลเอมจะติดกันภายในแผ่นใบเป็นตาข่ายอยู่ในแนวกลางของแผ่นใบ กลุ่มท่อลำเลียงในใบคือเส้นใบ (Vein) ซึ่งลักษณะของการจัดเส้นใบ (Venation) มี 2 แบบคือ แบบตาข่าย (Net) และแบบขนาน (Parallel) เส้นใบแบบตาข่ายจะมีการแตกกิ่งก้านจากเส้นใหญ่เป็นเส้นเล็ก ๆ ตามลำดับ ส่วนเส้นใบแบบขนานเป็นเส้นใบที่มีขนาดเท่ากันเรียงไปในแนวเดียวกันตามยาว ที่ว่าขนานนั้นความจริงแล้วเส้นใบจะเรียงตามยาวจากฐานใบไปสู่ยอดใบนั่นเอง

ไซเลมส่วนใหญ่เป็นเซลล์พวกเทรคีดและเวสเซล ส่วนโฟลเอมส่วนใหญ่เป็นเซลล์หลอดตะแกรงและเซลล์ประกบ พืชส่วนมากจะพบไซเลมอยู่ทางส่วนบนของเส้นใบและพบโฟล-เอมอยู่ส่วนล่าง กลุ่มท่อลำเลียงจะล้อมรอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า "บันเดิล ชีท" ช่วยทำให้กลุ่มท่อลำเลียงแข็งแรงยิ่งขึ้น ส่วนนี้อาจจะเป็นเซลล์พาเรงคิมาหรือสเกลอเรงคิมา 1 - 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในเซลล์ไม่มีคลอโรพลาสต์ ตามปกติแล้วกลุ่มท่อลำเลียงจะอยู่ในชั้นซปันจี มีโซฟิลล์ ส่วนของเส้นใบเล็ก ๆ ที่แตกแขนงออกไปเป็นเส้นเล็กลงเรื่อย ๆ จะเหลือเพียงเทรคีดเท่านั้นไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 90 - 91)

ลักษณะโครงสร้างภายในของก้านใบ

ก้านใบมีลักษณะโครงสร้างภายในเหมือนลำต้นมาก คือ

1. อิพิเดอร์มีส อยู่ชั้นนอกสุด

2. คอร์เทกซ์ ประกอบด้วยพาเรนไคมา คอลเลนไคมาหรือสเคลเรนไคมา

3. กลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร ซึ่งประกอบด้วยเนื้อเยื่อไซเลมอยู่ทางด้านบนและโฟลเอมอยู่ทางด้านล่างเช่นเดียวกับในตัวใบ

กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารในก้านใบเป็นส่วนที่แตกแขนงออกมาจากท่อน้ำท่ออาหารของลำต้นหรือกิ่งเรียกท่อน้ำท่ออาหารที่พบในก้านใบและใบนี้ว่า บรานช์ เทรซ (Branch trace) การแตกแขนงออกไปเช่นนี้ ทำให้ท่อน้ำท่ออาหารของลำต้นตรงบริเวณที่แตกแขนงเกิดการขาดออกจากกัน บริเวณนี้เรียกว่า "ลีฟ แกพ (Leaf gap)" ซึ่งประกอบด้วยพาเรนไคมาในทำนองเดียวกันลักษณะท่อน้ำท่ออาหารของกิ่งหรือตาที่แยกออกมาจากลำต้นก็จะเป็นแบบเดียวกัน และมีชื่อเรียกว่า "บรานช์ เทรซ (Branch trace)" "บรานช์ แกพ (Branch gap)" และ "บัด เทรซ (Bud trace)" "บัด แกพ (Bud gap)" ตามลำดับ (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 113)

การร่วงของใบ (Leaf abscission) เมื่อใบแก่หรือถึงฤดูที่แห้งแล้งมากใบไม้จะป้องกันการระเหยของน้ำของลำต้นได้โดยใบแก่จะร่วง ซึ่งตรงบริเวณโคนก้านใบหรือใกล้ ๆ กับโคนก้านใบจะแบ่งเซลล์เพิ่มอย่างรวดเร็วได้ชั้นเซลล์ที่เรียกว่า "ชั้นแอบซิสชัน (Abcission layer)" มีส่วนที่อยู่ติดกับลำต้นเป็น ชั้นเซลล์ป้องกัน (Protective layer) และส่วนที่อยู่ระหว่างกลำต้นเป็นชั้นซีแพเรชัน (Separation layer) เซลล์ในชั้นนี้เป็นพาเรงไคมาเล็ก ๆ และกลุ่มท่อลำเลียงของก้านใบไม่มีไฟเบอร์ทำให้บอบบาง ต่อมาชั้นซีแพเรชันจะแยกจากกัน โดยบริเวณช่องว่างระหว่างเซลล์จะมีสารเมือกเกิดขึ้นหรือบางครั้งจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้ผนังเซลล์หรือเซลล์ชั้นซี-แพเรชันละลายไปและใบจะร่วงลงมา สำหรับการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนั้นส่วนมากเกี่ยวข้องกับสารแคลเซียมเพกเทต (Calcium pectate) ซึ่งไม่ละลายน้ำเปลี่ยนเป็นกรดเพกทิก (Pectic acid) ในที่สุดเป็นเพกทินซึ่งละลายน้ำผนังเซลล์ก็จะละลายมีผลทำให้ใบร่วง เมื่อใบร่วงแล้วชั้นเซลล์ป้องกันซึ่งติดกับลำต้นจะสร้างสารลิกนิน ซูเบอริน มาสะสมที่ผนังเซลล์เพื่อป้องกันเชื้อโรค มิให้รอยแผลเป็นจากการร่วงของใบเป็นอันตราย (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 92)

ดอก (Flower) เป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก (Angiosperm) เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งทั้งกิ่งแต่มีขอบเขตของการเจริญจำกัด กล่าวคือเมื่อมีส่วนต่าง ๆ ของดอกเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วการเจริญตรงส่วนปลาย (Apical growth) ยุติลง ดอกเกิดจากตาดอก (Floral bud) หรือตาผสม (Mixed bud) ซึ่งเป็น apical meristem โดยเปลี่ยนจาก vegetative meristem ไปเป็น reproductive meristem เนื่องจากปัจจัยทางสรีรวิทยา เช่น ช่วงเวลาที่ได้แสง (Photoperiod) อุณหภูมิต่ำ ๆ หรือฮอร์โมนพืช ขั้นแรกของการเจริญเริ่มจากจุดกำเนิดของดอก (Floral primordium) มักมีลักษณะโค้งนูน โดยมี bract หรือเกล็ดหุ้มตา (bud scale) ห่อหุ้มป้องกันอันตราย ต่อมาเซลล์แบ่งตัวมากขึ้นเกิด initial cell บริเวณไหล่ทั้งสองข้างของ central primordium มีการแปรสภาพ (differentiation) ก่อตัวเป็นจุดกำเนิดของกลีบเลี้ยงและเจริญเป็นกลีบเลี้ยง (sepal) หลังจากนั้นจะเจริญเป็นส่วนของกลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) ตามลำดับ (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 47) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. กลีบเลี้ยง (Sepal) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากใบอยู่ด้านนอกสุดของดอกมีสีเขียว แต่พืชบางชนิดอาจมีสีอื่น ๆ เพื่อช่วยล่อแมลงมาผสมเกสร กลีบเลี้ยงจะเรียงกันเป็นวงรอบดอกเรียกว่า วงกลีบเลี้ยง (Calyx)

2. กลีบดอก (Petal) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไปด้านในเป็นวงที่สอง เรียกว่า วงกลีบดอก (Corolla) กลีบดอกจะมีกลิ่นหอมและมีสีสันต่าง ๆ มากมายเป็นอวัยวะจะช่วยล่อแมลง กลีบดอกจะเรียงกันเป็นวงรอบ เรียกว่า กลีบรวม (Tepal) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 116 - 117)

ลักษณะภายในของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะคล้ายคลึงกับใบ ซึ่งประกอบด้วย อิพิเดอร์มีส (Epidermis) อยู่ชั้นนอกสุด บริเวณที่ถัดเข้ามาด้านในจะเป็นชั้นของกราวน์พาเรนไคมา (Ground parenchyma) และกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร (Vascular bundle) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 130)

3. เกสรตัวผู้ (Stamen) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปด้านในจัดเป็นวงที่ 3 เรียกว่า “androecium” ทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ แต่ถ้าเกสรผู้เป็นหมันเรียกว่า “สตามิโนด (Staminode)” เกสรตัวผู้แต่ละอันประกอบด้วยดังนี้

- ก้านชูเกสรตัวผู้ (Filament) ลักษณะคล้ายใบ มีเส้นใบ 1 เส้น ลักษณะภายในประกอบด้วยดังนี้ คือ อิพิเดอร์มีสอยู่นอกสุด ซึ่งมักมีสารคิวตินฉาบอยู่และมักพบไตรโคมหรือปากใบ ทั้งในก้านชูเกสรตัวผู้และ อับเรณูอาจมีปากใบได้ ส่วนกลุ่มท่อลำเลียงจะเกิดตลอดตามยาวของก้านชูเกสรตัวผู้ และสิ้นสุดลงที่ส่วนล่างอับเรณูหรือตรงเนื้อเยื่อที่เป็นรอยต่อกึ่งกลางระหว่างอับเรณูที่แยกเป็นสองส่วน กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารของพืชใบเดี่ยวเป็นแบบคอลเลทเทอ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอลบันเดิล (Collateral bundle) พืชใบเลี้ยงคู่เป็นแบบแอมพิคริบอลบันเดิล (Ampicribal bundle)

- อับเรณู (Anther) ซึ่งมีลักษณะ 2 พูติดกันภายในแบ่งเป็นถุงขนาดเล็ก 4 ถุง เรียกว่า "ถุงเรณู (Pollen sac)" ภายในถุงเหล่านี้บรรจุด้วยละอองเรณู (Pollen grain) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 119-131)

การเจริญของละอองเรณูเริ่มจาก pollen mother cell แบ่งตัวแบบ meiosis ขั้นแรกได้ 2 เซลล์ (Dyad) และขั้นที่ 2 ได้ 4 เซลล์ (Tetrad) ต่อมาจะแยกออกจากกันกลายเป็น Microspore ต่อมาก็แบ่งตัวแบบ mitosis กลายเป็น pollen grain ถ้าละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียก็จะงอกเป็น pollen tube แทงลงไปในเนื้อของยอดและก้านเกสรตัวเมีย

- ละอองเรณู (Pollen grain) ประกอบด้วยผนังเซลล์เรียกว่า Sporoderm ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้นคือ ชั้นนอก เรียกว่าExine ชั้นในเรียกว่า Intine สำหรับนิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ 2 อัน ก็มีชื่อเรียกว่า Generative nucleus อันหนึ่ง และ Tube nucleus อีกอันหนึ่ง Generative nucleus มีลักษณะต่างกับ Tube nucleus อยู่อย่างหนึ่ง คือ มีไซโตปลาสซึมข้น ๆ มาห้อมล้อมทำให้ดูคล้ายเป็นเซลล์หนึ่งบางทีจึงเรียกว่า Generative cell ด้วยก็ได้

Pollen tube จะงอกหลังจากตกลงบนยอดเกสรตัวเมียโดยมี Tube nucleus นำหน้า ต่อมา generative nucleus จะแบ่งตัวแบบ (Mitosis) อีกครั้งหนึ่ง Sperm nucleus 2 อัน ละอองเรณูตอนที่งอก pollen tube แล้วมีนิวเคลียส 3 อันคือ Sperm nucleus 2 อันและ Tube nucleus 1 อันนี้เรียกว่า Mature microgametophyte (เชาว์ ชิโนรักษ์และพรรณี ชิโนรักษ์, 2539 : 245 - 246)

เนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของอับเรณู คือ epidermis ใต้ลงไปเรียกว่า endothecium มักเป็นพวกที่มีผนังเซลล์ชั้นที่ 2 หนาและช่วยให้บริเวณที่มีผนังบางที่เรียกว่า stomium หดตัวและแตกออกชั้นในสุดคือ tapetum เป็นชั้นที่มีอาหารเก็บสะสมไว้ให้ละอองเรณู มักประกอบด้วยเซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส ผนังเซลล์ระหว่าง endothecium และ tapetum จะแตกออก ทำให้ละอองหลุดออกมาได้เองเมื่อถึงเวลา โดยออกมาทาง stomium (เทียมใจ คมกฤส, 2539 : 190)

4. เกสรตัวเมีย (Pistil) เป็นส่วนของดอกที่อยู่วงในสุดเรียกว่า gynoecium เปลี่ยนสภาพมาจากใบเพื่อทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) ก้านชูเกสรตัวเมีย (Style) และยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) ภายในโอวุล (Ovule) จะมีไข่ (Egg) ซึ่งเมื่อผสมกับสเปิร์มแล้วจะได้ไซโกต (Zygote) ต่อมาเจริญเป็นเอมบริโอ (Embryo) ส่วนของออวุลจะเจริญเป็นเมล็ดห่อหุ้มเอมบริโอไว้ โอวุลจะติดกับผนังของรังไข่ด้วยสายเล็ก ๆ เรียกว่า ฟันนิคูลัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Funiculus) รังไข่ที่มีฟันนิคูลัสมาเกาะมักจะพองโตออกมาเล็กน้อย เรียกว่า พลาเซนตา (Placenta) (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 98)

ลักษณะภายในของเกสรตัวเมียประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้คือ อิพิเดอร์มีส อยู่ชั้นนอกสุดมีสารคิวติน ฉาบอาจมีปากใบอยู่ด้วย ส่วนที่ยอดเกสรจะอยู่ในลักษณะเป็นต่อมเหมือนกับต่อมน้ำหวาน เพื่อทำหน้าที่ผลิตสารเมือกเหนียว ๆ สติกมาติค ทิชชู เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในจากเนื้อเยื่อบริเวณยอดเกสร ส่วนภายในรังไข่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยพาเรนไคมาและกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร ประกอบด้วย 3 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งอยู่ตรงกลาง (Sorsal) และอีก 2 กลุ่มอยู่สองข้าง (Ventral) (กาญจนา สาลีติ๊ด , 2532 : 131)

ผล (Fruit) คือ รังไข่ที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว โดยส่วนของโอวุลจะเปลี่ยนตามมาเป็นเมล็ดและอยู่ภายในผล บางครั้งอาจมีส่วนอื่น ๆ ของดอกเจริญตามมาด้วย เช่น กลีบเลี้ยงหรือฐานรองดอกจัดเป็นผลแท้จริง (True fruit) แต่บางชนิดไม่ได้ผสมเกสรและไม่มีเมล็ดเรียกว่า Parthenocarpic fruit

โครงสร้างของผลประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. เปลือก (Pericarp) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากผนังรังไข่ อาจแยกเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้

   1.1 เปลือกชั้นนอก (Exocarp) คือ ส่วนผิวของผลมักมีลักษณะเรียบเป็นมันและเหนียว เปลือกชั้นกลาง

   1.2 (Mesocarp) ส่วนนี้อาจหนาหรือบางแล้วแต่ชนิดของผลไม้ส่วนมาก ชั้นนี้อาจมีลักษณะอ่อนนุ่ม ใช้กินได้แต่บางชนิดอาจเป็นเส้นใย

   1.3 เปลือกชั้นใน (Endocarp) เป็นส่วนที่อยู่ในสุดซึ่งลักษณะผลบางชนิดนุ่มกินได้บางส่วนและบางชนิดแข็ง (กาญจนา สาลีติ๊ด , 2532. 132)

2. เมล็ด (Seed) คือ ส่วนของโอวุลที่เจริญเต็มที่แล้วภายหลังการผสมพันธุ์ ชนิดของผลโดยทั่วไปจำแนกผลไม้ออกเป็นชนิดต่างๆได้ดังนี้ (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 :112 - 116)

1. ผลเดี่ยว (Simple Fruit) คือ ผลที่เกิดจากเกสรตัวเมียหนึ่งอันของดอก ๆ เดี่ยวซึ่งอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อก็ได้จำแนกออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะของรังไข่ดังนี้

   1.1 ผลแบบสด (Fleshy Fruit) เป็นผลเดี่ยวซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่หรือสุกแล้วมีเนื้อสด เช่น มะละกอ มะม่วง มะปราง ฟักแฟงและแตงกวา

   1.2 ผลแบบแห้ง (Dry Fruit) เป็นผลเดี่ยว ซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่หรือสุกแล้วผลจะแห้ง เช่น ถั่ว ทุเรียนและแค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลกลุ่ม (Aggregate Fruit) เป็นผลที่เกิดจากดอกหนึ่งดอกมีเกสรตัวเมียหลายอันและอยู่บนฐานรองดอกอันเดียวกัน รังไข่ของแต่ละรังจะเจริญไปเป็นผลย่อย ๆ หนึ่งผล เช่น นมแมว ผลสตอรเบอร์รี่และกระดังงา

3. ผลรวม (Multiple Fruit) เป็นผลที่เกิดจากหลายดอกของดอกช่อ เกิดแล้วติดกันเป็นผลเดียว เช่น มะเดื่อ ขนุน สาเก สับปะรด ยอและหม่อน

โครงสร้างภายในของผลบางชนิด เช่น

1. ผลแห้งประเภทเลกุม เช่น ถั่ว เปลือกชั้นนอก (Exocarp) ประกอบด้วยอิพิเดอร์มีสด้านนอก (Out epidermis) และไฮโปเดอร์มีส (Hypodermis) เนื้อเยื่อทั้งสองชนิดนี้ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังหนา ส่วนเปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อ พาเรนไคมา และเปลือกชั้นใน (Endocarp) ประกอบด้วย สเคลอเรนไคมาและอิพิเดอร์มีสด้านในอีกหลายชั้น

2. ผลแห้งประเภทแคปซูล เช่น ป่าน เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยสเคลอเรนไคมาเปลือกชั้นกลางและเปลือกชั้นในประกอบด้วยพาเรนไคมา เปลือกชั้นในประกอบด้วยสเคลอเรน-ไคมา

3. ผลแห้งประเภทซิลิค เช่น ยาสูบ เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางประกอบด้วยพาเรนไคมาเปลือกชั้นในประกอบด้วยสเคอเรนไคมา

4. ผลแบบคาร์ออฟซิส (Caryopsis) เช่น ข้าวสาลี ผลประเภทนี้เปลือกจะเชื่อมติดกันแน่นกับเปลือกเมล็ด ลักษณะของเปลือกชั้นนอกประกอบด้วยอิพิเดอร์มีสด้านนอกและไฮโปเดอร์มีส เปลือกชั้นกลาง ประกอบด้วยพาเรนไคมา และเปลือกชั้นใน ประกอบด้วย ครอส เซลล์ (Cross cell) และ ทิวบ์ เซลล์ (Tube cell) ทั้งสองชนิดเป็นเซลล์ผนังหนาและ tube cell จะทำหน้าที่เป็นอิพิเดอร์มีสด้านใน (กาญจนา สาลีติ๊ด , 2532 : 136-137)

เมล็ด (Seed) เมล็ดเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโอวุล ภายหลังเกิดการปฏิสนธิโดยเกาะติดกับรก (Placenta) ด้วยสายยึด (Funiculus) อยู่ภายในผนังรังไข่หรือเนื้อของผลใน (Endocarp) เมล็ดประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เปลี่ยนแปลงมาจากเปลือกหุ้มโอวุล (Integument) ปกติมี 2 ชั้น ชั้นนอก (Outer integument) เปลี่ยนเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกเรียกว่า testa มักแข็ง เหนียว มีสีสันต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก sclereid แต่ในเงาะเปลือกหุ้มชั้นนี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเงาะ ชั้นใน (Inner integument) เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นในเรียกว่า tegmen ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ แต่ในลองกองเนื้อเยื่อของ inner integument นี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อสะสมอาหารพวกแป้ง ทำหน้าที่เป็นอาหารสะสมในเมล็ดแทนเอนโดสเปิร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เอมบริโอ (Embryo) เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับไข่ (Egg) ซึ่งอยู่ภายในโอวุล เจริญเป็นไซโกต (Zygote) และเอมบริโอในเวลาต่อมา เอมบริโอประกอบด้วย

2.1 ใบเลี้ยง (Cotyledon) ในพืชใบเลี้ยงคู่จะมี 2 ใบ ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมี 1 ใบ ลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆ เรียกว่า "scutellum" พวกจิมโนสเปิร์มมีหลายใบ ใบเลี้ยงทำหน้าที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนและช่วยป้องกันยอดอ่อนขณะงอกจากเมล็ด (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 521)

2.2 ต้นอ่อน (Caulicle) ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อย คือ ยอดอ่อน (Plumule) ลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง (Epicotyl) ลำต้นที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) และรากอ่อน (Radicle) ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีเนื้อเยื่อปกคลุมปลายยอดอีกชั้นหนึ่งเรียกว่า "coleoptile" และที่ปลายรากเรียกว่า "coleorhiza" (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 139)

3. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เกิดจากการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับ polar nuclei ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n) ผสมแล้วได้เอนโดสเปิร์มมีโครโซม 3 ชุด (3n) เป็นที่สะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สำหรับเลี้ยงต้นอ่อน ในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นไม่ชัดเจนหรือลดรูปไปเพราะใบเลี้ยงทั้งสองได้ดูดอาหารไปสะสมไว้แทน ทำให้ใบเลี้ยงมีขนาดใหญ่ อวบอ้วน ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจน และมักใช้รับประทานได้ เช่น ส่วนของเนื้อและน้ำมะพร้าว (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 54)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 คำบรรยายประกอบแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

วิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช จำนวน 51 ภาพ เวลา 250 นาที

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
1	นำเรื่องปัญหาพิเศษ	แผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช จัดทำโดย นายวัฒนชัย สองศรียนต์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา
2	ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก	ส่วนต่าง ๆ ของพืช (Plant body) สามารถแบ่งได้เป็น Vegetative organs ได้แก่ ราก ลำต้นและใบและ Reproductive organs ได้แก่ ดอก ผลและเมล็ด ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวเป็นอวัยวะที่สำคัญของพืช
3	แสดงโครงสร้างภายนอกของราก	**ราก (Root)** คือ ส่วนที่เกิดจากแรดิเคิล (Radicle) ซึ่งอยู่ด้านล่างของไฮโปคอทิล (Hypocotyl) ของต้นอ่อน (Embryo) รากที่งอกจากเมล็ดเรียกว่า ไพรมารี รูท (Primary root) ซึ่งสามารถแตกกิ่งก้านสาขาเป็น เซกันดารี รูท (Secondary root) ต่อ ๆ กันไป นอกจากนั้นยังมีรากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่เกิดจากข้อของลำต้น เช่น รากของกิ่งตอน ราก มีหน้าที่หลักในการดูดน้ำและเกลือแร่ต่าง ๆ ที่เป็นสารละลายในดินและทำหน้าค้ำจุนลำต้น นอกจากนี้อาจทำหน้าที่พิเศษอื่น ๆ เช่น ยึดเกาะและสะสมอาหาร
4	แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของรากจากส่วนปลายรากเมื่อตัดตามยาว	การเจริญเติบโตของปลายราก (Root tip) เป็นบริเวณที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิ เมื่อตัดตามยาวจะแบ่งออกเป็นเขตต่าง ๆ ดังนี้ 1. หมวกราก (Root cap) เป็นบริเวณที่เซลล์เรียงตัวอยู่หลวม ๆ อายุสั้น แต่มีการสร้างเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		ช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ปลายรากขณะแทงลงดิน 2. เซลล์แบ่งตัว (Region of cell division) หรือเป็นเขตเนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic region) อยู่ถัดหมวกรากขึ้นมาก เซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซิส (Mitosis) เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์ โดยเซลล์ตรงปลายบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นเซลล์หมวกราก 3. เขตเซลล์ยืดตัว (Region of cell elongation) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ได้จากเขตการแบ่งตัว มีการยืดตัวของเซลล์ออกทางด้านยาว บริเวณนี้ต่อไปจะเป็นจุดที่เซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของ primary meristem ได้แก่ protoderm เจริญเป็น epidermis procambium เจริญเป็น xylem และ phloem ground meristem เจริญเป็นชั้น cortex และ pith 4. เขตรากขนอ่อน (Region of root hair) อยู่ถัดจากเขตเซลล์ยืดตัวขึ้นมากเล็กน้อย เกิดจาก epidermis เปลี่ยนเป็นรากขนอ่อนเพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำ ส่วนเนื้อเยื่อชั้นในเริ่มมีการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อของส่วนต่าง ๆ
5	แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่เมื่อตัดตามขวาง	เขตเนื้อเยื่อขั้นแรก (Region of primary tissue) ซึ่งอยู่ถัดจากเขตรากขนอ่อนขึ้นมาเล็กน้อย บางครั้งอาจเป็นอาจเป็นอาณาเขตเดียวกับเขตรากขนอ่อน เป็นบริเวณที่เซลล์เจริญเต็มที่ (Mature) และเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวร เมื่อตัดตามขวางจะพบเนื้อเยื่อที่แบ่งออกเป็นชั้น ๆ ดังนี้ 1. Epidermis 2. Cortex 3. Endodermis 4. Stele
6	แสดงลักษณะของขนราก	1. Epidermis เป็นเซลล์ที่เรียงตัวอยู่ชั้นนอกสุดมีแถวเดียวอาจเปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน (Root hair)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
7	แสดงลักษณะคอร์เทกซ์ของภายในราก	2. Cortex อยู่ถัดจากชั้น epidermis เข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma เป็นส่วนใหญ่ ผนังเซลล์บาง ช่วยสะสมอาหาร อาณาเขตของ cortex ในรากจะกว้างกว่าในลำต้น
8	แสดงลักษณะของเอนโดเดอร์มีสภายในราก	3. Endodermis อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของ cortex มีแถวเดียวเกิดต่อเป็นวงรอบของราก ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัด เซลล์ผนังหนาสามด้าน ด้านติด cortex ผนังจะบางบนผนังเซลล์มีสารซูเบอรินหรือลิกนินสะสมเป็นแถบคาดรอบเซลล์ เรียกแถบนี้ ว่า casparian strip ทำให้น้ำที่รากขนอ่อนดูดเข้ามาไม่สามารถผ่านชั้นนี้ได้ แต่จะเข้าได้ โดยผ่านเซลล์ที่เรียกว่า passage cell ซึ่งเป็นเซลล์ของชั้น endodermis ที่มีผนังบางอยู่ตรงปลายแฉกของ xylem
9	แสดงลักษณะของสตีลภายในราก	4. Stele เป็นอาณาเขตที่อยู่ถัดชั้น endodermis เข้าไปจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังนี้ 4.1 Pericycle 4.2 Vascular bundle 4.3 Pith
10	แสดงลักษณะภายในของเพอริไซเคิล	4.1 Pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก ๆ 1 - 2 แถว ที่อยู่ติดชั้น endodermis เข้าไปเป็นจุดกำเนิดของรากแขนง lateral root ซึ่งการเจริญของรากแขนงแบบนี้เรียกว่า endogenous branching
11	แสดงลักษณะ vascaular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่	4.2 Vascular bundle ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลางเรียงเป็นแฉก (Arch) ปลายแฉกเป็นเซลล์ขนาดเล็กเรียกว่า protoxylem ซึ่งเกิดขึ้นก่อน ด้านในเป็น metaxylem แฉกลักษณะนี้เรียกว่า exarch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		-รากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนน้อยประมาณ 4-6 แฉก และจะมี vascular cambium กั้นระหว่าง xylem กับ phloem
12	แสดงลักษณะ Vascaular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	- รากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักจะมีจำนวนแฉกมาก phloem อยู่ระหว่างแฉก
13	แสดงลักษณะของพิธภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	4.3 Pith เป็นอาณาเขตตรงกลางรากในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจนเป็นเนื้อเยื่อ parenchyma
14		เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่ vascular cambium แบ่งตัวเกิด secondary xylem จำนวนมากขยายอาณาเขตติดต่อเป็นวงโดยรอบเป็นแกนกลางของราก ซึ่งจะแข็งคล้ายเนื้อไม้ในลำต้น ชั้น cortex ถูก xylem ที่สร้างใหม่เบียดสลายไป ส่วน pericycle ทำหน้าที่คล้าย cork cambium ทำให้เกิดชั้น periderm ขึ้นในราก
15	แสดงลักษณะภายนอกของลำต้น	**ลำต้น (Stem)** คือ ส่วนที่เกิดจากการเจริญของส่วนอิพิคอททิล (Epicotyl) ของต้นอ่อน เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยงและมีเจริญเติบโตขึ้นเหนือดินเมื่อเมล็ดงอกและส่วนที่เรียกว่า “shoot system” จะมีข้อ (Node) ปล้อง (Internode) และตา (Bud) ลำต้นมีหน้าที่เป็นแกนสำหรับช่วยพยุง (Supporting) ของกิ่งก้านสาขา ใบและดอกให้ได้แสงแดดเพื่อใบจะได้สร้างอาหารและเป็นตัวกลางสำหรับการลำเลียง (Conduction) นำเกลือแร่และอาหารส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
16	แสดงลักษณะของ Epidermis Cortex และ Endodermis ภายในลำต้นของต้นหมอน้อย	ลักษณะโครงสร้างภายในลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์มมี 2 ระยะตามการเจริญเติบโตคือ ระยะการเจริญขั้นแรก (Primary growth) และการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth) การเจริญขั้นแรกเมื่อตัดลำต้นตามขวางจะแบ่งเนื้อเยื่อออกเป็นชั้นต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด ปกติเรียงเป็นแถวเดียว และอาจเปลี่ยนเป็นขนหรือปากใบ พืชที่ขึ้นในสภาพแห้งแล้งผิวด้านนอกจะมีสารคิวตินฉาบหนา 2. Cortex มีอาณาเขตแคบกว่าชั้น stele ซึ่งตรงข้ามกับในรากส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ชั้นนอกที่ติดกับ epidermis 2 - 3 แถวเป็นพวก collenchyma และมีเนื้อเยื่อ sclerenchyma แทรกอยู่ได้ทั่วไปในลำต้นอายุน้อย ๆ เซลล์ชั้น cortex ใกล้ ๆ epidermis จะมีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย 3. Endodermis และ Pericycle ตามปกติชั้น endodermis อยู่ถัดชั้นในสุด cortex เข้าไปแต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มีเช่นเดียวกับชั้น pericycle ซึ่งต่างจากรากในรากที่เห็นได้ชัด
17	แสดงลักษณะของ Vascular bundle จากภาพตัดตามขวางของลำต้น Helianthus	4. Vascular bundle คือ กลุ่มท่อลำเลียงประกอบด้วย primary xylem อยู่ด้านในและ primary phloem อยู่ด้านนอกเรียงตัวในรัศมีเดียวกัน โดยมี fascicular cambium กั้นอยู่ ส่วนเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างกลุ่มท่อลำเลียงแต่ละกลุ่มเรียกว่า interfascicular region เดิมเป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ต่อมาเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อเจริญ เรียกว่า interfascicular cambium โดยจะสร้างกลุ่มท่อลำเลียงใหม่ขึ้นมาจนเชื่อมต่อกับกลุ่มเดิมทำให้เกิดในท่อ xylem และ phloem รอบวงต้น cambium จะต่อเป็นแนวเดียวกันเรียกว่า vascular cambium กลุ่มเนื้อเยื่อของ primary xylem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กซึ่งเป็น protoxylem จะอยู่ด้านในใกล้ชั้นของ pith ส่วน metaxylem อยู่ด้านนอกใกล้ phloem เรียกการเรียงตัวแบบนี้ว่า endarch ตรงข้ามกับในราก 5. Pith อยู่ชั้นในสุดประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก parenchyma สะสมแป้งหรือสารต่าง ๆ เช่น ผลึกแทนนิน
18	แสดงการสร้าง วาสคิวลาร์ แคมเบียม	การเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth) ของพืชใบเลี้ยงคู่เกิดจากการเจริญเติบโตเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อที่ได้มาจากการแบ่งตัวของ vascular cambium และ cork cambium ดังต่อไปนี้คือ 1. vascular cambium จะมีลักษณะเป็นแถบติดต่อกันรอบลำต้น โดยส่วนหนึ่งเกิดจาก procambium ภายในกลุ่มท่ออาหารอีกส่วนหนึ่งเกิดจากฟาสคิวลาร์และอินเตอร์ฟาสคิวลาร์ พาเรนไคมา วาสคิวลาร์ แคมเบียม ที่เกิดขึ้นจะแบ่งตัวให้เนื้อเยื่อด้านนอกเป็น เซกันดารี่ โฟลเอม และให้เนื้อเยื่อด้านในเป็นเซกันดารี่ ไซเลมเช่นเดียวกับราก จะทำให้ลำต้นมีขนาดใหญ่เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ขณะที่กำลังเกิดการแบ่งตัวให้เนื้อเยื่อขั้นที่สองนี้ ไพรมารี่โฟลเอมซึ่งอยู่ด้านนอกจะถูกเซกันดารี่ โฟลเอมดันออกไปข้างนอกและจะหยุดทำหน้าที่ลำเลียงอาหาร ในพืชใบเลี้ยงคู่หลายชนิดจะมีโฟลเอมไฟเบอร์เกิดขึ้นขณะที่เซลล์อื่น ๆ ที่มีผนังบางจะถูกเบียดจนเสียรูปทรงและสลายไป
19	แสดงลักษณะของ Cork cambium ตามขวางของลำต้น	2. Cork cambium เกิดขึ้นจากการแปรสภาพของ parenchyma หรือ collenchyma ใน cortex ใต้ epidermis รอบลำต้น cork cambium เป็น secondary meristem จะมีการแบ่งตัวตลอดเวลา ซึ่ง cork ทางด้านนอกอายุสั้นจะตายลงอย่างรวดเร็ว เมื่อเกิดมาก ๆ เข้าก็จะ ดัน epidermis ให้หลุดร่วงไป ลำต้นจึงมี cork มาหุ้มแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
20	แสดงลักษณะภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว	การเจริญเติบโตของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเมื่อตัดตามขวางมีส่วนประกอบดังนี้ 1. Cortex จะมีเพียง 1- 2 ชั้นเท่านั้นแต่ส่วนใหญ่แล้วจะเห็นบริเวณของคอร์เทกซ์นี้ไม่ชัดเจน 2. Stele ประกอบด้วยกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารที่อยู่กระจัดกระจายภายในลำต้นไม่เรียงเป็นวง ซึ่งกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารนี้จะอยู่กันหนาแน่นบริเวณที่ใกล้กับอิพิเดอร์มีสถัดเข้าไปจะมีน้อยลง และสตีลประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาที่เรียกว่า กราวน์ พาเรนไคมา
21	แสดงลักษณะกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)	3. Vascular bundle เป็นแบบ closed vascular bundle ดังนั้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจึงไม่มีการเจริญเติบโตขั้นที่สอง ยกเว้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิดลำต้นอ้วนขึ้น ได้จากการแบ่งตัวและขยายตัวของ กราวน์พาเรนไคมา เรียกการเจริญแบบนี้ว่า ดิฟฟิวส์เซกันดารี่ โกรท (Diffuse secondary growth) บางชนิดอาจสร้างแคมเบียมพิเศษซึ่งเกิดมาจากเซลล์เยื่อเจริญในการเจริญขั้นแรก และจะเกิดในพาเรนไคมาทางด้านนอกของกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารพวกแรกและแบ่งตัวเป็นกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารใหม่ด้านในซึ่งอาจเป็นแบบคอลเลทเทอรอลหรือแอมฟิวาซอลก็ได้
22	แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายในของลำต้นพืชเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด) กับพืชใบเลี้ยงคู่ (ทานตะวัน)	การเปรียบเทียบลักษณะภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวกับพืชใบเลี้ยงคู่ สำหรับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญขั้นที่สอง อาณาเขตของชั้น cortex แบ่งได้ไม่เด่นชัดระหว่าง xylem กับ phloem ไม่มีแคมเบียมคั่นกลางกลุ่มท่อลำเลียงอยู่กระจัดกระจายทั่วลำต้น ส่วนลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่จะมีการเจริญขั้นที่สองอาณาเขตของชั้น cortex แบ่งได้ชัดเจน ระหว่าง xylem กับ phloem จะมีแคมเบียมคั่นกลางกลุ่มท่อลำเลียงจะเรียงตัวในแนวรัศมีเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
23	แสดงโครงสร้างภายนอกของใบ	**ใบ (Leaf)** เป็นส่วนของพืชที่ยื่นออกมาทางด้านข้างของกิ่งและลำต้น มีหน้าที่หลักในการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis) การหายใจ (Respiration) การคายน้ำ (Transpiration) และหน้าที่อื่น ๆ เช่น แพร่พันธุ์ ช่วยยึดลำต้น สะสมอาหารและน้ำ ส่วนของใบประกอบด้วยก้านใบ (Petiole) แผ่นใบ (Blade) และหูใบ (Stipule) ซึ่งหูใบพืชบางชนิดอาจจะไม่มี
24	แสดงโครงสร้างภายในของใบเมื่อตัดใบตามขวาง	เมื่อตัดใบตามขวางลักษณะโครงสร้างภายในของใบประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ คือ 1. Epidermis 2. Mesophyll 3. Vascular bundle
25	แสดงลักษณะภายในของปากใบ	1. Epidermis หรือเรียกว่า ผิวใบ เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกปกคลุมส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ภายในปกติหนาเพียงชั้นเดียว ผนังด้านนอกมีสารคิวตินฉาบ ชั้นของคิวตินนี้เรียกว่า คิวติเคิล (Cuticle) ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ epidermis มีอยู่ทั้งสองด้านของแผ่นใบ ผิวใบด้านบนเรียกว่า upper epidermis และ ผิวใบด้านล่าง lower epidermis ตามลำดับ นอกจากเนื้อเยื่อเซลล์คุม (Guard cell) รูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วประกบกันเกิดเป็นปากใบ (Stomata) ปากใบส่วนใหญ่มีมากทางผิวใบด้านล่าง ถ้ามีด้านล่างเพียงด้านเดียวเรียกใบแบบนี้ว่า hypostomatic leaf แต่ถ้ามีปากใบอยู่เฉพาะผิวใบด้านบนเรียกว่า epistomatic leaf และใบที่มีปากใบทั้งสองด้านของผิวใบเรียกว่า amphistomatic leaf นอกจากนี้ถ้าปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ชั้น epidermis เรียกว่า sunken stomata ถ้าปากใบอยู่สูงกว่าระดับเซลล์ชั้น epidermis เรียกว่า raised stomata ส่วนปากใบที่อยู่ระดับเสมอ epidermis เรียกว่า typical stomata

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
26	แสดงลักษณะภายในของเนื้อใบ	2. Mesophyll หรือที่เรียกว่า เนื้อใบ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างชั้น epidermis ทั้งสองด้าน ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ 2.1 Palisade parenchyma เป็นเซลล์รูปร่างยาว เรียงตั้งฉากกับชั้น epidermis ภายในมีเม็ดคลอโรพลาสต์มาก จึงมีบทบาทในการสังเคราะห์แสงส่วนใหญ่ palisade parenchyma อยู่ทางผิวใบด้านบนอาจมีแถวเดียวหรือหลายแถว ถ้ามีด้านบนด้านเดียวเรียกว่า bifacial leaf หรือ dorsiventral leaf ส่วนด้านล่างจะเป็นพวก spongy parenchyma ในพืชบางชนิดมีชั้น palisade parenchyma อยู่ทั้งสองด้านเรียกว่า unifacial leaf 2.2 Spongy parenchyma เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma รูปร่างกลม เรียงตัวอยู่อย่างหลวม ๆ ใต้ชั้น palisade parenchyma มีช่องว่างระหว่าเซลล์มาก โดยเฉพาะในพืชน้ำ spongy parenchyma มีรูปร่างเป็นแฉกมีช่องว่างมากจึงมีพวก sclereid แทรกอยู่ช่วยค้ำจุนโครงสร้างใบ
27	แสดงลักษณะภายในของบันเดิล ชีท	3. Vascular bundle หรือกลุ่มท่อลำเลียงความจริงก็คือเส้นกลางใบ (Mid rib) หรือเส้นใบ (Vein) ประกอบด้วย xylem อยู่ด้านในหรือตอนบนส่วน phloem ล้อมอยู่รอบนอกหรือส่วนล่างและอาจจะมีพวก parenchyma ที่สะสมแป้งหรือเป็นพวก sclerenchyma ล้อมรอบ vascular bundle เรียกว่า bundle sheath
28	เปรียบเทียบลักษณะภายในของใบพืชใบเลี้ยงคู่กับใบเลี้ยงเดี่ยว	การเปรียบเทียบลักษณะภายในของใบพืชใบเลี้ยงคู่กับใบเลี้ยงเดี่ยว พืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีปากใบทั้งบนผิวใบด้านล่างและด้านบน ชั้น mesophyll ไม่สามารถแยกชั้น palisade และ spongy ได้เด่นชัดเนื่องจากเซลล์มีรูปร่างคล้ายกัน และ vascular bundle นั้น ขนาดของ xylem ใหญ่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		phloem ส่วนใบเลี้ยงคู่จะมีปากใบบนผิวใบด้านล่างชั้น mesophyll สามารถแยกชั้น palisade และ spongy ได้อย่างชัดเจนและ vasacular budle นั้น ขนาดของ xylem และ phloem มีขนาดเท่า ๆ กัน
29		**ดอก (Flower)** คือ ส่วนของกิ่งที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ กิ่งที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นดอกนี้มีลักษณะพิเศษคือปล้องสั้น ข้อไม่มีตา การเจริญเติบโตของกิ่งมีขอบเขตจำกัดกล่าวคือ เมื่อมีส่วนต่าง ๆ ของดอกเกิดแล้ว การเจริญตรงส่วนปลาย (Apical growth) ยุติลง
30	แสดงส่วนประกอบของดอกสมบูรณ์ (Complete flower)	ดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (Sepal) กลีบดอก (Petal) เกสรตัวผู้ (Stamen) และเกสรตัวเมีย (Pistil) ซึ่งดอกที่มีครบทั้ง 4 ส่วนเรียกว่า ดอกสมบูรณ์ (Complete flower) มีรายละเอียดดังนี้ 1. กลีบเลี้ยง (Sepal) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากใบอยู่ด้านนอกสุดของดอกมีสีเขียว แต่พืชบางชนิดอาจมีสีอื่น ๆ เพื่อช่วยล่อแมลงมาผสมเกสร กลีบเลี้ยงจะเรียงกันเป็นวงรอบดอกเรียกว่า วงกลีบเลี้ยง (Calyx) 2. กลีบดอก (Petal) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไปด้านในเป็นวงที่สอง เรียกว่า วงกลีบดอก (Corolla) กลีบดอกจะมีกลิ่นหอมและมีสีสันต่าง ๆ มากมายเป็นอวัยวะจะช่วยล่อแมลง กลีบดอกจะเรียงกันเป็นวงรอบเรียกว่า กลีบรวม (Tepal)
31	แสดงโครงสร้างภายในของกลีบเลี้ยงและกลีบดอก	ลักษณะภายในของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะคล้ายคลึงกับใบ ซึ่งประกอบด้วยอิพิเดอร์มิส (Epidermis) อยู่ชั้นนอกสุด บริเวณที่ถัดเข้ามาด้านในจะเป็นชั้นของกราวน์พาเรนไคมา (Ground parenchyma) และกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร (Vascular bundle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
32	แสดงส่วนประกอบของเกสรตัวผู้และการเจริญของละอองเรณู	3. เกสรตัวผู้ (Stamen) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปด้านในจัดเป็นวงที่ 3 เรียกว่า androecium ทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ แต่ถ้าเกสรผู้เป็นหมันเรียกว่า "สตามิโนด (Staminode)" เกสรตัวผู้แต่ละอันประกอบด้วยดังนี้ - ก้านชูเกสรตัวผู้ (Filament) ลักษณะคล้ายใบ มีเส้นใบ 1 เส้น ลักษณะภายในประกอบด้วยดังนี้ คือ อิพิเดอร์มีสอยู่นอกสุด ซึ่งมักมีสารคิวตินฉาบอยู่และมักพบไตรโคมหรือปากใบ ทั้งในก้านชูเกสรตัวผู้และอับเรณูอาจมีปากใบได้ ส่วนกลุ่มท่อลำเลียงจะเกิดตลอดตามยาวของก้านชูเกสรตัวผู้ และสิ้นสุดลงที่ส่วนล่างอับเรณูหรือตรงเนื้อเยื่อที่เป็นรอยต่อกึ่งกลางระหว่างอับเรณูที่แยกเป็นสองส่วน กลุ่มท่อน้ำท่ออาหารของพืชใบเดี่ยวเป็นแบบคอลเลทเทอรอลบันเดิล (Collateral bundle) พืชใบเลี้ยงคู่เป็นแบบแอมพิคริบอลบันเดิล (Ampicribal bundle) - อับเรณู (Anther) ซึ่งมีลักษณะ 2 พู ภายในแบ่งเป็นถุงขนาดเล็ก 4 ถุงเรียกว่า ถุงเรณู (Pollen sac) ภายในถุงเหล่านี้บรรจุด้วยละอองเรณู (Pollen grain) การเจริญของละอองเรณูเริ่มจาก pollen mother cell แบ่งตัวแบบ meiosis ขั้นแรกได้ 2 เซลล์ (Diad) และขั้นที่ 2 ได้ 4 เซลล์ (Tetrad) ต่อมาจะแยกออกจากกันกลายเป็น Microspore ต่อมาก็แบ่งตัวแบบ mitosis กลายเป็น pollen grain ถ้าละอองเรณูตกลงบนยอดเกสรตัวเมียก็จะงอกเป็น pollen tube แทงลงไปในเนื้อของยอดและก้านเกสรตัวเมีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
33	แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของ Pollen grain และ Mature microgemetophyte	- ละอองเรณู (Pollen grain) ประกอบด้วยผนังเซลล์เรียกว่า Sporoderm ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ 2 ชั้นคือ ชั้นนอก เรียกว่า Exine ชั้นในเรียกว่า Intine สำหรับนิวเคลียสที่เกิดขึ้นใหม่ 2 อัน ก็มีชื่อเรียกว่า Generative nucleus อันหนึ่ง และ Tube nucleus อีกอันหนึ่ง Generative nucleus มีลักษณะต่างกับ Tube nucleus อยู่อย่างหนึ่ง คือ มีไซโตปลาสซึมข้น ๆ มาห้อมล้อมทำให้ดูคล้ายเป็นเซลล์หนึ่งบางทีจึงเรียกว่า Generative cell ด้วยก็ได้ Pollen tube จะงอกหลังจากตกลงบนยอดเกสรตัวเมียโดยมี Tube nucleus นำหน้า ต่อมา generative nucleus จะแบ่งตัวแบบ (Mitosis) อีกครั้งหนึ่ง Sperm nucleus 2 อัน ละอองเรณูตอนที่งอก pollen tube แล้วมีนิวเคลียส 3 อันคือ Sperm nucleus 2 อันและ Tube nucleus 1 อัน นี้เรียกว่า Mature microgametophyte
34	แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของอับเรณู	เนื้อเยื่อชั้นนอกสุดของอับเรณู คือ epidermis ใต้ลงไปเรียกว่า endothecium มักเป็นพวกที่มีผนังเซลล์ชั้นที่ 2 หนาและช่วยให้บริเวณที่มีผนังบางที่เรียกว่า stomium หดตัวและแตกออกชั้นในสุดคือ tapetum เป็นชั้นที่มีอาหารเก็บสะสมไว้ให้ละอองเรณู มักประกอบด้วยเซลล์ที่มีหลายนิวเคลียส ผนังเซลล์ระหว่าง endothecium และ tapetum จะแตกออก ทำให้ละอองหลุดออกมาได้เองเมื่อถึงเวลา โดยออกมาทาง stomium
35	แสดงส่วนประกอบของเกสรตัวเมีย	4. เกสรตัวเมีย (Pistil) เป็นส่วนของดอกที่อยู่วงในสุดเรียกว่า gynoecium เปลี่ยนสภาพมาจากใบเพื่อทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์เพศเมีย เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) ก้านชูเกสรตัวเมีย (Style) และยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) ภายในโอวุล (Ovule) จะมีไข่ (Egg) ซึ่งเมื่อผสมกับสเปิร์มแล้วจะได้ไซโกต (Zygote) ต่อมาเจริญเป็นเอมบริโอ (Embryo)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		ส่วนของออวุลจะเจริญเป็นเมล็ดห่อหุ้มเอมบริโอไว้ โอวุลจะติดกับผนังของรังไข่ด้วยสายเล็ก ๆ เรียกว่า ฟันนิคูลัส (Funiculus) รังไข่ที่มีฟันนิคูลัสมาเกาะมักจะพองโตออกมาเล็กน้อย เรียกว่า พลาเซนตา (Placenta)
36		ลักษณะภายในของเกสรตัวเมียประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้คือ อิพิเดอร์มีส อยู่ชั้นนอกสุดมีสารคิวตินฉาบอาจมีปากใบอยู่ด้วย ส่วนที่ยอดเกสรจะอยู่ในลักษณะเป็นต่อมเหมือนกับต่อมน้ำหวาน เพื่อทำหน้าที่ผลิตสารเมือกเหนียว ๆ สติกมาติค ทิชชู (Stigmatic tissue) เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในจากเนื้อเยื่อบริเวณยอดเกสร ส่วนภายในรังไข่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยพาเรนไคมา และกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร ประกอบด้วย 3 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งอยู่ตรงกลาง (Sorsal) และอีก 2 กลุ่มอยู่สองข้าง (Ventral)
37		ผล (Fruit) คือ รังไข่ที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว โดยส่วนของโอวุลจะเปลี่ยนตามมาเป็นเมล็ดและอยู่ภายในผล บางครั้งอาจมีส่วนอื่น ๆ ของดอกเจริญตามมาด้วย เช่น กลีบเลี้ยงหรือฐานรองดอกจัดเป็นผลแท้จริง (True fruit) แต่บางชนิดไม่ได้ผสมเกสรและไม่มีเมล็ดเรียกว่า Parthenocarpic fruit
38	แสดงโครงสร้างของผล	โครงสร้างของผลประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ 1. เปลือก (Pericarp) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากผนังรังไข่ อาจแยกเป็นชั้นต่าง ๆ ดังนี้ 1.1 เปลือกชั้นนอก (Exocarp) คือ ส่วนผิวของผลมักมีลักษณะเรียบเป็นมันและเหนียว 1.2 เปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) ส่วนนี้อาจหนาหรือบางแล้วแต่ชนิดของผลไม้ส่วนมาก ชั้นนี้อาจมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		อ่อนนุ่ม ใช้กินได้แต่บางชนิดอาจเป็นเส้นใย 1.3 เปลือกชั้นใน (Endocarp) เป็นส่วนที่อยู่ในสุด ซึ่งลักษณะผลบางชนิดนุ่มกินได้บางส่วนและบางชนิดแข็ง 2. เมล็ด (Seed) คือ ส่วนของโอวุลที่เจริญเต็มที่แล้วภายหลังการผสมพันธุ์
39		ชนิดของผลโดยทั่วไปจำแนกผลไม้ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้ 1. ผลเดี่ยว (Simple Fruit) 2. ผลกลุ่ม (Aggregate Fruit) 3. ผลรวม (Multiple Fruit) 1. ผลเดี่ยว (Simple Fruit) คือ ผลที่เกิดจากเกสรตัวเมียหนึ่งอันของดอก ๆ เดี่ยว ซึ่งอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อก็ได้ จำแนกออกเป็น 2 ชนิดตามลักษณะของรังไข่ดังนี้ 1.1 ผลแบบสด (Fleshy Fruit) 1.2 ผลแบบแห้ง (Dry Fruit)
40	แสดงส่วนประกอบของผลสดแบบดรุ๊ฟ	1.1 ผลแบบสด (Fleshy Fruit) เป็นผลเดี่ยวซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่หรือสุกแล้วมีเนื้อสด เช่น ผลแบบดรุ๊ฟ (Drupe) เป็น fleshy fruit ที่มี endocarp แข็งมากและมักไปติดกับเปลือกหุ้มเมล็ดซึ่งมีอยู่เมล็ดเดี่ยวชั้น mesocarp เป็นเนื้อหรือเป็นเส้นเหนียว ๆ ส่วน exocarp จะเป็นชั้นบาง ๆ อยู่รอบนอก
41	แสดงส่วนประกอบของผลแห้งแบบเลกุม	1.2 ผลแบบแห้ง (Dry Fruit) เป็นผลเดี่ยว ซึ่งเมื่อเจริญเต็มที่หรือสุกแล้วผลจะแห้ง เช่น เลกุม (Legume) เกิดมาจาก simple pistil และปกติจะแตกตามตะเข็บ (Suture) ทั้งสอง carpel ออกเป็น 2 ซีก ผลชนิดนี้เรามักเรียกกันว่า ฝัก (Pod)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
42	แสดงส่วนประกอบของผลกลุ่มของสตรอเบอร์รี่	2. ผลกลุ่ม (Aggregate Fruit) เป็นผลที่เกิดจากดอกหนึ่งดอกมีเกสรตัวเมียหลายอันและอยู่บนฐานรองดอกเดียวกัน รังไข่ของแต่ละรังจะเจริญไปเป็นผลย่อย ๆ หนึ่งผล เช่น ผลสตอรเบอร์รี่ เป็นผลที่ฐานรองดอกซึ่งเชื่อมรวมกันเจริญเติบโตและสะสมอาหารไว้มากแล้วมีผลย่อย ๆ ซึ่งเป็นผลเดี่ยวชนิด achene ติดอยู่ใกล้กับผิวนอก
43	แสดงส่วนประกอบของผลรวมของผลมะเดื่อ	3. ผลรวม (Multiple Fruit) เป็นผลที่เกิดจากหลายดอกของดอกช่อ เกิดแล้วติดกันเป็นผลเดียว เช่น มะเดื่อเป็นผลรวมที่เกิดมาจากฐานรองดอก ซึ่งโค้งเข้าหากันเป็นลูกกลมภายในลูกกลมเป็นโพรงเล็ก ๆ ตรงกลางและมีรูเปิดออกข้างนอกที่ปลายสุดของผล ผนังข้างในที่อยู่รอบโพรงนั้นก็มีผลย่อย ๆ ซึ่งเกิดมาจากดอกย่อยที่มีเพศเดียวฝังตัวอยู่มากมาย ดอกย่อยที่มีเพศเดียวนี้ ดอกตัวผู้และดอกตัวเมียอาจเกิดบนช่อดอกเดียวกันหรือคนละช่อก็ได้ ดอกตัวเมียแต่ละดอกมีรังไข่อันเดียวและรังไข่แต่ละอันก็ประกอบด้วยเซลล์เดียว ซึ่งจะเจริญเติบโตเป็นผลย่อย ๆ ของผลมะเดื่อ
44	แสดงลักษณะภายในผลชนิดเลกุมของถั่วเหลือง	1. ผลแห้งประเภทเลกุม เช่น ถั่ว เปลือกชั้นนอก (Exocarp) ประกอบด้วย อิพิเดอร์มีสด้านนอก (Out epidermis) และไฮโปเดอร์มีส (Hypodermis) เนื้อเยื่อทั้งสองชนิดนี้ประกอบด้วยเซลล์ที่มีผนังหนา ส่วนเปลือกชั้นกลาง (Mesocarp) เป็นเนื้อเยื่อพาเรนไคมา และเปลือกชั้นใน (Endocarp) ประกอบด้วยสเคลอเรนไคมาและอิพิเดอร์มีสด้านในอีกหลายชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
45		2. ผลแห้งประเภทแคปซูล เช่น ป่าน เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยสเคลอเรนไคมา เปลือกชั้นกลางและเปลือกชั้นในประกอบด้วยพาเรนไคมา 3. ผลแห้งประเภทซิลิค เช่น ยาสูบ เปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางประกอบด้วยพาเรนไคมา เปลือกชั้นในประกอบด้วยสเคอเรนไคมา
46	แสดงลักษณะภายในผลชนิดคาริออพซิสของข้าวสาลี	4. ผลแบบคาริออฟซิส (Caryopsis) เช่น ข้าวสาลี ผลประเภทนี้เปลือกจะเชื่อมติดกันแน่นกับเปลือกเมล็ด ซึ่งมีลักษณะของเปลือกชั้นนอก ประกอบด้วย อิพิเดอร์มีสด้านนอกและไฮโปเดอร์มีส เปลือกชั้นกลาง ประกอบด้วยพาเรนไคมา และเปลือกชั้นใน ประกอบด้วย ครอส เซลล์ (Cross cell) และ ทิวบ์ เซลล์ (Tube cell) ทั้งสองชนิดเป็นเซลล์ผนังหนาและ tube cell จะทำหน้าที่เป็นอิพิเดอร์มีสด้านใน
47		**เมล็ด (Seed)** คือส่วนของโอวุลที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังการผสมพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้ 1.เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากผนังของโอวุล (Integument) มีส่วนประกอบ 2 ชั้น คือ ก. เปลือกชั้นนอก เรียกว่า testa ข. เปลือกชั้นใน เรียกว่า tegment 2. คัพภะหรือต้นอ่อน (Embryo) เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากไซโกต (Zygote) ประกอบด้วย ก. ใบเลี้ยง (Cotyledon) ทำหน้าที่ดูดซึมและเก็บสะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนสำหรับ ใบเลี้ยงของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเรียกว่า scutellum ข. ต้นอ่อน (Caulicle) ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อยคือ ยอดอ่อน (Plumule) ลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง (Epicotyl)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		ลำต้นที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) และรากอ่อน (Radicle) 3.เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เจริญมาจากการรวม ตัวของไพรมารี่ เอนโดสเปิร์ม (Primary endosperm cell) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของโพลา นิวคลีไอ (Polar nuclei) กับสเปิร์ม 1 ตัว ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารต่าง ๆ ไว้ให้ต้นอ่อน
48	แสดงโครงสร้างภายในเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ของถั่ว	เมล็ดถั่วส่วนมากมีรูปร่างคล้ายไต ส่วนนอกคือเปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) แยกออกเป็นชั้นนอกและชั้นในได้ยากมาก ตรงรอยเว้าของเมล็ดมีรอยแผลเล็ก ๆ รูปไข่คือ hilum และใกล้ ๆ hilum มีรูเล็ก ๆ เป็น Micropyle รอยสั้นที่เกิดขึ้นมาจากเปลือกเมล็ดเล็กน้อย ๆ คือ raphe ปลายบนสุดของสันคือ chalaza เมล็ดถั่วเมื่อลอกเอาเปลือกหุ้มเมล็ดออกส่วนที่เหลือทั้งหมดคือ embryo จะไม่มี endosperm เลย embryo ประกอบด้วยใบเลี้ยง (Cotyledon) ทำหน้าที่ดูดและสะสมอาหารไว้มากจึงมีขนาดหนาสามารถแบ่งออกได้ 2 ซีก ด้านในของใบเลี้ยงบริเวณใกล้ micropyle คือส่วนของ radicle มีส่วนปลายติดกับ micropyle ต่อจาก radicle คือส่วนของ hypocotyl และ epicotyl ส่วนปลายเรียกว่า plumul ประกอบด้วยใบแท้อ่อน ๆ จำนวน 2 ใบล้อมรอบยอดอ่อนที่อยู่ตรงกลางไว้
49	แสดงโครงสร้างภายในเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยวของข้าวโพด	เมล็ดข้าวโพดส่วนที่ยึดติดกับฝักคือ ก้านดอก (Peduncle) ด้านที่เว้าเข้าไปข้างในและมีสีค่อนข้างอ่อนกว่าบริเวณอื่น ๆ เรียกว่า embryo ส่วนบริเวณอื่น ๆ เรียกว่า endosperm เมื่อผ่าเมล็ดออกตามยาวจะเห็น embryo ฝังตัวอยู่ใน endosperm แยกออกได้ 2 ส่วนคือ ก. Horny endosperm คือส่วนนอกที่มีสีเหลืองใส ซึ่งสะสมแป้งและน้ำมัน ข. Starchy endosperm คือส่วนที่เป็นแป้งมีลักษณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		สีขาวขุ่น Embryo ของเมล็ดข้าวโพดประกอบด้วย 1. ใบเลี้ยง (Cotyledon) มีใบเดียว ซึ่งเรียกว่า scutellum ลักษณะแบนกว้างอยู่ตรงกลางระหว่าง Starchy endosperm กับส่วนอื่น ๆ ของ embryo เป็นอวัยวะในการย่อยและดูดซึมอาหารจาก endosperm เพื่อนำไปเลี้ยง embryo ที่กำลังงอก 2. Epicotyl มี plumule เจริญเติบโตดีมากประกอบด้วยยอดอ่อน ๆ กับ leaf primordium 1 หรือ 2 อัน 3. Hypocotyl มีลักษณะสั้นมากและจะไม่ยาวแม้ว่าเมล็ดกำลังงอก ดังนั้นส่วนที่ทำให้ลำต้นยาวขึ้นขณะที่งอกก็เป็น plumule เท่านั้น 4. Radicle คือ จุดกำเนิดรากโดยที่ปลาย plumule ยังมีปลอกเยื่อบาง ๆ คลุมอีกทีหนึ่ง เรียกว่า "coleoptile" และที่ปลาย radicle ก็มีปลอก coleorhiza คลุมเอาไว้เช่นกัน
50	แสดงการเปรียบเทียบส่วนประกอบภายในของเมล็ดข้าวสาลีและเมล็ดถั่ว	เมล็ดข้าวสาลีจะมี Endosperm ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรต ส่วน embryo นั้นประกอบด้วยใบเลี้ยง (Colyledon) มีใบเดียว ซึ่งมักเรียกว่า scutellum และส่วนของลำต้นอ่อน (Caulicle) ที่ปลายของ plumule ยังปลอกเยื่อบาง ๆ คลุมอีกทีหนึ่งเรียกว่า coleoptile และที่ปลาย radicle ก็มีปลอก coleorhiza คลุมเอาไว้เช่นกันซึ่งเมล็ดถั่วจะไม่มี Endosperm แต่จะมีส่วนของใบเลี้ยง (Colyledon) ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารจำพวกไขมันแทน โดยมีอยู่ 2 ใบ สามารถหรือแยกออกเป็น 2 ซีกได้ ส่วนของลำต้นอ่อน (Caulicle) จะไม่มีปลอกเยื่อบาง ๆ เหมือนกับข้าวสาลี
51	สวัสดี	สวัสดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 วิธีดำเนินการผลิตแผ่นโปร่งใส

3.4.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตแผ่นโปร่งใส

1. แผ่นใส	60	แผ่น
2. กระดาษ A 4	1	รีม
3. แฟ้มเก็บแผ่นใส	1	เล่ม
4. สติกเกอร์สี	3	ชุด
5. อุปกรณ์เครื่องเขียน		
- ปากกาเขียนแผ่นใส	1	ชุด
- คัตเตอร์	1	ชุด
- กรรไกร	1	ชุด
- กาว	1	ขวด
- ปากกา	2	ด้าน
- ดินสอ	2	ด้าน
- ไม้บรรทัด	1	อัน

3.4.2 วิธีการดำเนินการผลิตแผ่นโปร่งใส

1. ศึกษาหลักสูตรปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. วิเคราะห์รายละเอียดของวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช ระดับปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ศึกษาเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวของกับโครงสร้างภายในของพืช เพื่อหารูปมาทำต้นฉบับ 3 M

4. เรียบเรียงเอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช

5. จัดทำโครงร่างปัญหาพิเศษ

6. ส่งโครงร่างปัญหาพิเศษ

7. ปรับปรุงโครงร่างปัญหาพิเศษ

8. พิมพ์โครงร่างที่ผ่านการตรวจแก้ไข

9. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจครั้งสุดท้ายและเซ็นชื่อรับรองในแบบขออนุมัติทำปัญหาพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. นำโครงร่างปัญหาพิเศษส่งผู้ประสานงานรายวิชา พร้อมแบบขออนุมัติทำปัญหาพิเศษ จำนวน 1 ชุด

11. ทำต้นฉบับ 3M

12. ให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบต้นฉบับ 3M

13. ปรับปรุงแก้ไขต้นฉบับ 3M

14. ถ่ายต้นฉบับ 3M ลงแผ่นใส

15. ปรับปรุงแก้ไขแผ่นใส

16. เขียนเอกสารอธิบายโครงสร้างภายในของพืช

17. ตรวจสอบประเมินอุปกรณ์ แสดงวิธีการตรวจสอบ 3 ด้าน

- ด้านเนื้อหาโดยอาจารย์ด้านเนื้อหา
- ตรวจสอบอุปกรณ์โดยอาจารย์ด้านโสตทัศนศึกษา
- ตรวจสอบอื่น ๆ โดยอาจารย์ที่ปรึกษา

18. จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

19. ส่งรูปเล่มปัญหาพิเศษและประเมินผลจากอาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ตรวจสอบอุปกรณ์และแก้ไข

4.1 แสดงวิธีการตรวจสอบอุปกรณ์

การตรวจสอบอุปกรณ์และประเมินคุณภาพของแผ่นโปร่งใสประกอบการสอน เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช มี 3 ด้านด้วยกันคือ ด้านเนื้อหา ด้านอุปกรณ์และด้านอื่น ๆ กับผู้รู้จำนวน 3 ท่านคือ

1. อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา
2. อาจารย์อำนวย ขวัญเมือง
3. นายเทพพิทักษ์ พันธุ์หิรัญ

จากภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และสำนักนวัตกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

ในตรวจสอบคุณภาพของแผ่นโปร่งใสชุดนี้ ได้แบ่งเกณฑ์การตรวจสอบเป็น 6 ลักษณะ คือ

1. ความชัดเจนของภาพ
2. ความเหมาะสมของสี
3. ขนาดตัวอักษร
4. องค์ประกอบของภาพ
5. ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา
6. ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน

เกณฑ์การตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่นโปร่งใสชุดนี้ คือ ดี หรือ แก้ไข ถ้ามีผู้ตรวจสอบท่านใดแสดงความคิดเห็นว่า แก้ไขตามเกณฑ์การตรวจสอบทั้ง 6 ลักษณะ จะนำภาพมาปรับปรุงแก้ไขตรงจุดบกพร่องของภาพ เพื่อให้ภาพมีสมบูรณ์และถูกต้องมากที่สุด

<u>วิธีการดำเนินการตรวจสอบแผ่นโปร่งใส</u>

ดำเนินการโดยเตรียมแผ่นโปร่งใสทั้งชุดและคำบรรยายประกอบภาพให้พร้อมแจกแบบประเมินแผ่นใสให้ผู้ประเมินทำการตรวจสอบ จากนั้นก็ทำการเสนอภาพตามลำดับพร้อมคำบรรยายประกอบภาพ เพื่อให้ผู้ประเมินทำการตรวจสอบทีละภาพพร้อมให้ข้อเสนอแนะแต่ละภาพไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตั้งแต่ภาพแรกจนถึงภาพสุดท้ายแล้วรวบรวมข้อมูลและข้อเสนอแนะต่าง ๆ นำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอต่อไป

4.2 แสดงผลการตรวจสอบ (ผลการวิเคราะห์)

จากผลการตรวจสอบ และประเมินคุณภาพของแผ่นโปร่งใสในครั้งนี้ สรุปได้ดังนี้

1. ความคมชัดของภาพ อยู่ในเกณฑ์ดี
2. ความเหมาะสมของสี สามารถเลือกใช้สีได้อย่างเหมาะสมสวยงาม
3. ตัวอักษรมีขนาดเหมาะสมมองเห็นชัดเจนยกเว้นภาพที่ 51 ที่ต้องปรับปรุงให้ใหญ่ขึ้น
4. องค์ประกอบของภาพมีภาพที่แก้ไขอยู่ 9 ภาพคือ ภาพที่ 4, 8, 12, 13, 16, 22, 40, 41 และ 42 โดยบางภาพชี้ลูกศรผิดและบางภาพไม่ได้ชี้ลูกศรและการกรีดสติกเกอร์เป็นรอยบนแผ่นใส คำอธิบายภาพไม่สมบูรณ์
5. ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา อาจารย์อำนวย ขวัญเมือง ได้ตรวจแล้วพบว่ารูปภาพที่ 10 และ 19 ไม่ตรงกับเนื้อหา
6. ขนาดที่ขยายได้พบว่าภาพที่ 1, 2, 18, 22, 25, 29, 36, 37, 39, 45 และ 47 ไม่ได้สัดส่วนที่สวยงาม

4.3 แสดงผลการปรับปรุงแก้ไข

จากผลการประเมินและตรวจสอบความชัดเจนและความถูกต้องของภาพแล้ว ภาพที่เห็นไม่สมควรไม่ผ่านและต้องมีการแก้ไขเพิ่มเติมตามข้อเสนอแนะ เพื่อให้ภาพมีความ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น คือภาพดังต่อไปนี้

1. ภาพที่ 1 ภาพนำเรื่องปัญหาพิเศษ ซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใสดูแล้วไม่ได้สัดส่วนสวยงาม

   <u>แก้ไข</u> ทำการเปลี่ยนภาพนำเรื่องปัญหาพิเศษ จากแนวนอนมาเป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใสเพื่อให้แผ่นใสมีสัดส่วนที่เหมาะสม

2. ภาพที่ 2 ภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของพืชดอกมีสัดส่วนที่ไม่เหมาะ ภาพมีลักษณะอยู่สูงเกินไป

   <u>แก้ไข</u> ทำการขยับรูปลงมาให้เหมาะสมต่อสัดส่วนของแผ่นใส

3. ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างภายในของรากจากส่วนของปลายรากเมื่อตัดตามยาว คำว่า Region of Primary tissue เขียนผิดเลยชั้นของ Region of cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

division

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำว่า Region of primary มาเป็น Region of elongation และชี้บริเวณของ Region of cell division ใหม่

4. ภาพที่ 8 แสดงลักษณะของเอนโดเดอร์มิสภายในราก การกรีดสติกเกอร์สีบนแผ่นใสมีรอย

แก้ไข ทำการติดสติกเกอร์สีใหม่

5. ภาพที่ 10 แสดงลักษณะของเพอริไซเคิล รูปภาพไม่ตรงกับเนื้อหา

แก้ไข โดยการเปลี่ยนภาพแสดงลักษณะภายในของเพอริไซเคิลใหม่ให้ตรงกับเนื้อหา

6. ภาพที่ 12 คำอธิบายใต้ภาพยังไม่สมบูรณ์

แก้ไข โดยการเพิ่ม Vascular bundle ให้คำอธิบายสมบูรณ์จากข้อความเดิม แสดงลักษณะภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่มาเป็น แสดงลักษณะของ Vascular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่

7. ภาพที่ 13 คำอธิบายใต้ภาพยังไม่สมบูรณ์

แก้ไข โดยการเพิ่ม Vascular bundle ใช้คำอธิบายสมบูรณ์จากข้อความเดิม แสงลักษณะในราพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มาเป็น แสดงลักษณะของ Vascular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

8. ภาพที่ 14 คำอธิบายการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่ ซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใส ดูแล้วไม่ได้สัดส่วน

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำอธิบายการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่เป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

9. ภาพที่ 16 คำอธิบายใต้ภาพยังไม่สมบูรณ์

แก้ไข โดยการเพิ่ม epidermis coxtex endodermis และ pericycle จากเดิม แสดงลักษณะภายในของลำต้นของต้นหมอน้อย เป็น แสดงลักษณะ epidermis coxtex endodermis และ pericycle ภายในลำต้นของต้นหมอน้อย

10. ภาพที่ 19 แสดงการสร้างเนื้อเยื่อขั้นที่สองของลำต้นรูปภาพไม่ตรงกับเนื้อหา

แก้ไข โดยการเปลี่ยนภาพแสดงการสร้างเนื้อเยื่อขั้นที่สองของลำต้นใหม่ให้ตรงกับเนื้อหา

11. ภาพที่ 22 คำอธิบายใต้ภาพไม่ชัดเจนและวางคำอธิบายไม่ได้สัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้ไข โดยการติดคำอธิบายใต้ภาพใหม่แล้ววางคำอธิบายให้ได้สัดส่วน

12. ภาพที่ 25 วางรูปภาพสูงเกินไป ทำให้ภาพไม่ได้สัดส่วนที่เหมาะสม

แก้ไข โดยการขยับภาพลงมาเพื่อให้ได้ภาพที่ได้สัดส่วน

13. ภาพที่ 29 คำอธิบายความหมายของดอก ซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นในดูแล้วไม่ได้สัดส่วน

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำอธิบายความหมายของดอกเป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

14. ภาพที่ 36 คำอธิบายลักษณะภายในของเกสรตัวเมียซึ่งเป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใสดูแล้วไม่ได้สัดส่วน

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำอธิบายลักษณะภายในของเกสรตัวเมียเป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

15. ภาพที่ 37 คำอธิบายความหมายของผล ซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใส

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำอธิบายความหมายของผล เป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

16. ภาพที่ 39 คำอธิบายชนิดของผลซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใส

แก้ไข ทำการเปลี่ยนคำอธิบายชนิดของผลเป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

17. ภาพที่ 40 คำอธิบายใต้ภาพไม่สมบูรณ์และไม่ได้ชี้ลูกศร

แก้ไข โดยการเปลี่ยนคำอธิบายจากเดิม แสดงส่วนประกอบของผลเดี่ยวแบบสดของดรุ๊พ มาเป็นแสดงส่วนประกอบของผลเดี่ยวแบบสดแบบดรุ๊พ แล้วเพิ่มลูกศร โดยชี้ส่วนต่าง ๆ ของพืช

18. ภาพที่ 41 อธิบายใต้ภาพไม่สมบูรณ์และไม่ได้ชี้ลูกศร

แก้ไข โดยการเปลี่ยนคำอธิบายจากเดิมแสดงส่วนประของผลแบบแห้งของ - เลกุม มาเป็นแสดงส่วนประกอบของผลแบบแห้งแบบเลกุม และเพิ่มลูกศร โดยชี้ส่วนต่าง ๆ ของผล

19. ภาพที่ ไม่ได้ชี้ลูกศรตามส่วนต่าง ๆ ของผล

แก้ไข เพิ่มลูกศร โดยชี้ส่วนต่าง ๆของผล

20. ภาพที่ 45 คำอธิบายผลแบบแคปซูลและซิลิก ซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใส ดูแล้วไม่ได้สัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>แก้ไข</u> ทำการเปลี่ยนคำอธิบายผลแบบแคปซูลและซิลิก พิมพ์เป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

21. ภาพที่ 47 คำอธิบายความหมายของเมล็ดและส่วนประกอบซึ่งพิมพ์เป็นแนวนอนตามความยาวของแผ่นใสดูแล้วไม่ได้สัดส่วน

<u>แก้ไข</u> ทำการเปลี่ยนคำอธิบายความหมายของเมล็ด และส่วนประพิมพ์เป็นแนวตั้งตามความกว้างของแผ่นใส

22. ภาพที่ ขนาดตัวอักษรเล็กไปและไม่มีภาพประกอบให้ดูสวยงาม

<u>แก้ไข</u> ทำการเพิ่มขนาดของตัวอักษรและเพิ่มภาพประกอบให้ดูสวยงาม

ผลจากการแก้ไขและปรับปรุงภาพของแผ่นใส ตามคำแนะนำของอาจารย์ ได้ทำการปรับปรุงแก้ไขภาพเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่วนภาพอื่นๆ จัดอยู่ในเกณฑ์ดี ทางด้านเนื้อหาประกอบภาพและความคมชัดของภาพ การจัดองค์ประกอบของภาพจัดได้ดี ขนาดของตัวอักษรใช้ได้ รวมทั้งการใช้สีได้ตรงจุดที่นำเสนอ ตรงตามวัตถุประสงค์ สามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในเนื้อหาของเรื่องที่เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ในการดำเนินงานจัดการทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการจัดทำแผ่นโปร่งใสประกอบ - การเรียนการสอน เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช ผู้จัดทำมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช ในระดับปริญญาตรี และในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อเป็นแนวทางในการผลิตแผ่นโปร่งใสชุดดังกล่าวเข้ามาประกอบการสอนวิชา 03603100 เทคโนโลยี - การผลิตพืช สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ มีขั้นตอนในการดำเนินการใช้ระยะเวลาประมาณ 4 เดือน สามารถทำปัญหาพิเศษเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช ได้สำเร็จด้วยดี โดยผลงานที่ได้คือ แผ่นภาพ - โปร่งใสแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของพืชดังนี้คือ ราก ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด และภาพนำเสนอจำนวนทั้งหมด 51 ภาพ สคริปท์คำบรรยายจำนวน 1 ชุดและรายงานปัญหาพิเศษจำนวน 1 เล่ม

การทำแผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อให้เป็นอุปกรณ์ประ - กอบการเรียนการสอน เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช เพื่อให้นักเรียนเกิดความรู้และเข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยขั้นตอนการทำเริ่มจากศึกษาหลักสูตรและวิเคราะห์รายละเอียดของวิชา 03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช เพื่อนำมากำหนดภาพการผลิตแผ่นโปร่งใส จากนั้นทำต้นฉบับแผ่นโปร่งใสจนสมบูรณ์จึงนำไปถ่ายเอกสารลงบนแผ่นใส 3M นำมาสติกเกอร์สีเพื่อให้ภาพเหมือนเหมือนจริงมากที่สุด

หลังจากได้แผ่นโปร่งใสครบชุดแล้ว นำไปตรวจสอบคุณภาพของแผ่นโปร่งใสด้านเนื้อหา ด้านโสตทัศนศึกษาและด้านอื่น ๆ กับผู้ประเมิน 3 ท่าน จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยใช้เกณฑ์ดีและแก้ไขและประเมินผลคุณภาพและความถูกต้องสมบูรณ์ หลังจากได้รับการตรวจสอบแล้วได้ทำการแก้ไขปรับปรุงตรงจุดที่บกพร่องตามข้อเสนอแนะให้เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการตรวจสอบ และประเมินคุณภาพของสื่อประกอบการสอนชนิดแผ่นโปร่ง-ใสชุดดังกล่าวแล้วปรากฏว่า แผ่นโปร่งใสเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช อยู่ในเกณฑ์ดี สามารถนำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนได้ หลังจากที่ทำการปรับปรุงแก้ไขภาพจำนวน 22 ภาพ สรุปได้ว่าคุณภาพของแผ่นโปร่งใสชุดนี้มีคุณภาพ สามารถนำออกไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช ในระดับระดับปริญญาตรี และในเนื้อหาวิชาอื่น ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

5.2 ปัญหา

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ปัญหาที่พบดังนี้

1. ปัญหาด้านตำรา และเอกสารเรื่องเกี่ยวกับโครงภายในของพืชมีน้อยมากทำให้ได้ภาพไม่ตรงกับเนื้อหาและรูปมีขนาดเล็กทำให้บางรูปต้องวาดเองและทำตัวอักษรใหม่ เพราะต้นฉบับในหนังสือไม่ ค่อยชัด ทำให้เสียค่าใช้จ่ายในส่วนนี้เป็นจำนวนมากและเสียเวลาในการทำต้นฉบับให้สวยและสมบูรณ์อย่างมาก

2. เมื่อนำภาพต้นฉบับมาถ่ายลงแผ่นใสปรากฏว่า ลายเส้นบนแผ่นใส ขูดลบได้ง่าย ลายเส้นบนแผ่นใสจะขาดส่งผลทำให้ภาพไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร

3. สติกเกอร์สีที่ใช้ติดแผ่นใส ไม่ค่อยติดกับรูปเพราะมีฟองอากาศแทรกเข้าไประหว่างแผ่นใสกับสติกเกอร์สีโดยเฉพาะรูปภาพที่มีขนาดเล็กจะหลุดลอกได้ง่าย ทำให้การติดสติกเกอร์เสียเวลามาก

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษควรเลือกเรื่องที่สนใจ มีความถนัดและได้ศึกษาจนเกิดความรู้จริงและเข้าในอย่างถ่องแท้เสียก่อน นอกจากนั้นต้องมีความมั่นใจว่าสามารถทำได้เพราะการผลิตแผ่นโปร่งใสมีหลายขั้นตอน

2. ผู้ผลิตแผ่นใส ควรมีความรักด้านศิลปการวาดภาพ มีความละเอียดประณีตและใจเย็นเป็นพิเศษอีกด้วย

3. ก่อนทำแผ่นต้นฉบับแผ่นโปร่งใสควรตรวจสอบดูความเรียบร้อย

4. การทำแผ่นโปร่งใสครั้งต่อไป ควรมีการทำเรื่องเกี่ยวกับขบวนการการเจริญเติบโตของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนา สาลีติ๊ด . พฤกษศาสตร์ทั่วไป . กรุงเทพ ฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, 2532.

ไชยศ เรืองสุวรรณ. หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : เรือนแก้ว การพิมพ์, 2526.

เชาวน์ ชิโนรักษ์และพรรณี ชิโนรักษ์.ชีววิทยา 3. กรุงเทพ ฯ :โสภณการพิมพ์, 2539.

เทียมใจ ตุลยาทร. โครงสร้างของพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2527.

——— คมกฤส. กายวิภาคของพฤกษ์. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539.

นิพนธ์ ศุขปรีดี . โสตทัศนศึกษา . กรุงเทพ ฯ : แพร่วิทยา, 2521.

ประหยัด จิระวรพงศ์. เทคโนโลยีการสอน. กรุงเทพฯ : อักษรวัฒนา, 2522.

พิลาศ เกื้อมี. เทคนิคการใช้เครื่องมือเทคโนโลยีทางการศึกษา กรุงเทพฯ : เจริญวิทยาการพิมพ์, 2526.

พฤติพงษ์ เล็กศิริรัตน์. การออกแบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนโสตร์, 2521.

ภูวดล บุตรรัตน์ . โครงสร้างภายในของพืช . กรุงเทพ ฯ : ไทยวัฒนาพานิชจำกัด, 2539.

ลัดดา ศุขปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพ ฯ : โอเดียนโสตร์, 2523.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. พฤกษศาสตร์ . กรุงเทพ ฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์, 2534.

วารินทร์ รัศมีพรหม. สื่อการสอนเทคโนโลยีการศึกษา กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์, 2531.

วิพุรท์ ลีลาพฤทธิ์. เทคโนโลยีทางการศึกษา (วัสดุและอุปกรณ์การเรียนการสอน). กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2521.

สมเชาว์ เนตรประเสริฐ์. สื่อการสอน . กรุงเทพ ฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินคุณภาพแผ่นโปร่งใส

เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

จำนวน 51 ภาพ

ในตรวจสอบคุณภาพของแผ่นโปร่งใสชุดนี้ ได้แบ่งเกณฑ์การตรวจสอบเป็น 6 ลักษณะ คือ

1. ความชัดเจนของภาพ
2. ความเหมาะสมของสี
3. ขนาดตัวอักษร
4. องค์ประกอบของภาพ
5. ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา
6. ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน

เกณฑ์การตรวจสอบที่ใช้ในการตรวจสอบแผ่นโปร่งใสชุดนี้ คือ ดี หรือ แก้ไข ถ้ามีผู้ตรวจสอบท่านใดแสดงความคิดเห็นว่า แก้ไขตามเกณฑ์การตรวจสอบทั้ง 6 ลักษณะ จะนำภาพมาปรับปรุงแก้ไขตรงจุดบกพร่องของภาพ เพื่อให้ภาพมีสมบูรณ์และถูกต้องมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการสรุปผลการประเมินคุณภาพการประเมินคุณภาพแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษรชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
1	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
2	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
3	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
4	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
5	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
6	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
7	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
8	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
9	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
10	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	
11	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
12	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
13	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
14	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
15	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
16	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
17	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
18	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
19	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	
20	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
21	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
22	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	แก้ไข	
23	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการสรุปผลการประเมินคุณภาพการประเมินคุณภาพแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษรชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
24	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
25	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
26	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
27	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
28	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
29	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
30	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
31	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
32	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
33	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
34	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
35	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
36	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
37	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
38	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
39	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
40	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
41	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
42	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	
43	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
44	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
45	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
46	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงการสรุปผลการประเมินคุณภาพการประเมินคุณภาพแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษรชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
47	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	แก้ไข	
48	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
49	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
50	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
51	ดี	ดี	แก้ไข	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการแก้ไขแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษรชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
1	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
2	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
3	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
4	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
5	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
6	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
7	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
8	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
9	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
10	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
11	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
12	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
13	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
14	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
15	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
16	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
17	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
18	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
19	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
20	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
21	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
22	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
23	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการแก้ไขแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษร2ชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
24	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
25	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
26	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
27	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
28	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
29	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
30	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
31	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
32	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
33	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
34	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
35	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
36	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
37	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
38	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
39	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
40	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
41	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
42	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
43	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
44	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
45	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
46	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงผลการแก้ไขแผ่นโปร่งใส

ด้านที่ประเมิน / ภาพที่	ความชัดเจนของภาพ	ความเหมาะสมของสี	ตัวอักษรชัดเจน	องค์ประกอบของภาพ	ความถูกต้องของภาพและเนื้อหา	ขนาดที่ขยายได้สัดส่วน	หมายเหตุ
47	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
48	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
49	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
50	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	
51	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	ดี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นโปร่งใส

เรื่อง ลักษณะโครงสร้างภายในของพืช

จัดทำโดย

นายวัฒนชัย สองศรียนต์

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

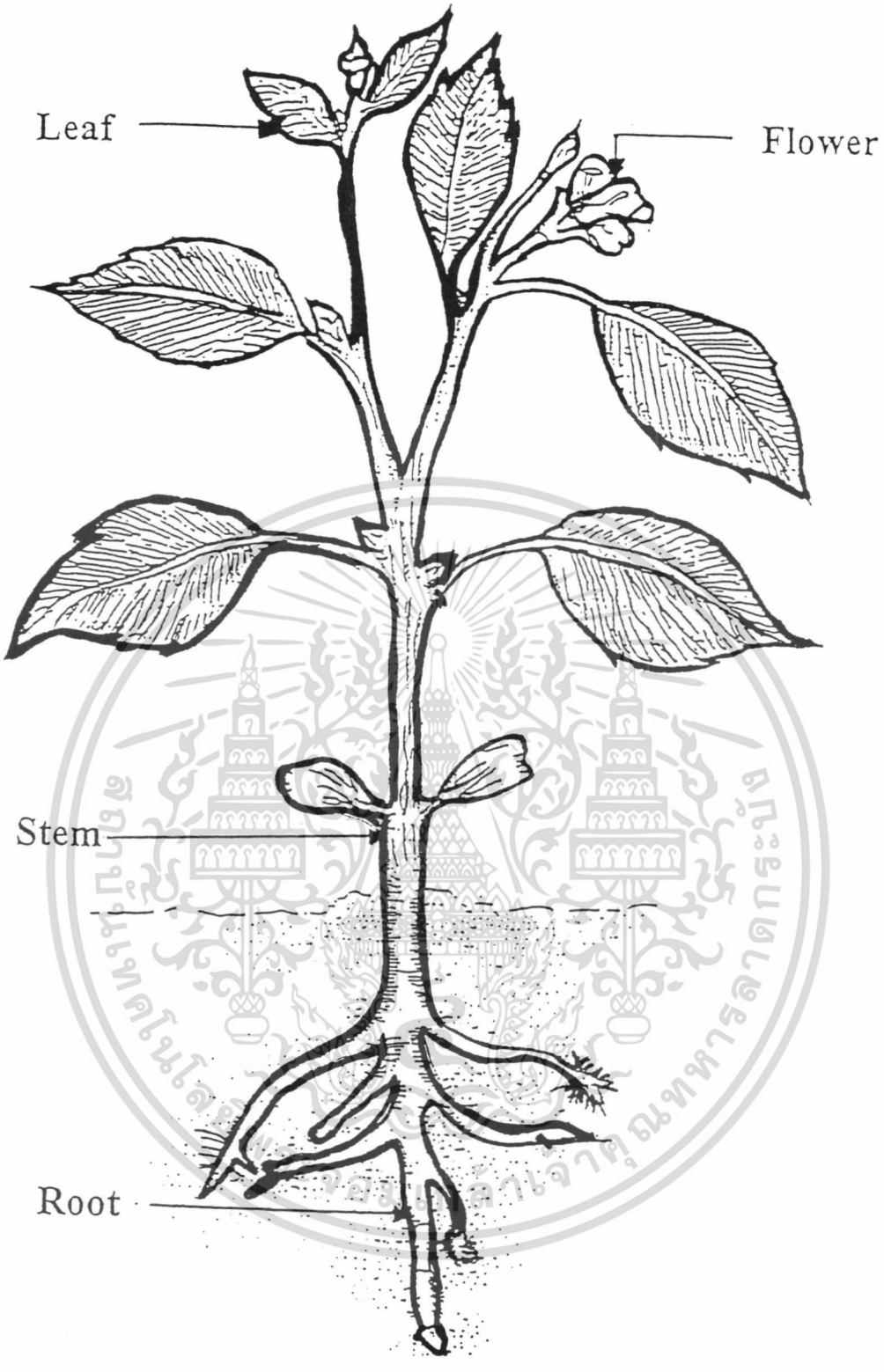
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ปานจิต ป้อมอาสา

สจล.

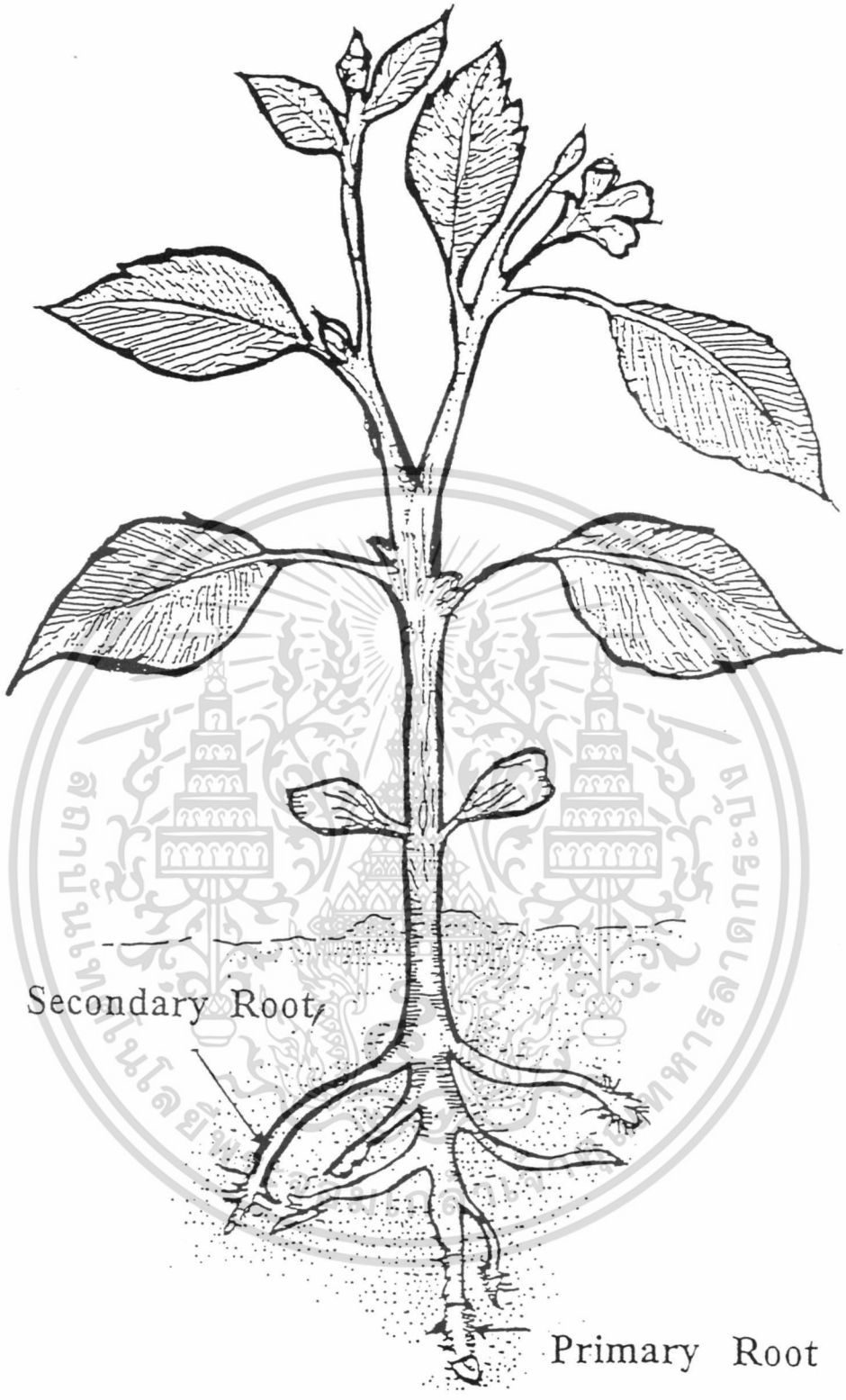
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงส่วนต่าง ๆ ของพืชดอก

สจล.

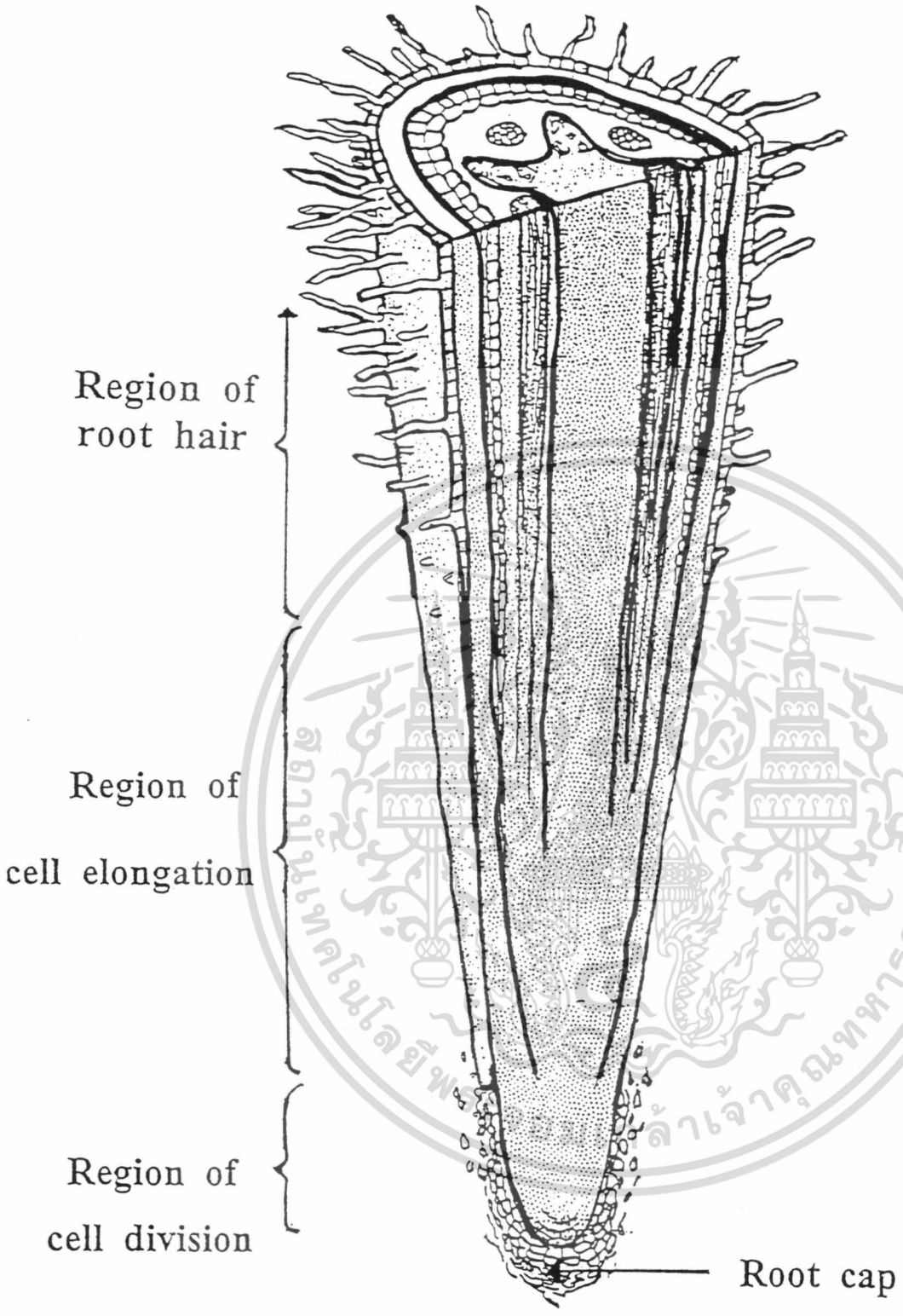
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงโครงสร้างภายนอกของราก

สจล.

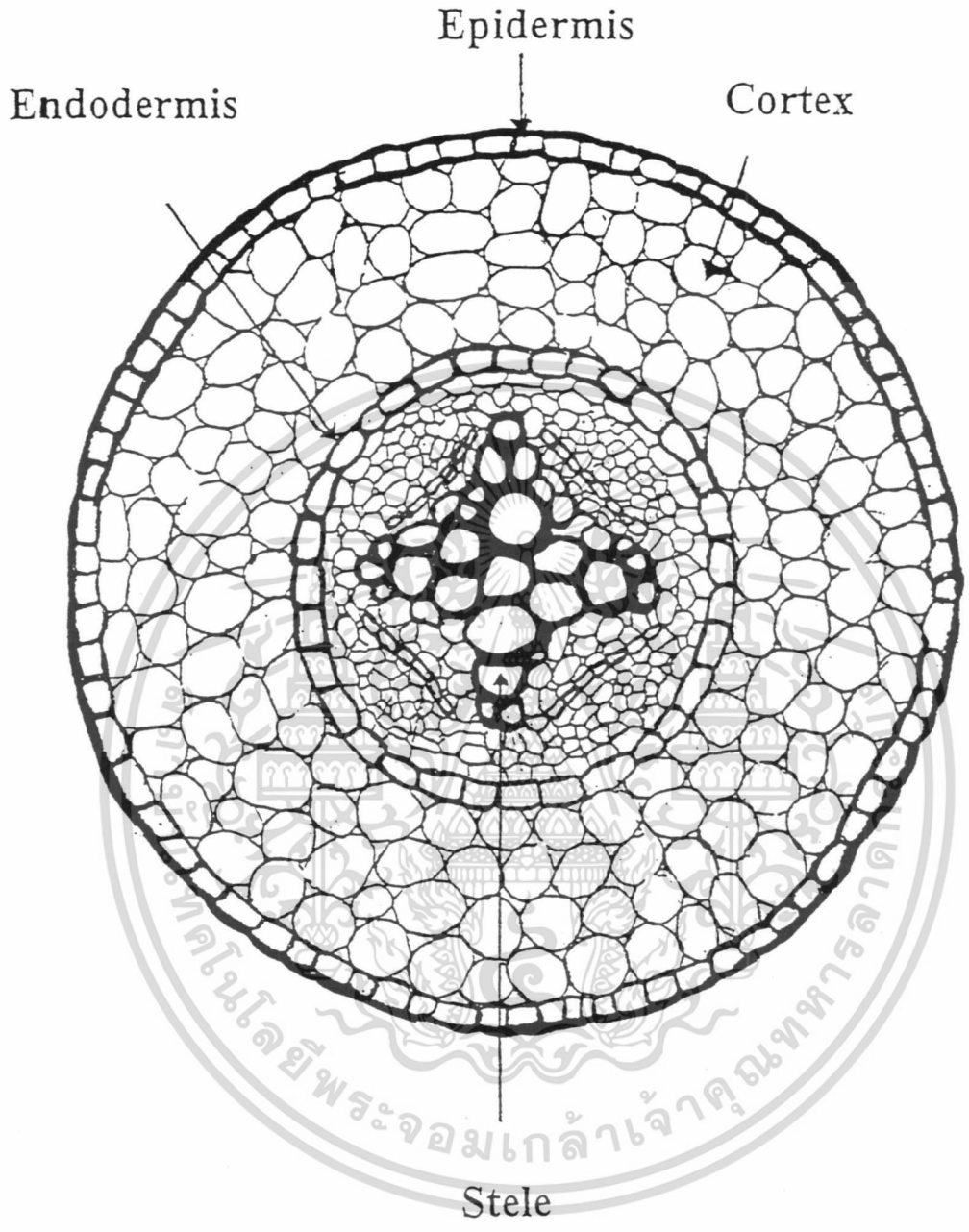
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของราก
จากส่วนปลายรากเมื่อตัดตามยาว

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



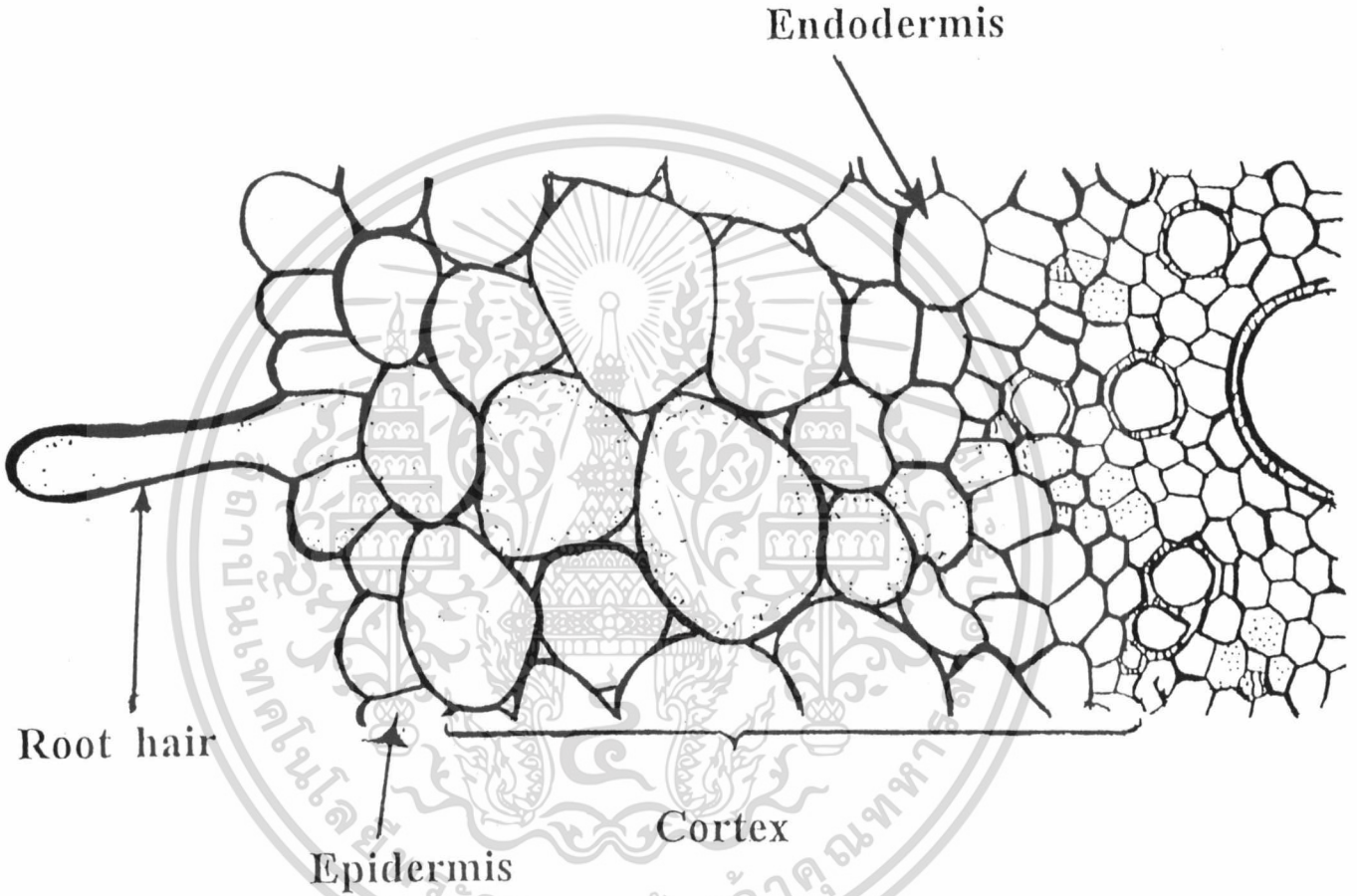
แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของรากพืชใบเลี้ยงคู่เมื่อตัดตามขวาง

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

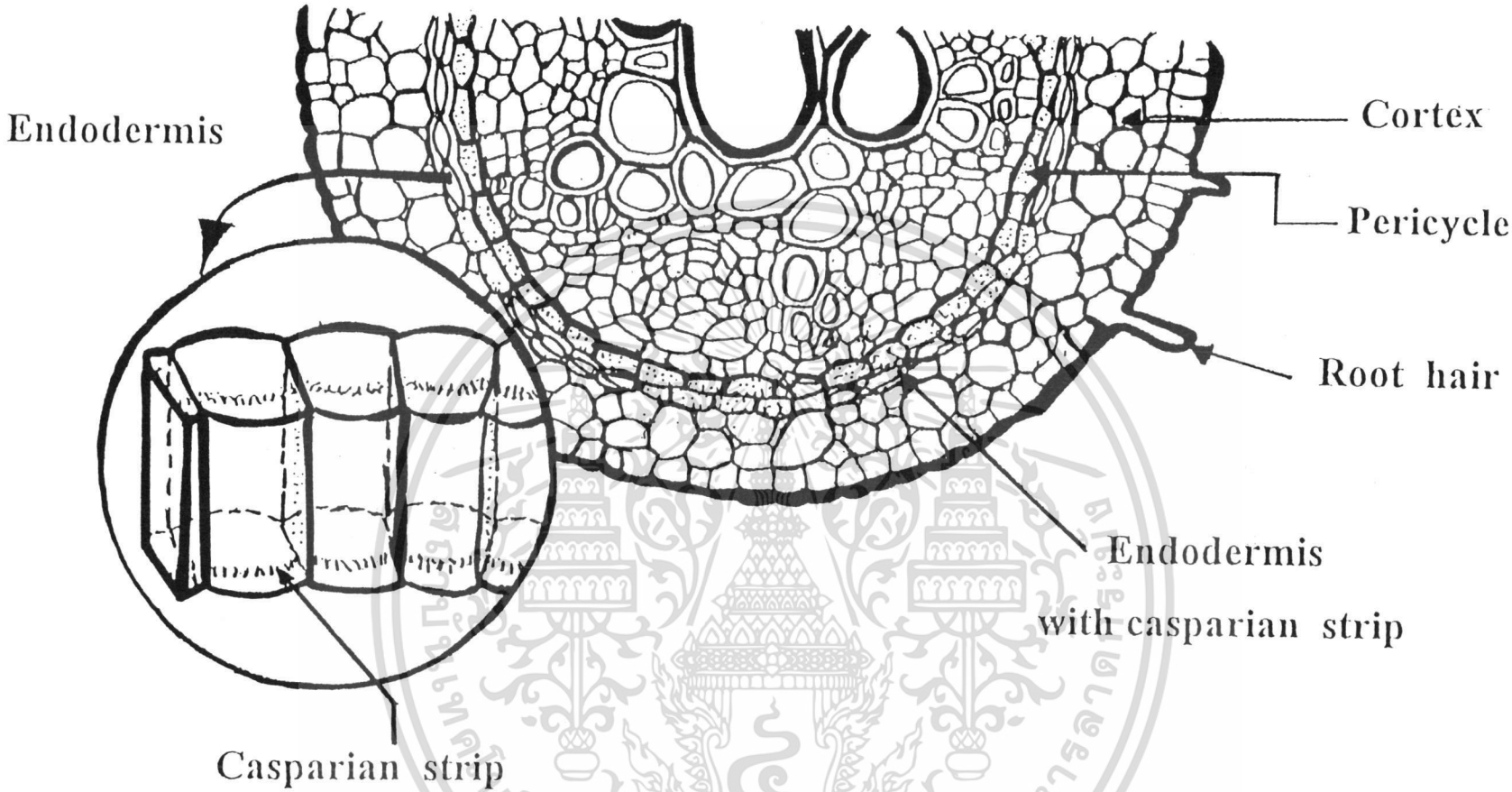
แสดงลักษณะของขนราก

สจล.



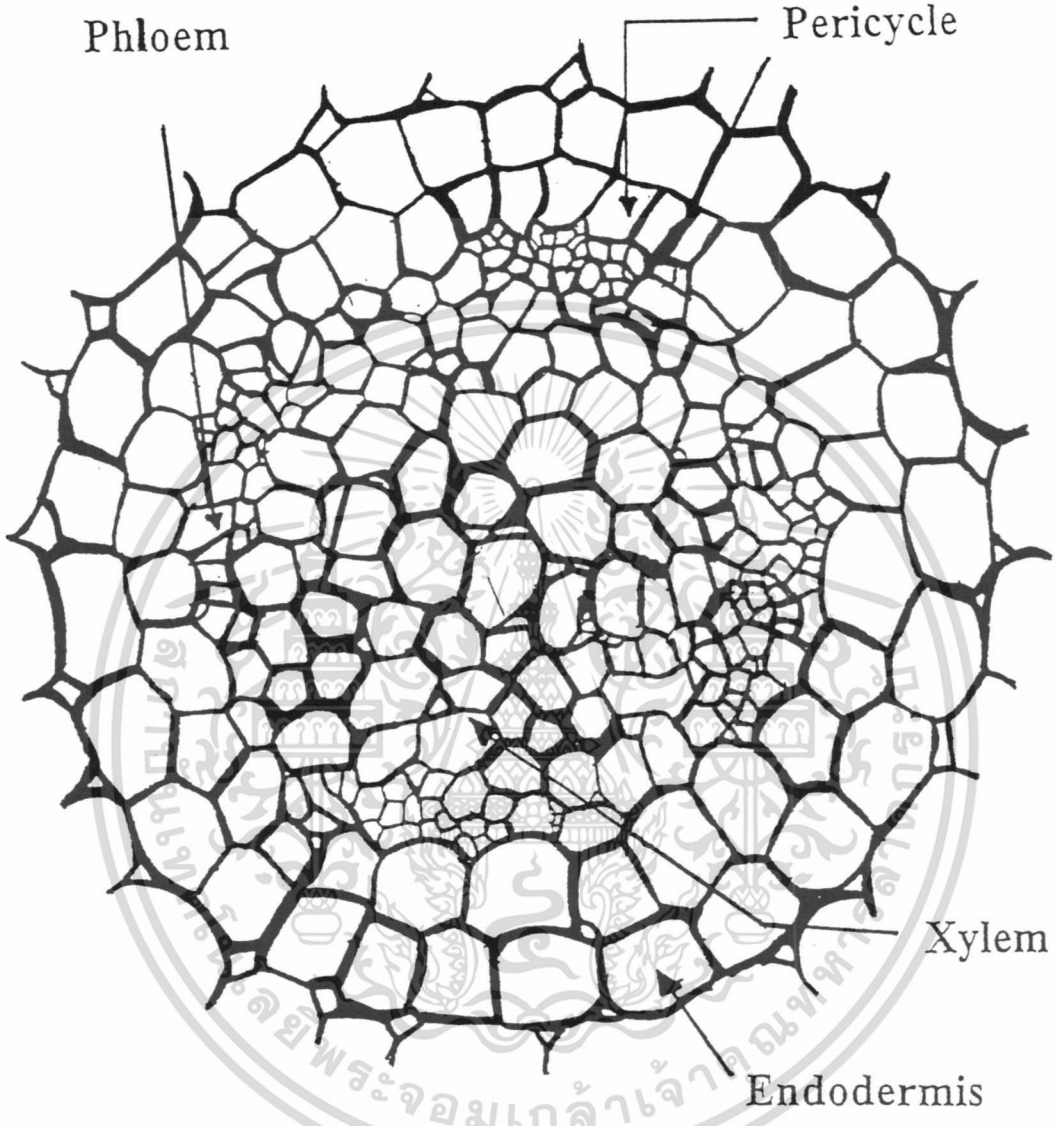
แสดงลักษณะคอร์เทกซ์ของภายในราก

สจล.



แสดงลักษณะของเอนโดเดอร์มีสภายในราก

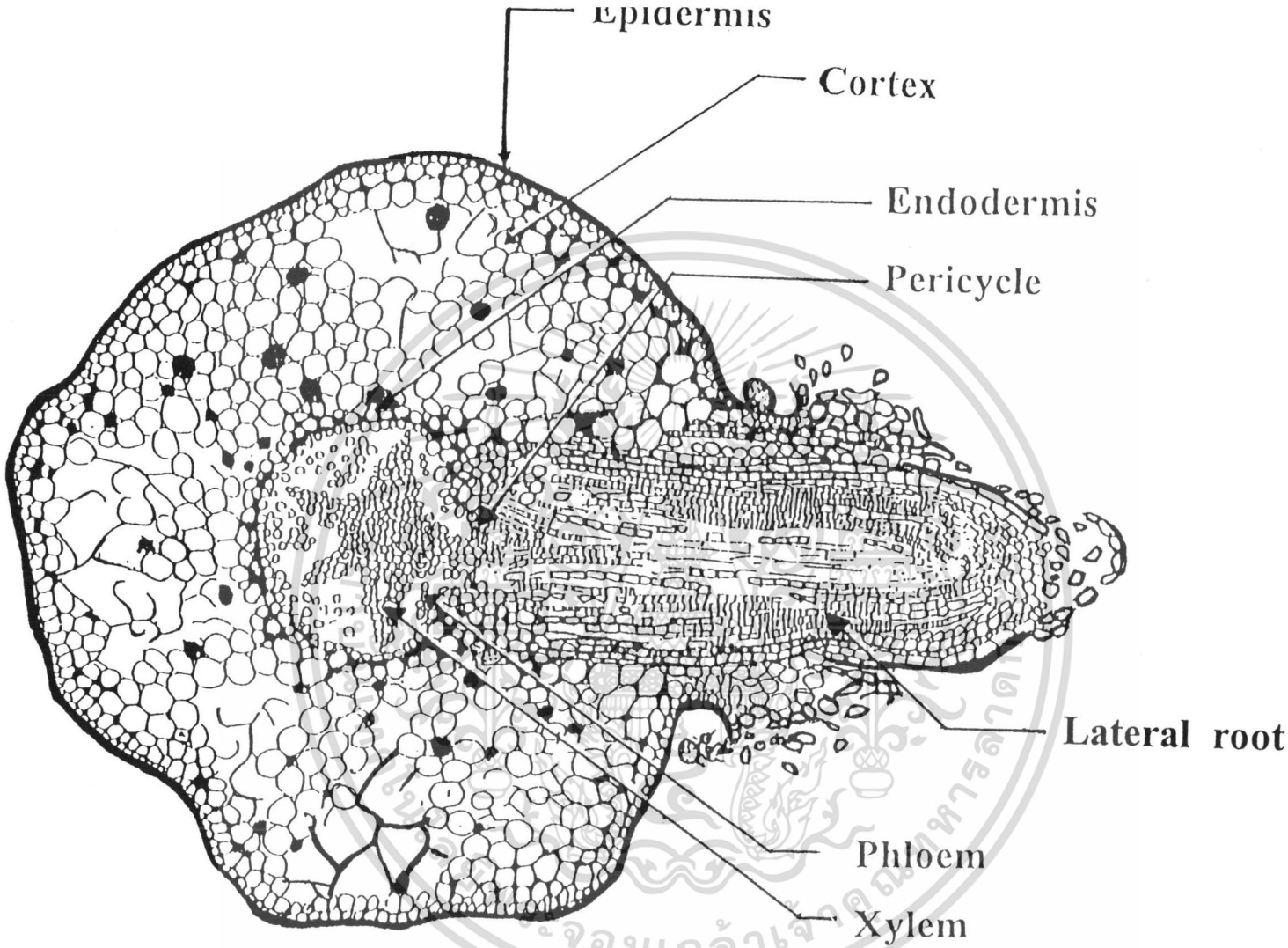
สจล.



แสดงลักษณะของสตีลภายในราก

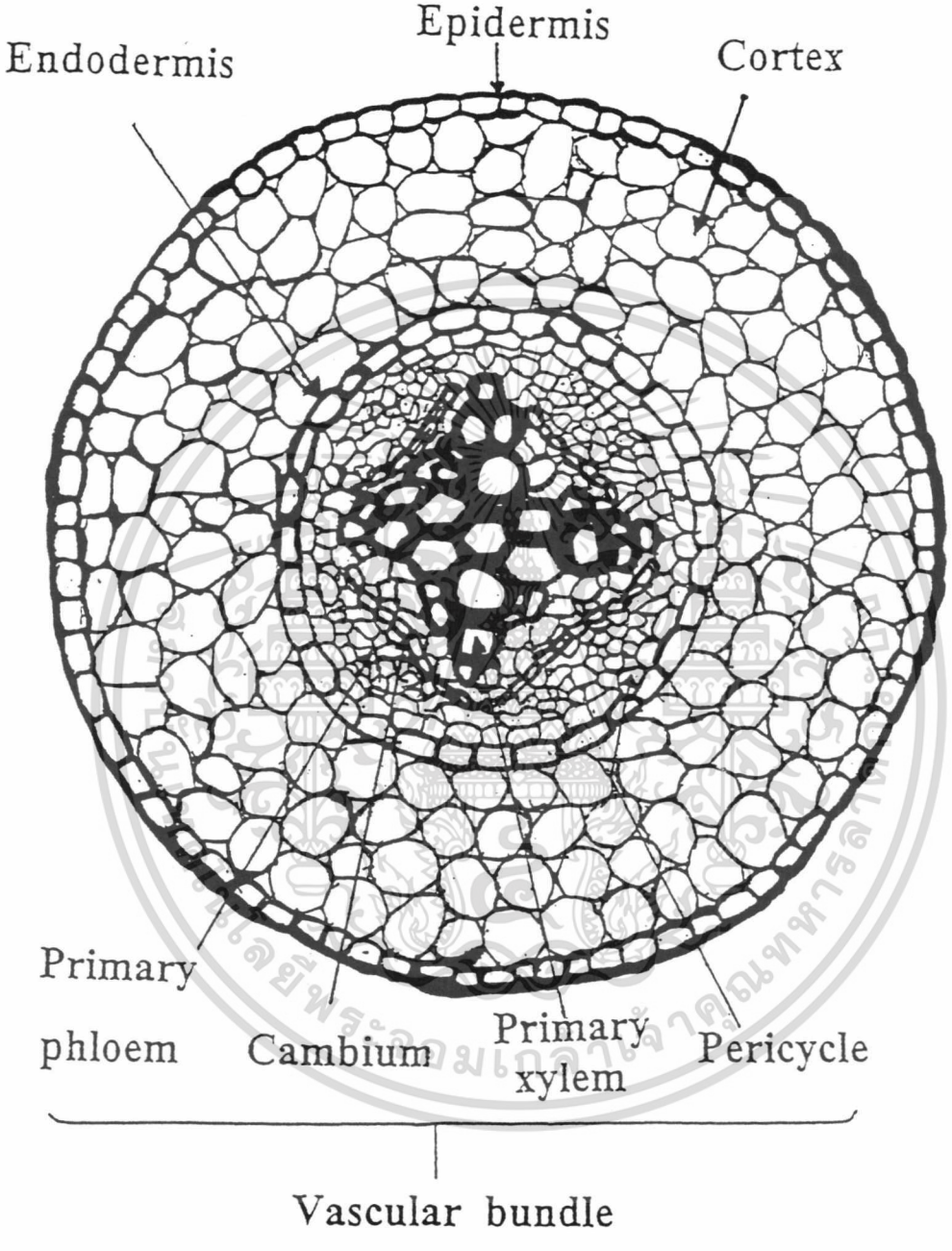
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะภายในของเพอริไซเคิล

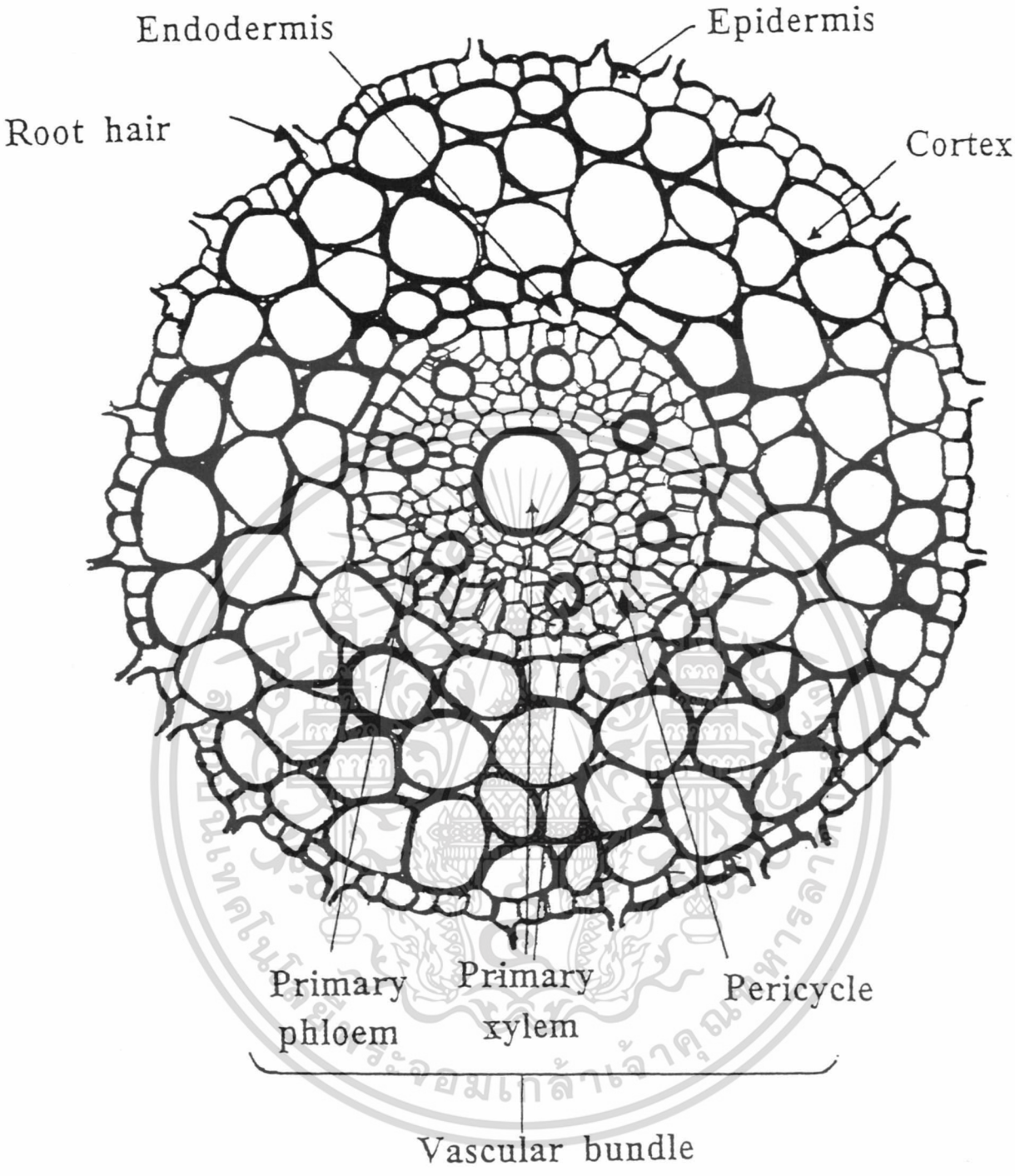
สจล.



แสดงลักษณะ Vascular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงคู่

สจล.

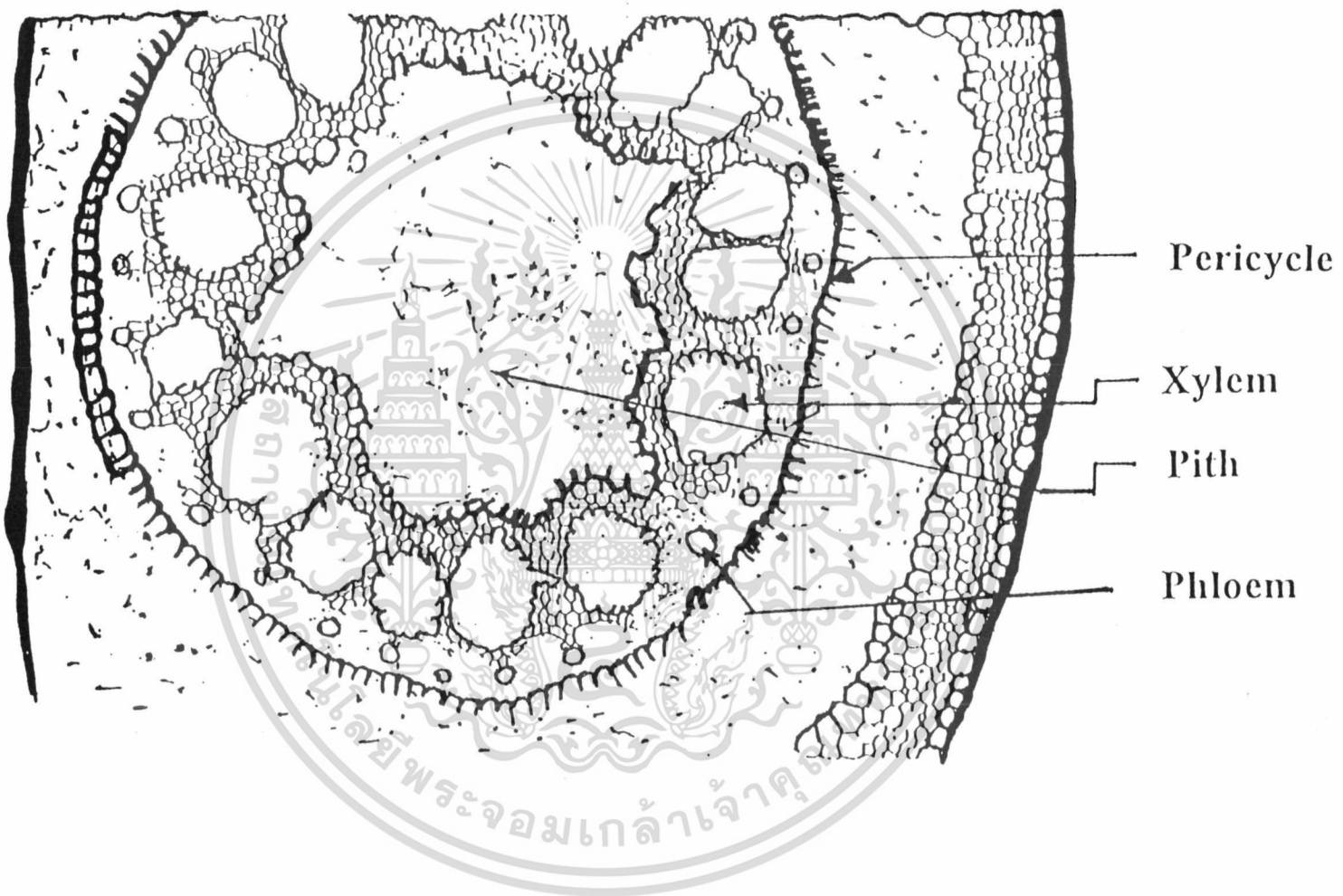
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะ Vascular bundle ภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



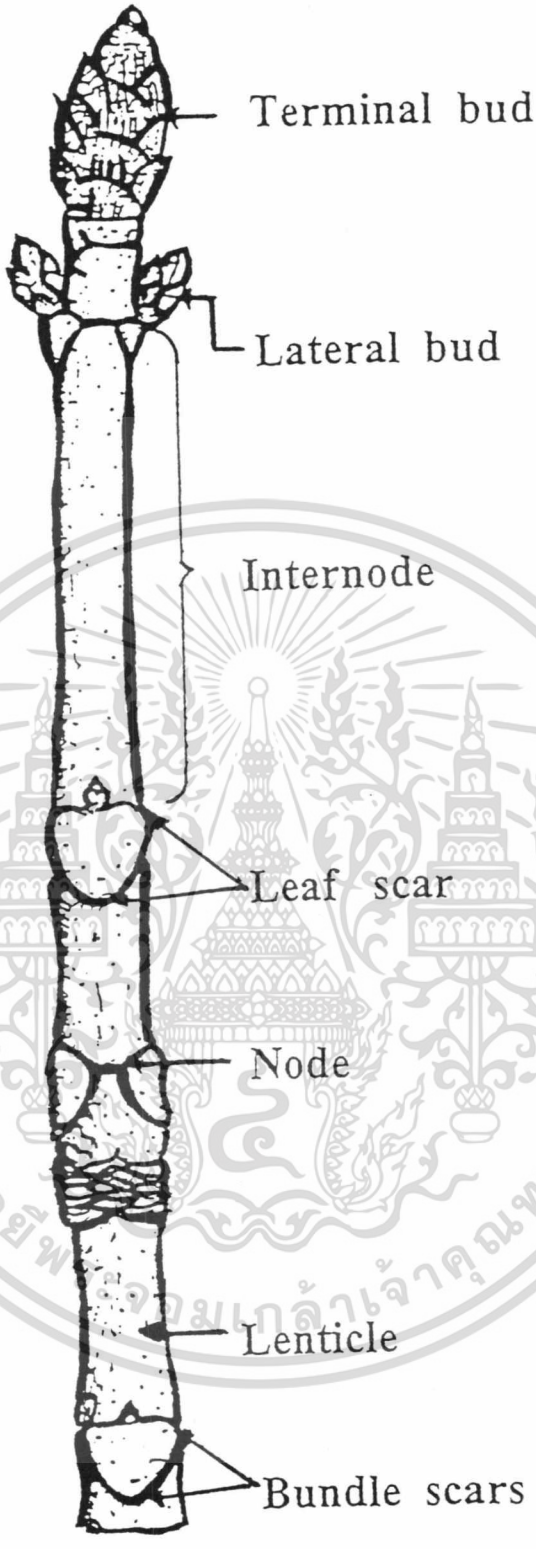
แสดงลักษณะของพิธภายในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สจล.

เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่ vascular cambium แบ่งตัวเกิด secondary xylem จำนวนมากขยายอาณาเขตติดต่อเป็นวงโดยรอบเป็นแกนกลางของราก ซึ่งจะแข็งคล้ายเนื้อไม้ในลำต้นชั้น cortex ถูก xylem ที่สร้างใหม่เบียดสลายไป ส่วน pericycle ทำหน้าที่คล้าย cork cambium ทำให้เกิดชั้น periderm ขึ้นในราก

สจล.

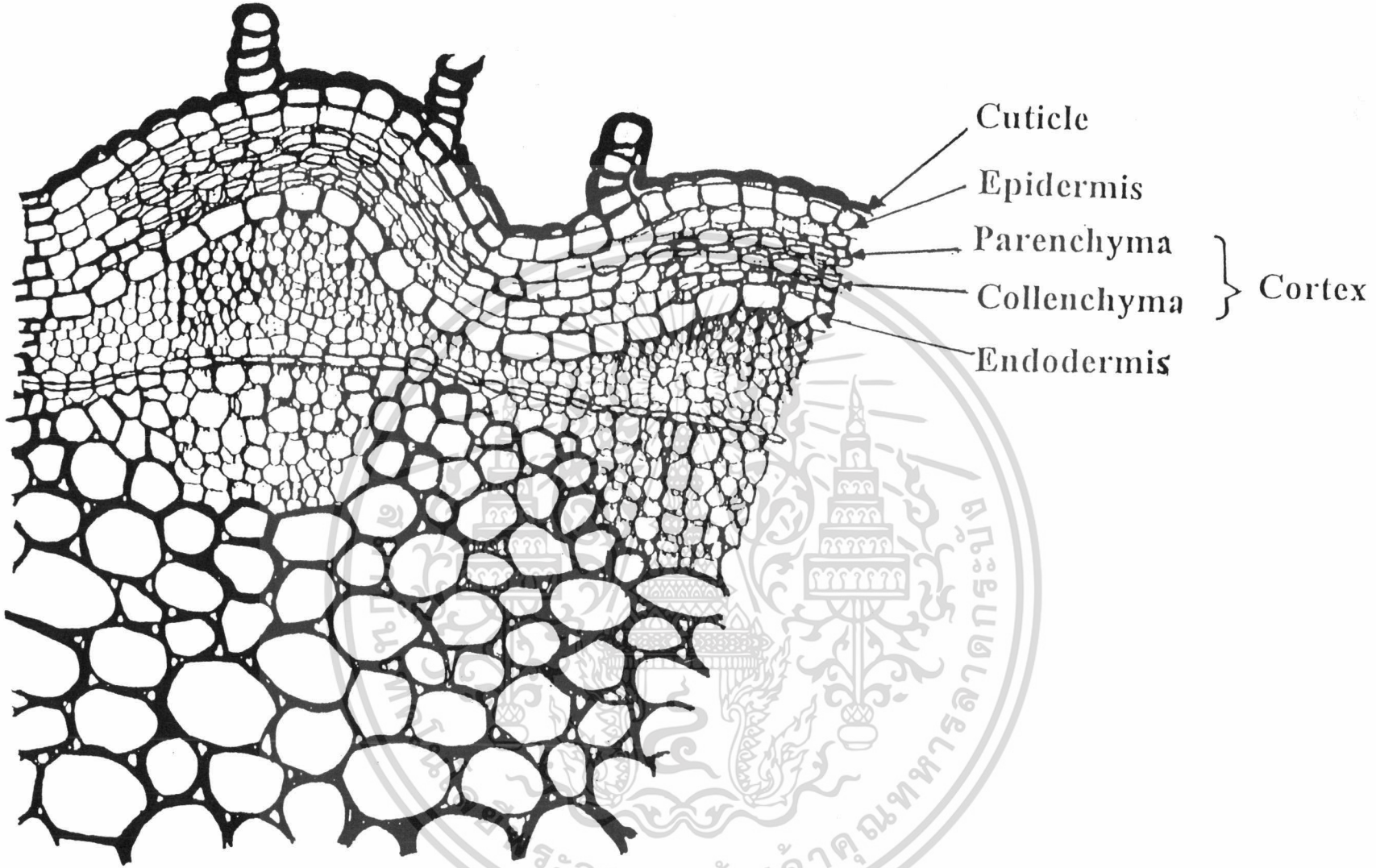
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะภายนอกของลำต้น

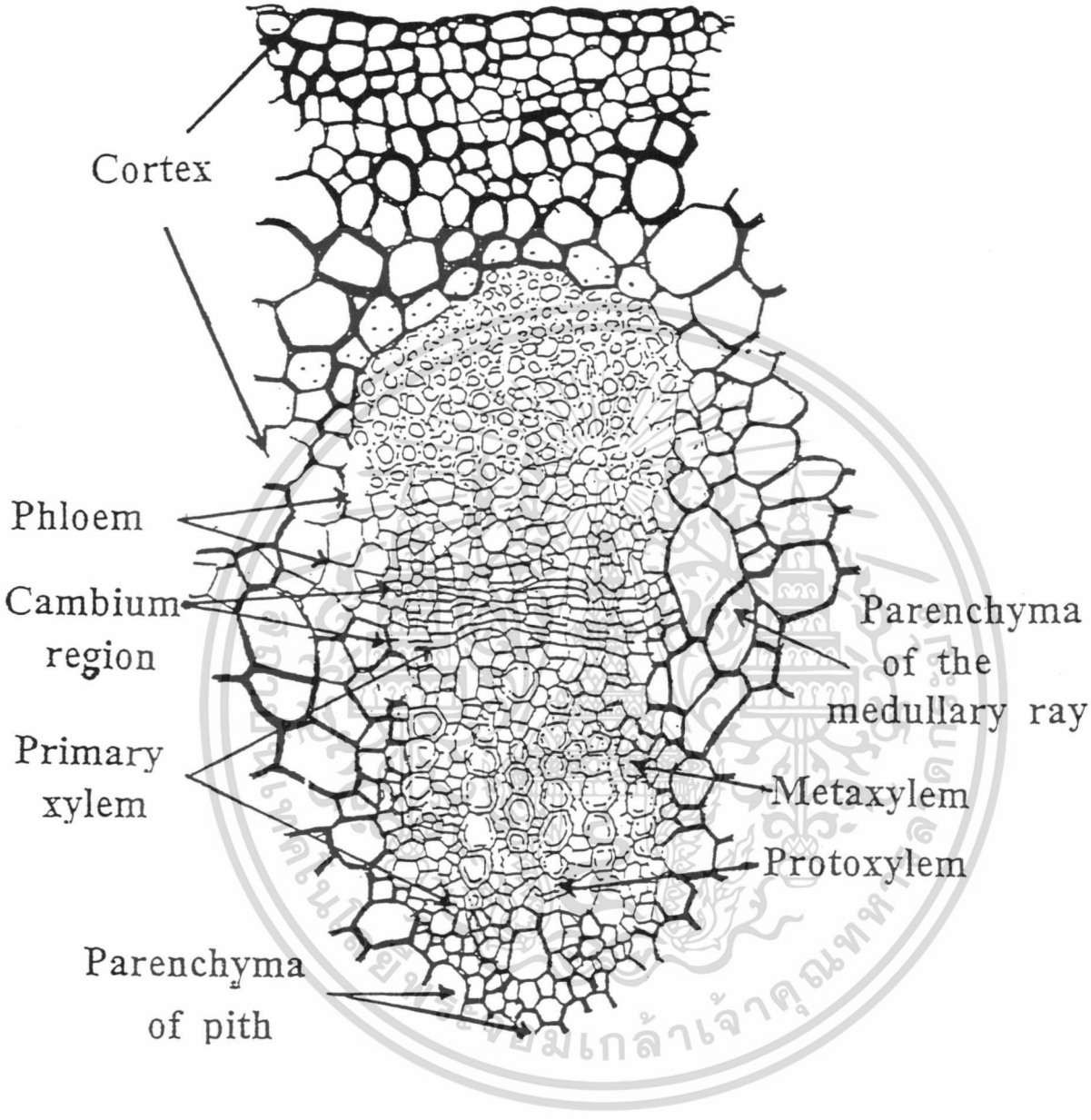
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะ Epidermis Cortex และ Endodermis ภายในลำต้นของต้นหมอน้อย

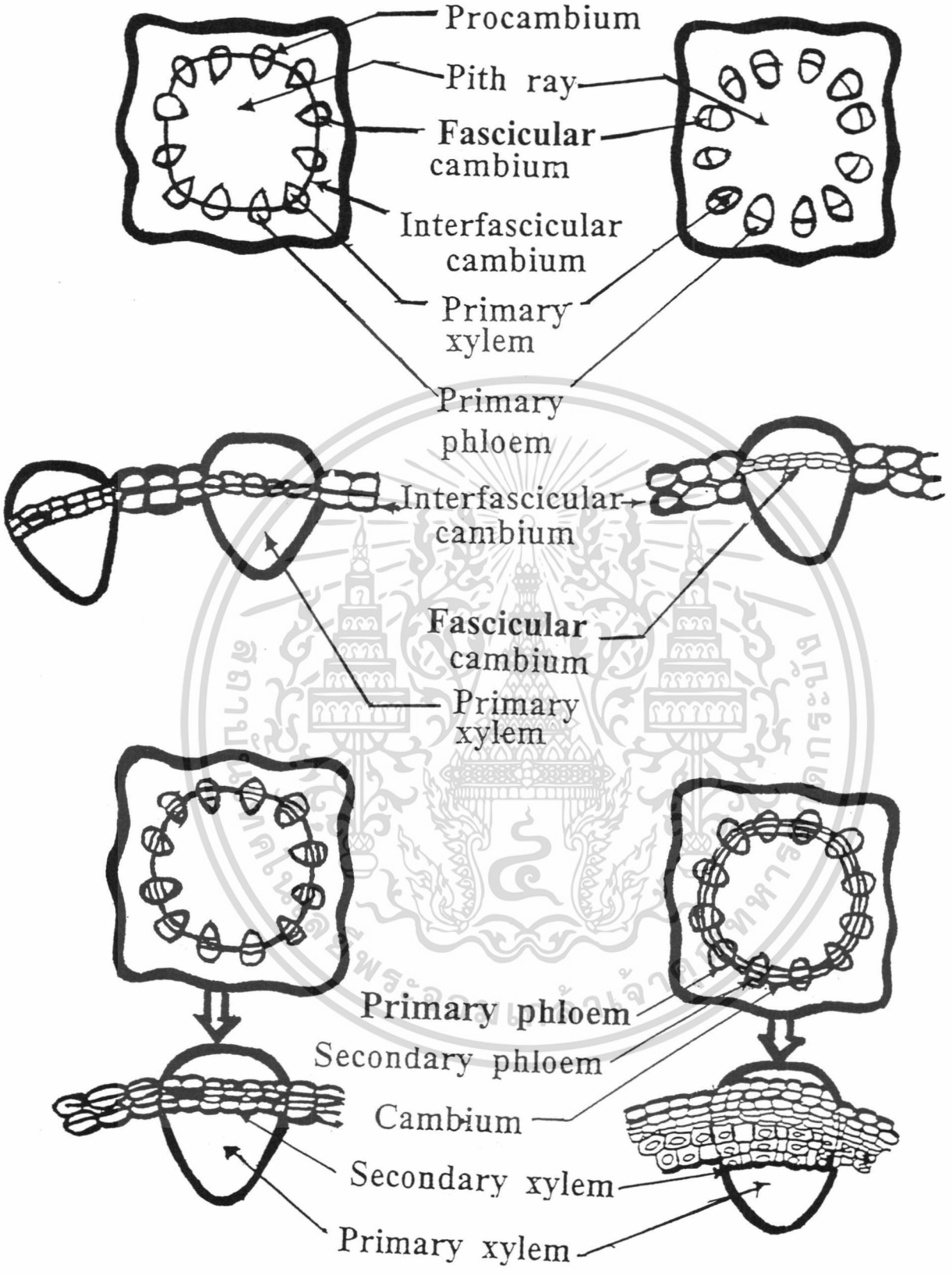
สจล.



แสดงลักษณะของ Vascular bundle
จากภาพตัดตามขวางของลำต้น Helianthus

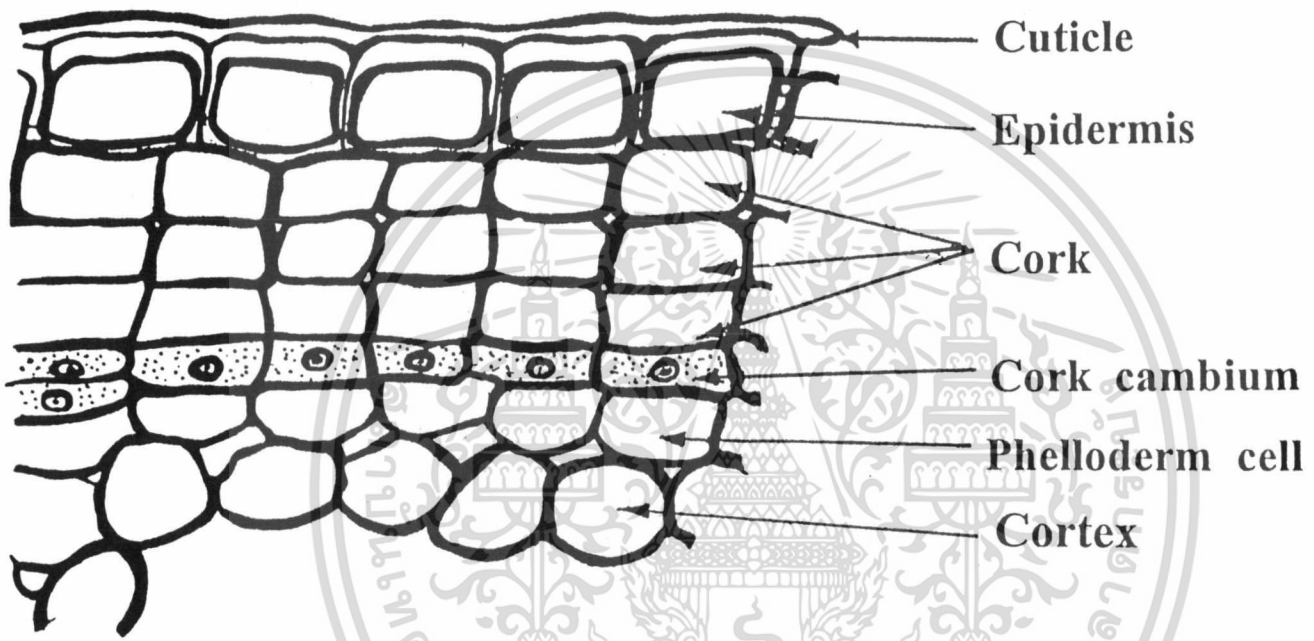
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



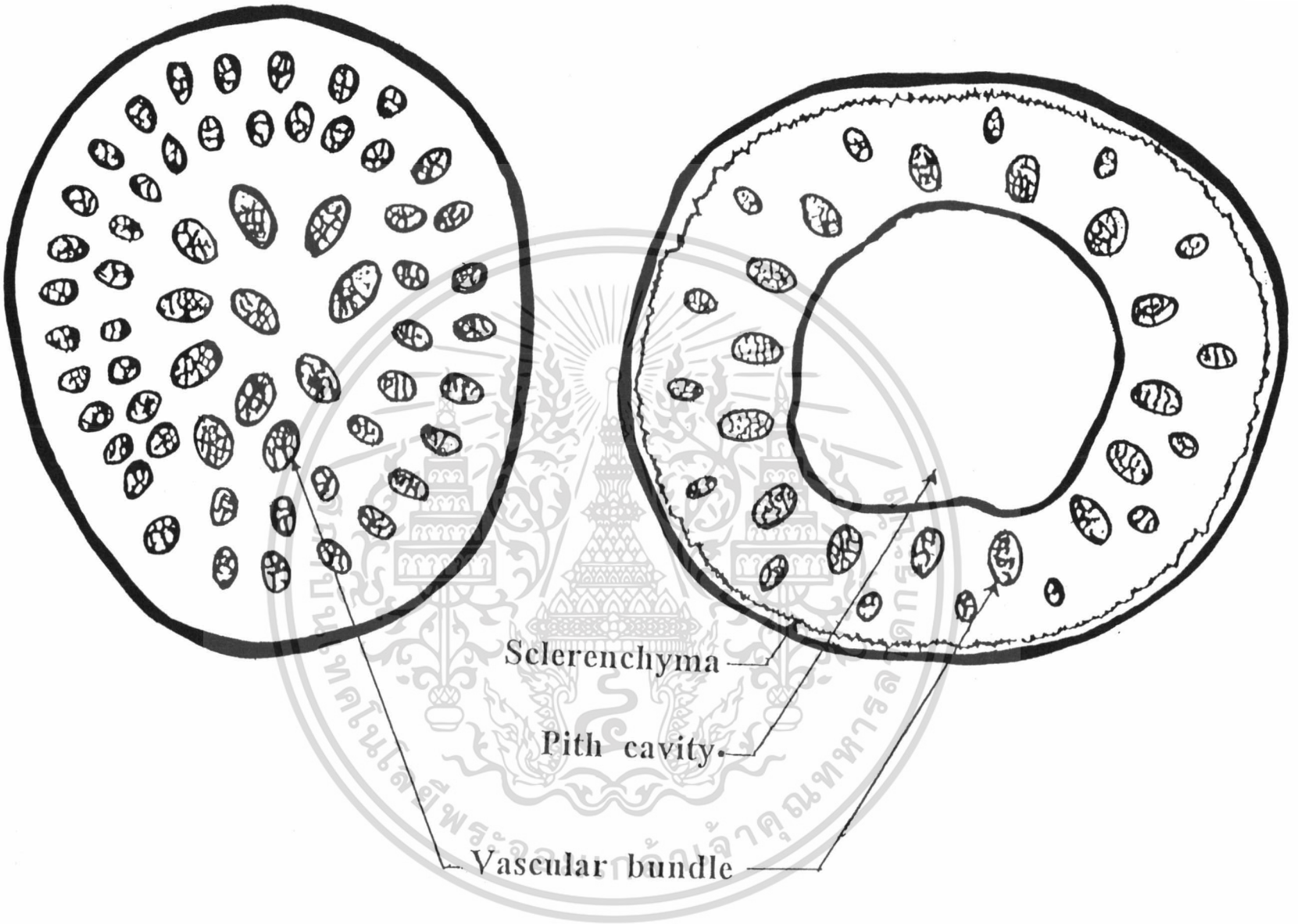
แสดงการสร้างวาสคิวลาร์ แคมเบียม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



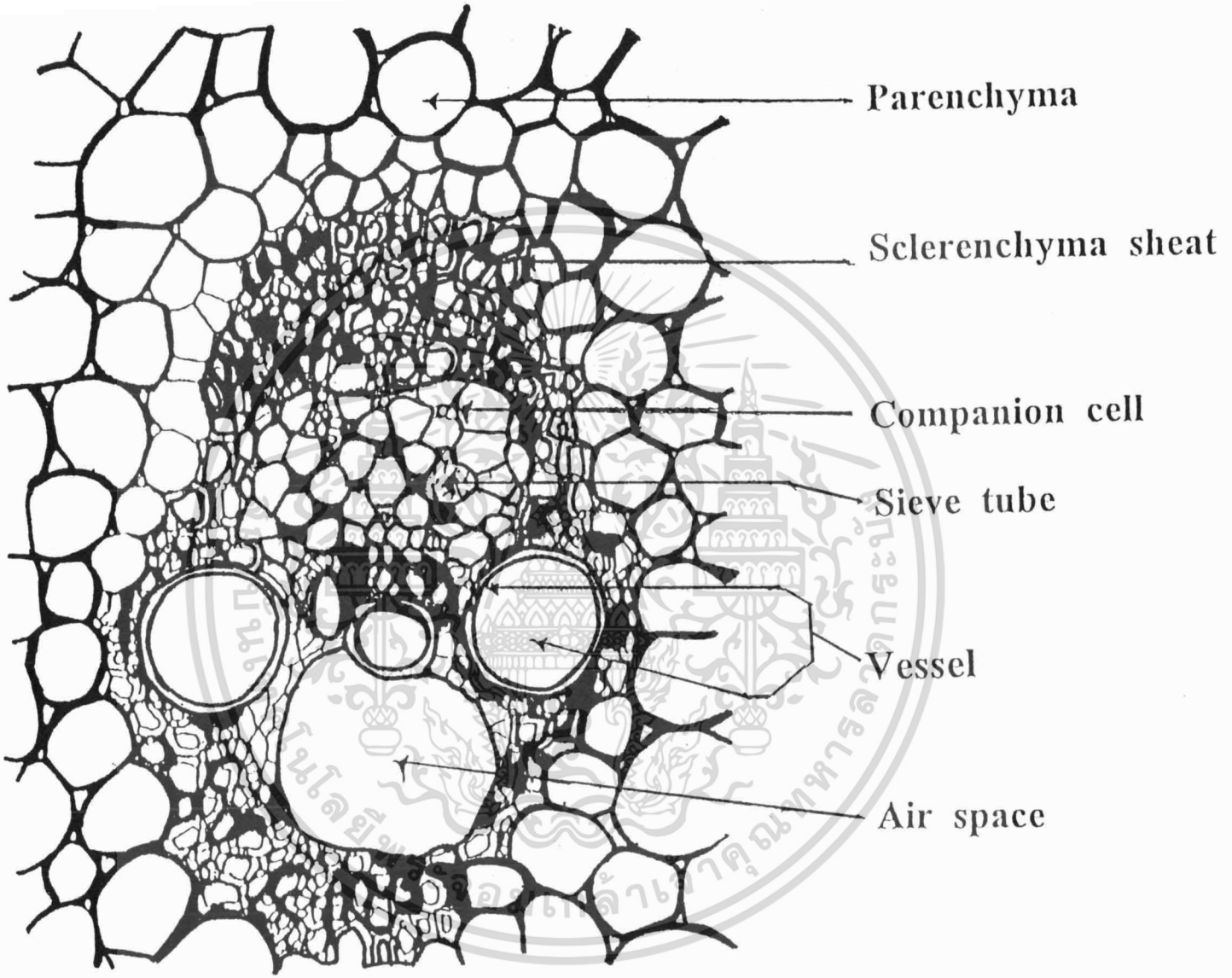
แสดงลักษณะของ Cork cambium ตามขวางของลำต้น

สจล.



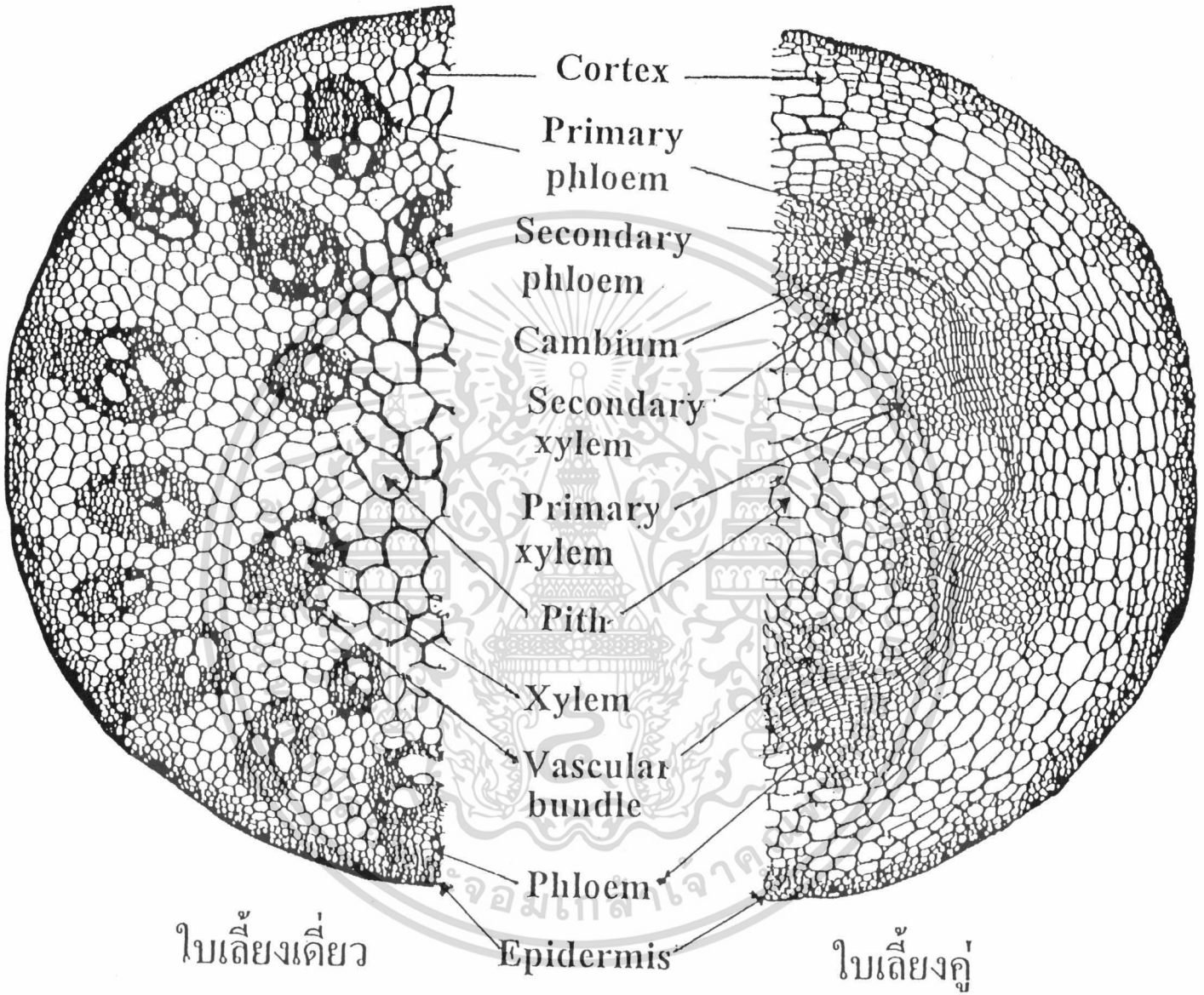
แสดงลักษณะภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

สจล.



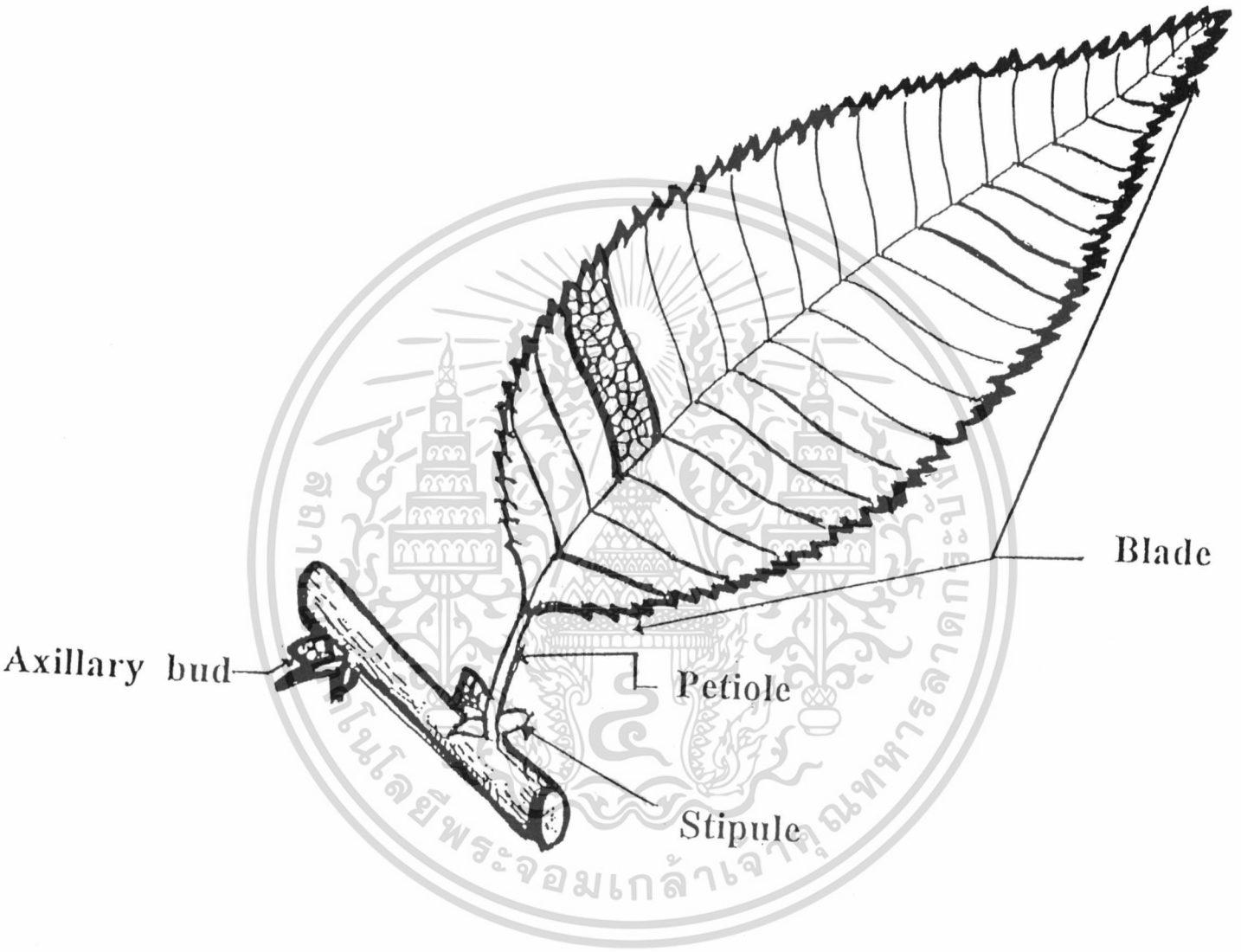
แสดงลักษณะกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด)

สจล.



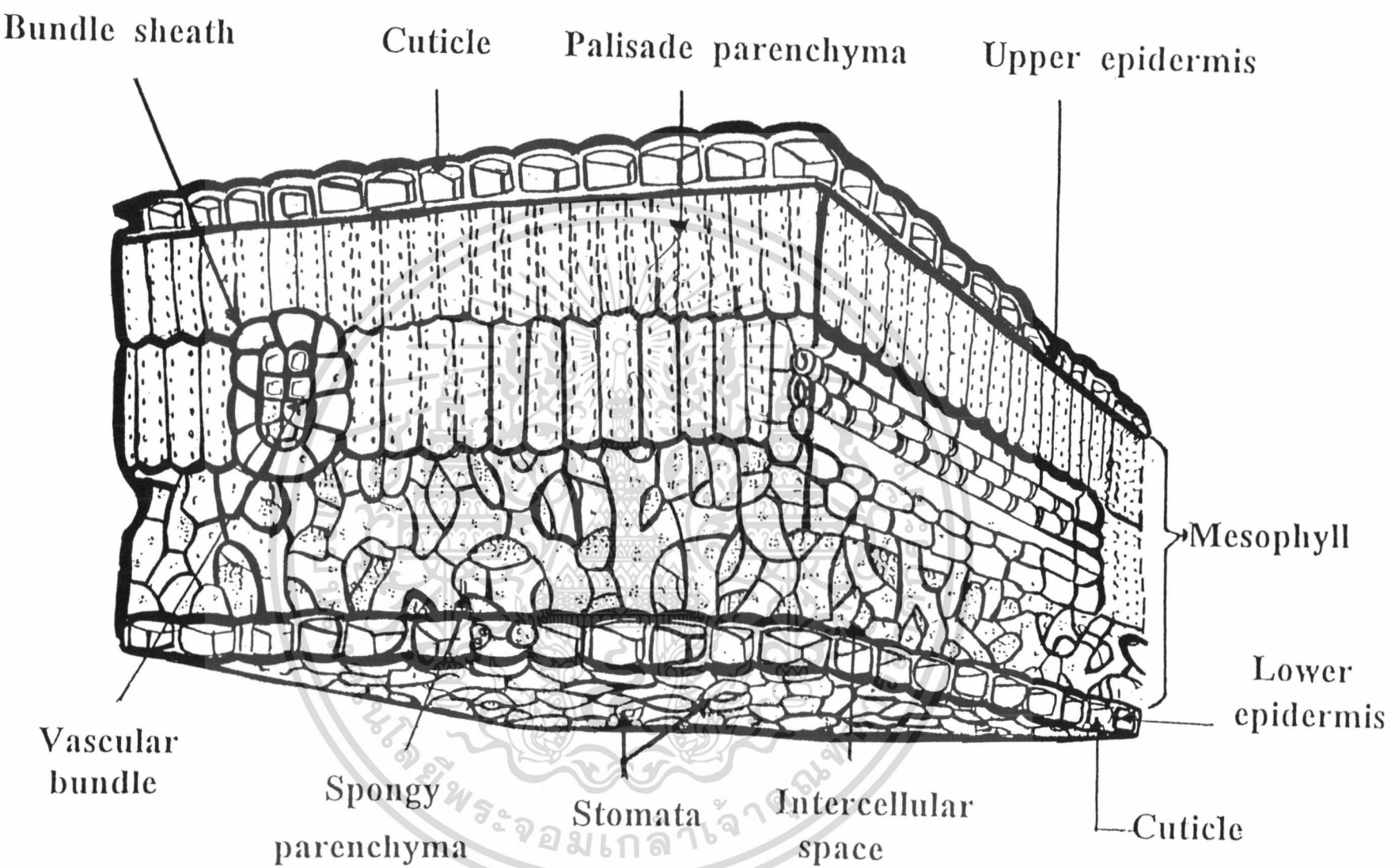
แสดงการเปรียบเทียบลักษณะภายในของลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว (ข้าวโพด) กับพืชใบเลี้ยงคู่ (ทานตะวัน)

สจล.



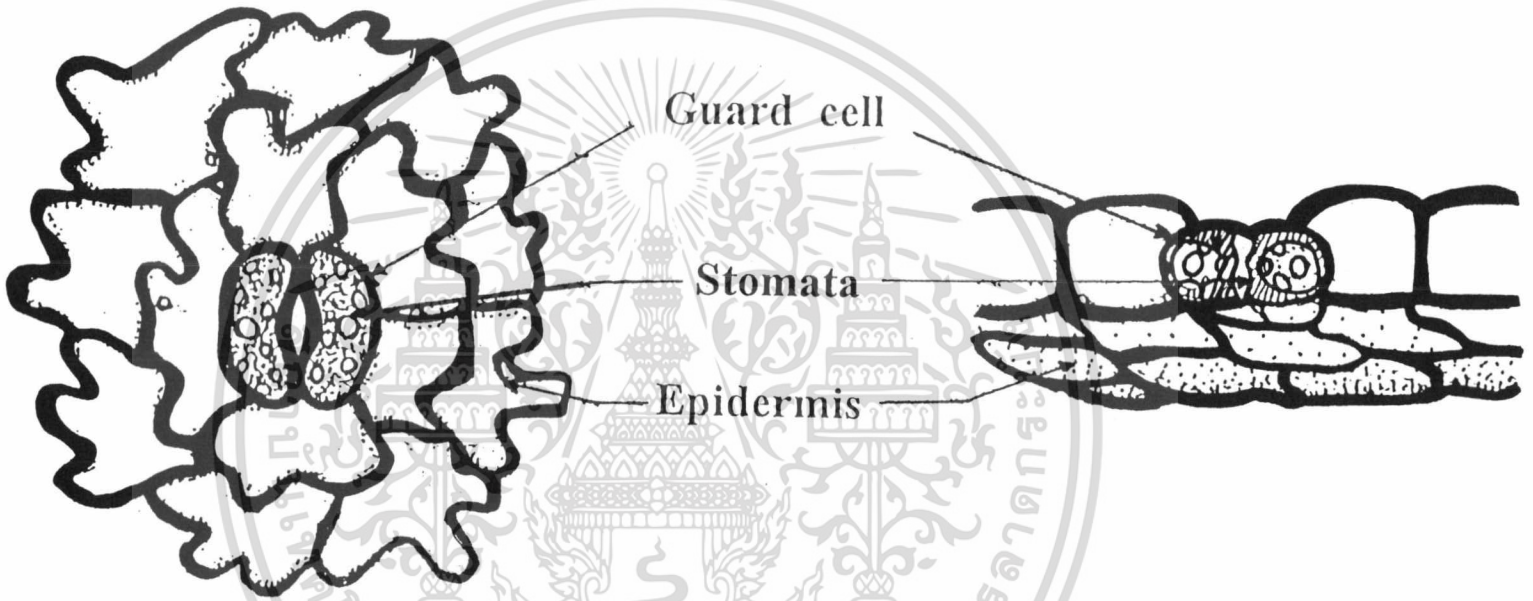
แสดงโครงสร้างภายนอกของใบ

สจล.



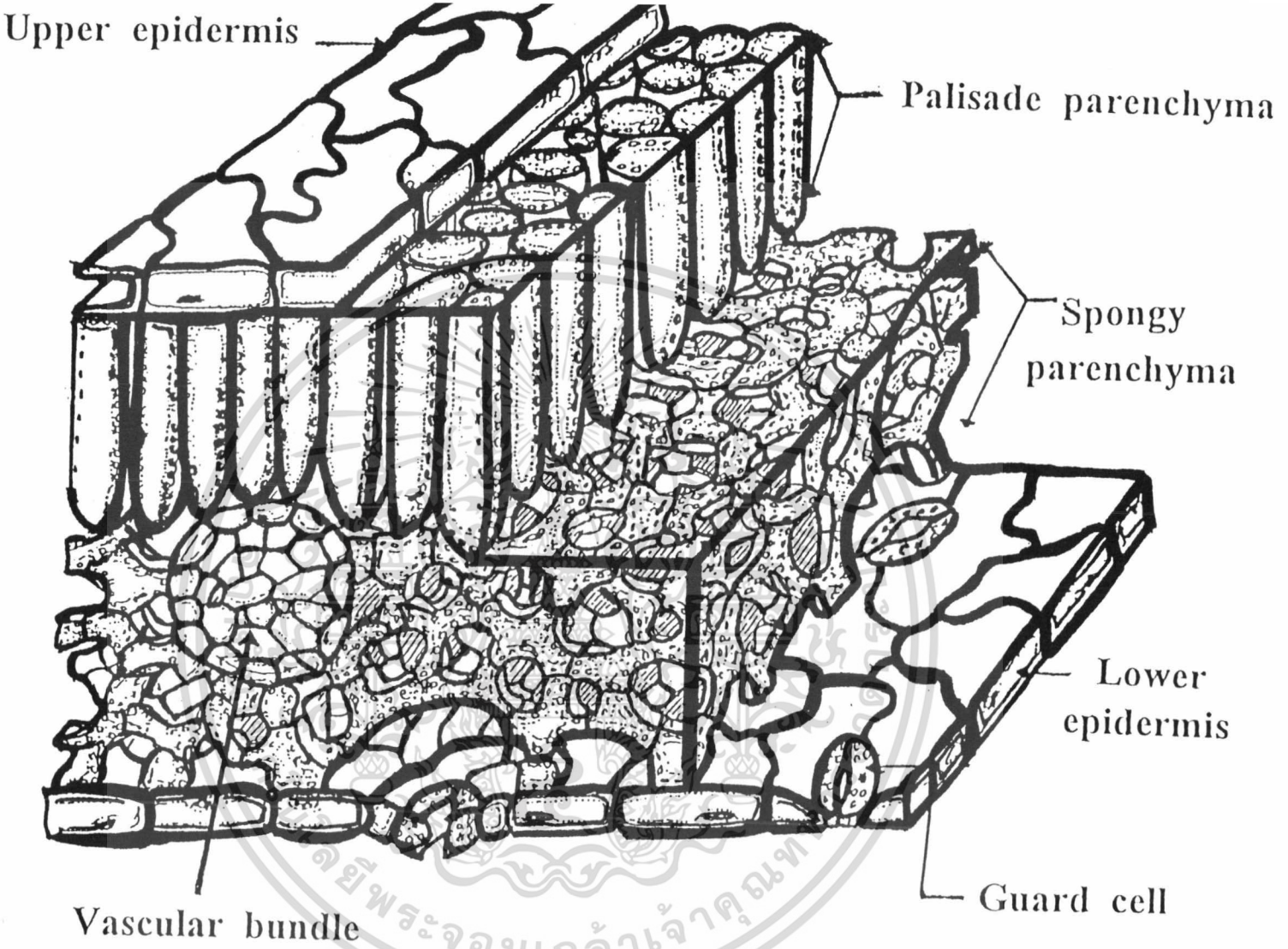
แสดงโครงสร้างภายในของใบเมื่อตัดตามขวาง

สจล.



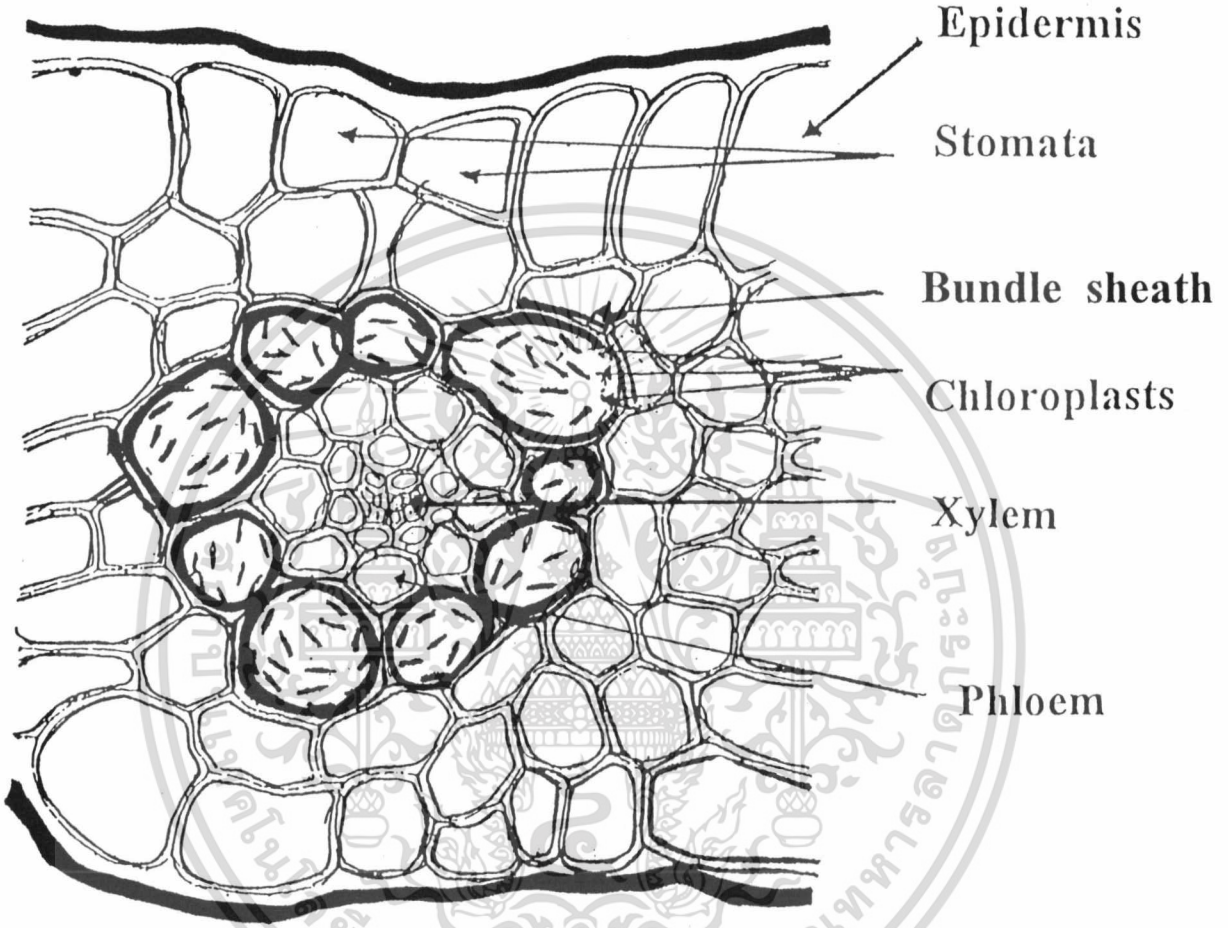
แสดงลักษณะภายในของปากใบ

สจล.



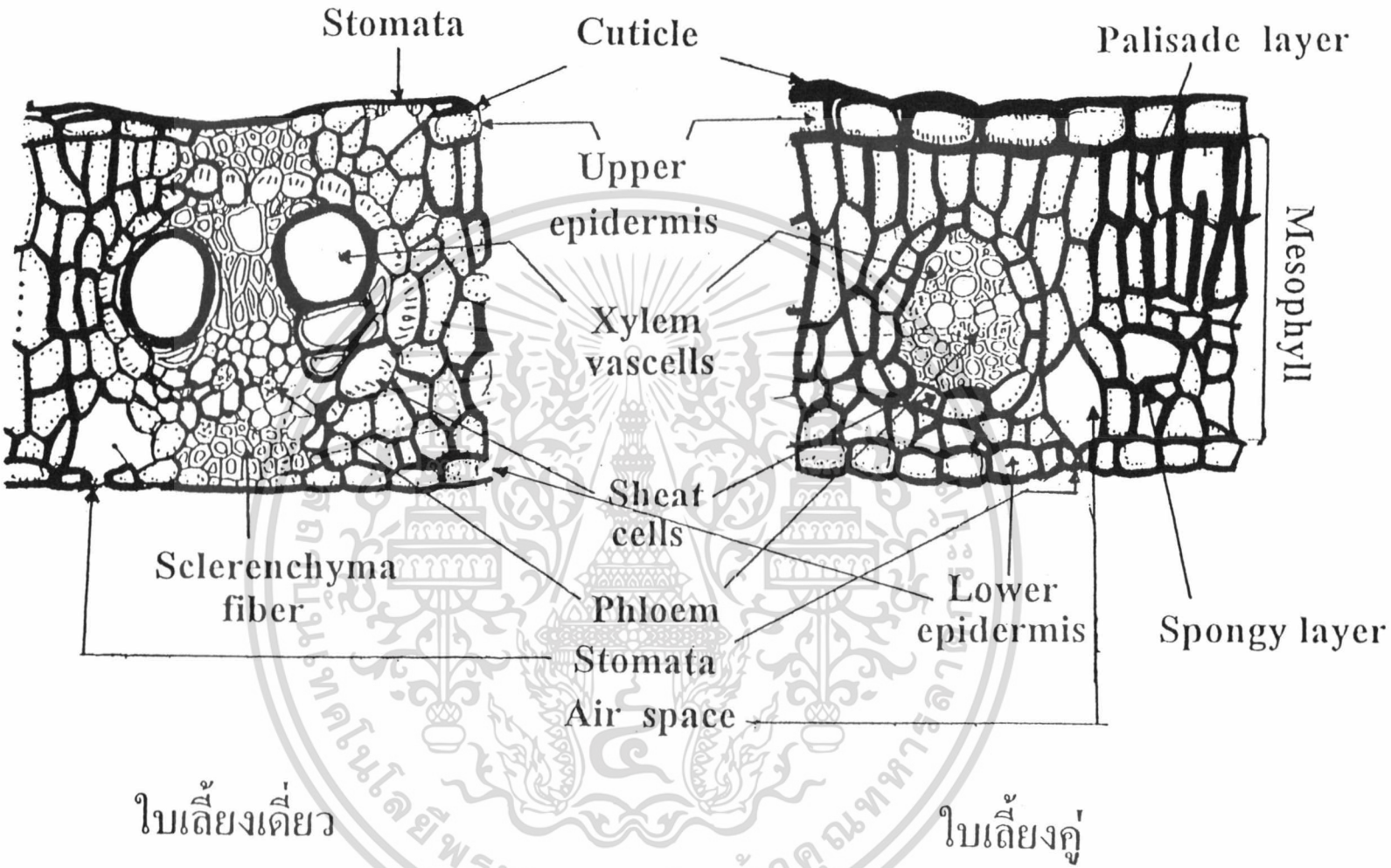
แสดงลักษณะภายในของเนื้อใบ

สจล.



แสดงลักษณะภายในของบันเดิล ชีท

สจล.



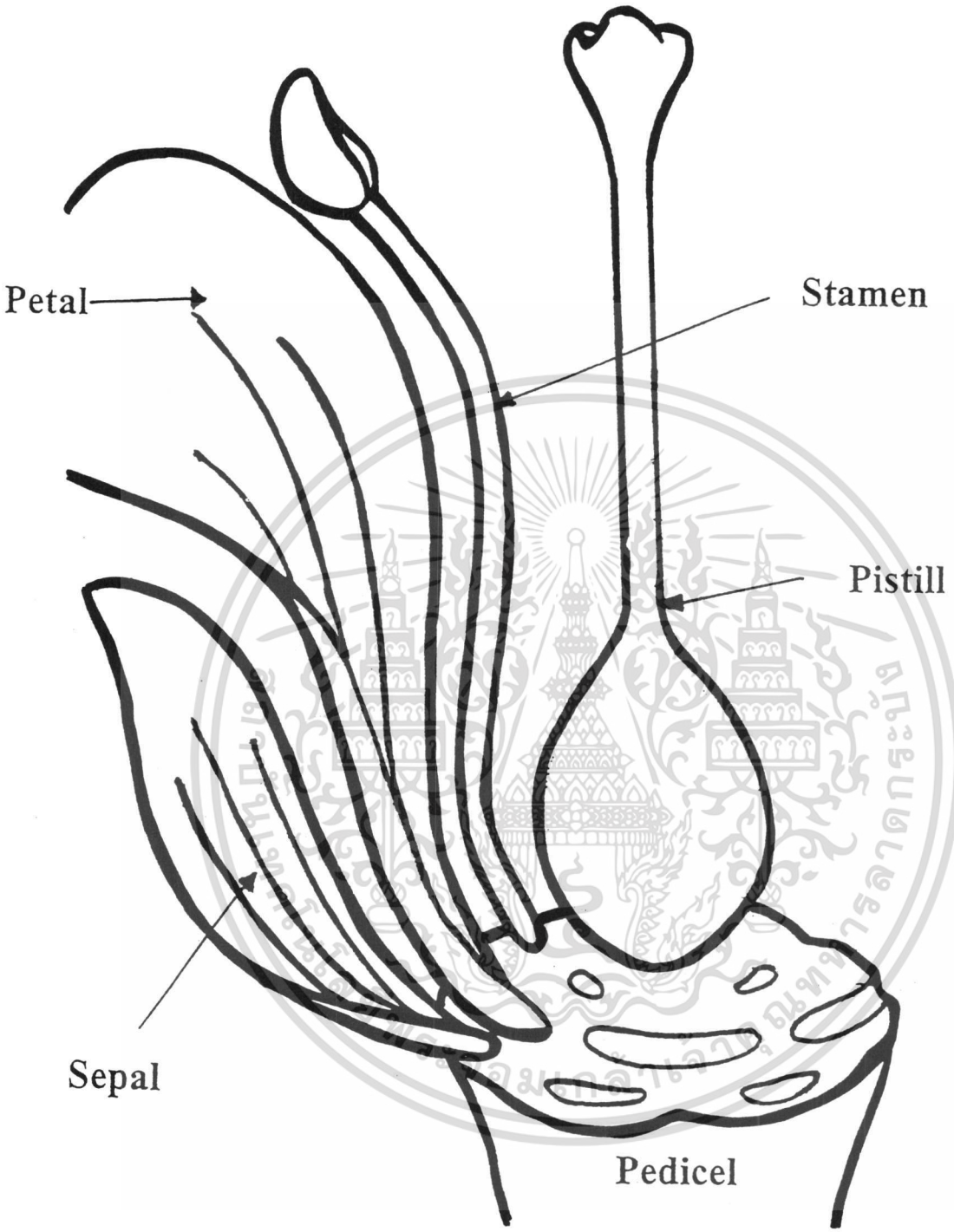
เปรียบเทียบลักษณะภายในของพืชใบเลี้ยงคู่และใบเลี้ยงเดี่ยว

สจล.

ดอก (Flower) คือ ส่วนของกิ่งที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ กิ่งที่เปลี่ยนแปลงมาเป็นดอกนี้มีลักษณะพิเศษ คือ ปล้องสั้น ข้อไม่มีตา การเจริญเติบโตของกิ่งมีขอบเขตจำกัดกล่าวคือ เมื่อมีส่วนต่าง ๆ ของดอกเกิดแล้วการเจริญตรงส่วนปลาย (Apical growth) ยุติลง

สจล.

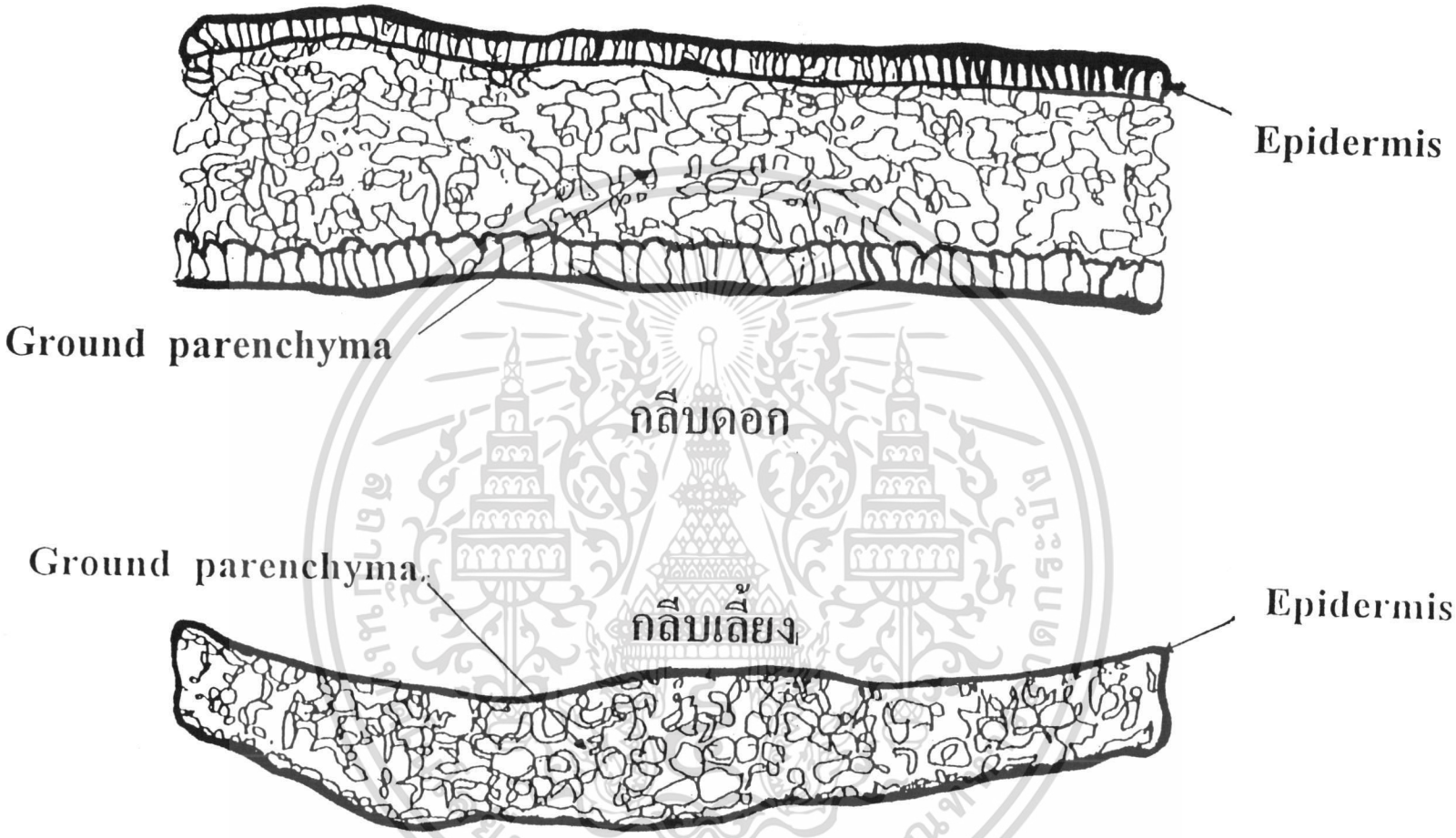
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงส่วนประกอบของดอกสมบูรณ์ (Complete flower)

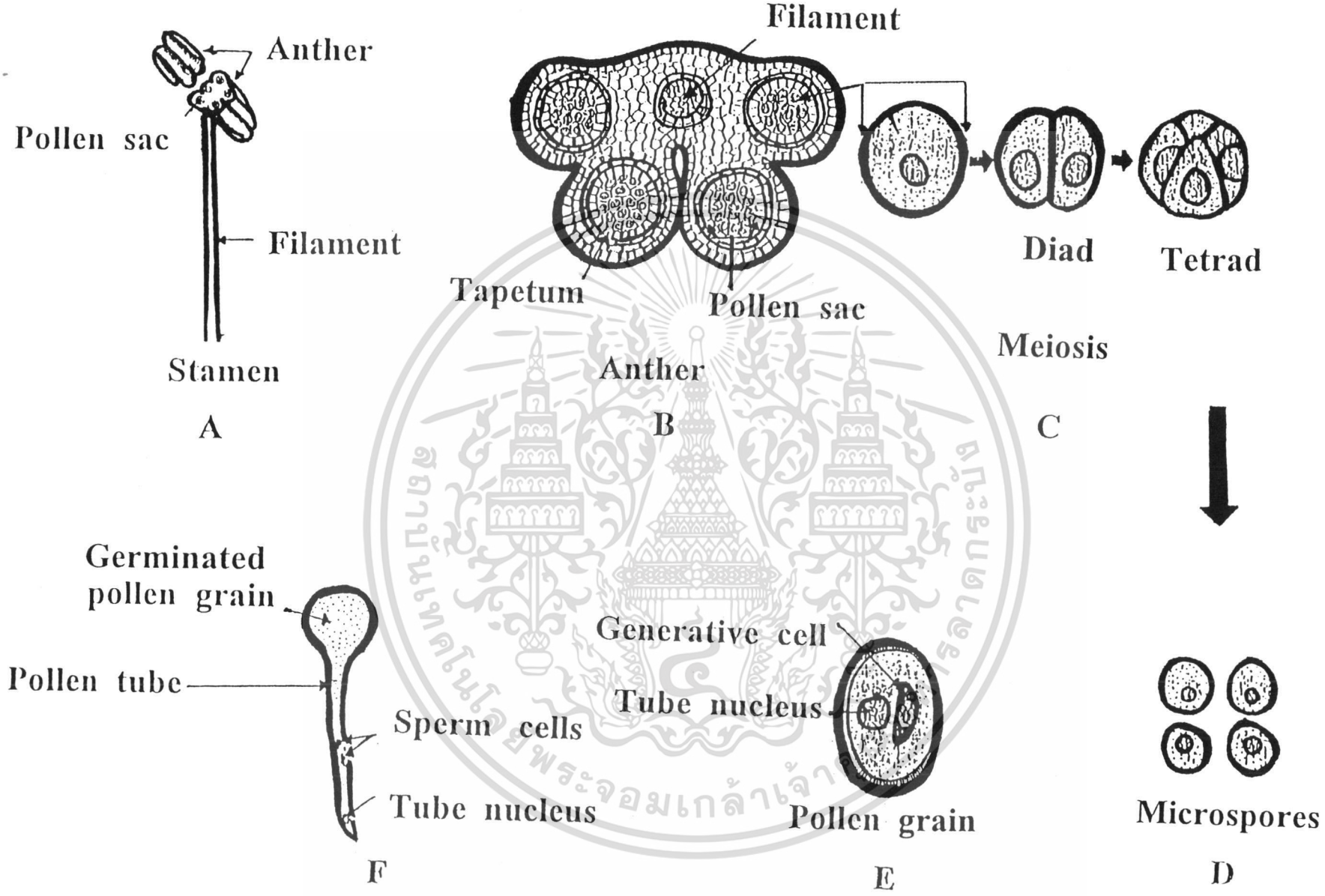
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



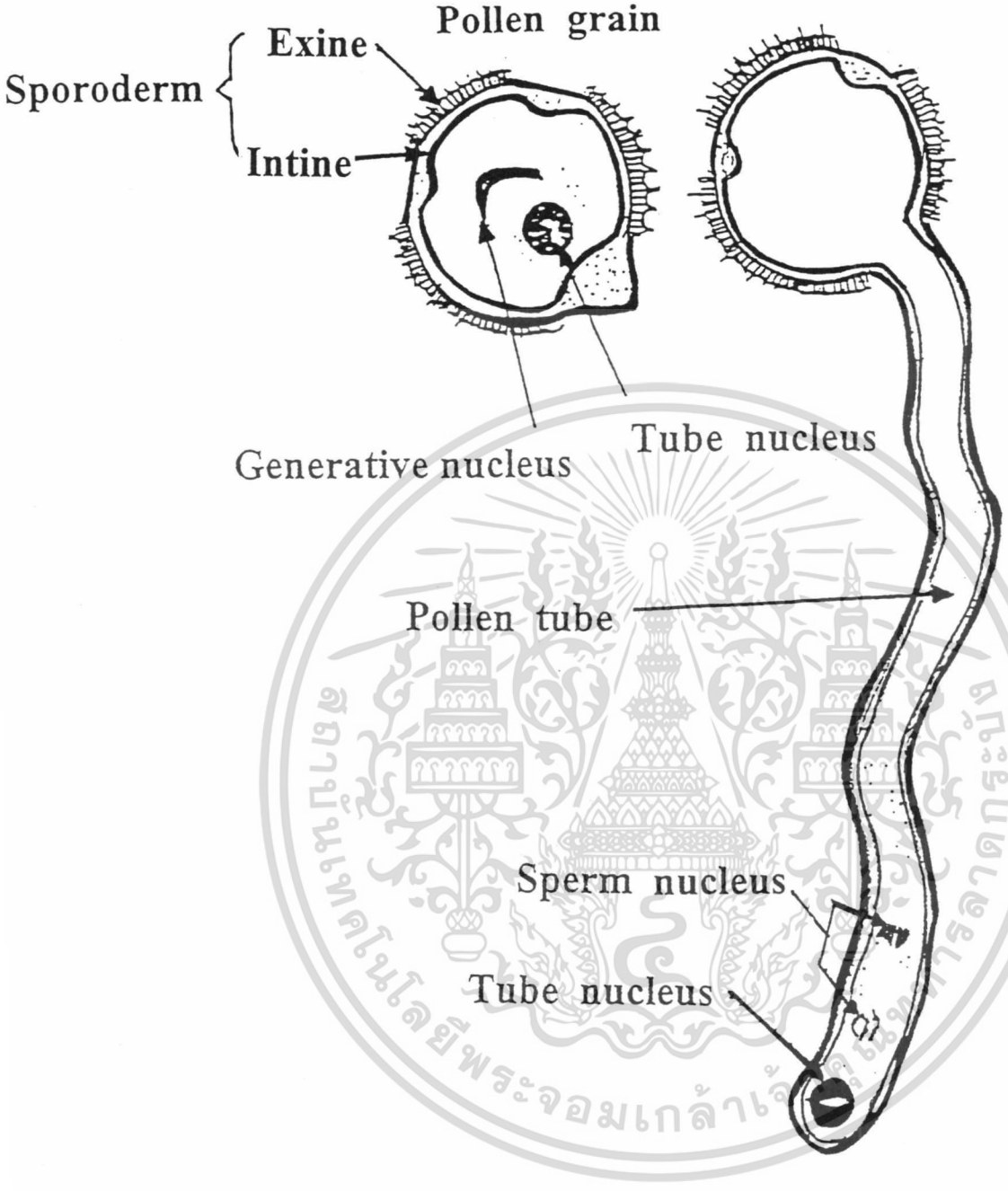
แสดงโครงสร้างภายในของกลีบเลี้ยงและกลีบดอก

สจล.



แสดงส่วนประกอบของเกสรตัวผู้และการเจริญของละอองเรณู

สจล.

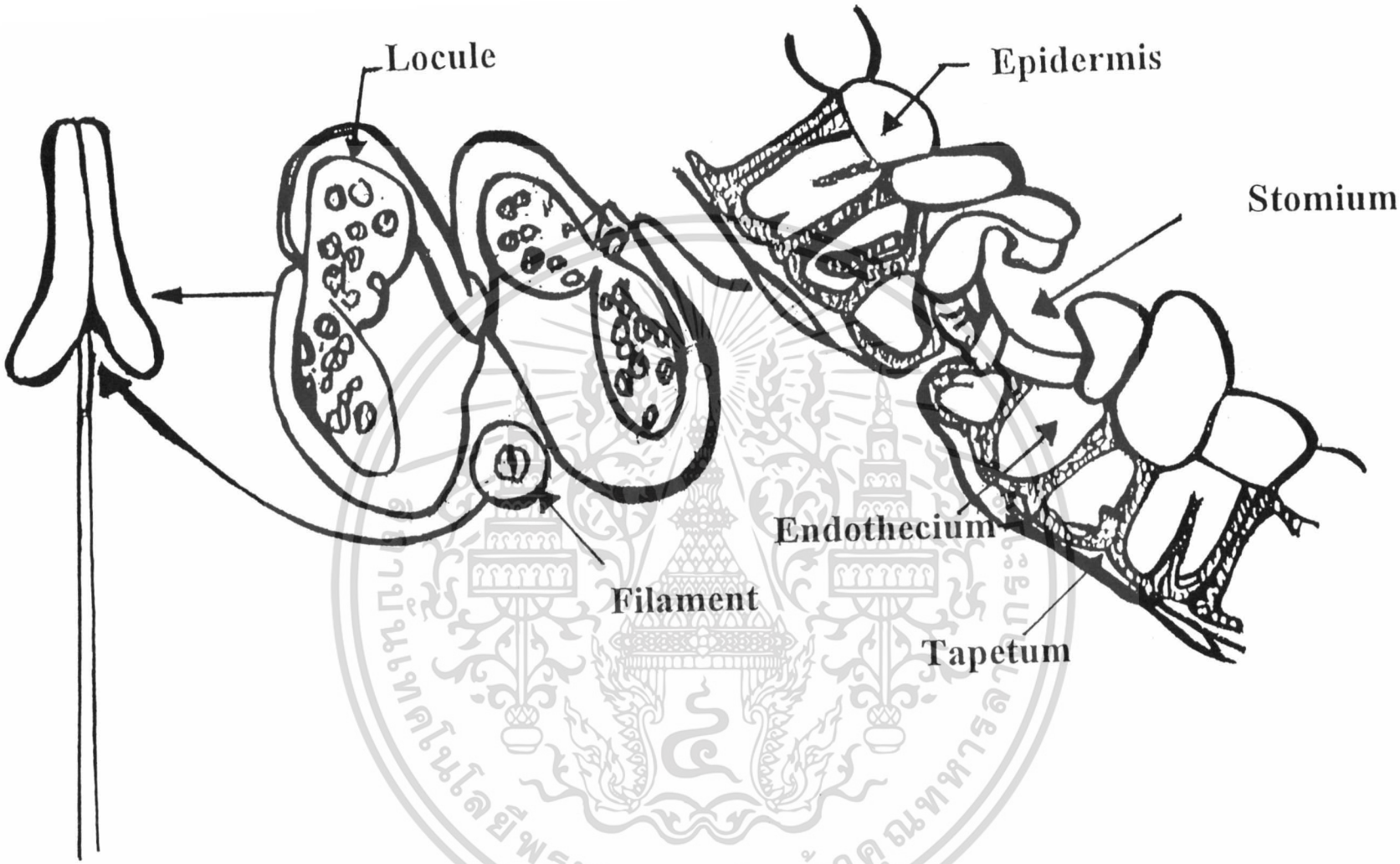


Mature microgametophyte

แสดงโครงสร้างภายในของ Pollen grain
และ Mature microgemetophyte

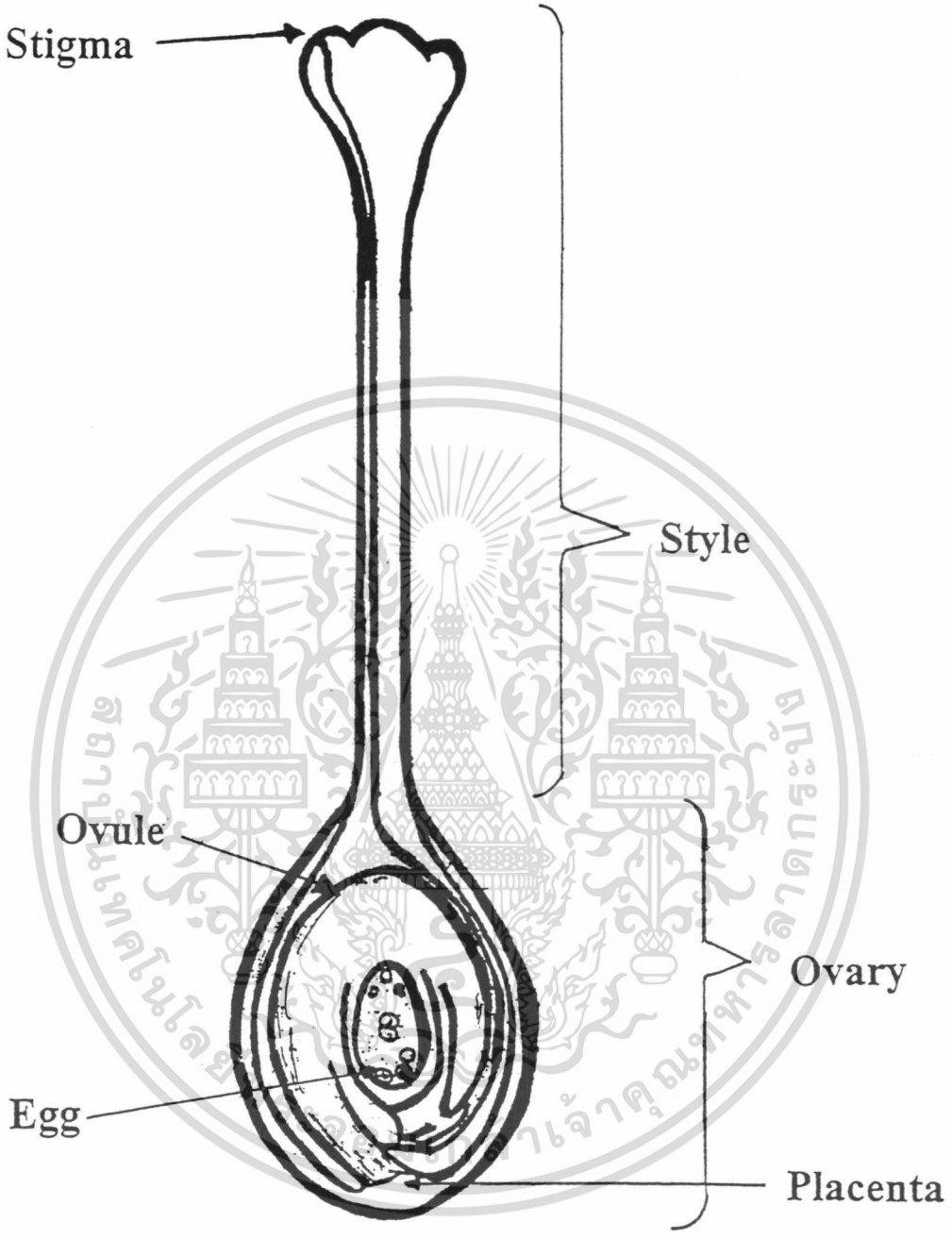
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของอับเรณู

สจล.



แสดงส่วนประกอบของเกสรตัวเมีย

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะภายในของเกสรตัวเมีย ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้คือ อิพิเดอร์มีส อยู่ชั้นนอกสุดมีสารคิวตินฉาบอาจมีปากใบอยู่ด้วย ส่วนที่ยอดเกสรจะอยู่ในลักษณะเป็นลักษณะเป็นต่อมเหมือนกับต่อมน้ำหวานเพื่อทำหน้าที่ผลิตสารเมือกเหนียว ๆ สติกมาติค ทิชชู (Stigmatic tissue) เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในจากเนื้อเยื่อบริเวณยอดเกสร ส่วนภายในรังไข่ส่วนใหญ่จะประกอบด้วยพาเรนไคมา พืชบางชนิดอาจมีชั้นของ sclereid อยู่ด้วย โดยเซลล์จะมีผนังกั้นเทนนินอยู่ภายในทำหน้าที่เป็นส่วนป้องกัน และกลุ่มท่อน้ำท่ออาหารประกอบด้วย 3 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งอยู่ตรงกลาง (Sorsal) และอีก 2 กลุ่มอยู่สองข้าง (Ventral)

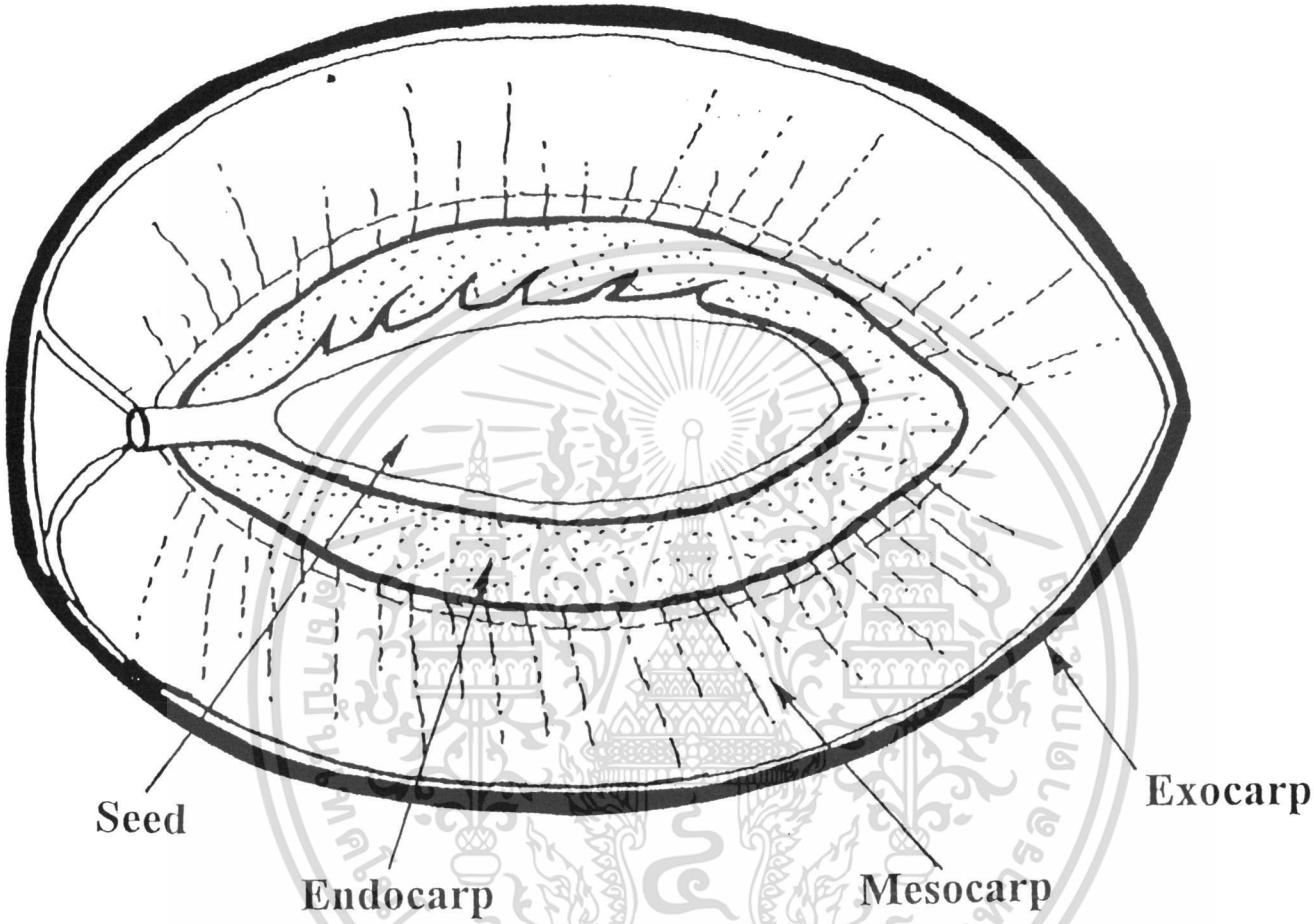
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผล (Fruit) คือ รังไข่ที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังที่ได้รับการผสมพันธุ์แล้ว โดยส่วนของโอวุลจะเปลี่ยนตามมาเป็นเมล็ดและอยู่ภายในผล บางครั้งอาจมีส่วนอื่น ๆ ของดอกเจริญตามมาด้วย เช่น กลีบเลี้ยง หรือฐานรองดอกจัดเป็นผลแท้จริง (True fruit) แต่บางชนิดไม่ได้ผสมเกสร และไม่มีเมล็ดเรียกว่า “Parthenocarpic fruit”

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงโครงสร้างของผล

สจล.

ชนิดของผลโดยทั่วไปจำแนกผลไม้ออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ผลเดี่ยว (Simple Fruit)

2. ผลกลุ่ม (Aggregate Fruit)

3. ผลรวม (Multiple Fruit)

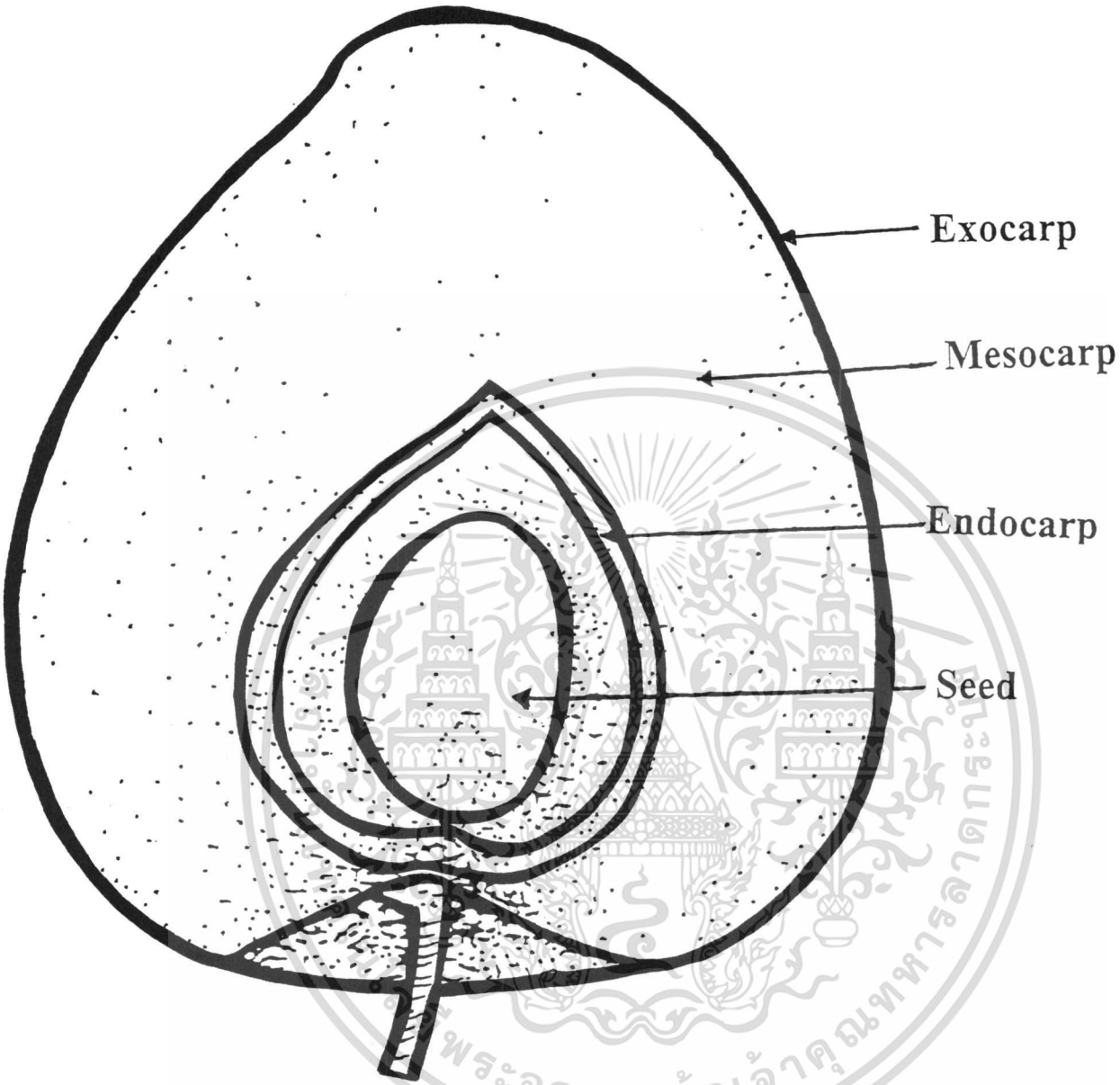
1. ผลเดี่ยว (Simple Fruit) คือ ผลที่เกิดจากเกสรตัวเมียหนึ่งอันของดอก ๆ เดี่ยว ซึ่งอาจเป็นดอกเดี่ยวหรือดอกช่อก็ได้ จำแนกออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของรังไข่ดังนี้

1.1 ผลแบบสด (Fleshy Fruit)

1.2 ผลแบบแห้ง (Dry Fruit)

สจล.

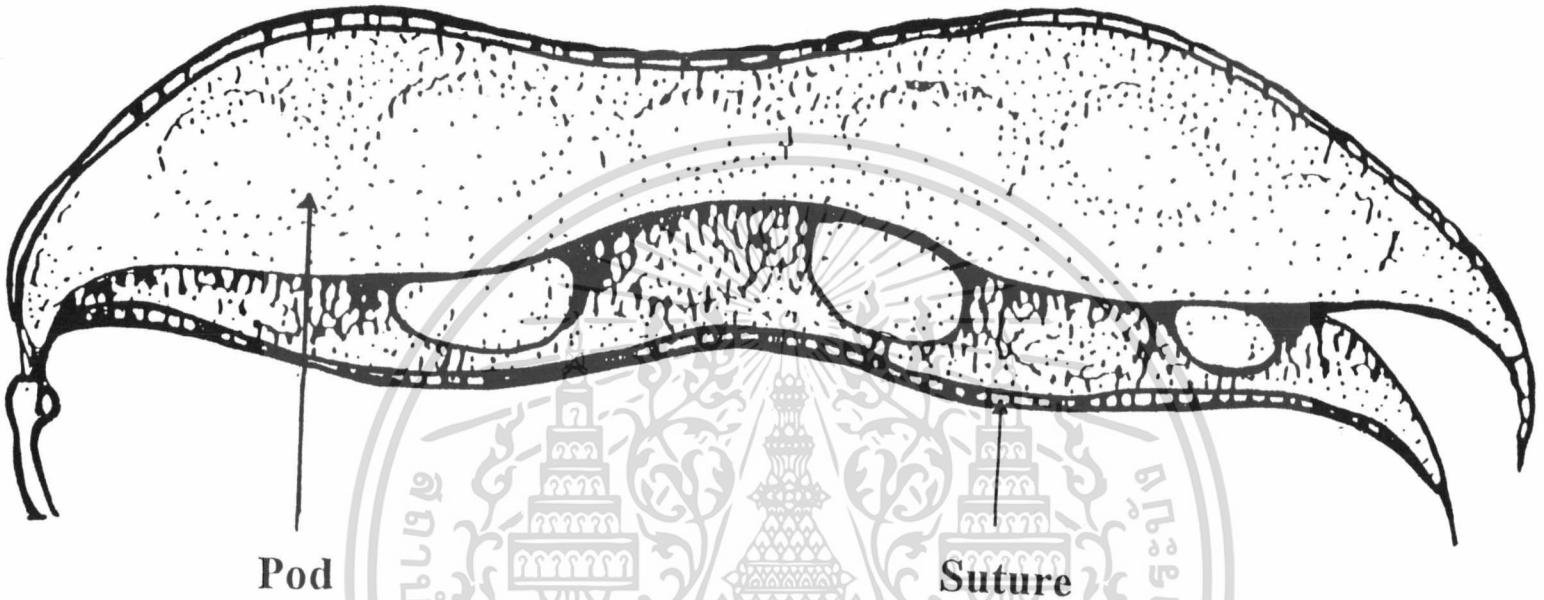
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงส่วนประกอบของผลสดแบบดรุ๊ฟ

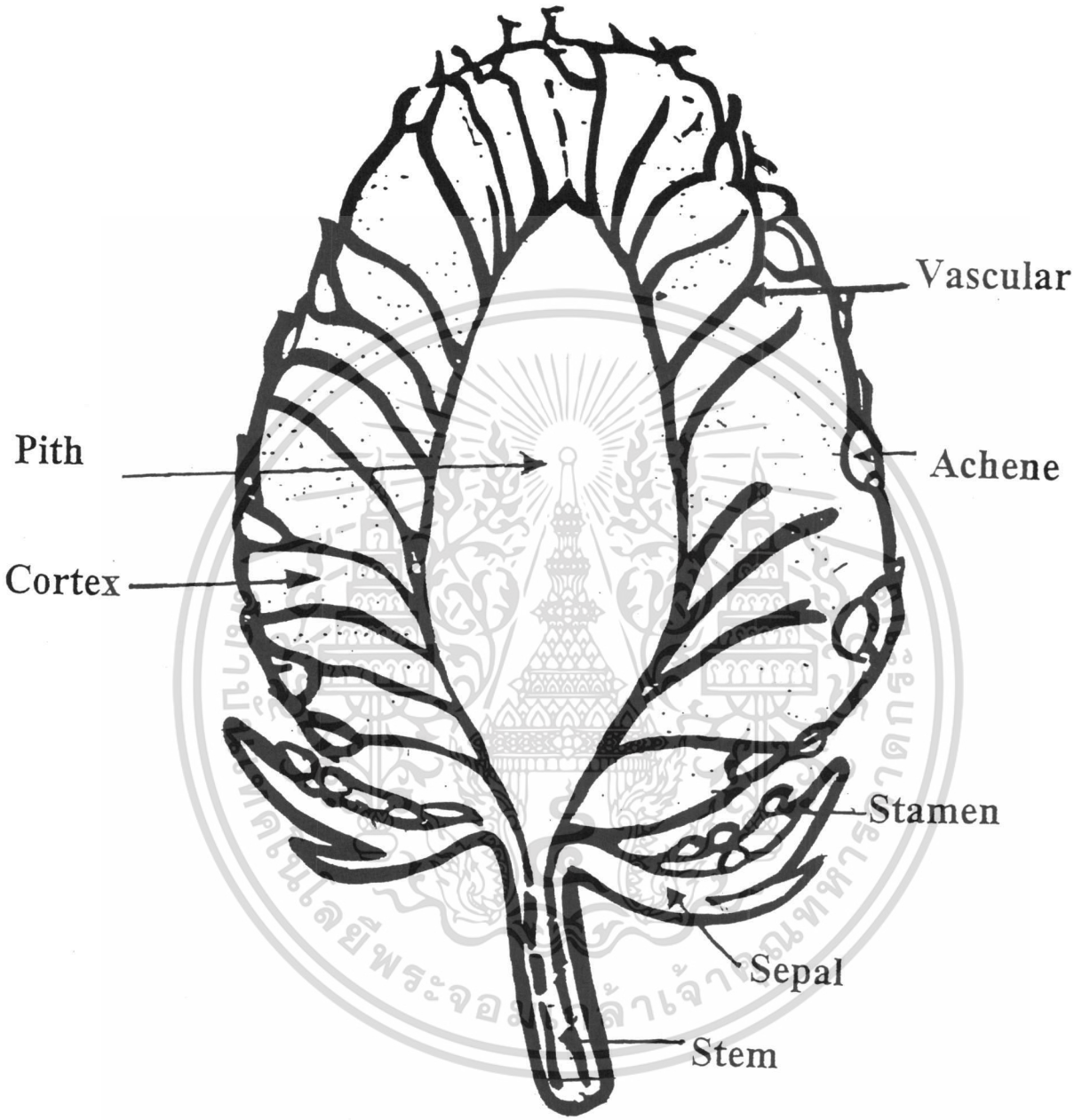
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงส่วนประกอบของผลแห้งแบบเลกุม

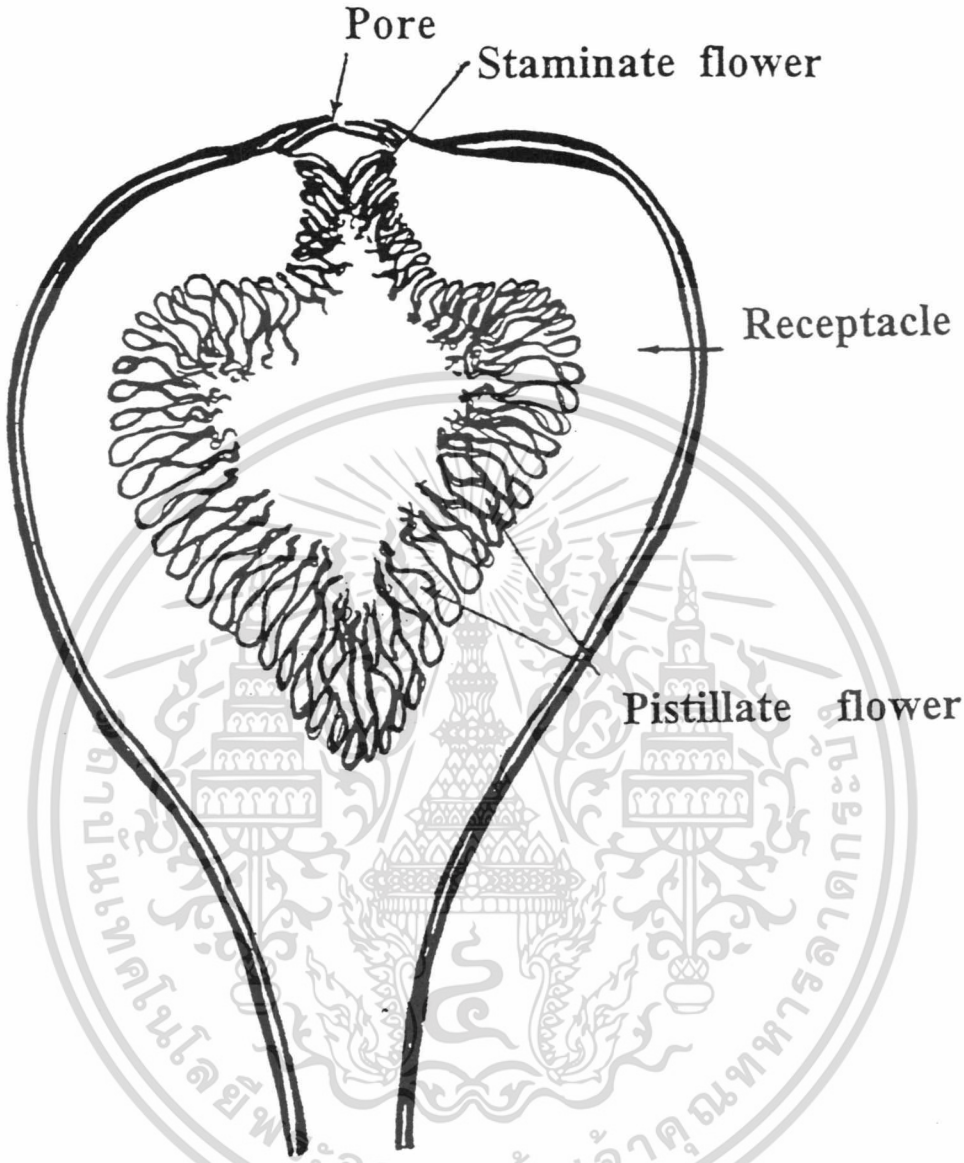
สจล.



แสดงส่วนประกอบของผลกลุ่มของสตรอเบอร์รี่

สจล.

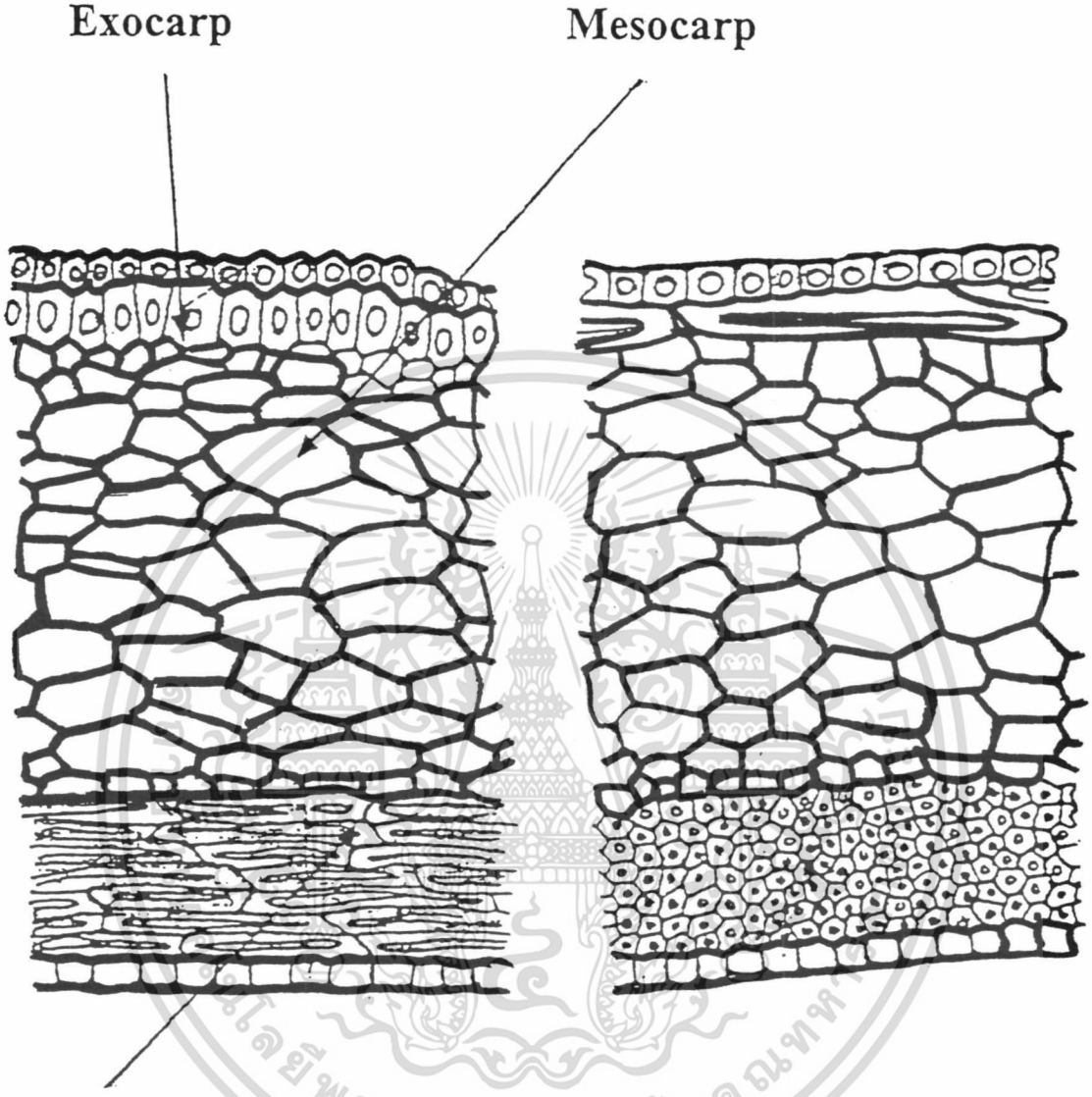
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงส่วนประกอบของผลรวมของผลมะเดื่อ

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A.ภาพตัดตามขวาง B.ภาพตัดตามยาว

แสดงลักษณะภายในผลชนิดเลกุมของถั่วเหลือง

สจล.

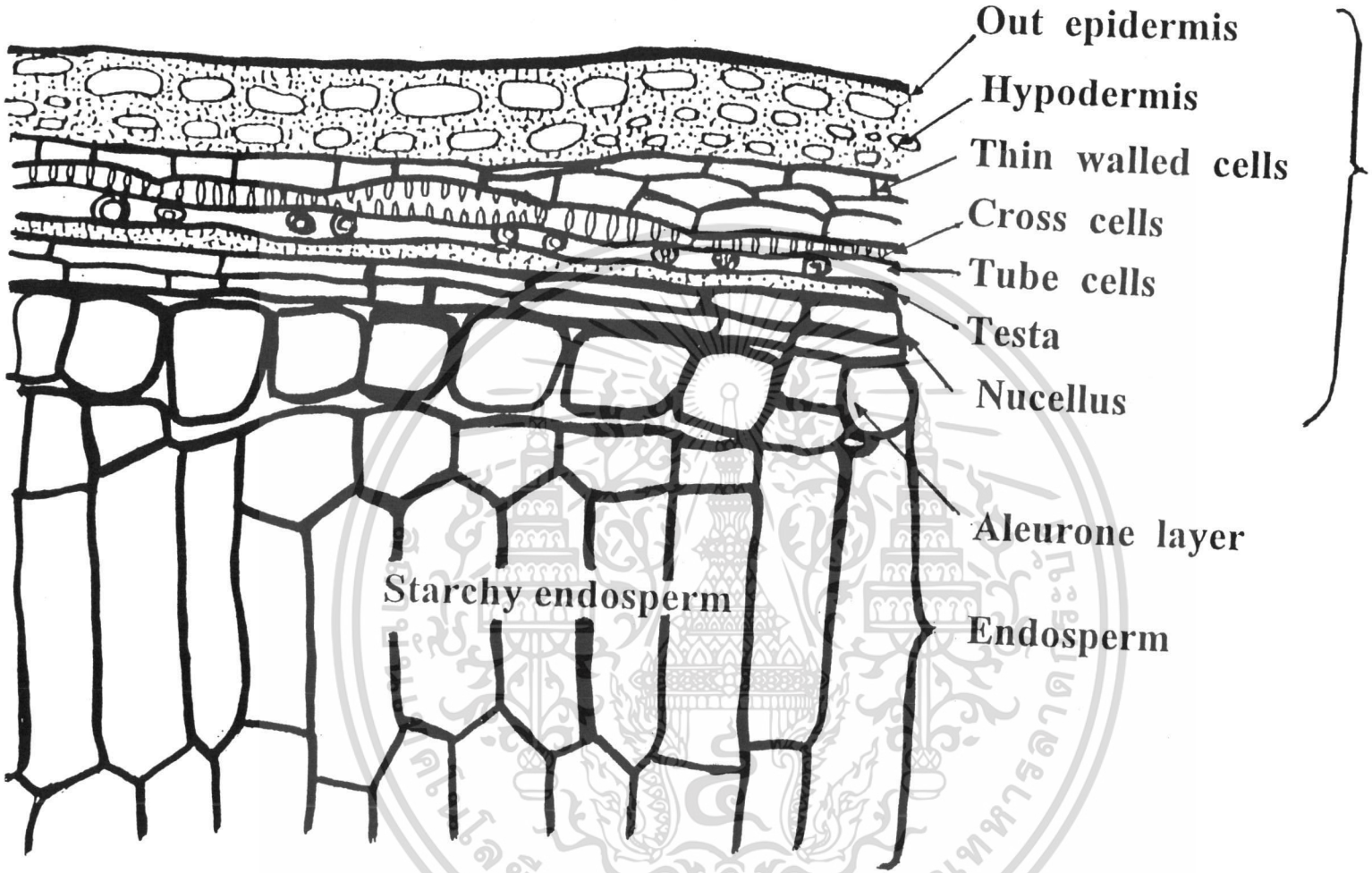
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผลแห้งประเภทแคปซูล เช่น ป่าน เปลือกชั้นนอกประกอบด้วยสเคลอเรนไคมา เปลือกชั้นกลางและเปลือกชั้นในประกอบด้วยพาเรนไคมา เปลือกชั้นในประ-กอบด้วยสเคลอเรนไคมา

3. ผลแห้งประเภทซิลิค เช่น ยาสูบเปลือกชั้นนอกและเปลือกชั้นกลางประกอบด้วยพาเรนไคมา เปลือกชั้นในประกอบด้วยสเคอเรนไคมา

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงลักษณะภายในผลชนิดคาริออพซิสของข้าวสาลี

สจล.

เมล็ด (Seed) คือ ส่วนของโอวุลที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาภายหลังการผสมพันธุ์ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากผนังของโอวุล (Integument) มีส่วนประกอบ 2 ชั้นคือ

ก. เปลือกชั้นนอก เรียกว่า "testa"

ข. เปลือกชั้นใน เรียกว่า "tegment"

2. คัพภะหรือต้นอ่อน (Embryo) เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากไซโกต (Zygote) ประกอบด้วย

สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

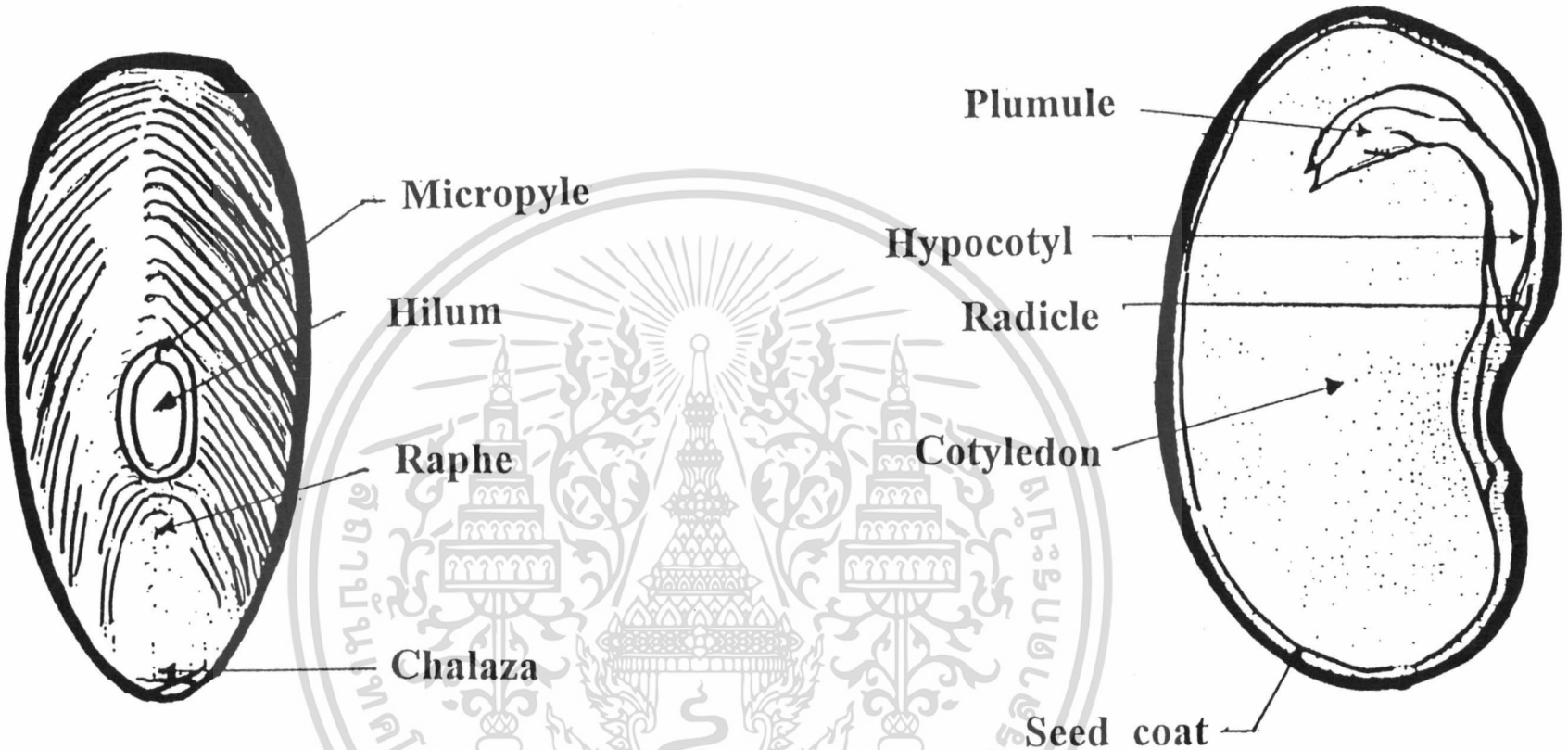
ก. ใบเลี้ยง (Cotyledon) ทำหน้าที่ดูดซึมและเก็บสะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนสำหรับ ใบเลี้ยงของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเรียกว่า “scutellum”

ข. ต้นอ่อน (Caulicle) ประกอบด้วย 4 ส่วนย่อยคือ ยอดอ่อน (Plumule) ลำต้นที่อยู่เหนือใบเลี้ยง (Epicotyl) ลำต้นที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง (Hypocotyl) และรากอ่อน (Radicle)

3. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เจริญมาจากการรวมตัวของไพรมารี่ เอนโดสเปิร์ม (Primary endosperm cell) ซึ่งเกิดจากการรวมตัวของโพลานิวคลีไอ (Polar nuclei) กับสเปิร์ม 1 ตัว ทำหน้าที่เก็บสะสมอาหารต่าง ๆ ไว้ให้ต้นอ่อน

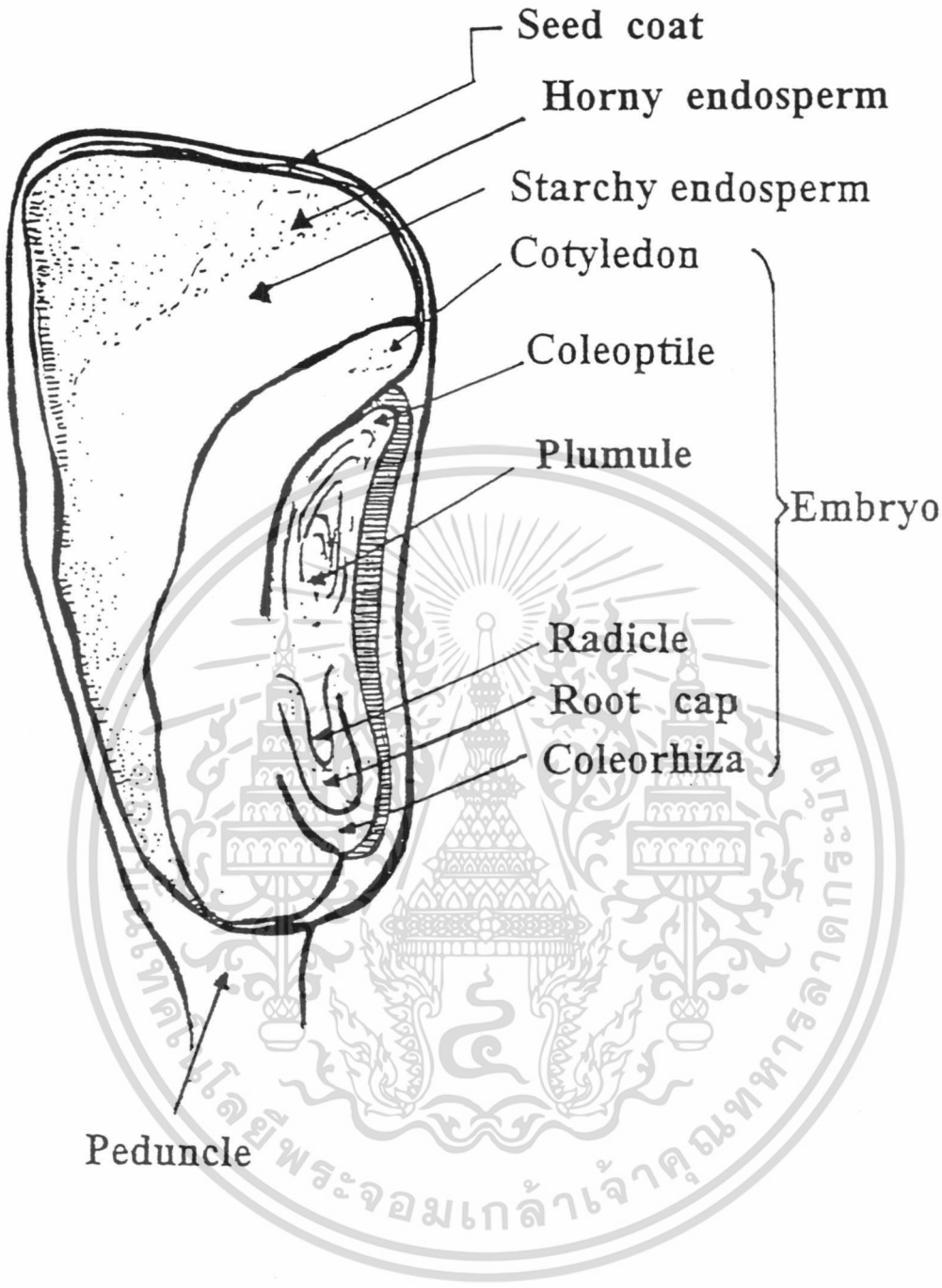
สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงโครงสร้างภายในเมล็ดพืชใบเลี้ยงคู่ของถั่ว

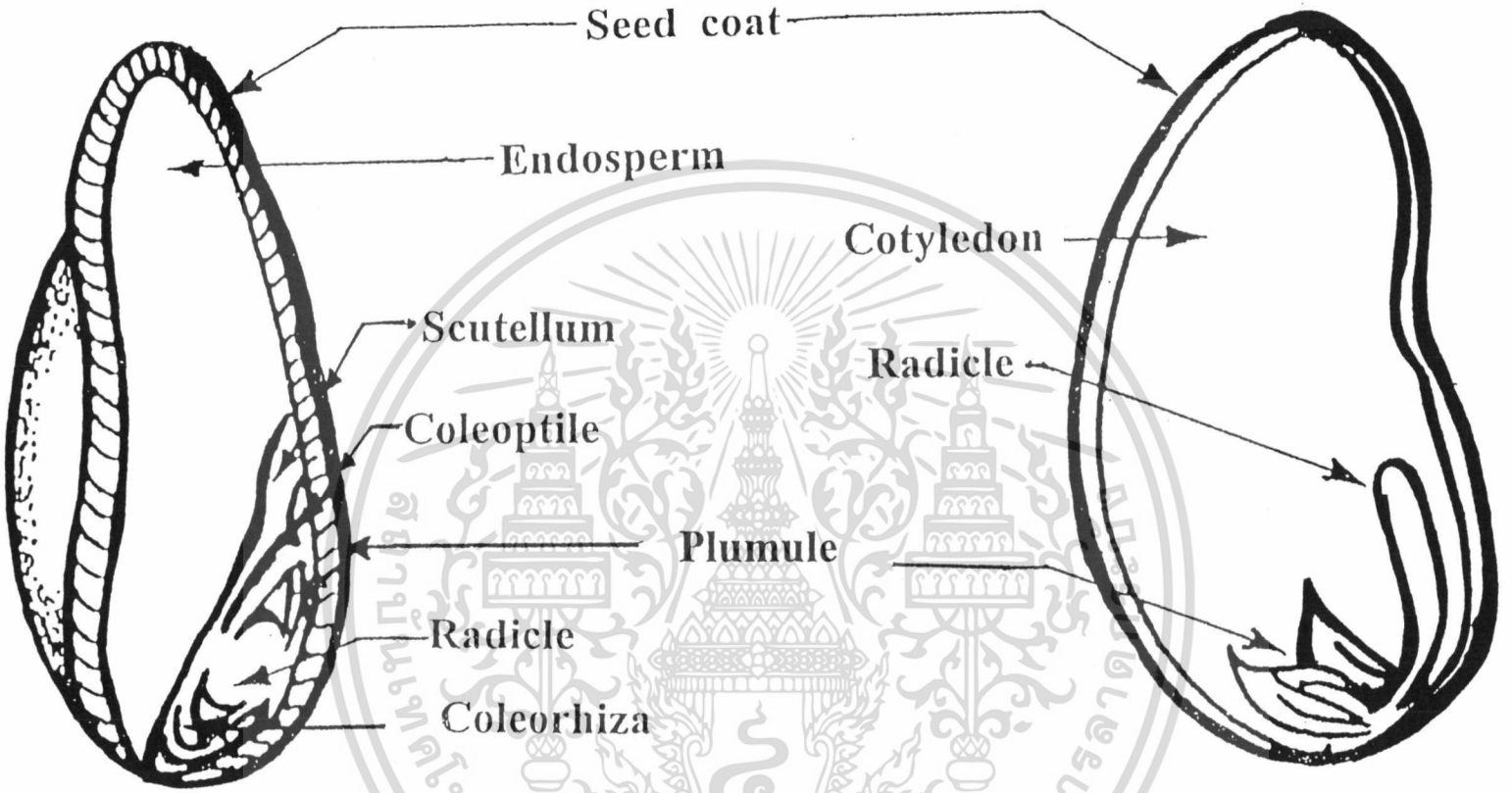
สจล.



แสดงโครงสร้างภายในเมล็ดพืชใบเลี้ยงเดี่ยวของข้าวโพด

สจล.

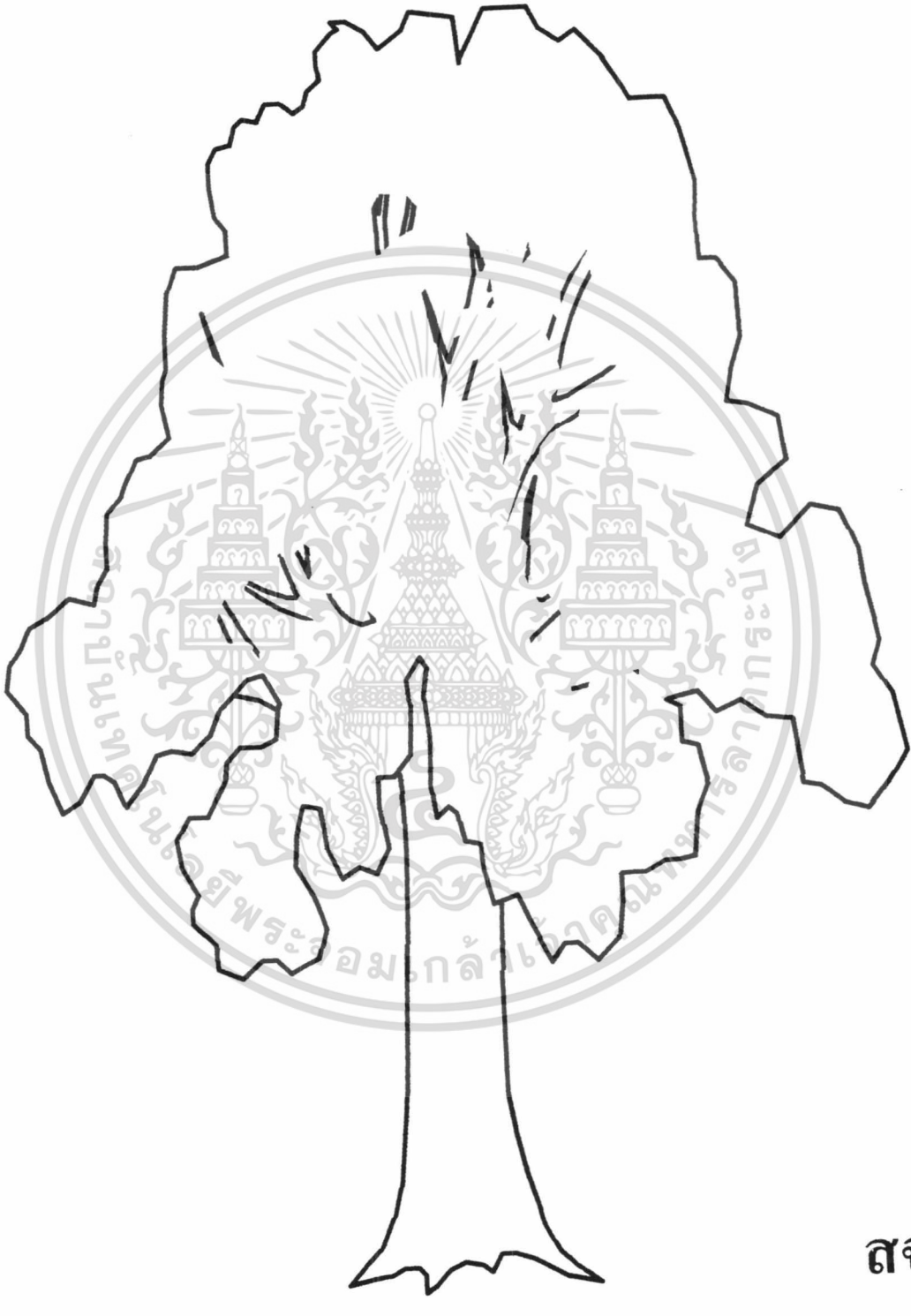
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงการเปรียบเทียบส่วนประกอบภายในของเมล็ดข้าวสาลีและเมล็ดถั่ว

สจล.

สวัสดี



สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้