



# ปัญหาพิเศษ

## เรื่อง

วิธีตีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
**VCD FOR TEACHING ABOUT PLANT TISSUE CULTURE**

โดย

นายจिरพงศ์ ชาซง

นายสมโภช เบี้ยกระโทก

ปีการศึกษา 2547

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

วิธีตีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
VCD FOR TEACHING ABOUT PLANT TISSUE CULTURE



ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร- การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

ร.พ.

๑๖๕๖๑ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

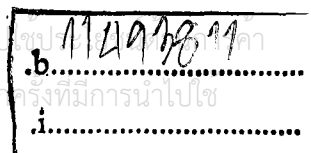
๒๕๔๗

ปีการศึกษา ๒๕๔๗

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... 58839

วัน,เดือน,ปี..... 10 ก.ย. 2549



## บทคัดย่อปัญหาพิเศษ

ปีการศึกษา 2547

**ชื่อเรื่อง** วิธีดีวีซีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช  
VCD for Teaching about Plant Tissue Culture

**ชื่อ - สกุล** นายจิรพงศ์ ชาชง  
นายสมโภช เบี้ยกระโทก

**สาขาวิชา** เทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช      ภาควิชา วิศวกรรมเกษตร

**คณะ** วิศวกรรมศาสตร์

**อาจารย์ที่ปรึกษา** ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันที โชติสกุล

### บทคัดย่อ

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนประเภทวีซีดีเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อเป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนในวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (03610133) หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช (ต่อเนื่อง 2 ปี) ซึ่งเป็นวิชาเลือกในกลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยมุ่งให้นักศึกษาได้เกิดความรู้ความเข้าใจในเรื่องของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในภาพรวมทั้งหมด

การดำเนินการผลิตวีซีดีเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีขั้นตอนดังนี้ คือ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรของวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และการผลิตวีซีดี เขียนบทสำหรับการผลิตวีซีดี ประสานงานและขอความอนุเคราะห์การใช้สถานที่ในการถ่ายทำวีดิทัศน์ ที่ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร จังหวัดชลบุรี (พันธุ์พืชเพาะเลี้ยง) โดยมีผู้อำนวยการศูนย์ฯ และคุณบัณฑิต สายทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการถ่ายวีดิทัศน์ จากนั้นทำการตัดต่อภาพและบันทึกเสียง ประเมินผลด้านเนื้อหา และด้านการผลิต ตรวจสอบแก้ไข และจัดทำภาคเอกสารเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะในการผลิตสื่อประกอบการสอนประเภทวีซีดี คือ บทของวีซีดีที่จัดทำขึ้นควรสั้น และกระชับ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย รวดเร็ว ไม่เกิดความเบื่อหน่าย ภาพและเสียงบรรยายควรมีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กัน สื่อความหมายไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว การบันทึกภาพและเสียงลงแผ่นวีซีดี ภาพที่ได้จะมีคุณภาพลดลงจากภาพวิดีโอปกติ ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหาของผู้ที่สนใจในการผลิตวีซีดี ควรใช้กล้องที่มีความละเอียดสูง เพื่อให้ภาพของวีซีดีออกมาชัดเจนยิ่งขึ้น



## กิตติกรรมประกาศ

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง วิธีตีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สำเร็จได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือ และความกรุณาจากบุคคลากรหลายท่าน ผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์วันที โชติสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำต่าง ๆ ซึ่งแจ่มชัดพร้อม เสียสละเวลาอันมีค่ายิ่ง และเป็นທີ່ปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด ซึ่งผู้จัดทำปัญหาพิเศษขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ทำให้ปัญหาพิเศษนี้เสร็จสมบูรณ์ บรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณเสริมพงศ์ รัชชสิน ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาการเพาะเลี้ยงและจัดการพันธุ์พืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้าเกษตร ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการอนุญาตให้ใช้ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพเกษตรกร จังหวัดชลบุรี(พันธุ์พืชเพาะเลี้ยง) เป็นสถานที่ที่ใช้ในการถ่ายทำวีดิทัศน์

ขอขอบพระคุณคุณอำนาจ ธรรมวิชญ์ ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชลบุรี(พันธุ์พืชเพาะเลี้ยง) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมเพื่อสถานที่ และอำนวยความสะดวกในการถ่ายทำวีดิทัศน์

ขอขอบพระคุณ คุณบัณฑิต สายทอง นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร 5 ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ช่วยให้การปรึกษาในด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ช่วยประเมินคุณภาพ ซึ่งแจ่มชัดพร้อม และแนวทางแก้ไขในส่วนของเนื้อหาของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการถ่ายทำวีดิทัศน์

ขอขอบพระคุณพี่วัชรินทร์ คงพิบูลย์ นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการผลิตวีซีดี ช่วยประเมิน ซึ่งแจ่มชัดพร้อม และแนวทางแก้ไขในส่วนขั้นตอนการผลิตวีซีดี

ขอขอบพระคุณพี่คุณณัฐพันธ์ ขวงเอี่ยมโย นักวิชาการโสตทัศนศึกษา ที่ช่วยให้ความช่วยเหลือในด้านขั้นตอนต่างๆ ในการผลิตวีซีดี ให้คำปรึกษาในการผลิตวีซีดี ซึ่งแจ่มชัดพร้อม และแนวทางแก้ไขในส่วนขั้นตอนการผลิตวีซีดี

ขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชาครุศาสตร์เกษตรทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือ ซึ่งไม่อาจกล่าวนามในที่นี้ได้หมด และขอขอบคุณรุ่นพี่ และเพื่อนๆ ทุกคนที่เป็นกำลังใจ และช่วยเหลือในการทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้จนเสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นแรงใจในการศึกษาเล่าเรียน  
ที่ได้ให้โอกาส และทุนทรัพย์แก่ลูกได้ศึกษาเล่าเรียนมาจนถึงวันนี้ได้ ลูกขอกราบขอบพระคุณ

นายจีรพงศ์ ชาซง

นายสมโภช เขี้ยกระโทก

มีนาคม 2548



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อปัญหาพิเศษ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
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 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีคิด.....	4
2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.....	10
บทที่ 3 วิธีการสร้างสื่อประกอบการสอน.....	18
3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร.....	18
3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา.....	19
3.3 บทวิธีคิด เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช.....	29
3.4 ขั้นตอนการสร้างสื่อประกอบการสอน.....	42
บทที่ 4 การตรวจสอบสื่อประกอบการสอนและการแก้ไข.....	44
4.1 วิธีการตรวจสอบ.....	44
4.2 ผลการตรวจสอบ.....	44
4.3 วิธีการปรับปรุงแก้ไข.....	46
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	47
5.1 สรุป.....	47
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	47
บรรณานุกรม.....	49
ภาคผนวก.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. การแบ่งกลุ่มสารเคมี และการเตรียมสารละลายเข้มข้นของสูตรอาหาร MS.....	15
2. วิเคราะห์รายการสอน.....	18
3. ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวิชาดี.....	44
4. ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตวีซีดี.....	44



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญของปัญหา

วัลทก พรหมทอง (2544 : 69-70) กล่าวว่า การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นวิธีการขยายพันธุ์พืชแบบไม่ใช้เพศแบบหนึ่ง โดยอาศัยหลักการที่ว่าส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น เนื้อเยื่อหรืออวัยวะต่าง ๆ ถ้านำไปปลูกเลี้ยงในสารอาหารที่เหมาะสมส่วนต่าง ๆ เหล่านี้ก็สามารถงอกและเจริญเป็นพืชต้นใหม่ได้ การศึกษาเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้มีการศึกษามาเป็นระยะเวลาอันยาวนานแล้วแต่จุดที่ถือว่าเป็นจุดเริ่มต้นของความสำเร็จก็คือ ในปี ค.ศ. 1902 เมื่อนักวิทยาศาสตร์ชื่อ Haberlandt ได้ทดลองนำเนื้อเยื่อพืชมาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ได้สำเร็จ จึงถือว่าวิทยาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ประสบความสำเร็จตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนับวันจะมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากมีจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น จึงทำให้เกิดความต้องการในการบริโภคเพิ่มขึ้นด้วย การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะผลิตพืชได้รวดเร็วและเพียงพอต่อความต้องการ เพราะการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสามารถทำได้รวดเร็วได้ปริมาณมาก และได้พืชพันธุ์ที่มีคุณภาพดี ปราศจากโรคที่ติดมาจากต้นพันธุ์เดิม ดังนั้นความสำคัญของการขยายพันธุ์พืชด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงสรุปได้ดังนี้

1. เป็นการเพิ่มปริมาณต้นพืชให้ได้ในปริมาณมากในระยะเวลาอันรวดเร็ว
2. เป็นการผลิตพันธุ์พืชที่ปราศจากโรค
3. เป็นการขยายพันธุ์พืชที่ได้ต้นใหม่ตรงตามพันธุ์เดิม
4. เป็นการขยายพันธุ์พืชที่สามารถปรับปรุงให้ได้พืชพันธุ์ใหม่ที่ดีกว่าเดิม
5. เป็นการสร้างพันธุ์พืชให้มีความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช
6. เป็นการอนุรักษ์พันธุ์พืชที่หายาก และกำลังจะสูญพันธุ์

สมปอง เตชะ โศ (2539 : 2) กล่าวว่าปัจจุบันนี้พบว่าพืชที่สามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้มีไม่ต่ำกว่า 254 ชนิด/พันธุ์ ( ไม่นับพันธุ์ลูกผสม ) นับตั้งแต่มีการขยายพันธุ์ด้วยวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจนถึงปัจจุบันมีการผลิตกล้วยไม้เป็นจำนวนมากและขยายพันธุ์อย่างรวดเร็ว ซึ่งกล้วยไม้เป็นพืชที่ขยายพันธุ์ได้ยากมากและใช้เวลานาน จึงส่งผลให้นักผสมพันธุ์มีโอกาสได้พันธุ์ที่ดีมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชก็คือ สามารถผลิตต้นพืชที่ปลอดโรค ต้นพืชที่ได้มีลักษณะเหมือนต้นพันธุ์เดิม ต้นพืชที่ได้มีขนาดสม่ำเสมอ ขยายพันธุ์พืชที่ไม่สามารถขยายพันธุ์ด้วยวิธีอื่น หรือขยายพันธุ์ได้ยาก และได้ต้นกล้าเป็นจำนวนมากโดยใช้เวลาที่สั้นเมื่อเทียบกับการขยายพันธุ์พืชโดยวิธีอื่น

จากความสำคัญและประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมุ่งกล่าวข้างต้น จึงได้มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลักสูตรการศึกษาระดับต่างๆ สำหรับหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต( ต่อเนื่อง 2 ปี ) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช ก็ได้ตระหนักถึงความสำคัญการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเช่นกัน จึงได้กำหนดให้วิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิชาเลือกในหลักสูตรนี้ ซึ่งการเรียนการสอนในวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจำเป็นต้องให้นักศึกษาได้เรียนรู้ ทำความเข้าใจก่อนที่จะเข้าสู่เนื้อหาบทเรียนที่จะต้องเรียน และเกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้นโดยการศึกษาจากสื่อการสอน เช่น วีซีดี ซึ่งจะเน้นประโยชน์ต่อตนเองหรือสามารถนำไปถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้อื่นต่อไป

ด้วยเหตุนี้จึงควรที่จะจัดทำวีซีดีเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช อันจะทำให้นักศึกษาได้รับความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียนที่จะต้องเรียนต่อไป และทำให้การเรียนการสอนบรรลุผลสัมฤทธิ์ประสงค์ของวิชาที่ได้กำหนดไว้

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตวีซีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สำหรับใช้ประกอบ การเรียนการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช(03610133) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช (ต่อเนื่อง 2 ปี) ซึ่งเป็นวิชาบังคับในกลุ่มวิชาชีพ เทคโนโลยีการเกษตร – การผลิตพืช ของภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตรบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## 1.3 ขอบเขตของปัญหา

ผลิตวีซีดีเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (03610133) ตามหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต(ต่อเนื่อง 2 ปี) มีขอบเขตดังนี้

### 1. ด้านเนื้อหาประกอบด้วย

#### 1.1 บทนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ห้องปฏิบัติการเครื่องมือและอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1.3 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1.4 การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1.5 การเตรียมชิ้นส่วนพืชสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1.6 เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อ

1.7 การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช

1.8 การย้ายต้นพืชออกจากขวดอาหาร

1.9 การอนุบาล

2. จัดทำเอกสารประกอบคำบรรยายเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

3. ทำการประเมินคุณภาพวิธีปฏิบัติโดยใช้แบบประเมิน ประกอบไปด้วย

3.1 ด้านเนื้อหา โดยผู้ที่มีความรู้ ความสามารถด้านการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ส่วนที่ประเมิน ได้แก่ ความถูกต้องของเนื้อหา วิธีการและขั้นตอนต่างๆ ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

3.2 ด้านโครงสร้างของวิธีปฏิบัติ โดยผู้ที่มีความรู้ด้านโสตทัศนศึกษา ส่วนที่ประเมิน

ได้แก่ รูปแบบของรายการ การลำดับเนื้อหา คำบรรยาย การนำเข้าสู่เรื่องราว ความคมชัดของภาพ ระยะเวลาในการนำเสนอ

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีปฏิบัติเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช(03610133) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต(ต่อเนื่อง 2 ปี)

2. ใช้เป็นอุปกรณ์เผยแพร่ความรู้ เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แก่ผู้สนใจทั่วไป

3. ได้ประสบการณ์ ในการผลิตวิธีปฏิบัติประกอบการสอนสามารถนำไปใช้ ในการผลิตวิธีปฏิบัติ

เรื่องอื่นๆ ต่อไป

## บทที่ 2

### การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำวีซีดีชุดนี้ จัดทำเพื่อประกอบการเรียนการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการผลิตวีซีดี โดยการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับปัญหาพิเศษเรื่องนี้ สามารถแบ่งออกได้ 2 ส่วน ดังนี้

2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวีซีดี

2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

### 2.1 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวีซีดี

ปัจจุบันสถานศึกษาต่างๆ ได้นำวิธีการสอนและเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน เป็นผลให้เกิดการตื่นตัวในการผลิตสื่อการสอนซึ่งสื่อการสอนก็คือ วัสดุอุปกรณ์ และวิธีการที่ใช้เป็นสื่อกลางให้ผู้สอนสามารถส่ง หรือถ่ายทอดความรู้ไปยังผู้เรียนอย่างมีประสิทธิภาพ หรือที่เรียกกันว่า “สื่อ”

#### ความหมายของสื่อการสอน

สันทัด ภิบาสสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาสสุข (2524 : 35) ได้ให้ความหมายของสื่อการเรียนการสอนว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งต่างๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการถ่ายทอดหรือนำความรู้หรือประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน ได้เรียนรู้ตามวัตถุประสงค์อย่างมีประสิทธิภาพ

ไชยยศ เรื่องสุวรรณ (2526 : 4) กล่าวว่า สื่อการสอนหมายถึง สิ่งที่ใช้ช่วยในการเรียนรู้ซึ่งครูและนักเรียนเป็นผู้ใช้เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 75) ให้ความหมายของสื่อการสอนไว้ว่า สื่อชนิดใดก็ตาม ไม่ว่าจะ เป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยู โทรทัศน์ วีดีโอ แผนภูมิ ฯลฯ ซึ่งมีเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอนสิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

ดังนั้น สื่อการสอนจึงหมายถึง สิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ และเจตคติให้แก่ผู้เรียน หรือให้ผู้เรียน ได้เรียนตามวัตถุประสงค์ สื่อการสอนที่ดีต้องช่วยให้การเรียนบรรลุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป้าหมายอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะประกอบด้วยคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

1. มีความสอดคล้องกับเนื้อหา และจุดมุ่งหมายของการเรียนการสอน
2. มีความเหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน
3. มีความเหมาะสมกับรูปแบบการเรียนการสอน
4. มีความเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของการใช้สื่อ

สรุปได้ว่า สื่อการสอนหมายถึงสิ่งใดๆก็ตามที่ใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสาร หรือนำความรู้ ไปสู่ผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และบรรลุถึงวัตถุประสงค์ที่วางไว้

#### คุณค่าของสื่อการเรียนการสอน

นิพนธ์ สุขปริดี (2528 : 19-20 อ้างถึง James s. Kinder 1959 :42-45) ได้กล่าวถึงคุณค่าของ สื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1. โสตทัศนวัสดุการสอน สามารถเอาชนะข้อจำกัดเรื่องความแตกต่างกันของประสบการณ์ ดั้งเดิมของผู้เรียนคือเมื่อใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน แล้วจะช่วยให้เด็กมีประสบการณ์เดิมต่างกัน เข้าใจได้ใกล้เคียงกัน

2. ขจัดปัญหาด้านสถานที่ ประสบการณ์ตรงบางอย่าง หรือ การเรียนรู้
3. ทำให้เด็กได้รับประสบการณ์ตรง
4. ทำให้มีความคิดรวบยอดเป็นอย่างเดียวกัน
5. ทำให้เด็กมีมีโนภาพ เริ่มแรกอย่างถูกต้องและสมบูรณ์
6. เป็นการสร้างแรงจูงใจและเร้าความสนใจ
7. ให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากรูปธรรมสู่นามธรรม

#### ประเภทของสื่อการเรียนการสอน

วาสนา ชาวหา (2533 : 13-14) แบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอน ออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภทวัสดุ(Software or Material) บางครั้งเรียกว่า สื่อเล็ก(Small Media ) เป็นสื่อการเรียนประเภทสิ้นเปลือง เสียหายง่าย และเป็นสื่อที่บรรจุเนื้อหาสาระเรื่องราวหรือความรู้ในลักษณะต่างๆ เช่น สไลด์ บรรจุเรื่องราวไว้เป็นภาพนิ่ง หนังสือบรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะของตัวอักษร หรือ สัญลักษณ์ แผ่นเสียงหรือแบบบันทึกเสียงบรรจุเรื่องราวไว้ในลักษณะของเสียง และฟิล์มภาพยนตร์บรรจุเรื่องราวไว้ในรูปของภาพเคลื่อนไหวควบคู่กับเสียง เป็นต้น สื่อการสอนประเภท วัสดุยังสามารถจำแนกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

1.1 วัสดุที่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์ จึงจะสามารถนำเสนอเรื่องราวหรือ เนื้อหาสาระไปยังผู้เรียนได้ ตัวอย่างวัสดุชนิดนี้คือ แผ่นเสียง เทปเสียง เทปโทรทัศน์ ฟิล์ม-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพยนตร์ แผ่นโปรงใส เป็นต้น

1.2 วัสดุที่สามารถเสนอเรื่องราว ความรู้ เนื้อหาวิชาไปสู่ผู้เรียนได้ด้วยตัวมันเอง โดยไม่ต้องอาศัยเครื่องมือหรืออุปกรณ์แต่อย่างใด ตัวอย่างวัสดุชนิดนี้คือ หนังสือ แผนภูมิ รูปภาพ หุ่นจำลอง แผนที่ เป็นต้น

2. เครื่องมือหรืออุปกรณ์ (Hardware or Equipment) บางครั้งก็เรียกว่า สื่อใหญ่ (Big Media) ได้แก่ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายเทปโทรทัศน์ เครื่องฉายภาพโปรงใส และ เครื่องฉายภาพทึบแสง เป็นต้น สื่อการสอนประเภทนี้ เป็นเพียงเครื่องมือหรือตัวกลาง ซึ่งเป็น ทางผ่านของความรู้หรือเรื่องราวเท่านั้น โดยตัวมันเองแล้วไม่ได้บรรจุเนื้อหาสาระความรู้เรื่องราว ใดไว้เลย จึงไม่สามารถจะสื่อความหมายไปยังผู้เรียนได้ แต่จะต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุ (Software) มาใช้ควบคู่กัน ไปจึงสามารถเสนอเรื่องราวไปสู่ผู้เรียนในลักษณะต่างๆได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตาม สื่อ ประเภทเครื่องมือนี้สามารถเสนอเรื่องราวความรู้หรือเนื้อหาวิชาที่บรรจุอยู่ในสื่อประเภทวัสดุนั้น ออกมาในลักษณะของภาพที่มีขนาดใหญ่ ผู้เรียนสามารถมองเห็นได้ชัดเจนและทั่วถึง และบางครั้ง ก็สามารถเสนอในลักษณะภาพเคลื่อนไหว เป็นธรรมชาติสร้างความสมจริงและน่าเชื่อถือ ตลอดจน การเสนอในลักษณะของเสียงที่ดังฟังชัด สามารถได้ยินกันอย่างทั่วถึง

3. ประเภทเทคนิคและวิธีการ (Technique and Method) สื่อการสอนประเภทนี้ไม่จัดอยู่ใน ประเภทวัสดุหรือเครื่องมือ แต่ต้องอาศัยสื่อประเภทวัสดุหรือเครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลาย อย่างมาใช้ร่วมกันในลักษณะของกิจกรรมหรือวิธีการ ตัวอย่างสื่อประเภทนี้ คือ การแสดงละคร การศึกษานอกสถานที่ นิทรรศการ การสาธิต เป็นต้น

**หลักการเลือกสื่อการเรียนการสอน**

กิดานันท์ มลิทอง (2531 : 84) กล่าวว่าหลักการเลือกสื่อการเรียนการสอน ผู้สอนจะต้องตั้ง วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมในการเรียนการสอนให้แน่นอนเสียก่อน เพื่อให้วัตถุประสงค์เป็นตัว ชี้นำในการเลือกสื่อการเรียนการสอนที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีหลักอื่นๆ เพื่อประกอบการ พิจารณา คือ

1. สิ่งนั้นจะต้องสัมพันธ์กับเนื้อหาของบทเรียนและจุดมุ่งหมายที่สอน
2. เลือกสื่อที่มีเนื้อหาถูกต้อง ทันสมัย น่าสนใจ และเป็นสื่อที่ช่วยให้ผลการเรียนมากที่สุด
3. ให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาวิชาได้เป็น ไปตามลำดับขั้นตอน
4. เป็นสื่อที่เหมาะสมกับวัย ระดับชั้น ความรู้ และประสบการณ์ของผู้เรียน
5. ควรสะดวกในการใช้ มีวิธีการใช้ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมากเกินไป
6. ต้องเป็นสื่อที่มีคุณภาพ มีเทคนิคการผลิตที่ดี มีความชัดเจนและเป็นจริง
7. ราคาไม่แพงจนเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข้อควรคำนึงในการใช้สื่อการเรียนการสอน

สันทัก ภิบาลสุข และพิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2524 : 2) กล่าวว่าการใช้สื่อการเรียนการสอน ควรคำนึงถึงลักษณะซึ่งจะอำนวยความสะดวกแก่ผู้เรียน และผู้สอนในด้านต่างๆ

1. ด้านประสิทธิภาพของงาน ( Efficiency ) คือสื่อการเรียนการสอนนั้นควรจะทำให้การทำงานบรรลุเป้าหมายได้อย่างเที่ยงตรงและรวดเร็ว
2. ด้านความประหยัด ( Economy ) คือสื่อการเรียนการสอนนั้นควรทำให้เกิดความประหยัดได้ทั้งในด้านเวลา พุทธทรัพย์ และแรงงาน
3. ด้านอำนาจการผลิต ( Productivity ) คือสื่อการเรียนการสอนนั้นสามารถทำให้งานบรรลุตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ได้

นอกจากนี้สมหญิง กลั่นศิริ (2523 : 51) ยังได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมว่าการใช้สื่อการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึง

1. ตัวผู้เรียน คือต้องทราบว่าผู้เรียนอยู่ในระดับ ไหน อายุเท่าไร ประกอบกับพื้นฐานทางวัฒนธรรม ประสบการณ์ และความสามารถในการเรียนรู้ของผู้เรียน
2. ตั้งจุดมุ่งหมาย คือต้องการให้ผู้เรียนรู้อะไร หรือผู้สอนต้องการจะสอนเรื่องอะไร
3. เนื้อหาจากการที่มีหัวข้อเรื่องใหญ่แล้วจะมีหัวข้อย่อยอะไรบ้าง
4. คุ้มค่าเงิน เวลาหรือไม่และ
5. แบบของสื่อการเรียนการสอน ต้องดูให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาที่สอน

กิดานันท์ มลิทอง (2536 : 65-69) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวีซีดี ในประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

#### ความเป็นมาของวีซีดี

วีซีดี หรือ VCD มาจากชื่อเต็มคือ Video Compact Disc หมายถึงการนำข้อมูลจากเทปวีดีโอหรือไฟล์ในวีดีโอมาบันทึกลงในแผ่นซีดี ซึ่งแผ่นซีดีประเภทนี้จะสามารถเล่นได้ทั้งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือจะเล่นบนเครื่องวีซีดีตามบ้านก็ได้ โดยลักษณะของวีดีโอที่ถูกแปลงลงแผ่นซีดีนั้นจะเป็นไฟล์ที่ชื่อว่า MPEG นั่นเอง

#### ประวัติของวีซีดี

ประวัติของ วีซีดี หรือ VCD นั้นไม่ได้มีประวัติที่ยาวนานเกิน 20 ปี เพิ่งจะมีเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมาเอง โดยเริ่มต้นที่เป็นซีดีเพลงก่อน จากนั้นก็ถูกเปลี่ยนแปลงมาเป็นซีดีบันทึกข้อมูลและวีดีโอในปัจจุบัน สรุปประวัติของวีซีดีได้ดังนี้

ปี 1985 มีการจัดมาตรฐานให้ซีดีเพลง โดยมีตัวแทนของบริษัทยักษ์ใหญ่หลายแห่งร่วมกันจัดมาตรฐานของ Red Book เพื่อป้องกันซีดีหลากหลายรูปแบบและเครื่องอ่านซีดีที่ไม่ได้มาตรฐาน

ปี 1985 บริษัท Sony และ Phillips ร่วมกันพัฒนาซีดี เพื่อสร้างมาตรฐานใหม่ที่ดีกว่าให้ซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเครื่องอ่านซีดีซึ่งเป็นก้าวสำคัญที่นำไปสู่การเก็บรวบรวมข้อมูลที่เรียกว่า มัลติมีเดีย เพราะสามารถเก็บข้อมูลได้ทั้งไฟล์ข้อมูล เสียง ภาพ และวิดีโอ ( จุดกำเนิด VCD ก็เริ่มขึ้นตรงนี้ ) ซึ่งเรียกซีดีประเภทนี้ว่า CD-I หรือ CD Interactive

ปี 1990 มีการกำหนดมาตรฐานซีดีที่สามารถบันทึกได้หรือเรียกว่า CD-R ( CD Write หรือ CD Record ) โดยมาตรฐานนี้เรียกว่า Orange Book สมุดปกส้ม (ซึ่ง CD-R นี้จะนำมาบันทึกภาพยนตร์ ) แต่เนื่องจากข้อจำกัดของ CD-R ซึ่งบันทึกได้เพียงครั้งเดียว จึงทำให้มีการปรับปรุงเพื่อให้เขียนและลบได้ และผลที่ออกมาก็คือ CD-RW หรือ CD ReWrite นั่นเอง โดยมีมาตรฐานใน Orange Book Part III

ปี 1993 บริษัท Philips และบริษัท JVC ร่วมกันสร้างมาตรฐานของ VCD เวอร์ชัน 1 และข้อตกลงเรื่องไฟล์ที่ใช้เก็บลงในแผ่นซีดีคือไฟล์ MPEG1

ปี 1994 บริษัท Sony และ Mitsushita ได้เข้าร่วมกับอีก 2 บริษัทข้างต้นพัฒนามาตรฐานของ VCD เวอร์ชัน 2

#### เครื่องเขียนซีดี

เครื่องเขียนซีดี (บันทึกข้อมูล) แผ่นซีดี หรือเครื่อง CD Writer เครื่อง CD Writer นั้นมีความสามารถในการอ่านแผ่นซีดีทั่วไปและเขียนแผ่นซีดีเปล่า ( ซีดีที่เรายังไม่บันทึกข้อมูล ) โดยสามารถสังเกตจากเครื่องหมายที่ติดอยู่บนหน้าเครื่อง CD Writer เช่น 16X ,10X, 32X ซึ่ง X หมายถึงความเร็วเมื่อเปรียบเทียบความเร็วในการอ่านข้อมูลของแผ่นซีดีปกติ ส่วนหมายเลข 16 ,10 และ 32 หมายถึง ความเร็วในการเขียนซีดี 16 เท่า ความเร็วในการเขียนแผ่นซีดีซ้ำหรือเขียนต่อจากแผ่นเดิม 10 เท่า และความเร็วในการอ่านแผ่นซีดี 32 เท่า เมื่อเทียบกับการอ่านข้อมูลของซีดีปกติ

สำหรับเครื่อง CD Writer จะมีอยู่ 2 แบบใหญ่ๆด้วยกันคือแบบ Internal และแบบ External ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งแบบ IDE, SCSI (Internal) และ USB (External) โดยจะสร้างวิดีโอซีดีผ่านการเขียนลงแผ่นซีดีเปล่าคือ CD-R หรือ CD-RW

#### แผ่นซีดีสำหรับบันทึกข้อมูล

แผ่น CD-R(CD Writer หรือ CD Record) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลทั่วไป เช่นข้อมูลต่างๆ โปรแกรม เพลง รูปภาพ และภาพยนตร์ สามารถเขียนหรือบันทึกข้อมูลได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น

แผ่น CD-RW (CD-ReWrite) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลทั่วไปกับแผ่น CD-R แต่มีความพิเศษกว่าตรงที่จะเขียนหรือบันทึกซ้ำ และลบข้อมูลที่เขียนไปแล้วได้

#### ความจุของวีซีดี

สำหรับคุณลักษณะของ VCD นั้น มีลักษณะที่ไม่มีความแตกต่างจากแผ่นซีดีทั่วไป กล่าวคือ เป็นแผ่นซีดีที่มีไฟล์วิดีโอบันทึกอยู่ภายในนั่นเอง ซึ่งแผ่นซีดีทั่วไปจะมีความสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อมูลอยู่ 2 ขนาดคือ

- แผ่นซีดีความจุ 650 MB จะสามารถเก็บไฟล์วีดีโอที่มีความยาวประมาณ 74 นาที
- แผ่นซีดีความจุ 700 MB จะสามารถเก็บไฟล์วีดีโอที่มีความยาวประมาณ 80 นาที

โดยทั่วไปไฟล์วีดีโอที่มาจากไฟล์ภาพยนตร์จะมีขนาดอยู่ระหว่าง 800 – 900 MB เพราะฉะนั้นทางที่ดีควรแบ่งไฟล์วีดีโอออกเป็นส่วนๆเพื่อให้สามารถบันทึกลงแผ่น CD ได้แม้ต้องใช้จำนวนแผ่นในการบันทึกเป็น 2 แผ่นก็ตาม

### รูปแบบของวีซีดี

รูปแบบทั่วไป เป็นรูปแบบซีดีที่พบเห็นทั่วไป ซึ่งมีมาตรฐาน 4.5 นิ้วหรือประมาณ 12 เซนติเมตร

รูปแบบพิเศษ เนื่องจากความนิยมของการใช้แผ่นซีดีนั้นมีมากขึ้นเรื่อยๆ จึงมีการออกแบบแผ่นซีดีให้มีรูปแบบต่างๆ เช่น Mini CD, Card CD หรือแม้แต่ซีดีรูปหัวใจ หรือเป็นแบบการ์ดนามบัตร เป็นต้น ซึ่งการออกแบบซีดีรูปแบบต่างๆ นี้จะทำให้ความจุของแผ่นซีดีลดลง แต่ก็ดึงดูดใจให้น่าใช้มากยิ่งขึ้น

### มาตรฐานของวีซีดี

มาตรฐานในการพัฒนา VCD มี 2 มาตรฐาน รายละเอียดของแต่ละเวอร์ชันของ VCD มีดังนี้

VCD เวอร์ชัน 1 เป็นเวอร์ชันแรกของแผ่น VCD ที่ยังมีลักษณะของเทปวีดีโอคือต้องเล่นตั้งแต่ต้นจนจบแผ่น ลูกเล่นของเวอร์ชันนี้ไม่มีอะไรโดดเด่นมากนัก

VCD เวอร์ชัน 2 เวอร์ชันนี้มีลักษณะที่โดดเด่นมากขึ้นยกตัวอย่างเช่น มีเมนูตอบโต้กับผู้ใช้ที่ทำให้ผู้ใช้เลือกชมส่วนใดส่วนหนึ่งของภาพยนตร์ได้ แต่เครื่องที่เล่น VCD เวอร์ชันนี้ยังมีน้อยอยู่  
เครื่องเล่นแผ่นวีซีดี

เครื่องเล่นแผ่น VCD ปัจจุบันราคาถูกลงมาก และมีความสามารถสูงบางรุ่นสามารถเล่นแผ่นซีดีเพลงทั่วไปและไฟล์เพลงแบบ MP 3 ได้ด้วย ซึ่งขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของเครื่องเล่นแต่ละรุ่นด้วย และปัจจุบันมีเครื่องเล่นที่สามารถเล่นแผ่น VCD ได้หลายรูปแบบดังต่อไปนี้

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ มีความสามารถในการอ่านไฟล์วีดีโอทุกชนิดไม่ว่าจะเป็น MPG, AVI, DAT, MOV เป็นต้น ขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่รวบรวมในเครื่อง เช่น Window Media Player, Xing, Power VCD เป็นต้น
2. เครื่องเล่น VCD เป็นเครื่องสำหรับเล่นแผ่น VCD โดยเฉพาะ ซึ่งสามารถต่อกับโทรทัศน์ตามบ้าน ส่วนใหญ่เครื่องเล่น VCD จะสามารถอ่านไฟล์จากแผ่นซีดีได้เกือบทุกชนิดไม่ว่าจะเป็น VCD, SVCD, VCR, MP3 หรือไฟล์วีดีโอชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เครื่องเล่น VCD ประเภทอื่นๆ เป็นเครื่องเล่น VCD ที่นอกจากจะสามารถอ่านไฟล์วีดีโอได้แล้วยังสามารถทำงานอย่างอื่นได้ เช่น เครื่องเล่นเกมส์อย่าง Playstation 1, Playstation 2, Dreamcast เป็นต้น รวมทั้งเครื่องเสียงที่เล่นแผ่นซีดีเพลง ก็สามารถนำมาแก้ไข (Modify) เพื่อให้สามารถเล่นแผ่น VCD ได้เช่นกัน

#### ประโยชน์ของแผ่นวีซีดี

1. เก็บข้อมูลได้มากกว่าแผ่นซีดี
2. ภาพมีความคมชัดกว่าแผ่นซีดี
3. ขนาดของแผ่นเล็กกว่าแผ่นซีดี

ส่วนจันทร์ฉาย เตมิยาการ (2533 : 7-8) ได้อธิบายถึงการผลิตวีซีดีไว้ว่า

#### การผลิตวีซีดี

เนื่องจากในปัจจุบันมีแผ่น VCD จำหน่ายในท้องตลาดเป็นจำนวนมาก โดยจำหน่ายในราคาถูกลคือ 80 - 200 กว่าบาทซึ่งมีทั้งแผ่นลิขสิทธิ์ และแผ่นก๊อปปี้ ทำให้ความนิยมคุณภาพย่นตร์จากม้วนวีดีโอเทปตกไป จนคาดว่าอีกไม่นานนี้คงจะไม่มีผู้ใช้เครื่องเล่นวีดีโอคูหน้จากม้วนเทปอีกต่อไปแล้ว ด้วยความแรงของแผ่น VCD ที่หาได้ง่ายและมีราคาถูกลง จึงมีเครื่องเล่น VCD ผลิตออกมาจำหน่ายมากมายมีทั้งยี่ห้อมาตรฐาน และยี่ห้อไม่มาตรฐาน ( ส่วนใหญ่ผลิตจากประเทศจีน และนำมาดัดยี่ห้อกันเอง ) ในราคาถูกลงตั้งแต่ 1,800 - 5,000 บาท ให้เลือกซื้อหากันตามความพอใจ

สำหรับผู้ที่ม้ม้วนวีดีโอภาพย่นตร์อยู่แล้วหรือเป็นม้วนวีดีโอส่วนตัว ที่ถ่ายไว้ในโอกาสต่างๆ เช่น งานบวช งานแต่งงาน และงานทำบุญ เป็นต้น หากต้องการนำวีดีโอมาดูในเครื่องเล่น VCD รุ่นใหม่ ก็สามารถทำได้โดยการใช้การ์ดจับภาพหรือการ์ดตัดต่อวีดีโอ จับภาพวีดีโอจากม้วนเทปหรือกล่องวีดีโอ มาเก็บไว้เป็นไฟล์ในเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วทำการแปลงไฟล์หรือบีบอัดและเขียนออกมาเป็นแผ่น VCD นำมาเปิดดูในคอมพิวเตอร์หรือเครื่องเล่น VCD ทั่วไปได้โดยแผ่นจะมีอายุการใช้งาน และความคงทนนานกว่าเก็บไว้ในม้วนวีดีโอมากทีเดียว

## 2.2 การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

### ความหมายของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคือ การนำเอาเซลล์หรือเนื้อเยื่อหรืออวัยวะบางส่วนของพืช เช่น ยอด ลำต้น ใบ ราก ส่วนต่าง ๆ ของดอกหรือส่วนของผล มาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ซึ่งมีทั้งอาหารกึ่งแข็งและอาหารเหลวในสภาพที่ปลอดเชื้อ(พรชัย จุฑามาศ, 2544 : 1)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ จัดเป็นเทคโนโลยีชีวภาพแขนงหนึ่ง ที่สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในงานส่งเสริมการเกษตรได้หลายด้านวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเริ่มจากการนำส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ กิ่ง ใบ ราก ตา เนื้อเยื่อ กลุ่มเซลล์ เซลล์เดี่ยว หรือ โปรโตพลาสต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชและวัตถุประสงค์ของการปฏิบัติงาน จากนั้นนำมาเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ที่มีส่วนของธาตุอาหาร วิตามิน สารควบคุมการเจริญเติบโต น้ำตาล ในสัดส่วนที่พอเหมาะ ทุกขั้นตอนต้องปฏิบัติในสภาพปลอดเชื้อ และสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม เช่น แสงและอุณหภูมิ เป็นต้น(สนามจันทร์มณี และคณะ, 2543 : 63)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หมายถึง การขยายพันธุ์พืชวิธีหนึ่ง แต่มีการปฏิบัติภายใต้สภาพการควบคุม เรื่องความสะอาดแบบปลอดเชื้อ อุณหภูมิและแสง ด้วยการนำชิ้นส่วนพืชที่ยังมีชีวิตอยู่ เช่น ลำต้น ยอด ตาข้าง ก้านช่อดอก ใบ อับละอองเกสร ฯลฯ มาเพาะเลี้ยงบน อาหารสังเคราะห์ และชิ้นส่วนนั้นสามารถเจริญและพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์มีทั้งส่วนใบลำต้น และรากที่สามารถนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติได้ (อัมพา ว่องวิษกร และคณะ, 2546 : 1)

ดังนั้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจึงหมายถึง การขยายพันธุ์พืชโดยการเลี้ยงชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชรวมทั้งเซลล์เดี่ยว ๆ ในอาหารสังเคราะห์ภายใต้สภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ที่มีการควบคุมอุณหภูมิและแสง จนกระทั่งชิ้นส่วนของพืชที่นำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถเจริญ และพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ จนในที่สุดสามารถนำออกปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอกได้

รังสฤษฎ์ กาวิต๊ะ (2545 : 1-11) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในประเด็นต่างๆ ที่น่าสนใจดังนี้

#### ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. การขยายพันธุ์พืชปริมาณมากในระยะเวลาสั้น โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดสามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชเป็นทวีคูณ
2. การผลิตพืชที่ปราศจากโรค การผลิตพืชโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจะให้ต้นพืชที่ปราศจากโรค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อราและแบคทีเรีย เพราะหากมีเชื้อเหล่านี้แล้วจะแสดงอาการปนเปื้อนในอาหารที่ใช้เลี้ยงโดยทันที
3. การปรับปรุงพันธุ์พืช สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทานหรือสายพันธุ์ที่ต้านทานได้จากการจัดเงื่อนไขของอาหารและสภาพแวดล้อมของการเลี้ยง หรือชักนำการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสีหรือสารเคมี
4. การผลิตยาและสารเคมีจากพืช พืชบางชนิดให้สารที่มีคุณสมบัติทางยาหรือสารเคมีที่มีประโยชน์ทางอุตสาหกรรม แต่ในบางกรณี เนื้อเยื่อที่นำมาสกัดสารดังกล่าวมีปริมาณน้อยมาก จึง

ต้องใช้วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพิ่มจำนวน และชักนำให้มีการสังเคราะห์สารที่ต้องการในปริมาณที่มากขึ้น

5. การศึกษาทางชีวเคมี สรีรวิทยา และพันธุศาสตร์ พืชที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถติดตามการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงทางด้านเหล่านี้ได้ง่าย ชัดเจน และถูกต้องแม่นยำ ทั้งในระดับเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ และพืชทั้งต้น

6. การเก็บรักษาพันธุ์พืช พืชที่หายากและมีคุณค่าทางประวัติศาสตร์หลายชนิดได้สูญพันธุ์ไป หรือกำลังจะสูญพันธุ์ไปในไม่ช้านี้ โดยเลี้ยงในอาหารที่มีส่วนผสมของสารบางชนิดที่มีผลต่อการชะลอการเจริญเติบโต หรือมีสารที่ทำให้เกิดสภาพขาดน้ำเพื่อชักนำให้พืชมีการเจริญเติบโตในอัตราที่ช้ามาก

### ห้องปฏิบัติการและอุปกรณ์

หลักการสร้างห้องปฏิบัติการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชควรคำนึงถึงความสะดวกในการปฏิบัติงาน การใช้พื้นที่ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และค่าก่อสร้างน้อยที่สุด โดยมีห้องปฏิบัติการแยกเป็นส่วนๆ ดังนี้

1. ห้องเก็บสารเคมี ควรเป็นห้องแยกเฉพาะใช้เก็บสารเคมีเป็นหมวดหมู่ ไว้ในตู้ที่วางกับพื้น ตู้ติดผนัง หรือตู้แขวนลอยก็ได้ เพื่อสะดวกในการหยิบใช้
2. ห้องเตรียมอาหาร ควรมีเนื้อที่กว้างพอที่จะจัดอุปกรณ์ต่างๆ ได้แก่ โต๊ะทำงาน โต๊ะวางเครื่องมือ ตู้เก็บอาหาร ขวดและภาชนะสำหรับเลี้ยง เครื่องแก้วต่างๆ อ่างน้ำ และตู้เย็นสำหรับเก็บอาหารเหลวและสารเคมีบางชนิดที่ต้องเก็บในที่เย็น เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ควรมีอยู่ในห้องนี้ ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง เครื่องกรองน้ำ เครื่องทำน้ำกลั่น เตาแก๊ส หม้อน้ำความดัน เตาอบไมโครเวฟ และเครื่องชั่ง
3. ห้องย้ายเนื้อเยื่อ ต้องสะอาดและปลอดเชื้อ จึงควรปิดให้สนิทและมีการผ่านเข้าออกน้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น อุปกรณ์ที่สำคัญ ได้แก่ ตู้ย้ายเนื้อเยื่อ กล้องจุลทรรศน์ เครื่องวัดความนำไฟฟ้า สารเคมีและอุปกรณ์เกี่ยวกับการฟอกกำจัดเชื้อ
4. ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ ถ้าเป็นห้องปฏิบัติการขนาดเล็กอาจจัดรวมอยู่ห้องเดียวกับห้องย้ายเนื้อเยื่อ และต้องการความสะอาดและปลอดเชื้อเช่นเดียวกัน หากเป็นไปได้ควรติดหลอดดูดตราไวโอลิท เพื่อใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เป็นบางครั้ง อุปกรณ์ที่สำคัญได้แก่ ชั้นเลี้ยงเนื้อเยื่อที่มีขนาดพอเหมาะ และจัดวางในตำแหน่งที่มีช่องทางเดินสะดวกทั่วถึง มีระบบระบายอากาศ และติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อควบคุมอุณหภูมิการเลี้ยงในสภาพที่เหมาะสมที่สุด เครื่องเขย่าสำหรับเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในอาหารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ห้องพักนักวิจัย ถ้ามีเนื้อที่เพียงพออาจจัดเป็นมุมเล็กๆ ในส่วนของห้องย้ายเนื้อเยื่อ หรือแยกออกเป็นห้องเฉพาะในบริเวณใกล้เคียง เพื่อเป็นส่วนนั่งทำงาน เก็บเอกสาร ตำรา และอุปกรณ์ที่สำคัญบางอย่างของนักวิจัย

### ธาตุอาหารและอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ธาตุอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถจำแนกสารเหล่านี้เป็นกลุ่มๆ ได้ดังนี้

#### 1. ธาตุอาหารพวกอนินทรีย์ ประกอบด้วย

1.1 ธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณมาก ได้แก่ C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, และ S

1.2 ธาตุอาหารที่ต้องการในปริมาณน้อย ได้แก่ Fe, Mn, Cu, Zn, B, Cl, และ Mo

#### 2. ธาตุอาหารพวกอินทรีย์ ประกอบด้วย

2.1 วิตามิน ที่ใช้กันมาก ได้แก่ thiamine, nicotinic acid, pyridoxine, inositol, biotin, panthothenic acid, folic acid, choline chloride, riboflavin และ ascorbic acid

2.2 ฮอร์โมน และสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่

2.2.1 สารในกลุ่มออกซิน

2.2.2 สารในกลุ่มไซโตไคนิน

2.2.3 สารควบคุมการเจริญเติบโตอื่นๆ

2.3 สารที่เป็นแหล่งคาร์บอน ได้แก่ สารประกอบพวกน้ำตาลต่างๆ

2.4 กรดอะมิโน ได้แก่ glutamine, asparagines, adenine, glycine และ casein hydrolysate

2.5 สารประกอบอินทรีย์อื่นๆ ส่วนใหญ่ได้จากธรรมชาติ เช่น น้ำมะพร้าว สารสกัดจากยีสต์ น้ำคั้นมันฝรั่ง น้ำคั้นมะเขือเทศ กล้วยหอมบด และมอลท์สกัด

### การเลือกอาหารเพื่อการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ควรคำนึงถึง

1. ชนิดและสายพันธุ์ พืชต่างชนิดและสายพันธุ์ ส่วนใหญ่มักต้องการธาตุอาหารแตกต่างกัน

2. อายุและการพัฒนา แม้เป็นพืชชนิดและสายพันธุ์เดียวกัน ถ้าอายุและการพัฒนาต่างกันก็ต้องการสารอาหารที่แตกต่างกัน

3. ชนิดของชิ้นส่วนพืช พืชชนิดเดียวกัน หรือแม้กระทั่งต้นเดียวกัน แต่ใช้ชิ้นส่วนของพืชจากส่วนต่างกัน ก็ต้องใช้สูตรอาหารต่างกัน

4. เป้าหมายของการเพาะเลี้ยง ต่างกันจำเป็นต้องใช้สูตรอาหารที่แตกต่างกันด้วย

5. สถานะของอาหาร ชิ้นส่วนพืชเดียวกันที่เลี้ยงในสภาพอาหารแข็งอาจได้ผลที่แตกต่างกับการเลี้ยงในอาหารเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนอัมพา ว่องวิซชกร และคณะ (2546 : 40) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในประเด็นต่างๆ ที่น่าสนใจดังนี้

### สูตรอาหารการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

1. สูตรของ Vacin and Went(1949) ใช้กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้  
 2. สูตรของ Murashige and Skoog(1962) สามารถใช้กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้หลายชนิดหรือเกือบทุกชนิดด้วยการปรับระดับความสมดุลของสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มออกซินและไซโตไคนิน

3. สูตรของ Hidebrandt(1962) ใช้เพาะเลี้ยงแคลลัสยาสูบ
4. สูตรของ Miller(1963)ใช้ในการเพาะเลี้ยงอับละอองเกสรข้าว
5. สูตรของwhite(1963) ใช้เพาะเลี้ยงส่วนราก
6. สูตรของ Eeuwens and Y3(1967) ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชตระกูลปาล์ม เช่น มะพร้าวกะทิ อินทผาลัม ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น
7. สูตรของ Gamborg B-5(1970) ใช้เพาะเลี้ยงพืชที่สำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น ถั่วเหลือง เป็นต้น
8. สูตรของ WPM (Lloyd and McCown ; 1980) ใช้เพาะเลี้ยงพืชที่เป็นไม้เนื้อแข็ง

### การเตรียมอาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

รังศฤษฎ์ กาวีตะ (2545 : 19-20) ได้กล่าวว่าการเตรียมอาหารแต่ละสูตร ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิดซึ่งมีคุณสมบัติและข้อจำกัดแตกต่างกัน จึงจำเป็นต้องจัดแบ่งสารเหล่านี้ออกเป็นกลุ่ม ด้วยเหตุผลสำคัญคือ

1. สารเคมีบางชนิดใช้ในปริมาณที่น้อยมากทำให้ต้องใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูงมาก และอาจมีความคาดเคลื่อนได้ง่าย ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงใช้วิธีเตรียมสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าที่ใช้จริงๆหลายเท่า ซึ่งทำให้เตรียมได้ง่ายขึ้น และเรียกสารละลายที่เตรียมไว้นี้ว่า stock solutions

2. สารเคมีบางชนิด อาจทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอื่นเกิดเป็นสารประกอบที่ไม่ต้องการและ/หรือเป็นพิษ ดังนั้น ในแต่ละกลุ่มของสารละลายเข้มข้นจึงต้องเป็นสารที่อยู่ร่วมกันได้

3. สารเคมีบางชนิด หากอยู่ร่วมกับสารอื่นๆจะไม่ละลาย ละลายได้เล็กน้อย หรือละลายไม่ได้หมด จึงจำเป็นต้องแยกกลุ่มออกต่างหาก

ขอยกตัวอย่างการแบ่งกลุ่มสารเคมี และการเตรียมสารละลายเข้มข้นในสูตรของ Murashige and Skoog(1962) หรือสูตร MS ซึ่งนิยมใช้แพร่หลายมากที่สุด (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 การแบ่งกลุ่มสารเคมี และการเตรียมสารละลายเข้มข้นของสูตรอาหาร MS (ต่อปริมาตร 1,000 ml หรือ มล. ของ stock solution นั้นๆ)

stock	สารเคมีในกลุ่ม	ปริมาณ (mg)	ความเข้มข้น(เท่า)	ปริมาตรที่ใช้(ml/l)
1	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	82,500	50	20
2	KNO <sub>3</sub>	95,000	50	20
3	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	1,240	200	5
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	34,000	200	
	KI	166	200	
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	50	200	
	CoCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	5	200	
4	CaCl <sub>2</sub> ·6H <sub>2</sub> O	88,000	200	5
5	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	74,000	200	5
	MnSO <sub>4</sub> ·4H <sub>2</sub> O	4,460	200	
	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	1,720	200	
	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O	5	200	
6	Na <sub>2</sub> EDTA	7,450	200	5
	FeSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	5,570	200	
7	Glycine	400	200	5
	Nicotinic acid	100	200	
	Pyridoxine-HCl	100	200	
	Thiamine-HCl	20	200	
8	Myo-inositol	100	1	

ขั้นตอนการเตรียมอาหาร โดยทั่วไปแล้ว การเตรียมอาหารมีขั้นตอนโดยสังเขป ดังนี้

1. ดูดสารละลายจาก stock solutions ต่างๆ มารวมกัน โดยใช้ปริมาตรที่คำนวณไว้ในตารางที่ 1 ยกเว้น stock ที่ 8 ซึ่งใช้ความเข้มข้นเท่าเดิม ให้ดวงสารละลายลงไปทีหลังตามปริมาตรที่ต้องการในสูตรอาหาร

2. เติมสารอาหารที่เป็นแหล่งคาร์บอน คือ น้ำตาลซูโครส แต่อาจดัดแปลงใช้กลูโคส หรือ ฟรุคโตส แล้วแต่สูตรอาหารที่ใช้

3. เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต หรือสารเคมีอื่นๆ ตามความต้องการของสูตรอาหาร

4. ปรับปริมาตรของสารละลายอาหาร ให้ครบตามที่ต้องการเตรียม ในกรณีนี้คือ 1,000 มล.
5. ปรับความเป็นกรดเป็นด่าง ด้วยกรดเกลือ (HCl) และโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) ให้ได้ปริมาตร 5.5-5.8
6. เติมน้ำ ในกรณีเตรียมอาหารกึ่งแข็งหรืออาหารแข็ง
7. เกี่ยวอาหารเพื่อหลอมละลายวุ้นโดยใช้เตาลวดความร้อน เตาแก๊ส หรือเตาไมโครเวฟ
8. เทอาหารลงในภาชนะที่จะใช้เลี้ยง เช่น ขวด หลอดทดลอง และจาน petri-dish นำภาชนะอาหารไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว นาน 15 นาที แล้วทิ้งให้เย็นลง

สนาม จันทร์มณี และคณะ (2543 : 64-66) ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอน และวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในประเด็นที่น่าสนใจดังนี้

#### ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. พัฒนาคัดเลือกพืชพันธุ์ดี เพื่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. ผลิตแม่พันธุ์พืชต้นกำเนิดปลอดโรคที่ผ่านการตรวจสอบความปลอดภัยโรคที่เป็นเป้าหมายแล้ว
3. ขยายเพิ่มปริมาณต้นพืชในห้องปฏิบัติการ
4. อนุบาลต้นอ่อนพืช
5. อนุบาลขยายและเพิ่มปริมาณต้นพืชในโรงเรือน
6. กระจายพันธุ์พืช

#### วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. คัดชิ้นส่วนพืช ส่วนของพืชแทบทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นส่วนของลำต้น ตา ดอก ใบ ราก แม้กระทั่งเนื้อเยื่อ เซลล์ หรือ โปรโตพลาส ก็สามารถนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและพัฒนาให้เกิดต้นพืชได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของพืช และวัตถุประสงค์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. การทำความสะอาดชิ้นส่วนที่นำมาทำการเลี้ยงเนื้อเยื่อควรเป็นชิ้นส่วนที่สะอาดปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ต่างๆ ดังนั้นจึงต้องนำมาฆ่าเชื้อด้วยสารฆ่าเชื้อต่างๆ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว
3. การตัดเนื้อเยื่อ ชิ้นส่วนพืชที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว นำเข้าสู่ปลอดเชื้อตัดเป็นชิ้นเล็กๆ วางลงบนอาหารสังเคราะห์ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว
4. การบ่มเลี้ยงเนื้อเยื่อ นำขวดอาหารที่มีชิ้นส่วนพืชวางบนชั้นที่มีแสงสว่างประมาณ 2,000-4,000 ลักซ์ วันละ 12-16 ชั่วโมงในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 - 28 องศาเซลเซียส จนกระทั่งชิ้นส่วนพืชมีการพัฒนาไปเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. การตัดแต่งและการเปลี่ยนอาหาร ตัดแบ่งชิ้นส่วนพืช และเปลี่ยนอาหารเพื่อเพิ่มปริมาณ ต้นพืช ทุก 1 – 2 เดือน ขึ้นอยู่กับพืชและระยะการเจริญเติบโตของพืช ทำการเปลี่ยนอาหารกระทั่ง พืชเจริญเติบโตเป็นต้นที่สมบูรณ์

6. การนำต้นอ่อนออกปลูกคือการนำต้นพืชที่มียอด และรากที่สมบูรณ์แล้วออกจากขวด อาหารนำไปล้างวันที่ติดกับต้นออกให้หมดแช่น้ำยาป้องกันกำจัดเชื้อรา นำไปปลูกในวัสดุชำที่ โปร่งสะอาดและระบายน้ำได้ดีภายใต้สภาพที่ควบคุมอุณหภูมิ ความชื้น และแสง ประมาณ 2 - 4 สัปดาห์ จนกระทั่งต้นพืชตั้งตัว และสามารถนำไปปลูกได้

อัมพา ว่องวิษกร และคณะ (2546 : 98-99) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการนำพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ออกปลูก และการนำพืชออกปลูกในสภาพธรรมชาติในช่วงการอนุบาลระยะที่ 1 และการอนุบาล ระยะที่ 2 ไว้ดังนี้

#### ขั้นตอนการนำพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูก

ก่อนเข้าถึงการอนุบาลในระยะต่างๆ ควรมีการปรับสภาพพืชให้เรียนรู้และค่อย ๆ ปรับตัว อยู่กับสภาพแวดล้อมที่เป็นธรรมชาติ โดยเพิ่มความเข้มแสง ลดความชื้นในภาชนะลง อาจใช้วิธีนำ ขวดเนื้อเยื่อพืชออกมาวางในสภาพอุณหภูมิห้องที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก แต่ไม่ควรให้เนื้อเยื่อพืช ได้รับแสงโดยตรง ในระยะเวลา 2 - 3 วัน

#### การนำพืชออกปลูกในสภาพธรรมชาติ

การนำพืชออกปลูกในสภาพธรรมชาติ แบ่งช่วงเวลาการดูแลพันธุ์พืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ เพิ่งนำออกปลูก ออกเป็น 3 ระยะ เรียกว่า การอนุบาลระยะที่ 1 การอนุบาลระยะที่ 2 และการ อนุบาลระยะที่ 3

การอนุบาลระยะที่ 1 เป็นระยะที่ที่ต้นพืชต้องได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิด ด้วยการควบคุม ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และความเข้มแสงให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของ พืชชนิดนั้นๆ เป็นช่วงเวลาการดูแลไม่ต่ำกว่า 30 วันตั้งแต่ย้ายปลูก

การอนุบาลระยะที่ 2 เป็นการดูแลต่อจากระยะที่ 1 อีก 30-45 วัน ระยะนี้พืชจะมีความ แข็งแรง และปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้มากขึ้น เมื่อผ่านการอนุบาลระยะที่ 2 แล้ว รวมทั้งสิ้น ประมาณ 60 - 75 วัน ต้นพันธุ์พืชนั้นๆ(บางชนิด) จะสามารถย้ายปลูกเลี้ยงในสภาพปกติได้

ส่วนการอนุบาลระยะที่ 3 แส่นสุข รัตนผล และชัยยงค์ จุจันทร์ (2546 : 98-101) กล่าวว่า เป็นการอนุบาลพันธุ์พืชให้มีความแข็งแรง สามารถปรับตัวพร้อมออกสู่สภาพแวดล้อมภายนอก โรงเรือนได้ มีระบบต่างๆ ที่จำเป็นเท่านั้น เช่น ระบบควบคุมสภาพอากาศ ชลประทาน ระบบ ตาข่ายพรางแสง ระบบน้ำแบบประหยัด ระบบใส่ปุ๋ยในระบบน้ำ และระบบพันสารเคมีควบคุม ศัตรูพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัด 58839 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

### วิธีการสร้างสื่อประกอบการสอน

#### 3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชา การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (03610133) หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช (ต่อเนื่อง 2 ปี) ระดับปริญญาตรี จำนวนหน่วยกิต 3(2-3) ซึ่งเป็นวิชาบังคับในกลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. เพื่อให้ นักศึกษามีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
2. เพื่อให้ นักศึกษาสามารถเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้
3. เพื่อให้ นักศึกษาเห็นความสำคัญ และตระหนักในคุณค่าของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

#### เนื้อเยื่อพืช

#### คำอธิบายรายวิชา

ความหมาย ความสำคัญ ประวัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช การเจริญเติบโตของเซลล์ สูตรอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชและการเตรียมอาหาร วิธีการและเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

#### การวิเคราะห์รายการสอน

#### ตารางที่ 2 วิเคราะห์รายการสอน

บทที่	ชื่อบท	รายการสอน	จำนวนชั่วโมง
1	บทนำ	- ความหมายของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช - ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช - การจัดห้องปฏิบัติการในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช - เครื่องมือ และอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	5
2	ห้องปฏิบัติการเครื่องมือ	- ห้องปฏิบัติการในการเพาะเลี้ยง	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

บทที่	ชื่อบท	รายการสอน	จำนวนชั่วโมง
	และอุปกรณ์ในการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	เนื้อเยื่อพืช - เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืช	
3	อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ พืช	- อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	5
4	การเตรียมอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	- การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	5
5	หลักการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืช	- หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	5
6	การเตรียมชิ้นส่วนพืช สำหรับการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อพืช	- การเตรียมชิ้นส่วนพืชสำหรับการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	5
7	เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อ	- เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อ	5
8	เทคนิคการบังคับการ เจริญเติบโตและเพิ่ม ปริมาณต้นพืช	- เทคนิคการบังคับการเจริญเติบโต และ เพิ่มปริมาณต้นพืช	10
9	ปัญหาและข้อจำกัดของ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	- ปัญหาและข้อจำกัดของการเพาะเลี้ยง- เนื้อเยื่อพืช	5

การทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้จัดทำวีซีดีเรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชประกอบการสอนใน  
บทต่างๆ ซึ่งมีความยาว ประมาณ 15 นาที

## 3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

## ความหมายของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หมายถึง การนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ยังมีชีวิต ไม่ว่าจะเป็น  
อวัยวะ เนื้อเยื่อ เซลล์ หรือ โปรโตพลาสต์ มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์  
ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

1. การขยายพันธุ์พืชจำนวนมากในระยะเวลาสั้น
2. การผลิตพืชที่ปราศจากโรคไวรัส
3. การปรับปรุงพันธุ์พืช
4. การผลิตพืชพันธุ์ต้านทาน
5. การผลิตพืชพันธุ์ทนทาน
6. การผลิตยาและสารเคมีจากพืช
7. การศึกษาทางชีวเคมี สรีรวิทยา และพันธุศาสตร์
8. เพื่อการเก็บรักษาเชื้อพันธุ์พืช
9. การทำเมล็ดเทียม

### ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชควรเป็นห้องที่มีการแยกสัดส่วนเฉพาะตามลักษณะการใช้งานในแต่ละส่วนที่แยกนี้ควรมีเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้อยู่ด้วย การจัดห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงความเหมาะสมและความสะดวกในการปฏิบัติงาน และที่สำคัญที่สุดคือต้องปลอดเชื้อจุลินทรีย์มากเท่าที่จะทำได้ โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชประกอบด้วยห้องซึ่งแบ่งได้ตามลักษณะงาน ได้ดังนี้

#### 1. ห้องเตรียมอาหาร

เป็นห้องสำหรับการเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และเตรียมชิ้นส่วนที่จะนำมาเพาะเลี้ยง ภายในห้องควรมีอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการเตรียมอาหาร และจัดอยู่ในลักษณะที่สามารถนำมาใช้งานได้สะดวกรวดเร็ว ห้องนี้นอกจากแบ่งออกเป็นบริเวณเตรียมอาหารแล้ว ยังอาจแบ่งเป็นบริเวณล้างเครื่องมืออีกส่วนหนึ่งด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการใช้สถานที่ และค่าใช้จ่าย ภายในห้องควรมีอุปกรณ์ดังนี้

- 1) เครื่องแก้วชนิดต่างๆ ได้แก่
  - กระบอกตวง (cylinder)
  - ขวดรูปชมพู่
  - บีเปต
  - บีกเกอร์
  - จานแก้ว (petri-dish)
  - ขวดอาหาร (vial)
  - หลอดหยดสาร (dropper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วัสดุสารละลายเข้มข้น(stock solution)

2) สารเคมีต่างๆ เช่น  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{KI}$  และ  $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  เป็นต้น

3) หม้อนึ่งความดันไอ (autoclave) สำหรับนึ่งฆ่าเชื้ออาหารเลี้ยงเนื้อเยื่อ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ไม่สามารถทนความร้อนของเตาอบความร้อนได้ โดยใช้ความดันไอประมาณ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(psi) เป็นเวลา 15 นาที

4) ตู้อบแห้ง (hot air oven) ใช้สำหรับอบฆ่าเชื้อที่อาจติดมากับอุปกรณ์และเครื่องมือที่สามารถทนความร้อนสูงๆได้ เช่น เครื่องแก้วและโลหะ โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 180 องศา เป็นเวลาประมาณ 2-3 ชม

5) เครื่องชั่งอย่างละเอียด(balance)ควรมีทั้งแบบหยาบ (ทศนิยม 2 ตำแหน่ง) และแบบละเอียด(ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

6) เครื่องกวนสารละลายแบบมีแท่นให้ความร้อนใช้สำหรับหลอมอาหารและสารเคมี โดยมีเครื่องคนสารด้วยระบบแม่เหล็ก

7) เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH meter) ใช้วัดค่ากรด - ด่าง ของอาหารเพาะเลี้ยง งานที่ต้องการความถูกต้องแน่นอน

8) ตู้เย็นใช้เก็บสารเคมีบางตัวที่ต้องการเก็บในอุณหภูมิต่ำๆ เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโต

9) ช้อนตักสารเคมีต้องเป็นช้อนพลาสติก

10) หม้อสเตนเลสและทัพพีใช้ในการเตรียมอาหารในจำนวนมากๆ

## 2. ห้องย้ายเนื้อเยื่อ

เป็นห้องสำหรับนำชิ้นส่วนพืชไปเพาะเลี้ยงในอาหาร ดังนั้นจึงควรเป็นห้องปิดและปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยอาจจะติดตั้งหลอดไฟที่ให้แสงอัลตราไวโอเล็ต (UV) เพื่อฆ่าเชื้อโรคในอากาศ หรือติดตั้งเครื่องกรองอากาศที่สามารถกรองเชื้อจุลินทรีย์ได้ สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญในห้องนี้มีดังนี้

1) ตู้ปลอดเชื้อ(laminar air-flow cabinet ) ออกแบบเป็นพิเศษสำหรับกรองอากาศให้บริสุทธิ์ปราศจากเชื้อราและแบคทีเรียที่อาจติดมากับอากาศ และเป็นที่สำคัญสำหรับงานที่ต้องการเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic technique) ส่วนประกอบที่สำคัญของตู้ก็คือ เครื่องกรองอากาศ (air filter) ที่ติดตั้งด้านหลังหรือด้านบนของตู้ โดยทั่วไปมีการติดตั้งหลอดดูดตราไวโอเล็ตสำหรับเปิดฆ่าเชื้อในตัวตู้ด้วยเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสุด

2) ตะเกียงแอลกอฮอล์ซึ่งอยู่ในตู้ปลอดเชื้อ ใช้สำหรับเผาฆ่าเชื้อที่ติดมากับอุปกรณ์ เช่น ปากกิบ มีดผ่าตัด และปากขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ปากคิบและมิดผ่าตัด ใช้ตัดและจับชิ้นส่วนพืช

4) แอลกอฮอล์ความเข้มข้นต่างๆ เช่นแอลกอฮอล์ 70 % ใช้ฉีดบริเวณมือ แขน และบริเวณพื้นที่ทำงานภายในตู้ปลอดเชื้อเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์สำหรับแอลกอฮอล์ 95 % ใช้สำหรับแช่ปากคิบและมิดผ่าตัดก่อนเผาไฟฆ่าเชื้อจุลินทรีย์

5) อุปกรณ์อื่น ๆ เช่นขวดฉีดน้ำกลั่น ขวดฉีดแอลกอฮอล์ ถาดสเตนเลส กระดาษอลูมิเนียมสำลี ขางวง กระดาษทิชชู

### 3. ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อ

เป็นห้องสำหรับเลี้ยงชิ้นส่วนพืชที่วางเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ ในสภาพปลอดเชื้อภายใต้การควบคุมภาวะแวดล้อม ได้แก่ แสง โดยให้ความเข้มข้นแสงตกบนชั้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ประมาณ 2,000 – 4,000 ลักซ์ ความชื้น 75-85 % อุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่สำคัญในห้องนี้มีดังนี้

1) เครื่องปรับอากาศ ควรมีสองเครื่อง ไว้ปิดและเปิดสลับกัน

2) ชั้นวางขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้านบนของแต่ละชั้นติดหลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดไฟโกรลักซ์

3) นาฬิกาตั้งเวลาสว่างและมิด ใช้ตั้งเวลาปิดเปิดไฟฟ้าตามความต้องการ

4) เทอร์โมมิเตอร์สำหรับวัดอุณหภูมิในห้องเพาะเลี้ยง

5) ตู้มิด ใช้สำหรับเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชและเมล็ดที่ต้องการความมืด

6) เครื่องเขย่า (shaker) ใช้สำหรับวางขวดบรรจุอาหารเหลวและชิ้นส่วนพืชที่ต้องการเพาะเลี้ยงแบบมีการเขย่าตลอดเวลา

### อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีการเรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น อาหารวิทยาศาสตร์ อาหารสังเคราะห์ หรืออาหารวุ้น ซึ่งอาหารแต่ละสูตร จะถูกปรับให้ใกล้เคียงกับธาตุอาหารที่พืชได้รับในสภาพธรรมชาติ มากที่สุด การเลือกใช้สูตรอาหารใดก็ตาม ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชนิดพืช พันธุกรรม และวัตถุประสงค์ที่ใช้ พื้นฐานของสูตรอาหารประกอบด้วย

1. ธาตุอาหารพวกอนินทรีย์ ได้แก่ ธาตุอาหารที่พืชต้องการเป็นจำนวนมาก เช่น C,H,N, O,P,K,S,Ca,Mg และธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย เช่น Fe,Cl,Mn,Cu,Zn,B ,Mo

2. ธาตุอาหารพวกอินทรีย์ เป็นสารซึ่งมีองค์ประกอบของ C,H,O ได้แก่ พกวิตามิน ฮอร์โมนพืช สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช สารที่เป็นแหล่งคาร์บอน พกกรดอะมิโน และ พกสารประกอบอินทรีย์อื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วุ้น เป็นสาร polysaccharide ที่มีมวลโมเลกุลสูง สกัดจากสาหร่ายทะเลช่วยให้อาหารแข็งตัว

4. ผงถ่านช่วยดูดซับสารพิษ ชักนำการเกิดราก กระตุ้นให้เกิดไซมาติก เอ็มบริโอ ช่วยให้ pH คงที่

ชนิดของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มี 2 รูปแบบภายใต้สูตรเดียวกัน แล้วแต่จะเห็นว่าในระยะใด ควรใช้อาหารรูปแบบใดซึ่งจะส่งผลต่อการพัฒนาของชิ้นพืชได้ดีกว่ากัน ได้แก่

1. อาหารแข็ง เป็นเพียงการผสมวุ้นลงในอาหาร ประมาณ 7-10 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร เพื่อพยุงชิ้นพืชให้สามารถเจริญเติบโตอยู่บนอาหารได้

2. อาหารเหลว เป็นอาหารที่ไม่มีส่วนผสมของวุ้น ชิ้นพืชที่เลี้ยงในอาหารเหลวมักมีการเจริญเติบโตที่ดีและค่อนข้างรวดเร็ว แต่ต้องระมัดระวังเรื่องการถ่ายเทอากาศของชิ้นพืช ถ้าเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในอาหารเหลวจำเป็นต้องเลี้ยงบนเครื่องเขย่า ควบลูกักกันไปเสมอ ทั้งนี้เครื่องเขย่าจะหมุนในแนวขนานกับพื้นโลก อัตรา 100-120 รอบต่อนาที การเขย่าตลอดเวลาจะช่วยให้ออกซิเจนละลายลงในอาหารส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช

ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกใช้อาหารสูตรไหนรูปแบบใด เพื่อที่จะนำมาเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ต้องคำนึงถึง สายพันธุ์ อายุพืช ชิ้นส่วนที่ใช้ และวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สูตรอาหารที่นิยมใช้มีดังนี้

สูตร VW (Vacin and Went ; 1949) ใช้กับการเพาะเลี้ยงกล้วยไม้

สูตร MS (Murashige and Skoog ; 1962 ) สามารถใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้หลายชนิด หรือเกือบทุกชนิด

สูตร Hildebrandt (1962) ใช้เพาะเลี้ยงแคลลัสยาสูบ

สูตร White (1963) ใช้เพาะเลี้ยงส่วนราก

สูตร Miller (1963) ใช้เพาะเลี้ยงอับละอองเกสรของข้าว

สูตร Y3 (Eeuwens ; 1967) ใช้เพาะเลี้ยงพืชตระกูลปาล์ม เช่น มะพร้าวกะทิ อินทผลัม ปาล์มน้ำมัน เป็นต้น

สูตร B5 (Gamborg ; 1970) ใช้เพาะเลี้ยงพืชสำคัญทางเศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง

สูตร WPM (Lloyd and McCown ; 1980) ใช้เพาะเลี้ยงพืชที่เป็นไม้เนื้อแข็ง

#### การเตรียมอาหารเพาะเลี้ยงสูตร MS

สูตร MS เป็นสูตรอาหารที่คิดค้นโดย Murashige and Skoog เป็นสูตรอาหารที่นิยมใช้สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชทั่วไป ขั้นตอนและวิธีการเตรียมสารละลายเข้มข้นมีดังนี้

1. สารละลายเข้มข้นที่ 1 ประกอบด้วย Ammonium nitrate 1650 mg/l , Potassium nitrate 1900 mg/l , Calcium chloride 440 mg/l , Magnesium sulfate 370 mg/l และ Potassium dihydrogen phosphate 170 mg/l

2. สารละลายเข้มข้นที่ 2 ประกอบด้วย Boric acid 6.2 mg/l , Manganese sulfate 16.9 mg/l , Zinc sulfate 8.6 mg/l , Potassium iodide 0.83 mg/l , Sodium molybdate 0.25 mg/l , Copper sulfate 0.025 mg/l และ Cobalt chloride 0.025 mg/l

3. สารละลายเข้มข้นที่ 3 ประกอบด้วย Sodium EDTA 37.25 mg/l และ Ferrous sulfate 27.85 mg/l

4. สารละลายเข้มข้นที่ 4 ประกอบด้วย Glycine 2 mg/l , Nicotinic acid 0.5 mg/l , Pyridoxine HCl 0.5 mg/l , Thiamine HCl 0.1 mg/l และ Inositol 100 mg/l

5. สารควบคุมการเจริญเติบโต ใช้ BAP (benzyl aminopurine) 2 mg/l

ขั้นตอนการเตรียมอาหารสูตร MS 1 ลิตร

1. เติมน้ำกลั่นลงใน บีกเกอร์ ขนาด 1,000 ml. ประมาณ 300 ml.
2. เติมสารละลายเข้มข้นที่ 1 ปริมาณ 50 ml. , สารละลายเข้มข้นที่ 2 ปริมาณ 10 ml.
3. สารละลายเข้มข้นที่ 3 ปริมาณ 10 ml. และสารละลายเข้มข้นที่ 4 ปริมาณ 10 ml.
4. ใส่น้ำตาลทราย ปริมาณ 30 g. คนให้ละลาย
5. ใส่อินซูลิน ปริมาณ 10 ml.
6. ปรับปริมาตรให้ครบ 1,000 ml.
7. ปรับค่า pH ให้ได้ 5.6
8. ใส่วุ้น 8 g. เคี้ยวให้ละลาย กรอกใส่ขวดปิดฝา
9. ปล่อยให้จลนหรือด้วยหมอนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว เวลา 15 นาที

หลักการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

หลักการที่สำคัญในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ คือ ต้องใช้เทคนิคปลอดเชื้อ ตัดเอาชิ้นส่วนพืชที่สะอาด นำมาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ซึ่งได้ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อมาเรียบร้อยแล้ว เมื่อเซลล์จากชิ้นส่วนต่างๆ ของพืชที่นำมาเลี้ยงได้รับแร่ธาตุ วิตามิน สารควบคุมการเจริญเติบโต และน้ำตาลจากอาหารสังเคราะห์ ที่ใช้เลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ จะมีการเจริญเติบโตเป็นต้นโดยตรง หรือเกิดเป็นกลุ่มของเซลล์ที่เรียกว่า “แคลลัส” หรือเกิดเป็นลักษณะที่เรียกว่า “โซมาติกอิมบริโอ” หรือ (อิมบริอยด์) และตัดแบ่งเป็นชิ้นๆ แล้วเปลี่ยนอาหารบ่อยๆ ก็สามารถเพิ่มปริมาณได้ไม่มีที่สิ้นสุด

ผลสุดท้ายก็จะได้ต้นที่มีลักษณะเหมือนกันทุกประการเป็นจำนวนมาก เหมาะที่จะนำไปใช้ในการขยายพันธุ์ ไม้ดอก ไม้ประดับ ผัก ไม้ผล ไม้ป่า พืชไร่ รวมทั้งพืชสมุนไพรต่างๆ

### การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของเนื้อเยื่อพืช

การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของเนื้อเยื่อพืช ที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ในสภาพปลอดเชื้อมีหลายรูปแบบนับตั้งแต่ขึ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยง พัฒนาเป็นเอ็มบริโอ แล้วพัฒนามาเป็นต้นพืชที่มีรากที่สมบูรณ์ หรืออาจจะพัฒนาจากชิ้นส่วนพืชที่เพาะเลี้ยงพัฒนาเป็นแคลลัสแล้วกลายมาเป็นต้นที่มีรากที่สมบูรณ์ หรืออาจจะพัฒนาเป็นอวัยวะแล้วกลายมาเป็นต้นที่มีรากที่สมบูรณ์เลยก็ได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ชนิดของพืช ส่วนของพืช ปัจจัยทางเคมี ปัจจัยทางกายภาพ และสูตรของอาหารแต่ไม่ว่าจะพัฒนาเป็นแบบใดก่อนก็ตาม ในที่สุดก็พัฒนาเป็นต้นที่มีรากสมบูรณ์

### ส่วนของพืชที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

ส่วนของพืชที่นิยมใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แบ่งออกได้หลายประเภทด้วยกัน เช่น ไม้ผล ได้แก่ ตายอดกล้วย ตายอดตาข้างต้นประดู่ ตายอดตาข้างมะละกอ และเอ็มบริโอ มะพร้าวกะทิ

ไม้ยืนต้น ได้แก่ ตายอดตาข้างสนับคว่า ตายอดตาข้างสะเดา

ไม้ดอก ได้แก่ ใบอ่อนอาฟริกันไวโอเล็ต ใบอ่อนหน้าวัว ตายอดตาข้างกุหลาบ หน่ออ่อนกล้วยไม้ ดอกอ่อนกระเจียว ตายอด และตาข้างเบญจมาศ

พืชผัก ได้แก่ ตายอดตาข้างหน่อไม้ฝรั่ง ตายอดตาข้างกะน้ายอด

อื่นๆ ได้แก่ ตายอดอ้อย ตายอดมันเทศ

### การเตรียมชิ้นส่วนพืชสำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสามารถนำทุกส่วนของพืชที่ประกอบด้วยเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่มาใช้ได้แต่ความสามารถในการเจริญเติบโตอาจแตกต่างกัน หลังจากจากที่เลือกชิ้นส่วนพืชและอาหารสูตรที่เหมาะสมแล้ว และต้องแน่ใจว่าชิ้นส่วนพืชอยู่ในระยะที่เหมาะสมต่อการนำมาเพาะเลี้ยง คือเซลล์มีการเจริญเติบโตอยู่การเตรียมชิ้นส่วนพืชก่อนการเพาะเลี้ยงต้องคำนึงถึงแหล่งที่อยู่ของชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยง ดังนี้

1. พืชที่ปลูกในบริเวณต่างๆ ไป มีโอกาสติดเชื้อมาก แต่ถ้าเอาส่วนข้างในของพืช เช่น เนื้อเยื่อพาเรนไคมา แคมเบียม
2. พืชที่ปลูกในเรือนต้น ไม้ ซึ่งมีการดูแลปฏิบัติกำจัด โรคและแมลงตลอดจนการควบคุมการเจริญเติบโตให้อยู่ในระยะพัฒนาการที่เหมือนกัน

3. พืชที่ปลูกในสภาพปลอดเชื้อ ในที่นี้หมายถึงการนำเอาเมล็ดมาฟอกฆ่าเชื้อด้วยสารฟอกฆ่าเชื้อ แล้วเพาะเลี้ยงบนอาหารสังเคราะห์ก็ได้ต้นกล้าที่ปลอดเชื้อ

### เทคนิคการฟอกฆ่าเชื้อ

สิ่งที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ก็คือการทำให้ชิ้นส่วนพืชที่นำมาเพาะเลี้ยงปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เพราะในสภาพธรรมชาติส่วนต่างๆของพืชจะมีจุลินทรีย์ต่างๆ ติดอยู่ ซึ่งเป็นตัวการสำคัญของการปนเปื้อนในอาหารเพาะเลี้ยง ทำให้อาหารเน่าเสีย และชิ้นส่วนพืชก็จะเน่าอย่างรวดเร็วจึง การฟอกฆ่าเชื้อทำได้ ดังนี้

1. เลือกชิ้นส่วนของพืชที่จะนำมาเพาะเลี้ยงให้ปราศจากโรค และส่วนที่ยังอ่อนอยู่ เช่น ตา ยอด และข้อ เป็นอวัยวะที่ดีที่สุด
2. ตัดเฉพาะชิ้นที่ต้องการนำมาล้างให้สะอาดด้วยสบู่ หรือน้ำยาล้างจาน
3. แช่ด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ 70% เป็นเวลา 1-2 นาที
4. ฟอกด้วยน้ำยาคลอโรกซ์ 10 % เป็นเวลา 15 นาที
5. ตัดหรือลอกเอาชิ้นส่วนที่ไม่ต้องการออก เช่น กาบใบที่หุ้มตาดอก
6. ล้างด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง เป็นเวลา 5 นาที
7. ฟอกด้วยน้ำยาคลอโรกซ์ 5% เป็นเวลา 10 นาที
8. นำไปล้างด้วยน้ำกลั่นที่นิ่งฆ่าเชื้อแล้ว 2-3 ครั้ง
9. ใช้มีดผ่าตัดที่สะอาด โดยชุบแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ ผ่าตัดชิ้นพืชบนจานแก้ว โดยทำในตู้ปลอดเชื้อ
10. ใช้ปากคีบที่สะอาด โดยชุบแอลกอฮอล์แล้วลนไฟ จับชิ้นส่วนของพืชนำไปเลี้ยงบนอาหารที่เตรียมไว้ในขวดอาหาร
11. ลนไฟบริเวณปากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อก่อนเปิดและปิดฝาขวด
12. รวบรวมขวดที่แยกเนื้อเยื่อเรียบร้อยแล้วนำไปวางบนชั้นในห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อุณหภูมิประมาณ 25 องศา ความเข้มของแสง ประมาณ 2,000-3,000 ลักซ์ เป็นเวลา 16 ชั่วโมง ต่อวัน
13. ติดตามสังเกตการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืช
14. ทำการตัดแบ่งชิ้นส่วนพืช ให้เล็กลงไปอีก แล้วเปลี่ยนอาหารใหม่ทุก 2-4 สัปดาห์ (subculture)

### การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืช

การเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนพืชที่มีชีวิต สามารถนำมาเป็นชิ้นส่วนพืชในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อชักนำให้เกิดแคลลัส เอ็มบริอยด์ หรืออวัยวะ ซึ่งได้แก่ ปลายยอด ใบ ปลายราก และ เอ็มบริโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลายยอด หมายถึง ส่วนของพืชที่อยู่ตรงปลายยอดทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย เนื้อเยื่อเจริญ ปลายยอด(apical meristem) และจุดกำเนิดใบ(leaf primodium) การเพาะเลี้ยงปลายยอดมีความสำคัญในการขยายพันธุ์พืชคือ ทำให้สามารถขยายพันธุ์พืชได้จำนวนมาก พืชต้นใหม่ที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรม เหมือนต้นเดิมและที่สำคัญคือ พืชต้นใหม่ที่ได้นั้นปลอดเชื้อไวรัส จากการศึกษาพบว่า การนำเนื้อเยื่อเจริญปลายยอดที่มีขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตรและมีจุดกำเนิดของใบ 2 ใบติดอยู่มาเลี้ยงจะได้ต้นพืชที่ปราศจากไวรัส

#### ขั้นตอนการเพาะเลี้ยงปลายยอดและตาข้าง

1. นำหน่อกล้วยไม้ที่จะทำการเพาะเลี้ยงมาทำความสะอาดด้วยสบู่ หรือน้ำยาล้างจานให้สะอาด เช็ดด้วยแอลกอฮอล์ 70 % แล้วนำไปแช่ แอลกอฮอล์ 70% นานประมาณ 1-2 นาที
2. หลังจากนั้นให้นำปลายยอดที่แช่แอลกอฮอล์ มาแช่ในคลอโรกซ์ 10 % เป็นเวลาประมาณ 15 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่น 2-3 ครั้งๆ ละประมาณ 5 นาที
3. หลังจากนั้นนำเข้าสู่ปลอดเชื้อ โดยการใช้แอลกอฮอล์ 70 % ฉีดพ่นให้ทั่วขวดและแขนของเรา จากนั้นให้นำงานเพาะเลี้ยงที่อยู่ในกระบอก ออกมาโดยการลนไฟที่ปากกระบอกก่อนเปิด และปิดทุกครั้ง เมื่อนำออกมาแล้วใช้ปากคีบ คีบหน่อกล้วยไม้ที่อยู่ในขวดออกมาวางบนงานเพาะ แล้วลนไฟที่ปากคีบ หลักการที่สำคัญในผู้ปลอดเชื้อก็คือการใช้ เทคนิคปลอดเชื้อทุกครั้งเมื่อใช้ อุปกรณ์เสร็จ
4. หลังจากวางเนื้อเยื่อบนงานเพาะเลี้ยงเรียบร้อยแล้ว ใช้มีดผ่าตัดกรีดบริเวณปล้องของกล้วยไม้เพื่อทำการลอกเปลือกออก ระวังอย่าให้โดนตาข้าง เมื่อลอกเปลือกออกหมดแล้ว ใช้มีดผ่าตัด ตัดตาข้างออกแล้วนำไปวางในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เตรียมไว้ อย่าลืมทุกครั้งที่เปิด ปิดขวดต้องลนไฟที่ปากขวดทุกครั้ง เพื่อป้องกันการติดเชื้อ ทำเช่นนี้จนกว่าหน่อกล้วยไม้ที่เตรียมมาจะหมดตา
5. หลังจากปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเรียบร้อยแล้วควรมีการติดกระดาษขาว เพื่อบันทึกว่าทำการเพาะเลี้ยงวันที่เท่าไร พันธุ์อะไร เพื่อง่ายต่อการจดบันทึก
6. หลังจากการเพาะเมล็ดกล้วยไม้ลงบนวัสดุอาหาร ถ้าเป็นเมล็ดที่แข็งแรง เมล็ดจะพอง และขยายขนาด มีสีเขียว มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ภายใน 15 วัน เมล็ดจะงอกเป็นจำนวนมากจนแน่นพื้นที่ในขวดเพาะ หลังจากการเพาะประมาณ 2 เดือน ต้นอ่อนจะมีใบเล็กๆ 2-3 ใบ ถ้าปล่อยให้ทิ้งไว้ ต้นอ่อนจะมีการเจริญเติบโตช้า หรือตายได้ง่าย จำเป็นต้องมีการถ่ายขวด

#### ขั้นตอนในการย้ายขวดทำได้โดย

1. เช็ดขวดเพาะเลี้ยงให้สะอาดด้วยผ้าสะอาดชุบน้ำหมาดๆ แล้วเช็ดอีกครั้งด้วยผ้าชุบแอลกอฮอล์ 70 % โดยเฉพาะบริเวณคอขวดและจุกขวด ระวังอย่าให้จุกขวดคลอน

2. นำขวดเข้าตู้ปลอดเชื้อ วางขวดบนชั้นวางขวด ใช้ปากคีบ คีบสำลีชุบแอลกอฮอล์เช็ดให้ทั่วบริเวณปากขวดที่จุกยางอุดอยู่

3. ดึงจุกยางออก ลนไฟปากขวดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ ลนจนปากขวดร้อน ระวังอย่าให้ปากขวดแตก

4. หยิบขวดอุ่นอาหารวางใกล้ๆ บนชั้นวางขวด เปิดจุกขวด ลนไฟมาเชื้อที่ปากขวด

5. ใช้ปากคีบ ถ่ายขวดที่ฆ่าเชื้อแล้ว เชียต้ด้นกล้าที่อยู่ในขวดเพาะ โดยเจียจากปากขวดเข้าไปก่อน เจียให้ด้นกล้าที่อยู่ในขวดร่วงลง บนจานเพาะเลี้ยง แยกขนาดด้นกล้า เพื่อสะดวกในการย้ายใส่ขวดอาหาร

6. ใช้ปากคีบที่ฆ่าเชื้อแล้วคีบด้นกล้าทีละด้นใส่ในขวดอาหารที่เตรียมไว้ โดยเรียงให้ห่างกันประมาณ 1 - 2 ซม. โดยฝังลงไปในวันอาหาร ปลายยอดตั้งขึ้น แต่ถ้าด้นกล้าขนาดเล็กมากปล่อยให้วางนอนก็ได้

7. ถ่ายขวดต่อไปจนกว่าด้นกล้าในขวดจะหมด

8. นำขวดถ่ายออกจากตู้ย้ายเลี้ยง เก็บบนชั้น ให้ได้แสง ประมาณ 10-16 ชั่วโมง/วัน

9. หลังการถ่ายขวดประมาณ 4- 6 เดือน ก็สามารถทำการย้ายด้นกล้าออกมาอนุบาล

#### ขั้นตอนการนำพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูก

1. ปรับสภาพเนื้อเยื่อพืช 2-3 วัน ก่อนปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอก

2. นำต้นพืชออกจากภาชนะที่ใช้เพาะเลี้ยงด้วยปากคีบ

3. ล้างอาหารรูนที่ติดกับรากพืชออกให้หมด

4. แช่น้ำยากันเชื้อรา 3 – 5 นาทีก่อนปลูกเพื่อนำไปอนุบาลในระยะที่ 1

เนื่องจากด้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในระยะแรกจะมีความทนทานน้อย การออกปลูกจึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพทีละน้อย ก่อนที่จะออกสู่สภาพภายนอก ดังนั้นโรงเรือนอนุบาลที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออัตราการรอดชีวิต ของด้นพืช โรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ โดยสังเคราะห์ด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพียงจุดเดียว

#### โรงเรือนอนุบาลระยะที่ 1

โรงเรือนอนุบาลระยะที่ 1 จำเป็นต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษทั้งในเรื่อง อุณหภูมิ (28-30 °ซ) ความชื้น(90-100%) และความเข้มแสง (60%) ใช้เวลาประมาณ 14-30 วันขึ้นกับชนิดพืช ซึ่งมีขั้นตอน ดังนี้

1. ทำหลุมเล็กๆในกระบะเพาะ

2. ใช้ปากคีบจับโคนด้นพืชนำลงปลูกโดยใช้ปากคีบเขี่ยดินกลบให้มีครากแล้วรดน้ำตาม

### การอนุบาลระยะที่ 2

การอนุบาลระยะที่ 2 ใช้เวลาประมาณ 14-30 วัน ขึ้นอยู่กับชนิดพืช มีขั้นตอน ดังนี้

1. คึงต้นพืชออกจากถาดหลุมอย่าให้รากขาดเพราะจะทำให้พืชชะงักการเจริญเติบโต
2. นำต้นพืชลงปลูกในถุงที่เตรียมไว้กลบดินแล้วรดน้ำตาม

### การอนุบาลระยะที่ 3

การอนุบาลระยะที่ 3 เป็นการนำพืชจากการอนุบาลในระยะที่ 2 มาเปลี่ยนลงในภาชนะใหม่ที่มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยไม่ต้องมีการควบคุมสภาพต่างๆ มากนัก ใช้เวลาในการอนุบาลประมาณ 30 วัน ซึ่งโรงเรือนอนุบาล 3 เป็นการอนุบาลให้พืชมีความแข็งแรงสามารถปรับตัวพร้อมออกสู่สภาพแวดล้อมภายนอกโรงเรือนต่อไป

### 3.3 บทวิทัศน์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

บทวิทัศน์ เรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จำนวน 50 ภาพ เวลา 15 นาที

ลำดับ	ภาพ	มูม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
1.	ตราสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง		เพลงบรรเลง	5
2.	วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช		เพลงบรรเลง	5
3.	จัดทำโดย นายจิรพงศ์ ช่าง นายสม โภช เบี้ยกระโทก		เพลงบรรเลง	5
4.	อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.วันทนีย์ โชติสกุล		เพลงบรรเลง	5
5.	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คุณอำนาจ ธรรมวิษณุ คุณบัณฑิต สายทอง		เพลงบรรเลง	5
6.	ภาพการทำการเกษตรในรูปแบบต่างๆ	CU MS	ปัจจุบันนี้ ได้มีการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มาใช้ในการพัฒนาการเกษตรอย่างกว้างขวาง	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มูม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			<p>การขยายพันธุ์พืชเป็นอีกศาสตร์หนึ่ง ที่นำมาใช้ในการพัฒนา ซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี โดยการขยายพันธุ์พืชแต่ละวิธีนั้น มีขั้นตอนที่แตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆที่เชื่อมโยงการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้รับความนิยมน้อยแพร่หลาย เนื่องจากเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สามารถผลิตพืชได้เป็นจำนวนมากในระยะเวลาสั้น เมื่อเทียบกับการขยายพันธุ์พืชวิธีอื่น พืชที่ผลิตได้ก็ปราศจากโรค และสามารถที่จะคัดเลือกต้นพืชที่มีคุณภาพไปขยายพันธุ์ต่อไปได้</p>	
7.	ภาพชุดต่างๆของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ภาพต้นไม้นชนิดต่างๆ ส่วนต่างๆของพืช	CU	<p>การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หมายถึง การนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชที่ยังมีชีวิต ไม่ว่าจะ เป็นอวัยวะ เนื้อเยื่อ เซลล์ หรือ โปรโตพลาสต์ มาเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ ภายใต้การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและแสง</p>	20
8.	ส่วนต่างๆของห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เครื่องมือในการปฏิบัติงานในห้อง	CU MS	<p>ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชควรเป็นห้องที่มีการแยกสัดส่วนเฉพาะตามลักษณะการ</p>	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุมมอง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)	เพาะเสียงเนื้อเยื่อพืช ห้องต่างๆของห้องปฏิบัติการ เพาะเสียงเนื้อเยื่อพืช		ใช้งาน ควรมีเครื่องมือ อุปกรณ์ ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้อยู่ด้วย และต้องปลอดภัยจุนทรีย์ให้ มากที่สุด โดยทั่วไป ห้องปฏิบัติการเพาะเสียงเนื้อเยื่อ พืชประกอบด้วย ห้องเตรียม อาหาร ห้องย้ายเนื้อเยื่อ ห้อง เสียงเนื้อเยื่อ ซึ่งแบ่งตามลักษณะ งานดังนี้	
9.	ห้องเตรียมอาหาร	MS	ห้องเตรียมอาหาร เป็นห้องที่ใช้ เก็บสารเคมีและเครื่องมือที่ใช้ เป็นประจำแตกต่างกันตาม ลักษณะงานดังนี้	10
10.	สารเคมี และตู้เก็บสารเคมี	CU	สารเคมี ควรวางในตู้หรือบน ชั้นวางอย่างเป็นระเบียบเป็น หมวดหมู่หรือ ตามอักษร ที่ สำคัญควรอยู่ในบริเวณเดียวกับ ที่วางเครื่องชั่ง	10
11.	เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง และเครื่องชั่งวางอยู่บน โต๊ะ	MS	เครื่องวัดความเป็นกรดเป็นด่าง เครื่องชั่ง ควรวางบนโต๊ะที่มี ความมั่นคงไม่สั่นสะเทือน	5
12.	เครื่องแก้ว และเครื่องมืออื่นๆ	MS	เครื่องแก้วและเครื่องมืออื่นๆ ควรมีที่เก็บอย่างมิดชิด และไม่ ห่างจากอ่างน้ำ มากนัก	5
13.	ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ ต่างๆบริเวณอ่างน้ำ	CU	อ่างน้ำใช้สำหรับล้างทำความสะอาด เครื่องมือต่างๆ เพื่อ ความสะดวกต่อการปฏิบัติงาน อาจอยู่มุมใดมุมหนึ่งของห้อง	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุมมอง	เสียง	เวลา (วินาที)
14.	ภาพการเตรียมอาหารในห้องเตรียมอาหาร	CU MS	บริเวณเตรียมอาหาร ควรเป็นโต๊ะหรือพื้นที่ที่มีความสูงพอที่จะปฏิบัติงาน ในลักษณะยืนหรือนั่งก็ได้ การปฏิบัติงานในห้องเตรียมอาหาร จะเริ่มต้นจากการชั่งสารเคมีตามสูตรอาหาร ผสมเป็นสารละลายเข้มข้น ปรับค่าความเป็นกรดเป็นด่าง หลอมอาหารและบรรจุลงขวดก่อน	30
15.	ภาพ โดยรวมห้องย้ายเนื้อเยื่อพืชและอุปกรณ์ต่างๆ ภายในห้อง	CU	ห้องย้ายเนื้อเยื่อพืช ควรเป็นห้องที่มี พื้นผิวที่ทำความสะอาดง่าย วัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในห้องนี้ประกอบไปด้วยตู้ตัดเนื้อเยื่อ ซึ่งภายในตู้จะต้องมี มีดผ่าตัด ปากคีบ ตะแกรงสำหรับวางมีด ปากคีบ ตะเกียงแอลกอฮอล์ และจานรองหรือกระดาษที่หนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว	25
16.	นักปฏิบัติการเตรียมตัวก่อนการปฏิบัติงาน	MS	การปฏิบัติงานในห้องตัดเนื้อเยื่อพืช มีดังนี้ การย้ายเนื้อเยื่อ ไปเลี้ยงบนอาหารใหม่ ต้องอาศัยเทคนิคปลอดเชื้อ ผู้ปฏิบัติงาน ต้องเตรียมตัวให้อยู่ในสภาพที่พร้อมทำงาน โดยทำความสะอาดมือ และแขนด้วยสบู่ สวมผ้าคลุมผม	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			ใส่ถุงมือ ผ้าปิดปาก-ผ้าปิด จมูก และสวมชุดปฏิบัติการ ตลอดจนเปลี่ยนรองเท้าก่อนเข้า ห้องทุกครั้ง	
17.	การเตรียมตู้ปลอดเชื้อก่อนใช้ งาน	MS	เช็ดทำความสะอาดตู้ปลอดเชื้อ ก่อนใช้งานและเปิดสวิตซ์ตู้ให้ ระบบต่างๆภายในตู้ทำงานก่อน ปฏิบัติงาน 15-30 นาที	5
18.	การวางอุปกรณ์ในตู้ปลอดเชื้อ	CU	วางอุปกรณ์ที่ใช้ตัดเนื้อเยื่อพืช ในตำแหน่งที่เหมาะสม และ สะดวกต่อการปฏิบัติงาน	5
19.	การทำงานของนักปฏิบัติการใน ตู้ปลอดเชื้อ	CU MS	ลงไฟเครื่องมือที่ใช้ปฏิบัติงาน เพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ก่อนการตัด เนื้อเยื่อพืชทุกครั้งก่อน ทำการ ตัดเนื้อเยื่อพืชในลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการแล้ว นำชิ้นส่วนพืชที่ตัด วางเลี้ยงบน อาหารสังเคราะห์ในขวด ลงไฟ ปากขวดและปิดฝาให้สนิท ลงบันทึกชนิดพืชและวัน/ เดือน/ปี ที่ตัดย้าย	30
20.	การนำขวดเนื้อเยื่อพืชไปเรียงบน ชั้นวาง	CU	นำขวดเนื้อเยื่อพืชไปเลี้ยงบน ชั้นวางในห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่ ควบคุมแสงและอุณหภูมิ	5
21.	ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ลักษณะ ทั่วไปของห้อง และอุปกรณ์ต่าง ๆ	MS	ห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นห้อง ปลอดเชื้อ วัสดุที่ใช้ประกอบ เป็นชั้นวางอาจจะทำด้วยไม้ เหล็ก สเตนเลส หรืออลูมิเนียม	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มูม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			ขนาด กว้างxยาวxสูง ประมาณ 60x120x200 ซม. มีชั้นวาง 5 ชั้น แต่ละชั้นห่างกันประมาณ 30 ซม. พื้นควรเป็นกระจก หรือฟอร์ไมก้าสีขาว หรือเป็น ตาข่ายโปร่งแสง มีหลอดให้ความสว่างแก่พืช เพื่อการสังเคราะห์แสง การติดหลอดไฟควรให้หลอดห่างจากชั้นประมาณ 20 ซม. แต่ละหลอดห่างกัน 30 ซม. เพื่อให้ได้ความเข้มแสง 2,000-3,000 ลักซ์	
22.	การตรวจ จุดบันทึกข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับการปนเปื้อนของ เชื้อจุลินทรีย์ในขวดเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อ	MS	ห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ต้องมี ผู้ปฏิบัติงานรับผิดชอบ นำขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่เปลี่ยนอาหารใหม่ เข้าห้องเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โดย ทำความสะอาดชั้นด้วยแอลกอฮอล์ 70 % ก่อนเรียงขวด ทำการคัดเลือกต้นพันธุ์ เพื่อการตัด-ขยายต่อไป ตรวจสอบการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ หากพบจะต้องเก็บทิ้งทันที หากปล่อยทิ้งไว้จะทำให้สปอร์ของเชื้อราแพร่กระจาย ออกจากขวดสู่บรรยากาศของห้องได้ บันทึกรายละเอียดและลักษณะของชั้นพืช เพื่อคู่มือการเจริญเติบโต และ	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			คอยเปลี่ยนอาหารตามช่วงเวลา ที่เหมาะสม	
23.	ชื่อธาดูอาหารต่างๆ ที่เป็น พื้นฐานในอาหารสูตรต่างๆ	MS	อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มี การเรียกชื่อแตกต่างกันไป เช่น อาหารวิทยาศาสตร์ อาหาร สังเคราะห์ หรืออาหารวุ้น ซึ่ง อาหารแต่ละสูตร จะถูกปรับให้ ใกล้เคียงกับธาดูอาหารที่พืช ได้รับใน สภาพธรรมชาติ มาก ที่สุด การเลือกใช้สูตรอาหารใด ก็ตาม ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม ของชนิดพืช พันธุกรรม และ วัตถุประสงค์ที่ใช้ พื้นฐานของ สูตรอาหารประกอบด้วย ธาดู อาหารหลัก ธาดูอาหารรอง เกลือแร่ และวิตามิน ต่างๆ รวมทั้งสารควบคุมการเจริญ เติบโต ชนิดของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มี 2 รูปแบบภายใต้สูตรเดียวกัน แล้วแต่จะเห็นว่าในระยะใด ควรใช้อาหารรูปแบบใดซึ่งจะ ส่งผลดีต่อการพัฒนาของชิ้น พืชได้ดีกว่ากัน ได้แก่	45
24.	อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิด อาหารแข็ง	MS CU	อาหารแข็ง เป็นเพียงการผสม วุ้นลงในอาหาร ประมาณ 7-10 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร เพื่อพอง ขึ้นพืชให้สามารถเจริญเติบโต	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มูม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			อยู่บนอาหารได้	
25.	อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิด อาหารเหลว และเครื่องเขย่า	MS CU MS	อาหารเหลว เป็นอาหารที่ไม่มี ส่วนผสมของวุ้น ชี้นพืชที่เลี้ยง ในอาหารเหลวมักมีการ เจริญเติบโตที่ดีและค่อนข้าง รวดเร็ว แต่ต้องระมัดระวังเรื่อง การถ่ายเทอากาศของชี้นพืช ถ้า เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในอาหาร เหลวจำเป็นต้องเลี้ยงบนเครื่อง เขย่า ควบคุมกัน ไปเสมอ ทั้งนี้ เครื่องเขย่าจะหมุนใน แนวขนานกับพื้นโลก อัตรา 100-120 รอบต่อนาที การเขย่า ตลอดเวลาจะช่วยให้ออกซิเจน ละลายลงในอาหารส่งผลดีต่อ การเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืช	40
26.	รายชื่อสูตรอาหารต่างๆ	CU	ก่อนที่จะตัดสินใจว่าจะเลือกใช้ อาหารสูตรไหนรูปแบบใด เพื่อที่จะนำมาเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ต้องคำนึงถึง สายพันธุ์ อายุพืช ชี้นส่วนที่ใช้ และวัตถุประสงค์ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สูตรอาหารที่นิยมใช้ มีดังนี้	15
27.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร VW	CU	สูตร VW (Vacin and Went ; 1949) ใช้กับการเพาะเลี้ยง กล้วยไม้	5
28.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร MS	CU	สูตร MS (Murashige and Skoog ; 1962 ) สามารถใช้เลี้ยง	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			เนื้อเยื่อพืชได้หลายชนิด หรือ เกือบทุกชนิด	
29.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร Hildebrandt	CU	สูตร Hildebrandt (1962) ใช้ เพาะเลี้ยงแคลลัสยาสูบ	5
30.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร White	CU	สูตร White (1963) ใช้ เพาะเลี้ยงส่วนราก	5
31.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร Miller	CU	สูตร Miller (1963) ใช้เพาะเลี้ยง อับละอองเกสรของข้าว	5
32.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร Y3	CU	สูตร Y3 (Eeuwens ; 1967) ใช้ เพาะเลี้ยงพืชตระกูลปาล์ม เช่น มะพร้าวกะทิ อินทผลัม ปาล์ม น้ำมัน เป็นต้น	5
33.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร B5	CU	สูตร B5 (Gamborg ; 1970) ใช้ เพาะเลี้ยงพืชสำคัญทาง เศรษฐกิจหลายชนิด เช่น ถั่ว เหลือง	5
34.	องค์ประกอบของอาหาร เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสูตร WPM	CU	สูตร WPM (Lloyd and McCown ; 1980) ใช้เพาะเลี้ยง พืชที่เป็นไม้เนื้อแข็ง	5
35.	ส่วนต่างๆ ของพืช	MS	ส่วนของพืชที่นิยมใช้ในการ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แบ่งออก ได้หลายประเภทด้วยกัน เช่น	5
36.	ส่วนต่างๆ ของต้นกล้วย และ สับปะรด	CU	<u>ไม้ผล</u> ได้แก่ ตาขอดกล้วย, ตา ขอดตาข้างสับปะรด, ตาขอดตา ข้างมะละกอ, เอมบริโอมะพร้าว กะทิ	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุก กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
37.	ภาพต้นสบู่ดำ	CU	ไม้ขึ้นต้น ได้แก่ ตายอดตาข้าง สบู่ดำ ตายอดตาข้างสะเคา	5
38.	ภาพต้นหน้าวัว	CU	ไม้ดอก ได้แก่ ใบอ่อนอาฟรี- กันไวโอเล็ต ใบอ่อนหน้าวัว ตายอดตาข้างกุหลาบ หน่อ อ่อนกล้วยไม้ ดอกอ่อน กระเจียว ตายอดและตาข้าง เบญจมาศ	10
39.	ภาพต้นหน่อไม้ฝรั่ง และคะน้ำ ยอด	CU	พืชผัก ได้แก่ ตายอดตาข้าง หน่อไม้ฝรั่ง ตายอดตาข้างคะน้ำ ยอด	5
40.	ภาพต้นมันเทศ	CU	อื่นๆ ได้แก่ ตายอดอ้อย ตายอดมันเทศ	5
41.	อุปกรณ์ในการฟอกฆ่าเชื้อ และ ขั้นตอนการฟอกฆ่าเชื้อ	MS	การฟอกฆ่าเชื้อเป็นการทำให้ ชิ้นส่วนของพืชสะอาด ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวพืช นั้นๆ ซึ่งพืชแต่ละชนิดจะมี วิธีการฟอกฆ่าเชื้อที่เหมือนกัน แต่จะแตกต่างกัน ที่ระยะเวลา ในการฟอกฆ่าเชื้อและความ เข้มข้นของสารฟอกฆ่าเชื้อ ขอ ยกตัวอย่าง การฟอกฆ่าเชื้อตา ยอดตาข้างของ ลิ้นมังกรซึ่งมี ขั้นตอนในการปฏิบัติ ดังนี้ วิธีการฟอกฆ่าเชื้อ คัดเลือกต้น พันธุ์ที่สมบูรณ์แข็งแรงและ ปราศจากโรค ตัดส่วนยอดของ ลิ้นมังกรให้มีใบติดประมาณ	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุมกล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			4-5 ใบ จากนั้นนำยอดลิ้นมังกรมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำไหล ตัดแต่งใบออก ฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอโรกซ์ 20 %ร่วมกับสารจับใบ 2-3 หยด เป็นเวลา 15 นาทีแล้วล้างน้ำอีกประมาณ 10 นาที แล้วฟอกฆ่าเชื้อด้วยคลอโรกซ์ 15% อีก 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นอีกครั้ง	
42.	ภาพโดยรวมของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช	CU	สำหรับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชจะมีขั้นตอนในการเพาะเลี้ยงหลายขั้นตอน พอสรุปได้ ดังนี้ เริ่มจากการคัดเลือกต้นพืชที่มีคุณลักษณะที่ดี นำมาฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ติดมากับชิ้นส่วนพืช ตัดแยกเนื้อเยื่อพืช เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์เพื่อเพิ่มปริมาณยอด จากนั้นชักนำให้ออกรากโดยการเปลี่ยนอาหาร ที่มีฮอร์โมนในการเร่งราก แล้วนำพืชออกจากขวด ล้างวุ้นออกให้สะอาด นำไปอนุบาลในโรงเรือน ที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้	40
43.	ภาพการปฏิบัติการเกี่ยวกับการนำพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูก	CU	ขั้นตอนการนำพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อออกปลูก ปรับสภาพเนื้อเยื่อพืช 2- 3 วัน ก่อนปลูกในสภาพแวดล้อมภายนอก นำต้นพืชออกจากภาชนะที่ใช้เพาะ-	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุมมอง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			เสียงด้วยปากกิบ ล้างอาหารวันที่ติดกับรากพืชออกให้หมด แช่น้ำยากันเชื้อรา 3 – 5 นาทีก่อนปลูกเพื่อนำไปอนุบาลในระยะที่ 1	
44.	ภาพโรงเรือนภายนอก และการปฏิบัติการของผู้ควบคุมโรงเรือน โดยระบบคอมพิวเตอร์	CU MS	เนื่องจากต้นพืชที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ในระยะแรกจะมีความทนทานน้อย การออกปลูกจึงจำเป็นต้องมีการปรับสภาพที่ละน้อย ก่อนที่จะออกสู่สภาพภายนอก ดังนั้นโรงเรือนอนุบาลที่ควบคุมสภาพแวดล้อมได้ จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออัตราการรอดชีวิต ของต้นพืช โรงเรือนที่สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมได้ โดยสั่งการด้วยระบบคอมพิวเตอร์เพียงจุดเดียว	30
45.	โรงเรือนอนุบาล 1	MS	โรงเรือนอนุบาลระยะที่ 1 จำเป็นต้องได้รับการดูแลเป็นพิเศษทั้งในเรื่องอุณหภูมิ (28-30 °ซ) ความชื้น(90-100%) และความเข้มแสง (60%) ใช้เวลาประมาณ 14-30 วันขึ้นกับชนิดพืช ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้	10
46.	การปลูกพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	CU	ทำหลุมเล็กๆ ในกระบะเพาะ แล้วใช้ปากกิบจับ โคนต้นพืชนำลงปลูกโดยใช้ปากกิบเขี่ยดิน	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุม กล้อง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)			กลบให้มิดรากแล้วรดน้ำตาม	
47.	โรงเรือนอนุบาล 2 และการย้าย ปลูกพืชเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	MS CU	การอนุบาลระยะที่ 2 ใช้เวลา ประมาณ 14-30 วัน ขึ้นอยู่กับ ชนิดพืช มีขั้นตอนดังนี้ คึงต้น พืชออกจากถาดหลุมอย่าให้ราก ขาดเพราะจะทำให้พืชชะงักการ เจริญเติบโต นำต้นพืชลงปลูก ในถุงที่เตรียมไว้กลบดินแล้วรด น้ำตาม	20
48.	การเปลี่ยนถุงปลูกพืชเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อ และภาพ โดยรวมของพืช เพาะเลี้ยงในอนุบาลระยะที่ 3	MS CU	การอนุบาลระยะที่ 3 เป็นการ นำพืชจากการอนุบาลในระยะที่ 2 มาเปลี่ยนลงในภาชนะใหม่ที่ มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยไม่ต้องมี การควบคุมสภาพต่างๆ มากนัก ใช้เวลาในการอนุบาลประมาณ 30 วัน ซึ่งโรงเรือนอนุบาล 3 เป็นการอนุบาลให้พืชมีความ แข็งแรงสามารถปรับตัวพร้อม ออกสู่สภาพแวดล้อมภายนอก โรงเรือนต่อไป	20
49.	ขอขอบพระคุณ ตรากรมส่งเสริมการเกษตร คุณเสริมพงศ์ ฐวิษสิน ผู้อำนวยการส่วนพัฒนาการ เพาะเลี้ยงและจัดการพันธุ์พืช สำนักพัฒนาคุณภาพสินค้า เกษตร คุณอำนาจ ธรรมวิษญ์		เพลงบรรเลง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	ภาพ	มุมมอง	เสียง	เวลา (วินาที)
(ต่อ)	ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชลบุรี คุณบัณฑิต สายทอง นักวิชาการส่งเสริมการเกษตร 5 คุณวัชรินทร์ คงพิบูลย์ นักวิชาการฝ่ายโสตทัศนศึกษา คุณณัฐพันธ์ ชวงเอี่ยมโย นักวิชาการฝ่ายโสตทัศนศึกษา			
50.	สวัสดี			5

### 3.4 ขั้นตอนการสร้างสื่อประกอบการสอน

#### วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสื่อประกอบการสอน

1. กล้องถ่ายรูป/กล้องวิดีโอ
2. ขาตั้งกล้อง
3. ม้วนวิดีโอ
4. เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่อพ่วง
5. เครื่องบันทึกเสียง
6. ม้วนบันทึกเสียง
7. เครื่องปริ้นเตอร์
8. แผ่นวีซีดี
9. กระดาษพิมพ์

#### วิธีการสร้างสื่อประกอบการสอน

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะทำปัญหาพิเศษด้านการผลิตวีซีดีและเนื้อหาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช
2. เขียนบทบรรยายประกอบวีซีดี
3. ถ่ายทำวิดีโอในขั้นตอนต่างๆ ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ณ ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชลบุรี (พันธุ์พืชเพาะเลี้ยง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ตัดต่อภาพ และบันทึกเสียง

5. ทำการบันทึกลงแผ่นวีซีดี

6. ประเมินคุณภาพวีซีดีทั้ง 2 ด้าน คือผู้เชี่ยวชาญทางการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อหาของวีซีดี โดย คุณบัณฑิต สายทอง และ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสัตตทัศนศึกษา ประเมินทางการผลิตวีซีดี โดย คุณอำนาจ ธรรมวิษณุ และคุณวัชรินทร์ คงพิบูลย์

7. ส่งวีซีดีให้อาจารย์ที่ปรึกษาพิจารณา

8. จัดพิมพ์รูปเล่มและแก้ไข

9. เสนอผลงานและรูปเล่มต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อประเมินผลงานในขั้นตอนสุดท้าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การตรวจสอบสื่อประกอบการสอนและการแก้ไข

#### 4.1 วิธีการตรวจสอบ

จากการทำปัญหาพิเศษเรื่อง วิธีดีประกอบการสอนเรื่องการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ได้นำมาทำการตรวจสอบคุณภาพของสื่อที่ได้จัดทำขึ้น โดยแบ่งการตรวจสอบออกเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เริ่มจากการตรวจสอบเบื้องต้นโดยอาจารย์ที่ปรึกษา โดยตรวจสอบความสัมพันธ์ของชื่อเรื่อง เนื้อหา ภาพ และเสียง และให้ข้อเสนอแนะ

ขั้นที่ 2 เป็นการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 3 ท่าน คือผู้เชี่ยวชาญทางการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 1 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านโสตทัศนศึกษา 2 ท่าน ซึ่งรายละเอียดในการประเมิน มีดังนี้

1. ด้านเนื้อหาวิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีรายละเอียดดังนี้
  - ความถูกต้องของเนื้อหา
  - ความครบถ้วนของเนื้อหา
  - การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก
  - ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย
  - ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน
2. ด้านการผลิตวิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีรายละเอียดดังนี้
  - ความชัดเจนของภาพ
  - องค์ประกอบของภาพ
  - ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย
  - ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย
  - ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
  - ความน่าสนใจของการนำเสนอ

#### 4.2 ผลการตรวจสอบ

วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ผู้จัดทำได้รับการอนุเคราะห์ในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเมิน และตรวจสอบคุณภาพของวีซีดีจากผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดจำนวน 3 ท่าน คือผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 1 ท่าน คือ คุณบัณฑิต สายทอง จะทำการประเมินคุณภาพสื่อทางด้าน เนื้อหาของวีซีดี ส่วนผู้เชี่ยวชาญทางด้าน โสตทัศนศึกษา 3 ท่านคือ คุณอำนาจ ธรรมวิชญ์ และคุณ วชรินทร์ คงพิบูลย์ จะทำการประเมินคุณภาพด้านการผลิตวีซีดี

ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวีซีดีประกอบการสอนเรื่อง การ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวีซีดี

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	///		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	///		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	///		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	///		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	///		

นอกจากนี้ยังมีข้อเสนอแนะอีกดังนี้

ถ้ามีเวลาจัดทำได้มากกว่านี้ ความถูกต้องของเนื้อหาทางวิชาการ และรายละเอียดต่างๆ น่า จะสมบูรณ์กว่านี้ แต่ภาพรวมอยู่ในขั้นดีเหมาะสมต่อการเผยแพร่

ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตวีซีดีประกอบการสอนเรื่อง การ เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตวีซีดี

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	///		
องค์ประกอบของภาพ	///		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	///		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	///		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	///		
ความน่าสนใจของการนำเสนอ	///		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 วิธีการปรับปรุงแก้ไข

วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ได้ผ่านการประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหาวิชาดี และสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิตวีซีดี โดยผลการประเมินคุณภาพทั้ง 2 ด้าน ผลปรากฏว่ามีความเหมาะสมในทุกๆ รายละเอียดที่ทำการประเมิน และมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประกอบการสอนได้เป็นอย่างดี จึงไม่มีการแก้ไขใดๆ เหตุผลที่วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ได้รับการประเมินว่ามีความเหมาะสมในทุกๆ รายละเอียด เพราะได้รับคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญทางด้าน การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และผู้เชี่ยวชาญทางด้าน สหกิจศึกษา ทำให้ทราบถึงความบกพร่องในแต่ละจุด และดำเนินการแก้ไขในขั้นต้นก่อนที่จะได้รับการประเมิน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุป

การทำปัญหาพิเศษเรื่อง วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช(03610133) หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช (ต่อเนื่อง 2 ปี) ซึ่งเป็นวิชาเลือกในกลุ่มวิชาชีพเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

การดำเนินการผลิตวีซีดีเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช มีขั้นตอนดังนี้ คือ ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรของวิชาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช และการผลิตวีซีดี เขียนบทสำหรับการผลิตวีซีดี ประสานงานและขอความอนุเคราะห์การใช้สถานที่ในการถ่ายทำวีดิทัศน์ ที่ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชลบุรี(พันธุ์พืชเพาะเลี้ยง) โดยมีผู้อำนวยการศูนย์ฯ และคุณบัณฑิต สายทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมให้คำแนะนำ และอำนวยความสะดวกในการถ่ายวีดิทัศน์ จากนั้นทำการตัดต่อภาพและบันทึกเสียงลำดับภาพและเสียงให้สอดคล้อง สัมพันธ์กัน และบันทึกเป็นวีซีดี (เวลา 15 นาที)

เพื่อความสมบูรณ์ และถูกต้องของวีซีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช จึงได้ทำการประเมินคุณภาพของวีซีดี 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และด้านการผลิต ตรวจสอบแก้ไข และจัดทำภาคเอกสารเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

#### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. บทของวีซีดีที่จัดทำขึ้นควรสั้น และกระชับ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจได้ง่าย รวดเร็ว ไม่เกิดความเบื่อหน่าย
2. ภาพและเสียงบรรยายควรมีความสอดคล้อง และสัมพันธ์กัน สื่อความหมายไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็ว

3. การบันทึกภาพและเสียงลงแผ่นวีซีดี ภาพที่ได้จะมีคุณภาพลดลงจากภาพวีดิทัศน์ปกติ ดังนั้นวิธีการแก้ปัญหของผู้ที่สนใจในการผลิตวีซีดี ควรใช้กล้องที่มีความละเอียดสูง เพื่อให้ภาพของวีซีดีออกมาชัดเจนยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มะลิตทอง. 2536. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 251 น.
- \_\_\_\_\_. 2531. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 181 น.
- จันฉาย เตมียาการ. 2533. การเลือกใช้สื่อทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. 131 น.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2526. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วัฒนาพานิช. 243 น.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2528. โสตทัศนศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : แพรววิทยา. 278 น.
- พรชัย จุฑามาศ. 2544. “ห้องปฏิบัติการการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา”. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. แหล่งที่มา : <http://www.doae.go.th/library/html/KUmagazine/july44/neuoyeu/plant1.html>, 20 มกราคม 2548.
- รังสฤษฎ์ กาวีตะ. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและเทคนิค. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 219 น.
- วาสนา ชาวหา. 2533. สื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟฟิการ์ต. 206 น.
- วัลลภ พรหมทอง. 2544. เคล็ดลับการขยายพันธุ์พืชเป็นอาชีพ. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มติชน. 216 น.
- สมปอง เตชะโต. 2539. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช : หลักการและพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 3. สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่. 135 น.
- สมหญิง กลั่นศิริ. 2523. สื่อการสอนและนวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. 129 น.
- สนาม จันทรมณี และคณะ. 2543. การขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร. 67 น.
- แสนสุข รัตนผล และชัยยงค์ ชูจันทร์. 2546. การอนุบาลพืชและโรงเรือนขยายพันธุ์พืช. กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการเกษตร. 132 น.
- สันหัตถ์ ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. 2524. การใช้สื่อการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : พีรพินา. 210 น.

อัมพา ว่องวิษกร และคณะ. 2546. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชกับงานขยายพันธุ์พืช. กรมส่งเสริม  
การเกษตร. 180 น.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านเนื้อหา

### วิธีตีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ  
 คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความถูกต้องของเนื้อหา	/		
ความครบถ้วนของเนื้อหา	/		
การเรียงเนื้อหาเป็นขั้นตอน จากง่ายไปยาก	/		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	/		
ความเหมาะสมของเครื่องมือกับระดับผู้เรียน	/		

ข้อเสนอแนะ.....ถ้ามีแหล่งจัดทำมากกว่านี้ ตามความต้องการของเพื่อนหาความรู้วิชาการ  
 และรายละเอียดต่างๆ น่าจะลงมากกว่านี้ (เพราะรวมอยู่ในโน้ต)  
 เหมาะสมต่อการเผยแพร่

ลงชื่อ.....

(นายวิภากร..... กิโยตอม.....)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิต

วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ  
คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	/		
องค์ประกอบของภาพ	/		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	/		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	/		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	/		
ความน่าสนใจของการนำเสนอ	/		

ข้อเสนอแนะ.....

ทำได้อีกแล้ว. ลงมาจากแค่ 1 หน้า. / 1 หน้า

ลงชื่อ.....

(นายอำเภอ สรรพวิบูลย์)

ผู้อำนวยการศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดชลบุรี  
(พื้นที่พืชไร่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบประเมินคุณภาพสื่อการเรียนการสอนด้านการผลิต

### วิธีดีประกอบการสอนเรื่อง การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย (/) ในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน และแสดงความ  
คิดเห็นในช่องว่างที่กำหนด

คุณภาพที่ประเมิน	ระดับคุณภาพ		
	เหมาะสม	ไม่เหมาะสม	ต้องแก้ไข
ความชัดเจนของภาพ	✓		
องค์ประกอบของภาพ	✓		
ความสัมพันธ์ระหว่างภาพและคำบรรยาย	✓		
ความถูกต้องและชัดเจนของคำบรรยาย	✓		
ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	✓		
ความน่าสนใจของการนำเสนอ	✓		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(นาง. วรวิมล. คงพิบูลย์)

ผู้ประเมิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้