สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

SOUND SLIDE FOR TNEACHING ABOUT INTERNAL STRUCTURE OF PLANT

โดย

นางสาวสุคนธร แข็งแรง

วพ.
ส ๗๔๘
๒๕๔๕
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 49797
วัน, เดือน, ปี 31 ธ.ค. 2547
b.....
i.....

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

ปีการศึกษา 2545

b 11311258

บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2545

ชื่อเรื่อง สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช
Sound Slide for Teaching about Internal Structure of Plant

ชื่อ-สกุล นางสาวสุคนธร แข็งแรง
สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช **ภาควิชา** ครุศาสตร์เกษตร
คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ศราวุธ อินทรเทศ

บทคัดย่อ

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสื่อการเรียนการสอน ประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช ใช้ประกอบการสอนในรายวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช รหัสวิชา 0360311100 ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืช ซึ่งเป็นการศึกษาเนื้อเยื่อภายในส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ เนื้อเยื่อพืช ราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ดและเอ็มบริโอ ในการเรียนการสอนนั้น ถ้าไม่มีสื่อประกอบการสอนก็ยากแก่การเข้าใจ เพราะการเรียนการสอนในเรื่อง โครงสร้างภายของพืช เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างยากและสลับซับซ้อนยากแก่การเข้าใจ ถ้ามีอุปกรณ์หรือสื่ออย่างอื่นมาประกอบการสอนจะทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้มากยิ่งขึ้น

วิธีการดำเนินการผลิตสไลด์ตามขั้นตอนดังนี้ ศึกษาหลักสูตร ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตสื่อและโครงสร้างภายในของพืช จัดทำสคริปต์คำบรรยาย ถ่ายภาพตามที่กำหนด คัดเลือกภาพ สแกนด์ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ ปรับแต่งภาพให้คมชัด ใส่ตัวหนังสือให้เรียบร้อยและทำการสำเนาภาพลงแผ่น CD-ROM แล้วนำไปเข้าเครื่องบันทึกฟิล์มอัตโนมัติ บันทึกคำบรรยาย นำผลไปประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน ผลจากการทำปัญหาพิเศษ

ครั้งนี้ ได้สไลด์ทั้งหมด 45 ภาพ พร้อมเทปประกอบคำบรรยาย 1 ม้วน และเอกสารประกอบคำบรรยายสไลด์ 1 ชุด

ข้อเสนอแนะในการสร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทสไลด์ ผู้จัดทำต้องมีความรู้ด้านการถ่ายภาพ รวมทั้งวิชาการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย เช่น กล้องถ่ายภาพ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องบันทึกเสียง โดยต้องมีการวางแผนการดำเนินการอย่างรัดกุม ต้องมีความรู้ในเรื่องที่ทำเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น คือ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช (0360311100) สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช รวมทั้งผู้จัดทำยังได้รับประสบการณ์ในการจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยาย และสามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นไปเผยแพร่แก่ผู้ที่สนใจทั่วไปอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปัญหาพิเศษประเภทสื่อการเรียนการสอน สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความกรุณาช่วยเหลือให้คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จากท่านอาจารย์ ศราวุธ อินทรเทศ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ที่ได้เสียสละทั้งเวลาเพื่อให้ความอนุเคราะห์ในการช่วยเหลือให้คำแนะนำชี้แจง พร้อมทั้งแนะแนวทางในการแก้ไขต่าง ๆ ในการทำปัญหาพิเศษ รวมทั้งตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ จนทำให้ปัญหาพิเศษบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้โดยสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร ที่ให้ความสะดวกในการเบิกอุปกรณ์ที่ใช้จัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายครั้งนี้

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่สารสนเทศและเจ้าหน้าที่ห้องโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ช่วยเหลือเกี่ยวกับการใช้คอมพิวเตอร์ และช่วยเหลือให้ความรู้และความสะดวกการใช้เทคนิคต่าง ๆ ในการจัดทำสไลด์ครั้งนี้

คุณงามความดีทั้งหมดที่ได้เพียรพยายามในการทำปัญหาพิเศษ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช ในครั้งนี้ผู้จัดทำขอมอบให้แก่ บิดา-มารดา ที่ให้ความช่วยเหลือเรื่องงบประมาณให้กำลังใจในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นางสาวสุคนธร แข็งแรง

มีนาคม 2546

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 ความหมายของสื่อการสอน.....	4
2.2 ความสำคัญของสื่อการสอน.....	5
2.3 ประโยชน์และคุณค่าของสื่อการสอน.....	6
2.4 ประเภทของสื่อการสอน.....	8
2.5 ความหมายของสไลด์.....	9
2.6 ประโยชน์และคุณค่าของสไลด์ต่อสื่อการเรียนการสอน.....	10
2.7 ขั้นตอนการผลิตสไลด์.....	11
2.8 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช.....	13
บทที่ 3 วิธีสร้างอุปกรณ์สไลด์ประกอบการสอน.....	28
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	28
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา.....	30
3.3 คำบรรยายประกอบสไลด์.....	50
3.4 ขั้นตอนการสร้างสไลด์.....	58
บทที่ 4 การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข.....	59
4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์.....	59
4.2 ผลการตรวจสอบ.....	60
4.3 การปรับปรุงแก้ไข.....	63

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.4 การปรับปรุงแก้ไข..... 63

บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ..... 64

5.1 สรุป..... 64

5.2 ปัญหา..... 64

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 65

บรรณานุกรม..... 66

ภาคผนวก..... 67

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการเรียนการสอนได้มีการเปลี่ยนแปลงเป็นอย่างมาก ได้พัฒนาขึ้นจากเดิมที่ครูทำหน้าที่เป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้กับนักเรียนด้วยวิธีบรรยาย ใช้ตำราเรียนและกระดานชอล์กจนปัจจุบันบทบาทของครูได้ถูกเปลี่ยนแปลงไปจากผู้บรรยายเป็นผู้กระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลหรือกลุ่ม ตลอดจนการจัดระบบการสอน ทั้งนี้โดยอาศัยโสตทัศนวัสดุเป็นตัวกลางช่วยทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนรู้ความคิด ทักษะและทัศนคติ (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2528 : 7) องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งของการเรียนการสอนที่นอกเหนือไปจากครู วิธีสอนและการประเมินผลก็คือ สื่อการสอน ทั้งนี้เพราะสื่อการสอนช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ความรู้ให้แก่ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างแข็งขัน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้นและใช้เวลาในการเรียนน้อยลง นอกจากนี้สื่อการสอนยังช่วยแก้ปัญหาหรือข้อจำกัดต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนได้อีก (ไชยศ เรืองสุวรรณ, 2533 : 1) ดังนั้นการเลือกสื่อต้องให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์จะทำให้สื่อนั้นมีคุณค่า ต้องเลือกใช้สื่อที่ก่อผลประโยชน์มากที่สุด (พฤฒิพงษ์ เล็กศิริรัตน์, มปป : 25)

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ผู้จัดทำได้เลือกจัดทำในรูปสไลด์ประกอบคำบรรยาย ทั้งนี้ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้ คือ 1.) ต้นทุนในการผลิตต่ำ 2.) การผลิตไม่ยุ่งยากซับซ้อน 3.) เป็นสื่อที่มีส่วนคล้ายของจริงมากที่สุด 4.) สามารถเก็บไว้ใช้ได้นาน 5.) ผู้เรียนสามารถดูภาพได้นานตามที่ต้องการ 6.) ใช้ศึกษาได้ทั้งเป็นกลุ่มและรายบุคคลและสามารถใช้ได้ในสภาพห้องเรียนธรรมดา (สุนันท์ ปัทมาคม, 2523 : 28) จากเหตุผลดังกล่าวนี้ทำให้มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนกับสถาบันการศึกษาต่างๆได้เป็นอย่างดี

ปัจจุบันการศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์มีความสำคัญอย่างมาก เพราะเรามีความสัมพันธ์อยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยเฉพาะปัจจัยสี่ อันได้แก่ อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค และที่อยู่อาศัย ซึ่งการเจริญเติบโตของพืชนั้นเกิดจากการเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช เพื่อนำความรู้ที่ได้ไปใช้ปรับปรุงด้านการผลิตพืชให้เหมาะสมกับความต้องการของมนุษย์ ในการเรียนวิชา

03603100 เทคโนโลยีการผลิตพืช สาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับโครงสร้างภายในของพืชอันได้แก่ เนื้อเยื่อพืช ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ดและเอ็มบริโอ ในการเรียนการสอนนั้นถ้าไม่มีสื่อประกอบการเรียนการสอนก็ยากแก่การเข้าใจ เพราะการเรียนการสอนในเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช เป็นเนื้อหาค่อนข้างยากและสลับซับซ้อน ดังนั้นการผลิตสไลด์ชุดนี้ขึ้นมาจะช่วยให้ผู้เรียนสนใจบทเรียน และเกิดการเรียนรู้บรรลุวัตถุประสงค์ จึงคาดว่าจะช่วยให้การเรียนการสอนดียิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อผลิตสไลด์ประกอบการสอนเรื่องโครงสร้างภายในของพืช สำหรับใช้ประกอบการสอนในวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช ซึ่งเป็นวิชาบังคับในกลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ของสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. เพื่อประเมินสไลด์ประกอบการสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตสไลด์ประกอบการสอนเรื่องโครงสร้างภายในของพืช เพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช รหัสวิชา 0360311100 ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประกอบด้วย

1. สไลด์ประกอบคำบรรยาย 1 ชุด มี 45 ภาพ เป็นภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของพืช ได้แก่ภาพ ดังต่อไปนี้

1. ภาพนำเรื่อง	2	ภาพ
2. ภาพแสดงลักษณะเนื้อเยื่อพืช	24	ภาพ
3. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของราก	4	ภาพ
4. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของลำต้น	3	ภาพ
5. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของใบ	2	ภาพ
6. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของดอก	4	ภาพ
7. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของผล	2	ภาพ

8. ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเมล็ดและเอมบริโอ		3	ภาพ
9. ภาพสวัสดี		1	ภาพ
	รวม	45	ภาพ
2. เทปบันทึกคำบรรยายในระบบสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ		1	ม้วน
3. เอกสารคำบรรยายประกอบชุดสไลด์		1	เล่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้สไลด์ประกอบการสอนเรื่องโครงสร้างภายในของพืชเพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช รหัสวิชา 0360311100 ในสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. เข้าใจขบวนการผลิตอุปกรณ์การสอนประเภทสไลด์ ตลอดจนปัญหาและอุปสรรคในการผลิต

3. ผู้จัดทำได้ประสบการณ์ตรง สามารถนำไปใช้ในการจัดทำสไลด์ประกอบการสอนในเรื่องอื่น ๆ ต่อไป

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ เป็นการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอน ประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช เพื่อใช้ประกอบการสอนวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช (0360311100) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาห-กรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้จัดทำได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลในการผลิตสื่อการเรียนการสอน ซึ่งแบ่งออกเป็น 8 ส่วน คือ

2.1 ความหมายของสื่อการสอน

2.2 ความสำคัญของสื่อการสอน

2.3 ประโยชน์และคุณค่าของสื่อการสอน

2.4 ประเภทของสื่อการสอน

2.5 ความหมายของสไลด์

2.6 ประโยชน์และคุณค่าของสไลด์ต่อการเรียนการสอน

2.7 ขั้นตอนการผลิตสไลด์

2.8 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช

2.1 ความหมายของสื่อการสอน

วารินทร์ รัศมีพรหม (2529 : 4) กล่าวว่า สื่อ (Medium/Media) คำนี้มาจากภาษาละติน ว่า Between ซึ่งแปลว่า "ระหว่าง" คำว่าสื่อ หมายถึง สิ่งที่เป็นพาหนะนำข้อมูลจากแหล่งกำเนิดข้อมูลไปสู่ผู้รับในแง่ส่งความหมายถึงกัน (Media of communication) ที่ใช้กันอยู่คือ ภาพยนตร์ โทร-ทัศน์ วิทยุ เครื่องเสียง ภาพวัสดุฉาย และสิ่งพิมพ์ สิ่งเหล่านี้เมื่อนำมาใช้กับการเรียนการสอนจึงเรียกว่าสื่อการสอน

กิดานันท์ มะลิทอง (2536 : 76) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง ตัวกลางที่ช่วยนำและถ่ายทอดข้อมูลความรู้จากผู้สอนหรือจากแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียน เป็นสื่ออธิบายขยายเนื้อหาของบทเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นเพื่อบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนที่ตั้งไว้

เชียรศรี วิวรสิริ (2535 : 53) ซึ่งกล่าวว่า สื่อการเรียนการสอน คือ ตัวกลางหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อใช้เป็นเครื่องมือถ่ายทอดความรู้ของครูถึงผู้เรียนและทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดหมายที่วางไว้เป็นอย่างดี หรือสื่อการเรียนการสอน คือ วัสดุ อุปกรณ์ วิธีการหรือเทคนิคที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนส่งหรือถ่ายทอดความรู้ เจตคติ และทักษะไปยังผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

กมล เวียสุวรรณ และ นิตยา เวียสุวรรณ (2539 : 40) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง การนำวัสดุอุปกรณ์ระบบและวิธีการมาเป็นตัวกลางในการให้การศึกษาแก่ผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

กิติมา ปรียดาดิลก (2532 : 88) กล่าวว่า สื่อการสอน หมายถึง วัตถุ สิ่งของ ภาพ เครื่องมือ เครื่องใช้ ตลอดจนหมายถึงตัวบุคคล วิธีการ สถานที่ต่าง ๆ ที่ใช้ในการประกอบการเรียนการสอน อุปกรณ์การศึกษา เทคโนโลยีการสอน เทคโนโลยีการศึกษา โสตทัศนศึกษา โสตทัศนูปกรณ์ และสื่อการเรียน แต่ปัจจุบันไม่นิยมใช้คำว่าสื่อการสอนมากกว่าเพราะมีความหมายกว้าง มิใช่เพียงหมายถึงสิ่งของที่ใช้ประกอบการสอนแต่เป็นทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นสิ่งที่มีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ตาม หากนำมาประกอบการเรียนการสอนแล้วเกิดความเข้าใจง่ายรวดเร็วชัดเจนขึ้นเรียกว่าสื่อการสอนทั้งสิ้น

สรุปได้ว่า สื่อการเรียนการสอน คือ ตัวกลางหรือสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อถ่ายทอดข้อมูลความรู้จากผู้สอนหรือแหล่งความรู้ไปยังผู้เรียนได้บรรลุจุดมุ่งหมายในการเรียนการสอนอย่างมีประสิทธิภาพ

2.2 ความสำคัญของสื่อการสอน

ณรงค์ สมพงษ์ (2535 : 42) กล่าวว่า สื่อการสอน (Instructional Media) มุ่งเน้นการนำไปใช้ประโยชน์ทางสื่อการเรียนการสอนทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน เช่น การใช้สไลด์ และภาพยนตร์ประการสอน การใช้ตำราเรียน บทเรียน โปรแกรม รายการวิทยุโรงเรียน เป็นต้น และเนื่องจากระบบการสอนนั้นเป็นส่วนหนึ่งของระบบการให้การศึกษานั่นเอง

สื่อการสอนมีความสำคัญยิ่ง เนื่องจากจำนวนผู้เรียนเพิ่มมากขึ้นถ้าครูใช้การสอนแบบบอกเล่ากรอกความรู้จะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ยาก สื่อการสอนจึงมีบทบาท ดังนี้

1. ช่วยจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนมากขึ้น
2. ช่วยให้ครูจัดเนื้อหาวิชาได้อย่างมีความหมาย
3. ช่วยครูควบคุมห้องเรียนได้ในรูปแบบต่าง ๆ

4. ช่วยครูจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้ในรูปแบบต่าง ๆ
5. ช่วยให้ครูสอนได้ตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้
6. ช่วยให้ครูสอนเนื้อหาได้ง่ายขึ้น
7. ช่วยให้ครูสอนได้รวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น (สมหญิง กลั่นศิริ, 2525 : 32)

2.3 ประโยชน์และคุณค่าของสื่อการสอน

คุณค่าและบทบาทของสื่อการเรียนการสอนต่อการเรียนรู้ ดังนี้

1. โสตทัศนะวัสดุการสอน สามารถเอาชนะข้อจำกัดเรื่องความแตกต่างของประสบการณ์ดั้งเดิมของผู้เรียน คือ เมื่อใช้สื่อการเรียนการสอนแล้วจะช่วยให้เด็กซึ่งมีประสบการณ์เดิมต่างกันเข้าใจใกล้เคียงกัน
2. ขจัดปัญหาเกี่ยวกับเรื่องสถานที่ ประสบการณ์ตรงบางอย่างหรือการเรียนรู้
3. ทำให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรงจากสิ่งแวดล้อมและสังคม
4. ทำให้เด็กมีมโนภาพอย่างถูกต้องเหมาะสมและสมบูรณ์
5. สื่อการเรียนการสอนทำให้เด็กมีความคิดรวบยอดเป็นอย่างเดียวกัน
6. ทำให้เด็กสนใจและต้องการเรียนในเรื่องต่าง ๆ มากขึ้น เช่น การอ่าน ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ทัศนคติ การแก้ปัญหา ความซาบซึ้งในคุณค่า จินตนาการ และทัศนคติ
7. เป็นการสร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจ (นิพนธ์ ศุขปรีดี, 2528 : 20)

คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน เป็นผลสืบเนื่องมาจากการวิจัยสื่อ ซึ่งอาจหาอ่านได้จากเอกสารการวิจัยและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ตระหนักถึงคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนโดยทั่ว ๆ ไป จึงขอนำผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคุณค่าของการเรียนการสอนมากล่าวโดยสรุปดังนี้

1. ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ดีขึ้นจากประสบการณ์ที่มีความหมายในรูปแบบต่าง ๆ
2. ช่วยให้ผู้เรียนรู้ได้มากขึ้น โดยใช้เวลาน้อยลง
3. ช่วยให้ผู้เรียนมีความสนใจเรียนและมีส่วนร่วมในการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง
4. ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความประทับใจ มั่นใจ และจดจำได้นาน
5. ช่วยส่งเสริมการคิดและการแก้ปัญหาในการเรียนรู้
6. ช่วยให้สามารถเอาชนะข้อจำกัดต่าง ๆ ในการเรียนรู้ได้
    6.1 ช่วยทำสิ่งที่ซับซ้อนให้ง่ายขึ้น
    6.2 ทำสิ่งที่เป็นรูปธรรมให้เป็นนามธรรมมากขึ้น

6.3 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงช้าให้ดูเร็วขึ้น

6.4 ทำสิ่งที่เคลื่อนไหวเร็วให้ดูช้าลง

6.5 ทำสิ่งที่ใหญ่มากให้เล็กเหมาะแก่การศึกษา

6.6 ทำสิ่งที่เล็กมากให้มองเห็นชัดเจนขึ้น

6.7 ทำสิ่งที่เกิดขึ้นในอดีตมาศึกษาในปัจจุบัน

6.8 นำสิ่งที่อยู่ไกลมาศึกษาในห้องเรียนได้

7. ช่วยลดการบรรยายของผู้สอนลง แต่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าใจได้ง่ายขึ้น

8. ช่วยลดการสูญเปล่าทางการศึกษาลง เพราะช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้เรียนสอบตกน้อยลง (สมบูรณ์ สงวนญาติ, 2534 : 44)

สื่อการสอนสามารถใช้ประโยชน์ได้ทั้งกับผู้เรียนและผู้สอน ดังนี้ (กิดานันท์ มะลิทอง, 2536 : 83)

สื่อกับผู้เรียน

1. เป็นสิ่งที่ช่วยให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะช่วยให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาบทเรียนที่ยุ่งยากซับซ้อนให้ง่ายขึ้นในระยะเวลาอันสั้นและสามารถช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว

2. สื่อจะช่วยกระตุ้นและสร้างความสนใจให้กับผู้เรียน ทำให้เกิดความสนุกสนานและไม่รู้สึกเบื่อหน่ายการเรียน

3. การใช้สื่อจะทำให้ผู้เรียน มีความเข้าใจตรงกันและเกิดประสบการณ์ร่วมกันในวิชาที่เรียน

4. ช่วยให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีในระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและกับผู้สอนด้วย

5. ช่วยสร้างเสริมลักษณะที่ดีในการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความคิดสร้างสรรค์จากการใช้สื่อเหล่านั้น

6. ช่วยแก้ปัญหาเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดให้มีการใช้สื่อในการศึกษารายบุคคล

สื่อกับผู้สอน

1. การใช้สื่อวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบการเรียนการสอนเป็นการช่วยให้บรรยากาศในการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้น ทำให้ผู้สอนมีความสนุกสนานในการสอนมากกว่าวิธีการที่เคยใช้การบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว และเป็นการสร้างความเชื่อมั่นในตนเองให้เพิ่มขึ้นด้วย

2. สื่อจะช่วยแบ่งภาระของผู้สอนในด้านการเตรียมเนื้อหา เพราะบางครั้งอาจให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อได้เอง

3. เป็นการกระตุ้นให้ผู้สอนตื่นตัวอยู่เสมอในการเตรียมและผลิตวัสดุใหม่ ๆ เพื่อใช้เป็นสื่อการสอน ตลอดจนคิดค้นเทคนิควิธีการต่าง ๆ เพื่อให้การเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

อย่างไรก็ตาม สื่อการสอนจะมีคุณค่าก็ต่อเมื่อผู้สอนได้นำไปใช้อย่างเหมาะสมและถูกต้องและถูกวิธี ดังนั้นก่อนที่จะนำสื่อแต่ละอย่างไปใช้ ผู้สอนจึงควรจะได้ศึกษาถึงลักษณะ และคุณสมบัติของสื่อการสอน ข้อดีและข้อจำกัดอันเกี่ยวเนื่องกับการใช้สื่อแต่ละอย่างตลอดจนการผลิตและการใช้สื่อให้เหมาะสมกับสภาพการเรียนการสอนด้วย ทั้งนี้เพื่อให้การจัดกิจกรรมการสอนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ที่วางไว้

2.4 ประเภทของสื่อการสอน

สื่อการสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ (สัดทัด ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข, 2524 : 41-42)

1. สื่อประเภทอุปกรณ์หรือเครื่องมือ (Equiment) ได้แก่ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายโปร่งแสง เครื่องรับโทรทัศน์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เครื่องบันทึกเสียง เครื่องคอมพิวเตอร์ และกระดานชอล์ก รวมทั้งแผ่นป้ายนิเทศ เป็นต้น สื่อประเภทนี้จัดเป็นสื่อใหญ่ (Big Media) ทำหน้าที่เป็นตัวกลางหรือทางผ่านความรู้ไปยังผู้เรียน

2. สื่อประเภทวัสดุ (Materials) เช่น สไลด์ ฟิล์มภาพยนตร์ แผ่นโปร่งใส และม้วนเทป เป็นต้น จัดเป็นสื่อเล็ก (Small Media) สื่อประเภทนี้ต้องอาศัยสื่อใหญ่ในการนำเสนอจึงจะสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้

3. สื่อประเภทเทคนิค หรือวิธีการ (Techniques) เป็นการถ่ายทอดความรู้เพื่อสื่อความหมาย โดยใช้กระบวนการหรือเทคนิควัสดุเครื่องมือไปพร้อมกัน เช่น การแสดงละคร การแสดงหุ่น การสาธิตการศึกษานอกสถานที่ และการจัดนิทรรศการ

สุรชัย สิกขาบัณฑิต (ม.ป.ป. : 1-5) ได้แบ่งประเภทของสื่อเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1. วัสดุสามมิติ ได้แก่ ของจริง ของจำลอง ของตัวอย่างและหุ่นตัดส่วน

2. วัสดุสองมิติ แบ่งเป็นสามประเภท คือ

2.1 วัสดุสองมิติทึบแสง ได้แก่ ภาพวาด แผนภูมิ ภาพผนึก และการ์ตูน เป็นต้น

2.2 วัสดุสองมิติโปร่งแสง ได้แก่ สไลด์ ฟิล์มสตริปและแผ่นภาพโปร่งใส เป็นต้น

2.3 วัสดุสองมิติเคลื่อนไหวโปร่งแสง ได้แก่ ภาพยนตร์ในรูปแบบต่างๆ เป็นต้น

3. วัสดุอิเล็กทรอนิกส์ ได้แก่ วัสดุที่ใช้กับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ เช่น ภาพ แสง เทป ภาพโทรทัศน์ และวัสดุโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ

กมล และนิตยา เวียสุวรรณ (2539 : 43) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนเป็น 4 ประเภท คือ

1. ประเภทที่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ต้องใช้เครื่องฉาย เช่น สไลด์ ฟิล์มสตริป ฟิล์มรูป แผ่นภาพโปร่งใส ฯลฯ

2. ประเภทที่ไม่ต้องฉาย ได้แก่ สิ่งที่ไม่ต้องใช้เครื่องฉายเลย เช่น รูปภาพ แผนที่ แผนภูมิ กราฟ ของจริง ของตัวอย่าง หุ่นจำลอง ฯลฯ

3. ประเภทโสตวัสดุอุปกรณ์ ได้แก่ สิ่งที่เกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์ เช่น เทปและเครื่องเล่นเทป แผ่นเสียงและเครื่องเสียง เครื่องรับวิทยุ เครื่องรับโทรทัศน์

4. ประเภทกระบวนการ วิธีการ และกิจกรรมร่วม เช่น การแสดงละคร นิทรรศการ การสาธิต การทดลอง การศึกษานอกสถานที่ ฯลฯ

2.5 ความหมายของสไลด์

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 97) กล่าวว่า สไลด์เป็นภาพนิ่งโปร่งใสแต่ละภาพแยกเป็นอิสระจากกัน การถ่ายทำใช้กระบวนการถ่ายภาพด้วยกล้องถ่ายรูปหรือทำด้วยมือ จะเป็นภาพสีหรือขาว-ดำ ก็ได้ ขนาดของสไลด์ที่นิยมใช้กันมากในการเรียนการสอน คือ ขนาด 2×2 ½ นิ้ว ซึ่งถ่ายทำจากฟิล์ม 35 มิลลิเมตร สไลด์ขนาด 2×2 นิ้ว ยังแบ่งเป็น 2 ชนิด คือ แบบครึ่งเฟรม (Half-Frame) กับแบบเต็มเฟรม (Full Frame) แต่ที่นิยม คือ แบบเต็มเฟรม นอกจากนี้ยังมีสไลด์ขนาดอื่น ๆ สำหรับโรงภาพยนตร์ที่ทำสไลด์จากกระจก (Lantern Slide) เนื่องจากสามารถทนความร้อนได้สูง ขนาดมาตรฐาน คือ 3×4 นิ้ว

วาสนา ชาวหา (2533 : 102) กล่าวว่า สไลด์เป็นภาพโปร่งใสที่ยอมให้แสงทะลุผ่านได้ อาจเกิดจากการวาดหรืออาจเขียนบนวัสดุโปร่งใสโดยตรงหรือผลิตโดยการถ่ายภาพบนฟิล์ม มีทั้งภาพขาว-ดำ และภาพสีธรรมชาติ เมื่อนำไปฉายในเครื่องฉายสไลด์จะได้ภาพนิ่งปรากฏบนจอ มีขนาดใหญ่กว่าภาพต้นฉบับหรือวัสดุฉาย

วารินทร์ รัศมีพรหม (2529 : 1-2) กล่าวว่า สไลด์ชุดเรื่องราวใดเรื่องราวหนึ่งโดยอาจเป็นเรื่องสั้นหรือเรื่องยาว ชุดหนึ่งอาจมีได้ 10-20 ภาพ หรืออาจถึง 100 ภาพ ถ้าสไลด์ประกอบเสียงนี้จัดทำเพื่อให้เป็นสื่อการสอนก็อาจเป็นสไลด์ประกอบเนื้อหาวิชาแต่ละหน่วย หนึ่งวิชาอาจทำสไลด์ขึ้น 1 ชุด หรือหลายชุดตามความมุ่งหมาย ลักษณะของเนื้อหาวิชาและความเหมาะสมของสไลด์ประกอบเสียงนี้อาจทำเพื่อการอื่นได้ด้วย เช่น การโฆษณา การประชาสัมพันธ์ การแนะแนว การปลุกใจ การเร้าใจ ความบันเทิง แนะนำสถานที่ ตลอดจนเพื่อบันทึกเรื่องราวในอดีต

จากความหมายของสไลด์ข้างต้นที่กล่าวมาอาจสรุปได้ดังนี้ คือ สไลด์เป็นภาพนิ่งโปร่งใส แต่ละภาพแยกเป็นอิสระจากกัน ภาพดังกล่าวอาจผลิตได้โดยการวาดภาพ ถ่ายภาพ หรือวิธีการอื่น ๆ จะเป็นภาพสีธรรมชาติหรือขาว-ดำ ก็ได้ ซึ่งสไลด์เป็นเรื่องราวเรื่องใดเรื่องหนึ่งเมื่อนำมาฉายกับเครื่องฉายสไลด์จะปรากฏภาพบนจอเป็นภาพนิ่งขนาดใหญ่หากมีการบันทึกเสียงประกอบด้วยเรียกว่าสไลด์ประกอบเสียง

2.6 ประโยชน์และคุณค่าของสไลด์ต่อการเรียนการสอน

ไพบูลย์ เปานิล (2536 : 50-120) กล่าวว่า สไลด์เป็นสื่อภาพนิ่งสามารถนำเสนอเนื้อหาได้อย่างน่าสนใจเพราะมีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากสื่อชนิดอื่น ๆ ที่สำคัญ คือ ให้ภาพขนาดใหญ่ มีสีสัน และสามารถนำเสนอได้นานตามที่ต้องการ ผู้นำเสนอสามารถอธิบายประกอบชี้รายละเอียดบนภาพหรือย้อนภาพอธิบายใหม่ได้ การใช้เทคโนโลยีทางอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์เข้าช่วยสามารถนำเสนอสไลด์ได้ในระบบดิสโซลว์และมัลติวิชชั่น ยิ่งทำให้สไลด์เป็นภาพนิ่งที่มีชีวิตชีวาน่าทึ่งและประทับใจผู้ชมได้ตราบนานเท่านาน เมื่อเทียบคุณค่าของสื่อภาพนิ่งด้วยกันแล้ว สไลด์น่าจะมีข้อดีมากกว่าสื่อภาพนิ่งอื่น ๆ เช่น จัดทำได้อย่างประหยัดค่าใช้จ่าย ขั้นตอนการผลิตไม่ยุ่งยาก มีความคล่องตัวในการใช้งาน ให้ภาพที่ชัดเจนทำให้ผู้ชมเกิดความประทับใจและชวนติดตาม

ประโยชน์และข้อดีของสไลด์ต่อการศึกษา

1. นักเรียนสามมารถศึกษาได้ด้วยตนเองโดยการใช้เทปบันทึกเสียงประกอบคำบรรยาย
2. ใช้ศึกษาได้ทั้งรายบุคคล กลุ่มย่อย และรวมกันทั้งชั้น
3. สามารถฉายให้ดูซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจ
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
5. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งต่าง ๆ ได้นาน

6. ช่วยให้นักเรียนและครูมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การอภิปราย ซักถาม

7. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติและค่านิยมต่าง ๆ ได้

8. นำไปใช้ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น โทรทัศน์ ชุดการสอน เป็นต้น

9. ใช้ได้กับทุกวิชา

10. ทำให้บทเรียนมีความหมายมากขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีและถูกต้องมากกว่าการฟังอย่างเดียว

11. สามารถตัดและต่อเติมเนื้อหาบางตอนได้ใหม่ในกรณีที่บางภาพหรือบางตอนล้าสมัย จึงทำให้สไลด์ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา

12. สไลด์มีขนาดเล็กทำให้การเก็บรักษาและนำไปใช้ตามสถานที่ต่าง ๆ ได้สะดวก

13. การทำสไลด์เป็นการลงทุนที่คุ้มค่าเมื่อเทียบกับความสะดวกและประโยชน์ที่จะได้รับ (พิมพ์ใจ ภิบาลสุข และ สันทัด ภิบาลสุข, 2525 : 125-127)

2.7 ขั้นตอนการผลิตสไลด์

ไพบูลย์ เปานิล (2536 : 51-102) กล่าวว่า การผลิตสไลด์การศึกษามีกกระบวนการและขั้นตอนคล้ายคลึงกับระบบการผลิตวัสดุเทคโนโลยีทางการศึกษาอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องกำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงานไว้ชัดเจนและเป็นลำดับ ทั้งนี้เพื่อคุณภาพของสื่อที่ผลิตให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการนำเสนอ คุ้มค่ากับเวลา งบประมาณ และทรัพยากรต่าง ๆ ที่ใช้ในการผลิต

ประทิน คล้ายนาค (2527 : 36-38) กล่าวถึง ขั้นตอนการถ่ายภาพดังนี้

1. การบรรจุฟิล์มเข้ากล้อง

1.1 เปิดฝาหลังกล้องออก กล้องส่วนมากเปิดฝาด้านหลัง โดยวิธีล็อคหรือดึงก้านหมุนฟิล์มขึ้น

1.2 บรรจุฟิล์ม ก่อนใส่ฟิล์มเข้ากล้องควรหมุนฟิล์มเข้ากลักฟิล์มให้ตึงเพื่อให้ถ่ายภาพได้จำนวนมากๆ

1.3 ปิดฝาหลังให้เข้าที่

1.4 ขึ้นไกชัตเตอร์ เพื่อเช็คดูว่าฟิล์มเข้าที่หรือไม่ หากปลายฟิล์มที่เสียบเข้าแกนเก็บฟิล์มไม่หลุดออก ก้านหมุนฟิล์มจะหมุนกลับทิศทางของหัวลูกศร เมื่อเห็นว่าโคนฟิล์มเข้าที่แล้วให้กดชัตเตอร์ที่ภาพแรกหรือภาพที่สองและขึ้นชัตเตอร์ใหม่เพื่อถ่ายภาพจริงๆได้

วารินทร์ รัศมีพรหม (2529 : 150-151) กล่าวไว้ว่า ในการนำเสนอสไลด์ ต้องระมัดระวังเพื่อขจัดข้อผิดพลาดบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น ดังต่อไปนี้

1. มีเรื่องราวเนื้อหามากเกินไปในสไลด์ชุดหนึ่ง ควรจะจัดเนื้อหาให้พอเหมาะ ถ้าเรื่องราวนั้นมีมากและจำเป็นต้องนำเสนอทั้งหมดอาจแยกได้เป็นตอน ๆ เช่น ตอน 1 ตอน 2 และตอน 3 สไลด์ที่เสนอแต่ละครั้งควรให้อยู่ในระยะเวลาไม่เกิน 30 นาที ถ้ายาวนานที่สุดก็ควรไม่เกิน 45 นาที เพราะนานไปกว่านั้นแล้วจะทำให้ผู้ชมเบื่อหน่ายไม่สามารถจะกำหนดความสนใจไว้ที่สไลด์ชุดนั้นได้อีกต่อไป

2. เลือกเอาสไลด์ที่ไม่ดี ไม่ได้คุณภาพออก เช่น สไลด์ที่ไม่คมชัด ไม่อยู่ในโฟกัส ฉายแสงน้อยหรือมากเกินไป คือดำหรือสว่างเกินไปนั่นเอง ถ้าสไลด์แผ่นนั้นมีความสำคัญอันใหญ่หลวงต่อสไลด์ชุดนั้น ก็ควรได้มีการถ่ายทำใหม่

3. ไม่ควรฉายสไลด์แต่ละภาพนานเกินไป เพราะไม่มีผู้ชมคนใดต้องการดูภาพสไลด์ที่ถูกฉายแช่อยู่นาน แม้ว่าสไลด์นั้นจะสวยงาม การฉายสไลด์แต่ละภาพไม่ควรเกินหนึ่งนาที แต่โดยทั่วไปการฉายสไลด์แต่ละภาพนานที่สุด 20 วินาที

4. คุณภาพของสีสไลด์แต่ละภาพในชุดนั้น ควรให้สม่ำเสมอคล้ายคลึงกันตลอดทั้งชุด เพื่อให้ดูต่อเนื่องกันเป็นอย่างดี ดังนั้นจึงไม่ควรถ่ายภาพสไลด์ในสภาพแสงที่ต่างกันมาก หรือใช้ฟิล์มที่แตกต่างกัน

ขนาดของตัวอักษรที่ผู้ชมสามารถอ่านออกได้นั้น เรายึดหลัก 8 H rule คือการกำหนดว่าผู้ชมที่นั่งห่างจากจอซึ่งมีภาพอยู่เต็มจอออกไป 8 เท่าของความสูงของจอจะมองเห็นและอ่านตัวอักษรนั้นออก คือฉายภาพให้เต็มจอ ผู้ชมนั่งห่างออกไปเป็น 8 เท่าของความสูงของภาพที่อยู่บนจอ จะมองเห็นและอ่านตัวอักษรบนจอได้

วารินทร์ รัศมีพรหม (2529 : 46-48) นอกจากนั้นขนาดของตัวอักษรที่ควรจัดทำให้มีขนาดไม่เล็กจนเกินไปแล้ว รูปร่างและลักษณะของตัวอักษรควรให้เป็นชนิดที่อ่านง่าย จึงไม่ควรเขียนตัวอักษรหรือเลือกใช้ตัวอักษรที่มีลวดลายมากเกินไป ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เป็น Capital จะอ่านยากกว่าแบบ Lower-case แต่ถ้าตัวอักษร Capital ก็ควรให้เป็นคำที่สั้นมาก และสไลด์แต่ละกรอบภาพไม่ควรให้มีตัวอักษรมากหรือเขียนติดกันมากเกินไป ระหว่างตัวอักษรควรเว้นระยะให้พอเหมาะ ระยะห่างระหว่างคำควรอยู่ราว 1 ½ ของความกว้างของตัวอักษร ระหว่างประโยคควร

อยู่ราว 3 เท่า ของความกว้างของตัวอักษร และระหว่างบรรทัดควรห่างราว ความสูงของตัวอักษรหนึ่ง โดยทั่วไปสไลด์แต่ละกรอบภาพไม่ควรมีตัวอักษรมากกว่า 15-20 ตัว

สุรชัย สิกขาบัณฑิต (ม.ป.ป. : 23) กล่าวถึง ข้อควรจำในการเขียนบทภาคเสียง มีดังนี้ คือ

1. คำบรรยายจะต้องให้มีความสัมพันธ์กับภาพ เพราะคำบรรยายเป็นส่วนที่จะช่วยให้ภาพสื่อความหมายได้ดียิ่งขึ้น

2. คำบรรยายอย่าให้ยาวเกินไป ภาพที่ปรากฏขึ้นมาถ้าเป็นภาพนิ่งมีคำบรรยายยาวควรจะเพิ่มภาพให้เห็นรายละเอียดมากยิ่งขึ้น หรือให้เห็นมุมอื่นที่จะทำให้ผู้ชมไม่เกิดความเบื่อหน่าย

3. ควรใช้เสียงประกอบเมื่อจำเป็น เพื่อให้ผู้ชมเกิดอาการคล้อยตามเรื่อง

ในการนำเสนอสไลด์ต่อผู้ชม การเขียนบทสไลด์หรือคำอธิบายเนื้อหาสไลด์นั้น ถ้าผู้เสนอสไลด์เป็นผู้ผลิตเนื้อหาสไลด์ชุดนั้นเอง บทสไลด์ส่วนใหญ่จะเป็นลักษณะง่าย เป็นกันเอง ดังนั้นบทสไลด์จึงไม่จำเป็นต้องให้ผู้ผลิตระดับอาชีพเป็นผู้เขียน และโดยทั่วไปการบรรยายสไลด์ที่ได้ผลดีนั้นไม่ควรบรรยายตามบทสไลด์ที่เป็นภาษาเขียน นอกจากนั้นการใช้เสียงดนตรีหรือประกอบเสียงพิเศษ (Sound effect) จะทำให้การผลิตสไลด์เป็นที่น่าชื่นชมยิ่งขึ้น

การบันทึกเทปเสียงประกอบสไลด์ จะทำให้การเสนอสไลด์เป็นไปตามเวลาที่กำหนด และสะดวกในกรณีที่ไม่ต้องบรรยายสไลด์นั้น และยังบันทึกเสียงดนตรีและเสียงพิเศษประกอบให้ด้วย

ในการบันทึกเสียงสิ่งแรกที่ต้องเตรียมคือ บทสไลด์หรือบทบรรยายที่มีลักษณะเป็นภาษาพูด และการบรรยายควรให้ดูเป็นกันเองเหมือนกับเรากำลังเล่าเรื่องใดเรื่องหนึ่งให้เพื่อนฟัง การมีบทสไลด์จะทำให้การบรรยายเพื่อบันทึกเสียงเป็นไปอย่างราบเรียบ และสามารถแทรกเสียงดนตรีเสียงพิเศษในช่วงระยะต่าง ๆ ได้ถูกต้องตามต้องการ ข้อควรคำนึง สิ่งที่ภาพแสดงให้เห็นชัดเจนแล้วไม่ควรบรรยายซ้ำควรให้คำบรรยายเป็นการผูกเรื่องของภาพให้ต่อเนื่องผสมผสานกัน บทสไลด์ที่ดีควรเป็นคำบรรยายที่สั้น ง่ายและตรงจุด พยายามให้ภาพเป็นส่วนที่สื่อความหมายมากที่สุด

2.8 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช

การศึกษาทางพฤกษศาสตร์ในปัจจุบันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมาก เพราะเรามีความเกี่ยวข้องอยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อม ถ้าหากเรามีความรู้ทางพฤกษศาสตร์จะช่วยให้เข้าใจความหมายในสิ่งที่เกี่ยวข้องมากกว่า เท่าที่ปรากฏมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบันนี้คน

เราจะเกี่ยวข้องกับพืชในชีวิตประจำวันนานับประการ โดยเฉพาะปัจจัยสี่ ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค (วันเพ็ญ ภูวติจันทร์, 2534 : 2)

การศึกษาวิชาพฤกษศาสตร์จำเป็นต้องรู้จักส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นต้นพืช โดยเฉพาะพืชพวกไม้ดอก เป็นพืชที่มีมากที่สุดในอาณาจักรพืชนั้นมีโครงสร้างประกอบด้วยราก ลำต้น ใบ และดอก โดยส่วนของราก ลำต้น ใบ จัดเป็นอวัยวะ (Organ) ของพืช ส่วนดอกนั้นไม่เรียกว่าอวัยวะเนื่องจากว่าจัดเป็นลำต้นชนิดพิเศษซึ่งมีส่วนที่เปรียบเทียบได้กับใบและกิ่งก้านติดอยู่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ โดยแท้จริงแล้วจึงเป็นกลุ่มของอวัยวะต่างๆ

ราก ลำต้น และใบรวมเรียกว่า "vegetative organs" เนื่องจากมีหน้าที่เกี่ยวกับการนำวัตถุดิบเข้าไปภายใน สังเคราะห์อาหารและนำไปใช้เพื่อให้พืชเติบโตและพัฒนาขึ้นตามลำดับส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีบทบาทโดยตรงในขบวนการพื้นฐานของการสืบพันธุ์ แต่อาจจะใช้ในการขยายพันธุ์พืชต่อไปได้ โดยใช้ส่วนลำต้นหรือรากที่อยู่ใต้ดินซึ่งเป็นการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ

ส่วนของดอกซึ่งเป็นส่วนที่สร้างเมล็ด เรียกว่า "reproductive organ" ทั้งนี้เนื่องจากดอกเป็นส่วนที่เป็นที่เกิดของผลและภายในผลมีเมล็ด ซึ่งประกอบด้วยเอมบริโออันเป็นส่วนที่จะเจริญขึ้นเป็นต้นใหม่ต่อไป

อวัยวะหรือส่วนต่าง ๆ ของพืชนี้รวมทั้งดอกประกอบขึ้นด้วยเนื้อเยื่อพืชชนิดต่าง ๆ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยเซลล์หลาย ๆ เซลล์มาทำหน้าที่รวมกันจึงจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้ถึงเรื่องของเซลล์และเนื้อเยื่อพืชเพื่อเป็นพื้นฐานในการเรียนส่วนต่าง ๆ ของพืชต่อไป (เทียมใจ ตุลาการ, 2527 : 129)

สิ่งมีชีวิตทุกชนิดไม่ว่าเป็นพืชหรือสัตว์จะประกอบด้วยเซลล์ซึ่งเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่เล็กที่สุดที่สามารถแสดงออกถึงการมีชีวิตอยู่ได้อย่างสมบูรณ์ เซลล์แต่ละเซลล์ของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะมีส่วนประกอบของระดับโมเลกุลแตกต่างกัน จึงมีผลทำให้โครงสร้างและการทำงานของเซลล์แตกต่างกันออกไปด้วย (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 10)

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

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

1. โปรคาริโอติคเซลล์ (Procaryotic cells) สิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเซลล์แบบนี้เรียกว่า "โปรคาริโอท (Procaryotes)" ได้แก่ แบคทีเรียและสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน พวกนี้จัดเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่ยังล้าหลังอยู่ (primitive) มีลักษณะสำคัญดังนี้ คือ

1.1 ไม่มีเยื่อหุ้มนิวเคลียสห่อหุ้มสารพันธุกรรม จึงเห็นนิวเคลียสไม่ชัดเจนเรียกบริเวณนี้ว่า "นิวคลีออยด์"

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

1.3 ไม่มีออร์แกเนลล์ที่มีเยื่อบางๆหุ้ม ออร์แกเนลล์ ที่พบส่วนใหญ่เป็นไรโบโซม

1.4 มีเยื่อบางๆ เรียกว่า "photosynthetic membrane" ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงแทน

1.5 ไม่มีการเคลื่อนไหวของไซโตพลาสซึม (Cyclosis)

1.6 ไม่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส

2. ยูคาริโอติคเซลล์ (Eucaryotic cell) สิ่งมีชีวิตที่ลักษณะโครงสร้างแบบนี้เรียกว่า "ยูคาริโอท(Eucaryotes)" เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีวิวัฒนาการสูงขึ้น (Advanced) ได้แก่ สาหร่ายอื่น ๆ พืช และสัตว์ชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ลักษณะที่สำคัญมีดังนี้

2.1 นิวเคลียสมีเยื่อหุ้ม ทำให้เห็นเป็นกลุ่มก้อนชัดเจน ภายในมีนิวคลีโอลัส

2.2 มีสารพันธุกรรมพวกกรดนิวคลีอิคทั้ง 2 ชนิด คือ DNA และ RNA

2.3 มีออร์แกเนลล์ทั้งที่มีเยื่อบาง ๆ หุ้ม และไม่มีเยื่อหุ้ม

2.4 มีการเคลื่อนไหวของไซโตพลาสซึม

2.5 มีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส

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 เป็นส่วนที่แข็งแรงห่อหุ้มอยู่รอบเซลล์ ผนังเซลล์แบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ผนังเซลล์ปฐมภูมิ (Primary cell wall) ซึ่ง

เป็นส่วนแรกสุดที่เซลล์สร้างขึ้นจะอยู่ชั้นนอก และผนังเซลล์ทุตยภูมิ (Secoundary cell wall) อยู่ชั้นถัดเข้าไปในเซลล์ จะสร้างขึ้นตอนหลัง

2. โพรโทพลาสซึม (Protoplasm) เป็นของเหลวทั้งหมดที่อยู่ภายในผนังเซลล์ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ไซโทพลาสซึม และนิวเคลียส

2.1 ไซโทพลาสซึม (Cytoplasm) เป็นส่วนประกอบคล้ายวุ้นห่อหุ้มโดยรอบด้วยเยื่อหุ้มเซลล์และมีออร์แกเนลล์ (Organelles) เป็นส่วนประกอบ

2.1.1 เยื่อหุ้มเซลล์ (Cell membrane) ไซโตพลาสซึมของเซลล์ไม่ได้ติดกับผนังเซลล์โดยตรง แต่จะห่อหุ้มโดยเยื่อบาง ๆ ซึ่งก็คือเยื่อหุ้มเซลล์นั่นเอง

2.1.2 พลาสโมเดสมาตา (Plasmodesmata) เป็นส่วนของไซโทพลาสซึมที่ทะลุผ่านผนังเซลล์ทางช่องเล็ก ๆ จากเซลล์หนึ่งไปยังอีกเซลล์หนึ่ง พบเฉพาะเซลล์ที่มีชีวิตเท่านั้น

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

2.1.4 เม็ดสี (Plastids) เป็นโครงสร้างรูปกลมรีอยู่ในไซโตพลาสซึม บางชนิดมีสีเขียวเพราะมีคลอโรฟิลล์ ซึ่งเป็นสารสีที่จำเป็นต่อการสังเคราะห์แสง เรียกว่า คลอโรพลาสต์ (Chloroplast) ส่วนเม็ดสีอื่น ๆ เรียกว่า "โครโมพลาสต์ (Chlomopplast)" และเม็ดสีที่สะสมอาหาร เรียกว่า"อะโมโพพลาสต์"

2.2 นิวเคลียส (Nucleus) ที่สังเกตได้จากกลองจุลทรรศน์ มีรูปร่างกลมรีและติดสีย้อมเข้มกว่าส่วนอื่น ๆ ภายในมี นิวคลีโอพลาสซึม (Nucleoplasm)

2.2.1 เยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear membrane) ส่วนนี้คล้ายเยื่อหุ้มเซลล์แต่จะมีช่องขนาดใหญ่กว่า

2.2.2 นิวคลีโอลัส (Nucleolus) โดยทั่วไปมีหนึ่งอันแต่อาจจะมีมากกว่าหนึ่งได้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

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

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

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

1. ระบบระยะห่อหุ้ม (Dermal System) เป็นระบบเนื้อเยื่อที่อยู่ผิวนอกสุดของพืช ทำหน้าที่ห่อหุ้มป้องกันพืช ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 2 ชนิด คือ

1.1 อิพิเดอร์มิส (Epidermis) เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันพืชในระยะการเจริญเติบโตขั้นแรก

1.2 เพอริเดอร์ม (Periderm) เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดขึ้นทำหน้าที่แทนอิพิเดอร์มิสในระยะการเจริญเติบโตขั้นที่สอง

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

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

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

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

49797

1. เนื้อเยื่อเจริญ (Meristematic tissue) หมายถึง เนื้อเยื่อหรือกลุ่มของเซลล์ที่มีความสามารถในการแบ่งตัวแบบไมโตซีส (Mitosis) อยู่ตลอดเวลา ทำให้พืชมีจำนวนเซลล์เพิ่มมากขึ้น และทำให้พืชมีการเจริญเติบโต สามารถแบ่งย่อยได้อีก คือ

1.1 จำแนกตามตำแหน่งในส่วนต่าง ๆ ของพืช แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1.1.1 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (Apical meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณปลายยอด (shoot tip) หรือ ปลายราก (root tip) ช่วยเพิ่มจำนวนเซลล์และทำให้รากและลำต้นยืดยาวออก

1.1.2 เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ (intercalary meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณเหนือข้อหรือโคนของปล้องในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ช่วยให้ปล้องยาวขึ้นตาม ก้านช่อดอกของพืชบางชนิด เช่น พวกว่านสี่ทิศ ดอกพลับพลึง ซึ่งก้านช่อดอกจะแทงขึ้นมาจากดินโดยตรง

1.1.3 เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (Lateral meristem) เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวออกด้านข้างทำให้ลำต้น ราก ขยายขนาดใหญ่ออก ได้แก่ พวกเยื่อเจริญหรือแคมเบียม (Cambium) ถ้าเกิดในกลุ่มท่อลำเลียงเรียกว่า "vascular cambium" ถ้าเกิดขึ้นใต้ชั้นอิพิเดอร์มิส (Epidermis) เพื่อสร้างชั้นคอร์ก (Cork) เรียกว่า "คอร์กแคมเบียม (Cork cambium)"

1.2 จำแนกเนื้อเยื่อเจริญโดยพิจารณาตามระยะการเจริญ แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

1.2.1 Promeristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นใหม่ ๆ จากการแบ่งตัว เซลล์มีขนาดเท่า ๆ กันและนิวเคลียสขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อกลุ่มนี้อยู่บริเวณปลายราก ปลายยอด หรือจุดที่กำลังเจริญ เช่น บริเวณตา (Bud) เปรียบได้กับเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ส่วนปลาย (Apical meristem)

1.2.2 Primary meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เปลี่ยนแปลงมาจาก Promeristem อยู่บริเวณต่ำกว่าปลายยอดลงมา ถ้าในรากจะอยู่เหนือชั้นปลายรากขึ้นมา ซึ่งเป็นบริเวณที่เซลล์ยืดตัว (Region of cell elongation) ถัดอาณาเขตนี้ขึ้นมาเล็กน้อยเซลล์จะเริ่มแปลสภาพ (Differentiation) โดยแยกเป็นเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม คือ

- กลุ่มแรกอยู่รอบนอก เรียกว่า "protoderm" ต่อไปจะแปรสภาพเป็นชั้นอิพิเดอร์มิส (epidermis)

- กลุ่มที่สองเห็นเป็นแนวยาวตรงกลางสองแนว เรียกว่า "procambium" ต่อไปจะแปรสภาพเป็นท่อน้ำหรือไซเลม (xylem) และท่อลำเลียงอาหาร หรือโฟลเอม (phloem)
- กลุ่มที่สามอยู่ระหว่างกลุ่มแรกกับกลุ่มที่สอง และบริเวณใจกลาง เรียกว่า "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 tissue) หมายถึง กลุ่มเซลล์ของเนื้อเยื่อที่เจริญเปลี่ยนแปลงลักษณะและคุณสมบัติต่าง ๆ มาจากเนื้อเยื่อเจริญ เซลล์เหล่านี้จัดว่าเป็นเซลล์ที่เจริญเติบโตเต็มที่ (Mature) เพราะจะไม่มีการเจริญเปลี่ยนแปลง (Differentiation) ไปเป็นเซลล์ที่มีรูปร่างและคุณสมบัติที่ต่างไปจากนี้อีกแล้ว แต่บางครั้งถ้าสภาพแวดล้อมของเซลล์พืชเปลี่ยนไปหรือ พืชเกิดบาดแผล รูปร่างและคุณสมบัติของเซลล์นี้อาจมีการเจริญเปลี่ยนแปลงได้อีกครั้งโดยเฉพาะเซลล์ที่มีผนังบาง เช่น พาเรนไคมา เป็นต้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

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

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

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

Julius Von Sachs นักพฤกษศาสตร์ชาวเยอรมันได้รวบรวมเกี่ยวกับเนื้อเยื่อหลายชนิดเข้าด้วยกันและได้จัดเป็นระบบเนื้อเยื่อ (Tissue system) เพื่อให้สะดวกต่อการศึกษาซึ่งนิยมใช้เป็นแนวศึกษากันมาก โดยแบ่งเนื้อเยื่อถาวรออกเป็น 3 ระบบ คือ

1. Dermal system ได้แก่ เนื้อเยื่อชั้นนอกสุด หมายถึง เนื้อเยื่อชั้น epidermis ของพืชที่อยู่ในระยะการเจริญขั้นแรก (primary growth) เนื้อเยื่อ periderm ในระยะการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth) ทำหน้าที่ปกคลุมและป้องกันอันตรายให้เนื้อเยื่อที่อยู่ภายใน อาจจะเปลี่ยนรูปร่างเพื่อทำหน้าที่พิเศษอื่น 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 ให้ความแข็งแรง ช่วยค้ำจุน สะสมอาหาร เป็นต้น

- Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวเจริญมาจาก ground meristem พบได้ทุกส่วนของอวัยวะพืช มีหน้าที่ช่วยสังเคราะห์แสงเพราะมีเม็ดคลอโรพลาสต์สะสมอาหาร แป้ง น้ำตาล โปรตีน และช่วยสะสมน้ำ
- Collenchyma เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวเจริญมาจาก ground meristem มีหน้าที่ช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่พืช
- Sclerenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยวเจริญมาจาก ground meristem ถ้าอยู่ในท่อลำเลียงเจริญมาจาก procambium มีผนังเซลล์หนามาก มี cellulose และ lignin ช่วยให้เกิดความแข็งแรงพบตามส่วนที่แข็งแรงของพืช
- Epidermis เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว อยู่ชั้นนอกสุดของส่วนต่าง ๆ ของพืช เป็นส่วนที่สัมผัสภายนอก ปกคลุมส่วนต่าง ๆ ของพืช ทั้งราก ลำต้น ใบ โดยมีหน้าที่การป้องกันอันตรายเกี่ยวกับการคายน้ำ แลกเปลี่ยนแก๊ซ สะสมน้ำและสารที่ได้จากเมตาโบลิซึม การขับของเสียหรือสร้างเซลล์ใหม่เมื่อเกิดบาดแผล
- Xylem หรือท่อลำเลียงน้ำ เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ แร่ธาตุที่รากดูดจากดินไปยังลำต้น และใบ
- Phloem หรือท่อลำเลียงอาหารเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อนอยู่ใกล้ ๆ กับ xylem จึงรวมกันเรียกว่า "เนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissue)" หรือ "กลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle)"

- Periderm ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายใน เกิดขึ้นแทน epidermis พบในราก และลำต้นที่มีอายุมากของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปอร์มในพวกใบเลี้ยงเดี่ยว
- Secretory structure เป็นส่วนของพืชซึ่งเก็บสารที่ขับออกมาจากเซลล์ มีลักษณะพิเศษ เรียกว่า "ต่อม"

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

ราก (Root) คือ ส่วนที่เกิดจากเรดิเคิล (Radicle) ซึ่งอยู่ทางด้านล่างของไฮโปคอทิล (Hypocotyl) ของต้นอ่อน (Embryo) และงอกจากเมล็ด เรียกว่า "ไพมารีรูท (Primary root)" ซึ่งสามารถแตกกิ่งก้านสาขาเป็น เซกันดารีรูท (Secondary root) ต่อ ๆ กันไป และยังมีรากพิเศษ (Adventitious root) เป็นรากที่เกิดจากข้อของลำต้น เช่น รากของกิ่งตอน

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

การเจริญเติบโตของปลายราก (Root tip) เป็นบริเวณที่มีการเจริญเติบโตปฐมภูมิ ถ้าแบ่งตามยาวจะแบ่งออกเป็นเขตต่าง ๆ ดังนี้

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

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

3. เขตเซลล์ยืดตัว (Region of cell elongation) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ได้จากเขตการแบ่งตัว มีการยืดตัวของเซลล์ออกทางด้านยาว บริเวณนี้ต่อไปจะเป็นจุดที่เซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นส่วนต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยกลุ่มของ primary meristem

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

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

1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุดมีแถวเดียวอาจเปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน

2. Cortex อยู่ถัดจาก epidermis เข้าไปประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma เป็นส่วนใหญ่ เซลล์ผนังบางช่วยสะสมอาหาร

3. Endodermis อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของ cortex มีแถวเดียวเกิดต่อเป็นวงรอบราก ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัด เซลล์ผนังหนาสามด้านติด cortex

4. Stele เป็นอาณาเขตที่อยู่ถัดชั้น endodermis เข้าไปจะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่างๆดังนี้

4.1 Pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กๆ 1-2 แถว ที่อยู่ติดชั้น 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 ที่สร้างใหม่เบียดสลายไป ส่วน pericycle ทำหน้าที่คล้าย cork cambium ทำให้เกิดชั้น periderm ขึ้นในราก (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 34-36)

ลำต้น (stem) คือ ส่วนที่เกิดจากรากเจริญของส่วนอิพิคอททิล (Epicotyl) ของต้นอ่อน เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง และเจริญเติบโตขึ้นเหนือดินเมื่อเมล็ดงอกและส่วนที่เรียกว่า "shoot system" จะมี ข้อ (node) ปล้อง (internode) และ ตา (bud) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 81)

ลำต้น มีหน้าที่สำหรับเป็นแกนช่วยพยุง (Supporting) ของกิ่งก้านสาขา ใบ และดอก ให้ได้แสงแดด เพื่อใบจะได้สร้างอาหารและเป็นตัวกลางสำหรับการลำเลียง (Conduction) นำเกลือแร่และอาหารส่งผ่านไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช (เทียมใจ ตุลาการ, 2527 : 150)

ลักษณะโครงสร้างภายในของลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์ม มี 2 ระยะ ตามการเจริญเติบโต คือ ระยะการเจริญขั้นแรก (Primary growth) และการเจริญขั้นที่สอง (Secondary growth)

การเจริญขั้นแรกเมื่อตัดลำต้นตามขวาง จะแบ่งเนื้อเยื่อออกเป็นชั้นต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด ปกติเรียงเป็นแถวเดียวและอาจเปลี่ยนเป็นขนหรือปากใบ พืชที่ขึ้นในสภาพแห้งแล้ง ผิวด้านนอกจะมีสารคิวตินฉาบหนา

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

3. Endodermis และ Pericycle ตามปกติ ชั้น endodermis อยู่ถัดชั้นในสุดของ varcortex เข้าไปแต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มีเช่นเดียวกับชั้น pericycle

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

5. Pith อยู่ชั้นในสุดประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก parenchyma สะสมแป้งหรือสารต่างๆ เช่น ผลึก เทนนิน

การเจริญเติบโตขั้นสองเกิดจากการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อที่ได้มาจากการแบ่งตัวของ วาสคิวลาร์ แคมเบียม และ คอร์ก แคมเบียม (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 37-38)

ใบ (Leaf) คือ ส่วนของพืชที่เกิดติดต่อยื่นออกมาจากข้อของลำต้น โดยเจริญออกไปทางด้านข้าง และมักมีตาอยู่ใน leaf axil เรียกว่า "axillary bud" ส่วนนอกของใบประกอบด้วยตัวใบ (Blade) ก้านใบ (Petiole) และหูใบ (Stipule) (วันเพ็ญ ภูติจันทร์, 2534 : 86)

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

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

1. Epidermis หรือเรียกว่าผิวใบเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกปกคลุมส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ภายใน ปกติหนาเพียงชั้นเดียว ผนังด้านนอกมีสารคิวตินฉาบอยู่ ซึ่งบริเวณผิวใบจะพบเนื้อเยื่อเซลล์คุม (Guard cell) รูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วประกบกันเกิดเป็นปากใบ (Stomata) อยู่ภายในผิวใบ

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

2.1 Palisade parenchyma เป็นเซลล์รูปร่างยาวเรียงตั้งฉากกับชั้น epidermis ภายในมีเมล็ดคลอโรพลาสต์มาก จึงมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง

2.2 Spongy parenchyma เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma รูปร่างกลมเรียงตัวอยู่อย่างหลวม ๆ ใต้ชั้น palisade parenchyma มีช่องว่างระหว่างเซลล์มากโดยเฉพาะในพืชน้ำ

3. Vascular bundle หรือกลุ่มท่อลำเลียง ความจริงก็คือเส้นกลางใบ (Mid rib) หรือเส้นใบ (Vain) ประกอบด้วย xylem อยู่ด้านในหรือตอนบน ส่วน phloem ล้อมอยู่ด้านนอกหรือส่วนล่าง

ดอก (Flower) คือ ส่วนของกิ่งที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาเพื่อทำหน้าที่สืบพันธุ์ ซึ่งดอกประกอบด้วยกลีบเลี้ยง (Sepal) กลีบดอก (Petal) เกสรตัวผู้ (Stamen) และเกสรตัวเมีย (Pistill) มีรายละเอียด ดังนี้

1. กลีบเลี้ยง (Sepal) เป็นส่วนที่เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากใบ อยู่ด้านนอกสุดของดอกมีสีเขียวแต่พืชบางชนิดอาจมีสีอื่น ๆ เพื่อช่วยล่อแมลงมาผสมเกสร กลีบเลี้ยงจะเรียงตัวเป็นวงรอบดอกเรียกว่า "วงกลีบเลี้ยง (Calyx)"

2. กลีบดอก (Petal) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบเลี้ยงเข้าไปด้านในเป็นวงที่สอง เรียกว่า "วงกลีบดอก (corolla)" กลีบดอกจะมีกลิ่นหอมและมีสีสันต่าง ๆ มากมาย เป็นอวัยวะที่ช่วยล่อแมลง กลีบดอกจะเรียงกันเป็นวงรอบ เรียกว่า "กลีบรวม (Sepal)"

3. เกสรตัวผู้ (Stamen) เป็นส่วนที่อยู่ถัดจากกลีบดอกเข้าไปด้านใน จัดเป็นวงที่ 3 เรียกว่า "androecium" ทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวผู้ แต่ถ้าเกสรตัวผู้เป็นหมัน เรียกว่า "สตามิโนด (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" เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากใบเพื่อทำหน้าที่เป็นอวัยวะสร้างเซลล์สืบพันธุ์ตัวเมีย

เกสรตัวเมียประกอบด้วยรังไข่ (Ovary) ก้านชูเกสรตัวเมีย (Style) และยอดเกสรตัวเมีย (Stigma) ภายในโอวุลจะมีไข่ (Egg) โอวุลจะติดกับผนังของรังไข่ด้วยสายเล็กๆ เรียกว่า "ฟันนิคูลัส (Funiculus)" รังไข่ที่มีฟันนิคูลัสมาเกาะมักจะพองโตออกมาเล็กน้อย เรียกว่า "พลาเซนตา (Placenta)" (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 116-119)

ลักษณะภายในของกลีบดอกและกลีบเลี้ยง

ลักษณะภายในของทั้ง 2 ส่วนนี้ คล้ายคลึงกับใบ ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้ คือ

อิพิเดอร์มิสอยู่ชั้นนอกสุด พาเรนไคมาพื้นฐาน (Ground parenchyma) อยู่ใน บริเวณถัดเข้ามาเป็นกลุ่มของท่อน้ำท่ออาหาร

ลักษณะภายในของเกสรตัวผู้

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

2. อับเรณู ประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่างๆ ดังนี้ คือ

2.1 เอนโดทีเซียม (Endothecium) อยู่ถัดลงมาจากชั้นอิพิเดอร์มีส มักมีผนังเซลล์ชั้นที่สองที่หนาเป็นแถบหรือเป็นสันนูนบนผนังด้านที่ไม่ติดกับเซลล์ผิว

2.2 เทพตัม (Tapetum) เนื้อเยื่อชั้นในสุดแต่ละเซลล์มีหลายนิวเคลียส ซึ่งผนังเซลล์ระหว่างเอนโดทีเซียมกับเทพตัมมักแตกออกทำให้ละอองเรณูปลิวออกไปได้

3. ก้านชูเกสรตัวผู้ ลักษณะคล้ายใบมีเส้นใบ 1 เส้น ลักษณะภายในประกอบด้วย อิพิเดอร์มิส อยู่นอกสุด มักมีสารคิวตินฉาบอยู่ มักพบไตรโคมหรือปากใบและกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร มักพบ 2 แบบ คือ พืชใบเลี้ยงเดี่ยวเป็นแบบคอลเลทเทอรอล บันเดิล พืชใบเลี้ยงคู่เป็นแบบแอมพิคริบอล บันเดิล

ลักษณะภายในของเกสรตัวเมียประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ ดังนี้ คือ อิพิเดอร์มิส อยู่ชั้นนอกสุด มีสารคิวตินฉาบอยู่ที่ส่วนยอดเกสรมีลักษณะเป็นต่อมเหมือนกับต่อมน้ำหวาน เพื่อทำหน้าที่ผลิตสารเมือกเหนียว ๆ สติกมาติค ทิชชู (Stigmatic tissue) เป็นเนื้อเยื่อส่วนที่อยู่ถัดเข้ามาด้านในจากเนื้อเยื่อบริเวณยอดเกสร ส่วนภายในรังไข่ส่วนใหญ่ จะประกอบด้วยพาเรนไคมาและกลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร ประกอบด้วย 3 กลุ่ม โดยกลุ่มหนึ่งอยู่ตรงกลาง (Dorsal) และ อีกสองกลุ่มอยู่สองข้าง (Ventral) (กาญจนา สาลีติ๊ด, 2532 : 130-131)

ผล (Fruit) หลังจากปฏิสนธิ ส่วนของผนังรังไข่ (Ovary wall) เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเปลือกของเนื้อของผลซึ่งเรียกว่า "pericarp" ผลที่มีชั้น pericarp แห้งแข็ง จัดเป็นผลแห้ง (Dry fruit) เช่น พวกถั่ว ถ้า pericarp มีเนื้ออ่อนนุ่ม จัดเป็นผลสดหรือผลนุ่มเนื้อ (Freshy fruit) เช่น องุ่น ส้ม มะเขือเทศ และแตง ผลบางชนิดชั้นของ pericarp สามารถแยกได้เป็น 3 ชั้น อย่างชัดเจน ได้แก่

- ชั้นนอกเรียกว่า "epicarp" หรือ "exocarp" เป็นชั้นของเปลือกผล ในผลนุ่มเนื้อชั้นนี้ผนังเซลล์บาง พวกส้ม มะนาว มีต่อมน้ำมัน ส่วนผลแห้งของเซลล์ชั้นนี้จะเป็นพวก sclerenchyma ผนังจึงแห้ง

- ชั้นกลางเรียกว่า "mesocarp" ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma มักอ่อนนุ่ม สะสมแป้งหรือน้ำตาลเป็นส่วนของเนื้อผลไม้ใช้รับประทานได้ แต่ในผลบางชนิดชั้นในนี้เป็นเส้นใย แข็งประกอบด้วยเนื้อเยื่อ sclernchyma หรือ fiber เช่น ส่วนของกาบมะพร้าว

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

เมล็ด (Seed) เมล็ดเจริญเปลี่ยนแปลงมาจากโอวุล ภายหลังเกิดการปฏิสนธิโดยเกาะติดกับรก (Placenta) ด้วยสายยึด (Funniculus) อยู่ภายในผนังรังไข่หรือเนื้อของผลใน (Endocarp) เมล็ดประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. เปลือกหุ้มเมล็ด (Seed coat) เปลี่ยนแปลงมาจากเปลือกหุ้มโอวุล (Integument) ปกติมี 2 ชั้น ชั้นนอก (Outer integument) เปลี่ยนเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกเรียกว่า "testa" มักแข็ง เหนียว มีสีสันต่างๆ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก sclereid แต่ในเงาะเปลือกหุ้มชั้นนี้เจริญเปลี่ยนแปลงไปเป็นเนื้อเงาะ ชั้นใน (Inner integument) เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นในเรียกว่า "tegmen" ลักษณะเป็นเยื่อบางๆ 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" พวกจิมโนสปิร์มมีหลายใบ ใบเลี้ยงทำหน้าที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อนและช่วยป้องกันยอดอ่อนขณะงอกจากเมล็ด

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

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

3. เอนโดสเปิร์ม (Endosperm) เกิดจากการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับ polar nuclei ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n) ผสมแล้วได้สเปิร์มมีโครโมโซม 3 ชุด (3n) เป็นที่สะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สำหรับเลี้ยงต้นอ่อนในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นไม่ชัดเจนหรือลดรูปไป

เพราะใบเลี้ยงทั้งสองได้ดูดอาหารไปสะสมไว้แทน ทำให้ใบเลี้ยงมีขนาดใหญ่ อวบอ้วน ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจน และมักใช้รับประทานได้ เช่น ส่วนของเนื้อและน้ำมะพร้าว (ภูวดล บุตรรัตน์, 2539 : 50-54)

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์สไลด์ประกอบการสอน

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช รหัสวิชา 0360311100 เป็นวิชาบังคับเรียนระดับปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มี 3 หน่วยการเรียน เวลาเรียน ทฤษฎี 3 คาบ/สัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญในการพัฒนาการเกษตร การจำแนกพืช โครงสร้างของพืช ความสำคัญของกระบวนการที่เกิดขึ้นในพืช การวิเคราะห์การเจริญเติบโตของพืชและการพัฒนาของพืช ปัจจัยและสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช เทคนิคการผลิตพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยการกล่าวถึงพันธุ์และเมล็ดพันธุ์ การจัดการเก็บเกี่ยว ระบบการปลูกพืช การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบธรรมชาติ การปลูกพืชไร้ดินและการบังคับการเจริญเติบโต เพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช

จุดประสงค์รายวิชา

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

ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

ภาคทฤษฎี

ลำดับที่	หัวข้อเรื่อง	เวลาสอน (คาบ)
1	ความสำคัญของวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช	1
2	การพัฒนาการเกษตร -การพัฒนาการเกษตร -การพัฒนาการเกษตรของไทย	2
3	การจำแนกพืช -การจำแนกพืชระบบเทียม -การจำแนกพืชระบบธรรมชาติ	3
4	โครงสร้างพืช -โครงสร้างภายนอก *-โครงสร้างภายใน	9
5	ความสัมพันธ์ของขบวนการต่างๆที่เกิดในพืช -การดูดซึมน้ำและเกลือแร่ -การลำเลียงน้ำ -การลำเลียงอาหาร -การสังเคราะห์แสง -การหายใจ	6
6	การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของพืช -การเพิ่มขนาดเซลล์ -การงอกของเมล็ด	3
7	ปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช -สิ่งแวดล้อมทางกายภาพ -สิ่งแวดล้อมทางชีวภาพ -สิ่งแวดล้อมทางเคมี	6
8	เทคนิคการผลิตพืชให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด -การแข่งขันระหว่างพืช -พันธุ์และเมล็ดพันธุ์	6

	-การเก็บเกี่ยว	
9	ระบบการปลูกพืช	6
	-การปลูกพืชหมุนเวียน	
	-การปลูกพืชแบบธรรมชาติ	
	-การปลูกพืชไร้ดิน	
10	การบังคับการเจริญเติบโตเพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช	6
	-การใช้ฮอร์โมนพืช	
	-การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	
	-พันธุวิศวกรรมพืช	

รวมทั้งหมด 48 คาบ

หมายเหตุ * เป็นหัวข้อที่นำมาทำเป็นสไลด์ประกอบการสอนในบทที่ 3 เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช ในหัวข้อเรื่อง โครงสร้างภายใน รหัสวิชา 0360311100 เทคโนโลยีการผลิตพืช

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

การศึกษาวิชาพฤกษศาสตร์จำเป็นต้องรู้จักส่วนต่าง ๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นต้นพืช โดยเฉพาะพืชไม้ดอก เป็นพืชที่มีมากที่สุดในอาณาจักรพืชมีโครงสร้างประกอบด้วยราก ลำต้น ใบ และดอก โดยส่วนของราก ลำต้น และใบจัดเป็นอวัยวะ (Organ) ของพืช ส่วนดอกไม้นั้นไม่เรียกว่าอวัยวะเนื่องจากจัดเป็นลำต้นชนิดพิเศษ ซึ่งมีส่วนที่เปรียบเทียบได้กับใบและกิ่งก้านติดอยู่มีหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์ โดยแท้จริงแล้วจึงเป็นกลุ่มของอวัยวะต่าง ๆ

โครงสร้างของพืชชั้นสูง ประกอบขึ้นด้วยเซลล์ (cell) และหลาย ๆ เซลล์มารวมกลุ่มทำงานร่วมกันจนเป็นเนื้อเยื่อ (tissue) เนื้อเยื่อพืชมีหลายชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเซลล์ที่ประกอบกันขึ้น หรือตำแหน่งที่อยู่ของเนื้อเยื่อ หรือหน้าที่และกิจกรรมทางสรีรวิทยาของกลุ่มเซลล์นั้น ๆ เนื้อเยื่อพืชแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่

1. เนื้อเยื่อเจริญ (meristematic tissue) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีการเจริญและแบ่งตัวแบบไมโตซีส (mitosis) อยู่ตลอดเวลา เซลล์มีผนังบาง แบ่งย่อยได้อีก คือ

1.1 จำแนกตามตำแหน่งในส่วนต่าง ๆ ของพืช แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย (apical meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณปลายยอด (shoot tip) หรือ ปลายราก (root tip) ช่วยเพิ่มจำนวนเซลล์และทำให้รากและลำต้นยืดยาวออก
- เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ(intercalary meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณเหนือข้อ หรือโคนของปล้องในพืชใบเลี้ยวเดี่ยว ช่วยให้ปล้องยาวขึ้น หรือตามก้านช่อดอกของพืชบางชนิด เช่น พวกว่านสี่ทิศ ดอกพลับพลึง ซึ่งก้านช่อดอกจะแทงขึ้นมาจากดินโดยตรง
- เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง (lateral หรือ axillary meristem) เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวออกด้านข้าง ทำให้ลำต้น ราก ขยายขนาดใหญ่ออก ได้แก่ พวกเยื่อเจริญหรือแคมเบียม (cambium) ถ้าเกิดขึ้นในกลุ่มท่อลำเลียง เรียกว่า vascular cambium ถ้าเกิดขึ้นใต้ชั้นอิพิเดอร์มิส (epidermis)เพื่อสร้างชั้นคอร์ก (cork) เรียกว่า คอร์ก แคมเบียม (cork cambium)

1.2 จำแนกเนื้อเยื่อเจริญโดยพิจารณาตามระยะการเจริญ แบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

- Promeristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นใหม่ จากการแบ่งตัว เซลล์มีขนาดเท่า ๆ กันและมีนิวเคลีย สขนาดใหญ่ เนื้อเยื่อกลุ่มนี้อยู่บริเวณปลายราก ปลายยอด หรือจุดที่กำลังเจริญ เช่น บริเวณตา (bud) เปรียบได้กับเนื้อเยื่อเจริญที่อยู่ส่วนปลาย (apical meristem)
- Primary meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เปลี่ยนแปลงมาจาก promeristem อยู่บริเวณต่ำกว่าปลายยอดลงมา ถ้าในรากจะอยู่เหนือชั้นปลายรากขึ้นมา ซึ่งเป็นบริเวณที่เซลล์ยืดตัว (region of cell elongation) ถัดอาณาเขตนี้ขึ้นมาเล็กน้อยเซลล์จะเริ่มแปรสภาพ (differentiation) โดยแยกเป็นเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม

  กลุ่มรอบนอก เรียกว่า protoderm ต่อไปจะแปรสภาพเป็นชั้นอิพิเดอร์มิส

  กลุ่มที่สองเห็นเป็นแนวยาวตรงกลางสองแนวเรียกว่า procambium ต่อไปจะแปรสภาพเป็นท่อน้ำหรือ ไซเลม (xylem) และท่อลำเลียงอาหารหรือโฟลเอม (phloem)

  กลุ่มที่สามอยู่ระหว่างกลุ่มแรกกับกลุ่มที่สอง และบริเวณใจกลางเรียกว่า ground meristem ต่อไปจะแปรสภาพเป็นเนื้อเยื่อในชั้นคอร์เทคซ์ (cortex) และไส้ใน (pith)

- Secondary meristem เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่เกิดขึ้นในพืชที่มีการเจริญในขั้นที่สอง (secondary growth) พบได้ในราก ลำต้น ก้านใบ เพื่อขยายขนาดให้กว้างออก โดยเซลล์บางกลุ่มที่หยุดการแบ่งตัวแล้วกกลับมีการแบ่งตัวได้อีก ได้แก่ vascular cambium และ cork cambium

2. เนื้อเยื่อถาวร (permanent tissue) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่ไม่มีการแบ่งตัว โดยเซลล์เหล่านี้เจริญเปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

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

2.2 เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (complex permanent tissues) ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์หลายประเภทมาอยู่ด้วยกันและทำงานร่วมกัน ได้แก่ เนื้อเยื่อเกี่ยวกับการลำเลียง (vascular tissue) อันหมายถึง xylem และ phloem

Parenchyma

Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตพบได้แทบทุกส่วนของอวัยวะพืช เช่น ในชั้น cortex หรือชั้น pith ของลำต้นและรากส่วนที่อ่อนนุ่ม สามารถอมน้ำได้มาก และเป็นส่วนประกอบของเนื้อเยื่อเกี่ยวกับการลำเลียงทั้ง xylem และ phloem เนื้อเยื่อ parenchyma ในส่วนของพืช ระยะการเจริญขั้นแรก มีกำเนิดจากกลุ่มของ ground meristem ส่วน parenchyma ที่อยู่ในกลุ่มท่อลำเลียงเจริญมาจาก procambium

<u>หน้าที่</u> ในเซลล์ของ parenchyma บางกลุ่มมีเม็ดคลอร์โรพลาสต์ (chloroplast) จึงช่วยสังเคราะห์แสง เรียก parenchyma ชนิดนี้ว่า chlorenchyma นอกจากนั้นยังช่วยสะสมอาหารพวกแป้ง น้ำตาล โปรตีน ในพืชที่ขึ้นตามสภาพขาดแคลนน้ำ parenchyma จะช่วยสะสมน้ำโดยเซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังบางเรียกว่า water storage cell เช่นที่พบในใบโกงกาง ใบยางอินเดีย

<u>รูปร่าง</u> ถ้าดูจากการตัดตามขวางจะเห็นเซลล์ของ parenchyma รูปร่างค่อนข้างกลมหรือหลายเหลี่ยม ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์ (intercellular space) เกิดขึ้นตามมุมที่เซลล์แตะกัน parenchyma มีรูปร่างได้หลายแบบแตกต่างกันไปตามตำแหน่งที่อยู่และหน้าที่พิเศษ เช่น ในก้านใบพุทธรักษา หรือพืชน้ำบางชนิด parenchyma มีลักษณะเป็นแฉกคล้ายดาว เรียกว่า stellate parenchyma ซึ่งทำให้เกิดช่องว่างใหญ่ (air space) ช่วยสะสมอากาศจึงเรียก parenchyma ชนิด

นี้ได้อีกอย่างหนึ่งว่า aerenchyma นอกจากนั้นในชั้น palisade cell ของใบ parenchyma จะมีรูปร่างยาวแนวตั้ง หรือคล้ายตัวยู

ผนังเซลล์ (cell wall) ปกติผนังเซลล์ของ parenchyma จะบาง มีผนังเซลล์ชั้นแรกที่เรียกว่า primary wall ประกอบด้วยสารพวกเซลลูโลส (cellulose) เฮมิเซลลูโลส (hemicellulose) สารประกอบเพคติน (pectic substances) คิวติน (cutin) ซูเบอริน(suberin) parenchyma ที่สะสมแป้งอาจจะมีผนังหนากว่าปกติ เช่น เซลล์ของเอนโดสเปิร์มในพืชบางชนิด

ส่วนประกอบภายใน โดยทั่วไปมักจะใช้เซลล์ของ parenchyma เป็นตัวแทนในการศึกษาเรื่องเซลล์พืช มีผนังเซลล์ชั้นเดียวเป็น primary wall ส่วนประกอบภายในที่เป็นอวัยวะเล็ก ๆ (organelles) สามารถมองเห็นด้วยกล้องจุลทรรศน์ใช้แสง เช่น นิวเคลียส เม็ดพลาสติด และช่องว่างหรือแวคิวโอล ซึ่งมีของเหลว (cell sap) บรรจุอยู่หรือรงควัตถุละลายอยู่ เช่น รงควัตถุพวก anthocyanin ซึ่งมีสีม่วง-แดง ในเซลล์ของใบพืชบางชนิด พลาสติดที่พบมากจะเห็นได้ชัดเจน คือ คลอโรพลาสต์ (chloroplast) เป็นพลาสติดที่มีรงควัตถุพวกคลอโรฟิลล์บรรจุอยู่ ทำให้มีสีเขียว ลักษณะเป็นเม็ดกลมรี หรือเป็นแถบสายอย่างในสาหร่ายสีเขียวพวกเทาน้ำ (Spirogyna) นอกจากนั้นเป็นสารที่ได้จากเมตาโบลิซึม สามารถเห็นได้ชัดเจน มักจะอยู่ในแวคิวโอล ที่พบมากได้แก่ เม็ดแป้ง หยดน้ำมัน ผลึก สารแทนนิน กรดอินทรีย์

Collenchyma

Collenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว เจริญมาจาก ground meristem ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตและผนังเซลล์แบบ primary wall เหมือน parenchyma แตกต่างกันที่ผนังเซลล์ของ collenchyma ส่วนใหญ่เป็นสารพวกเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส สารประกอบเพคตินไม่มีลิกนิน โดยสะสมหรือฉาบหนามากตามมุมของเซลล์ จนทำให้ช่องกลางเซลล์แคบลง ส่วนประกอบภายในเซลล์คงมีเช่นเดียวกันกับใน parenchyma แต่อาจจะมีน้อยกว่า

หน้าที่ของ collenchyma ช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่พืช พบได้ในลำต้น ใบ ก้านใบ หรือส่วนของพืชที่โค้งนูนเป็นสันเช่น บริเวณเส้นกลางใบ โดยอยู่ใต้ชั้น epidermis เรียงตัวประมาณ 2-3 ชั้นเซลล์ เนื่องจากการฉาบของสารที่ผนังเซลล์ด้านในหนาไม่เท่ากัน ทำให้รูปร่างของ collenchyma แตกต่างกันไป จึงแบ่งออกได้หลายชนิด ดังนี้

- Angular collenchyma เป็น collenchyma ที่มีการฉาบของผนังเซลล์หนาตามมุมเซลล์มากกว่าส่วนอื่น

- Lamellar หรือ Plate colllenchyma ที่มีสารฉาบผนังเซลล์ด้านชิดกับ epidermis และด้านตรงข้ามหนามาก เมื่อดูจากการตัดตามขวางจะเห็นช่องกลางเซลล์คล้ายรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

- Annular collenchyma มีสารที่ฉาบผนังเซลล์หนามาก เมื่อดูจากการตัดตามขวางจะเห็นช่องกลางเซลล์เล็กค่อนข้างกลม

- Lacunar collenchyma มีสารที่ฉาบตามมุมเซลล์อยู่ติดกับช่องว่างระหว่างเซลล์ทำให้ collenchyma แบบนี้เห็นช่องว่างระหว่างเซลล์แทรกอยู่ด้วย แต่การแยกชนิดนี้ยังค่อนข้างสับสน สังเกตเห็นได้ยากบางครั้งจึงไม่นิยมเรียกกัน

Sclerenchyma

Sclerenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว ในการเจริญขั้นแรก (Primary growth) มีกำเนิดมาจาก ground meristem ถ้าเป็น sclerenchyma ที่อยู่ในกลุ่มท่อลำเลียง กำเนิดมาจาก procambium มีผนังเซลล์หนามาก เนื่องจากมี secondary wall ฉาบทับชั้น primary wall อีกชั้นหนึ่ง ส่วนใหญ่เป็นสารพวกเซลลูโลสและลิกนิน เมื่อเจริญเต็มที่เป็นเซลล์ไม่มีชีวิต ช่วยให้เกิดความแข็งแรงทนต่อแรงดึง แรงกด มักอยู่ตามส่วนที่แข็ง ๆ ของพืช เช่น เปลือกเมล็ด เนื้อผลไม้ที่เป็นเสี้ยนหรือมีเนื้อสาก ๆ มือ พวกเส้นใยใช้ทำเชือกหรือพบในใบที่เปลี่ยนแปลงไปช่วยหุ้มส่วนอื่น เช่น เปลือกระเทียม

Sclerenchyma แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะรูปร่าง คือ

1. Fiber มีรูปร่างยาว ปลายเสี้ยมแหลม ไม่แตกแขนง ผนังเซลล์หนามาก ทำให้ช่องกลางเซลล์หรือ lumen แคบมากจนแทบจะมองไม่เห็น ส่วนมากเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว ถ้าเป็นเซลล์ที่มีชีวิตอาจจะยังมีนิวเคลียส หรือมีเยื่อกั้น (septum) เรียกว่า septate fiber การแยกชนิดของ fiber ที่เกิดในลำต้นจะแยกตามแหล่งที่พบ ได้แก่

1.1 xylary fiber เป็น fiber ที่พบในกลุ่มท่อ xylem

1.2 extraxylary fiber หรือ bast fiber เป็น fiber ที่เกิดขึ้นในส่วนอื่น ๆ นอกเหนือไปจาก xylem เช่น เกิดที่ phloem (phloem fiber) ในชั้น cortex อยู่บริเวณรอบ ๆ กลุ่มท่อลำเลียง

นอกจากนี้ยังพบ fiber ในผล เช่น ส่วนเส้นใยกาบมะพร้าว หรือ fiber ในใบ สำหรับ fiber ในทางอุตสาหกรรม หมายถึง เส้นใยที่ได้จากพืชซึ่งอาจจะเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อของ phloem เช่น พวกป่าน ปอกระเจา รวมไปถึงเส้นใยจากฝ้ายซึ่งความจริงเป็นขนที่เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ด หรือนุ่นเป็นเส้นใยเกิดจากผิวด้านในของผล

2. Sclereid เป็น sclerenchyma ที่มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม รี หรือรูปร่างยาวแต่สั้นกว่า fiber แตกกิ่งออกด้านข้างหรือปลายเซลล์ จึงมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปดังนี้

- Stone cell รูปร่างรี ผนังหนา ช่อง lumen แคบมาก มีรูเปิดซึ่งแตกแขนงในผนังเซลล์ เรียก ramiform pits เช่น เซลล์กะลามะพร้าว
- Astrosclereid มีรูปร่างเป็นแฉกคล้ายดาว เช่นที่พบในก้านใบพลูฉีก
- Trichosclereid ลักษณะคล้ายขนของพืช เช่น ในก้านใบบัวสาย
- liform sclereid มีรูปร่างยาว ส่วนปลายแตกเป็นแฉก
- lumnar sclereid รูปร่างคล้ายตัว H (H-shape) ส่วนปลายแตกกิ่ง พบในรากชั้น mesophyll ของใบ
- teosclereid รูปร่างคล้ายกระดูก เช่น จากเปลือกถั่วลิสง
- crosclereid พบตามเปลือกเมล็ดถั่ว

Epidermis

Epidermis เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว อยู่ชั้นนอกสุดของส่วนต่าง ๆ ของพืชในระยะการเจริญขั้นแรก (primary growth) มีกำเนิดมาจากชั้น protoderm มักเรียกกันว่า เนื้อเยื่อผิว เป็นส่วนที่สัมผัสกับภายนอกปกคลุมส่วนต่างของพืชทั้งราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด ยกเว้นบริเวณปลายยอด ปลายราก เพราะมีจุดกำเนิดต่างจาก epidermis ของส่วนอื่นๆ เมื่อมีการเจริญขั้นที่สอง (secondary growth) เนื้อเยื่อ epidermis จะสลายไปเพราะมีชั้นของ cork ที่เกิดขึ้นได้ epidermis เจริญดันออกมา

<u>รูปร่าง</u> ถ้าดูจากการตัดตามขวางของลำต้นหรือใบ จะเห็นเซลล์ของ epidermis เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงอยู่ชั้นเดียว แต่พืชบางชนิดมีหลายชั้นเรียกว่า multiple epidermis เมื่อลอกออกเป็นแผ่น เซลล์ epidermis จะมีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือเป็นเหลี่ยม ขอบเซลล์อาจจะหยัก เช่น epidermis ของผิวลำต้นอ้อยเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปร่างยาว (long cell) และบางเซลล์เปลี่ยนรูปร่างไปเป็นเซลล์สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ เรียกว่า silica cell ซึ่งมีสาร ซิลิกาอยู่มาก และ cork cell มีสารซูเบอรินปะปนอยู่ เซลล์ อิพิเดอร์มิสด้านบนของใบพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางเซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังบางภายในมีน้ำสะสมอยู่เรียกเซลล์นี้ว่า motor cell หรือ bulliform cell ช่วยในการม้วนงอของใบเวลาสูญเสียน้ำ ผิวด้านนอกของเซลล์ epidermis มีสารขี้ผึ้งพวกคิวตินฉาบอยู่ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำ ชั้นของคิวตินนี้เรียกว่า คิวติเคิล (cuticle)

<u>หน้าที่</u> epidermis มีหน้าที่หลายประการ เช่น ช่วยป้องกันอันตรายเกี่ยวกับการคายน้ำ แลกเปลี่ยนแก๊ส สะสมน้ำและสารที่ได้จากเมตาโบลิซึม เกี่ยวกับการสังเคราะห์แสง การซับของเสียหรือสร้างเซลล์ใหม่ปกคลุมเมื่อมีบาดแผลเป็นต้น

เนื่องจาก epidermis มีหน้าที่หลายอย่าง ทำให้เซลล์ของ epidermis เปลี่ยนแปลงรูปร่างและโครงสร้างแตกต่างกันไป เช่น

1. เปลี่ยนเป็น Trichome ซึ่งหมายถึงส่วนของ epidermis ที่ยื่นออกมา อาจเกิดจากเซลล์ epidermis เซลล์เดียว เช่น ขนราก (root hair) ขนตามลำต้น ตามผิวใบ หรือเกิดจากหลายเซลล์ ซึ่งอาจมีรูปร่างเป็นแฉกคล้ายดาว (stellate hair) นอกจากนี้ trichome ยังสามารถขับสารออกมาภายนอกได้ เรียกว่า grandular trichome ซึ่งมีหลายรูปแบบ ได้แก่

- ขนพิษ หรือ stinging hair พบในพืชพวกตำแย ปลายขนจะแหลม ส่วนโคนเป็นกระเปาะภายในมีสารพิษพวก histamine และ acetylcholine ที่ทำให้เกิดอาการคัน แสบร้อน
- Colleter เป็นต่อมที่ขับน้ำเหนียวๆออกมาหุ้มยอดอ่อน หรือส่วนของตา ช่วยป้องกันแมลงมาทำลาย มักพบตามซอกด้านในของหูใบหรือก้านใบ ลักษณะภายนอกเห็นเป็นสีน้ำตาล
- ต่อมขับเกลือ (salt- secreting trichome) มักพบในใบพืชชายเลน
- ต่อมผลิตน้ำหวาน (nectar-secreting trichome)

2. เปลี่ยนเป็นปากใบ (stomata) เกิดจากเซลล์ของ epidermis 2 เซลล์ เปลี่ยนรูปร่างไปมีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วที่หันด้านเว้าเข้าประกบกัน ตรงกลางเกิดเป็นช่องหรือรูเปิด (pore) เซลล์ทั้งสองนี้เรียกว่า เซลล์คุม (guard cell) และเรียกรวมทั้งเซลล์คุมและรูเปิดนี้ว่า ปากใบ (stomata) ภายในเซลล์คุมมีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่จำนวนมาก รอบ ๆ เซลล์คุมนี้มีเซลล์ที่มีรูปร่างและขนาดแตกต่างไปจากเซลล์ epidermis อื่น ๆ ล้อมอยู่เรียกเซลล์เหล่านี้ว่า subsidiary cell หรือ accessory cell การเรียงตัวของ subsidiary cell ที่ล้อมรอบเซลล์คุมในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปได้หลายแบบ ซึ่งสามารถจำแนกชนิดของปากใบโดยอาศัยลักษณะของ subsidiary cell ได้ดังนี้

- แบบ anomocytic ปากใบแบบนี้ไม่มี subsidiary cell
- แบบ anisocytic มี subsidiary cell 3เซลล์ แต่ขนาดไม่เท่ากันล้อมรอบปากใบ
- แบบ paracytic มี subsidiary cell 2 เซลล์ แนบขนานกับเซลล์คุม
- แบบ diacytic มี subsidiary cell 2 เซลล์ แต่อยู่ในแนวตั้งฉากกับเซลล์คุม เป็นลักษณะตรงกันข้ามกับแบบ paracytic

- แบบ actinocytic มี subsidiary cell หลายเซลล์ ล้อมรอบเซลล์คลุม แต่เรียงตัวออกเป็นแฉกๆ แนวรัศมี

- แบบ tetracytic มี subsidiary cell 4 เซลล์ เป็นเซลล์ขนาดเล็ก 2 เซลล์ อยู่ด้านหัวและท้ายของเซลล์คุม ส่วนอีก 2เซลล์ขนาดใหญ่อยู่ทางด้านข้างของเซลล์คุมด้านละเซลล์

- แบบ cyclocytic มี subsidiary cell มากกว่า 4 เซลล์ เรียงตัวเป็นวงล้อมรอบเซลล์คุม

Xylem

Xylem หรือท่อลำเลียงน้ำ จัดเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน (complex permanent tissues) เนื่องจากประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด ได้แก่

- trecheary element ประกอบด้วย vessel member และ trecheid
- fiber
- parenchyma

xylem ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ ที่รากดูดจากใต้ดินส่งไปยังลำต้นและใบ เพื่อสังเคราะห์แสง xylem ที่เกิดระยะแรก เรียก primary xylem มีกำเนิดมาจาก procambium เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่สอง (secondary growth) xylem ที่เกิดใหม่เจริญมาจาก vascular cambium เรียกว่า secondary xylem สำหรับเนื้อเยื่อพวก fiber และ parenchyma ใน xylem จะมีลักษณะรูปร่างคล้ายกับในส่วนต่าง ๆ ของพืช แต่มี parenchyma บางกลุ่มทำหน้าที่ลำเลียงออกทางด้านข้าง โดยเซลล์เรียงตัวเป็นแถวออกมาในแนวรัศมีของลำต้น เรียกว่า ray parenchyma หรือ xylem ray

เนื้อเยื่อที่พบมากใน xylem ได้แก่ tracheary element ซึ่งประกอบด้วย vessel member และ tracheid ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำเป็นส่วนใหญ่ เนื้อเยื่อทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกัน คือ

- **Vessel members** ลักษณะเซลล์สั้นและอ้วนกว่า tracheid ส่วนปลายเซลล์จะเฉียงออก มีแผ่นรอยปรุเรียกว่า perforation plate กั้นอยู่ มี secondary wall หนา ส่วนมากเป็นสารพวกเซลลูโลสและลิกนิน ซึ่งการฉาบของผนังเซลล์ไม่สม่ำเสมอ จึงเกิดมีลักษณะของ secondary wall หลายแบบ เช่น เป็นแบบวงแหวน (annular) แบบขดลวดสปริง (spiral หรือ helical) แบบตาข่าย (reticulate) แบบขั้นบันได (scalariform) แบบเป็นรู (pitted) vessel members หลาย ๆ เซลล์มาต่อเรียงกันจะเกิดเป็นท่อขึ้น เรียกว่า vessel

- **Tracheid** รูปร่างยาวเรียวกว่า vessel members ปลายเซลล์เสี้ยมแหลม ไม่มีแผ่นรอยปรุ(perforation plate) แต่ขนาดใหญ่และสั้นกว่า vessel members fiber secondary wall หนา และมีการฉาบของสารไม่สม่ำเสมอ จึงเกิดมีลักษณะเดียวกับ vessel แต่ที่พบมากเป็นแบบ bordered pit ทั้ง tracheid และ vessel members จะอยู่รวมกันเป็นมัด พบได้ในพืชมีดอก แต่ในพืชพวกจิมโนสเปิร์มจะไม่มี vessel คงมีแต่ tracheid fiber และ parenchyma

ในพืชใบเลี้ยงคู่ เมื่อมีอายุมากขึ้นเกิดการเจริญขั้นที่สอง vascular cambium ที่อยู่ระหว่าง primary xylem กับ primary phloem เกิดการแบ่งตัว โดยส่วนจะแบ่งตัวเข้าด้านในให้ secondary xylem จำนวนมาก และดันกลุ่มของ primary xylem เข้าไปในใจกลางของลำต้น secondary xylem ที่เกิดขึ้นนี้จะเป็นส่วนที่เรียกว่าเนื้อไม้ (wood) ถ้าในปีหนึ่ง ๆ มีปริมาณน้ำในดินไม่เท่ากัน เช่น ช่วงต้นปี ฝนตกชุก น้ำมาก เซลล์มีขนาดใหญ่ ผนังบาง ไม่ค่อยแข็ง สารสะสมในเซลล์มีน้อย สีค่อนข้างจาง เนื้อไม้ช่วงนี้เรียกว่า เนื้อไม้ต้นฤดู (early wood หรือ sping wood) ต่อมาช่วงปลายปี ฤดูแล้ง น้ำน้อย vascular cambium แบ่งตัวได้น้อย เซลล์มีขนาดเล็ก ผนังเซลล์หนา มีสารสะสมภายในเซลล์มาก เนื้อไม้ช่วงนี้จะมีสีเข้มกว่า เรียกว่าเนื้อไม้ปลายฤดู (late wood หรือ summer wood) เมื่อเกิดเนื้อไม้ทั้งสองฤดูจึงครบปีพอดี ในปีถัดไปจะเกิดลักษณะเดียวกันอีก ทำให้เห็นเนื้อไม้เป็นวง ๆ เนื่องจากมีเนื้อไม้ 2 ชนิด ที่แตกต่างกัน วงของเนื้อไม้ดังกล่าวเรียกว่า วงปี (annual ring) หรือวงเจริญเติบโต (growth ring) บางทีในปีหนึ่ง ๆ มีวงปีไม่ครบวงเรียกว่า วงชะงัก (discontinuous ring) เนื่องจาก vascular cambium อีกด้านหนึ่งไม่แบ่งตัวอาจมีสาเหตุจากโรคระบาด หรือผลจากไฟป่า จึงเกิดส่วนไม่ครบวงซ้อนอยู่ บางกรณีมีฤดูน้ำมากและน้ำน้อยสลับกัน 2 ครั้ง ใน 1 ปี จึงก่อให้เกิดเป็นวงปี 2 วงขึ้น วงที่เกิดขึ้นใหม่นี้เรียกว่า วงปลอม (false annual ring) ซึ่งอาณาเขตของวงเล็กกว่าปกติ ส่วนพืชที่ได้รับน้ำตลอดปีจะไม่มีวงปี จากเนื้อไม้ที่เห็นวงปีนี้ ถ้าพิจารณาโดยส่วนรวมจะเห็นว่ามีสีแตกต่างกันอย่างชัดเจนเป็น 2 ส่วน เนื้อไม้ส่วนตรงกลางลำต้น ซึ่งมีสีแดงเข้ม เรียกว่า แก่นไม้ (heart wood) เป็นเนื้อไม้ที่เกิดขึ้นมานาน เลิกลำเลียงน้ำและแร่ธาตุ เซลล์ไม่มีชีวิต มีสารอื่นสะสมอยู่มาก ส่วนเนื้อไม้รอบนอกมีสีจางกว่า เป็นเนื้อไม้ที่เกิดขึ้นใหม่ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำอยู่ เซลล์ยังมีชีวิต สารสะสมภายในเซลล์น้อย เรียกเนื้อไม้ส่วนนี้ว่ากระพี้ (sap wood)

Phloem

Phloem หรือ ท่อลำเลียงอาหาร เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน เช่นเดียวกับ xylem และอยู่ใกล้ๆกับ xylem จึงเรียกรวมกันว่า เนื้อเยื่อลำเลียง (vascular tissues) หรือกลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle) phloem ประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด ได้แก่

- sieve element ประกอบด้วย sieve tube members และ companion cell พบในพืชมีดอก (angiosperm) ส่วนพืชพวกจิมโนสเปิร์มจะมีเฉพาะ sieve cell

- sclerenchyma ได้แก่ fiber และ sclereid โดยเฉพาะ fiber ที่อยู่ใน phloem มีความแข็งแรงมากเช่น ในลำต้นพวกปอกระเจา ซึ่งความสำคัญทางเศรษฐกิจ

- parenchyma มีทั้ง parenchyma ที่พบได้ทั่วไปในส่วนต่างๆของพืชและ parenchyma ที่ลำเลียงอาหารออกด้านข้าง เรียกว่า phloem ray เรียงเป็นแถวต่อมาจาก xylem ray

เนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงโดยตรง คือ sieve element มีลักษณะเป็นท่อยาว ผนังเซลล์เป็น primary wall บริเวณที่ผนังเซลล์เดิมเป็นรูของ pit จะเปลี่ยนแปลงเป็นแผ่นบางๆมีรูพรุนเล็กๆ คล้ายแผ่นตะแกรงจำนวนมากเรียกว่า sieve area ถ้าเป็น sieve tube members ทางด้านปลายเซลล์จะมีแผ่นป้านเฉียงเรียก seive plate หรือ perforation plate คล้ายกับใน vessel บน sieve plate นี้มี sieve area กระจายอยู่เห็นเป็นรูพรุน เป็นทางผ่านของสารอาหาร ถ้า sieve element ที่อายุมากจะมี callose ซึ่งเป็นพวกคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง ลักษณะเป็นแท่งหรือเป็นแผ่นคลุม sieve area ไว้ด้านข้างของ sieve tube members มีผนังเซลล์บางคล้าย parenchyma แต่ขนาดเล็กกว่าแนบอยู่ข้างๆ เรียกว่า companion cell กำเนิดมาจากเซลล์แม่ (mother cell) เดียวกัน อาจจะมีมากกว่า 1 เซลล์ก็ได้ถ้าแบ่งตัวต่อไปอีก และพบในพืชมีดอกทั่วไป ส่วน sieve cell พบเฉพาะในพืชพวกจิมโนสเปิร์ม โดยต่างจาก sieve tube members ตรงที่ seive cell ไม่มี seive plate ไม่มี companion cell แต่มี parenchyma ที่อยู่ข้าง ๆ ทำหน้าที่แทน เรียกว่า albumious cell

ปกติ primary phloem ในลำต้นจะอยู่ด้านนอก แนวเดียวกับ xylem ซึ่งอยู่ดด้านใน แต่ลำต้นของพืชตระกูลแตง มี phloem เกิดขึ้นด้านในของ xylem อีกกลุ่มหนึ่ง เรียก phloem กลุ่มนี้ว่า internal phloem หรือ intraxylary phloem ส่วนในพืชพวกเฟื่องฟ้า นอกจากจะมี phloem ด้านนอกของ xylem แล้ว ยังมี phlloemบางกลุ่มเกิดแทรกอยู่ใน xylem เรียก phloem กลุ่มนี้ว่า included phloem หรือ interxylary phloem เมื่อพืชมีการเจริญขั้นที่สอง secondary phloem ถูกสร้างขึ้นและดันออกมาด้านนอก ผ่านชั้น cortex จนมาอยู่ติดกับชั้นของ periderm เนื่องจาก

seive element มีผนังเซลล์แบบ primary wall เมื่อพืชตายไป ส่วนของ phloem จะสลายไปด้วย จึงไม่มีซากให้เห็นอย่างเนื้อเยื่อของ xylem

Periderm

Periderm เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายใน โดยเกิดขึ้นแทน epidermis พบในรากและลำต้น ที่มีอายุมากๆ ของพืชใบเลี้ยงคู่ และพวกจิมโนสเปิร์ม ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวพบน้อย เช่น ต้นหมากผู้หมากเมีย ส่วนพืชชั้นต่ำอาจจะมี epidermis ผนังหนา และมีสารซูเบอรินมาฉาบเพื่อทำหน้าที่แทน

Periderm ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิด ได้แก่

- cork (phellem)
- cork cambium (phellogen)
- phelloderm

การเกิดของชั้น periderm เริ่มจาก cork cambium ซึ่งจัดเป็น secondary meristem เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อถาวรที่อยู่ใต้ชั้น epidermis อาจจะเป็นเซลล์ของชั้น cortex แถวนอกสุดเกิดการแบ่งตัว ส่วนใหญ่แบ่งออกด้านนอก ได้กลุ่มเซลล์รูปร่างแบนผนังเซลล์มีสารซูเบอริน และพวกไข (wax) ฉาบหนา ซึ่งเป็น primary wall ทำให้เซลล์มีสีน้ำตาล ทนทานต่อปฏิกิริยาของกรด ไม่ผุเปื่อย กลุ่มเซลล์ชั้นนี้เรียกว่า cork พืชบางชนิดมีชั้นของ cork หนามาก สามารถลอกออกเป็นแผ่น ๆ ได้ ภายในเซลล์กลวง กันน้ำและใช้เป็นฉนวนกันความร้อนหรือทำจุกขวด cork cambium ที่แบ่งเข้าด้านในให้กลุ่มเซลล์ผนังบางคล้าย parenchyma ที่มีขนาดเล็กกว่าเซลล์ในชั้น cortex ชั้นนี้เรียกว่า phelloderm หนา 2-3 ชั้น เซลล์ อาจมีคลอโรพลาสต์ช่วยสังเคราะห์แสงและสะสมแป้งได้

พืชบางชนิดขณะที่เกิด periderm ระยะแรก ๆ พบว่ามีโครงสร้างชนิดหนึ่งเกิดขึ้นตามลำต้น กิ่งก้าน ลักษณะเป็นรอยแผลแตกตามยาว พองนูนออกมาคล้ายเลนส์ เรียกว่า lenticel จะเกิดขึ้นใต้ปากใบ (stomata) โดยเนื้อเยื่อใต้ปากใบทำหน้าที่เป็น cork cambium มีการแบ่งตัวออกมาด้านนอกเป็นเซลล์ที่ไม่มีซูเบอรินและเรียงตัวอย่างหลวม ๆ เรียกกลุ่มเซลล์นี้ว่า complementary tissue เนื่องจากมีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก บางทีเรียกว่า filling tissue มีการแลกเปลี่ยนแก๊สกับภายนอกได้สะดวก เมื่อฝนตกน้ำซึมเข้าไปในเซลล์และขยายตัวจะไปดันเซลล์ที่อยู่ข้างเคียงในชั้น cortex ออกมาและดันชั้น epidermis ปริแตกออก เกิดเป็นรอยแผล

มักเกิดความสับสนระหว่างคำว่า periderm กับ bark (เปลือกไม้) ส่วนมากเรียกชั้น cork ที่หลุดลอกออกมาว่า เปลือกไม้ ความจริง คำว่า เปลือกไม้หรือ bark หมายถึง เนื้อเยื่อทุกชนิด ตั้ง

แต่ชั้น vascular cambium ออกมาจนถึงภายนอก ซึ่งประกอบด้วย secondary phloem,primary phloem,cortexและ periderm ซึ่งเป็น cork เป็นส่วนหนึ่งของ periderm เท่านั้น

Scretory structure

Secretory structure เป็นส่วนของพืชซึ่งเก็บสารที่ถูกขับออกมาจากเซลล์ อาจจะอยู่ในรูปของอิออนในสภาพของเกลือ หรือน้ำตาล เป็นสารที่ได้จากขบวนการเมตาโบลิซึม (metabolism) เช่น พวกแอลคาลอยด์ (alkaloid) แทนนิน เรซิน (resin) ผลึกหรือพวกฮอร์โมนและเอนไซม์ สารเหล่านี้จะอยู่ในโครงสร้างที่ประกอบด้วยหลายเซลล์ มีลักษณะพิเศษซึ่งเรียกว่า ต่อม (gland) ชนิดของต่อมแยกออกไปตามสารที่อยู่ภายใน เช่น ต่อมเมือก (mucilage gland) ต่อมเกลือ (salt gland) ต่อมน้ำหวาน (nectary) ต่อมน้ำมัน (oil gland) สารบางชนิดถูกขับออกมาอยู่ในช่องว่างระหว่างเซลล์ ถ้าช่องว่างนั้นมีขนาดใหญ่ค่อนข้างกลมจะเรียกว่า secretory cavity ถ้าช่องว่างมีรูปร่างยาว เรียกว่า duct หรือ canal

Secretory structure แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ตามตำแหน่งที่อยู่ คือ

1. External secretory structure เป็นส่วนที่อยู่ผิวนอกของพืช เซลล์สามารถขับสารออกมาภายนอกได้ เช่น

1.1 Trichome และ gland ลักษณะเป็นขนยื่นออกมา ประกอบด้วยเซลล์เดียวหรือหลายเซลล์ บางชนิดอาจมีโครงสร้างเฉพาะออกไป เช่น ขนพิษ (stinging hair) ต่อมขับน้ำเหนียวๆ (colleter)

1.2 Osmophore ต่อมพิษที่สร้างกลิ่นหอม ระเหยออกมาได้ พบตามกลีบดอก

1.3 Nectary เป็นต่อมน้ำหวาน ประกอบด้วยเซลล์ผนังบาง ขับสารละลายที่มีน้ำตาลออกมา พบตามส่วนโคนกลีบดอก

1.4 Hydathodes โครงสร้างพิเศษที่ขับน้ำออกมาจากใบในรูปของหยดน้ำ เกิดตามปลายใบหรือขอบใบ น้ำจะขับออกมาจากปลายเส้นใบ ซึ่งเป็นกลุ่มท่อ xylem ผ่านชั้น mesophyll ที่เปลี่ยนเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อ parenchyma ชื่อ epithem ไม่มีคลอโรฟิลล์ ปลายสุดเป็นปากใบที่เปิดอยู่ตลอดเวลา

2. Internal secretory structure เป็นโครงสร้างที่เกิดอยู่ภายใน มีหลายรูปแบบ เช่น

2.1 secretory cell รูปร่างยาวคล้ายถุง หรือรูปทรงกระบอก อาจแตกกิ่งก้านแทรกอยู่เดี่ยวๆ ภายในมีสารพวกแทนนิน หรือผลึกแบบรูปทุเรียน (cystolith)

2.2 secretory cavities (canal) เป็นช่องว่างที่เกิดจากเซลล์สลายไป (lysigenous intercellular space) มีสารพวก น้ำมัน เรซิน หรือเมือกบรรจุอยู่ อย่างเช่น ต่อมน้ำมันในเปลือกส้ม ท่อน้ำยางชัน (resin duct)

2.3 Lacticifer หรือเรียกว่าท่อน้ำยาง มีลักษณะเป็นเซลล์เดี่ยว ๆ หรือหลายเซลล์ติดต่อกัน ลักษณะคล้ายท่อ ภายในมีน้ำยางข้นสีขาวเรียก later น้ำยางประกอบด้วยเนื้อเยื่อยาง โปรตีน เรซิน เม็ดแป้ง พบมากในบริเวณ phloem ผนังเซลล์ของ laticifer เป็น primary wall พืชมีน้ำยางมาก เช่น พืชตระกูลยางพารา (Euphorbiaceae) ตระกูลขนุน (Moraceae) ตระกูลลางสาด (Meliaceae) นอกจากนั้นพบในพวกมะละกอ ดอกรัก laticifer แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

- Articulate laticifer ประกอบด้วยหลายเซลล์ต่อกันเป็นท่อยาวเหมือนลูกโซ่ เรียกว่า articulated nonanastomosing laticifer หรืออาจจะมีหลาย ๆ ท่อเรียงขนานกัน และมีเซลล์เชื่อมต่อกันด้านข้างได้อีกเรียกว่า articulated anastomosing laticifer
- Nonarticulate laticifer ประกอบด้วยเซลล์เดียว อาจจะแตกกิ่งก้าน หรือไม่แตกกิ่งก้านก็ได้

ราก
(Root)

ลักษณะโครงสร้างภายในราก จากส่วนปลายรากเมื่อตัดตามยาว จะแบ่งออกเป็นเขตต่าง ๆ ดังนี้

1. **หมวกราก** (root cap) เซลล์เรียงตัวอยู่หลวมๆ อายุสั้น แต่มีสร้างเพิ่มเติมอยู่เรื่อย ๆ ช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ปลายรากขณะแทงลงดิน

2. **เขตเซลล์แบ่งตัว** (region of cell division) หรือเป็นเขตเนื้อเยื่อเจริญ (meristematic region) อยู่ถัดหมวกรากขึ้นมา เซลล์แบ่งตัวแบบไมโตซีส (mitosis) เพื่อเพิ่มจำนวนเซลล์โดยเซลล์ตรงปลายบางส่วนจะเปลี่ยนเป็นเซลล์หมวกราก

3. **เขตเซลล์ยืดตัว** (region of cell elongation) เป็นกลุ่มเซลล์ที่ได้จากเขตการแบ่งตัว มีการยืดตัวของเซลล์ออกทางด้านยาว บริเวณนี้ต่อไปจะเป็นส่วนที่เซลล์เปลี่ยนแปลงเป็นส่วนต่าง 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) อยู่ถัดจากเขตเซลล์ยืดตัวขึ้นมาเล็กน้อย เซลล์ epidermis 1 เซลล์ เปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน เพื่อทำหน้าที่ดูดน้ำ ส่วนเนื้อเยื่อชั้นในเริ่มมีการเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อของส่วนต่าง ๆ

5. **เขตเนื้อเยื่อขั้นแรก** (region of primary tissue) อยู่ถัดจากเขตรากขนอ่อนขึ้นมาเล็กน้อย บางครั้งอาจถือเป็นอาณาเขตเดียวกับเขตรากขน เป็นบริเวณที่เซลล์เจริญเต็มที่ (mature) และ เปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวร เมื่อตัดตามขวาง จะพบเนื้อเยื่อแบ่งออกเป็นชั้นๆ ดังนี้

5.1 Epidermis อยู่ชั้นนอกสุดมีแถวเดียว อาจเปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน ในรากกล้วยไม้จะมีหลายชั้น เรียก velamen

5.2 Cortex อยู่ถัดจาก epidermis เข้าไป ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma เป็นส่วนใหญ่ เซลล์ผนังบาง ช่วยสะสมอาหาร อาณาเขตของ cortex ในรากกว้างกว่าในลำต้น

5.3 Endodermis อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของ cortex มีแถวเดียว เกิดต่อเป็นวงรอบรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นชัด เซลล์ผนังหนาสามด้าน ด้านติด cortex จะบาง บนผนังเซลล์มีสารซูเบอริน หรือลิกนินสะสมเป็นแถบคาดรอบเซลล์เรียกแถบนี้ว่า casparian strip ทำให้น้ำที่รากขนอ่อนดูดเข้ามาไม่สามารถผ่านชั้นนี้ได้ แต่จะเข้าได้โดยผ่านเซลล์ที่เรียกว่า passage cell ซึ่งเป็นของชั้น endodermis ที่มีผนังบางอยู่ตรงปลายแฉกของ xylem

5.4 Stele เป็นอาณาเขตที่อยู่ถัดชั้น endodermis เข้าไป จะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- Pericycle เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็ก 1-2 แถว ที่อยู่ติดชั้น endodermis เข้าไป เป็นจุดกำเนิดของรากแขนง (lateral root) ซึ่งการเจริญของรากแขนงแบบนี้เรียกว่า endogenous branching
- Vascular bundle ประกอบด้วย xylem อยู่ตรงใจกลางเรียงเป็นแฉก (arch) ปลายแฉกเป็นขนาดเล็กเรียก protoxylem ซึ่งเกิดขึ้นก่อน ด้านในเป็น metaxylem แฉกลักษณะนี้เรียก exarch รากของพืชใบเลี้ยงคู่มีจำนวนแฉกน้อยประมาณ 4-6 แฉก ส่วนรากของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมักจะมีจำนวนแฉกมาก phloem อยู่ระหว่างแฉกถ้าเป็นรากพืชใบเลี้ยงคู่จะมี vascular cambium กั้นระหว่าง xylem กับ phloem ในรากพืชบางชนิดมี vascular bundle แทรกอยู่ตรงกลางแทนชั้นของ pith ทำให้เกิด vascular bundle ซ้อนกัน 2 วง เช่น ที่พบในรากดอกเทียน
- Pith เป็นอาณาเขตตรงกลางราก ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจน เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma

เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่สองในรากพืชใบเลี้ยงคู่ vascular cambium แบ่งตัวเกิด secondary xylem จำนวนมากขยายอาณาเขตติดต่อกันเป็นวงโดยรอบ เป็นแกนกลางของรากซึ่ง

จะแข็งคล้ายเนื้อไม้ในลำต้น ชั้น cortex ถูก xylem ที่สร้างใหม่ถูกเบียดสลายไปส่วน pericycle ทำหน้าที่คล้าย cork cambium ทำให้เกิดชั้น periderm ขึ้นในราก

ลำต้น
(Stem)

ลักษณะโครงสร้างภายในลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์มมี 2 ระยะ ตามการเจริญเติบโต คือ ระยะการเจริญขั้นแรก (primary growth) และการเจริญขั้นที่สอง (secondary growth)

การเจริญขั้นแรก เมื่อตัดลำต้นตามขวาง จะแบ่งเนื้อเยื่อออกเป็นชั้นต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. **Epidermis** อยู่ชั้นนอกสุด ปกติเรียงเป็นแถวเดียวและอาจเปลี่ยนเป็นขนหรือปากใบพืชที่ขึ้นในสภาพแห้งแล้งผิวด้านนอกจะมีสารคิวตินฉาบหนา

2. **Cortex** มีอาณาเขตแคบกว่าชั้น stele ซึ่งตรงข้ามกับในราก ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ชั้นนอกที่ติดกับ epidermis 2-3 แถว เป็นพวก collenchyma และมีเนื้อเยื่อ sclerenchyma แทรกอยู่ได้ทั่วไปในลำต้นอายุน้อย ๆ เซลล์ชั้น cortex ใกล้ ๆ epidermis จะมีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย

3. **Endodermis และ pericycle** ตามปกติชั้น endodermis อยู่ถัดชั้นในสุดของ coertex เข้าไป แต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มี เช่นเดียวกับชั้น pericycle ซึ่งต่างจากในรากที่เห็นได้ชัด

4. **Vascular bundle** กลุ่มท่อลำเลียงประกอบด้วย primary xylem อยู่ด้านใน และ primary phloem อยู่ด้านนอก เรียงตัวในรัศมีเดียวกัน โดยมี fascular cambium กั้นอยู่ ส่วนเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างท่อลำเลียงแต่ละกลุ่มเรียกว่า interfascicular region เดิมเป็นเนื้อเยื่อ parenchyma ต่อมาเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อเจริญเรียกว่า interfascicular cambium โดยจะสร้างกลุ่มท่อลำเลียงใหม่ขึ้นมาจนเชื่อมต่อกับกลุ่มเดิม ทำให้เกิดท่อ xylem และphloem รอบวงลำต้น cambium จะต่อเป็นแนวเดียวกันเรียกว่า vascular cambium กลุ่มเนื้อเยื่อของ primary xylem ประกอบด้วยเซลล์ขนาดเล็กซึ่งเป็น protoxylem จะอยู่ด้านในใกล้ชั้นของ pith ส่วน metaxylem อยู่ด้านนอกใกล้ phloem เรียกการเรียงตัวแบบนี้ว่า endarch ตรงข้ามกับในราก

5. **Pith** อยู่ชั้นในสุด ประกอบเนื้อเยื่อพวก parenchyma สะสมแป้งหรือสารต่าง ๆ เช่น ผลึก แทนนิน

การเจริญขั้นที่สอง ในลำต้นของพืชใบเลี้ยงคู่ที่มีเนื้อไม้ (woody stem) และพืชพวกจิมโนสปิร์ม เมื่อมีอายุมากขึ้น เกิดการแบ่งตัวของ vascular cambium และ cork cambium เมื่อศึกษาภาพตัดขวางลำต้น พบว่า vascular cambium แบ่งตัวเข้าด้านในให้เนื้อเยื่อพวก

secondary xylem จำนวนมากเรียงตัวรอบลำต้นและดันเอา primary xylem เข่าสู่ใจกลางอาณาเขตของ pith จนดันเข้าไปเต็มที่จากนั้นจึงขยายออกมาด้านนอกเรื่อย ๆ ทำให้ secondary phloem ที่ vascular cambium แบ่งออกมา ด้านนอกถูกดันออกมาผ่านชั้น cortex ทำให้เนื้อเยื่อชั้น cortex สลายและถูกเบียดจนมาติดกับชั้น periderm ซึ่งมี cork cambium กำลังแบ่งตัวอยู่เช่นกัน secondary xylem ที่ได้เป็นส่วนของเนื้อไม้ (wood) และเกิดเป็นเนื้อไม้แบบต่าง ๆ ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของ xylem

สำหรับลำต้นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวไม่มีการเจริญขั้นที่สอง อาณาเขตของชั้น cortex แบ่งได้ไม่เด่นชัด กลุ่มท่อลำเลียงอยู่กระจัดกระจายทั่วลำต้น ในพืชบางชนิด เช่น หญ้าขน จะมีกลุ่มท่อลำเลียงกระจายเป็นสองวง วงเล็กอยู่ส่วนนอก โดยมีเนื้อเยื่อ sclerenchyma แทรกเป็นแนวกั้นอยู่ xylem และ phloem ที่รวมเป็นกลุ่มท่อลำเลียงมองดูคล้ายใบหน้าคน มีเซลล์กลมใหญ่ผนังหนา 2 เซลล์คล้ายตา ซึ่งเป็นท่อ vessel ส่วนของ phloem เซลล์มีผนังบางอยู่เป็นกลุ่มด้านบนคล้ายบริเวณหน้าผาก รอบกลุ่ม xylem และ phloem อาจจะมีเนื้อเยื่อ parenchyma ที่สะสมแป้ง หรือ sclerenchyma ที่ล้อมรอบ ซึ่งเรียกว่า bundle sheath ส่วนอาณาเขตของ pith ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma แต่เกิดได้ไม่นาน ส่วนใหญ่จะสลายไปกลายเป็นช่องกลวงใจกลางลำต้นเรียกว่า pith cavity มีพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด เช่น หมากผู้หมากเมีย จะมีกลุ่มท่อลำเลียงคล้ายในพืชใบเลี้ยงคู่ และสามารถเกิดชั้น periderm ขึ้นได้

กลุ่มท่อลำเลียง (vascular bundle) แบ่งออกได้หลายแบบตามการเรียงตัวของ xylem และ phloem ดังนี้

1. Collateral bundle xylem และ phloem เรียงอยู่ในแนวรัศมีเดียวกัน โดย phloem อยู่ด้านนอก xylem อยู่ด้านใน เช่น กลุ่มท่อลำเลียงของลำต้น

2. Bicollateral bundle มี phloem เกิดทั้งด้านนอกและด้านใน โดยมี xylem อยู่ตรงกลาง เช่น ลำต้นของพืชตระกูลแตง

3. Radial (alternate) bundle xylem เรียงตัวเป็นแฉก โดยมี phloem อยู่ระหว่างแฉกสลับกันไป เช่น ในราก

ใบ

(Leaf)

ลักษณะโครงสร้างภายในของใบ อาจแตกต่างกันตามชนิดของพืชและสภาพแวดล้อม แต่โครงสร้างโดยทั่วไปจะมีรูปแบบเดียวกัน เมื่อศึกษาจากใบพืชที่ตัดตามขวาง ผ่านเส้นกลางใบ (mid rib) พบว่า ใบประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม คือ

1. Epidermis หรือเรียกว่า ผิวใบ เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอก ปกคลุมส่วนอื่น ๆ ที่อยู่ภายใน ปกติหนาเพียงชั้นเดียว ผนังด้านนอกมีสารคิวตินฉาบ ชั้นของคิวตินนี้เรียกว่า คิวติเคิล (cuticle) ช่วยป้องกันการระเหยของน้ำออกจากใบ epidermis มีอยู่ทั้งสองด้านของแผ่นใบ ผิวใบด้านบนหรือด้านหลังใบ (ventral) เป็นด้านที่รับแสงแดดเรียกว่า upper epidermis (adaxial epidermis) ส่วนมากมี 1 ชั้น แต่พืชที่ขึ้นในสภาพขาดแคลนน้ำ (xerophyte) มีหลายชั้น (multiple epidermis) และเซลล์ชั้นในสุดมักจะมีขนาดใหญ่ผนังบางสะสมน้ำเรียกว่า water storage cell หรือเป็นที่สะสมผลึกรูปทุเรียน เช่น ใบยางอินเดีย ใบไทร ในใบพืชตระกูลหญ้า epidermis บางเซลล์เปลี่ยนเป็นเซลล์ที่เรียกว่า bulliform cell หรือ motor cell ช่วยในการม้วนงอของใบ ผิวใบด้านล่างหรือด้านท้องใบ (dorsal) เป็นด้านที่ชิดผิวดินเรียกว่า lower epidermis (abaxial pidermis) เซลล์ชั้นนี้อาจเปลี่ยนเป็นเซลล์คลุม (guard cell) รูปร่างคล้ายไตหรือเมล็ดถั่วประกบกันเกิดเป็นปากใบ (stomata) ปากใบส่วนใหญ่มีมากทางผิวใบด้านล่าง ถ้ามีด้านล่างเพียงด้านเดียวเรียกใบแบบนี้ว่า hypostomatic leaf แต่ถ้ามีปากใบอยู่เฉพาะผิวใบด้านบนเรียก epistomatic leaf ใบชนิดนี้มักจะลอยบนผิวน้ำ เช่น พวกบัวสาย และมีปากใบทั้งสองด้านของผิวใบเรียกว่า amphistomatic leaf นอกจากนี้ถ้าปากใบอยู่ต่ำกว่าระดับเซลล์ ชั้นepidermis เรียกว่า sunken stomata พบในพืชที่ขึ้นในสภาพที่มีน้ำน้อย ถ้าปากใบอยู่สูงกว่าระดับเซลล์ ชั้น epidermis เรียกว่า raised stomata มักพบในพืชน้ำ ส่วนปากใบที่อยู่ระดับเสมอ epidermis เรียกว่า typical stomata

2. Mesophyll หรือเรียกว่า เนื้อใบเป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างชั้น epidermis ทั้งสองด้าน ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma แบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

2.1 Palisade parennchyma เป็นเซลล์รูปร่างยาวเรียงตั้งฉากกับชั้น epidermis ภายในมีเม็ดคลอโรพลาสต์มาก จึงมีบทบาทในการสังเคราะห์แสง ส่วนใหญ่ palisade parenchyma อยู่ทางผิวใบด้านบนอาจมีแถวเดียวหรือหลายแถว ถ้ามีด้านบนด้านเดียว เรียกว่า bifacial leaf หรือ dorsiventral leaf โดยด้านล่างจะเป็นพวก spongy parenchyma ในพืชบางชนิดมีชั้น palisade parenchyma อยู่ทั้งสองด้านเรียกว่า unifacial leaf หรือ isobilateral leaf

2.2 Spongy parenchyma เป็นเนื้อเยื่อพวก parenchyma รูปร่างกลม เรียงตัวอยู่อย่างหลวมๆ ใต้ชั้น palisade parenchyma มีช่องว่างระหว่างเซลล์มาก โดยเฉพาะในพืชน้ำ เช่น ใบบัวสาย spongy parenchyma มีรูปร่างเป็นแฉก มีช่องว่างมาก จึงมีพวก sclereid แทรกอยู่ ช่วยค้ำจุนโครงสร้างใบ

ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ชั้น mesophyll ไม่สามารถแยกเป็นชั้น palisade และ spongyได้อย่างเด่นชัด เนื่องจาก เซลล์มีรูปร่างคล้ายกัน

3. **Vascular bundle** หรือกลุ่มท่อลำเลียง ความจริงก็คือเส้นกลางใบ (mid rib) หรือเส้นใบ (vain) ประกอบด้วย xylem อยู่ด้านในหรือตอนบน ส่วนphloem ล้อมอยู่ด้านนอกหรือส่วนล่าง และอาจจะมีพวก parenchyma ที่สะสมหรือพวก sclerenchyma ล้อมรอบ vascular bundle เรียกว่า bundle sheath

ดอก
(Flower)

ดอกเป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก (angiosperm) เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งทั้งกิ่ง แต่มีขอบเขตของการเจริญจำกัด ดอกเกิดจากตาดอก (floral bud)หรือตาผสม (mixed bud) ซึ่งเป็น apical meristem โดยเปลี่ยนจาก vegetative meristem ไปเป็น reproductive meristem เนื่องจากปัจจัยทางสรีรวิทยา เช่น ช่วงเวลาที่ได้รับแสง (photoperiod) อุณหภูมิต่ำๆ หรือ ฮอร์โมนพืช ขั้นแรกของการเจริญเริ่มจากจุดกำเนิดของดอก (floral primordium) มักมีลักษณะโค้งนูน โดยมี bract หรือเกล็ดหุ้มตา (bud scale) ห่อหุ้มป้องกันอันตราย ต่อมาเซลล์แบ่งตัวมากขึ้น เกิด initial cell บริเวณไหล่ทั้งสองข้างของ central primordium มีการแปรสภาพ (differentiation) ก่อตัวเป็นจุดกำเนิดของกลีบเลี้ยง และเจริญเป็นกลีบเลี้ยง (sepal) หลังจากนั้นจะเจริญเป็นส่วนของกลีบดอก (petal) เกสรตัวผู้ (stamen) และเกสรตัวเมีย (pistil) ตามลำดับ โครงสร้างของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกจะคล้ายกับใบเพียงแต่ไม่มีชั้น palisade parenchyma ส่วนประกอบด้วยเนื้อเยื่อ parenchyma ผนังบาง ถ้าเป็นกลีบเลี้ยงจะมีเม็ดคลอโรพลาสต์อยู่ภายในมาก ส่วนในกลีบดอกมีรงควัตถุเข้าไปอยู่ในแวคคิวโอล (vacuole) เช่น พวก flavonoid ทำให้กลีบดอกมีสีสันสวยงาม นอกจากนั้นอาจเป็นพวกผลึก แป้ง และแทนนิน

เกสรตัวผู้ ประกอบด้วยก้านชูเกสร (filament) และอับเรณู (anther) ภายในบรรจุละอองเรณู (pollen grain) อับเรณูส่วนมากจะมี 2 พู (lobe) แต่ละพูมี 2 ช่อง (locule) ผิวนอกของอับเรณูเป็นชั้น epidermis 1 ชั้น ใต้ลงไปเป็นชั้นเซลล์ที่มีผนังหนา เป็น secondary wall เรียกว่าชั้น endothecium ซึ่งจะมีบริเวณที่มีผนังบาง เรียก stomium อับเรณูจะแตกบริเวณนี้ ขณะที่อับเรณูเริ่มเจริญภายในประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า microsporogenous tissue ต่อมาแบ่งตัวแบบไมโตซิสให้เซลล์แม่ของละอองเรณู (microspore mother cell) จำนวนมาก หลังจากนั้น microspore mother cell แบ่งตัวแบบไมโอซิส ได้ microspore ซึ่งเปลี่ยนแปลงเป็นละอองเรณู (pollen grain)

เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ (ovary) ภายในมีออวุล (ovule) ที่ยึดติดกับผนังรังไข่ด้วยสายยึด (funicelus) ก้านเกสรตัวเมีย (style) และส่วนปลายยอดสุดเป็นยอดเกสรตัวเมีย (stigma) ลักษณะเป็นแอ่งน้ำเหนียว ๆ หรือลักษณะเป็นขนเล็ก ๆ เพื่อคอยยึดละอองเรณูที่ปลิวมาตก ตรง

กลางเกสรตัวเมียจะร่อง (stylar cannal) สำหรับเป็นทางผ่านของท่อที่งอกออกจากละอองเรณู เพื่อให้เซลล์สืบพันธุ์เพศผู้เข้าไปถึงออวุลผสมกับไข่ ในระยะที่ดอกกำลังเริ่มมีการพัฒนาส่วนต่าง ๆ ภายในรังไข่จะมีออวุลเจริญขึ้นโดยเกิดจากเซลล์บริเวณของราก (placenta) แบ่งตัวเจริญเป็นติ่งเล็ก ๆ ยื่นเข้าสู่ช่องว่างกลางรังไข่เป็นจุดกำเนิดของออวุล (ovule primordium) ต่อมาเจริญพัฒนาเป็นออวุล ส่วนมากมีลักษณะรี มีเปลือกหุ้ม (integument) 2 ชั้น ชั้นนอกเรียกว่า outer integument ชั้นในเรียกว่า inner integument เปลือกหุ้มจะเชื่อมกันไม่สนิทเกิดเป็นรูตรงปลายเรียกรู micropyle เป็นทางเข้าของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ภายในออวุลมีเนื้อเยื่อ parenchyma ผนังบางเรียกว่า nucellus และมีอยู่เซลล์หนึ่งในกลุ่มนี้เจริญใหญ่ขึ้นเป็นเซลล์แม่ของไข่ (megaspore mother cell) ต่อมาแบ่งตัวแบบไมโอซิส ได้ megaspore (n) 4 เซลล์ สลายไป 3 เหลือ 1 megaspore ที่เหลือแบ่งตัวแบบไมโตซิสติดต่อกัน 3 ครั้ง ได้ 8 นิวเคลียส และเจริญเปลี่ยนแปลงให้เซลล์ไข่(egg) 1 นิวเคลียส และ polar nuclei 2 นิวเคลียส รอการผสมกับเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ ภายหลังการปฏิสนธิ ออวุลเจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเมล็ด (seed) ส่วนรังไข่เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นผล (fruit)

ผล
(Fruit)

หลังจากการปฏิสนธิ ส่วนของผนังรังไข่ (ovary wall) เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเปลือกและเนื้อของผล ซึ่งเรียกว่า pericarp ผลที่มีชั้น pericarp แห้งแข็งจัดเป็นผลแห้ง (dry fruit) เช่น พวกถั่ว ถ้า pericarp มีเนื้ออ่อนนุ่มจัดเป็นผลสด หรือผลนุ่มเนื้อ (fleshy fruit) เช่น องุ่น มะเขือเทศ ส้มแตง ผลบางชนิดชั้นของ pericarp สามารถแยกออกได้เป็น 3 ชั้น อย่างชัดเจน ได้แก่

- ชั้นนอกเรียกว่า epicarp หรือ exocarp เป็นชั้นของเปลือกผล ในผลนุ่มเนื้อชั้นนี้ผนังเซลล์บาง พวกส้ม มะนาว มีต่อมน้ำมัน (oil gland) ส่วนผลแห้ง เซลล์ของชั้นนี้จะเป็นพวก sclerenchyma ผนังจึงแข็ง

- ชั้นกลางเรียกว่า mesocarp ส่วนใหญ่เป็นเนื้อเยื่อ parenchyma จึงมักอ่อนนุ่ม สะสมแป้งหรือน้ำตาล เป็นส่วนของเนื้อผลไม้ใช้รับประทานได้ แต่ในผลบางชนิดชั้นนี้เป็นเส้นใย แข็ง ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ sclerenchymaหรือ fiber เช่น ส่วนของกาบมะพร้าว

- ชั้นในสุด เรียกว่า endocarp อาจจะแข็งมากเป็นเนื้อเยื่อ sclerenchyma พวก sclereid อย่างในกะลามะพร้าว แต่พวกส้ม เซลล์ในชั้นนี้จะพองออกเป็นถุงน้ำเรียก juice sac ใช้รับประทานได้

เมล็ดและเอมบริโอ

(Seed and Embryo)

เมล็ดเปลี่ยนแปลงเจริญมาจากออวุล ภายหลังเกิดการปฏิสนธิโดยเกาะติดกับราก (placenta) ด้วยสายยึด (funicelus) อยู่ภายในผนังรังไข่ หรือเนื้อของผลชั้นใน (endocarp) เมล็ดประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่

1. **เปลือกหุ้มเมล็ด (seed coat)** เปลี่ยนแปลงมาจากเปลือกหุ้มออวุล (integument) ปกติมี 2 ชั้น ชั้นนอก (outer integument) เปลี่ยนเป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นนอกเรียกว่า testa มักจะแข็ง เหนียวมีสีสันต่าง ๆ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก sclereid แต่ในเงาะเปลือกหุ้มชั้นนี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเงาะ ชั้นใน (inner integument) เป็นเปลือกหุ้มเมล็ดชั้นใน เรียกว่า tegmen ลักษณะเป็นเยื่อบาง แต่ในลองกองเนื้อเยื่อของ inner integument นี้เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นกลุ่มเนื้อเยื่อสะสมอาหารพวกแป้ง ทำหน้าที่เป็นอาหารสะสมในเมล็ดแทนเอนโดสเปิร์ม

2. **เอมบริโอ (embryo)** เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับไข่ (egg) ซึ่งภายในออวุลเจริญเป็นไซโกต (zygote) และเป็นเอมบริโอในเวลาต่อมา เอมบริโอประกอบด้วย

2.1 ใบเลี้ยง (cotyledon) ในพืชใบเลี้ยงคู่จะมี 2 ใบ ส่วนพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมี 1 ใบ ลักษณะเป็นแผ่นบางๆ เรียก scutellum พวกจิมโนสเปิร์มมีหลายใบ ใบเลี้ยงทำหน้าที่สะสมอาหารไว้เลี้ยงต้นอ่อน และช่วยป้องกันยอดอ่อนขณะงอกออกจากเมล็ด

2.2 Epicotyl เป็นส่วนที่อยู่เหนือใบเลี้ยง ส่วนปลายสุดเป็นยอดอ่อน (plumule) ซึ่งจัดเป็น apical meristem เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นส่วนของใบและยอด ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวมีเนื้อเยื่อปกคลุมปลายยอด อีกชั้นหนึ่ง เรียกว่า coleoptile

2.3 hypocotyl เป็นส่วนที่อยู่ใต้ใบเลี้ยง มีส่วนปลายสุดเรียกว่า radicle ซึ่งเจริญเป็นรากต่อไป ปลายของ radicle ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีเนื้อเยื่อปกคลุม เรียกว่า coleorhiza

3. **เอนโดสเปิร์ม (endosperm)** เกิดจากการผสมของเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้กับ polar nuclei ที่มีโครโมโซม 2 ชุด (2n) ผสมแล้วได้สเปิร์มมีโครโซม 3 ชุด (3n) เป็นที่สะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สำหรับเลี้ยงต้นอ่อน ในพืชใบเลี้ยงคู่จะเห็นไม่ชัดเจน หรือลดรูปไป เพราะใบเลี้ยงทั้งสองได้ดูดอาหารไปสะสมไว้แทน ทำให้ใบเลี้ยงมีขนาดใหญ่ อวบอ้วน ส่วนในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวเห็นได้ชัดเจน และมักใช้รับประทานได้ เช่นส่วนของเนื้อและน้ำมะพร้าว

3.3 คำบรรยายประกอบสไลด์

คำบรรยายชุดสไลด์ประกอบการสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
1	ตราสถาบัน	ดนตรีบรรเลง
2	ชื่อเรื่อง จัดทำโดย นางสาวสุคนธร แข็งแรง อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ศราวุธ อินทรเทศ	สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช จัดทำโดย นางสาวสุคนธร แข็งแรง สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชา ครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ศราวุธ อินทรเทศ
3	ภาพแสดงโครงสร้างภายในของพืช	โครงสร้างของพืชชั้นสูงประกอบขึ้นด้วยเซลล์และหลายๆเซลล์ มารวมกลุ่มทำงานร่วมกันจนเป็นเนื้อเยื่อ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ
4	ภาพแสดงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด	เนื้อเยื่อเจริญ ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่มีการเจริญและแบ่งตัวแบบไมโตซีสอยู่ตลอดเวลา เซลล์มีผนังบาง แบ่งย่อยได้อีก คือ 1 เนื้อเยื่อเจริญส่วนปลาย ได้แก่ เนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณปลายยอดหรือปลายราก
5	ภาพแสดงเนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ	2. เนื้อเยื่อเจริญเหนือข้อ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณเหนือข้อ หรือโคนของปล้องในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว ช่วยให้ปล้องยาวขึ้น หรือตามก้านช่อดอกของพืชบางชนิด

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
6	ภาพแสดงเนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง	3. เนื้อเยื่อเจริญด้านข้าง เป็นเนื้อเยื่อเจริญที่แบ่งตัวออกด้านข้าง ทำให้ลำต้น ราก ขยายขนาดใหญ่ออก ได้แก่ พวกเยื่อเจริญ หรือ แคมเบียม ถ้าเกิดขึ้นในกลุ่มท่อลำเลียง เรียกว่า vascular cambium
7	ภาพแสดงเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว	เนื้อเยื่อถาวร ประกอบด้วยกลุ่มเซลล์ที่ไม่มีการแบ่งตัว โดยเซลล์เหล่านี้เปลี่ยนแปลงมาจากเนื้อเยื่อเจริญ แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ 1. เนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว ได้แก่ parenchyma ,collenchyma sclerenchyma , epidermis และcork
8	ภาพแสดงเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน	2. เนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน ได้แก่ เนื้อเยื่อเกี่ยวกับการลำเลียง อันหมายถึง xylem , phloem
9	ภาพแสดง Chlorenchyma	Parenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว ประกอบด้วยเซลล์ ที่มีชีวิต มีรูปร่างค่อนข้างกลมหรือเหลี่ยม ทำให้มีช่องว่างระหว่างเซลล์ พบได้แทบทุกส่วนของอวัยวะพืช Parenchyma บางกลุ่มช่วยในการสังเคราะห์แสง เรียกว่า chlorenchyma
10	ภาพแสดง collenchyma	Collenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว เจริญมาจาก ground meristem ช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงให้แก่พืช โดยอยู่ใต้ชั้น epidermis เรียงตัวประมาณ 2-3 ชั้นเซลล์ เนื่องจากการฉาบของสารที่ผนังเซลล์หนาไม่เท่ากัน
11	ภาพแสดง angular collenchyma	Collenchyma ที่มีการฉาบของผนังเซลล์หนาตามมุมเซลล์มากกว่าส่วนอื่น เรียกว่า angular collenchyma

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
12	ภาพแสดง annular collenchyma	Collenchyma ที่มีสารที่ฉาบผนังเซลล์หนามาก เมื่อดูจากการตัดตามขวางจะเห็นช่องกลางเซลล์เล็ก ค่อนข้างกลม เรียกว่า annular collenchyma
13	ภาพแสดง Sclerenchyma	Sclerenchyma เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว มีกำเนิดมาจาก ground meristem ถ้าเป็น sclerenchyma ที่อยู่ในกลุ่มท่อลำเลียง กำเนิดมาจาก procambium มีผนังเซลล์หนามาก มักอยู่ตามส่วนที่แข็งๆ ของพืช เช่น เปลือกเมล็ด เนื้อผลไม้ที่มีเสี้ยนหรือเนื้อสากๆมือ พวกเส้นใยที่ใช้ทำเชือก ซึ่งสามารถ แบ่ง sclerenchyma ออกเป็น 2 ชนิด คือ
14	ภาพแสดง leaf fiber(ติดสีแดง)	1. Fiber มีรูปร่างยาว ปลายเสี้ยมแหลม ไม่แตกแขนง ผนังเซลล์หนามาก ทำให้ช่องกลางเซลล์หรือlumen แคบมากจนแทบจะมองไม่เห็น ส่วนมากเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว
15	ภาพแสดง stone cell จากกะลามะพร้าว	2. Sclereid มีรูปร่างหลายแบบ เช่น กลม รี รูปร่างยาวแต่สั้นกว่า fiber แตกกิ่งออกด้านข้างหรือปลายเซลล์ เช่น stone จากกะลามะพร้าว
16	ภาพแสดง Epidermis	Epidermis เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงเดี่ยว อยู่ชั้นนอกสุดของส่วนต่างๆ ของพืช ในระยะการเจริญขั้นแรก เป็นส่วนที่สัมผัสกับภายนอก ปกคลุมส่วนต่างๆของพืช ทั้งราก ลำต้น ใบ ดอก ผล เมล็ด ยกเว้นปลายยอด ปลายราก เมื่อมีการเจริญขั้นที่ 2 เนื้อเยื่อ epidermis จะสลายไป เพราะมีชั้นของ cork ที่เกิดขึ้นใต้ epidermis เจริญดันออกมา

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
17	ภาพแสดง epidermis และ trichome	ถ้าดูจากการตัดตามขวางลำต้น หรือ ใบ จะเห็นเซลล์ของ epidermis เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเรียงอยู่ชั้นเดียว แต่พืชบางชนิดอาจมีหลายชั้นเรียกว่า multiple epidermis
18	ภาพแสดง ขนพิษในต้นตำแย	เนื่องจาก epidermis มีหน้าที่หลายอย่างทำให้เซลล์ของ epidermis เปลี่ยนแปลงรูปร่าง และโครงสร้างแตกต่างกันไป เช่น เปลี่ยนเป็น trichome หมายถึง ส่วนของ epidermis ที่ยื่นออกไปเป็น ขน ราก ขนตามผิวใบ ตามลำต้น ขนพิษในต้นตำแย
19	ภาพแสดง ปากใบแบบ paracytic	เปลี่ยนเป็นปากใบ เกิดจากเซลล์ของ epidermis 2เซลล์ เปลี่ยนรูปร่างไป มีลักษณะคล้ายเม็ดถั่วที่หันหน้าด้านเว้าเข้าประกบกัน ตรงกลางมีช่องเปิด
20	ภาพแสดง กลุ่มท่อลำเลียงจากลำต้นทองพันชั่ง	Xylem หรือท่อลำเลียงน้ำ จัดเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน เนื่องจากประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด ได้แก่ - Tracheary element - Fiber - Parenchyma
21	ภาพแสดงกลุ่มท่อลำเลียงจากลำต้นบวบ	Phloem หรือท่อลำเลียงอาหาร เป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน เช่นเดียวกับ xylem และอยู่ใกล้ๆ กับ xylem จึงเรียกรวมกันว่า เนื้อเยื่อลำเลียง หรือกลุ่มท่อลำเลียง
22	ภาพแสดง Periderm	- Periderm เป็นเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อภายใน โดยเกิดขึ้นแทน epidermis พบในรากและลำต้นที่มีอายุมากๆของพืชใบเลี้ยงคู่และพวกจิมโนสเปิร์ม ในพืชใบเลี้ยงเดี่ยว

ลำดับที่	ภาพ	- คำบรรยาย
		พบน้อย periderm ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 ชนิด ได้แก่ - cork - cork cambium - phelloderm
23	ภาพแสดง Colleterในโคนก้านใบยี่โถ	Secretory structure เป็นส่วนของพืชที่เก็บสาร ซึ่งถูกขับออกมาจากเซลล์ อาจจะอยู่ในรูปของอิออนในสภาพของเกลือหรือน้ำตาล เป็นสารที่ได้จากขบวนการเมตาโบลิซึม เช่น colleter ลักษณะเป็นขนสีน้ำตาลในโคนก้านใบยี่โถ
24	ภาพแสดง ขนพิษ จากผิวลำต้นตำแย	ขนพิษ หรือ stinging hair
25	ภาพแสดงต่อมน้ำมันในเปลือกส้ม	ต่อมน้ำมันในเปลือกส้ม
26	ภาพแสดงน้ำยางต้นสลัดได	น้ำยางต้นสลัดได หยดสารละลายไอโอดีน เม็ดแป้งมีสีน้ำเงินเข้ม ประกอบด้วย เนื้อยาง โปรตีน เรซิน เม็ดแป้ง
27	ภาพแสดงโครงสร้างภายในราก	โครงสร้างภายในราก จากส่วนปลายรากเมื่อตัดตามยาวจะแบ่งออกเป็นเขตต่างๆ ได้แก่ เขตหมวกราก เขตเซลล์แบ่งตัว เขตเซลล์ยืดตัว เขตรากขนอ่อน และเขตเนื้อเยื่อขั้นแรก
28	ภาพแสดงเนื้อเยื่อขั้นแรกภายในราก	เขตเนื้อเยื่อขั้นแรกเป็นบริเวณที่เจริญเต็มที่และเปลี่ยนแปลงเป็นเนื้อเยื่อถาวร เมื่อตัดตามขวางจะพบเนื้อเยื่อที่แบ่งออกเป็นชั้นๆ ดังนี้ 1. Epidermis อยู่ชั้นนอกสุด มีแถวเดียว อาจ

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
		เปลี่ยนเป็นรากขนอ่อน 2. Cortex อยู่ถัดจาก epidermis อาณาเขตของ cortex ในรากจะกว้างกว่าในลำต้น
29	ภาพแสดง ชั้น Endodermis และ stele	3.Endodermis อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของ cortex มีแถวเดียว เกิดต่อเป็นวงรอบราก ในรากพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะเห็นได้ชัด 4.Stele เป็นอาณาเขตที่อยู่ถัดชั้น endodermis เข้าไป จะแคบกว่าชั้น cortex ประกอบด้วยชั้น pericycle ,vascular bundle และ pith
30	ภาพแสดง pith	vascular bundle และ pith ในราก
31	ภาพแสดง ลำต้นเมื่อตัดตามขวาง	โครงสร้างภายในลำต้น การเจริญขั้นแรกของลำต้นเมื่อตัดตามขวางจะแบ่งเนื้อเยื่อออกเป็นชั้นต่างๆ คือ
32	ภาพแสดง โครงสร้างภายในลำต้นพืช	1.Epidermis อยู่ชั้นนอกสุดปกติเรียงเป็นแถวและยาวเปลี่ยนเป็นขนหรือเป็นปากใบ 2.Cortex เป็นอาณาเขตแคบกว่าชั้น stele ซึ่งตรงข้ามกับในราก ในลำต้นอายุน้อยๆ เซลล์ชั้น cortex ใกล้ๆ epidermis จะมีคลอโรพลาสต์อยู่ด้วย 3.Endodermis ตามปกติ endodermis อยู่ถัดชั้นในสุดของ cortex เข้าไป แต่ในลำต้นเห็นไม่ชัดเจนหรือไม่มี 4.vascular bundle เป็นกลุ่มท่อลำเลียง ประกอบด้วย primary xylem อยู่ด้านใน และ primary phloem อยู่ด้านนอก โดยมี vascular cambium กั้นอยู่
33	ภาพแสดง Pith	5.Pith อยู่ชั้นในสุด ประกอบด้วยเนื้อเยื่อพวก parenchyma สะสมแป้งหรือสารต่างๆ

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
34	ภาพแสดง โครงสร้างภายในใบ	ลักษณะโครงสร้างภายในของใบ ประกอบด้วยเนื้อเยื่อ 3 กลุ่ม คือ 1. Epidermis หรือ ผิวใบ เป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกปกคลุมส่วนอื่นๆที่อยู่ภายใน 2. Mesophyll หรือเรียกว่า เนื้อใบ เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างชั้น epidermis ทั้งสองด้าน ประกอบด้วย palisade,parenchyma,spongy parenchyma
35	ภาพแสดง vascular bundle	3.Vascular bundle หรือกลุ่มท่อลำเลียง ความจริงคือเส้นกลางใบหรือเส้นใบ ประกอบด้วย xylem อยู่ด้านในหรือตอนบน ส่วน phloem อยู่ด้านนอกหรือส่วนล่าง
36	ภาพแสดงโครงสร้างภายในของดอก	โครงสร้างภายในของดอก ดอกเป็นอวัยวะที่ใช้ในการสืบพันธุ์ของพืชมีดอก เปลี่ยนแปลงมาจากกิ่งทั้งกิ่ง แต่มีขอบเขตของการเจริญจำกัด ดอกเกิดจากตาดอก หรือตาผสม
37	ภาพแสดงอับเรณู	เกสรตัวผู้ ประกอบด้วยก้านชูเกสร และอับเรณู ภายในบรรจุละอองเรณู อับเรณูส่วนมากจะมี 2 พู แต่ละพูมี 2 ช่อง ผิวนอกอับเรณูเป็นชั้น epidermis 1 ชั้น ใต้ลงไปเป็นชั้นเซลล์ที่มีผนังหนา เป็น secoundary wall เรียกว่า ชั้น endothecium ซึ่งจะมีบริเวณที่มีผนังหนา บางทีเรียก stomium
38	ภาพแสดงละอองเรณู	ละอองเรณูของดอกชบา จะมีลักษณะกลม มีหนาม
39	ภาพแสดงรังไข่	เกสรตัวเมีย ประกอบด้วยรังไข่ ภายในมี ออวุลที่ติดกับผนังรังไข่ด้วยสายยึด

ลำดับที่	ภาพ	คำบรรยาย
40	ภาพแสดงรังไข่และออวุล	โครงสร้างภายในของผล หลังจากปฏิสนธิ ส่วนของผนังรังไข่ เจริญเปลี่ยนแปลงเป็นเปลือกและเนื้อของผลซึ่งเรียกว่า pericarp
41	ภาพแสดง ชั้นของ pericarp	ผลบางชนิด ชั้นของpericarpสามารถแยกออกได้เป็น 3ชั้น อย่างชัดเจน ได้แก่ - ชั้นนอก เรียกว่า epicarp - ชั้นกลาง เรียกว่า mesocarp - ชั้นในสุด เรียกว่า endocarp
42	ภาพแสดง เปลือกหุ้มเมล็ด	โครงสร้างภายในของเมล็ดและเอมบริโอ เมล็ดเจริญเปลี่ยนแปลงมาจาก ออวุล เมล็ดประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ 1. เปลือกหุ้มเมล็ด เปลี่ยนแปลงมาจากเปลือกหุ้มออวุล (สีดำ) ปกติ มี 2 ชั้น ชั้นนอก เรียกว่า testa มักจะแข็ง เหนียว ชั้นในเรียกว่าtegmen ลักษณะเป็นเยื่อบางๆ
43	ภาพแสดง yong embryo	2. เอ็มบริโอ เกิดจากเซลล์สืบพันธุ์เพศผู้ผสมกับไข่ ซึ่งอยู่ภายในออวุล เจริญเป็นไซโกตและเป็นเอ็มบริโอในเวลาต่อมา
44	ภาพแสดง endosperm	3. เอนโดสเปิร์ม เป็นที่สะสมอาหารพวกคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน สำหรับเลี้ยงต้นอ่อน
45	สวัสดี	สวัสดี

3.4 ขั้นตอนการสร้างสไลด์

1. ศึกษาเอกสารหัวข้อเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษและรวบรวมข้อมูลเอกสาร

2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องในด้านการผลิตสไลด์และเนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างภายในของพืช

3. พบอาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อส่งโครงร่าง แนวทางและแผนการดำเนินงาน

4. เขียนคำบรรยายของภาพในสไลด์ตามลำดับ

5. รวบรวมภาพจากการถ่ายรูปจากของจริงด้วยฟิล์มสี รูปภาพจากหนังสือ รูปภาพจากอินเตอร์เน็ท ทำการคัดภาพที่สมบูรณ์ที่สุด รูปถ่ายจากของจริงและรูปภาพจากหนังสือจะต้องนำไปสแกนในเครื่องคอมพิวเตอร์ ปรับแต่งภาพให้เหมาะสม กำหนดขนาดของสไลด์ ใส่ตัวหนังสือให้เรียบร้อย ทำการสำเนาลงแผ่น CD-ROM แล้วนำไปเข้าเครื่องบันทึกฟิล์มอัตโนมัติ

6. บันทึกเสียงคำบรรยายและบันทึกสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ

7. ส่งอาจารย์ที่ปรึกษาตรวจและแก้ไขตามคำแนะนำของอาจารย์

8. ประเมินคุณภาพสไลด์โดยอาจารย์ฝ่ายโสตทัศนศึกษาและอาจารย์ผู้ที่มีความรู้ในด้านโครงสร้างภายในของพืช

บทที่ 4

การตรวจสอบอุปกรณ์และการแก้ไข

4.1 วิธีการตรวจสอบอุปกรณ์

ในการสร้างอุปกรณ์ทางการเรียนการสอนจะต้องตรวจสอบคุณภาพให้เหมาะสม ในการที่จะใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนของนักเรียน เพื่อจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจถึงเนื้อหาได้มากยิ่งขึ้นตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. ตรวจสอบความคมชัดของภาพโดยดูว่า ภาพที่ถ่ายมานั้นมีความคมชัดมากน้อยเพียงไร ซึ่งภาพจะเป็นสื่อที่สำคัญที่สุด เพราะจะทำให้นักเรียนสามารถมองเห็นลักษณะตามความเป็นจริง

2. ตรวจสอบสีและขนาดตัวอักษรที่ใช้บรรยาย โดยดูว่าในการใช้ตัวอักษร มีความเหมาะสมกับภาพหรือไม่ ถ้าใช้ตัวอักษรที่ใหญ่เกินไปก็จะทำให้ภาพที่สื่อออกมานั้นไม่ชัด ถ้าหากใช้ตัวอักษรที่เล็กเกินไป จะทำให้นักเรียนไม่สามารถมองเห็นตัวอักษรนั้นได้ อีกทั้งสีที่ใช้ต้องช่วยให้อ่านได้ชัดเจน

3. การตรวจสอบสีของภาพ โดยดูสีของภาพมีความชัดมากน้อยเพียงไร เพราะถ้าสีมีความซีดหรือจางจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย แต่ถ้าสีของภาพสดใสหรือไม่ซีดจะเป็นตัวดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้อีกวิธีหนึ่ง

4. การตรวจสอบคำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา โดยดูเนื้อหาที่ใช้ในการบรรยายกับคำบรรยายนั้นถูกต้องหรือไม่ ถ้าหากไม่ถูกต้องจะทำให้สื่อที่ผลิตออกมามีคุณภาพที่ต่ำลง

5. การตรวจสอบคำบรรยายช้า-เร็ว โดยดูความเหมาะสมระหว่างคำบรรยายกับเวลาที่ใช้ในการบรรยาย เพราะถ้าคำบรรยายช้าเกินไปจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่าย แต่ถ้าคำบรรยายเร็วเกินไป จะทำให้นักเรียนตามไม่ทัน และไม่สามารถเข้าใจเนื้อหาที่สอนได้

6. การตรวจสอบความชัดเจนของเสียงคำบรรยายและดนตรีประกอบ โดยดูว่าเสียงที่ใช้ในคำบรรยายนั้นมีความเหมาะสมหรือไม่ เพราะถ้าเสียงไม่เหมาะสมกับเนื้อหาที่บรรยายจะทำให้นักเรียนเกิดความเบื่อหน่ายได้ และเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบคำบรรยายนั้นมีความชัดเจนมากน้อยเพียงไร

4.2 การตรวจสอบอุปกรณ์

การประเมินคุณภาพสไลด์ประกอบคำบรรยาย โดยผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน คือ

1. ด้านสื่อการเรียนการสอน คือ คุณ จารุตย์ จันทร์สว่าง ตำแหน่งเจ้าหน้าที่โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ด้านเนื้อหา โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คือ อาจารย์ศราวุธ อินทรเทศ อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอน

ประเภทของสื่อ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

ผู้จัดทำ นางสาวสุคนธร แข็งแรง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างพร้อมเติมข้อเสนอแนะของอุปกรณ์ในช่องที่กำหนด

ระดับที่ 1 หมายถึง ระดับต้องแก้ไข

ระดับที่ 2 หมายถึง ระดับพอใช้

ระดับที่ 3 หมายถึง ระดับดี

ระดับที่ 4 หมายถึง ระดับดีมาก

หัวข้อในการพิจารณาการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ดี	4 ดีมาก
1. ความคมชัดของภาพ				
2. ตัวอักษรที่ใช้บรรยาย				
3. สีของภาพ				
4. คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา				
5. คำบรรยายช้า-เร็ว				
6. ความคมชัดของดนตรีประกอบ				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ. .....

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ประเภทของสื่อ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

ผู้จัดทำ นางสาวสุคนธร แข็งแรง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างพร้อมเติมข้อเสนอแนะของอุปกรณ์ในช่องที่กำหนดให้

ระดับที่ 1 หมายถึง ระดับต้องแก้ไข

ระดับที่ 2 หมายถึง ระดับพอใช้

ระดับที่ 3 หมายถึง ระดับดี

ระดับที่ 4 หมายถึง ระดับดีมาก

หัวข้อในการพิจารณาประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1. แก้ไข	2. พอใช้	3. ดี	4. ดีมาก
1. ความคมชัดของตัวอักษร				
2. ขนาดของตัวอักษร				
3. สีของตัวอักษร				
4. คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา				
5. คำบรรยายช้า-เร็ว				
6. ความคมชัดของภาพรวม				

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

ผู้ประเมิน.....

(.....)

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

4.3 ผลการตรวจสอบ

ภาพส่วนใหญ่ออกมาอยู่ในเกณฑ์ดี แต่มีการแก้ไขในเรื่องของ เสียงคำบรรยาย ให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

4.4 การปรับปรุงแก้ไข

ได้มีการปรับปรุงแก้ไข โดยทำการบันทึกคำบรรยายใหม่ ให้ระดับความดังของเสียงที่ใช้มีความสม่ำเสมอมากขึ้น และมีการเล่นเสียงเพื่อให้มีความน่าสนยิ่งขึ้น

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

การทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอน เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช เพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช (036311100) ตามหลักสูตรครุ-ศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) ของสาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายชุดนี้ได้แสดงถึงลักษณะโครงสร้างภายในของพืช จำนวน 45 ภาพ โดยมีแผนการดำเนินการผลิตสไลด์ตามขั้นตอนดังนี้ ศึกษาระเบียบการทำปัญหาพิเศษ ศึกษาปัญหาที่สนใจ ศึกษาหลักสูตร ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับการผลิตสื่อและโครงสร้างภายในของพืช ศึกษาเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้อง เขียนโครงร่าง เสนอโครงร่างปัญหาพิเศษ กำหนดเนื้อหาในการบรรจุในภาพสไลด์ จัดทำสคริปต์ ถ่ายภาพตามที่กำหนด คัดเลือกภาพ สแกนด์ภาพบนจอคอมพิวเตอร์ ปรับแต่งภาพให้คมชัด ใส่ตัวหนังสือให้เรียบร้อยและทำการสำเนาภาพลงแผ่น CD-ROM แล้วนำไปเข้าเครื่องบันทึกฟิล์มอัตโนมัติ บันทึกคำบรรยาย นำผลไปประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านสื่อการเรียนการสอน ทำการเขียนภาคเอกสาร เมื่อสิ้นสุดการดำเนินการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง โครงสร้างภายในของพืช ได้ผล ดังนี้ คือ

1. ได้ภาพประกอบคำบรรยาย เรื่องโครงสร้างภายในของพืช 1 ชุด จำนวน 45 ภาพ
2. เทปบันทึกเสียงคำบรรยาย 1 ม้วน
3. คำบรรยายประกอบสไลด์ 1 เล่ม และ ปัญหาพิเศษฉบับสมบูรณ์

5.2 ปัญหา

การดำเนินงานจะเสร็จสิ้นลงได้นั้น ผู้จัดทำพบกับปัญหาและอุปสรรคหลายประการ ซึ่งต้องหาวิธีแก้ปัญหาให้สำเร็จ จึงทำให้การดำเนินงานล่าช้ากว่าปกติ ดังนั้น เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาและข้อคิดของผู้จะทำปัญหาพิเศษ ประเภทสไลด์ ผู้จัดทำจึงได้สรุปปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงาน ดังนี้

1. ผู้จัดทำขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับขั้นตอนในการผลิตสไลด์

2. อุปกรณ์มีไม่เพียงพอ เช่น กล้องถ่ายรูป คอมพิวเตอร์ และเครื่องสแกนภาพ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีความจำเป็นมากต่อการทำสไลด์

3. ผู้จัดทำขาดความรู้ความชำนาญและประสบการณ์ในการถ่ายภาพ จึงทำให้การดำเนินงานล่าช้า

4. ผู้จัดทำไม่มีความรู้เกี่ยวกับการใช้โปรแกรมการตกแต่งภาพจึงทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาข้อมูลและฝึกปฏิบัติการใช้โปรแกรม

5. ผู้จัดทำมีเวลาเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อรับคำปรึกษาและคำแนะนำต่าง ๆ น้อย จึงทำให้การดำเนินงานล่าช้า

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้จัดทำปัญหาพิเศษควรมีการวางแผนในการปฏิบัติการทำปัญหาพิเศษอย่างชัดเจนและปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด เพื่อมิให้ล่าช้าภายหลัง

2. การทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการผลิตสไลด์ ควรมีการศึกษาและมีความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะทำเป็นอย่างดี ก่อนลงมือปฏิบัติ

3. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับการผลิตสไลด์ ควรมีกล้องเป็นของตัวเองหรือสำหรับผู้ไม่มีกล้องต้องมีการวางแผนที่ดีในการใช้กล้องถ่ายรูป เพื่อสะดวกในการถ่ายภาพและผู้ทำควรมีความชำนาญในการถ่ายภาพ

4. สำหรับภาพที่ได้จากการสแกนด์จากหนังสือนั้น ควรมีการตรวจสอบความคมชัดและความละเอียดของภาพก่อนจึงนำไปบันทึกลงฟิล์มสไลด์

5. ด้านเงินทุน สำหรับผู้ที่ทำปัญหาพิเศษ ในด้านการผลิตสไลด์ ควรเป็นผู้ที่ไม่เดือดร้อนด้านการเงิน

6. ควรเข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษาบ่อย ๆ เพื่อรับคำแนะนำต่างที่เป็นประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษ

บรรณานุกรม

กาญจนา สาลีติ๊ด. 2532. พฤกษศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮาส์. 236 น.

กิดานันท์ มะลิทอง. 2536. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุณพินอักษรกิจ. 169 น.

กิติมา ปรียดาดิลก. 2532. โสตทัศนะวัสดุอุปกรณ์ในห้องสมุด. ภาควิชาบรรณารักษ์ศาสตร์ คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 95 น.

กมล เวียสุวรรณ และนิตยา เวียสุวรรณ. 2539. แนวคิดการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน แนวทางในการจัดตั้งศูนย์วิทยบริการด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : คอมแพคท์ พริ้นท์. 87 น.

เชียรศรี วิวรสิริ. 2535. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : แพร่วิทยา. 60 น.

ไชยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษาทฤษฎีและวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 78 น.

_____. 2526. หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์. 125 น.

ณรงค์ สมพงษ์. 2535. เทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : รุ่งเรืองสาส์นการพิมพ์. 92 น.

เทียมใจ ตุลาการ. 2527. โครงสร้างภายในของพืช. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 206 น.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2528. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : แพร่การพิมพ์. 20 น.

ประทิน คล้ายนาค. 2527. การผลิตวัตถุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศิลปากร. 115 น.

ไพบูลย์ เปานิล. 2536. สไลด์ประกอบเสียง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชนะการพิมพ์. 145 น.

พฤติพงษ์ เล็กศิริรัตน์. 2521. การออกแบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์. 76 น.

ภูวดล บุตรรัตน์. 2539. โครงสร้างภายในของพืช. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิชจำกัด. 57 น.

วันเพ็ญ ภูติจันทร์. 2534. พฤกษศาสตร์. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. 264 น.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2529. สไลด์ประกอบเสียง. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเณศ. 160 น.

วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอ เอส พริ้นติ้งเฮ้าส์. 206 น.

สมบูรณ์ สงวนญาติ. 2534. การผลิตสื่อ. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชนะการพิมพ์. 120 น.

สมหญิง กลั่นศิริ. 2525. เทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โครงการหนังสือชุมชน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 211 น.

สัดทัด ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2524. การใช้สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พีรพัฒนา. 243 น.

สุนันท์ ปัทมาคม. 2525. สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์. 28 น.

สุรชัย สิกขาบัณฑิต. มปป. การผลิตวัสดุและเทคโนโลยีทางการศึกษา. ภาควิชาเทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 41 น.

ภาคผนวก

แบบประเมินคุณภาพด้านเนื้อหา

ประเภทของสื่อ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

ผู้จัดทำ นางสาวสุคนธร แข็งแรง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างพร้อมเติมข้อเสนอแนะของอุปกรณ์ในช่องที่กำหนดให้

ระดับที่ 1 หมายถึง ระดับต้องแก้ไข

ระดับที่ 2 หมายถึง ระดับพอใช้

ระดับที่ 3 หมายถึง ระดับดี

ระดับที่ 4 หมายถึง ระดับดีมาก

หัวข้อในการพิจารณาประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1. แก้ไข	2. พอใช้	3. ดี	4. ดีมาก
1. ความคมชัดของตัวอักษร			✓	
2. ขนาดของตัวอักษร			✓	
3. สีของตัวอักษร		✓		
4. คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา			✓	
5. คำบรรยายช้า-เร็ว		✓		
6. ความคมชัดของภาพรวม		✓		

ข้อเสนอแนะ ภาพบางภาพยังไม่ค่อยชัด และสีที่กลมกลืนกับภาพบางภาพ ทำให้มองไม่ชัดเจน คำบรรยายบางที่ค่อย บางที่ดัง ทำให้ฟังไม่ชัด

ผู้ประเมิน .....

(ภาษาไทย สินทรเทศ)

วันที่ 17 เดือน มีนาคม พ.ศ. 2545

แบบประเมินคุณภาพด้านสื่อการเรียนการสอน

ประเภทของสื่อ สไลด์ประกอบคำบรรยายสำหรับสอนเรื่อง โครงสร้างภายในของพืช

ผู้จัดทำ นางสาวสุคนธร แข็งแรง

<u>คำชี้แจง</u> ทำเครื่องหมาย (/) ลงในช่องว่างพร้อมเติมข้อเสนอแนะของอุปกรณ์ในช่องที่กำหนด

ระดับที่ 1 **หมายถึง** ระดับต้องแก้ไข

ระดับที่ 2 **หมายถึง** ระดับพอใช้

ระดับที่ 3 **หมายถึง** ระดับดี

ระดับที่ 4 **หมายถึง** ระดับดีมาก

หัวข้อในการพิจารณาการประเมิน	ระดับความคิดเห็น			
	1 แก้ไข	2 พอใช้	3 ดี	4 ดีมาก
1. ความคมชัดของภาพ			✓	
2. ตัวอักษรที่ใช้บรรยาย			✓	
3. สีของภาพ			✓	
4. คำบรรยายถูกต้องตามเนื้อหา			✓	
5. คำบรรยายช้า-เร็ว			✓	
6. ความคมชัดของดนตรีประกอบ		✓		

ข้อเสนอแนะ....เสียงคำบรรยาย..ดัง..ดีอย..ไม่เท่ากัน..ทำให้บางคำ..ฟังไม่เข้าใจ...
....ถ้าอ่าน..เสียงดังเท่ากัน..จะทำให้..น่าสนใจและเข้าใจมากกว่านี้.....
.....
.....
.....
.....
.....

ผู้ประเมิน.....
(.....)
วันที่..13...**เดือน**..มีนาคม..**พ.ศ.** 2546..