สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

หุ่นจำลอง เรื่อง ลักษณะภายในของราก

MODEL OF ROOT INSIDE CHARACTERISTICS

โดย

นายชลิช คงพันธ์

ปพ.
ช246ห
2539

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....28187.....
วัน, เดือน, ปี17 ก.ค. 2540

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ

นายชลิช คงพันธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

ชื่อเรื่อง หุ่นจำลองลักษณะภายในของราก
MODEL OF ROOT INSIDE CHARACTERISTICS

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภท หุ่นจำลอง ที่ขยายขนาดจากของจริงให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น การที่ผู้สอนใช้หุ่นจำลองประกอบการสอน นับว่าเป็นอุปกรณ์ที่แปลกใหม่เร้าความสนใจให้แก่ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการจัดทำหุ่นจำลอง เริ่มจากการศึกษารายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบรากของพืช และศึกษาเกี่ยวกับระบบภายในของรากพืชเมื่อผ่าตามยาว ศึกษาวิธีการทำหุ่นจำลอง ประเภทหุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ ขั้นตอนในการผลิตปูนปลาสเตอร์มาทำหุ่นจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความคงทนของหุ่นจำลอง และเพื่อให้งานที่ออกมานั้นเหมือนของจริงมากที่สุด ตลอดจนขั้นตอนในการตกแต่งสี การใช้สีแต่ละสีให้ดูเหมือนของจริงมากที่สุด

เมื่อทำการศึกษารายละเอียดข้างต้นแล้ว เริ่มจัดเตรียมอุปกรณ์และหารูปภาพที่แสดงการผ่าตามยาวของราก ที่ดูแล้วมีลักษณะตรงตามความต้องการ จึงจัดทำหุ่นจำลองประเภทปูนปลาสเตอร์ ตามขั้นตอนที่ศึกษามาแล้ว หลังจากนั้นก็ทำการตกแต่งชิ้นงานให้เหมือนของจริงมากที่สุด ตรวจดูข้อบกพร่องแล้วปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะทำการเคลือบเงาด้วยสเปรย์เคลือบเงา เพื่อความคงทนสวยงาม และจัดทำตู้พลาสติกที่สามารถเปิดดูหุ่นจำลองได้ชัดเจน จากนั้นจัดทำภาคเอกสารประกอบหุ่นจำลอง พร้อมคู่มือการใช้และคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการพิจารณาปัญหาพิเศษ

ผลการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ได้หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ แบบผ่าตามยาวของรากที่แสดงให้เห็นถึงลักษณะภายในของราก และขยายขนาดให้ใหญ่กว่าของจริง พร้อมคู่มือการใช้และคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง 1 เล่ม

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง หุ่นจำลองลักษณะภายในของราก เป็นการจัดทำหุ่นจำลองที่มีกระบวนการหรือวิธีการหลาย ๆ วิธี มาผสมผสานกันดังที่กล่าวแล้วในข้างต้น ซึ่งผู้จัดทำได้ลงมือจัดทำด้วยตนเองทุกขั้นตอน และพบปัญหาหลายประการด้วยกัน เช่น กระบวนการจัดทำบาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนผู้ทำไม่มีประสบการณ์ จึงต้องใช้วิธีลองผิดลองถูก ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและเสียเวลาในการจัดทำ เอกสารในการจัดหุ่นจำลองมีน้อย แหล่งขายอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็มีน้อย

ข้อเสนอแนะ การจัดทำหุ่นจำลองในลักษณะที่มีการใช้กระบวนการหรือวิธีการจัดทำที่มีหลาย ๆ วิธีการ ผู้จัดทำต้องทำการศึกษาขั้นตอน วิธีการ ศึกษาหาข้อมูลและหาประสบการณ์เพื่อให้เกิดความชำนาญ และต้องเป็นผู้ที่มีความอดทน มีความปราณีต ใจเย็น และที่สำคัญต้องมีการวางแผนงานการทำงานว่า จะทำอะไรก่อนหลังเพื่อให้เกิดความต่อเนื่อง เพราะการทำหุ่นจำลองจากของจริง จะทำให้ได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษเล่มนี้สำเร็จได้เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากบุคคลหลาย ๆ ท่านด้วยกัน ในที่นี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์รมณีย์ อาภาภิรม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา เป็นผู้ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือแก้ไขจุดบกพร่องต่าง ๆ และเสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษา ชี้แนะในสิ่งที่มีประโยชน์ในการทำปัญหาพิเศษ และให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ด้วยดีเสมอ

คุณประจักษ์ ทรัพย์เจริญ และอาจารย์บัญชา ตั้งใจ ผู้ที่ช่วยให้คำแนะนำติชม ให้ความช่วยเหลือในด้านสถานที่ ตลอดจนอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการจัดทำ จึงขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาส นี้ด้วย และขอกราบขอบพระคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ชลิช คงพันธ์

กุมภาพันธ์ 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปัญหา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับโสตทัศนูปกรณ์	3
2.2 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับราก	4
2.3 การศึกษาเอกสารเกี่ยวกับการสร้างหุ่นจำลอง	6
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหุ่นจำลอง	8
3. วิธีการสร้างหุ่นจำลอง	
3.1 อุปกรณ์ในการสร้างหุ่นจำลอง	10
3.2 วิธีการสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของราก	11
3.3 จัดทำคู่มือปัญหาพิเศษ	13
3.4 ผลงานจากการทำปัญหาพิเศษ	14
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุปผล	16
4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	17
บรรณานุกรม	19
ภาคผนวก	20
ภาพที่1 แสดงภาพต้นแบบที่ใช้ทำหุ่นจำลอง21	21
ภาพที่ 2 แสดงอุปกรณ์ในการทำหุ่นจำลอง	22
ภาพที่ 3 แสดงปูนปลาสเตอร์ที่ใช้	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่4 แสดงดินเหนียวที่นำมาทำเป็นแม่แบบ 24
ภาพที่ 5 แสดงการพอกปูนปลาสเตอร์ทับดินเหนียว 25
ภาพที่ 6 แสดงการแกะดินเหนียวออก 26
ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการทาวาสลีน 27
ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการเทปูนปลาสเตอร์ลงในแม่แบบ 28
ภาพที่ 9 แสดงการกระเทาะแม่แบบออก 29
ภาพที่ 10 แสดงวิธีการลงสี 30
ภาพที่ 11 แสดงการพ่นสเปรย์เคลือบเงา 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญหา

ในการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวกับระบบและโครงสร้างของพืช จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นและสำคัญอย่างหนึ่ง สำหรับนักเกษตร นักวิชาการ หรือนักวิทยาศาสตร์ ในด้านการปรับปรุงพันธุ์การเพิ่มผลผลิต และการบังคับให้ได้ผลผลิตนอกฤดูกาล จึงได้จัดให้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับลักษณะภายในและภายนอกของพืชไว้ในระดับชั้นต่างๆ คือ วิชาชีววิทยาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาหลักพืชกรรมในระดับชั้น ปวช. และวิชา สรีรวิทยาในระดับชั้น ปวส. และวิชาที่เกี่ยวข้องในระดับอุดมศึกษา

รากเป็นอวัยวะของพืชที่มีลักษณะแตกต่างไปจากส่วนอื่นๆ รากจะไม่มีปล้องไม่มีตา ไม่มีใบ และการเรียงตัวของเนื้อเยื่อตลอดรากก็ไม่แตกต่างกันซึ่งจะตรงกันข้ามกับลำต้น เนื่องจากรากต้องทำหน้าที่ในการดูดน้ำ แร่ธาตุ อาหาร แล้วส่งผ่านลำต้นไปสู่ใบ เพื่อเปลี่ยนน้ำและแร่ธาตุให้เป็นอาหารที่พืชสามารถนำไปใช้ได้ โครงสร้างภายในของรากประกอบด้วย เซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ มากมายโดยแต่ละส่วนจะทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป เพื่อดูดน้ำและแร่ธาตุ แล้วส่งผ่านไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆของพืชต่อไป เนื้อเยื่อภายในรากจะมีลักษณะพิเศษแตกต่างจากส่วนอื่นๆของต้นพืช

จึงเห็นสมควรจัดทำเป็นหุ่นจำลองโครงสร้างภายในของรากพืช ที่ขยายให้ใหญ่กว่าของจริง การใช้หุ่นจำลองมาประกอบการสอนจะทำให้การเรียนการสอนมี ประสิทธิภาพมากขึ้น เพราะผู้เรียนสามารถมองเห็นได้ชัดเจน สัมผัสได้มากกว่าสื่อชนิดอื่นๆ สามารถดึงดูดความสนใจนักเรียนได้ดี จะทำให้ผู้เรียนได้มองเห็นสรีระภาย ในได้ละเอียดทุกชิ้นส่วน และทำให้นักเรียนเกิดความต้องการในวิชาที่มีการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของรากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1. การสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของรากพืช เพื่อใช้ประกอบการสอนในวิชาชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมปลาย วิชาสรีรวิทยา ในระดับชั้น ปวส. วิชาหลักพืชกรรมในระดับชั้น ปวช. ดังหัวข้อต่อไปนี้

ระบบเนื้อเยื่อของราก

1.1 เอพิเดอร์มิส(Epidermis)

- Root hair(ขนราก)

1.2 คอร์เทกซ์ (Cortex)

1.3 เอนโดเดอร์มิส(Endodermis)

1.4 เพริไซเคิล(pericycle)

1.5 กลุ่มท่อลำเลียง (Vascular bundle)

- primary xylem
- primary phloem

1.6 Apical meristem (ปลายราก)

1.7 Root cap (หมวกราก)

2. จัดทำเอกสารประกอบคำบรรยาย 1 ชุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนวิชา ชีววิทยา ในระดับชั้นมัธยมปลาย วิชาสรีรวิทยา ในระดับชั้น ปวส. วิชาหลักพืชกรรมในระดับชั้น ปวช.

2. ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์ในการจัดทำ หุ่นจำลองโครงสร้างของรากพืช ซึ่งเป็นแนวทางในการทำหุ่นจำลองอย่างอื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับ MODEL

สื่อการสอนเป็นตัวช่วยในการถ่ายทอดความรู้ ได้มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ต่างๆกันเช่น สื่อการสอนหมายถึงเครื่องช่วยในการเรียนรู้ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้ในการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2529 ; 34 อ้างโดย BROWN AND OTHERS)

สื่อการสอนหมายถึงสิ่งที่ช่วยในการถ่ายทอดข้อเท็จจริง ทักษะ เจตคติ ความรู้ และความซาบซึ้งไปยังผู้เรียน (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2529 อ้างโดย Hass and peeker)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526;4) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ซึ่งครูนักเรียนเป็นผู้ใช้ เพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการผลิตสื่อทางการศึกษาผู้ผลิตสื่อจะทำหน้าที่อยู่ในกลุ่มผู้ส่งซึ่งอาจส่งเรื่องราวโดยผ่านสื่อที่ผลิตขึ้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจมีความเข้าใจในขบวนการสื่อความอย่างถ่องแท้ มิฉะนั้นสิ่งที่ผลิตขึ้นมาอาจให้สื่อความหมายที่ผิดได้ และจะต้องเลือกสื่อที่ผลิตให้เหมาะสมกับผู้เรียน ผู้เรียนหรือผู้รับที่มีพื้นฐานความรู้ประสบการณ์ วุฒิสภาวะที่ต่างกัน จะมีความสามารถในการสื่อสารแตกต่างกันออกไปด้วย

โอวาท พูลศิริ (2526;47) ได้กล่าวความหมายถึงโสตทัศนศึกษาว่า การศึกษาที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหูและตาเป็นส่วนใหญ่ นักศึกษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอินทรีย์ทั้ง 5 ของคนว่า วันหนึ่งๆเราได้สัมผัสทางหูและตาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่า ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ว่า ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีด้วยประสาทตา ฉะนั้นการสอนด้านโสตทัศนศึกษาจึงมีความสำคัญมาก ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ สไลด์ วีดีโอเทปและเครื่องช่วยสอนอื่น ๆ

ลัดดา ศุขปรีดี(2523 ; 45)สื่อการสอน หมายถึง สิ่งที่ช่วยให้การสอนบรรลุไปสู่จุดมุ่งหมายที่ดี

ประเภทของสื่อการสอนในทางเทคโนโลยีการสอนแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ใหญ่ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อุปกรณ์หรือเครื่องมือ (EQUIPTMENT OR HARDWRD) สื่อประเภทนี้เป็นอุปกรณ์ทางด้านเครื่องบันทึกเสียง เครื่องฉายภาพเหนือศีรษะ วิทยุ เครื่องฉายภาพยนต์ โทรทัศน์ เป็นต้น

2. วัสดุ (SOFTWARE) สื่อการสอนประเภทกลุ่มนี้ บางประเภทต้องอาศัยใช้ร่วมกัน เป็นสื่อที่ต้องสร้างออกมาเพื่อบรรจุเรื่องราวต่างๆ เอกสารความรู้ที่ใช้ได้เป็นอิสระ เช่น แผ่นภาพ หุ่นจำลอง ใบงาน

สมเชาว์ เนตรประเสริฐ (2537,143-144) กล่าวว่า สื่อที่ใช้ในการเรียนการสอนนั้นเดิมเรียกว่า อุปกรณ์การสอน หรือโสตทัศนูปกรณ์ แต่ภายหลังที่เป็นวัสดุอุปกรณ์เปลี่ยนไป โดยเพิ่มสูตรร่วมกันระหว่างอุปกรณ์กับวิธีการ จึงได้เปลี่ยนเป็นคำว่าสื่อการสอน (Instructional Media)

กระบวนการเรียนการสอน

จากแผนภาพของกระบวนการเรียนการสอนได้วางตำแหน่งของ สื่อการสอนไว้ระหว่างกลางของครูกับนักเรียน นั่นหมายความว่าอะไรก็ตาม ที่สามารถนำเอาเนื้อหาไปสู่ผู้เรียนนั้นได้ก็คือสื่อการสอนทั้งสิ้น ฉะนั้นถ้าจะให้คำจำกัดความของสื่อการสอนก็สรุปได้ สื่อการสอนคือตัวกลางที่ช่วยนำเนื้อหาจากครูไปสู่ผู้เรียน และได้มีผู้ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ต่างๆกันเช่น

De Kieffer (อ้างโดย สมเชาว์ เนตรประเสริฐ. 2537 ; 143) แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท

1. Non-projected materials ได้แก่ รูปจำลอง แบบเรียน แผนภูมิ บัตรคำต่างๆ
2. projected materialsได้แก่ สื่อที่มีเครื่องฉายประกอบด้วย เช่น สไลด์ฟิล์มสตริป
3. Audio materials ได้แก่สื่อจำพวกเครื่องเสียงต่างๆ คือ วิทยุ เทปบันทึกเสียง แผ่นเสียง เป็นต้น

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับรากพืช

ภูวดล บุตรรัตน์ (2538 ; 34-36) ได้กล่าวว่าลักษณะโครงสร้างภายในราก จากส่วนปลายเมื่อตัดตามยาว จะแบ่งออกเป็นเขตต่างๆได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมวกราก (root cap) เซลล์รวมตัวกันอยู่หลวมๆอายุสั้น แต่มีสร้างเพิ่มเติมอยู่เรื่อยๆ ช่วยป้องกันอันตรายให้แก่เซลล์ปลายรากขณะแทงลงดิน

เนื้อเยื่อส่วนปลาย (Apical meristem) เป็นเนื้อเยื่อที่อยู่บริเวณปลายราก มีหน้าที่ในการเพิ่มจำนวนเซลล์ ให้รากและลำต้นยืดยาวออกไป

อิพิเดอร์มีส เป็นเนื้อเยื่อที่เกิดจากโปรโตเดอร์ม อยู่ชั้นนอกสุด ลักษณะอิพิเดอร์มีสของราก ผนังบางไม่มีคิวติเคิล รากที่สัมผัสอากาศนานๆ จะหนา และอาจมีลิกนิน หรือมีสารสีดำอยู่ด้วย และมีความหนาเพียงชั้นเดียว ยกเว้นรากอากาศของวงศ์ Orchidaceae และ Epiphytic Araceae และในพืชใบเลี้ยงเดี่ยวบางชนิด จะมีหลายชั้นเป็นมัลติเปิลอิพิเดอร์มีส เรียก วีลาเมน (Velamen) ซึ่งวีลาเมน ลักษณะดังนี้คือจะประกอบด้วยเซลล์ที่ไม่มีชีวิต เรียงตัวติดกันแน่นและมักมีผนังเซลล์ชั้นที่สอง ที่มีลักษณะเป็นแถบหรือเป็นร่างแห เมื่ออากาศแห้งเซลล์เหล่านี้จะมีอากาศเต็ม ถ้าฝนตกจะเต็มไปด้วยน้ำ และวีลาเมนมีหน้าที่ในการป้องกันเนื้อเยื่อภายในและลดการสูญเสียน้ำจากคอร์เทกซ์

คอร์เทกซ์ เป็นเนื้อเยื่อที่เจริญมาจากกราวน์ เมอรีสเตม อยู่ถัดจากชั้นอิพิเดอร์มิสเข้าไปด้านในจนถึงชั้นเอนโดเดอร์มีส ซึ่งเป็นบริเวณที่กว้างมาก(กว้างกว่า คอร์เทกซ์ ของลำต้น) ชั้นคอร์เทกประกอบด้วยเซลล์ดังพาเรนไคมา และคอลเลนไคมา เซลล์พาเรนไคมามักเป็นพาเรนไคมาที่เก็บสะสมแป้ง(Reserved parenchyma) ในรากพืชน้ำและรากอากาศ จะมีคลอโรพลาสท์ภายในเซลล์พาเรนไคมาด้วย ส่วนเซลล์คอลเลนไคมาหรือสเคลอเรนไคมา จะพบเซลล์ 2 ชนิดนี้ในรากที่มีอายุยืนนาน โดยเฉพาะพืชใบเลี้ยงเดี่ยวจะมีเคลอเรนไคมาเกิดขึ้นเพิ่มจากพาเรนไคมาจำนวนมาก เกิดขึ้นใต้ชั้นอิพิเดอร์มีส หรือเอกโซเดอร์มีส(Exodermis) หรือถัดจากเอนโดเดอร์มีสเข้าไปข้างในก็ได้

เอนโดเดอร์มีส (Endodermis) อยู่ถัดจากเซลล์ชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ (Cortex) บนผนังเซลล์จะมีสารซูเบอรินหรือริกนินสะสมกันเป็นแถบคาดรอบเซลล์เรียกแถบนี้ว่า Caspariam strip ทำให้น้ำที่รากขนอ่อนดูดเข้ามา ไม่สามารถผ่านชั้นนี้ได้ แต่จะเข้าไปโดยผ่านเซลล์ที่เรียกว่า passage cell ซึ่งเป็นเซลล์ของชั้น Endodermis ที่มีผนังบางอยู่ตรงปลายแฉก Xylem

เพอริไซเคิล (pericycle) เป็นเซลล์ผนังบางขนาดเล็กๆ 1-2 แถวที่อยู่ติดชั้น Endodermis เข้าไป เป็นจุดกำเหนิดของรากแขนง (Lateral root) ซึ่งการเจริญเติบโตของรากแขนงแบบนี้เรียกว่า Endogenous branching

กลุ่มท่อลำเลียง ประกอบด้วยXylemหรือท่อลำเลียงน้ำ และPhloem หรือท่อลำเลียงอาหาร

- ท่อลำเลียงน้ำ จัดเป็นเนื้อเยื่อถาวรเชิงซ้อน(Complex permanent tissues)เนื่องจากประกอบด้วยเนื้อเยื่อหลายชนิด -ไซเลม ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำ แร่ธาตุ ที่รากดูดจากใต้ดินส่งไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สู่ลำต้นและใบ เพื่อสังเคราะห์แสง ไซเลมที่เกิดระยะแรกเรียก primary xylem มีกำเหนิดมาจากโปรแคมเบี่ยม เมื่อเกิดการเจริญขั้นที่ 2 (secondary growth) xylem ที่เกิดใหม่มาจาก vascular cambium เรียกว่า secondary xylem สำหรับเนื้อเยื่อพวก ไฟเบอร์ และพาเรนไคมา บางกลุ่มทำหน้าที่ลำเลียงน้ำออกด้านข้าง โดยเซลล์เรียงตัวออกมาในแถวแนวรัศมีของลำต้นเรียกว่า ray parencyma หรือ xylem lay เนื้อเยื่อที่พบมากใน xylem ได้แก่ tracheary elements ซึ่งประกอบด้วย vessell members และ tracheid ทำหน้าที่ลำเลียงน้ำเป็นส่วนใหญ่ เนื้อเยื่อทั้งสองมีลักษณะที่แตกต่างกันคือ

1. vessell members ลักษณะเซลล์สั้นและอ้วนกว่า tracheid ส่วนปลายเซลล์จะเฉียงออก มีแผ่นรอยปรุที่เรียกว่า perfolation plate กั้นอยู่ มี secondary wall หนามาก เป็นสารพวกเซลล์ลูโลสและลิกนิน ซึ่งการฉาบของผนังเซลล์ไม่สม่ำเสมอ จึงเกิดมีลักษณะของ secondary wall หลายแบบ เช่นแบบวงแหวน แบบขดลวดสปริง แบบตาข่าย แบบขั้นบันได แบบเป็นรู vessell members หลายๆเซลล์มาต่อเรียงกันจะเกิดเป็นท่อขึ้น เรียกท่อว่า vessell

2. tracheid รูปร่างยาวกว่า vessell members ปลายเซลล์เสี้ยมแหลมไม่มีแผ่นรอยปรุ แต่ขนาดใหญ่และสั้นกว่า vessell members fiber secondary wall หนาและมีการฉาบของสารไม่สม่ำเสมอกัน

2.3 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวกับวิธีการสร้างหุ่นจำลอง

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2521) หุ่นจำลอง (model) คือการสังเคราะห์สารขึ้นมาเรียนแบบ เพื่อให้แทนของจริงเดิม ไม่ว่าจะมีขนาดเล็กลงหรือใหญ่ขึ้น หรือเท่าของจริงก็ตาม คุณภาพของสิ่งประดิษฐ์อาจมีความแตกต่างจากของจริงก็ได้

สุโขทัยธรรมมาธิราช , มหาวิทยาลัย สาขาศึกษาศาสตร์ (2533 ; 227) ได้ให้ความหมายของหุ่นจำลองไว้ดังนี้ หุ่นจำลองคือ สิ่งที่แทนของจริง เพื่อจำลองวัสดุสามมิติให้มีขนาดเล็กกว่าของจริง เพื่อที่จะมีขนาดเล็กสามารถที่จะนำมาศึกษาได้สดวก หรือมีขนาดใหญ่กว่าของจริงหลายเท่า เพื่อที่จะได้มองเห็นได้ชัดเจน แทนของจริงที่มีขนาดเล็กเกินไป หรืออาจทำให้มีขนาดเท่าของจริง แทนที่ของจริงซึ่งหาได้ยากหรือซับซ้อนเกินกว่าที่จะศึกษาจากของจริงได้ นอกจากนั้นยังได้อธิบายเกี่ยวกับ หุ่นจำลองกับการสอน ประเภทหุ่นจำลอง วิธีการทำหุ่นจำลอง ดังต่อไปนี้

หุ่นจำลองกับการสอน

การสอนวิชาที่มีเนื้อหายากๆ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีหุ่นจำลองเข้ามาเป็นตัวเชื่อมความเข้าใจกับนักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น และประโยชน์ของหุ่นจำลองมีดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผู้เรียนสามารถมองเห็นสัดส่วนของสิ่งของที่มีขนาดเล็ก และมีโครงสร้างซับซ้อน เช่นระบบการทำงานภายในราก ลำต้น ใบ ผล

2. สามารถมองเห็นสักส่วนของสิ่งของที่มีขนาดใหญ่โตเกินกว่าที่จะศึกษาได้ เช่น เครื่องบิน ลูกโลก เส้นทางรถไฟ

3. เป็นสิ่งแทนของที่หาได้ยากและมีราคาแพง ผู้เรียนสามารถสังเกตุได้อย่างใกล้ชิด

4. ส่งเสริมความเข้าใจ ความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนในกรณีนักเรียนทำหุ่นจำลองขึ้นเพื่อศึกษาเอง

5. ทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจได้ง่ายขึ้น

ประเภทของหุ่นจำลอง

ก. หุ่นจำลองรูปทรงภายนอก เป็นหุ่นจำลองที่เรียนแบบจากของจริงเพียงแต่ภายนอกเท่านั้น เช่น ผลแอปเปิ้ล ผลน้อยหน่า

ข. หุ่นจำลองที่ทำจากของจริง เช่นโครงกระดูกไก่ โครงกระดูกสุกร สัตว์สตัฟฟ์

ค. หุ่นจำลองที่เลียนแบบของจริง หุ่นจำลองประเภทนี้จะเหมือนของจริงทุกอย่าง และการทำงานก็เหมือนของจริงเช่น แผนผังบังคับส่วนหน้าของรถยนต์ เครื่องปั้นจั่นที่ใช้สำหรับฝึกทักษะเบื้องต้นในการควบคุมสิ่งนั้นๆ

ง. หุ่นจำลองที่แยกชิ้นส่วนได้ เป็นหุ่นจำลองแสดงชิ้นส่วนต่างๆที่สามารถถอกประกอบได้ เช่นหุ่นจำลองสุกร ไก่

จ. หุ่นจำลองขยายส่วนให้ใหญ่ขึ้นหรือย่อส่วนให้เล็กลง เพื่อให้ความสะดวกในการใช้ เช่น หนอน มด ปลวก ฯลฯ

ช. หุ่นจำลองแบบผ่าซีก เป็นหุ่นจำลองที่ตัดชิ้นส่วนหรือพื้นผิวบางส่วนออก เพื่อแสดงชิ้นส่วนภายในเช่น ต้นไม้ผ่าซีก หุ่นจำลองสัตว์ครึ่งตัว

ฉ. หุ่นจำลองแบบเคลื่อนไหวได้ เป็นหุ่นจำลองที่แสดงให้เห็นการทำงานของ ของจริง เช่นหุ่นจำลองเครื่องจักรไอน้ำ หุ่นจำลองโรงงานไฟฟ้า

วิธีทำหุ่นจำลอง

1) หุ่นจำลองกระดาษแข็ง

ใช้กระดาษที่มีความแข็งหรือใช้กล่องโลหะที่ใช้แล้ว มาตัดเป็นรูปทรงตามต้องการแล้วใช้กาวทาติดกันเช่น หุ่นจำลองบ้าน รถ เรือ ป้อมตำรวจ

2) หุ่นจำลองกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้กระดาษที่มีความแข็งและมีสีตามที่เราต้องการ พับให้เป็นรูปอุปกรณ์ต่างๆที่เราต้องการผลิตแล้วอาจใช้กาวทาในชิ้นส่วนที่เราคิดว่าควรจะต่อเติมเข้าไปอีก เพื่อให้มีลักษณะคล้ายของจริงมากที่สุด

3) หุ่นจำลองดินเหนียว

ใช้ดินเหนียวปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ แล้วเติมสีสรรตามต้องการ

4) หุ่นจำลองไม้

ใช้ไม้เนื้ออ่อน หรือไม้อัดทำเป็นรูปวัสดุต่างๆที่ต้องการ เช่นหุ่นจำลองสัตว์ เตียง นอน โต๊ะ เก้าอี้

5) หุ่นจำลองกระดาษหนังสือพิมพ์

ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ทิ้งแล้วสามารถนำมาทำหุ่นจำลองที่แสดงแบบรูปทรงภายนอกได้ดี โดยใช้ของจริงหรือดินเหนียวทุบปั้นเป็นแบบ วิธีทำใช้แป้งเปียก อาจใช้แป้งสาลีผสมน้ำแล้วนำไปติดทับซ้อนกันบนหุ่นแบบ ให้มีความหนาตามที่ต้องการและเหมาะสม ทิ้งไว้ให้แห้งสนิทแล้วผ่าออกมาจากหุ่นแบบ

6) หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์อาจทำได้ 2 แบบคือ ทำจากแผ่นพิมพ์ถาวรและแผ่นพิมพ์ชั่วคราวโดยใช้ปูนปลาสเตอร์ร่วมกับแบบพิมพ์ที่ทำขึ้นชั่วคราว เช่นใช้ดินเหนียวปั้นเป็นรูปทรงต่างๆเช่น รูปผลไม้ รูปรากพืช รูปใบไม้ หรืออาจใช้ผลไม้จริงๆเลยก็ได้ หรือใช้แบบพิมพ์ถาวร ที่มีรูปทรงตามมาตรฐาน ซึ่งจะได้แบบพิมที่เราต้องการและในการหล่อหุ่นควรทาวาสลีนให้ทั่วก่อนเพื่อไม่ให้ปูนติดแบบและสดวกในหารแกะแบบพิมพ์ออก

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้สื่อการเรียนการสอน เพื่อประกอบการสอนในวิชาต่าง ๆ ทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนแตกต่างจากการใช้วิธีสอนโดยไม่ใช้สื่อการสอน อย่างเห็นได้ชัดจากงานวิจัยต่าง ๆ ดังนี้

วิลัย ปวงสุข (2538 ; 45 - 47) ผลิตสื่อการเรียนการสอน ประเภทหุ่นจำลองเรื่องอวัยวะภายในของไก่เพศผู้ ในอัตราส่วนเท่ากับของจริง โดยการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์เป็นแม่พิมพ์หล่อด้วยปูนปลาสเตอร์

นันทา อิ่มสะอาด (2528 ; 70) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียนโดยใช้ของจริงประกอบการสอนแบบบรรยาย วิชาชีววิทยาทั่วไป 1 ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยครูอุดรธานี โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 30 คน กลุ่มที่ 1 สอนโดยใช้ของจริงประกอบการสอน กลุ่มที่ 2 สอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของจริงประกอบการสอนมีประสิทธิภาพ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการสอนโดยใช้ของจริงประกอบการสอนดีกว่าการสอนแบบบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างหุ่นจำลอง

3.1 อุปกรณ์ในการสร้างหุ่นจำลอง

1. ปูนยิปซั่มหรือปูนพลาสเตอร์	20	กก.
2. ดินเหนียว	20	กก.
3. สีพลาสติก	5	กระป๋อง
4. น้ำยาเคลือบเงา	5	กระป๋อง
5. กระดาษทราย	10	แผ่น
6. ภู่กัน	4	ด้าม
7. หมึก indian ink	2	ขวด
8. กาวลาเทกซ์	2	กระป๋อง
9. ชุดอุปกรณ์การหล่อปั้น		
- ถ้วยตวง	1	ใบ
- ถัง ขนาด 20 ลิตร	1	ใบ
- กาละมัง	1	ใบ
- ไม้กระดานอัดขนาด 1x2 ฟุต	4	แผ่น
- เทปวัด ขนาด 3	1	ตลับ
- เครื่องมือแกะสลัก ตกแต่ง	1	ชุด
- แปรงทาสี	1	ชุด
- ฆ้อนไม้	1	ด้าม
- สิ่ว	1	เล่ม
- โฟม	3	แผ่น
- วาสลีน	3	ตลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ผ้ากำมะหยี่แดง ขนาด 50 x 80 เซ็นติเมตร	1	แผ่น
11. ตู้พลาสติกใสขนาด 50 x 80 x 60	1	ตู้
12. กระดาษ A4	1	รีม

3.2 วิธีการสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของราก

การทำปัญหาพิเศษเรื่องหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของราก (MODEL OF ROOT INSIDE CHARACTERRISTICS) มีขั้นตอนดังนี้

1. ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ผู้จัดทำได้ค้นหาเรื่องที่สนใจและคิดว่ามีประโยชน์สำหรับหรับผู้เรียนในรุ่นต่อๆไป โดยผู้จัดทำได้ทำเรื่องหุ่นจำลองที่แสดงลักษณะภายในของรากพืช โดยรากพืชนั้นเป็นของพืชใบเลี้ยงคู่ทั่วไป
2. ศึกษาเนื้อหาที่นำมาทำหุ่นจำลอง
3. ศึกษาวิธีการสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะของรากพืช จากหนังสือและวารสารต่างๆ ตลอดจนการซักถามผู้ที่มีความชำนาญในการจัดทำหุ่นจำลองและผู้ที่มีความรู้เกี่ยวกับระบบต่างๆ ของพืช
4. เสนอโครงร่างปัญหาพิเศษ พร้อมขออนุมัติจัดทำ
5. ทำการวางแผนในการสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะของรากพืช โดยการสอบถามผู้ที่มีความชำนาญเกี่ยวกับการสร้างหุ่นจำลองก่อน และผู้มีความรู้ทางด้านพืช พร้อมทั้งศึกษาถึงลักษณะภายในของรากพืช
6. การสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของรากพืช

6.1 ออกแบบหุ่นจำลองให้ตรงตามเนื้อหาวิชา โดย ออกแบบจำลองจากภาพในหนังสือที่ถ่ายภาพจากกล้องจุลทัศน์ที่กำลังขยาย x1000 เท่า จากภาพในหนังสือซึ่งภาพวัดได้ขนาด 6x4x6 ซม.ขยายมาตราส่วนจากภาพในหนังสือ เป็น 1:4 ซม.

6.2 ใช้ไม้กระดานไม้อัด ขนาด 2 x 3 ฟุต จำนวน 1 แผ่น เป็น เป็นตัวรองรับดินเหนียว

6.3 นำดินเหนียวมาทุบให้เข้ากันแล้ว ขึ้นโครงร่างเป็นแม่พิมพ์ตามแบบ (lay out) ที่กำหนดไว้

6.4 ทำการตกแต่งรากพืช ที่กำหนดไว้ให้ได้ขนาดรูปร่างตามที่ต้องการ

6.5 โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ ผสมกับน้ำ โดยใช้อัตราส่วนในการผสมประมาณ 3:1 (ปูนปลาสเตอร์ 3 ส่วน ต่อน้ำ 1 ส่วน) พร้อมผสมสีลงไป เพื่อให้เห็นความแตกต่างระหว่างแบบปูนปลาสเตอร์แม่แบบกับปูนปลาสเตอร์ที่จะนำมาทำเป็นหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.6 ใช้ปูนปลาสเตอร์ที่ผสมกันเรียบร้อยแล้วเททับไปบน แบบจำลองรากที่ทำโดยใช้ดินเหนียว พยายามพอกปูนให้มีความหนาประมาณ 1 - 2 เซนติเมตร เพื่อให้แม่พิมพ์มีความแข็งแรง

6.7 ปล่อยทิ้งไว้ให้ปูนปลาสเตอร์ จะใช้เวลาประมาณ ครึ่งชั่วโมงถึง 1 ชั่วโมง

6.8 เมื่อสังเกตเห็นว่าปูนปลาสเตอร์แห้งแล้ว ค่อยๆแกะดินเหนียวออก ควรแกะอย่างระมัดระวังเพื่อให้แบบอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์

6.9 ใช้วาสลีนทาแบบโครงร่างภายในของรากให้ทั่ว ทุกซอกทุกมุม

6.10 ทำการผสมปูนปลาสเตอร์อีกครั้ง แต่คราวนี้ไม่ต้องทำการผสมสี เพราะครั้งแรกเราผสมสีไปแล้ว

6.11 ค่อยๆเทปูนปลาสเตอร์ลงไปในแบบที่เราทำไว้ ระหว่างเทควรใช้มือตบปูนปลาสเตอร์ให้เข้ากัน หากไม่ปฏิบัติดังนี้แล้ว ปูนปลาสเตอร์ที่หล่อมาจะเกิดฟองอากาศขึ้นได้

6.12 ปล่อยทิ้งไว้ให้ปูนปลาสเตอร์แข็งตัวประมาณ 2 ชั่วโมง

6.13 แกะแม่พิมพ์ออก โดยใช้ฆ้อนไม้กับสิ่วค่อยๆตอกปูนปลาสเตอร์ด้านนอกออกขั้นตอนนี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อมิให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของหุ่นจำลองที่ทำได้รับความเสียหาย

6.14 ทำการตกแต่งชิ้นงานโดยการแกะ และแต่งเติมด้วยปูนในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์

6.15 ปล่อยไว้ให้ปูนปลาสเตอร์แห้งสนิท ใช้เวลาประมาณ 1 สัปดาห์

6.16 ใช้กระดาษทรายหยาบขัดผิวให้มีรูปทรงตามที่ต้องการ

6.17 การใช้สีและการตกแต่ง

- ใช้กระดาษทรายลบมุมหรือส่วนที่ไม่ต้องการออก
- ลงสีด้วยสีพลาสติก เนื่องจากมีความคงทนกว่าสีทั่วไปและยึดติดดีกว่า
- ตกแต่งด้วยสีบางจุดของชิ้นงานเพื่อให้ดูเป็นรูปร่าง คล้ายของจริงขึ้นมา ใช้สีพลาสติก ตัดเส้นตามความเหมาะสม เพื่อให้เห็นความคมชัดของอวัยวะ โครงร่าง
- พ่นทับด้วยสีสเปรย์ หรือน้ำมันเคลือบเงา เพื่อป้องกันการหลุดของสีและความสวยงามของชิ้นงาน

6.18 การทำขนราก โดยใช้ปูนปลาสเตอร์หล่อเป็นรูปสี่เหลี่ยม แล้วเจาะรูให้มีความลึกตามขนาดที่ต้องการ ปล่อยทิ้งไว้ให้ปูนปลาสเตอร์แห้ง แล้วนำยางพารามาเทใส่ลงไป ทิ้งไว้ประมาณ ½ ชั่วโมง นำลวดมาเสียบเป็นแกนทิ้งไว้ 2 วัน หลังจากนั้นก็ใช้สว่านเจาะปูน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลาสเตอร์ให้เป็นรูปข้าง ๆ รากแก้วแล้วใช้สำลีผสมกับกาวพันกับลวดแล้วเสียบขนรากลงไป ดัดงอรากให้คดตามต้องการ

7. รวบรวมภาคเอกสาร จัดทำรูปเล่มปัญหาพิเศษ

8. จัดพิมพ์รูปเล่ม

3.3 จัดทำคู่มือปัญหาพิเศษ

ตารางคู่มือการใช้หุ่นจำลองลักษณะภายในของราก

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
1.	หมวกราก (Root cap)	ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต มักมีแป้งภายในเซลล์ และที่ผนังเซลล์ด้านนอก เซลล์ที่มีส่วนประกอบของหมวกราก มักเกาะกันอยู่อย่างหลวม ๆ เมื่อรากชอนไชลงไปในดินจะมีเซลล์บางเซลล์หลุดออกไป แต่จะถูกทดแทนอยู่เรื่อย ๆ โดยบริเวณถัดจากหมวกรากจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญ หมวกรากทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อเจริญบริเวณปลายราก
2.	ขนราก (Root hair)	จะเกิดเป็นปุ่มเล็ก ๆ ในส่วนของรากเหนือส่วนที่มีการแบ่งเซลล์ เมื่อรากแก่แล้วขนรากจะตายและหลุดร่วงออกไป
3.	ปลายราก (Apical meristem)	เป็นบริเวณที่เนื้อเยื่อเจริญมีการแบ่งเซลล์ควบคู่ไปกับการขยายตัวไปตามความยาวของเซลล์ เมื่อถึงระยะหนึ่งการแบ่งเซลล์จะหยุด คงมีแต่การขยายตัวของเซลล์
4.	เอพิเดอร์มิส (Epidermis)	จะมีเซลล์บางเซลล์เปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พิเศษ คือ ขนราก ซึ่งเจริญขยายยาวออกทางด้านข้างของราก เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวในการดูดซึมให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตและการคายน้ำของพืช
5.	คอร์เท็กซ์ (Cortex)	ลักษณะที่สำคัญมีช่องอากาศใหญ่จำนวนมาก เป็นการปรับตัวเพื่อต้องการอากาศ ชั้นในสุดของคอร์เท็กซ์จะเจริญเป็นเอ็นโดเดอร์มิส
6.	เอ็นโดเดอร์มิส (Endodermis)	ชั้นนี้ตอนแรกจะเจริญเป็นแคสพาเรียน โดยที่ผนังเซลล์ด้านบนและด้านข้างไม่ได้เกิดเซลล์ เมื่อเอ็นโดเดอร์มิสแก่ จะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
		สารซูเบอรินมาทับถมไปทั่ว ต่อมาผนังเซลล์จะหนาโดยมีการสะสมลิกนิน
7.	เพริไซเคิล (Pericycly)	เป็นต้นกำเนิดของวาสคูลาแคมเบียม รากแขนงและเพริเดิร์มของราก ในการเจริญเติบขั้นทุติยภูมิชั้นคอร์เท็กซ์จะถูกดันออกหมด เพริไซเคิลจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญ สร้างเพริเดิร์มและเมื่อมีการเกิดรากแขนง เพริเดิร์มจะแบ่งเซลล์สร้างเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของราก ดันชั้นคอร์เท็กซ์ออกมา
8.	ไซเลม (Xylem)	มักจะเกิดเป็นแถบ โดยมีไฟเอมสลับแถบของไซเลม ทำหน้าที่ในการลำเลียงน้ำไปสู่ลำต้นและใบ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสง
9.	โฟเอม (Phloem)	ทำหน้าที่ในการลำเลียงอาหารไปล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืช

3.4 ผลงานจากการทำปัญหาพิเศษ

ผลงานจากการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้หุ่นจำลองลักษณะภายในของรากพืช ซึ่งสามารถมองเห็นส่วนต่าง ๆ ภายในได้ ทั้งแนวยาว (Long section) และด้านตัดขวาง (Cross section) ดังนี้

1. หมวกราก (Root cap) อยู่ปลายสุดของราก ลักษณะเป็นเยื่อบาง ๆ ประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิต มักมีแป้งภายในเซลล์ และที่ผนังเซลล์ด้านนอก ผนังเซลล์ที่ติดกับรากจะมีเมือก ซึ่งอาจจะมาจากสารเพคทิน ลักษณะนี้เชื่อว่า จะมีส่วนช่วยในการหลุดออกของเซลล์รอบนอก สิ่งแวดล้อมที่มีผลต่อการเจริญของหมวกราก รากที่เจริญในดินถ้านำมาเจริญในน้ำอาจไม่มีหมวกราก แต่พืชน้ำบางชนิดอาจมีหมวกราก เซลล์ที่เป็นส่วนประกอบของหมวกรากมักจะเกาะกันอยู่อย่างหลวม ๆ เมื่อรากชอนไชลงไปในดินมีเซลล์บางเซลล์หลุดออกไป แต่จะถูกทดแทนอยู่เรื่อย ๆ โดยบริเวณถัดจากหมวกรากจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญ หน้าที่ของหมวกราก จะทำหน้าที่ป้องกันเนื้อเยื่อเจริญปลายราก และช่วยให้รากเจริญเข้าไปในดินได้ง่ายขึ้นโดยไม่เป็นอันตราย

2. ขนราก (Root hair) เริ่มเกิดเป็นปุ่มเล็ก ๆ ในส่วนของรากเหนือส่วนที่มีการแบ่งเซลล์ (Zone of cell division) ส่วนที่ยื่นออกมานี้มีไซโตพลาสซึมที่เข้มข้น และนิวเครียสจะเคลื่อนไปสู่ส่วนที่ยื่น ผนังเซลล์ของส่วนนี้จะบางกว่าส่วนอื่น ๆ ส่วนปลายสุดจะมีผนังเซลล์แข็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีการสะสมสารแคลเซียมและแพกทิน มีการเปลี่ยนแปลงของสารเซลลูโลส เมื่อรากแก่แล้วขนรากจะตายและหลุดร่วงออกไป

3. ปลายราก (Apical meristem) เป็นบริเวณที่มีเนื้อเยื่อเจริญ ซึ่งมีการแบ่งเซลล์ควบคู่ไปกับการขยายตัวไปตามยาวของเซลล์ เมื่อถึงระยะหนึ่งการแบ่งเซลล์จะหยุด คงมีแต่การขยายตัวของเซลล์ การเจริญของเนื้อเยื่อดังกล่าวจะมีผลทำให้รากยาวขึ้น รากที่เริ่มงอกออกจากเมล็ดจะมีการแบ่งเซลล์ตลอดเวลา

4. เอพิเดอร์มิส (Epidermis) ในรากที่ยังอ่อนอยู่จะมีเอพิเดอร์มิส เซลล์บางเซลล์จะเปลี่ยนแปลงไปเป็นเซลล์พิเศษ คือ ขนราก (root hair) ซึ่งเจริญขยายยาวออกทางด้านข้างของราก เพื่อเพิ่มพื้นผิวในการดูดซึมให้มากเพียงพอต่อการเจริญเติบโต และการคายน้ำของพืช ความสามารถอันนี้จะมีความสำคัญเฉพาะถ้าความชื้นในดินเหมาะสม

5. คอร์เทกซ์ (Cortex) ประกอบด้วยเซลล์พวกพาเรนไคม่า ลักษณะที่สำคัญคือ มีช่องอากาศใหญ่และจำนวนมากไม่เหมือนลำต้น เป็นการปรับตัวเพื่อต้องการอากาศ ช่องอากาศเหล่านี้อาจจะเกิดการขยายตัวของพาเรนไคม่า เซลล์ไม่มีคลอโรพลาสแต่มักจะมีแป้งชั้นนอกสุดของคอร์เทกซ์ อาจจะเจริญเป็นเอ็กโซเดอร์มิส (Exodermis) ส่วนชั้นในสุดของคอร์เทกซ์จะเจริญเป็นเอ็นโดเดอร์มิส (Endodermis)

6. เอ็นโดเดอร์มิส (Endodermis) เป็นชั้นในสุดของคอร์เทกซ์ ชั้นนี้ตอนแรกจะเจริญเป็นแถบแคสพาเรียน (Casparian strip) โดยที่ผนังเซลล์ด้านบนและด้านข้าง ไม่ได้เกิดในเซลล์ เมื่อเอ็นโดเดอร์มิสแก่ขึ้น จะมีสารซูเบอรินมาทับถมไปทั่ว ต่อมาผนังเซลล์ด้านในจะหนา โดยมีการสะสมลิกนิน

7. เพริไซเคิล (Pericycly) เป็นชั้นนอกสุดของสตีล มีความหนาเพียงเซลล์ชั้นเดียว เป็นต้นกำเนิดของวาสคิวลาร์ แคมเบียม รากแขนงและเพริเดิร์มของราก ในการเจริญเติบโตขั้นทุติยภูมิ ชั้นคอร์เทกซ์จะถูกดันออกหมด เพริไซเคิลจะเป็นเนื้อเยื่อเจริญ สร้างเพริเดิร์ม และเมื่อมีการเกิดรากแขนง เพริไซเคิล จะแบ่งเซลล์สร้างเนื้อเยื่อชั้นต่าง ๆ ของราก ดันชั้นคอร์เทกซ์ออกมา

8. กลุ่มท่อลำเลียง ไซเลม (Xylem) มักจะเกิดเป็นแถบ โดยมีโฟเอม (Phloem) สลับแถบของไซเลม ส่วนตรงกลางของรากนั้น ถ้าไม่มีไซเลมก็จะมีไส้ในจำนวนแฉกของไซเลมแต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน เช่น สองแฉก (diarch) , สามแฉก (Triarch) , สี่แฉก (Tetrarch) หรือหลายแฉก (Polyarch) ที่ปลายแฉกเป็นไซเลมที่เกิดก่อน ส่วนที่อยู่ใกล้แกนกลางของไซเลมเกิดที่หลัง ไซเลมในพืชใบเลี้ยงเดียว มีโครงสร้างแตกต่างกันไป บางชนิดมีไซเลมเกิดทีหลัง ซึ่งมีเวสเซลใหญ่อยู่ตรงกลาง หรืออาจจะเรียงเป็นวงรอบ ๆ ไส้ใน สำหรับโฟเอมจะมีโฟเอมอยู่รอบนอกเช่นกัน และโฟเอมเกิดที่หลังจะอยู่ถัดไปสู่ใจกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผล

ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภท หุ่นจำลอง ที่ขยายขนาดจากของจริงให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนขึ้น ทำให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น การที่ผู้สอนใช้หุ่นจำลองประกอบการสอน นับว่าเป็นอุปกรณ์ที่แปลกใหม่เร้าความสนใจให้แก่ผู้เรียนเกิดความอยากเรียนรู้ ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วิธีดำเนินการจัดทำหุ่นจำลอง เริ่มจากการศึกษารายละเอียดของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับระบบรากของพืช และศึกษาเกี่ยวกับระบบภายในของรากพืชเมื่อผ่าตามยาว ศึกษาวิธีการทำหุ่นจำลอง ประเภทหุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ ขั้นตอนในการผลิตปูนปลาสเตอร์มาทำหุ่นจำลองเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพความคงทนของหุ่นจำลอง และเพื่อให้งานที่ออกมานั้นเหมือนของจริงมากที่สุด ตลอดจนขั้นตอนในการตกแต่งสี การใช้สีแต่ละสีให้ดูเหมือนของจริงมากที่สุด

เมื่อทำการศึกษารายละเอียดข้างต้นแล้ว เริ่มจัดเตรียมอุปกรณ์และหารูปภาพที่แสดงการผ่าตามยาวของราก ที่ดูแล้วมีลักษณะตรงตามความต้องการ จึงจัดทำหุ่นจำลองประเภทปูนปลาสเตอร์ ตามขั้นตอนที่ศึกษามาแล้ว หลังจากนั้นก็ทำการตกแต่งชิ้นงานให้เหมือนของจริงมากที่สุด ตรวจดูข้อบกพร่องแล้วปรับปรุงแก้ไขก่อนที่จะทำการเคลือบเงาด้วยสเปรย์เคลือบเงา เพื่อความคงทนสวยงาม และจัดทำตู้พลาสติกที่สามารถเปิดดูหุ่นจำลองได้ชัดเจน จากนั้นจัดทำภาคเอกสารประกอบหุ่นจำลอง พร้อมคู่มือการใช้และคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และคณะกรรมการพิจารณาปัญหาพิเศษ

โครงสร้างของรากพืช เป็นเนื้อหาอีกส่วนหนึ่งของวิชาสรีรวิยา ในระดับชั้น ปวส. และนอกจากนี้ยังเป็นพื้นฐานของวิชาอีกหลายวิชา

วัตถุประสงค์ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ ก็เพื่อผลิตหุ่นจำลองลักษณะภายในของราก

ขอบเขตของปัญหา เพื่อจัดทำหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของรากซึ่งผ่าตามยาวของรากพืช พร้อมคำบรรยายประกอบ 1 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ได้หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของรากพืช และได้ประสบการณ์โดยตรงในการผลิตหุ่นจำลองลักษณะภายในของรากซึ่งสามารถเป็นแนวทางในการผลิตอุปกรณ์อื่นๆอีกต่อไป

4.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการสอนเรื่อง หุ่นจำลองลักษณะภายในของรากพืช (MODEL OF ROOT STRUCTURE) ผู้จัดทำได้พบปัญหาและอุปสรรคในการทำ ซึ่งอาจเป็นเพราะการทำครั้งแรกก็ได้ ซึ่งมีดังนี้

1. ปัญหาในเรื่องการเลือกวัสดุในการจัดทำ ควรเลือกวัสดุที่ทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยากในการทำ และมีความทนทาน

2. การปั้นหุ่นจำลอง ในการปั้นหุ่นจำลอง ผู้ทำยังไม่มีความชำนาญพอเพียงทำให้มีข้อบกพร่องเยอะ จึงทำให้เสียเวลาในการทำมาก

3. การเทหล่อ ขั้นตอนนี้ผู้จัดทำควรศึกษาเกี่ยวกับรายละเอียดในการผสมปูนปลาสเตอร์เป็นอย่างมาก หากผสมโดยใช้น้ำมากเกินไปจะทำให้ปูนปลาสเตอร์แห้งช้า และต้องใช้เวลานานกว่าปูนปลาสเตอร์จะจับตัวกันได้

4. การแกะพิมพ์ ในขั้นตอนนี้ผู้ทำจะต้องใช้ความปราณีตในการทำ ควรค่อยๆทุบ มิฉะนั้นแล้วจะทำให้ส่วนหนึ่งส่วนใดของหุ่นจำลองขาดหายไปได้

5. การตกแต่ง ผู้จัดทำต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อให้ผลงานที่ออกมานั้นใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

6. การลงสี สีที่ต้องใช้ในการทาปูนปลาสเตอร์ควรเป็นสีที่ไม่หลุดง่าย ซึ่งจะทำให้ชิ้นงานขาดความสวยงาม ควรใช้พวกสีพลาสติก เพราะสีชนิดนี้จะมีความสามารถในการเกาะตัวกับปูนปลาสเตอร์ได้ดี และเพื่อความสวยงามควรมีการพ่นน้ำยาเคลือบทับด้วยจะทำให้ผลงานที่ออกมานั้นดูโดดเด่นและสร้างความสนใจให้แก่ผู้พบเห็นเป็นอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. การทำปัญหาพิเศษในครั้งต่อๆไป ขอให้ผู้ที่จัดทำลองศึกษารายละเอียดในทุกๆด้านเกี่ยวกับการผลิตหุ่นจำลองก่อน แล้วค่อยลงมือทำ มิฉะนั้นจะก่อให้เกิดความสับสนวุ่นวายได้

2. ผู้ที่คิดจะทำหุ่นจำลองควรจะรู้จักผู้ที่มีความสามารถในการทำหุ่นจำลองไว้บ้างก็ดี เพื่อจะได้ลำดับขั้นตอนการทำได้อย่างถูกต้องและผลงานที่ออกมาก็จะเป็นที่น่าพอใจของทุก ๆ ฝ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28187

3. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับหุ่นจำลองควรเป็นบุคคลที่มีอารมณ์เย็น มีความมานะอดทน มีความตั้งใจจริง รู้จักไขว่คว้าหาเทคนิคใหม่และมีประโยชน์มาใช้อยู่เสมอ

4. สำหรับผู้ที่มีความประสงค์จะผลิตอุปกรณ์หรือหุ่นจำลองชุดนี้ ไปปรับปรุงหรือประเมินคุณภาพ ขอแนะนำให้ศึกษารายละเอียดให้ดีก่อนตัดสินใจ เพื่อที่จะได้ผลงานที่มีคุณภาพต่อไป

5. ควรได้มีการนำหุ่นจำลองไปใช้เพื่อประเมินคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กาญจนา สาลีติ๊ส. พฤกษศาสตร์ทั่วไป. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2532.

จิรพันธ สมประสงค์. การสร้างสรรค์ปฏิมากรรมจากปูนปลาสเตอร์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2533.

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : เรือนแก้วการพิมพ์, 2525.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : แพร่พิทยา, 2528.

นันทนา อิ่มสะอาด. ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์โสตทัศนศึกษา. ม.ป.ท., 2528.

ภูวดล บุตรรัตน์. โครงสร้างภายในของพืช. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2538.

รมณีย์ อาภาภิรม. คู่มือการเรียนปัญหาพิเศษ. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2535.

ลัดดา ศุขปรีดี. เทคโนโลยีการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2523.

วิลัย ปวงสุข. ปัญหาพิเศษหุ่นจำลอง เรื่อง อวัยวะภายในของไก่เพศผู้. คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2538.

วันเพ็ญ ภูมิจันทร์. พฤกษศาสตร์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2534.

สุโขทัยธรรมาธิราช, มหาวิทยาลัย. เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2523.

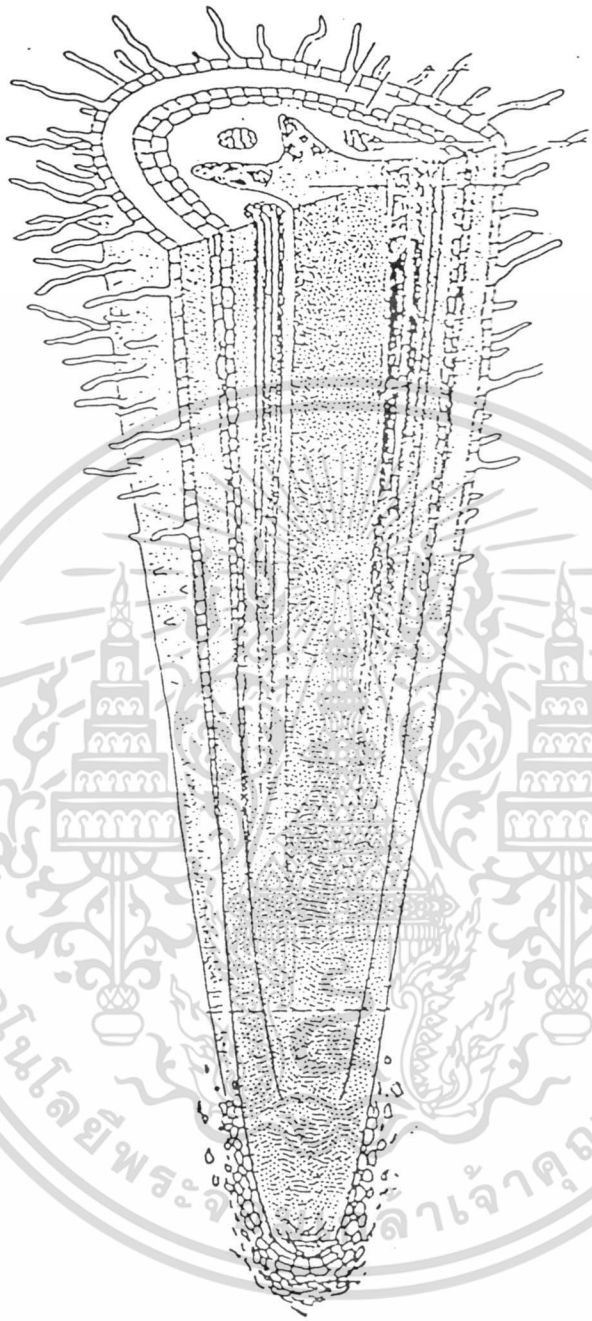
สมเชาว์ เนตรประเสริฐ. สื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2526.

โอวาท พูลศิริ. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2525.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 แสดงต้นแบบที่ใช้ทำหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2 แสดงอุปกรณ์ในการทำหุ่นจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3 แสดงปูนปลาสเตอร์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4 แสดงดินเหนียวที่นำมาทำเป็นแม่แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5 แสดงการพอกปูนปลาสเตอร์ทับดินเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 6 แสดงการแกะดินเหนียวออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการทาวาสลีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการเทปูนปลาสเตอร์ลงในแม่แบบ

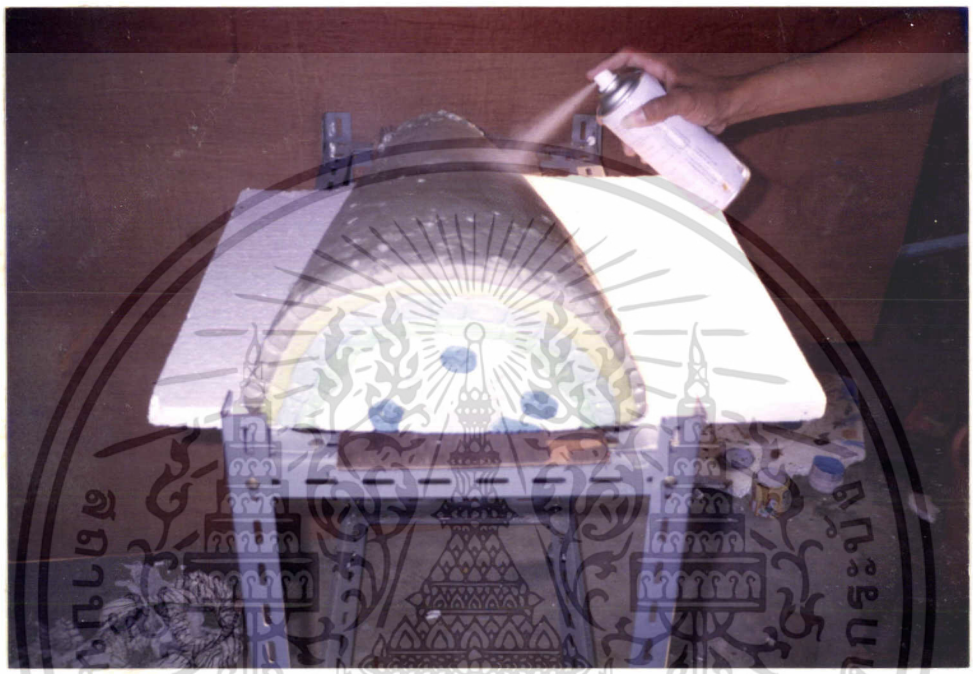
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 9 แสดงการกระเทาะแม่แบบออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 10 แสดงวิธีการลงสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 11 แสดงวิธีการพ่นสเปรย์เคลือบเงา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้