สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ปัญหาพิเศษ

เรื่อง

สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS

SOUND SLIDE ON HYDROPONICS IN AEROPONICS SYSTEM

จัดทำโดย

นายชัยชาญ มณีรัตนรุ่งโรจน์

ป๗.
ต๓๗๘
๒๕๓๗

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 28188
วัน, เดือน, ปี 17 ก.ค. 2540

ปัญหาพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช

ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ

นายชัยชาญ มณีรัตนรุ่งโรจน์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช

ชื่อเรื่อง สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS
SOUND SLIDE ON HYDROPONICS IN AEROPONICS SYSTEM

การจัดทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ ได้จัดทำสื่อการสอนประเภทสไลด์ประกอบคำบรรยายใช้สำหรับประกอบการสอน วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี)สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยเน้นใน เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS ซึ่งได้แสดงถึงอุปกรณ์ ตัวอย่างการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ระบบการนำสารละลายไปสู่รากพืช การดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืช และชนิดของพืชที่นำมาปลูก

การดำเนินการสร้างอุปกรณ์ ประกอบการสอนประเภทสไลด์ เริ่มด้วย ศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ศึกษารายละเอียดวิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) รวบรวมเนื้อหาและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics กำหนดเนื้อหาบรรจุสไลด์และคำบรรยาย ติดต่อสถานที่ถ่ายสไลด์ที่ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง บริษัทบุญรอดบริวเวอร์รี่ จำกัด จัดทำสคริปต์คำบรรยาย ถ่ายภาพตามที่กำหนดในสคริปต์ ทำตัวอักษรโดยฟิล์ม High contrast และซ้อนตัวอักษรลงบนฟิล์มสไลด์ ทำการตรวจสอบและปรับปรุงแก้ไขสไลด์ให้มีความสมบูรณ์ พร้อมทั้งบันทึกเสียง และสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ สไลด์ที่สมบูรณ์ทั้งหมดจะได้ 54 ภาพ พร้อมเทปประกอบคำบรรยาย 1 ม้วน เอกสารคำบรรยายประกอบสไลด์ 1 ชุด

ข้อเสนอแนะในการสร้างอุปกรณ์ประกอบการเรียนการสอนประเภทสไลด์ ผู้ทำต้องมีความรู้ด้านการถ่ายภาพ รวมถึงวิธีการใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสไลด์ประกอบคำบรรยาย เช่น กล้องถ่ายภาพ เครื่องฉาย มีการวางแผนการดำเนินงานอย่างรัดกุม และต้องมีความรู้ในเรื่องที่ทำนั้นเป็นอย่างดี เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

ประโยชน์ที่ได้รับ สามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นคือ สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics ไปใช้ประกอบการเรียนการสอนในวิชา เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ในทฤษฎีบทที่ 3 ระบบ Aeroponics บทปฏิบัติการที่ 2 ระบบการปลูกพืชแบบ Aeroponics รวมทั้งผู้จัดทำยังได้รับประสบการณ์ในการจัดทำสไลด์ และสามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างขึ้น ไปเผยแพร่แก่ผู้สนใจโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา คือ อาจารย์อำนวย ขวัญเมือง อาจารย์วันทนี โชติสกุล ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำปัญหาพิเศษตลอดมา อาจารย์ ดร. อิทธิสุนทร นันทกิจ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่อนุเคราะห์หนังสือและเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำปัญหาพิเศษ อาจารย์ธเนศ ศักดิ์ชัยสมบูรณ์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และแนะนำเทคนิคในการถ่ายภาพ บริษัทบุญรอดบริวเวอร์รี่ จำกัด ที่ได้ให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จัดทำ จนปัญหาพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณสุทธิชัย มานะจิตต์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการจัดทำปัญหาพิเศษ เพื่อนๆ ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องในการทำปัญหาพิเศษทุกท่าน ผู้จัดทำขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ผลแห่งความสำเร็จครั้งนี้ ขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย น้องสาว น้องชาย และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ให้

ชัยชาญ มณีรัตนรุ่งโรจน์

มีนาคม 2540

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
เนื้อความย่อปัญหาพิเศษ		ก
กิตติกรรมประกาศ		ค
สารบัญตาราง		จ
บทที่ 1	บทนำ	
	1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	2
	1.3 ขอบเขตของปัญหา	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	การศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
	2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย	4
	2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องทางด้านการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ระบบ AEROPONICS	9
บทที่ 3	วิธีการสร้างอุปกรณ์	
	3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร	13
	3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา	15
	3.3 การกำหนดภาพที่จะถ่าย	25
	3.4 คำบรรยายประกอบชุดสไลด์	27
	3.5 การดำเนินการผลิตอุปกรณ์	37
	3.6 การตรวจสอบอุปกรณ์	38
บทที่ 4	สรุปและข้อเสนอแนะ	
	4.1 สรุปการดำเนินงาน	39
	4.2 ปัญหา	39
	4.3 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม		41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.	แสดงคุณภาพของน้ำ	19
2.	แสดงตัวอย่างสูตรอาหารที่ใช้กับผักและไม้ดอก	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

โสตทัศนวัสดุต่างๆ ที่ใช้ประกอบการเรียนการสอนในยุคปัจจุบันเป็นเครื่องมือช่วยเปลี่ยนสิ่งที่เป็นนามธรรมให้เป็นรูปธรรม ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย รวดเร็วและถูกต้องทั้งยังเป็นการดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนการสอน ซึ่งจะส่งผลให้การเรียนการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ ในการตัดสินใจว่าจะเลือกใช้อุปกรณ์โสตทัศนวัสดุชนิดใด ต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ในเรื่องของงบประมาณ ความยากง่ายในการผลิต การนำไปใช้ประโยชน์ตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ สไลด์ประกอบเสียงจัดเป็นโสตทัศนวัสดุชนิดหนึ่ง ที่สามารถใช้เป็นสื่อได้อย่างเหมาะสม การผลิตทำได้ไม่ยุ่งยากและราคาไม่สูงมากนักสามารถนำไปใช้ได้สะดวก

การทำการเกษตรของไทยในปัจจุบัน ต้องประสบกับปัญหาที่ดินมีราคาแพง ดินเสื่อมคุณภาพตลอดจนการเข้าทำลายของศัตรูพืชชนิดต่างๆ การป้องกันการสูญเสียจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชและการเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินเป็นสิ่งที่ใช้ต้นทุนสูง ต้องใช้สารเคมีกำจัดเพื่อให้ศัตรูพืชชนิดต่างๆ เหล่านั้นลดน้อยลง และสารพิษเหล่านั้นได้ส่งผลกระทบต่อชีวิตมนุษย์โดยก่อให้เกิดสารพิษตกค้างในผลผลิตทางการเกษตรและเป็นอันตรายเมื่อประชาชนบริโภค ประชาชนผู้บริโภคทุกคนต่างก็ทราบถึงปัญหานี้เป็นอย่างดีแต่ต้องรับประทานพืชผัก ผลไม้เหล่านี้ต่อไปอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะผู้บริโภคเองไม่สามารถไปอ้อนวอนหรือใช้การบีบบังคับให้ชาวสวน ชาวนา ชาวไร่ เหล่านั้นเลิกใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชได้เป็นผลสำเร็จ เหตุผลอันเนื่องมาจากผู้ปลูกเองยังมีปัญหาพื้นฐานจากการดำรงชีพทางเศรษฐกิจ เพื่อการดำรงไว้ซึ่งความอยู่รอดของตนเป็นหลัก ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาหนึ่งที่เรียกได้ว่า " แก้ไม่ตก "

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จึงเป็นการแนะทางเลือกวิธีการปลูกพืชอีกวิธีหนึ่งด้วยการปลูกพืชในแบบสมัยใหม่ที่ไม่ต้องใช้ดิน ผู้สนใจจะมีโอกาสเรียนรู้เทคนิคและวิธีการต่างๆ ซึ่งจะสามารถนำไปปฏิบัติได้ด้วยตนเองอันเป็นการสร้างผลผลิตที่อนามัย นอกจากนี้เกษตรกรที่ต้องการปลูกเพื่อเป็นการค้าก็สามารถดำเนินการได้ได้เช่นกัน ซึ่งวิธีนี้จะมีผลในการช่วยขจัดอันตรายที่เกิดจากสารพิษได้

วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน จะกล่าวถึงวัสดุปลูก ประเภทวัสดุปลูก เทคนิคและวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใหม่ๆ ของการปลูกพืชเศรษฐกิจในสภาพไร้ดิน การเลือกใช้วัสดุปลูกที่เหมาะสม การเตรียมภาชนะปลูก สูตรอาหาร วิธีการให้อาหารแก่พืชโดยตรง ทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยใช้วัสดุที่ไม่ใช่ดิน การจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายในครั้งนี้ ได้ทำในระบบ AEROPONICS หรือ ระบบปลูกในอากาศแบบกระโจมสามเหลี่ยม โดยให้ส่วนรากลอยอยู่ในอากาศและฉีดสารละลายธาตุอาหารเป็นฝอยไปที่รากพืชโดยตรงเป็นช่วงเวลา

การผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน นอกจากจะใช้เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอนแล้ว ยังสามารถเผยแพร่ให้ความรู้แก่ประชาชนโดยทั่วไป จึงคาดว่าจะเป็นประโยชน์ต่อสถาบันการศึกษา และเป็นแนวทางให้เกิดความคิดในการทำการเกษตรแบบใหม่แก่เกษตรกรด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อผลิตสื่อการเรียนการสอนในรูปของสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS ใช้ประกอบการสอนวิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พุทธศักราช 2537

1.3 ขอบเขตของปัญหา

การผลิตชุดสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS เพื่อใช้ในการสอน วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ประกอบด้วยเนื้อหาดังนี้

1. สไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS มีภาพในหัวข้อดังต่อไปนี้ รวม 55 ภาพ

- วัสดุและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
- ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช
- การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ตามสูตร Coic- Lesaint
- ตารางแสดงคุณภาพของน้ำ
- สูตรสารละลายธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การวัด pH
- การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
- การเพาะเมล็ด
- การนำต้นกล้าขึ้นสู่กระโจมปลูก
- การตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืช
- ชนิดของพืชที่นำมาปลูก

2. เทปบันทึกเสียงคำบรรยายประกอบสไลด์ในระบบสัญญาณอัตโนมัติ 1 ม้วน
3. เอกสารประกอบคำบรรยาย 1 เล่ม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ชุดสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS ใช้ประกอบการสอนวิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน(03610107)ตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช

2.สามารถใช้ชุดสไลด์เผยแพร่ความรู้แก่ผู้สนใจทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

การศึกษาเอกสาร

2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยาย

เทคโนโลยีทางการศึกษา หมายถึงการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์ไปออกแบบการเรียนการสอนโดยเน้นทางวัตถุประสงค์ทางการศึกษา (วาสนา ชาวหา 2522 หน้า 6) และเทคโนโลยีทางการศึกษายังหมายถึง การเปลี่ยนแปลงทางการศึกษา อันเนื่องมาจากการนำเอาวัสดุอุปกรณ์และวิธีการใหม่ๆ มาใช้ในการเรียนการสอน (ลัดดา ศุขปรีดี 2526 หน้า 5)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 หน้า 20) ได้สรุปความสำคัญ ของเทคโนโลยีทางการศึกษาไว้ดังนี้

1. เทคโนโลยีทางการศึกษา สามารถทำให้การเรียนการสอน การจัดการศึกษามีความหมายมากขึ้น กล่าวคือ การนำเอาเทคโนโลยีทางการศึกษามาใช้ในการศึกษาจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนได้กว้างขวางมากขึ้นได้เห็นหรือสัมผัสกับสิ่งที่เรียนเข้าใจได้

2. เทคโนโลยีทางการศึกษา สามารถสนองเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลได้ ผู้เรียนจะมีอิสระในการเสาะแสวงหาความรู้ มีความรับผิดชอบทั้งแก่ตนเองและสังคมมากขึ้น

3. เทคโนโลยีทางการศึกษา สามารถทำให้การจัดการศึกษาตั้งอยู่บนรากฐานของวิถีทางวิทยาศาสตร์

ลัดดา ศุขปรีดี (2523 หน้า 1) ได้ให้ความหมายของนวกรรมทางการเรียนการสอนไว้ดังนี้

นวกรรม (Innovation) มาจากคำว่า " นว " หมายถึง ใหม่ และ "กรรม" หมายถึง การกระทำและความคิด " นวกรรม" จึงหมายถึง การกระทำและความคิดใหม่ๆ นวกรรมทางการเรียนการสอน (Instructional Innovation) หมายถึง ความคิดและวิธีการปฏิบัติการใหม่ทางการเรียนการสอน การนำนวกรรมและเทคโนโลยีมาใช้ทางการเรียนการสอนสามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การเรียนการสอนเป็นกลุ่มใหญ่ (Large group Instruction) คือการใช้ในการสอนนักเรียนเป็นจำนวนมาก ในการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่นี้ต้องใช้เครื่องมือและระบบที่เหมาะสม โดยใช้ครูน้อยและให้มีประสิทธิภาพในการสอน เช่น การสอนทางโทรทัศน์ วิทยุ เป็นต้น

2. การเรียนการสอนเป็นกลุ่มเล็กหรือรายบุคคล (Small group or Individual Instruction)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการนำเอานวกรรมและเทคโนโลยีมาใช้เพื่อสอนนักเรียนเป็นรายบุคคล เช่น ใช้ระบบการเรียน โปรแกรม ชุดการเรียนการสอน เครื่องช่วยสอน ศูนย์การเรียน เป็นต้น

สื่อการเรียนการสอน หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ผู้เรียนและให้การเรียนการสอนนั้นเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้เป็นอย่างดี (วาสนา ชาวหา 2522 หน้า 26)

วรรณา เจี่ยมทะวงษ์ (2532 หน้า 1) กล่าวว่าสื่อการสอนหมายถึงสิ่งที่ใช้เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะ เจตคติให้แก่ผู้เรียนหรือทำให้ผู้เรียนเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์

สื่อการเรียนการสอน จึงหมายถึง สิ่งใดก็ตามที่เป็นตัวกลางนำความรู้ไปสู่ตัวผู้เรียนและทำให้ผู้เรียน เข้าใจบทเรียนได้ง่ายยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ หรือ จุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้เป็นอย่างดี

สาโรจน์ แพ่งยัง (2529 หน้า 17) กล่าวว่าการผลิตสื่อการสอนเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและประสิทธิผลที่สามารถถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียน ต้องอาศัยจากแนวคิดทฤษฎีทางจิตวิทยาดังนี้คือ

1. สื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ต้องให้ผู้เรียนเข้ามามีส่วนร่วมไม่ว่าในการผลิตการใช้หรือการประเมินผล

2. สื่อการสอนที่ดี ต้องสามารถให้ผู้เรียนทราบผลในการเรียนได้ทันที

3. สื่อการเรียนที่ดี ต้องให้ความรู้แก่ผู้เรียนเป็นขั้นเป็นตอนทีละน้อยๆ จากง่ายไปหายาก

4. สื่อการสอนที่ดี ต้องเร้าความสนใจของผู้เรียนและผู้เรียนสามารถตอบสนองได้ทันที

5. สื่อการสอนที่ดี ต้องเหมาะกับวุฒิภาวะและความสามารถของผู้เรียน

6. สื่อการสอนที่ดี ต้องให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ในความสำเร็จของตนเอง

ถ้าสื่อการสอนที่ผลิตสามารถตอบสนองตามหลักดังกล่าวขั้นต้นได้สื่อนั้นย่อมนำไปใช้ประโยชน์อย่างมีประสิทธิภาพ ตามจุดมุ่งหมายที่ต้องการ

ลัดดา ศุขปรีดี (2523 หน้า 51) ได้อธิบายคุณค่าของสื่อการเรียนการสอนไว้ดังนี้

1.สื่อการเรียนการสอนสามารถเอาชนะข้อจำกัดเรื่องความแตกต่างกันของประสบการณ์เดิมของผู้เรียนคือ เมื่อใช้สื่อการเรียนการสอนแล้วจะช่วยให้ผู้เรียนที่มีประสบการณ์เดิมต่างกันสามารถเข้าใจได้ใกล้เคียงกัน

2. ขจัดปัญหาเรื่องสถานที่ ประสบการณ์ตรงบางอย่างหรือการเรียนรู้

3. ทำให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรงจากสิ่งแวดล้อมและสังคม

4. สื่อการเรียนการสอนทำให้ผู้เรียนมีความคิดรวบยอดเป็นอย่างเดียวกัน

5. ทำให้ผู้เรียนมีมโนภาพเริ่มแรกอย่างถูกต้อง

6. สร้างแรงจูงใจ และเร้าความสนใจ

7. ช่วยให้ผู้เรียนได้มีประสบการณ์จากรูปธรรมสู่นามธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สันทัด ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข (2524 หน้า 41- 42) ได้แบ่งประเภทของสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. สื่อประเภทอุปกรณ์หรือเครื่องมือ (Equipment) ซึ่งได้แก่ สื่อใหญ่ทั้งหลาย อาจประกอบด้วย กลไกไฟฟ้าและอิเลคโทรนิคต่างๆ เช่น เครื่องฉายภาพยนต์ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องรับโทรทัศน์ ฯลฯ ตลอดจนเครื่องช่วยสอนและคอมพิวเตอร์ กระดานชอล์ค บางครั้งอาจเรียกสื่อประเภทนี้ว่า สื่อประเภทหนัก (Hardware)

2. สื่อประเภทวัสดุ (Material) สื่อประเภทนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

2.1 สิ่งที่ต้องอาศัยสื่อใหญ่ในการนำเสนอ จึงจะสามารถใช้ในการเรียนการสอนได้ เช่น สไลด์ ฟิล์มภาพยนต์และม้วนเทป ฯลฯ

2.2 สื่อที่เป็นตัวของมันเองโดยเอกเทศ โดยไม่ต้องอาศัยสื่ออื่นๆ ในการนำเสนอ เช่น หนังสือ ตำรา ของจริง หุ่นจำลอง แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ ฯลฯ

สิ่งสำคัญอย่างยิ่งสำหรับสื่อประเภทวัสดุคือ เป็นตัวเก็บความรู้ในลักษณะของภาพ เสียงไว้ในรูปแบบต่างๆ เป็นสื่อที่ให้ความรู้แก่นักเรียนอย่างสำคัญ เป็นแหล่งความรู้ที่นักเรียนจะหาประสบการณ์หรือศึกษาได้อย่างกว้างขวาง

3. สื่อประเภทเทคนิคหรือวิธีการ (Techniques or method) ในการถ่ายทอดประสบการณ์หรือสื่อความหมายนั้น บางครั้งไม่อาจทำได้ด้วยการใช้เพียงวัสดุหรือเครื่องมือเท่านั้น แต่จะต้องใช้ขบวนการ เทคนิคหรือวิธีการด้วย คือ ต้องใช้ทั้งวัสดุ เครื่องมือและวิธีการไปด้วย เทคนิควิธีการที่ใช้เป็นสื่อการสอน ได้แก่ การแสดงละคร การแสดงบทบาท การแสดงหุ่น การสาธิต การศึกษานอกสถานที่ การจัดนิทรรศการและรวมถึงเทคนิคในการเสนอบทเรียนด้วยสื่อประเภทเครื่องมือและวัสดุแก่ผู้เรียน

สไลด์จัดเป็นทัศนูปกรณ์ชนิดหนึ่งมีประโยชน์ในการเรียนการสอนอย่างกว้างขวางทำให้ผู้เรียนจำได้อย่างแม่นยำและคงทน จากการวิจัยในต่างประเทศขององค์การยูเนสโก้ ได้วิจัยเกี่ยวกับคุณค่าโดยทั่วไปของโสตทัศนูปกรณ์ ในด้านสุขศึกษาแก่ประชาชนผลปรากฏว่า สไลด์และฟิลม์สตริปต์เป็นอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพในการสอนคนจำนวนมากและให้ผลในด้านการสร้างความรู้สึกประทับใจที่ลึกซึ้ง และกินเวลาน้อยอีกด้วย (สุนันท์ ปัทมาคม 2528 หน้า 30)

ในปัจจุบันสไลด์ได้เข้ามามีบทบาทในการเรียนการสอน การฝึกอบรม การโฆษณา ประชาสัมพันธ์ การให้ความบันเทิง ตลอดจนการบันทึก ความทรงจำอื่นๆ ความก้าวหน้าของเครื่องมืออุปกรณ์ทางด้านการถ่ายภาพที่รุดหน้าอย่างยิ่งทำให้การจัดทำสไลด์ สวยงาม แปลกตา หน้าตื่นตาตื่นใจมากขึ้นเป็นลำดับ โดยวิวัฒนาการจากภาพอย่างเดียวมาเป็นสไลด์ประกอบเสียง และการนำเสนอจะซับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ้อนมากยิ่งขึ้น แต่ก็ง่ายและสะดวกจึงเป็นที่นิยมแพร่หลายทั้งในระดับมืออาชีพและมือสมัครเล่น (วารินทร์ รัศมีพรหม 2529 หน้า 1- 9)

สไลด์ประกอบเสียง สามารถนำไปใช้เพื่อจุดประสงค์โดยเฉพาะในการเรียนการสอนการฝึกอบรม ซึ่งเก็บไว้เป็นศูนย์กลางและจัดทำสำเนาแจกจ่ายทั้งชุดหรือแบ่งเป็นส่วนเป็นตอนได้ตามความต้องการ ใช้ได้ทั้งการเรียนรู้อย่างอิสระเพียงผู้เดียวทั้งกลุ่มเล็กและกลุ่มใหญ่ คุณค่าของสไลด์จึงมีมากมายหลายประการ

สุวิมล วัชราภัย (2523 หน้า 27) ได้กล่าวถึงขั้นตอนในการผลิตสไลด์ประกอบคำบรรยายไว้ดังนี้

1. การวางแผนผลิตสไลด์ วางจุดมุ่งหมายให้ชัดเจนว่าผลิตเพื่ออะไร
2. กำหนดรายละเอียดในการผลิต เช่นจำนวนภาพ
3. เริ่มผลิต
4. ทดสอบภาพและคำบรรยาย
5. นำสไลด์ไปทดลองใช้
6. ทำการปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่อง
7. นำออกไปใช้งานจริงๆต่อไป

ถาวร ประคองฉัตร (2525 หน้า 42) กล่าวว่า การผลิตสไลด์เพื่อใช้ประกอบการสอนเป็นวิธีการอันหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้สอน สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผู้สอนต้องเตรียมการและจัดลำดับเนื้อหาวิชาให้ครอบคลุมเนื้อหา นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้สอนสามารถสอนได้รวดเร็ว โดยที่ผู้เรียนสามารถติดตามได้ดี การใช้สไลด์ประกอบการสอนเป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี ผู้เรียนมีความตั้งใจเพิ่มขึ้น ถ้าสไลด์ที่ใช้ประกอบการสอนมีคุณภาพสูงและน่าสนใจ

สไลด์เป็นภาพนิ่งชนิดโปร่งแสง ทำจากฟิล์มโพสิตีฟ (Positive) ขาวดำหรือสีก็ได้ขนาดที่นิยมใช้ในการเรียนการสอนคือ 2 x 2 นิ้ว ซึ่งครูอาจทำเองได้ไม่ยากเพียงแต่มีความสามารถในการถ่ายรูปเท่านั้น โดยใช้ฟิล์มขนาด 35 มิลลิเมตรถ่ายทำ ถ้าไม่ใช้วิธีถ่ายรูปก็อาจใช้พลาสติกใส หรือแผ่นใสเขียนด้วยสีเมจิกหรือหมึก เป็นภาพลายเส้นแล้วเข้ากรอบให้ได้ขนาดที่จะเข้าเครื่องฉายได้ เมื่อจะใช้ก็นำไปฉายกับเครื่องฉายสไลด์ ซึ่งมีทั้งเปลี่ยนฟิล์มได้ทีละกรอบภาพหรือเป็นแบบที่สามารถใส่สไลด์ได้ทีละหลายๆ ภาพ (นิพนธ์ ศุขปรีดี 2521 หน้า 12)

ลัดดา ศุขปรีดี (2523 หน้า 107) กล่าวถึงข้อแนะนำในการใช้สไลด์ดังนี้

1. เลือกชุดสไลด์ที่สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดมุ่งหมาย
2. เพื่อความสะดวกและป้องกันข้อผิดพลาดใน การฉายทำเครื่องหมายด้านล่างซ้ายของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรอบสไลด์ไว้เป็นที่สังเกตุ เรียกว่ารอยหัวแม่มือ (Thumb stamp) เวลาใส่ในเครื่องฉายให้ใช้นิ้วจับที่รอยหัวแม่มือด้านในที่มีเครื่องหมายหันเข้าหาหลอดฉายแล้วกลับหัวภาพลง

3. จัดเตรียมสไลด์ที่จะใช้ในการเรียนการสอนตามลำดับก่อนหลังโดยเขียนเครื่องหมายเลขกำกับที่ขอบสไลด์และอาจใช้เลขลำดับชื่อของสไลด์บนหัวแม่มือขณะที่กลับหัวภาพลงแล้วก็ได้

4. ผู้สอนควรจัดเตรียมคำบรรยายภาพและฟิล์มแต่ละภาพ ก่อนนำไปสอนการบรรยายอาจทำได้ดังนี้

4.1. เขียนคำบรรยายไว้ในกระดาษแข็งขนาด 3 x 5 นิ้วโดยใส่หมายเลขให้ตรงกับแผ่นสไลด์ไว้จำนวนหลายๆชุด ควรเขียนชื่อเรื่องไว้ด้วย เมื่อฉายสไลด์ก็นำข้อความนั้นมาบรรยายตามลำดับภาพ

4.2. ถ้าใช้เทปบันทึกเสียงบันทึกคำบรรยายไว้ เวลาฉายก็เปิดเทปบันทึกเสียงไปพร้อมๆกับการฉาย

ประทิน คล้ายนาค (2527 หน้า 49) กล่าวถึงประโยชน์และข้อดีของสไลด์ต่อการศึกษาไว้ว่า

1. ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเอง โดยการใช้เทปบันทึกเสียงประกอบคำบรรยาย
2. ใช้ศึกษาได้ทั้งรายบุคคล กลุ่มย่อยและรวมทั้งชั้น
3. สามารถฉายให้ดูซ้ำได้หลายครั้งจนกว่าจะเข้าใจ
4. ช่วยกระตุ้นความสนใจ ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี
5. ช่วยให้ผู้เรียนจำสิ่งต่างๆ ได้นาน
6. ช่วยให้ผู้เรียนและผู้สอนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การอภิปราย ซักถาม
7. ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเจตคติและค่านิยมต่างๆได้
8. นำไปใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น โทรทัศน์ ชุดการสอน เป็นต้น
9. ใช้ได้กับทุกวิชา
10. ทำให้บทเรียนมีความหมายมากขึ้น นักเรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ดีและถูกต้องมากกว่าฟังอย่างเดียว
11. สามารถตัดต่อและต่อเติมเนื้อหาบางตอนได้ใหม่ในกรณีที่บางภาพบางตอนล้าสมัยจึงทำให้สไลด์ทันสมัยอยู่ตลอดเวลา
12. สไลด์มีขนาดเล็ก ทำให้เก็บรักษา และนำไปใช้ตามสถานที่ต่างๆ ได้สะดวก
13. การทำสไลด์เป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เมื่อเปรียบเทียบกับความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของสไลด์คือ สไลด์สามารถที่จะจัดลำดับได้ตามต้องการ ซึ่งต่างกับฟิล์มสตริปต์ที่จัดเนื้อหาเรียงตามลำดับอยู่แล้ว สไลด์ทำได้ง่ายและราคาถูก สไลด์สามารถใช้ได้ทั้งนักเรียนกลุ่มขนาดใหญ่และ การเรียนรายบุคคล การใช้สไลด์- เทป โดยวิธีการมีสัญญาณเปลี่ยนภาพด้วยมือ หรือเป็นแบบใส่สัญญาณให้เปลี่ยนภาพโดยอัตโนมัติ (Syn chronized) ยิ่งเพิ่มคุณภาพการเรียนรู้และจูงใจโดยเฉพาะมีคุณค่าอย่างยิ่งในการสอนเป็นรายบุคคลหรือการศึกษาโดยอิสระ (วีระ ไทยพาณิช 2528 หน้า 97)

2.2 เอกสารที่เกี่ยวข้องทางด้านการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (Soilless culture) เป็นวิธีการที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเรียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่ไม่นำดินมาใช้เป็นวัสดุในการปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญงอกงามเติบโตก็เพียงใช้น้ำที่มีการเติมธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนอาหารที่มีอยู่เดิมต้นพืชก็สามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน ปัจจุบันประชาชนในหลายประเทศทั่วโลกต่างได้นิยมหันมาปลูกพืชด้วยวิธีนี้มากขึ้น เพื่อเป็นการช่วยเพิ่มผลผลิต ลดปัญหาการใช้ยาฆ่าแมลง สำหรับพืชที่ปลูกด้วยวิธีนี้ สามารถปลูกได้ตั้งแต่ผู้ที่ปลูกเป็นงานอดิเรกใช้พื้นที่น้อยๆ ในบ้านพักอาศัย ถึงระดับเกษตรกรที่ทำฟาร์มขนาดใหญ่เป็นอุตสาหกรรมจนเป็นที่ยอมรับแพร่หลายกันมาทั่วโลก

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินหรือบางท่านเรียกว่าการปลูกพืชด้วยสารละลาย (Hydroponics)มาจากคำในภาษากรีกสองคำ คือคำว่า "hudor" หมายถึง น้ำและ "ponos" หมายถึง งาน ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกันความหมายก็คือ "water-working" หรือ "การปฏิบัติเกี่ยวกับน้ำ" แต่โดยความหมายจริงๆ นั้นได้มีความเกี่ยวข้องกับการใช้สารละลายหรือการใช้ปุ๋ยเคมีกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน เรื่องที่ปรากฏอยู่จึงเป็นสิ่งที่ตรงกันข้ามกับการปลูกพืชในดินให้เจริญเติบโตดังที่เป็นมาแต่ดั้งเดิม หรือที่เรียกว่า จีโอโพนิคส์ (geoponics) อย่างไรก็ตามหลักฐานพื้นฐานในการปลูกพืชตามแบบวิธีนี้ทั้งในการปฏิบัติและการดูแลก็จะเป็นไปในลักษณะเหมือนกับการปลูกพืชในดิน เพียงแต่ปลูกโดยไม่ต้องการดิน (ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์ 2534 หน้า 1)

สุชิสา ตั้งสุนทรธรรม (2539 หน้า 3) ได้แบ่งระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ตามลักษณะการให้สารละลายธาตุอาหารพืชได้ 3 แบบ คือ

1. แบบปลูกให้รากลอยอยู่ในอากาศ (Aeroponics) เป็นระบบที่รากพืชลอยอยู่ในอากาศและมีการฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นฝอยให้กับรากพืชโดยตรง

2. แบบปลูกในวัสดุปลูก (Media) การปลูกโดยใช้วัสดุปลูกเป็นตัวช่วยให้รากยึดพยุงลำต้นแทนดิน หลักในการเลือกวัสดุปลูกคือ จะต้องให้เหมาะสมกับสภาวะต่างๆ ตามที่พืชต้องการ และต้องไม่ทำปฏิกิริยาใดๆ กับสารละลายธาตุอาหารพืช การให้สารละลายแบบนี้แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 การให้สารละลายแบบท่วมภาชนะปลูก

2.2 การให้สารละลายโดยการหยด

3. แบบปลูกในสารละลายธาตุอาหาร เป็นแบบที่นิยมมากทางการค้าแบ่งออกได้ดังนี้

3.1 ปลูกในสารละลายแบบไม่หมุนเวียนมีทั้งแบบไม่เติมอากาศ และแบบเติมอากาศโดยใช้ปั๊มลมช่วยในการให้ออกซิเจนแก่รากพืช ลักษณะเดียวกับการเลี้ยงปลาตู้

3.2 ปลูกในสารละลายที่มีการหมุนเวียน จะปลูกแบบมีการใช้ปั๊มน้ำช่วยในการผลัก ดันสารละลายให้มีการไหลเวียนจึงเป็นการเพิ่มออกซิเจนแก่รากโดยตรงและการไหลเวียนของสารละลายช่วยให้ไม่เกิดการตกตะกอนของธาตุอาหารต่างๆ

3.2.1 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่อง (Nutrient Flow Techniqe) มีลักษณะเหมือนการปลูกต้นพืชแช่อยู่ในธารน้ำเล็กๆ มีน้ำตื้นๆ ไหลช้าๆ อย่างสม่ำเสมอ สารละลายมีความลึกมากกว่า 5 เซนติเมตร

3.2.2 การให้สารละลายไหลผ่านรากพืชเป็นสายน้ำยาวๆ (Nutrient Film Technique) โดยให้สารละลายหมุนเวียนตามทิศทางการไหลของน้ำ จากที่สูงลงที่ต่ำกว่ามักจะใช้รางยาวๆ เป็นภาชนะปลูกซึ่งติดตั้งให้มีความลาดเท กับน้ำตื้นๆ ประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ไหลผ่านรากช้าๆ โดยสามารถนำสารละลายหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้

อิทธิสุนทร นันทกิจ (2538 หน้า 5) อุปกรณ์ที่จำเป็นในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จำเป็นต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

- วัสดุต่างๆ ที่สามารถนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน รวมถึงข้อดีข้อเสียของวัสดุแต่ละชนิด
- ภาชนะที่ใช้ในการปลูกพืชแบบไม่ใช้ดิน ทั้งเพื่อปลูกเป็นการค้าจำนวนมากและเพื่อปลูกเป็นไม้ประดับ
- หลักและวิธีการเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืช
- อุปกรณ์และวิธีการติดตั้งระบบการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารแก่พืช
- ระบบควบคุมการให้น้ำและสารละลายธาตุอาหารพืชโดยอัตโนมัติ
- การตรวจสอบและควบคุมส่วนต่างๆ ในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
- เทคนิคการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินแบบต่างๆ และข้อดีข้อเสียของแต่ละระบบ

พรชัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุณส่งศรี (2531 หน้า 92-96) ได้กล่าวถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ประกอบด้วย

- ปัจจัยด้านพันธุกรรม กำหนดการเจริญเติบโตของพืช ทั้งทางด้านลำต้น ผลผลิต ความสามารถของพืชที่ตอบสนองต่อธาตุอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ แสงแดด ธาตุอาหาร และอุณหภูมิ วิเคราะห์ให้เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืช

อิทธิสุนทร นันทกิจ (2535 เอกสารเผยแพร่ หน้า 3) กล่าวถึงหลักบางประการในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินให้สำเร็จ มีหลักใหญ่ๆ ที่จะช่วยให้เกิดปัญหาในระบบการปลูกน้อยที่สุด ดังนี้

1. ออกซิเจนบริเวณรากพืช ในระบบที่มีวัสดุปลูกควรให้มีการอุ้มน้ำพอสมควร ควรมีการระบายอากาศ และการเพิ่มออกซิเจนให้แก่ระบบรากด้วย รากพืชที่ได้รับออกซิเจนเพียงพอย่อมทำให้เจริญเติบโตได้ดีด้วย

2. ความชื้นที่ราก รากควรมีความชื้นสัมพันธ์และเหมาะสมกับลักษณะของระบบปลูก ทั้งในด้านวัสดุปลูกและระบบการให้สารละลาย

3. ธาตุอาหาร องค์ประกอบของธาตุอาหารจะต้องขึ้นกับ ชนิดของพืชที่ปลูก ช่วงอายุการเจริญเติบโตของพืช และภูมิอากาศภายนอก เช่น แสง อุณหภูมิ หรือความชื้นสัมพัทธ์ เป็นต้น โดยความเข้มข้นของธาตุอาหารในปริมาณที่เหมาะสมกับความต้องการของพืช

4. อุณหภูมิที่ราก และส่วนเหนือราก พืชมีช่วงอุณหภูมิที่จำกัดในการเจริญเติบโต การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศในแต่ละฤดูกาลทั้งในต่างประเทศ และในประเทศไทยเอง ทำให้เกิดปัญหาทางด้านอุณหภูมิ นอกจากนี้วัสดุปลูกก็มีส่วนในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิของระบบด้วย การแก้ไขทำได้โดยติดเครื่องทำความร้อนหรือเครื่องทำความเย็นเพิ่มให้กับระบบในจุดที่ผู้ดำเนินการติดตั้งสะดวก และคำนึงถึงหลักความปลอดภัย

รัชดา เรืองวรบูรณ์ (2536 หน้า 9-10) ได้จำแนกชนิดของวัสดุปลูกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท

1. Inorganic media เป็นวัสดุที่ได้จากสารอนินทรีย์ต่างๆ รวมถึงสารสังเคราะห์ต่างๆ แบ่งเป็น

1.1 พวก particle เช่น

- Sand culture คือการใช้ทรายเป็นวัสดุปลูกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดต่ำกว่า 3 มม. การให้สารละลายในระบบนี้จะนิยมให้แบบน้ำหยด

- Gravel cultur วัสดุปลูกนี้จะมีทั้งเป็นรูพรุนและไม่เป็นรูพรุนเป็นวัสดุที่ไม่สลายตัวง่าย เช่น กรวดต่างๆ หินภูเขาไฟ (pumice) เป็นต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางจะใหญ่กว่า 3 มม. จะให้สารละลายไหลลงสู่วัสดุปลูกเป็นระยะๆ

- Expand clay culture เป็นการนำเอา artificial clay มาทำเป็นวัสดุปลูก ซึ่งได้จากการนำเอาดินเหนียวไปเผาใน rotary furnace ที่อุณหภูมิสูงกว่า 1100°C จะได้อนุภาคที่มีรูพรุนและมีขนาดแตกต่างกันไป วัสดุนี้มักใช้ในการปลูกไม้ดอกไม้ประดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 พวก foam เป็นพวกวัสดุสังเคราะห์ต่างๆ ได้แก่ pe, pf, uf culture

1.3 พวก fiber เช่น rock wool เป็นวัสดุที่มีรูพรุนเหมือนฟองน้ำ ประกอบด้วย diabase 60% หินปูน 20% และถ่านหิน 20% หลอมที่อุณหภูมิ 1500-2000 °C มีสภาพเป็นด่างเล็กน้อย มีค่าความหนาแน่นรวมต่ำ มีรูพรุนมาก ดูดยึดน้ำได้ดี มีลักษณะเหมือนฟองน้ำ ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่นิยมใช้กันมาก ปลอดเชื้อโรค

1.4 พวกวัสดุอื่นๆ เช่น perlite vermiculite culture

2. Organic media เป็นวัสดุที่ได้จากสารอินทรีย์

2.1 Peamoss เป็นวัสดุอินทรีย์สารที่อุ้มน้ำดีใช้มากในตอนเหนือของประเทศแคนาดาและอเมริกา

2.2 Sawdust culture เป็นการนำเอาขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุปลูก ซึ่งขี้เลื่อยจะมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามชนิดของต้นไม้นั้นๆ บางชนิดอาจปล่อยสารที่เป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูกได้ จึงควรมีการดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดี

2.3 Rice hull culture เป็นการนำเอาแกลบมาเป็นวัสดุปลูกมีมากในบริเวณโรงสีข้าวหาง่าย และราคาถูกในประเทศญี่ปุ่นได้มีการนำมาใช้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการสร้างอุปกรณ์

3.1 การวิเคราะห์หลักสูตร

วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) อยู่ในหมวดวิชาเลือกเสรีตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 3 หน่วยกิต เรียน 5 คาบต่อสัปดาห์ แบ่งเป็น ภาคทฤษฎี 2 คาบต่อสัปดาห์ ภาคปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์

คำอธิบายรายวิชา

บทบาทของวัสดุปลูก ประเภทวัสดุปลูก เทคนิคและวิธีการใหม่ๆ ของการปลูกพืชเศรษฐกิจในสภาพไร้ดิน การเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสม การเตรียมภาชนะปลูก สูตรอาหาร วิธีการให้อาหารแก่พืชโดยตรง ทดลองเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยใช้วัสดุที่ไม่ใช่ดิน

ผลการวิเคราะห์หลักสูตร

รายการสอน	
ภาคทฤษฎี	จำนวนคาบ
บทที่	
1. บทนำ	2
1.1 ความหมายของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	
1.2 ประวัติความเป็นมา	
1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต	
1.4 ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	
1.5 ชนิดของพืชที่ปลูก	
2. วัสดุปลูกและภาชนะที่ใช้ใส่วัสดุปลูก	4
2.1 หลักการเลือกใช้วัสดุปลูก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การแบ่งจำแนกวัสดุปลูก

2.3 คุณสมบัติของวัสดุปลูกบางชนิด

2.3.1 วัสดุปลูกที่พบในธรรมชาติเป็นอนินทรีย์สาร

2.3.2 วัสดุปลูกที่ผ่านขบวนการทางความร้อน

2.3.3 วัสดุที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

2.3.4 สารอินทรีย์ที่เป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรม

2.3.5 วัสดุสังเคราะห์

2.4 ภาชนะที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

3. สารละลายธาตุอาหารพืช 4

3.1 คุณภาพน้ำที่ใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

3.2 ปริมาณน้ำที่ต้องใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

3.3 การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

4. ระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน 10

*4.1 ระบบ AEROPONICS

4.2 ระบบ N. F. T. (Nutrient film technique)

4.3 ระบบปลูกในวัสดุปลูก

4.4 ระบบปลูกในสารละลายนิ่งและมีการให้อากาศ

4.5 การปลูกพืชในภาชนะปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับในบ้านเรือน

4.6 ปัญหาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิบริเวณรากพืชที่ปลูกโดยไม่ใช้ดิน

5. ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช 6

5.1 หลักการทั่วไป

5.2 ส่วนควบคุม

5.3 ระบบท่อนำสารละลายสู่พืช

6. การดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างปลูกพืช 6

6.1 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช

6.2 การตรวจสอบเกี่ยวกับองค์ประกอบของธาตุอาหาร

6.3 ระบบการจ่ายสารละลายไปยังต้นพืช

6.4 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัด

6.5 การเปรียบเทียบการปลูกพืชโดยวัสดุที่ไม่ใช่ดิน

รวม 32 ตาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคปฏิบัติ

บทปฏิบัติการที่	**จำนวนคาบ**
1. การเตรียมสารละลาย Fe-EDTA	3
*2. ระบบการปลูกพืชแบบ AEROPONICS	6
3. ระบบการปลูกพืชแบบ N.F.T.(Nutrient film technique)	6
4. ระบบการปลูกพืชในวัสดุปลูก	6
5. ระบบการปลูกในสารละลายนิ่งและมีการให้อากาศ	6
6. การปลูกพืชในภาชนะปลูกเพื่อเป็นไม้ประดับในบ้านเรือน	6
7. การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	6
8. การตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช	6
9. ความแตกต่างของการปลูกพืชโดยใช้วัสดุที่ไม่ใช่ดินกับการให้สารโดยตรง	3
รวม	48 คาบ

หมายเหตุ

ชุดสไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS จะนำมาใช้ประกอบการสอน วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ในทฤษฎีบทที่ 4 หัวข้อที่ 4.1 เรื่อง ระบบ AEROPONICS และ บทปฏิบัติการที่ 2 เรื่อง ระบบการปลูกพืชแบบ AEROPONICS

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของระบบ AEROPONICS ได้
2. บอกถึงวัสดุปลูกและอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ AEROPONICS ได้
3. สามารถเลือกใช้สารละลายธาตุอาหารพืชในระบบ AEROPONICS ได้อย่างเหมาะสม
4. อธิบายระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืชในระบบ AEROPONICS ได้
5. บอกวิธีการดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืชในระบบAEROPONICS ได้

3.2 การวิเคราะห์เนื้อหา

จากการวิเคราะห์เนื้อหา วิชาเทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ในหัวข้อ เรื่องการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS ซึ่งมีเนื้อหาดังนี้

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการปลูกพืชในภาชนะปลูกที่สร้างขึ้นเป็นรูปลักษณะทรงกล่อง พื้นราบ กระโจมสามเหลี่ยมและกระโจมรูปต่างๆ เพื่อติดตั้งระบบการให้สารละลายแก่รากพืช โดยการฉีดพ่นสารละลายแก่รากพืชเป็นละอองฝอยให้แก่รากพืชที่ห้อยอยู่ในอากาศโดยตรง ซึ่งส่วนโคนของต้นพืชนี้จะยึดติดด้านใดด้านหนึ่งของภาชนะปลูกแล้วแต่รูปทรงของภาชนะ รากพืชจะได้รับสารอาหารพร้อมออกซิเจนอย่างเพียงพอ มักใช้ปั๊มในการส่งสารละลายฉีดพ่นให้กับรากพืชระบบ Aeroponics เป็นวิธีการที่นำสารละลายกลับมาใช้ใหม่

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics

1. ชุดทำกระโจมสามเหลี่ยมสำหรับปลูก
   - 1.1 เหล็กฉาก
   - 1.2 น็อตยึดเหล็กฉาก
   - 1.3 แผ่นโฟม
   - 1.4 พลาสติกสีดำและสีขาว
   - 1.5 เทปกาว
2. ชุดควบคุมการให้สารละลาย
   - 2.1 ปั๊มน้ำสำหรับดูดสารละลายเข้าสู่ระบบ
   - 2.2 โซลีนอยด์วาวล์แบบใช้ไฟฟ้า (AC)
   - 2.3 โซลีนอยด์วาวล์แบบใช้ถ่าน (DC) และมีเครื่องตั้งเวลาในตัว
   - 2.4 เครื่องตั้งเวลา (timer)
   - 2.5 Electricalconductivity meter (EC meter) และปั๊มสำหรับดูด Stock solution
   - 2.6 pH meter และปั๊มสำหรับดูดกรด HNO_3
   - 2.7 หม้อกรองสารละลาย (filler)
   - 2.8 ถังสารละลายธาตุอาหาร , ถังกรด HNO_3 , และถัง Stock solution
   - 2.9 วาวล์ควบคุมระดับน้ำในถังสารละลายธาตุอาหาร
3. ระบบทางเดินสารละลาย
   - 3.1 ท่อ PVC
   - 3.2 ท่อ PE
   - 3.3 ท่อ spray
4. ระบบการควบคุมความร้อนภายในกระโจม
   - 4.1 Thermocoulple และ Thermostat
   - 4.2 ชุดควบคุมการทำงานของพัดลมดูดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

4.3 พัดลมดูดอากาศ

5. สารละลายธาตุอาหารพืชตามสูตรของ Coic-Lesaint

6. พืชที่ใช้ปลูก เช่น พืชผัก ไม้ดอก ไม้ประดับ

7. อุปกรณ์อื่นๆ

7.1 กาวผนึกท่อ PVC

7.2 เทปพันท่อประปา

7.3 กรรไกร

7.4 ตลับเมตร

7.5 มาตรวัดน้ำ

7.6 ลิ้นปิดกันน้ำไหลกลับ

7.7 Rock wool และฟองน้ำ

7.8 ลวด

วิธีการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics

1. การเตรียมกระโจมปลูกรูปสามเหลี่ยม

นำเหล็กฉากมาประกอบกันเป็นรูปฐานสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง x ยาว x สูง ตามขนาดที่ต้องการโดยจะพิจารณาชนิดและปริมาณของพืชที่ปลูก ในส่วนของกระโจมสร้างโดยนำโฟมมาประกอบเป็นกระโจมที่มีส่วนฐาน กว้าง x ยาว ตามขนาดที่ต้องการโดยกำหนดระยะปลูก ระหว่างแถว x ระหว่างต้น แล้วเจาะช่องปลูกเพื่อใส่ต้นพืชตามขนาดของระยะปลูกทั้ง 2 ด้านของกระโจม กระโจมชั้นในปูด้วยพลาสติกสีดำ แล้วหุ้มทับชั้นนอกด้วยพลาสติกสีขาว เหลือด้านหน้าของกระโจมไว้ด้านหนึ่ง ไม่ต้องใช้โฟมประกอบแต่ใช้เป็นผ้าพลาสติกสองชั้นเหมือนกับที่หุ้มโฟมปิดไว้แทน เพื่อสะดวกในการ ปิด-เปิด กระโจม กำหนดจำนวนของหัว spray และระยะห่างระหว่างหัว spray โดยมีท่อ PVC เป็นโครงเพื่อติดท่อเดินสารละลายที่ใช้ส่งสารละลายไปยังหัว spray โดยโครงของระบบให้น้ำจะวางไว้ด้านในของกระโจมรูปสามเหลี่ยม

2. การติดตั้งและเตรียมระบบควบคุมการให้สารละลายธาตุอาหารแบบอัตโนมัติ

1. เดินท่อ PVC ต่อจากถังเก็บสารละลายเข้ากับเครื่องปั๊มสารละลาย และเดินท่อสารละลาย (PVC) แยกเป็นสามทาง

2. ทางหนึ่งต่อเข้ากับหม้อกรองก่อนที่จะเข้าสู่กระโจมปลูกและต่อท่อนำสารละลายเข้ากับโครงของหัวฉีดสารละลายให้แก่รากพืชในกระโจม สารละลายธาตุอาหารที่ไหลออกจากกระโจมจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

28188

ไหลลงสู่ถังเก็บสารละลายที่มีตัววัดระดับสารละลายในถังซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำในถังสารละลายธาตุอาหารพืช

3. อีกทางหนึ่ง เดินท่อ PVC ต่อกับท่อ PE ให้เป็นทางผ่านสารละลายเข้าสู่ระบบควบคุมความเข้มข้นสารละลายแบบอัตโนมัติ ด้วยแรงดึงน้ำจากเครื่องปั๊มน้ำ สารละลายจะผ่านเข้าเครื่อง pH meter และ EC meter ค่าที่วัดได้จากสารละลายขณะนั้นๆ จะแสดงให้เห็นที่เครื่องหากสารละลายมีค่าความเป็น กรด-ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า (EC) ไม่ตรงกับที่ตั้งไว้ระบบอัตโนมัติจะทำการปั๊มสารละลาย A และ B และกรด HNO_3 ลงในถังสารละลายจนได้ค่า EC และ pH ตามที่ตั้งไว้

4. ท่อนำสารละลายอีกทางหนึ่งนั้น เป็นสารละลายที่วนกลับไปในถังสารละลายโดยทำหน้าที่คล้ายกับการวนสารละลาย และที่ทางแยกของท่อสารละลายนี้จะมีประตูน้ำเพื่อใช้ปรับความมากน้อยของสารละลายที่วนกลับถัง ซึ่งมีผลต่อแรงดันของสารละลายที่หัว spray คือ ถ้าสารละลายไหลกลับมากในท่อนี้ แรงดันที่หัว spray ก็จะน้อย ทำให้รากพืชได้รับสารละลายไม่ทั่วถึง รากพืชอาจจะเหี่ยว มีผลให้พืชชะงักการเจริญเติบโต หรืออาจตายได้ ดังนั้นควรเปิดประตูน้ำไหลกลับให้พอเหมาะ เพื่อให้แรงดันของสารละลายที่หัว spray ไม่มากหรือน้อยเกินไปจนเป็นอันตรายต่อพืชที่ปลูก

5. ระบบอัตโนมัติจะฉีดพ่นสารละลายให้กับรากพืชโดยตรงทางหัว spray จะต้องกำหนดระยะควบคุมเวลาการฉีดพ่นด้วยเครื่องตั้งเวลา (timer) เช่น ให้ฉีดสารละลาย 15 วินาที หยุด 30 วินาที หรือ ฉีดสารละลายทุก 3 นาที หยุด 3 นาที เพื่อให้รากพืชได้รับสารละลาย ธาตุอาหาร อากาศ อย่างต่อเนื่อง กระโจมปลูกควรตั้งให้มีความลาดเทพอประมาณ เพื่อให้น้ำที่ฉีดพ่นออกไปไหลหมุนเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลายตลอดเวลา

8. การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ และชุดควบคุมอุณหภูมิ

นำวัสดุหรือกระป๋องพลาสติกที่มีปากขนาดเท่าพัดลม มาตัดก้นออก แล้วติดพัดลมดูดอากาศเข้ากับกระป๋อง นำไปสวมตรงกลางด้านบนของกระโจมที่ตัดเป็นช่องขนาดเท่ากับกระป๋อง ตั้งทิศทางการดูดอากาศของพัดลม โดยใช้เครื่องตั้งเวลาและเครื่องวัดอุณหภูมิควบคุมให้มีการดูดอากาศออกเมื่ออุณหภูมิภายในกระโจมสูงกว่าที่ตั้งไว้ ในจังหวะที่การดูดอากาศออกจะต้องอยู่ในช่วงที่ระบบหยุดฉีดพ่นสารละลายธาตุอาหาร

4. การติดตั้งระบบฉีดสารละลายเมื่อไฟดับ

ระบบฉีดสารละลายเมื่อไฟดับ มีการติดอุปกรณ์เพิ่มเติมในระบบอัตโนมัติ คือตัวตรวจจับกระแสไฟฟ้า (AC) ต่อเข้ากับโซลีนนอยด์วาวล์ ทำงานโดยแบตเตอร์รี่ 9 V ขณะกระแสไฟฟ้าดับทำให้ไม่มีกระแสเหนี่ยวนำ สวิทช์จึงปิด โซลีนอยด์จะทำงาน

5. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชตามสูตร Coic-Lesaint

การเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามสูตรของ Coic-Lesaint โดยมีข้อมูลพื้นฐานดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายที่เราต้องการ (EC)

2. วัดค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่เราจะใช้เตรียม(ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ)

3. ชนิดของกรดและธาตุอาหารที่ใช้เตรียม (คำนึงถึงราคา ความยากง่ายในการเตรียมและการเก็บรักษา)

การเตรียมสารละลายจากสูตรต่างๆ น้ำที่ใช้เตรียมจะต้องเป็นน้ำที่ค่อนข้างบริสุทธิ์ มีสารต่างๆ เจือปนอยู่น้อย เช่นน้ำฝน น้ำกรอง หรือจากแหล่งน้ำในท้องที่นั้นๆ (ต้องผ่านการกรองเอาสารแขวนลอยต่างๆ ออกไปก่อน) น้ำที่นำมาเตรียมสารละลายนี้จะนำมาโดยตรง โดยคำนวนปริมาณสารละลาย และกรดที่จะใช้ เพื่อเพิ่มเติมธาตุอาหารและปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ให้ได้ตามสูตรสารละลาย เพื่อให้เหมาะสมกับความต้องการของพืช

คุณภาพของน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

สารเจือปน	น้ำหนัก	ค่าสูงสุดของธาตุที่มีอยู่ในน้ำได้ Millimol/liter	Milligram/liter
Na^{+}	23.0	0.5	11.5
Cl^{-}	35.5	1.0	35.5
Ca^{++}	40.1	2.0	80.2
Mg^{++}	24.3	0.5	12.2
SO_4^{++}	96.1	0.5	48.1
HCO_3^{-}	61.0	4.0	244.0

สารเจือปน	น้ำหนัก	Micromol/liter	Microgram/liter
Fe^{++}	55.9	0.5	28.0
Mn^{++}	54.9	10.0	549.0
Cu^{++}	63.5	1.0	63.5
Zn^{++}	65.4	5.0	327.0
B^{+++}	10.8	25.0	270.0
F^{-}	19.0	25.0	475.0
EC		0.5 mS/cm 25 °C	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างสูตรอาหารที่ใช้กับผักและไม้ดอกที่ปลูกในสารละลาย

Strawberry in recirculating water

Nutrient	Nutrient solution	Root environment
EC mS/cm (25 °C)	1.5	2.0
NO_3	10.0	12.0
H_2PO_4	1.25	0.7
SO_4	1.125	2.5
NH_4	0.5	<0.5
K	5.25	4.5
Ca	2.75	4.5
Mg	1.125	2.0
Fe µmol/l	20.0	35
Mn	10.0	7.0
Zn	4.0	7.0
B	20.0	20.0
Cu	0.75	0.7
Mo	0.5	-

Chrysanthemum reciculating water (เบญจมาศ)

Nutrient	Nutrient solution	Root environment
EC mS/cm (25 °C)	1.8	1.7
NO_3	12.75	10.0
H_2PO_4	1.0	0.75
SO_4	1.0	2.0
NH_4	1.25	<0.5
K	7.5	5.0
Ca	2.5	3.5
Mg	1.0	1.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fe µmol/l	60.0	80.0
Mn	20.0	10.0
Zn	3.0	5.0
B	20.0	20.0
Cu	0.5	1.0
Mo	0.5	-

ปัญหาบางประการที่เกี่ยวกับสารละลายธาตุอาหาร

1. ความเข้มข้นของสารละลาย (Conductivity) และต้นกล้าพืช ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารมีผลต่อต้นกล้าอ่อนของพืชทำให้ชะงักการเจริญเติบโต และอาจเป็นอันตรายต่อต้นกล้า ดังนั้นสารละลายที่ให้กับพืชในช่วงกล้าอ่อน (อายุ 1-2 สัปดาห์) ควรมีความเข้มข้นเพียง 1/4-1/2 ของความเข้มข้นที่กำหนดของแต่ละธาตุแล้วจึงค่อยๆ เพิ่มส่วนที่เหลือเมื่อพืชโต

โดยปกติความเข้มข้นของสารละลายจะรักษาอยู่ในระดับ 2 ms สำหรับการปลูกมะเขือเทศและแตงกวา ความเข้มข้นนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของพืช การเตรียมสารละลายธาตุอาหารพืชให้ได้ระดับความเข้มข้นที่ต้องการ ทำได้โดยการการเติมสารละลาย stock solution ลงในถังสารละลายของระบบจนกระทั่งได้ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม

2. pH ของสารละลายธาตุอาหาร pH มีอิทธิพลต่อการละลายและความเป็นประโยชน์ของธาตุอาหารพืช ดังนั้นในระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจำเป็นต้องมีการควบคุมระดับ pH ของสารละลายให้เหมาะสมต่อความเป็นประโยชน์ของธาตุต่างๆ ปกติจะกำหนด pH ให้อยู่ในช่วง 5.0-6.0 ซึ่งต้องคอยตรวจสอบและเติมสารเคมีให้ pH อยู่ในช่วงที่กำหนดตลอดการดำเนินการปลูก โดยใช้ HNO_3 เมื่อต้องการปรับให้สารละลายมี pH ต่ำลง และใช้ KOH หรือ NaOH เมื่อต้องการปรับให้สารละลายมี pH เพิ่มขึ้น

3. อุณหภูมิของสารละลาย ในระบบการปลูกพืชหากมีอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป อาจมีผลต่อการเจริญเติบโตโดยทั่วไปและผลผลิตของพืช

6. การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน

1. การเพาะเมล็ด จะเพาะบน Vermiculite, Perlite หรืออาจใช้ทราย หรือทรายผสมขี้เถ้าแกลบ

2. การปลูกบนแท่งเพาะชำอาจใช้แท่ง rock wool แท่งขุยมะพร้าวหรือในกระถางวัสดุผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อื่นๆ เช่น ทราย + ขี้เถ้าแกลบ ฯลฯ แต่จะต้องมีการห่อหุ้มแท่งเพาะชำด้านข้างด้วยแผ่นพลาสติกดำ-ขาวเพื่อป้องกันการสะสมของเกลือด้านนอกของแท่งเพาะชำ

3. การให้สารละลายธาตุอาหาร ในช่วงจากหว่านเมล็ดจนมีใบเลี้ยงจะให้น้ำเปล่าหลังจากย้ายลงแท่งเพาะชำจะเริ่มให้สารละลายธาตุอาหาร โดยเริ่มจากให้น้ำที่ปรับค่า pH = 5.5 เป็นเวลา 2-3 วัน หลังจากนั้นให้สารละลายธาตุอาหารที่มี EC = 1.0-1.5 mS/cm โดยค่อยๆ เพิ่มช้าๆ เป็นเวลา 10-20 วัน

4. ระบบการให้น้ำโดยทั่วไปจะใช้แบบ Sub-irrigation โดยจะปล่อยให้สารละลายไหลจากด้านล่างค่อยๆ ท่วมแท่งเพาะชำ โดยจะต้องไม่ให้สารละลายสูงกว่า 1.5 เซนติเมตรช่วงที่อากาศร้อนจะต้องระวังการขาดออกซิเจนที่รากพืช โดยจะต้องเพิ่มความถี่ในการให้น้ำให้มากขึ้นแต่ลดช่วงเวลาการท่วมวัสดุปลูกให้น้อยลง และต้องคอยป้องกันตะไคร่ที่เกิดขึ้นเพราะจะเป็นตัวแย่งออกซิเจนที่รากพืช อาจต้องใช้สารป้องกันการเกิดตะไคร่ที่ไม่เป็นอันตรายกับรากพืช ถ้าเป็นการให้น้ำแบบฉีดฝอยปกติจะเริ่มจากการปรับพื้นดินให้เรียบและปูด้วยแผ่นพลาสติกขาว-ดำ และใช้Mini-sprikler ฉีดน้ำที่ระดับเหนือใบ แต่ต้องคอยระวังใบไหม้ ถ้าใช้สารละลายธาตุอาหารพืชฉีดที่ใบ กล่าวคือถ้าใช้สารละลายที่มีความเข้มข้นมากกว่า 1.5 กรัม/ลิตร ฉีดที่ใบ จะต้องฉีดด้วยน้ำเปล่าตามที่ใบด้วย

7.การนำต้นพืชขึ้นสู่กระโจมปลูก Aeroponics

นำต้นกล้าพืชออกจากกระถางอย่างระมัดระวัง นำ rock wool ที่แช่น้ำไว้แล้ว 1 คืน (รูปลูกบาศก์ผ่าครึ่ง) หุ้มที่บริเวณโคนต้นพืชแล้วใส่เข้าไปในช่องปลูกที่เจาะไว้แล้ว โดยให้รากพืชลอยอยู่ในกระโจมปลูกอย่างอิสระ rock wool ที่หุ้มไม่ควรหลวม หรือแน่นช่องปลูกจนเกินไป ในการปฏิบัตินำต้นกล้าขึ้นกระโจมปลูกนี้ พยายามให้รากพืชกระทบกระเทือนน้อยที่สุด

วัสดุที่ใช้ในการพยุงโคนต้น และลำต้นของพืชในระบบ Aeroponics

ใยหิน (Rock wool) เป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมโดยการหลอมหินภูเขาไฟแล้วทำให้เป็นเส้นใยโดยผสมเรซิน 4-5% โดยน้ำหนัก เพื่อทำให้อ่อนตัว และผสมด้วยน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษเพื่อให้มีคุณสมบัติเกาะน้ำได้ ลักษณะของใยหินนี้จะมีลักษณะเหมือนฟองน้ำ คือเมื่อแห้งจะมีน้ำหนักเบามากแต่เมื่อใส่น้ำเข้าไปจะดูดซับไว้ ทำให้มีน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นรากพืชที่ปลูกกับ Rock wool นี้จะแทรกและแพร่กระจายทั่วไป แต่รูปทรงยังคงเป็นแท่งเหมือนเดิม

Rock wool มีแร่ธาตุที่เป็นส่วนประกอบสำคัญคือ Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn ซึ่งสามารถปลดปล่อยออกมาให้กับพืชได้บ้างเล็กน้อย โดยมากจะเป็นธาตุ Ca

Rock wool สามารถอุ้มน้ำได้ 70-80% โดยปริมาตร ขึ้นอยู่กับระดับความสูงจากผิวน้ำ ยิ่งอยู่สูงจากผิวน้ำมากการอุ้มน้ำจะน้อยลง มีความพรุน 95% มีค่า pH = 7.0 - 9.5 มีคุณสมบัติในการเป็นวัสดุปลูก ไม่มีสารพิษเจือปนเป็นอันตรายกับรากพืช ไม่ไวต่อปฏิกิริยาทางเคมี ช่วยเพิ่มการกระจายตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของราก มีน้ำหนักเบา ง่ายแก่การใช้งาน ระบายน้ำและอากาศดี ต่างประเทศนิยมใช้เป็นวัสดุปลูกกันอย่างกว้างขวาง ในประเทศไทยยังมีปัญหาทางด้านราคาเพราะเป็นวัสดุนำเข้าจากต่างประเทศ

ข้อเสียที่พบของ Rock wool คือโครงสร้างที่ไม่มีความทนทาน อายุการใช้งานน้อย Rock wool ที่ใช้แล้วจะเป็นขยะที่กำจัดยากยังไม่มีวิธีแปรรูปที่จะนำกลับมาใช้ใหม่

ฟองน้ำ ถ้าไม่มี Rock wool สามารถใช้ฟองน้ำในการพยุงโคนต้นพืชกับกระโจมปลูก เพื่อให้พืชทรงตัวอยู่ได้ ฟองน้ำที่จะใช้จะต้องไม่มีสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อพืช ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารละลาย ฟองน้ำที่ใช้แล้วสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เนื่องจากโครงสร้างมีความทนทานกว่า Rock wool

เชือก หรือลวด ใช้ในการพยุงลำต้นให้ทรงตัวอยู่ในแนวดิ่งได้ โดยใช้เชือก หรือลวด ผูกลำต้นหลวมๆแล้วดึงโยงขึ้นไปในแนวดิ่งผูกเชือกไว้กับคานหรือหลังคาเพื่อเป็นที่ยึด

8. การตรวจระบบระหว่างการปลูกพืช

การดูแลรักษาพืชขณะที่อยู่ในกระโจมปลูกควรดูแลและตรวจเช็คสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ตรวจดูว่ามีสารละลายไหลรั่วซึมออกจากระบบปลูกหรือไม่
2. เช็คดูว่าหัว spray อุดตันหรือไม่
3. ถอดเครื่องกรองล้างทุกๆ 1 สัปดาห์
4. ดูแรงดันน้ำที่หัวฉีดว่าพอเหมาะกับรากพืชหรือไม่
5. ตรวจดูการทำงานภายในเครื่องให้สารละลายอัตโนมัติว่าทำงานปกติหรือเปล่า
6. ตรวจดูระบบระบายความร้อนว่าทำงานปกติหรือไม่ ระดับอุณภูมิในกระโจมอยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่
7. ดูค่า EC และ pH ที่ปรากฏที่เครื่องอยู่ในระดับที่ต้องการหรือไม่
8. ตรวจดูพืชว่ามีความผิดปกติหรือไม่
9. ตรวจว่ามีโรคและแมลงรบกวนหรือเปล่า
10. ตรวจดูว่าระบบสำรองไฟฟ้าดับ สามารถทำงานได้ปกติอยู่หรือเปล่า

การเจริญเติบโตของพืชในระบบ Aeroponics พืชมีการเจริญเติบโตดีตั้งตัวเร็วหลังจากย้ายปลูกเนื่องจากรากพืชไม่กระทบกระเทือนขณะย้ายปลูก การแพร่กระจายของรากดีเนื่องจากไม่มีสิ่งกีดขวางเหมือนในดินและรากพืชได้รับอากาศเต็มที่ การปลูกพืชแบบนี้เหมาะกับพืชต้นเตี้ย เช่นพืชผักต่างๆ ถ้าต้นพืชสูงจำเป็นต้องมีการค้ำยันหรือใช้เชือกยึด ข้อเสียที่สำคัญของระบบนี้คือถ้าระบบให้น้ำไม่ทำงาน เช่น ไฟดับต้นพืชจะแสดงอาการเหี่ยวให้เห็นภายใน 2-3 ชั่วโมง เนื่องจากรากลอยอยู่ในอากาศไม่มีวัสดุช่วยดูดยึดน้ำ ระบบนี้ยังสามารถใช้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตหรือปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อรากพืชเป็นอย่างดี เพราะสามารถศึกษาการพัฒนาของรากได้ตลอดเวลา เช่น การศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกี่ยวกับ Rhizobium, Mycorrhiza ในการปลูกไม้ดอกหรือพืชผักสวนครัวทำการเพาะกล้าในแท่งฟองน้ำ เมื่อกล้าเริ่มงอกและมีใบเลี้ยงสามารถนำไปปลูกได้ทันที โดยสามารถปลูกพืชต่างชนิดกันในเวลาเดียวกันและสามารถเปลี่ยนพืชปลูกได้ตลอดเวลาไม่กระทบต่อพืชข้างเคียง

ปัญหาที่พบในการปลูกแบบ Aeroponics คืออุณหภูมิภายในกระโจมจะสูงมากใกล้เคียงกับอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเรือนปลูกพืชประมาณ 36°C มีผลให้การเจริญเติบโตรากพืชไม่ดีดังนั้นได้มีการติดพัดลมดูดอากาศ ซึ่งจะดูดอากาศในช่วงที่อยุดการให้น้ำ ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิภายในกระโจมที่ระดับรากพืชได้ประมาณ 6 - 10°C และมีผลให้การเจริญเติบโตของรากดีมาก รากมีลักษณะขาวอวบยาวและจากการทดลองเลี้ยงเชื้อ Mycorrhiza พบว่ามีการติดเชื้อได้ดี ดังนั้นการแบบ Aeroponics แบบมีการดูดอากาศน่าจะเป็นแนวทางหนึ่งในการขยายเชื้อ Mycorrhiza ที่รากพืช ซึ่งควรจะได้มีการศึกษารายละเอียดต่อไป แต่ปัญหาที่ตามมาคืออัตราการระเหยของสารละลายเพิ่มมากขึ้นทำให้ต้องมีการเตรียมสารละลายในถังบ่อย ดังนั้นได้มีการใช้ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติแบบมีการนำสารละลายกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดปัญหาในการเตรียมสารละลาย

ข้อดี - ข้อเสีย ของการปลูกพืชในระบบ Aeroponics

ข้อดี

1. การให้น้ำสะดวก สามารถให้แร่ธาตุสม่ำเสมอ
2. ใส่ธาตุอาหารที่เหมาะสมได้ในแต่ระยะการเจริญเติบโต
3. ให้ผลผลิตเร็วกว่าปลูกในดิน
4. สามารถผสมสารป้องกันโรคพืช และแมลงลงในสารละลายได้
5. สามารถใช้น้ำและสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ
6. สามารถควบคุมสิ่งแวดล้อมของรากพืชโดยใช้คอมพิวเตอร์ได้
7. การเพาะปลูกสามารถทำการทดลองได้ตลอดทั้งปี
8. ไม่มีวัชพืชรบกวน

ข้อเสีย

1. ถ้าเป็นโรคระบาดจะติดต่ออย่างรวดเร็ว
2. ผู้ปฏิบัติต้องมีความรู้ความชำนาญทางเคมี
3. ถ้าต้นพืชสูงต้องมักจะล้มง่าย ต้องมีการทำให้ลำต้นมีการทรงตัวโดยใช้วัสดุยึดเกาะ
4. มีการสะสมความร้อนภายในกระโจมที่ปิดมิดชิด ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของรากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การกำหนดภาพที่จะถ่ายทำ

การกำหนดภาพต่างๆ ในการถ่ายทำ จะยึดหลักตามวัตถุประสงค์การเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วยภาพสไลด์ดังต่อไปนี้

1. ภาพทบนำ	จำนวน	4	ภาพ
2. ภาพระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	จำนวน	1	ภาพ
3. ภาพส่วนควบคุม	จำนวน	1	ภาพ
4. ภาพระบบการกรองสารละลาย	จำนวน	1	ภาพ
5. ภาพถังเก็บสารละลาย	จำนวน	1	ภาพ
6. ภาพระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ	จำนวน	1	ภาพ
7. ภาพเครื่องควบคุมความเข้มข้นและเครื่องวัดอุณหภูมิ	จำนวน	1	ภาพ
8. ภาพเครื่องควบคุม กรด-ด่าง และเครื่องควบคุมการจ่ายน้ำ	จำนวน	1	ภาพ
9. ภาพนำสารละลายสู่พืช	จำนวน	1	ภาพ
10. ภาพวาล์วไฟฟ้า	จำนวน	1	ภาพ
11. ภาพเครื่องปรับความดันโดยอัตโนมัติ	จำนวน	1	ภาพ
12. ภาพท่อ พีวีซี และหัวฉีด	จำนวน	1	ภาพ
13.ภาพกระโจมสามเหลี่ยม	จำนวน	1	ภาพ
14. ภาพพัดลมดูดอากาศ	จำนวน	1	ภาพ
15. ภาพการติดตั้งพัดลมดูดอากาศ	จำนวน	1	ภาพ
16. ภาพปั๊มน้ำอัดสารละลาย	จำนวน	1	ภาพ
17.แผนผังของระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารไปยังรากพืช	จำนวน	2	ภาพ
18. ภาพการเตรียมสารละลายตามสูตรของ Coic-Lesaint	จำนวน	1	ภาพ
19. ภาพแสดงการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร	จำนวน	1	ภาพ
20. ภาพตารางแสดงคุณภาพของน้ำ	จำนวน	1	ภาพ
21. ภาพการปรับ pH	จำนวน	1	ภาพ
22. ภาพการเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกในระบบAeroponics	จำนวน	1	ภาพ
23. ภาพเมล็ดพันธุ์	จำนวน	1	ภาพ
24. ภาพการเพาะเมล็ด	จำนวน	1	ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

25. ภาพต้นกล้า	จำนวน	1	ภาพ
26. ภาพ Rock wool	จำนวน	1	ภาพ
27. ภาพการหุ้มกล้าด้วย Rock wool	จำนวน	1	ภาพ
28. ภาพต้นกล้าหลังใส่กระโจม	จำนวน	1	ภาพ
29. ภาพการดูแลต้นและตรวจสอบระบบ ระหว่างการปลูกพืช	จำนวน	1	ภาพ
30. ภาพต้นพืชบนกระโจมปลูกอายุ 60 วัน	จำนวน	1	ภาพ
31. ภาพรากพืชหลังปลูกบนกระโจม 15 วัน	จำนวน	1	ภาพ
32. ภาพรากพืชอายุ 60 วันหลังปลูกบนกระโจม	จำนวน	1	ภาพ
33. ภาพการเปรียบการเทียบต้นพืช เมื่ออายุ 90 วัน	จำนวน	1	ภาพ
34. ภาพการตราจสอบสารละลายธาตุอาหาร	จำนวน	1	ภาพ
35. ภาพการไหลเวียนของน้ำ	จำนวน	1	ภาพ
36. ภาพหัวฉีดในกระโจม	จำนวน	1	ภาพ
37. ภาพระบบอิเลคโทรนิค	จำนวน	1	ภาพ
38. ภาพท่อนำสารละลาย	จำนวน	1	ภาพ
39. ภาพืชผักบนกระโจมปลูก	จำนวน	1	ภาพ
40. ภาพไม้ดอก-ไม้ประดับบนกระโจมปลูก	จำนวน	1	ภาพ
41. ภาพเชื้อรา Myorrhiza	จำนวน	1	ภาพ
42. ภาพระบบ Aeroponics	จำนวน	1	ภาพ
43. ภาพขอบคุณ	จำนวน	1	ภาพ
44. ภาพสวัสดี	จำนวน	1	ภาพ
	รวม	54	ภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 คำบรรยายประกอบชุดสไลด์

เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS เวลา 23 นาที จำนวน 54 ภาพ

ลำดับภาพ	ชื่อภาพ	คำบรรยาย
1	ตราสถาบัน	ดนตรีประกอบ
2	ชื่อเรื่องปัญหาพิเศษ	สไลด์ประกอบคำบรรยาย เรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS
3	ชื่อผู้จัดทำ	จัดทำโดย นายชัยชาญ มณีรัตนรุ่งโรจน์
4	สาขาวิชา ภาควิชา คณะ สถาบัน	สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
5	ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์อำนวย ขวัญเมือง อาจารย์วันทนี โชติสกุล
6	ภาพระบบการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูกที่เป็นของแข็ง ทำการปลูกพืชโดยให้รากพืชลอยอยู่ในอากาศ และให้สารละลายธาตุอาหารกับระบบรากพืชโดยตรงในรูปของการพ่นสารละลายเป็นละอองฝอย
7	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนควบคุม 2. ส่วนนำสารละลาย	การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1. ส่วนควบคุม 2. ส่วนนำสารละลายสู่รากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	สู่รากพืช	
8	1. ส่วนควบคุม	1. ส่วนควบคุม หมายถึง ส่วนต้นของระบบเป็นส่วนที่จะควบคุมค่าต่างๆ เช่น ความดัน อัตราและช่วงเวลาการจ่ายสารละลายชาตุอาหาร ระบบเตรียมสารละลาย เป็นต้น
9	ระบบการกรองสารละลาย	ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในส่วนควบคุมประกอบด้วย ระบบการกรองสารละลาย เป็นสิ่งที่มีความสำคัญมาก ทำหน้าที่ในการป้องกันสิ่งเจือปนต่างๆ ที่อาจผ่านเข้าไปในระบบท่อ ซึ่งจะก่อให้เกิดการอุดตันของระบบน้ำได้ ประสิทธิภาพของเครื่องกรอง จะขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกรอง การติดตั้งที่ถูกวิธีและเหมาะสม
10	ถังเก็บสารละลาย	ถังเก็บสารละลาย ชนิดของถังเก็บสารละลายส่วนใหญ่ใช้ถังพลาสติกทึบแสงมีฝาปิด มีหลายขนาดตั้งแต่ 10 - 200 ลิตร ซึ่งถังที่ใส่สารละลายชาตุอาหารเข้มข้นนี้จะต้องสามารถบรรจุสารละลายให้พอใช้ได้ประมาณ 1 สัปดาห์ เป็นอย่างน้อย ส่วนขนาดของถังจะขึ้นอยู่กับอัตราการใช้สารละลายของพืช
11	ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ	ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ มีหน้าที่ผสมสารละลายชาตุอาหารเข้มข้นให้รวมกับน้ำ เพื่อให้ได้สารละลายชาตุอาหารที่จะส่งไปยังพืช ระบบเตรียมสารละลายชาตุอาหารพืชจะต้องควบคุมค่า pH และค่าความเข้มข้นของสารละลายให้คงที่ตามค่าที่ต้องการได้ตลอดการปลูกพืช
12	เครื่องควบคุมความเข้มข้นและเครื่องวัดอุณหภูมิ	เครื่องควบคุมความเข้มข้น จะใช้ตรวจค่าความเข้มข้นของสารละลายชาตุอาหารตามจุดต่างๆ เช่น ที่หัวฉีด เครื่องมือนี้อุณหภูมิมีผลต่อค่าที่อ่านได้ เครื่องวัดอุณหภูมิ จะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิของสารละลายชาตุอาหารว่าคงที่หรือเหมาะสมหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13	เครื่องควบคุม กรด-ด่าง และเครื่องควบคุมการจ่ายน้ำ	เครื่องควบคุมกรด-ด่าง ใช้ในการตรวจสอบค่าความเป็นกรดเป็นด่างของสารละลายโดยเฉพาะเมื่อน้ำที่ใช้มีการเปลี่ยนค่า pH บ่อย เครื่องควบคุมการจ่ายน้ำ เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบปริมาณการให้น้ำ ตรวจสอบการทำงานของเครื่องควบคุมการให้น้ำโดยอัตโนมัติ และระบบเตรียมสารละลาย
14	2. ส่วนนำสารละลายสู่รากพืช	2. ส่วนนำสารละลายสู่รากพืช หมายถึง ส่วนที่มีหน้าที่หลักในการนำสารละลายจากส่วนควบคุมไปยังรากพืช
15	วาล์วไฟฟ้า	ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในส่วนนำสารละลายสู่รากพืช ประกอบด้วย วาล์วไฟฟ้า มีหน้าที่เป็นประตูปิด-เปิดการให้น้ำโดยไฟฟ้า สามารถรับคำสั่งจากอุปกรณ์ต่อพ่วงต่างๆ ส่วนใหญ่ทำจากพลาสติก หรือ PE
16	เครื่องปรับความดันโดยอัตโนมัติ	เครื่องปรับความดันโดยอัตโนมัติ มีหน้าที่ลดความดันในท่อลงให้อยู่ในช่วงความดันที่ต้องการและคอยปรับความดันให้คงที่ตลอดเวลาไม่ว่าความดันตั้งต้นจะเปลี่ยนแปลงอย่างไรก็ตาม
17	ท่อ PVC และ หัวฉีด	ท่อ PVC และหัวฉีด ท่อ PVC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินสารละลายไปยังส่วนต่างๆ และหัวฉีดจะทำหน้าที่ในการพ่นสารละลายธาตุอาหารเป็นละอองฝอยไปยังรากพืชโดยตรง โดยโครงระบบให้น้ำนี้จะวางไว้ด้านในของกระโจมรูปสามเหลี่ยม
18	กระโจมสามเหลี่ยม	กระโจมสามเหลี่ยม ทำได้โดยการนำอาเหล็กฉากมาประกอบกันเป็นรูปสามเหลี่ยม นำโฟมมาประกอบเป็นกระโจม ชั้นในปูด้วยพลาสติกสีดำ แล้วหุ้มทับด้านนอกด้วยพลาสติกสีขาว แล้วเจาะช่องปลูกสำหรับใส่ต้นพืชเพื่อให้รากพืชได้รับสารละลายธาตุอาหารโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19	พัดลมดูดอากาศ	พัดลมดูดอากาศ ทำหน้าที่ดูดอากาศในกระโจมในช่วงที่หยุดการให้น้ำ ซึ่งสามารถลดอุณหภูมิภายในกระโจมที่ระดับรากได้ประมาณ 6 - 10 °c จะมีผลทำให้รากพืชมีการเจริญเติบโตได้ดี
20	การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ	การติดตั้งพัดลมดูดอากาศ จะนำไปติดตรงกลางด้านบนของกระโจม แล้วตั้งทิศทางการดูดอากาศของพัดลม
21	ปั๊มอัดสารละลาย	ปั๊มอัดสารละลาย มีหน้าที่ในการปั๊มสารละลายทำจากวัสดุที่ทนต่อการกัดกร่อน เช่นทำจาก PVC พลาสติก หรือโลหะที่ทนกรด
22	แผนผังของระบบการจ่ายสารละลายชาตุอาหารไปยังรากพืช	การจ่ายสารละลายชาตุอาหารแบบอัตโนมัติ เรียงตามลำดับการจ่ายสารละลายดังนี้ 1. วาล์วเปิด - ปิดน้ำ 2. มาตรวัดน้ำ 3. ลิ้นกันน้ำไหลกลับ 4. โซลีนอยด์วาล์ว ชนิดใช้แบตเตอร์รี่ 5. ถังสารละลาย 6. ปั๊ม 7. โซลีนอยด์วาล์ว 8. หม้อกรองน้ำ
23.	แผนผังของระบบการจ่ายสารละลายชาตุอาหารไปยังรากพืช (ต่อ)	9. กระโจมปลูก 10. พัดลมดูดอากาศ 11. Thermocouple 12. Thermostat 13. Interupter 14. วาล์วเปิดสารละลาย 15. เครื่องควบคุมความเข้มข้น 16. เครื่องควบคุมกรด-ด่าง 17. ถังสารละลาย 18. ถังกรด HNO_3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><td></td><td></td><td>19. Electrical sensor</td></tr>
<tr><td>24</td><td>การเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามสูตรของ Coic-Lesaint
1. ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายที่เราต้องการ
2. ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่เราใช้เตรียม (ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ)</td><td>การเตรียมสารละลายธาตุอาหารตามสูตรของCoic-Lesaint
สิ่งที่ต้องรู้จักก่อนการเตรียมสารละลายธาตุอาหาร
1. ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายที่เราต้องการ
2. ค่า pH และค่าความเข้มข้นของธาตุอาหารดั้งเดิมในน้ำที่เราใช้เตรียม (ค่าวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ)</td></tr>
<tr><td>25</td><td>ตารางแสดงคุณภาพน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน</td><td>คุณภาพของน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน
ค่าสูงสุดของธาตุที่มีอยู่ในน้ำได้
สารเจือปน น้ำหนัก Millimol/liter Milligram/liter
Na^{+} 23.0 0.5 11.5
Cl^{-} 35.5 1.0 35.5
Ca^{++} 40.1 2.0 80.2
Mg^{++} 24.3 0.5 12.2
SO_4^{++} 96.1 0.5 48.1
HCO_3^{-} 61.0 4.0 244.0</td></tr>
<tr><td>26.</td><td>ตารางแสดงคุณภาพน้ำที่สามารถนำมาใช้ในการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (ต่อ)</td><td>สารเจือปน น้ำหนัก Micromol/liter Microgram/liter
Fe^{++} 55.9 0.5 28.0
Mn^{++} 54.9 10.0 549.0
Cu^{++} 63.5 1.0 63.5
Zn^{++} 65.4 5.0 327.0</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		B^{+++}	10.8	25.0	270.0
		F^{-}	19.0	25.0	475.0
		EC		0.5 mS/cm 25 °C	
27	สูตรสารละลายธาตุอาหาร Coic-Lesaint เตรียมสารละลาย 25 ลิตร	สูตรสารละลายธาตุอาหาร Coic-Lesaint Stock Solution เตรียมสารละลาย 25 ลิตร Solution A ผสมตามลำดับดังนี้ 1. ใส่น้ำ 10 ลิตร 2. ใส่กรด HNO_3 866.5 ซม^3 3. ใส่กรด H_3PO_4 465.5 ซม^3 4. ใส่ KNO_3 2333 กรัม 5. ใส่ $MgSO_4$ 471.9 กรัม 6. ใส่ $(NH_4)MoO_4$ (45%Mo) 0.25 กรัม 7. ใส่ H_3BO_3 (17%B) 7.5 กรัม 8. ใส่ $MnSO_4.4H_2O$(24%Mn) 17 กรัม 9. ใส่ $ZnSO_4.7H_2O$ (22%Zn) 5 กรัม 10. ใส่ $CuSO_4.5H_2O$ (25%Cu) 1.25 กรัม 11. ใส่น้ำให้ครบ 25 ลิตร รายการที่ 4 ให้ละลายในน้ำ 10 ลิตรก่อนผสม รายการที่ 5-9 ให้ละลายในน้ำ 5 ลิตรก่อนผสม pH ใน Solution A ต้อง< 2			
28	สูตรสารละลายธาตุอาหาร Coic-Lesaint (ต่อ)	Solution B ผสมตามลำดับดังนี้ 1. ใส่น้ำ 10 ลิตร 2. ใส่กรด HNO_3 8.7 ซม^3 3. ใส่ $Ca(NO_3)_2$ 2146 กรัม 4. ใส่ Fe-EDTA(6%Fe) โดยละลายในน้ำ 6 ลิตร ก่อน 100 กรัม หรือ Fe-EDTA(4.5%Fe) โดยละลายในน้ำ 3 ลิตร ก่อน 133 กรัม 5. ใส่น้ำให้ครบ 25 ลิตร			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เมื่อจะนำไปใช้จะทำให้เจือจางในอัตราส่วน 1: 200
29	การปรับ pH	การปรับค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารให้ได้ค่า 5.8 ปริมาณกรดที่ใช้ในการปรับค่า pH จะได้จากการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการ และเราสามารถหาได้เองจากการค่อยๆ เติมกรดลงในน้ำ วัดค่า pH ที่เปลี่ยน หลังจากนั้นสามารถคำนวนปริมาณกรดที่ต้องใช้ต่อปริมาณสารละลายที่ต้องการกรดที่ใช้ในการปรับค่า pH ของน้ำซึ่งได้แก่ HNO_3 , H_3PO_4 , H_2SO_4
30	การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ระบบ Aeroponics	การเตรียมกล้าไม้เพื่อการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ระบบ Aeroponics
31	เมล็ดพันธุ์	ผู้ปลูกต้องคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดี มาใช้ในการเพาะเท่านั้นเพื่อให้ได้รับผลผลิตที่สูง และการดูแลรักษาง่าย สำหรับเมล็ดพันธุ์นั้นต้องระวังเมล็ดพืชที่ไม่สมบูรณ์ หรือ เมล็ดหมดอายุ ก่อนซื้อควรตรวจสอบจากแหล่งจำหน่ายที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้หลักประกันในการได้มาของเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ เพราะหากไม่เป็นเช่นนั้น สิ่งที่จะเป็นปัญหาตามมาโดยตลอดคือความไม่สมบูรณ์ของพืชรุ่นนั้น ซึ่งต้องยอมรับต่อสภาพความเสียหายต่อพืชที่ปลูกไว้อย่างยากที่จะแก้ไขเปลี่ยนแปลงได้
32	การเพาะเมล็ด	การเพาะเมล็ด จะทำในลักษณะเดียวกับการเพาะเมล็ดในดิน เพียงแต่นำพืชไปหยอดหรือหว่านในวัสดุปลูกต่างๆ ที่ใช้เพาะแทนดิน
33	ต้นกล้า	หลังจากการเพาะเมล็ดผ่านไปประมาณ 3 วันก็จะได้ต้นกล้าอ่อน นำต้นกล้าไปให้ได้รับแสงแต่น้อย ไม่ให้ถูกแสงแดดจัด ก็เพื่อช่วยให้พืชตั้งตัวแข็งแรงเร็วขึ้นและพร้อมที่จะขึ้นสู่กระโจมปลูก
34	Rock wool	Rock wool เป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นในโรงงานอุตสา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		กรรมโดยการหลอมหินภูเขาไฟ สามารถอุ้มน้ำได้ 70-80% โดยปริมาตร มีความพรุน 95% มีค่า pH 7-9.5 ไม่มีสารพิษที่เป็นอันตรายต่อรากพืชเจือปน ช่วยเพิ่มการกระจายตัวของราก มีน้ำหนักเบา และง่ายแก่การใช้งาน
35	ต้นกล้าที่หุ้มด้วย Rock wool	นำต้นกล้าที่สมบูรณ์ ที่พร้อมจะขึ้นกระโจมปลูกออกจากวัสดุปลูกอย่างระมัดระวัง นำ Rock wool ที่แช่น้ำไว้แล้ว 1 คืนหุ้มบริเวณต้นพืช
36	รากพืชหลังขึ้นกระโจม	นำต้นพืชที่หุ้ม Rock wool ใส่เข้าไปในช่องปลูกที่เจาะรูไว้แล้ว โดยให้รากพืชลอยอยู่ในกระโจมปลูกอย่างอิสระ Rock wool ที่หุ้ม ไม่ควรหลวมหรือแน่นช่องปลูกเกินไป
37	ต้นกล้าหลังขึ้นกระโจม	การนำต้นกล้าขึ้นปลูกบนกระโจมนั้น ต้องพยายามให้รากพืชและต้นพืชกระทบกระเทือนน้อยที่สุด เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้หลังจากการปลูก เนื่องจากต้นพืชได้รับความบอบช้ำขณะปฏิบัติการย้ายขึ้นกระโจม
38	การดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืช	การดูแลรักษาและตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืช มีการปฏิบัติดังนี้
39	ต้นพืชอายุ 60 วัน บนกระโจม	1. ตรวจสอบการเจริญเติบโตของพืช การเจริญเติบโตต้องเป็นไปตามอายุ และตรงตามลักษณะพันธุ์พืช ไม่แสดงอาการผิดปกติต่างๆ เช่น การขาดธาตุอาหาร การระบาดของโรคและแมลงต่างๆ สิ่งดังกล่าวต้องมีการตรวจสอบและป้องกันอย่างสม่ำเสมอ
40	รากพืชอายุ 15 วัน ในกระโจม	ตรวจสอบสภาพภายในกระโจม การเจริญของรากภายในกระโจม สังเกตุอาการผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นกับรากพืช
41	รากพืชอายุ 60 วัน ในกระโจม	รากพืชที่สมบูรณ์แข็งแรงปราศจากโรค จะมีการเจริญเติบโตและพัฒนาได้อย่างรวดเร็วสามารถสังเกตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เห็นได้
42	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากพืชเมื่ออายุ 90 วัน	การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของรากพืชเมื่ออายุ 90 วัน บน คือรากพืชที่ปลูกในระบบ Aeroponics ล่างคือพืชที่ปลูกในดิน จะเห็นความแตกต่างได้อย่างชัดเจน ว่าการปลูกในระบบ Aeroponics พืชมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าการปลูกในดิน
43	การตรวจสอบสารละลายธาตุอาหาร	2. การตรวจสอบเกี่ยวกับองค์ประกอบธาตุอาหาร ทำการตรวจสอบโดยการวัดค่า pH ค่าความเข้มข้น อุณหภูมิของสารละลายที่ให้
44	สารละลายไหลกลับ	โดยตรวจสอบจากสารละลายที่ ระบายออกมา โดยวัด 2-3 ครั้งต่อสัปดาห์ ดูว่าค่าที่วัดได้ต้องใกล้เคียงกับค่าที่เราต้องการหรือกำหนดไว้หรือไม่ โดยการวัดจะกระทำอย่างต่อเนื่อง เพื่อสามารถติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าเหล่านี้ได้ตลอดเวลา
45	ระบบการจ่ายสารละลายไปยังต้นพืช	3. การตรวจสอบระบบการจ่ายสารละลายไปยังต้นพืช 1. ตรวจสอบปริมาณ ความถี่ และอัตราการให้สารละลาย ในแต่ละครั้ง
46	ระบบอิเลคโทรนิค	2. ตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้า และระบบอิเลคโทรนิคต่างๆ ตลอดจนปั๊มน้ำ
47	ท่อนำสารละลาย	3. ตรวจสอบระบบท่อและข้อต่างๆ การตรวจสอบสิ่งต่างๆ เหล่านี้ อาจทำโดยผู้ปลูกหรือโดยเครื่องควบคุมโดยอัตโนมัติ ซึ่งหลักการทั่วไป เราจะทำการตรวจสอบสารละลายธาตุอาหารพืชก่อน ถ้าพบว่าค่าของสารละลายผิดปกติ เราจึงจะทำการตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ
48	พืชผักบนกระโจม	ชนิดของพืชที่นิยมนำมาปลูกในระบบ Aeroponics พืชที่ปลูกในระบบ Aeroponics จะมีการเจริญเติบโตได้ดี ตั้งตัวได้เร็วหลังการย้ายปลูก ปัญหาทางด้านศัตรูพืชน้อย ทำให้ได้ผลผลิตที่ปราศจากสารเคมีที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		เป็นพิษจึงนิยมใช้ปลูกพืชผักที่ลำต้นไม่สูงมากนัก
49	ไม้ดอก-ไม้ประดับ	นอกจากนี้ยังสามารถใช้ปลูกไม้ดอก-ไม้ประดับบางชนิด ซึ่งก็ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงเช่นกัน แต่อาจมีปัญหาบางประการ เช่น ถ้าพืชนั้นมีลำต้นที่สูงเกินไปจะต้องใช้เชือก หรือวัสดุอื่นยึดหรือพยุงไม่ให้ต้นพืชนั้นล้ม
50	รากพืชในกระโจม	นอกจากนี้ การปลูกในระบบ Aeroponics ยังสามารถใช้ศึกษาทดลองเกี่ยวกับการเจริญเติบโตหรือปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อรากได้เป็นอย่างดี เพราะสามารถศึกษาการพัฒนาการของรากได้ตลอดเวลา เช่น
51	เชื้อรา Mycorrhiza	การศึกษาเกี่ยวกับเชื้อรา Mycorrhiza ซึ่งมีประโยชน์กับพืช ในการดูดซึมธาตุอาหาร เพิ่มธาตุอาหารให้กับรากพืช เพิ่มความทนทานต่อความแห้งแล้งให้กับพืช และการป้องกันโรคพืชเป็นต้น
52	ภาพระบบ Aeroponics	การปลูกโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่นำมาใช้ในการปลูกพืชที่ต้องการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี หรือเพื่อการศึกษาในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับพืชจึงเป็นอีกทางเลือกในการพิจารณาวิธีการปลูกพืชที่น่าสนใจและน่าจับตามอง
53	ขอขอบคุณ 1. ฝ่ายโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร	ขอขอบคุณ 1. ฝ่ายโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม 2. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร
54	สวัสดี	ดนตรีประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การดำเนินการผลิตอุปกรณ์

การจัดทำสไลด์ชุดนี้สามารถใช้ประกอบการเรียนการสอนวิชา เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) หมวดวิชาเลือกเสรี ในเรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ AEROPONICS

3.5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสไลด์ชุดนี้ คือ

1. กล้องถ่ายรูปและขาตั้งกล้อง	1	ชุด
2. ฟิล์มสี	2	ม้วน
3. ฟิล์มสไลด์	2	ม้วน
4. ชุดเครื่องเขียน	1	ชุด
5. กระดาษ A4	1	รีม
6. เทปเปล่า	2	ม้วน
7. เทปใส	1	ม้วน
8. กระดาษโปสเตอร์	2	แผ่น

3.5.2 ขั้นตอนการผลิตชุดสไลด์ ดำเนินการเป็นขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร - การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ศึกษารายละเอียดวิชา เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) ตามหลักสูตรข้างต้น

3. ศึกษารายละเอียดเนื้อหาเกี่ยวกับการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จากหนังสือเอกสารต่างๆ เพื่อเขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ

4. กำหนดเนื้อหาที่จะบรรจุในภาพสไลด์และคำบรรยาย

5. ติดต่อสถานที่ถ่ายสไลด์

5.1. คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

5.2. บริษัท บุญรอดบริวเวอร์รี่ จำกัด

6. จัดทำสคริปต์คำบรรยาย

7. เริ่มถ่ายภาพตามที่กำหนดในสคริปต์ และนำฟิล์มสไลด์ไปล้างพร้อมใส่กรอบสไลด์

8. ทำตัวอักษรจากฟิล์ม High contrast และทำการซ้อนตัวอักษรลงในสไลด์

9. บันทึกคำบรรยาย บันทึกสัญญาณเลื่อนภาพอัตโนมัติ

10. นำผลงานที่ได้ไปตรวจสอบกับอาจารย์ที่ปรึกษาและเจ้าหน้าที่โสตทัศนศึกษาพร้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการแก้ไขปรับปรุง

11. จัดทำภาคเอกสาร

12. ตรวจสอบแก้ไขภาคเอกสาร พิมพ์รูปเล่มปัญหาพิเศษ

13. เสนอผลงานที่เสร็จสมบูรณ์ สอบปัญหาพิเศษ

3.6 การตรวจสอบอุปกรณ์

เมื่อจัดทำเสร็จเรียบร้อยจะได้สไลด์ประกอบคำบรรยาย จำนวนภาพทั้งหมด 54 ภาพแล้วนำมาให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบ พบว่าต้องมีการแก้ไขภาพบางภาพ เนื่องจาก ตัวอักษรที่ซ้อนไม่ชัดเจนและไม่ตรงกับภาพที่นำเสนอ ตลอดจนได้มีการวางอักษรย่อ สจล. ผิดตำแหน่ง ได้ทำการแก้ไขโดยถ่ายตัวอักษรลงบนฟิล์ม High contrast และซ้อนตัวอักษรใหม่ ให้ตรงกับภาพและวางอักษรย่อ สจล.ทางด้านล่างขวา ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สรุปและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปการดำเนินการ

การทำการเกษตรของไทยในปัจจุบัน ต้องประสบกับปัญหาต่างๆ มากมาย เช่น ปัญหาที่ดินมีราคาแพง ดินเสื่อมคุณภาพ การเข้าทำลายของศัตรูพืชชนิดต่างๆ ตลอดจนปัญหาของสารเคมีที่ตกค้างในผลผลิตซึ่งก่อให้เกิดโทษต่อร่างกาย การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของการปลูกพืชแบบสมัยใหม่โดยไม่ต้องใช้ดิน ซึ่งจะสามารถสร้างผลผลิตที่ปราศจากสารเคมี และยังสามารถแก้ปัญหาต่างๆ ดังกล่าวได้อีกด้วย

ในการจัดทำสไลด์ประกอบคำบรรยายเรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics เป็นสื่อการสอนประกอบวิชา เทคนิคการปลูกพืชไร้ดิน (03610107) หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต (ต่อเนื่อง 2 ปี) สาขาเทคโนโลยีการเกษตร-การผลิตพืช ภาควิชาครุศาสตร์เกษตร คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้ภาพแสดงอุปกรณ์ ระบบการจ่ายสารละลายไปยังรากพืช ตัวอย่างวิธีเตรียมสารละลายธาตุอาหาร การเพาะกล้า การดูแลและตรวจสอบระบบระหว่างการปลูกพืชในระบบ Aeroponics

การดำเนินการสร้างอุปกรณ์ โดยการศึกษาหลักสูตรและเอกสารที่เกี่ยวข้องทางด้านการผลิตสไลด์ และทางด้านการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics วิเคราะห์เนื้อหา ศึกษาข้อมูล เขียนโครงร่างปัญหาพิเศษ ทำการเขียนสคริปท์ กำหนดภาพในการถ่ายทำ ติดต่อสถานที่ถ่ายทำ ถ่ายภาพด้วยฟิล์มสไลด์จากของจริง คัดเลือกรูป ทำการอัดภาพซ้อนตัวอักษรบรรยายภาพลงบนฟิล์มสไลด์ ตรวจสอบคุณภาพสไลด์และแก้ไขปรับปรุง บันทึกเสียงคำบรรยาย พร้อมทำสัญญาณอัตโนมัติ ทำการเขียนภาคเอกสาร

4.2 ปัญหา

1. เทคนิคการถ่ายภาพ ผู้จัดทำยังขาดประสบการณ์ ทำให้ภาพที่ได้ไม่สมบูรณ์เท่าที่ควร
2. แหล่งถ่ายภาพและเอกสารเกี่ยวกับเรื่อง การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยังมีน้อย เนื่องจากเป็นระบบที่ต้องลงทุนค่อนข้างสูง และเป็นเทคโนโลยีใหม่สำหรับการปลูกพืชจึงยังไม่เป็นที่นิยมอย่างแพร่หลาย

3. การทำตัวอักษรจากฟิล์ม High contrast ต้องมีการทดสอบหลายครั้ง กว่าจะได้ตัวอักษรที่เหมาะสมและชัดเจน ซึ่งทำให้เสียเวลา

4. การซ้อนตัวอักษรลงในสไลด์ ต้องทำการอัดภาพซ้อนหลายครั้ง จึงจะได้ภาพและตัวอักษรที่ชัดเจน ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

5. ปัญหาเกี่ยวกับการทำปัญหาพิเศษ ไม่เป็นไปตามแผนที่กำหนดไว้ เพราะเวลาในการจัดทำน้อย เนื่องจากผู้จัดทำต้องรับผิดชอบการสอนควบคู่ไปกับการจัดทำปัญหาพิเศษ

4.3 ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ที่ทำปัญหาพิเศษเกี่ยวกับสไลด์ ควรมีความรู้ทางด้านการถ่ายภาพและมีความรู้ในเนื้อหาที่จะทำเป็นอย่างดี

2. ผู้ที่จะทำสไลด์ควรหาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ทำ และติดต่อหาสถานที่ถ่ายภาพเสียแต่เนิ่นๆ พร้อมทั้งควรมีอุปกรณ์การถ่ายภาพเป็นของตัวเองเพื่อความสะดวกในการถ่ายทำ

3. ในการทำตัวอักษรจากฟิล์ม High contrast และการซ้อนตัวอักษร ควรสอบถามวิธีการทำจากผู้รู้ เพื่อให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด

4. ผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ควรมีการวางแผนการดำเนินงานอย่างรัดกุม

5. ผู้จัดทำปัญหาพิเศษ ควรเป็นผู้ที่มีมนุษย์สัมพันธ์ที่ดี เพราะจะทำให้สะดวกต่อการดำเนินงานในการจัดทำปัญหาพิเศษ

6. ในการทำปัญหาพิเศษครั้งนี้ เป็นเพียงการศึกษาถึงการปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินระบบ Aeroponics เท่านั้น ยังมีระบบอื่นอีก ซึ่งสามารถจะนำมาผลิตชุดสไลด์ต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

เกษตรเคมี กอง กรมวิชาการเกษตร. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (อัดสำเนา)

ไชยยศ เรืองสุวรรณ. การบริหารสื่อและเทคโนโลยีทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช , 2526.

ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พรานนกการพิมพ์ , 2534.

ถาวร ประดองฉัตร. หลักและทฤษฎีที่นำมาใช้เทคโนโลยีสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : 2525.

ทัศนีย์ อัตตนันทน์ และ สรสิทธิ์ วัชโรทยาน. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. วารสารดินและปุ๋ย ปีที่ 10 เล่มที่ 1 : หน้า 59 - 66 มกราคม - มีนาคม 2531.

นิพนธ์ ศุขปรีดี. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เผยแพร่วิทยา , 2521.

ประทิน คล้ายนาค. การผลิตวัสดุสำหรับเครื่องฉายภาพนิ่ง. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2527.

รัชดา เรืองวรบูรณ์. การปลูกแกลดิโอลัสในระบบ N.F.T. และ Aeroponics. ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2536.

พรชัย จุฑามาศ และ วิบูลย์ บุญส่งศรี. การปลูกพืชปราศจากดิน. วารสารดินและปุ๋ยปีที่ 10 เล่มที่ 2 : หน้า 92 - 96 เมษายน - มิถุนายน , 2531.

ลัดดา ศุขปรีดี. เทคโนโลยีทางการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์พิฆเณศ , 2523.

วรรณา เจียมทะวงศ์. ทักษะพื้นฐานของการผลิตสื่อการสอน. พิมครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีและนวกรรมทางการศึกษา วิทยาลัยครูพระนคร , 2532.

วารินทร์ รัศมีพรหม. สไลด์ประกอบเสียง. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร , 2 529.

วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ต , 2522.

วีระ ไทยพานิช. โสตทัศนศึกษาเบื้องต้น. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2528.

สมเพียร เกษมทรัพย์. การปลูกไม้ดอก. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2522.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สันทัด ภิบาลสุข และ พิมพ์ใจ ภิบาลสุข. การใช้สื่อการสอน. พิมพครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พิรพัชนา , 2524.

สุธิสา ตั้งสุนทรธรรม. การพัฒนาระบบ Aeroponics เพื่อการเพาะเลี้ยงเชื้อรา วี-เอ ไมคอไรซ่า, ภาควิชาปฐพีวิทยา คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2537.

สุนันท์ ปัทมคม. สื่อการสอน. ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 252

สาโรจน์ แพ่งยัง. เทคโนโลยีการผลิตสื่อการสอน หลักการ และทฤษฎีที่นำมาใช้. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2529.

สุวิมล วัชราภัย. ความรู้เบื้องต้นเรื่องสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2523.

อิทธิสุนทร นันทกิจ. การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. กรุงเทพฯ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2538.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้