

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช

MODEL OF LEAF INSIDE CHARACTERISTICS



โดย
นายอ่องไหนด เจริญพนา

ปพ.

๐ 11๖๗ ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม

๒๕๓๙

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช

เลขหน.....

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

เลขทะเบียน..... 28166

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วัน, เดือน, ปี 17 ก.ค. 2540

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ

นายอ่องไหนด เตรียมพนา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สาขาวิชา เทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช

ชื่อเรื่อง หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช

MODEL OF LEAF INSIDE CHARACTERISTICS

ในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช

วิธีการดำเนินการจัดทำหุ่นจำลองเริ่มจากการศึกษาหลักสูตรเนื้อหาวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง จัดทำคำบรรยายประกอบ ศึกษาเกี่ยวกับวิธีการทำหุ่นจำลองประเภทหุ่นจำลองหล่อพิมพ์ด้วยปูนปลาสเตอร์และศึกษาวิธีการใช้เรซิน การเพิ่มประสิทธิภาพความคงทนแข็งแรงของหุ่นจำลอง การตกแต่งและการใช้สี เมื่อทำการศึกษารายละเอียดข้างต้นแล้วเริ่มจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์และวางแผนดำเนินการตามแผน ปั้นแม่พิมพ์ หล่อพิมพ์ตามแบบด้วยปูนปลาสเตอร์ ตกแต่งและลงสีให้สวยงาม ตรวจสอบความบกพร่อง และปรับปรุงแก้ไขเคลือบเงาด้วยสีเปรย์เคลือบเงาเพื่อความคงทนสวยงามและจัดทำฐานรองรับและตู้พลาสติกใสครอบที่สามารถเปิดดูหุ่นจำลองได้อย่างชัดเจนจากนั้นจัดทำในภาคเอกสารประกอบหุ่นจำลองพร้อมคู่มือบรรยายประกอบหุ่นจำลอง

ผลการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้ได้หุ่นจำลองที่ทำจากปูนปลาสเตอร์แสดงให้เห็นลักษณะโครงสร้างภายในของพืชทั้งในภาคตัดขวางและตามยาว สามารถมองเห็นส่วนของผิวใบ ปากใบ พาลิเสดพาเรโนไมมา สปองจี พาเรโนไมมา โฟเอม และไซเลม และได้หุ่นจำลองที่ทำจากเรซินแสดงปากใบ รวมทั้งได้คู่มือการใช้หุ่นจำลอง 1 เล่ม

หุ่นจำลองที่ผลิตขึ้นนี้ควรให้นักเรียนได้ศึกษาพิจารณาหลังจากฟังการสอนจากผู้สอนหรือผู้สอนสามารถชี้ส่วนต่างๆประกอบการสอนแบบบรรยายและสามารถใช้ประเมินผลหลังการเรียนการสอน

กิตติกรรมประกาศ

ปัญหาพิเศษนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆท่านด้วยกัน ในที่นี้ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.รมณีย์ อากาภิรม ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าให้คำปรึกษาและชี้แนะแก้ไขข้อบกพร่องที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปัญหาพิเศษ และให้ความช่วยเหลือทางด้านต่างๆด้วยดีเสมอมา

คณาจารย์ภาควิชาชีววิทยา ศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (มศว.) กรุงเทพฯ ได้ให้คำแนะนำถึงแบบสรีระของใบพืชที่แท้จริง และคุณวิจักขณ์ ทรัพย์เจริญ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการผลิตหุ่นจำลองทางด้านพืชและเจ้าของร้านวิจักขณ์พรรณไม้เทียม ได้อำนวยความสะดวกสถานที่และให้ยืมใช้เครื่องมืออุปกรณ์ในการจัดทำและแนะนำเทคนิควิธีการทำ จึงขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

อ่งไหน เตรียมพนา
กุมภาพันธ์ 2540

สารบัญ

หน้า

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญภาพ.....	ง
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของปัญหา.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ความหมายและประเภทของสื่อการสอน	4
2.2 ประเภทของหุ่นจำลองและวิธีการทำหุ่นจำลอง	6
2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	9
3. วิธีการสร้างอุปกรณ์	
3.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ถึงลักษณะภายในของใบ.....	11
3.2 ศึกษาเนื้อหาหลักขณะโครงสร้างภายในของใบพืช	13
3.3 จัดทำคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง.....	14
3.4 ดำเนินการสร้างหุ่นจำลอง.....	17
3.5 จัดทำคู่มือการใช้หุ่น	19
3.6 ผลงานที่ได้จากการทำปัญหาพิเศษ.....	20
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	
4.1 สรุป.....	21
4.2 ปัญหา.....	22
4.3 ข้อเสนอแนะ	22
บรรณานุกรม	23
ภาคผนวก.....	25

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงชุดอุปกรณ์	20
------------------------------------	----



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การศึกษาทางพฤกษศาสตร์ในปัจจุบันเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากเพราะเรามีความเกี่ยวข้องอยู่กับพืชตลอดเวลาทั้งทางตรงและทางอ้อมถ้าเรามีความรู้ทางพฤกษศาสตร์จะช่วยให้เราเข้าใจความหมายในสิ่งที่เกี่ยวข้องได้มากเท่าที่ปรากฏมาตั้งแต่สมัยโบราณจนถึงปัจจุบันคนเราจะเกี่ยวข้อง กับพืชในชีวิตประจำวันต่างๆประการโดยเฉพาะปัจจัย 4 ได้แก่ อาหาร ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม และยารักษาโรค เราได้อาหารจากพืชทั้งทางตรงและทางอ้อม สำหรับทางตรงก็ได้โดยการรับประทานเข้าไป เช่น ธัญพืช ผลไม้ พืชผักทุกชนิด และผลิตภัณฑ์จากพืชด้วย ส่วนทางอ้อมก็ได้โดยรับประทานเนื้อสัตว์ นม ไข่ ซึ่งสัตว์ที่ได้ผลผลิตเหล่านี้ก็กินพืชอีกทีหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญในวงจรอาหารและสายใยอาหารในระบบนิเวศน์ นอกจากนี้ความรู้ในทางพฤกษศาสตร์ยังนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมอาหารไม่ให้เน่าเสียและขาดคุณภาพหรือคุณค่าทางอาหารที่เกิดจากจุลินทรีย์

ความสำคัญดังกล่าวจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องศึกษาเรียนรู้เกี่ยวกับ โครงสร้างของพืชทั้ง ลักษณะภายนอกและภายในโดยละเอียด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของใบ เพราะใบจะเป็นแหล่งสร้างอาหารที่จะนำไปเลี้ยงส่วนสำคัญอื่นๆของพืชรวมทั้งให้ผลผลิตแก่พืช ซึ่งมนุษย์ได้นำผลผลิตมาใช้ จึงได้มีการศึกษาค้นคว้ารายละเอียดลักษณะภายในของใบกันมากเพื่อนำมาใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชและเพิ่มผลผลิตของพืชรวมทั้งบังคับการเจริญเติบโตและผลผลิตของพืช และได้มีการจัดให้มีการศึกษาแก่ผู้เกี่ยวข้องกับการผลิตพืชหลายระดับด้วยกันได้แก่ระดับ มัธยมศึกษาตอนปลาย ปวช. ปวส. และระดับปริญญาตรี การเรียนการสอนเกี่ยวกับลักษณะภายในของใบพืชต้องมีอุปกรณ์ช่วยขยายให้มองเห็นชัดเจนได้แก่กล้องจุลทรรศน์ซึ่งมีราคาแพง ยังมีกำลังขยายมากราคายิ่งแพงมาก สถานศึกษาส่วนใหญ่จะขาดอุปกรณ์ส่วนนี้และมีงบประมาณจำกัดหรือมีไม่เพียงพอกับจำนวนนักศึกษา ทำให้ต้องเรียนจากรูปบ้างซึ่งจะเห็นภาพเพียงด้านเดียว การทำหุ่นจำลองลักษณะภายในของใบพืชจะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้คือสามารถมองเห็นลักษณะภายในของใบได้ชัดเจนเป็นภาพสามมิติ นอกจากนี้หุ่นจำลองมีข้อได้เปรียบคือสามารถจับต้องได้เคลื่อนย้ายได้สะดวกสามารถหยิบใช้ได้ทันทีโดยไม่ต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นมาช่วยเสริม

จากเหตุผลดังกล่าวจึงสมควรจัดทำหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของพืชเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างหุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช

1.3 ขอบเขตของปัญหา

1.3.1 สร้างชุดหุ่นจำลองประกอบด้วย ส่วน ก. ข. และ ค โดยใช้วัสดุปูนปลาสเตอร์และเรซินเพื่อแสดงให้เห็นถึงส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ก. ใบไม้ที่ตัดส่วนมาโดยใช้ปูนปลาสเตอร์

ข. ส่วนของใบที่ขยายจากส่วน ก. ใช้ปูนปลาสเตอร์สร้าง แสดงให้เห็นถึง

1. ผิวใบ (cutin layer or cuticle) แสดงให้เห็นส่วนของ

1.) อีพิเดอร์มิส (epidermis)

2.) ปากใบ (stomata) แสดงให้เห็นส่วนของ

2.1) เซลล์คุม (guard cell)

2.2) รูปากใบ (pore)

2.3) คลอโรพลาสต์ (chloroplasts)

2.4) นิวเคลียส (nucleus)

2.5) ช่องอากาศ (substomatal air space)

2. เมโซฟิลล์ (mesophyll) แสดงให้เห็นส่วนของ

1.) พาลิเสด (palisade) และคลอโรพลาสต์ (chloroplasts)

2.) สฟองจี (spongy) และคลอโรพลาสต์ (chloroplasts)

3.) ช่องว่างระหว่างเซลล์ (cellular spaces)

4.) เส้นใบ (leaf vein or fibrovascula bundle) แสดงให้เห็นส่วนของ

4.1) แผ่นหุ้มมัด หรือ บันเดิลชีท (bundle sheath)

4.2) ท่อน้ำ หรือ ไชเลม (xylem)

4.3) ท่ออาหาร หรือ โฟลเอ็ม (phloem)

ค. เซลล์ปากใบ ใช้เรซิน แสดงให้เห็นถึงส่วนของ

1) เซลล์คุม (guard cell)

2) รูปากใบ (pore)

3) คลอโรพลาสต์ (chloroplasts)

4) นิวเคลียส (nucleus)

5) ช่องอากาศ (substomatal air space)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.2. จัดทำคู่มือการใช้ประกอบบรรยายหุ่นจำลอง 1 เล่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนวิชาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องลักษณะโครงสร้างภายในของใบพืช ในวิชาชีววิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย วิทยาศาสตร์เกษตร 1 สตรีวิทยาของพืช ระดับชั้น ปวส. และเทคโนโลยีการผลิตพืช ระดับปริญญาตรี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาเอกสาร ได้เนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำหุ่นจำลองเรื่องลักษณะภายในของใบพืชดังนี้

- 2.1 ความหมายและประเภทของสื่อการสอน
- 2.2 ประเภทของหุ่นจำลองและวิธีการทำหุ่นจำลอง
- 2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความหมายและประเภทของสื่อการสอน

2.1.1 ความหมาย

การให้ความหมายของคำว่า สื่อการสอน ได้มีบุคคลให้ความหมายไว้อย่างหลากหลายซึ่งได้ยกตัวอย่างไว้ดังต่อไปนี้

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2526 : 4) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งที่ช่วยในการเรียนรู้ซึ่งครูนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้การสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในการผลิตสื่อทางการศึกษานั้น ผู้ผลิตสื่อทำหน้าที่อยู่ในกลุ่มผู้ส่ง ซึ่งอาจส่งเรื่องราวโดยผ่านสื่อที่ผลิตขึ้นจึงจำเป็นต้องมีความเข้าใจในขบวนการสื่อความหมายอย่างถ่องแท้มีฉะนั้นสิ่งที่ผลิตขึ้นมาอาจให้สื่อความหมายที่ผิดได้ และจะต้องเลือกสื่อที่ผลิตให้เหมาะสมกับผู้เรียน หรือผู้รับที่มีพื้นฐานความรู้ ประสบการณ์และวุฒิภาวะที่ต่างกัน จะมีความสามารถในการสื่อความหมายแตกต่างกันออกไปด้วย

วาสนา ชาวหา (2522 : 59) กล่าวไว้ว่า สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียน และทำให้การเรียนรู้การสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้

โอวาท พูลศิริ (2526 : 47) ได้กล่าวไว้ว่า การศึกษาที่ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ โดยผ่านประสาทสัมผัสทางหู และตาเป็นส่วนใหญ่ นักศึกษาได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับอินทรีย์ทั้ง 5 ของคนว่า วันหนึ่งเราได้สัมผัสทางหูและตาเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้ได้ดีด้วยประสาทตา ฉะนั้นอุปกรณ์การสอนด้าน โสตทัศนศึกษาจึงมีความสำคัญมาก ได้แก่ ของจริง หุ่นจำลอง รูปภาพ สไลด์ วีดิโอเทปและเครื่องช่วยสอนอื่นๆ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2523 : 32) ได้ให้ความหมายสื่อการสอนไว้ว่า สื่อการสอน หมายถึงวัสดุอุปกรณ์ และวิธีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ คือ สิ่งที่สิ้นเปลืองทั้งหลายอันได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ หนังสือ फिल्म แผ่นโปร่งใส เป็นต้น

อุปกรณ์ คือ เครื่องมือทางโสตทัศนศึกษาได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายทึบแสง เทปบันทึกเสียง-ภาพ

วิธีการ คือ กิจกรรมต่างๆ ที่จัดไว้สำหรับการเรียนการสอน ได้แก่ การสาธิต การแสดงบทบาท เกมส์ กลุ่มสัมพันธ์ เป็นต้น

ก. ความหมายของหุ่นจำลอง

มสธ. สาขาศึกษาศาสตร์ (อ้างโดย วิทย์ ปวงสุข 2538 : 11) กล่าวว่า หุ่นจำลอง(Model)เป็นตัวแทนของจริงซึ่งเป็นวัสดุสามมิติที่อาจย่อส่วนให้เล็กกว่าของจริงเพื่อให้มีขนาดเล็กพอที่จะนำมาศึกษาได้สะดวก หรืออาจขยายโตกว่าของจริงหลายเท่าเพื่อให้มองเห็นได้ชัดเจนแทนของจริงที่มีขนาดเล็กเกินไปหรืออาจทำให้มีขนาดเท่าของจริงแทนของจริงที่หาได้ยากหรือซับซ้อนเกินกว่าที่จะศึกษาจากของจริงได้

ข. ประโยชน์ของหุ่นจำลอง

มสธ.ศึกษาศาสตร์ (อ้างโดย วิทย์ ปวงสุข 2538 : 11-12) ได้กล่าวว่า

- 1.)ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงรูปร่างลักษณะสัดส่วน และความสัมพันธ์ของสิ่งที่มีขนาดโตเกินกว่าที่จะศึกษาจากของจริงได้ เช่น ลูกโลก เรือเดินสมุทร เป็นต้น
- 2.)ช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้ถึงรูปร่างลักษณะสัดส่วนของสิ่งที่เล็กมองจากของจริงได้ยาก เช่น เชื้อโรค ขุน แมลงวันตัวเล็ก
- 3.)เป็นตัวแทนของจริงที่หายาก อยู่ไกล ราคาแพง เพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาและสังเกตได้อย่างใกล้ชิดได้
- 4.)ส่งเสริมความเข้าใจความคิดสร้างสรรค์ และทำงานเป็นกลุ่มของนักเรียนในกรณีที่ทำให้ผู้เรียนศึกษาและทำหุ่นจำลองขึ้นใช้เอง

1.2.2 ประเภทของสื่อการสอน

สมเชาว์ เนตรประเสริฐ (2537 : 143-144) ได้แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท

คือ

- 1.) Non- projector Materials ได้แก่ หุ่นจำลอง แบบเรียน แผนภูมิ บัตรคำ

ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) Project materials ได้แก่ สื่อที่มีเครื่องฉาย เช่น สไลด์ फिल्मตริป

3.) Audio Materials ได้แก่ สื่อจำพวกเครื่องฉายต่างๆ คือ วิทยุ เทปบันทึก

เสียง แผ่นเสียง เป็นต้น

2.2 ประเภทของหุ่นจำลอง และวิธีการทำหุ่นจำลอง

2.2.1 ประเภทของหุ่นจำลอง

ประเภทของหุ่นจำลองตามที่ มสธ. สาขาศึกษาศาสตร์(อ้างโดย วิไลย์ ปวงสุข2538 : 12) ได้กล่าวไว้ว่า

1.)หุ่นจำลองรูปทรงภายนอก เป็นหุ่นจำลองที่แสดงเฉพาะรูปทรงภายนอกของสิ่งนั้นๆ อาจมีขนาดเท่าของจริง โต หรือเล็กกว่าของจริงก็ได้ เช่น หุ่นจำลองแมลง ผลไม้ ยานอวกาศ

2.)หุ่นจำลองขยายส่วนหรือย่อส่วน เป็นหุ่นจำลองขยายสัดส่วนให้มีขนาดโตกว่าของจริงหรือเล็กกว่าของจริง เช่น หุ่นจำลองอาคาร ยุง แมลง

3.)หุ่นจำลองแบบผ่าซีก เป็นหุ่นจำลองที่ตัดชิ้นส่วนหรือพื้นผิวบางส่วนออกให้เห็นส่วนประกอบภายใน เช่น เครื่องยนต์ผ่าซีก ต้นไม้ผ่าซีก

4.)หุ่นจำลองแบบแยกชิ้นส่วนได้ เป็นหุ่นจำลองที่แสดงให้เห็นส่วนประกอบต่างๆจากภายนอกถึงภายในโดยแยกเป็นส่วนๆและต่อเข้าด้วยกันได้ เช่นหุ่นจำลองแสดงส่วนประกอบของร่างกายมนุษย์

5.)หุ่นจำลองแบบเคลื่อนไหวทำงานได้ เป็นหุ่นจำลองที่แสดงกลไกและการทำงานของจริง เช่น หุ่นจำลองเครื่องจักรไฟฟ้า เครื่องจักร ใต้น้ำ

6.)หุ่นจำลองที่ทำจากชิ้นส่วนของจริงเช่น หุ่นจำลองพวกศพพี

7.)หุ่นจำลองเลียนแบบของจริง หุ่นจำลองนี้จะใช้ชิ้นส่วน รูปร่างและการทำงานเหมือนของจริงทุกอย่าง เช่น แผนบังคับการส่วนหน้าของรถยนต์ เครื่องบิน เครื่องปั้นดินเผา ใช้สำหรับฝึกทักษะเบื้องต้นในการควบคุมสิ่งนั้น

2.2.2 วิธีการทำหุ่นจำลอง

มสธ. สาขาศึกษาศาสตร์ (อ้างโดย วิไลย์ ปวงสุข, 2538 :13) ได้กล่าวถึงวิธีการทำหุ่นจำลองว่า

ก. หุ่นจำลองกระดาษแข็ง ใช้กระดาษที่มีความแข็งและสีตามต้องการ พับให้เป็นรูปร่างสิ่งต่างๆ ใช้การตัดต่อเติมชิ้นส่วนและตกแต่งด้วยสีให้เหมือนกับลักษณะของจริงได้ เช่น หุ่นจำลองบ้าน โรงเรียน โต๊ะ ตู้

ข. หุ่นจำลองกระดาษหนังสือพิมพ์ กระดาษหนังสือพิมพ์ที่ทิ้งแล้ว เหมาะสำหรับนำมาทำหุ่นจำลองแบบแสดงรูปทรงภายนอกได้ดี โดยใช้ของจริงหรือปั้นดินเหนียวเป็นหุ่นแบบ วิธีทำใช้แป้งเปียก อาจใช้แป้งสาลีผสมน้ำแล้วนำไปติดซ้อนกันบนหุ่นแบบให้มีความหนาตามที่ต้องการและเหมาะสมแล้วทิ้งไว้ให้แห้งสนิทแล้วผ่าออกจากหุ่นแบบ

ค. หุ่นจำลองไม้ ใช้ไม้อัด ไม้เนื้ออ่อนทำเป็นหุ่นจำลองต่างๆ ได้หลายแบบ โดยการตัด การฉลุ การกลึง และการแกะสลัก เช่น หุ่นจำลองสัตว์ ครกกระเดื่อง โต๊ะ ตู้

ง. หุ่นจำลองโลหะ โลหะต่างๆ เช่น เหล็ก ทองแดง นำมาทำเป็นหุ่นจำลองจำพวกเครื่องจักร เครื่องยนต์ เครื่องใช้ความร้อนต่างๆ ได้ดี แต่มีราคาสูง เช่น เครื่องจักรไอน้ำ หัวรถไฟฟ้า

ช. หุ่นจำลองดินเหนียว ดินเหนียวใช้ปั้นตกแต่งให้เป็นรูปทรงต่างๆ ได้ ตากลมให้แห้งแล้วทาสีเพิ่มเติมก็ได้หุ่นจำลองที่ต้องการ

ซ. หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ ทำได้ 2 แบบคือ ทำจากแผ่นพิมพ์ถาวร และแบบพิมพ์ชั่วคราว โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ร่วมกับแบบพิมพ์ที่ทำขึ้นชั่วคราว เช่น ใช้ดินเหนียวปั้นเป็นรูปทรงต่างๆ หรือใช้ของจริง เช่น ผลไม้ก็ได้ หรือใช้แบบพิมพ์ถาวรที่มีมาตรฐานหรือขวดใดต่างๆ โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ทำแบบแม่พิมพ์จากวัสดุที่กล่าวมาแล้วข้างต้นก่อนจึงจะได้แบบพิมพ์ และเมื่อหล่อหุ่นจำลองจะต้องทาวาสลินให้ทั่วแบบก่อน เพื่อไม่ให้ปูนติดแบบและง่ายในการแกะแบบออก ก็จะได้หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์ตามที่ต้องการ

ก. การหล่อเรซิน

พิชิต เหลี่ยมพิพัฒน์ (2524 : 3-4) ได้กล่าวถึงการใช้ประโยชน์จากน้ำยาโพลีเอสเตอร์เรซิน หรือเรซิน เมื่อใช้ร่วมกับตัวทำปฏิกิริยา หรือตัวทำแข็ง ผสมในอัตราส่วน เรซิน : ตัวทำปฏิกิริยา (100 : 1) ของน้ำหนักเรซินโดยประมาณ หรือเทียบเท่ากับ 1 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้เรซินเกิดการแข็งตัวในเวลารวดเร็ว ซึ่งการแข็งตัวของเรซิน จะขึ้นกับสภาพอากาศในขณะนั้น ถ้าสภาพอากาศร้อนเรซินจะแข็งตัวเร็วกว่าในสภาพอากาศเย็น

รุ่งโรจน์ พรานนท (อ้างโดย วิสัย ปวงสุข, 2535 : 12) ได้กล่าวถึงวิธีการ ข้อควรระวังในการทำเรซินและกล่าวถึงอุปกรณ์ในการทำเรซินไว้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำเรซินมีอุปกรณ์ดังนี้

- 1.) น้ำยาโพลีสเตออร์เรซิน (เรซิน)
- 2.) ตัวทำปฏิกิริยาหรือตัวทำแข็ง
- 3.) อาซิโตนน้ำยาล้างเรซิน
- 4.) ถ้วยตวง และไม้กวนเรซิน
- 5.) น้ำยากันซึม

วิธีการผสมเรซิน

เทเรซินลงในถ้วยตวงในปริมาณที่พอเหมาะไม่หกเลอะเทอะหยดน้ำยาทำปฏิกิริยาหรือน้ำยาทำแข็งลงตามอัตราส่วนกวนให้เข้ากันเพื่อป้องกันการเกิดฟองอากาศเมื่อผสมเข้ากันดีแล้วให้รีบเทเรซินลงในบล็อกที่เตรียมไว้ทันทีเพราะเรซินจะแข็งตัวเร็ว

ข้อควรระวัง

- 1.) ตัวทำแข็งที่ผสมเรซิน เป็นมือควรใช้ถุงมือธรรมดาล้างออก เพราะสารเคมีตัวนี้เป็นอันตรายเป็นกรดชนิดหนึ่งเมื่อถูกมือจะกัดทำให้อักเสบได้
- 2.) น้ำยาเรซินมีอายุใช้งานประมาณ 1-2 เดือนไม่ควรทิ้งไว้ในอากาศที่ร้อนจัดจะทำให้เสื่อมเร็ว ควรเก็บไว้ในอุณหภูมิ 20-30 องศาเซลเซียส
- 3.) การผสมตัวทำแข็งลงในเรซินให้สังเกตดูอากาศด้วยขณะที่ทำงานถ้าอากาศร้อนให้ลดตัวทำแข็ง ถ้าอากาศเย็นให้เพิ่มเล็กน้อย

ข. การทำแม่พิมพ์ยาง

จอร์พันธ์ สมประสงค์ (2533 : 40-44) ได้กล่าวถึงการทำแม่พิมพ์ยางดังนี้ แม่พิมพ์ยางเหมาะสำหรับงานหล่อรูปที่มีขนาดเล็ก มีลวดลายส่วนละเอียด และรูปทรงที่ยากต่อการทำแม่พิมพ์ขึ้น เมื่อหล่อรูปแล้วได้รูปหล่อที่ไม่มีตะเข็บที่ตึงตังคดงอภายหลังสะควกในการหล่อ และทำได้รวดเร็ว หล่อรูปได้ไม่น้อยกว่า 50 รูป

วิธีการทำพิมพ์ยางทำได้ 3 วิธีคือ

- 1.) วิธีทำ ใช้กับรูปต้นแบบที่เป็นรูปนูน หรือรูปลอยตัวก็ได้
- 2.) วิธีการซุบ ใช้กับต้นแบบที่เป็นรูปลอยตัวอย่างเดียวเท่านั้น
- 3.) วิธีการเทยางหล่อ โดยอาศัยจี๊ซเป็นตัวประกอบในการพิมพ์

การเก็บรักษาแม่พิมพ์ยาง

- 1.) ถ้าต้องการเก็บแม่พิมพ์ยาง ใ้นานๆ ให้หล่อรูปทิ้งค้างไว้ แต่หล่อแล้วให้ถอดแม่พิมพ์ออกก่อนแล้วจึงใส่กลับเข้าไปใหม่เก็บไว้ในพิมพ์ครอบ
- 2.) เพื่อป้องกันไม่ให้แม่พิมพ์ยางเปื้อนเหนอะหนะให้ใช้ผงแป้งมันทาที่ผิวของแม่พิมพ์ยางจนทั่วทุกแห่ง
- 3.) อย่าเก็บแม่พิมพ์ยางไว้ในที่อากาศร้อน ควรเก็บไว้ในอากาศแห้งและเย็น
- 4.) การทำแม่พิมพ์ยางส่วนมากมักทำชั่วคราวจึงไม่ค่อยนิยมเก็บใ้นาน เมื่อต้องการหล่อรูปก็ทำแม่พิมพ์ยางจากรูปต้นแบบเดิมขึ้นใช้ใหม่
- 5.) อย่าให้น้ำมันก๊าด น้ำมันเบนซิน ทินเนอร์ ฯลฯ ถูกแม่พิมพ์ยาง

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การใช้สื่อการสอนเพื่อประกอบการสอนในวิชาต่างๆทำให้เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนการสอนแตกต่างจากการใช้วิธีการสอน โดยไม่ใช้สื่อการสอนอย่างเห็นได้ชัดจากงานวิจัยต่างๆดังนี้

นันทนา อิมสะอาด (2528 : 70) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ในการเรียน โดยใช้ของจริงประกอบการสอนแบบบรรยายวิชาชีววิทยาทั่วไป ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงวิทยาลัยครูอุดรธานี โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 60 คนแบ่งเป็น 2 กลุ่มๆละ 30 คน กลุ่มที่ 1 โดยใช้ของจริงประกอบการสอน กลุ่มที่ 2 สอนแบบบรรยาย ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนที่ใช้ของจริงประกอบการสอนมีประสิทธิภาพและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 แสดงว่าการสอน โดยใช้ของจริงประกอบการสอนดีกว่าการสอนแบบบรรยาย

นิพนธ์ สุขปรีดี (2528 : 47) ได้กล่าวถึงการ ใช้ของจริงอย่างมีประสิทธิภาพว่าวัตถุรอบๆตัวเราเป็นของจริงทั้งนั้นเราอาจนำมาใช้เป็นเครื่องมือใช้ในการทดลองตลอดจนจัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาอาจกล่าวได้ว่าของจริงเหล่านี้มีมากมายแตกต่างกันออกไปซึ่งบางอย่างเราก็นเคยกับสิ่งเหล่านั้นมาแล้วจะเป็นสิ่งมีชีวิตและสิ่งไม่มีชีวิตก็ได้ทั้งสองอย่าง เช่น ดึก อาคาร ตลอดจนพืช สัตว์ และซากกระดูกต่างๆ เหล่านี้จัดเป็นวัตถุหรือของจริงทั้งสิ้น ครูต้องรู้จักใช้ของจริงเหล่านี้ให้เหมาะสม สวมกับสภาพเหตุการณ์ เพราะของจริงบางอย่างอาจมีข้อจำกัดบางประการที่ไม่สามารถนำมาใช้ในสภาพเดิมได้บางอย่างไม่สามารถเคลื่อนย้าย บางอย่างมีราคาแพงหายากและมีระบบการทำงานที่ซับซ้อน เป็นต้น

ชนินฐา ต่อมยิ้ม (2537 : ก) ได้ผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทหุ่นจำลอง เรื่อง หุ่นจำลองกายวิภาคของโคนม โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ โดยย่อส่วนจากของจริง ในอัตราส่วน 1 : 5 ส่วน

วัลลภา สุริยวิทยาเวช (2536 : ก) ได้ผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทหุ่นจำลอง เรื่อง ทางเดินอาหารและระบบกล้ามเนื้อของสุกร โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ โดยมีวัตถุประสงค์ ผลิตหุ่นจำลองเพื่อใช้ในการประกอบการเรียนการสอนสำหรับนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ทั่วไป

วิไลย์ ปวงสุข (2538 : ก) ได้ผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทหุ่นจำลอง เรื่อง อวัยวะภายในของไก่เพศผู้ ในอัตราส่วนเท่ากับของจริงโดยการใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ เป็นแม่พิมพ์หล่อด้วยปูนปลาสเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 วิธีการสร้างอุปกรณ์

การจัดทำหุ่นจำลองลักษณะภายในของ ใบพืชมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการกับการศึกษาถึง
ลักษณะภายในของใบพืช

3.2 ศึกษาเนื้อหาหลักขณะ โครงสร้างภายในของใบพืช

3.3 จัดทำคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง

3.4 ดำเนินการสร้างหุ่นจำลอง

3.5 จัดทำคู่มือการใช้หุ่นจำลอง

3.6 ผลงานที่ได้จากการทำปัญหาเศษ

3.1 ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาวิชาที่เกี่ยวข้องกับการกับการศึกษาถึงลักษณะภายในของใบพืช

จากการศึกษาพบว่า มีวิชาที่เรียนเรื่องลักษณะภายในของใบพืชหลายวิชา ได้แก่ วิชาชีววิทยา สรีระวิทยา วิทยาศาสตร์เกษตร 1 และวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช โดยแต่ละวิชา มีคำอธิบายรายวิชาดังนี้

1. วิชาชีววิทยา ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษากระบวนการเมตาบอลิซึม ทำปฏิบัติการศึกษาอัตราการหายใจการทำงานของ เอนไซม์ สารยับยั้งเอนไซม์ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมและโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนก๊าซ กับสิ่งแวดล้อม โครงสร้างของไมโทคอนเดรีย ปฏิกริยาการหายใจ แบบใช้และไม่ใช้ออกซิเจน กระบวนการหมักก๊าซชีวภาพ

ศึกษาปฏิกริยาผลผลิตและทำปฏิบัติการเกี่ยวกับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง **ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและหน้าที่ของใบพืช** ศึกษาและทำปฏิบัติการเกี่ยวกับ โครงสร้างกระบวนการและสภาวะแวดล้อมที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการลำเลียงน้ำ เกลือแร่และสารอาหารที่ใช้ในการดำรงชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้มีความเข้าใจมีทักษะกระบวนการและเจตคติทางวิทยาศาสตร์เห็นคุณค่าของวิทยาศาสตร์และนำความรู้และหลักการ ไปใช้ประโยชน์ในการรับและให้พลังงานของสิ่งมีชีวิต

2. วิชาสรีรวิทยาของพืช ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

คำอธิบายรายวิชา

ความหมายและความสำคัญของสรีรวิทยาของพืช ปัจจัยสภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อกระบวนการทางสรีรวิทยาของพืช กระบวนการเมตาบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาของพืช (เช่น การลำเลียงน้ำและอาหาร การสังเคราะห์แสงและการหายใจ การเจริญเติบโต ฮอโมนพืช และสารที่เกี่ยวข้องและอื่นๆ)

สำหรับวิชาที่กล่าวมาข้างต้นทั้งสองวิชาจะ ใช้อุปกรณ์หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช มาศึกษาเพื่อเป็นพื้นฐาน ในการศึกษาในเนื้อหาวิชาต่อไปในการเรียนกระบวนการต่างๆ เช่น กระบวนการลำเลียงน้ำและอาหาร กระบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ และความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่และ โครงสร้างของใบพืช

3. วิทยาศาสตร์ 1 ในหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.)

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาหลักเกณฑ์ในการจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็นอาณาจักร ลำดับ การจัดหมวดหมู่ ของสิ่งมีชีวิต ลักษณะโครงสร้างและหน้าที่ที่สำคัญของพืชและสัตว์ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต พันธุกรรม การคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ ฮอโมน ปัจจัยที่มีผลต่อพันธุกรรม การสืบพันธุ์และการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์ สิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ สิ่งมีชีวิตที่ให้โทษต่อพืชและสัตว์

การนำหุ่นจำลองมาใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนในวิชานี้ในส่วนของลักษณะ โครงสร้างและหน้าที่ที่สำคัญของพืช

4. เทคโนโลยีการผลิตพืช (Plant Production Technology) ในหลักสูตรปริญญาตรี

คำอธิบายรายวิชา

ความสำคัญการพัฒนาการเกษตร การจำแนกพืช โครงสร้างของพืช ความสัมพันธ์ของกระบวนการที่เกิดในพืช การวิเคราะห์ การเจริญเติบโต การพัฒนาการของพืช ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืช เทคนิคการผลิตพืช ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยกล่าวถึงพันธุ์และเมล็ดพันธุ์ การเก็บเกี่ยว ระบบการปลูกพืช การปลูกพืชหมุนเวียน การปลูกพืชแบบธรรมชาติ การปลูกพืชไร้ดิน การบังคับการเจริญเติบโต เพื่อปรับปรุงคุณภาพและเพิ่มผลผลิตพืช

การนำหุ่นจำลองมาใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนในส่วนของ โครงสร้างของพืช และความสัมพันธ์ของกระบวนการที่เกิดขึ้นในพืช

ซึ่งจะเห็นได้ว่าสังเขปรายวิชา แต่ละวิชาที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้ อุปกรณ์ หุ่นจำลองที่แสดงลักษณะภายในของใบพืช เพื่อใช้ประกอบการในการศึกษา จึงจะทำให้มีความเข้าใจเกี่ยวกับ โครงสร้างของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืชในส่วนของ ใบจึงจะเข้าใจในขบวนการต่างๆ ในการดำรงชีวิตของพืชต่อไปได้

3.2 ศึกษาเนื้อหาลักษณะโครงสร้างภายในของใบ

ใบพืชเป็นส่วนประกอบของพืชที่เกิดขึ้นพร้อมกับการแทงยอดจะติดกับกิ่งและลำต้น ใบพืชแต่ละชนิดมีการพัฒนาปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมตามดินที่กำเนิดจึงมีใบที่แตกต่างกันไป ใบของพืชลักษณะภายนอกของใบพืชจะมีสีเขียวเป็นส่วนใหญ่ใบมีหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงจะเป็นแหล่งสร้างอาหารให้แก่ส่วนอื่น ๆ ของพืชส่วนลักษณะภายในของพืชจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. อีพิดERMิส (Epidermis) มีลักษณะเช่นเดียวกับอีพิดERMิสของรากและลำต้นแต่จะพบทั้งด้านหลังใบและท้องใบ เรียกอีพิดERMิสด้านบนว่า อัปเปอร์ อีพิดERMิส (Upper Epidermis) อีพิดERMิสด้านล่าง เรียกว่า โลเวอร์ อีพิดERMิส (Lower- Epidermis) ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบปากใบเป็นจำนวนมาก ซึ่งจะพบเพียงด้านหนึ่งด้านใดของใบหรือทั้งสองด้านก็ได้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช พืชส่วนใหญ่จะมีปากใบอยู่ระดับเดียวกับเซลล์อีพิดERMิส ซึ่งมีชื่อเรียกว่า ไทพิคอลลสโตมาตา (Typical Stomata) แต่มีพืชบางชนิดที่ขึ้นในที่แห้ง จะมีปากใบต่ำกว่า อีพิดERMิส บางที่ทั้งปากใบและเซลล์อีพิดERMิสปากใบจะจมเข้าไปอยู่ในเนื้อใบด้วยเรียกปากใบลักษณะนี้ว่า ซันเคนสโตมาตา (Sunken Stomata)ในทางตรงกันข้ามปากใบของพืชที่ขึ้นในที่ๆมีน้ำมาก ปากใบจะอยู่สูงกว่าระดับเซลล์อีพิดERMิสทั้งนี้เพื่อช่วยให้น้ำระเหยได้เร็วขึ้นและมากขึ้น เรียกปากใบชนิดนี้ว่าเรซด์ สโตมาตา (Raised Stomata)

2. เนื้อเยื่อเมโซฟิลล์ (Mesophyll) คือเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างอีพิดERMิสทั้งสองด้าน จะประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างที่ต่างกัน 2 ชนิดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) พาลีเสด พาเรนไคมา (Palisade Parenchyma) เรียงตัวกันชิดมาก ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์

2.) สpongจี พาเรนไคมา (Spongy Parenchyma) เป็นส่วนที่ถัดลงมาจากพาลีเสด เซลล์อยู่ติดกับอพิเคอร์มีสด้านต่างๆประกอบด้วยเซลล์พาเรนไคมาที่มีรูปร่างไม่แน่นอนมาเรียงตัวกันอย่างหลวมๆเกิดช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นจำนวนมาก ซึ่งมีประโยชน์ในการผ่านเข้าออกของก๊าซ ภายในมีคลอโรพลาสต์เช่นเดียวกัน แต่มีปริมาณที่น้อยกว่าพาลีเสดเซลล์

3.กลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร หรือ เส้นใบ (Fibrovascular Bundle or Leaf Vein) ประกอบด้วย

1.) แผ่นหุ้มมัดหรือบัลเคลชีท (Bundel Sheath) ซึ่งเป็นเซลล์เคลอเรนไคมาหรือพาเรนไคมาหรือทั้งสองชนิดล้อมรอบท่อน้ำ ท่ออาหารเอาไว้เรียกบัลเคลชีทหรือบอเคอร์พาเรนไคมา (Border Parnchyma)

2.) ท่อน้ำ หรือ ไซเลม (Xylem) ข้างในประกอบด้วยเทรติคัลสันๆ

3.) ท่ออาหาร หรือ โฟลเอม (Phloem) จะมีคอมพาเนียนเซลล์ขนาดใหญ่กว่า

3.3 คำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง

เรื่อง หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช (Model of Leaf Inside Characteristics)

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
	บทนำ	ใบพืชมีหน้าที่สำคัญในการสังเคราะห์อาหารเพื่อนำไปเลี้ยงส่วนต่างๆของพืชและการให้ผลผลิตของพืชลักษณะโครงสร้างภายในของใบมีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์อาหารและนำอาหารที่สังเคราะห์แล้วไปยังส่วนอื่นๆของพืช โครงสร้างภายในของใบ จะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังนี้
1.	ผิวใบ (Cutin Layer or Cuticle)	อยู่ชั้นนอกสุดของใบมีหน้าที่ป้องกันการระเหยของน้ำในใบจะมีลักษณะไม่เรียบใบบางชนิดผิวใบจะมีขนยื่นออกมาผิวใบจะเป็นที่อยู่ของปากใบผิวใบจะมีลักษณะเป็นเยื่อบางๆใบบางชนิดจะมีลักษณะเป็นมันคล้ายกับมีไขมาเคลือบไว้ซึ่งผิวใบนี้จะประกอบด้วยเนื้อเยื่ออพิเคอร์มีส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
2.	อีพิดอร์มีส (Epidermis)	มีลักษณะเช่นเดียวกับอีพิดอร์มีสของรากและลำต้นจะพบทั้งด้านหลังใบและท้องใบเรียกอีพิดอร์มีสด้านบนว่า อัปเปอร์ อีพิดอร์มีส (Upper Epidermis) ด้านล่างเรียกว่า โลเวอร์ อีพิดอร์มีส(Lower Epidermis)
3.	ปากใบ (Stomata)	ปากใบพืชส่วนใหญ่อยู่ระดับเดียวกับเซลล์อีพิดอร์มีส มีชื่อเรียกเฉพาะว่า ไทพิคอล สโตมาตา(Typical Stomata) แต่พืชบางชนิดที่ขึ้นในที่แห้งจะมีปากใบอยู่ในระดับต่ำกว่าเซลล์อีพิดอร์มีสหรือบางที่ทั้งปากใบและเซลล์อีพิดอร์มีสอยู่ใกล้ๆกันปากใบจมเข้าอยู่ในเนื้อเยื่อด้วยเรียกปากใบลักษณะนี้ว่า ซันเคนสโตมาตา (Sunken Stomata)ในทางตรงกันข้ามปากใบของพืชที่ขึ้นในที่ที่มีน้ำมากปากใบจะอยู่สูงกว่าระดับเซลล์อีพิดอร์มีสทั้งนี้เพื่อให้ น้ำระเหยได้เร็วขึ้นและมากขึ้นเรียกปากใบชนิดนี้ว่า เรซด์ สโตมาตา (Raised Stomata) ปากใบจะประกอบด้วย การ์ดเซลล์(guard cell) และ รูปากใบ (pore)
4.	การ์ดเซลล์ (Guard Cell)	มีลักษณะคล้ายเมล็ดถั่วหรือไตที่ผ่าข้างมาวางชิดกัน จะเป็นตัวปิดเปิดให้น้ำในใบระเหยออกไปถ้าอากาศร้อนพืชจะควบน้ำมากมาหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆของพืชและใบปากใบจะเต่งทำให้รูปากใบเปิดออกน้ำก็จะถูกคายออกไป แต่ถ้าตรงกันข้ามถ้าพืชขาดน้ำไม่มีน้ำมาหล่อเลี้ยงก็จะทำให้ปากใบของพืชเหี่ยวลงก็ทำให้ปากใบนั้นปิดไป
5.	รูปากใบ (Pore)	จะเกี่ยวข้องกับการ์ดเซลล์คือเป็นรูอยู่ระหว่างการ์ดเซลล์ทั้งสองเป็นช่องทางการระเหยออกของน้ำและการซึมเข้าของน้ำทางปากใบตรงรูปากใบนี้ข้างในจะมีช่องว่างเป็นทางผ่านของน้ำและอากาศในขณะที่พืชคายน้ำและหายใจ
6.	คลอโรพลาสต์ (Chloroplasts)	เป็นเม็ดสีเขียวๆลอยอยู่ในไซโตพลาสซึม(Cytoplasm) พบมากในส่วนของพืชที่มีสีเขียวในใบพบอยู่ตามเซลล์ของใบจะพบได้ในเซลล์ปากใบ สปองจี เซลล์ พาเลสค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
		เซลล์ และแผ่นหุ้มมัด มีหน้าที่ในการสังเคราะห์แสงสร้างอาหารแก่พืช
7.	นิวเคลียส (nucleus)	เป็นตัวควบคุมระบบต่างๆของเซลล์และเป็นจุดศูนย์กลางของเซลล์ด้วยในทุกเซลล์จะมีนิวเคลียสอยู่
8.	เมโซฟิลล์(Mesophyll)	คือเนื้อเยื่อที่อยู่ระหว่างอีพิเคอร์มิสทั้งสองด้านใบพืชบางชนิดส่วนนี้จะประกอบด้วยคลอโรพลาสต์ที่มีรูปร่างคล้ายคลึงกันมาเรียงตัวกันหลวมๆเพียงชนิดเดียวแต่พืชส่วนใหญ่แล้วบริเวณนี้จะประกอบด้วยเซลล์ที่มีรูปร่างต่างกัน 2 ชนิดคือ พาไลเสด (palisade parenchyma) และสปองจี (spongy parenchyma)
9.	พาไลเสด(Palisade Parenchyma,Palisade Mesophyll)	เป็นเซลล์ที่มีรูปร่างยาวแคบๆมาเรียงตัวกันติดกับอีพิเคอร์มิสด้านบนในแนวตั้งฉาก ไม่มีช่องว่างระหว่างเซลล์ข้างในมีคลอโรพลาสต์จำนวนมาก
10.	สปองจี(Spongy parenchyma)	เป็นส่วนอยู่ถัดลงมาจากพาไลเสดเซลล์อยู่ติดกับอีพิเคอร์มิสด้านล่างประกอบด้วยเซลล์พาเรเนไคมาที่ไม่แน่นอนมาเรียงตัวกันหลวมเกิดช่องว่างระหว่างเซลล์เป็นจำนวนมากซึ่งมีประโยชน์ในการผ่านเข้าออกของก๊าซ ภายในเซลล์มีคลอโรพลาสต์ เช่นเดียวกันแต่มีในปริมาณที่น้อยกว่าพาไลเสดเซลล์
11.	เส้นใบ , กลุ่มท่อน้ำท่ออาหาร (Leaf vein or Fibrovasculabundle)	ประกอบด้วยไซเลม และโฟลเอ็ม มีลักษณะต่างๆดังต่อไปนี้คือแผ่นหุ้มมัด (bundle sheath) ท่อน้ำ (xylem) ท่ออาหาร (phloem)
12.	แผ่นหุ้มมัด (bundle Sheath)	เป็นเซลล์ที่มาเรียงตัวจับกันแน่นรอบๆท่อน้ำท่ออาหาร
13.	ท่อน้ำ (Xylem)	เป็นท่อน้ำที่ใช้ลำเลียงน้ำ จะอยู่รอบนอกของท่ออาหารจะมีลักษณะเป็นท่อที่มีขนาดเล็กกว่า
14.	ท่ออาหาร (Phloem)	เป็นท่ออาหารใช้ลำเลียงแร่ธาตุต่างๆจะอยู่ข้างในถัดจากท่อน้ำจะมีเซลล์ขนาดใหญ่กว่าท่อน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับที่	รายการ	คำบรรยาย
15.	ช่องว่างระหว่างเซลล์ (Cellular Spaces)	ลักษณะเป็นช่องว่างระหว่างเซลล์ ส่วนมากจะปรากฏให้เห็นในเซลล์ของ สปองจี พาเรนไคมา จะมีรูปร่างไม่แน่นอนมาเรียงตัวกันหลวมๆจึงเกิดช่องว่างระหว่างเซลล์ขึ้น ช่องว่างระหว่างเซลล์นี้มีประโยชน์ในการผ่านเข้าออกของก๊าซ

3.4 คำเนิกรสร้างหุ่นจำลอง

3.4.1 วัสดุอุปกรณ์ในการสร้างหุ่นจำลอง

ก. วัสดุที่ใช้ทำ

1. ปูนปลาสเตอร์
2. ดินเหนียว
3. ชุบน้ำยาเรซิน
4. สีพลาสติกพร้อมน้ำยาล้างแปลง
5. น้ำยาเคลือบเงา
6. ขางพารา
7. กาวลาเทกซ์
8. ไม้กระดาน(ไม้อัด)

ข. อุปกรณ์ที่ใช้ทำ

1. ถ้วยตวง
2. ถังน้ำขนาด 20 ลิตร
3. กาละมัง
4. เทปวัด
5. เครื่องมือแกะสลักตกแต่ง
6. แปรงทาสี
7. สีสอน
8. สีว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 วิธีการสร้างหุ่นจำลองลักษณะภายในของใบพืช

1. ศึกษาหลักสูตรเนื้อหาวิชา ที่สอน ในเรื่อง โครงสร้างภายในของใบพืชในระดับต่างๆ ได้แก่ มัธยมศึกษาตอนปลาย ปวช. ปวส.และปริญญาตรี ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้อง
2. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการผลิตสื่อประเภทหุ่นจำลอง
3. ดำเนินการสร้างหุ่นจำลองดังนี้

3.1 ออกแบบหุ่นจำลอง พร้อมปรับปรุงแก้ไข

1.) ออกแบบจำลองจากภาพในหนังสือ (brandwein Paul F. "life" 1972 : 1230 - 131) ที่ถ่ายจากของจริงจากภาพกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 1000 เท่า

2.) จากภาพในหนังสือวัดได้ขนาดประมาณ 6x5x7 ซม. ทำการขยายมาตราส่วนจากภาพในหนังสือเป็น 1 : 5 ซม. จะได้ขนาดเป็น 30x25x35 ซม.

3.2 ดำเนินการลงมือสร้างหุ่นจำลองตามแบบพร้อมปรับปรุงแก้ไขให้ถูกต้อง

ก. หล่อแม่พิมพ์ตามแบบ

- 1.) นำดินเหนียวขึ้น โครงร่างแม่พิมพ์ตามแบบ (Lay -out) ที่กำหนดไว้
- 2.) โดยใช้ไม้กระดาน ไม้อัดขนาด 1x2 ฟุต จำนวน 4 แผ่น เป็นโครงแบบ
- 3.) ทำการปั้นหุ่นแม่ตาม (Lay Out) ที่กำหนดไว้ให้ได้ขนาดรูปร่างตามต้องการให้เสร็จสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะใส่รายละเอียดลงไปได้ให้มากที่สุด
- 4.) หล่อแม่พิมพ์ โดยใช้ปูนปลาสเตอร์ผสมกับน้ำ เท่ากับ 3 : 1 แล้วนำมาประกบลงบนหุ่นแม่พิมพ์จนหนาพอประมาณ 1-2 ซม. แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง ประมาณ 2-3 ซม.
- 5.) ทำการหยายชั้นงานขึ้น เอาตัวชุด หุ่นแม่พิมพ์ที่เป็นดินเหนียวออกให้หมด ก็จะได้แบบแม่พิมพ์ปูน พร้อมทั้งจะทำการหล่อพิมพ์ได้ต่อไป

ข. การหล่อหุ่นจำลอง

- 1.) โดยใช้วาสลินทาลงในผิวด้านในของแม่พิมพ์ให้ทั่วพื้นผิว เพื่อกันปูนติดกัน
- 2.) ใช้ปูนปลาสเตอร์ผสมกับน้ำเท่ากับ 3 : 1 ผสมให้เข้ากันดีแล้ว หล่อลงบนแม่พิมพ์ให้เต็ม ทิ้งไว้ให้ปูนแข็งตัว 6-8 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค. การแกะพิมพ์

- 1.) โดยใช้หม้อนไม้กับสีก้อยๆ แกะปูนที่เป็นแม่พิมพ์ออก โดยการกระแทะให้ปูนหลุด ขั้นตอนนี้ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อมิให้ส่วนใดของชิ้นงานได้รับความเสียหาย
- 2.) ทำการตกแต่งชิ้นงานโดยการแกะ และแต่งเติมด้วยปูนในส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ และขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ละเอียดให้ผิวชิ้นงานเรียบ

ง. การหล่อเรซิน

- 1.) ทำการหล่อเรซิน ส่วนที่เป็นเซลล์ปากใบของพืชเพื่อให้เห็นส่วนของโครงสร้างที่จัดแสดงภายในของเซลล์ เพราะเรซินเป็นวัสดุที่ใส
- 2.) ทำบล็อกเรซินด้วยไม้กระดาน ไม้อัด ขนาด 9x9x12 ซม. หาซิลิโคนอุดรอยต่อไว้ ป้องกันซึม
- 3.) ทำการเทน้ำยาเรซินลงไป ในบล็อกที่เตรียมไว้ และใช้น้ำยาทำแข็งหยดลงไป 1-2 หยด แล้วปล่อยให้แห้งให้แข็งตัว 10-15 นาที

จ. การใช้สีและการตกแต่ง

- 1.) ใช้กระดาษทรายลบมุมหรือส่วนที่ไม่ต้องการของชิ้นงานออก
- 2.) ลงสีด้วยสี พลาสติกและตัดเส้นด้วยหมึกอินเดียอินคิง (indian ink) เพื่อให้เห็นความคมชัดของอวัยวะ โครงร่าง
- 3.) สเปรย์ทึบด้วยสีน้ำมันเคลือบเงา เพื่อป้องกันการหลุดของสีและความสวยงามของชิ้นงาน

3.5 จัดทำคู่มือการใช้หุ่นจำลอง

3.5.1 คู่มือการใช้และคำอธิบาย

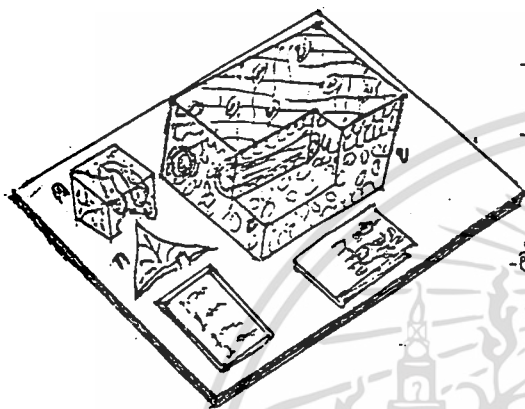
การใช้อุปกรณ์ชิ้นนี้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1. ผู้สอนควรทำความเข้าใจกับเนื้อหาในวิชาที่สอน และคู่มือการใช้ก่อนการสอน
2. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับตัวอุปกรณ์ให้เข้าใจก่อนว่าจุดไหนคืออะไรก่อนการสอน
3. เวลาสอนควรสอนตามลำดับดังในคู่มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อสอนเสร็จแล้วควรให้นักเรียนได้ดูภาพของจริงจากการตัดส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอุปกรณ์ จะทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

5. ควรประเมินผลหลังการสอนด้วยการให้ผู้เรียนบอกรายละเอียดหรือจำได้ว่าส่วนไหนเรียกว่าอะไร มีหน้าที่อย่างไร โดยผู้สอนควรปิดคำอธิบายบนหุ่นจำลอง



ภาพที่ 3.1 แสดงชุดอุปกรณ์

ชุดอุปกรณ์

-อักษร ก แสดงใบพืชที่ตัดส่วนมา

-อักษร ข แสดงลักษณะภายในของใบ

ในส่วนตัดจาก อักษร ก

-อักษร ค แสดงตัวเซลล์ปากใบที่ขยาย

จากส่วนของอักษร ข เพื่อ

แสดงส่วนของโครงสร้าง

ให้เห็นชัดเจนขึ้น

3.6 ผลงานที่ได้จากการทำปัญหาพิเศษ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ได้อุปกรณ์ในลักษณะของหุ่นจำลองดังนี้

3.6.1 หุ่นจำลองปูนปลาสเตอร์แสดงโครงสร้างภายในของใบในแนวยาว (Long section) และแนวตัดขวาง (Cross section) โดยสามารถมองเห็นส่วนของ Upper epidermis , Mesophyll , Palisade , Spongy , Cellular spaces , Leaf vein fibrovascular bundle , Bundle sheath , Chloroplasts , Xylem , Phloem และ Lower- epidermis

3.6.2 หุ่นจำลองเรซินแสดงโครงสร้างของปากใบสามารถมองเห็น Guard cell , Stomata , Pore , Chloroplasts , Nucleus , และ Substomatal air spaces

3.6.3 คู่มือการใช้ 1 เล่ม

โดยหุ่นจำลองทั้งหมดจัดวางอยู่บนไม้อัดบุด้วยผ้ากำมะหยี่สีแดง วางบนชั้นเหล็กที่สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยล้อเลื่อน

3.6.4 การนำอุปกรณ์ไปใช้ประกอบการสอน สามารถกระทำได้ด้วยหลายวิธี แล้วแต่ผู้สอนจะพิจารณา เช่น ใช้ประกอบการสอนบรรยายโดยครูชี้ให้ผู้ประกอบไปด้วย หรืออาจจะให้นักเรียนมาศึกษาใกล้ชิดหลังจากฟังบรรยายไปแล้ว หรืออาจจะให้นักเรียนได้ดูศึกษาก่อนไปดูจากกล้องจุลทรรศน์ และหรือสามารถใช้ประเมินผลหลังการเรียนการสอนด้วยการปิดคำบรรยายแล้วให้ผู้เรียนบอกรายละเอียดหรืออธิบาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุป

ในการจัดทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทหุ่นจำลองเรื่อง หุ่นจำลองแสดงลักษณะภายในของใบพืช (MODEL OF LEAF INSIDE CHARACTERISTICS) เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนวิชา ชีววิทยา ในระดับมัธยมปลาย สตรีวิทยาของพืช วิทยาศาสตร์ 1 ในระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง(ปวส.) ประเภทวิชาเกษตรกรรม และวิชา เทคโนโลยีการผลิตพืช ในระดับชั้นปริญญาตรี ซึ่งมีขอบเขตเนื้อหาครอบคลุมในส่วนของเรื่องของใบพืชจัดทำคำบรรยายประกอบภาพ การดำเนินการเริ่มจากการศึกษาเนื้อหาวิชาที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่องลักษณะภายในของใบพืช ศึกษาเกี่ยวกับขบวนการหรือวิธีการทำหุ่นจำลองโดยวิธีการหล่อปูนปลาสเตอร์การหล่อพิมพ์ และศึกษาวิธีการหล่อเรซิน การตกแต่งและการใช้สี

เมื่อศึกษารายละเอียดข้างต้นแล้วเริ่มจัดเตรียมอุปกรณ์ออกแบบวางแผน ดำเนินการตามแผน จัดทำหุ่นแม่พิมพ์หล่อพิมพ์ ตกแต่งลงสีให้สวยงาม ตรวจสอบความบกพร่องแล้วทำการแก้ไขก่อนการเคลือบด้วยสเปรย์เคลือบเงาและจัดทำฐานรองรับชิ้นงานพร้อมกับตู้พลาสติกใสที่สามารถเปิดดูได้โดยการยกประกอบได้จากนั้นจัดทำในภาคเอกสารประกอบหุ่นจำลองพร้อมคู่มือการใช้และคำบรรยายประกอบหุ่นจำลอง 1 เล่ม นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและคณะกรรมการพิจารณาปัญหาพิเศษ

ผลการจัดทำปัญหาพิเศษ ได้หุ่นจำลองที่ทำจากปูนปลาสเตอร์และเรซินแสดงลักษณะภายในของใบในแนวยาว (Long section) และแนวตัดขวาง (Cross section) ของใบพืช 1 ชุด แสดงลักษณะภายในของใบที่สามารถมองเห็นส่วนของ Upper epidermis , Guard cell, Pore , Mesophyll , Palisade , Spongy Cellular spaces, Leaf vein fibrovascular bundle , Bundle sheath , Chloroplasts , Xylem , Phloem , และ Lower epidermis พร้อมคู่มือการใช้ 1 เล่ม

ในการทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนในรูปแบบของหุ่นจำลองที่มีอัตราส่วนที่ขยายให้ใหญ่กว่าของจริง 5,000 เท่า เพื่อนำไปประกอบการสอนให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นต้องขึ้นอยู่กับการวินิจฉัยของผู้ใช้โดยต้องทำการศึกษาคู่มือการใช้และอ่านคำบรรยายประกอบหุ่นจำลองให้เข้าใจเสียก่อนและควรระลึกเสมอว่าหุ่นจำลองชุดนี้เป็นเพียงอุปกรณ์ที่ช่วยในการถ่ายทอดความรู้อย่างหนึ่ง

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้น เป็นสิ่งที่เปลี่ยนแปลงสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม หรือทำให้เรื่องที่มีความยุ่งยากซับซ้อนให้เป็นเรื่องที่ยั่งยืนต่อการจดจำของผู้เรียน นอกจากนี้การใช้หุ่นจำลองให้บรรลุวัตถุประสงค์นั้นก็ควรใช้ร่วมกับการสอนอย่างอื่น ๆ ด้วย เช่น การสอนแบบบรรยาย การสอนแบบค้นคว้าทดลอง เป็นต้น จึงจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากยิ่งขึ้น จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโสตทัศนศึกษาพบว่า อุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนมีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการพัฒนาประสิทธิภาพของการเรียนการสอน

4.2 ปัญหา

ในการจัดทำอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนเรื่องหุ่นจำลองลักษณะภายในของใบพืช พบปัญหาดังนี้

1. การทำหุ่นจำลองด้วยปูนปลาสเตอร์ เมื่อทำการหล่อพิมพ์ไม่สามารถเต็มรายละเอียดได้หมด เนื่องจาก การขึ้นแบบแม่พิมพ์ละเอียดมากแล้วเวลาหล่อแบบจะแกะออกยากและเนื้อปูนไม่สามารถซึมเข้าไปในรูที่มีรายละเอียดขนาดเล็กนั้นได้
2. ผู้ทำปัญหาพิเศษขาดประสบการณ์การหล่อหุ่นจำลองให้มีขนาดพอเหมาะและลึบประมาณ เรื่องน้ำหนักหุ่นจำลองจึงออกมาใหญ่และมีน้ำหนักมาก
3. การจัดทำหุ่นจำลองผู้จัดทำยังไม่เคยมีประสบการณ์ในการทำชิ้นงานบางส่วนทำการลองผิดลองถูกทำให้เสียเวลาและเงินทุนมาก

4.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษารายละเอียดขั้นตอนการทำหุ่นจำลองด้วยปูนปลาสเตอร์ให้ดีและต้องออกแบบรายละเอียดให้มากที่สุด
2. ต้องคำนวณขนาดให้พอเหมาะและหาทางแก้ไขเรื่องน้ำหนัก
3. ต้องปรึกษาที่ปรึกษาบ่อย ๆ
4. ควรนำอุปกรณ์ชุดนี้ไปทดลองใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอนและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้หุ่นจำลองเป็นอุปกรณ์ประกอบการสอน

บรรณานุกรม

- กาญจนา สาลีคีรี, 2523 พฤษศาสตร์ทั่วไป กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ โอ เอส เพรินติ้งเฮาส์
- ขนิษฐา ต่อมยิ้ม , 2537 “หุ่นจำลองกายวิภาคของโคนม”. ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรม
บัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- จิรพันธ์ สมประสงค์, 2533 การสร้างสรรค์ปฏิมากรรมจากปูนปลาสเตอร์ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
 โอเดียนสโตร์.
- ชัยงค์ พรหมวงศ์, 2523 เทคโนโลยีและการสื่อสารการศึกษา กรุงเทพฯ : สุโขทัยธรรมมาธิราช
 มหาวิทยาลัย.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ, 2525 หลักการทฤษฎีเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางการศึกษา กรุงเทพฯ :
 โรงพิมพ์ เรือนขวัญแก้วการพิมพ์.
- นิพนธ์ สุขปรีดี, 2528 โสตทัศนศึกษา กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ แพรววิทยา.
- นันทนา อิ่มสะอาด, 2528 ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์โสตทัศนศึกษา ม.ป.ท.
- เป็รื่อง กุมท, 2528 การพัฒนาโสตทัศนศึกษา กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ มิตรสยาม
- พิชิต เหลี่ยมพิพัฒน์, 2524 เกลือบรูปพลาสติก กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ มิตรนราการพิมพ์
- พฤทธิพงษ์ เล็กศิริรัตน์, 2536 การออกแบบสื่อการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์โอเดียนส
 โตร์.
- มาลินี จุฑารพ, 2537 จิตวิทยาการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ทิพบริสุทธิ
- รุ่งโรจน์ พรานนก. 2535. คู่มือการทำเรซิน. ม.ป.ท. (อัครสำเนา)
- วิรุฬห์ ลีลาพฤษ, 2530 เทคโนโลยีการศึกษาวาสตสื่อสารการเรียนการสอน กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์
 วัฒนาพานิชน์ จำกัด.
- วิไลย์ ปวงสุข, 2538 “หุ่นจำลองเรื่องอวัยวะภายในของไก่เพศผู้”. ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรม-
กรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- วัลลภา สุริยวิทยาเวช, 2536 “หุ่นจำลองเรื่องระบบทางเดินอาหารและระบบกล้ามเนื้อ”. ปัญหา
พิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
กรรม สจล.

วันเพ็ญ ภูมิจันทร์, 2534 พฤษศาสตร์ กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ โอเอส เพรินติ้งเฮาส์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

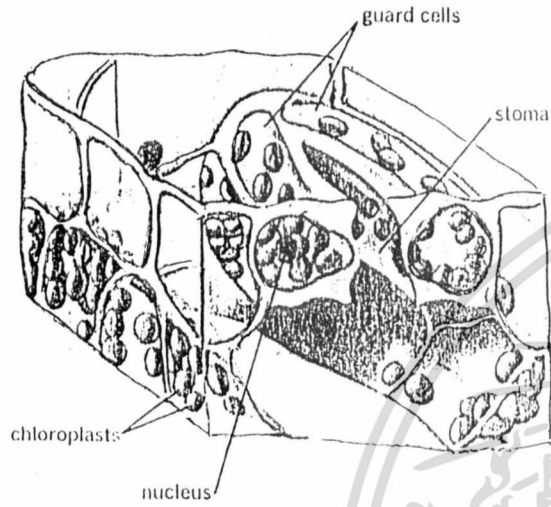
- วัลลภ พงษ์เย็น, 2531 “พฤกษศาสตร์ มะม่วง กลิ้วย และส้มโอ” ปัญหาพิเศษครุศาสตร์อุตสาหกรรม-
กรรมบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- สมเชาว์ เนตรประเสริฐ, 2526 สื่อการสอน กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย
- สมบุญ เศรษฐินุญรัตน์, 2536 สรีรวิทยาของพืช กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ ร้านธรรมบัณฑิต
- สาคร รัตนโชติ และ วิศิษฐ ศิริสัมพันธ์, 2525 การออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะ กรุงเทพฯ :
โรงพิมพ์ โอเอส พรินต์เฮาส์
- สุนทรีย์ ยิ่งชัชวาลย์, 2535 พฤกษศาสตร์ในระบบดิน-พืช นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
- โอวาท พูลศิริ, 2525 โสตทัศนศึกษา กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- Brandwein Paul F. et. al., 1972 Life New York.: Harcourt Brace Jovanovich Inc.
- Elliott Weier T. et. al., 1970 Botany New York. : John Wiley & Sons Inc.
- Rost Thomas L. et. al., 1979 Botany New York. : John Wiley & Sons Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



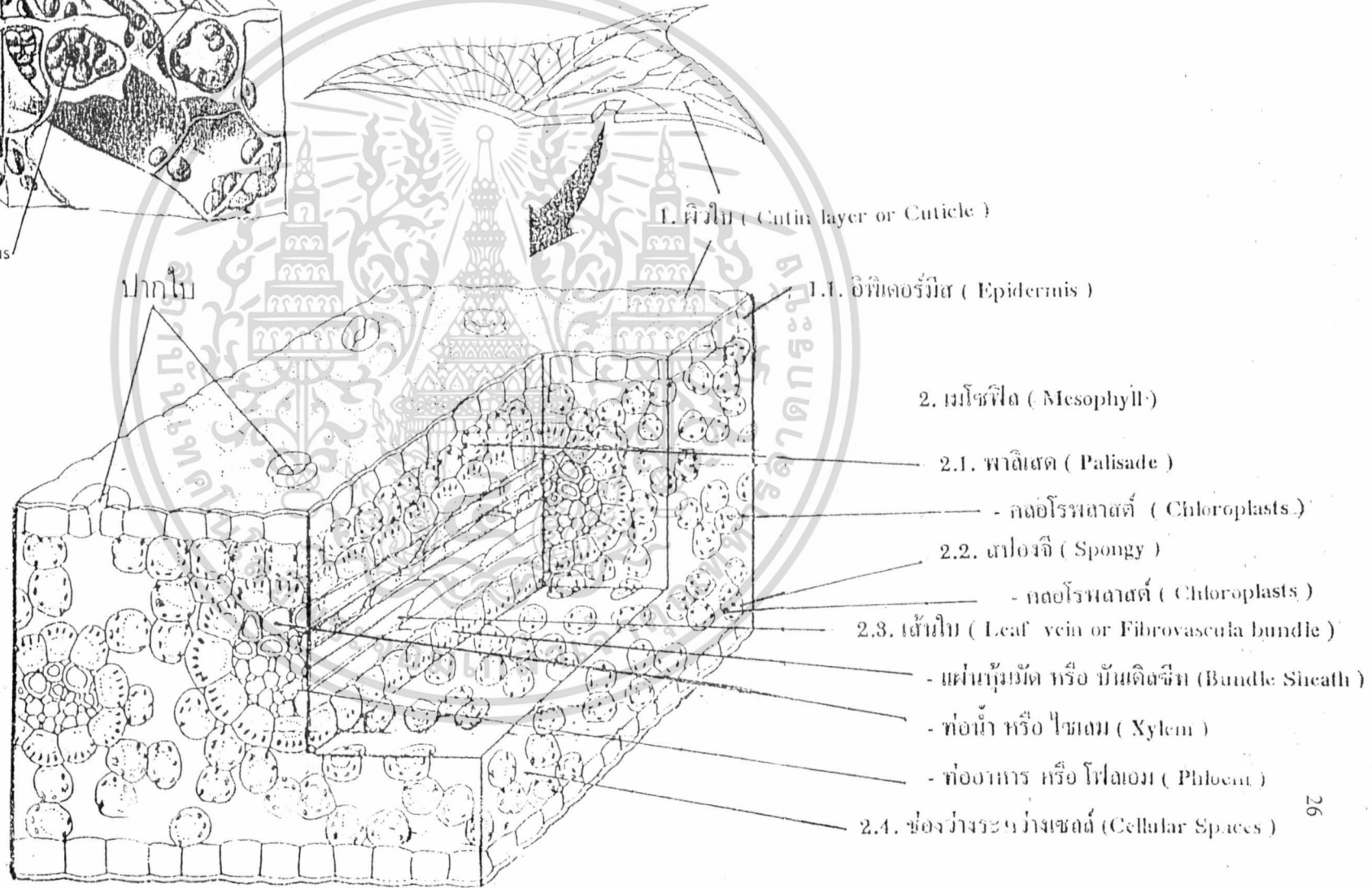
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STOMA AND GUARD CELLS



ตัดผ่า

MODEL OF LEAF INSIDE CHARACTERISTICS



(จาก Braundwein Paul F. "Life" 1972 : 130-131)
 ภาพที่ 1 ภาพแนวราบแสดงลักษณะภายในของใบพืช



ภาพที่ 2 ภาพแสดงอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการดำเนินการ



ภาพที่ 3 ภาพแสดงปูนปลาสเตอร์ที่ใช้หล่อแบบพิมพ์และหุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ภาพแสดงชุดน้ำยาเรซิน



ภาพที่ 5 ภาพแสดงแม่พิมพ์ที่ขึ้น โครงร่างด้วยดินเหนียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการหล่อแม่พิมพ์ทูปด้วยปูนปลาสเตอร์



ภาพที่ 7 ภาพแสดงแม่พิมพ์ปูนปลาสเตอร์ที่หล่อเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

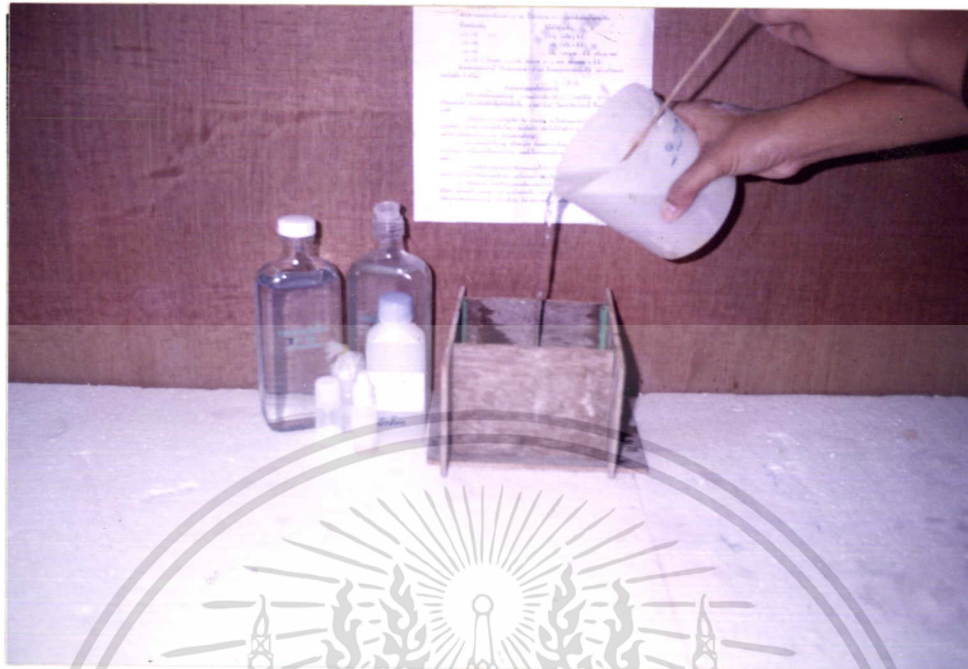


ภาพที่ 8 ภาพแสดงการทำวาสลิน ก่อนการหล่อหุ่นเพื่อเป็นตัวหล่อดิน



ภาพที่ 9 ภาพแสดงการแกะพิมพ์ออกจากแม่พิมพ์ปูนด้วยการทุบแบบออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 10 ภาพแสดงการหล่อเรซินเซลล์ปากใบ



ภาพที่ 11 ภาพแสดงการหล่อเรซินเซลล์ปากใบที่สำเร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

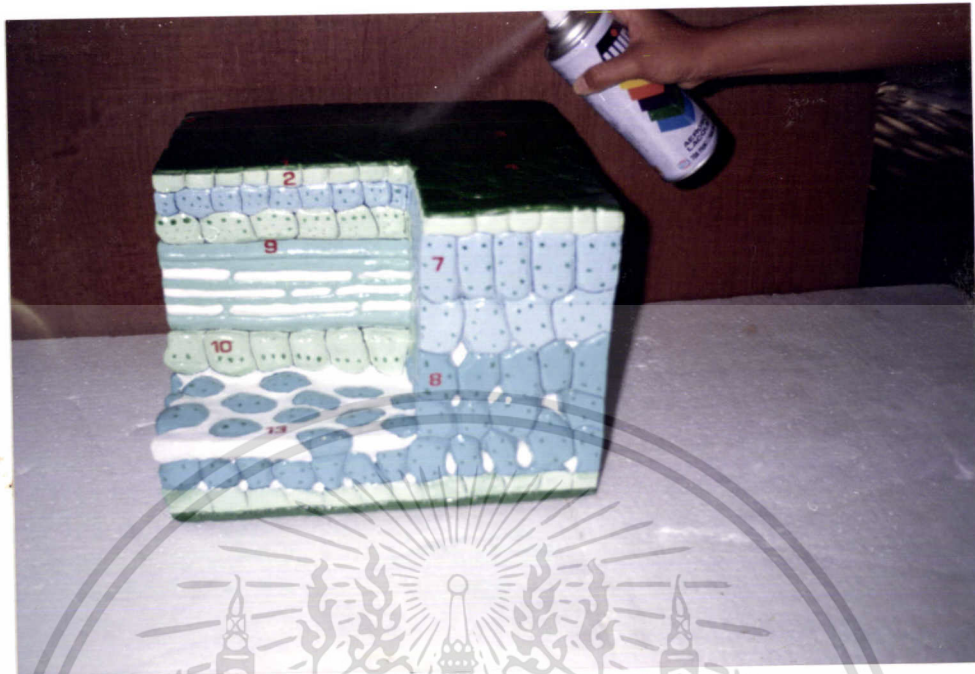


ภาพที่ 12 ภาพแสดงสีพลาสติกและสีสเปรย์

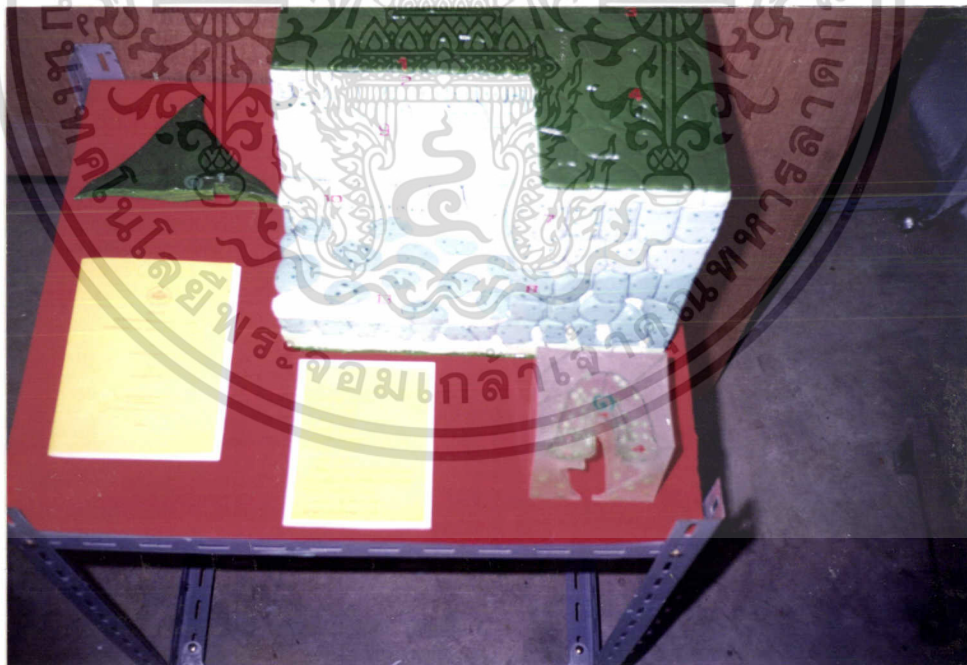


ภาพที่ 13 ภาพแสดงการลงสีตัวหุ่นจำลองด้วยสีพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 14 ภาพแสดงการสเปรย์สีน้ำเงินลงบนใบไม้จริง



ภาพที่ 15 ภาพแสดงชุดอุปกรณ์ที่สร้างเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้