

การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) ภายใต้
สภาวะแสงที่แตกต่างกันและการสกัดน้ำมันหอมระเหย
PROPAGATION OF LAVENDER (*LAVANDULA DENTATA*)
UNDER DIFFERENT TYPES OF LIGHTING CONDITIONS
AND ESSENTIAL OIL EXTRACTION



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ปีการศึกษา 2561
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องยื่นไปยังถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PROPAGATION OF LAVENDER (*LAVANDULA DENTATA*)
UNDER DIFFERENT TYPES OF LIGHTING CONDITIONS
AND ESSENTIAL OIL EXTRACTION



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF BACHELOR
OF SCIENCE (BIOTECHNOLOGY)

DEPARTMENT OF BIOLOGY FACULTY OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ

การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) ภายใต้สภาวะแสงที่แตกต่างกันและการสกัดน้ำมันหอมระเหย

Propagation of Lavender (*Lavandula dentata*) under different types of lighting conditions and essential oil extraction

ชื่อนักศึกษา

นางสาว ปิยะรัตน์ สารพันธ์ุ รหัสนักศึกษา 58050784

นางสาว มุกตภา ศรีธาราม รหัสนักศึกษา 58050801

นางสาว ศศิวิมล กัทธี รหัสนักศึกษา 58050818

ปริญญา

วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)

ภาควิชา

ชีววิทยา




ปีการศึกษา

2561

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.สร้อยญา พันธุ์ฤกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิของคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (<i>Lavandula dentata</i>) ภายใต้สภาวะแสงที่แตกต่างกันและการสกัดน้ำมันหอมระเหย
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ปิยะรัตน์ สาตร์พันธุ์ รหัสนักศึกษา 58050784 นางสาว มุกตภา ศรีธาราม รหัสนักศึกษา 58050801 นางสาว ศศิวิมล กัทรี รหัสนักศึกษา 58050818
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อตรวจสอบผลกระทบของแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีน้ำเงิน และการผสมของแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตและการเกิดรากของการปักชำต้นลาเวนเดอร์ พบว่าแสงสีขาว คือแสงที่มีอิทธิพลที่ดีที่สุดต่อการช่วยในการเจริญเติบโตและการเกิดราก ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในขวดทดลอง สารสกัดจากต้นลาเวนเดอร์ที่เลี้ยงภายใต้สภาวะแสงที่แตกต่างกันถูกวิเคราะห์หาองค์ประกอบโดยใช้เครื่อง GC/MS องค์ประกอบหลักของสารสกัดลาเวนเดอร์ คือ 1,8 cineole ซึ่งถูกพบมากที่สุดใต้นลาเวนเดอร์ที่เลี้ยงภายใต้แสงสีน้ำเงิน

คำสำคัญ : การปักชำลาเวนเดอร์, การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ, ลาเวนเดอร์, แสง, สารสกัดจากลาเวนเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Propagation of Lavender (<i>Lavandula dentata</i>) under Different types of lighting conditions and essential oil extraction		
Students	Miss Piyarat	Sartphun	Student ID 58050784
	Miss Mooktapha	Sritharam	Student ID 58050801
	Miss Sasiwimol	Kattaree	Student ID 58050818
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)		
Department	Biology		
Faculty	Science		
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)		
Academic Year	2018		
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pana Lohasupthawee		

Abstract

The goal of this study was to investigate the effect of white, red, blue and combination of red and blue light on growth and root formation of lavender cuttings. The result showed that white light was the most effective of improving growth and root formation. The same result was also shown in the lavender propagated by *in vitro* culture. The extracts of lavender plants grown under different light conditions were investigated its composition by using GC/MS technique. The major component of lavender extracts was 1,8 cineole which was found at the higher level in the lavender plant grown under blue light.

Keywords : lavender cutting, tissue culture, lavender, light, lavender extracts

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ ที่ได้ให้ความรู้ ข้อเสนอแนะ แนวคิด การสนับสนุน คำปรึกษา ที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้อง แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของโครงการพิเศษนี้ เสมอมา จนโครงการพิเศษฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการในการสอบโครงการพิเศษ ผศ.ดร.สรัญญา พันธุ์พุกฤษ์ และผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี คณะกรรมการในการสอบโครงการพิเศษนี้ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อมาเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงการพิเศษ รวมทั้งตรวจสอบความถูกต้องของโครงการพิเศษฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาคชีววิทยา ที่ได้ให้เบาะแถมที่เกี่ยวกับการทดลอง ทำให้การทดลองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และคนในครอบครัว ที่ได้ให้คำปรึกษา คอยให้กำลังใจ สนับสนุน และช่วยเหลือต่างๆ มาโดยตลอด

ขอขอบคุณ พี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคนที่ได้ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจเสมอมา

ปิยะรัตน์ สาตร์พันธุ์

มุกตาภา ศรีอาราม

ศศิวิมล กัทธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูปภาพ	ซ
สารบัญรูปภาพ (ต่อ)	ฌ
สารบัญรูปภาพ (ต่อ)	ฌ
คำย่อ/สัญลักษณ์	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ข้อมูลทั่วไปลาเวนเดอร์	3
2.1.1 พฤกษศาสตร์และลักษณะลาเวนเดอร์	3
2.1.2 ภูมิภาคและการกระจาย	3
2.1.3 วิธีการปลูกลาเวนเดอร์	4
2.1.4 ประโยชน์ลาเวนเดอร์	4
2.2 แสงกับการเจริญเติบโตของพืช	5
2.2.1 การตอบสนองของพืชต่อแสง	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)	7
2.2.3 Light-emitting diode grow light	8
2.3 การเพาะเลี้ยงพืชสภาพปลอดเชื้อ	9
2.3.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ	9
2.3.2 การเพาะเลี้ยงแคลลัส (Callus culture)	9
2.3.3 สารควบคุมการเจริญเติบโต	10
2.3.4 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการประยุกต์ใช้	12
2.4 การเพาะปลูกพืชตามสภาพธรรมชาติ	13
2.4.1 การปักชำ	13
2.4.2 วิธีเลือกและเตรียมกิ่งปักชำ	13
2.5 การปลูกพืชไร้ดิน	14
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	20
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย	58
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	63
ภาคผนวก ก	64
ภาคผนวก ข	69
ภาคผนวก ค	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	5
4.1	29
4.2	32
4.3	34
4.4	36
4.5	40
4.6	42
4.7	45
4.8	47
4.9	48
4.10	48
4.11	50
4.12	51
4.13	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.14	53

สารทุติยภูมิในสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน
ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1	3
2.2	7
2.3	8
4.1	29
4.2	30
4.3	33
4.4	35
4.5	37
4.6	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปร่างภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7	38
4.8	38
4.9	39
4.10	40
4.11	42
4.12	43
4.13	43
4.14	46
4.15	47

การเปรียบเทียบการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ แต่ละสภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

ลักษณะต้นลาเวนเดอร์และการเกิดรากที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีขาว (A), แสงสีแดง (B), แสงสีม่วง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D) เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

วันแรกของการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติที่คลุมด้วยภาชนะพลาสติกทึบแสงในสภาวะแสงสีน้ำเงิน, แสงสีขาว, แสงสีเขียว, แสงสีแดง และแสงสีเหลือง

ต้นลาเวนเดอร์เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติที่คลุมด้วยภาชนะพลาสติกทึบแสงภายใต้สภาวะแสงสีแดง (A), แสงสีขาว (B), แสงสีเหลือง (C), แสงสีน้ำเงิน (D) และแสงสีเขียว (E) ระยะเวลา 5 วัน

วันแรกของการทดลองการปักชำลาเวนเดอร์แบบอควาโปนิคส์ที่มีอาหารเหลว 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต จำนวน 3 ขวด เปรียบเทียบกับ 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 3 ขวด

ชิ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ในอาหาร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต จำนวน 6 ต้น ระยะเวลา 3 สัปดาห์

ชิ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ในอาหาร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 6 ต้น ระยะเวลา 3 สัปดาห์

ลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว (a), แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง (b), แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีม่วง (c), แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน (d) ระยะเวลา 2 เดือน

แผ่น TLC ภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จากสารสกัดลาเวนเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ (a) แผ่น TLC ภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จากสารสกัดลาเวนเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.16 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีขาว ระยะเวลา 2 เดือน	54
4.17 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีแดง ระยะเวลา 2 เดือน	55
4.18 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีม่วง ระยะเวลา 2 เดือน	56
4.19 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 เดือน	57



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
MS	Murashige and Skoog
BA	6-Benzyladenine
NAA	α -Naphthaleneacetic acid
TLC	Thin Layer Chromatography
GC-MS	Gas Chromatograph-Mass Spectrometer
PPFD	Photosynthetic Photon Flux Density

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) เป็นไม้พุ่มที่มีกลิ่นหอมประจำถิ่นเมดิเตอร์เรเนียน ไม้มีลักษณะเป็นรอยหยักเฉพาะและมีช่อดอกสีม่วง สายพันธุ์ *L. dentata* ส่วนใหญ่เป็นพืชที่ใช้ผลิตน้ำมันหอมระเหยที่มีสารประกอบหลักที่สำคัญสูง คือ 1,8-cineole, fenchol, borneol และ camphor (Sudria *et al.*, 1999) น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์มีความสำคัญ สำหรับอุตสาหกรรมน้ำหอม, อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง, อุตสาหกรรมการแต่งกลิ่น, อุตสาหกรรมสารปรุงแต่งอาหาร และ อุตสาหกรรมการแพทย์ (Boelens, 1995) น้ำมันหอมระเหยของลาเวนเดอร์มักใช้ในการบำบัดด้วยกลิ่นและการนวดมักใช้ในทางการแพทย์ที่สำคัญ ซึ่งมีประโยชน์ในระบบประสาทส่วนกลาง เป็นยาแก้ลมประสาท ยาคลายเครียด ในการแพทย์แผนจีน (TCM) ลาเวนเดอร์ใช้ในการรักษาหลายอย่าง รวมถึงภาวะมีบุตรยาก, การติดเชื้อ, ความวิตกกังวล และรักษาอาการปวดท้องและปัญหาไต ในยุควิคตอเรีย ใช้เป็นยาสำหรับแมลงกัดต่อยใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน ใช้เป็นน้ำหอมสบู่ออบน้ำ, แป้งทาตัว และของหอม บางครั้งใช้เพื่อปรุงรสชาในฝรั่งเศส รักษาภาวะซึมเศร้าอ่อนเพลียคลื่นไส้ และความดันโลหิตสูง ในยุโรปใช้เพื่อช่วยในการผ่อนคลายรักษาอาการจุกเสียดและกระตุ้นความอยากอาหาร (Chu and Kemper, 2001) รวมถึงเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านไวรัสและฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรียอีกด้วย (Ben Djemaa *et al.*, 2016)

ดังนั้นการขยายพันธุ์พืชลาเวนเดอร์จึงเป็นเทคนิคที่สำคัญ โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการปักชำ มีข้อดีหลายประการสามารถช่วยเพิ่มปริมาณได้จำนวนมากในระยะเวลานั้น ต้นที่ได้มีลักษณะทางพันธุกรรมเหมือนพ่อแม่ สามารถปลูกได้ตลอดทั้งปี (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2556)

ปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ขาดไม่ได้ในการเจริญเติบโตของพืช คือ แสงสว่าง เนื่องจากพืชมีความต้องการแสงเพื่อนำมาใช้ในการสังเคราะห์แสง เทคโนโลยีในปัจจุบันสามารถสร้างแสงประดิษฐ์ที่มีลักษณะความเข้มแสงที่ต่าง ๆ กันออกไปได้ หากเราเลือกนำมาใช้ในเวลาที่เหมาะสมกับที่พืชต้องการนั้น จะสามารถทดแทนแสงสว่างจากธรรมชาติได้และทำให้สามารถปลูกพืชไว้ภายในที่ร่มหรืออาคารได้แม้ว่าในพื้นที่นั้นจะมีแสงสว่างจากดวงอาทิตย์เข้าถึงไม่เพียงพอ (จุนสิฎา และคณะ, 2550)

ในการศึกษาครั้งนี้เราได้ศึกษาการขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) ด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและวิธีการปักชำ ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน เพื่อเพิ่มผลผลิตต้นลาเวนเดอร์ให้ได้จำนวนมาก มีคุณภาพสูง เพียงพอต่อการนำไปใช้ประโยชน์ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1.2.1 เพื่อทำการศึกษาการเจริญเติบโตและการเกิดรากโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์บนอาหาร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน

1.2.2 เพื่อทำการศึกษาการเจริญเติบโตและการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน โดยวิธีการปักชำ

1.2.3 เพื่อทำการศึกษารสสารประกอบในต้นลาเวนเดอร์ โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์และโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบาง

1.2.4 เพื่อทำการศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์

1.3 ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1.3.1 การขยายพันธุ์ต้นลาเวนเดอร์ *Lavandula dentata* เพาะเลี้ยงโดยวิธีการปลอดเชื้อและวิธีการธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน

1.3.2 ศึกษาการผลิตน้ำมันหอมระเหยจากชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน

1.3.3 ศึกษาการวิเคราะห์สารประกอบในน้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์ด้วยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์และโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบาง

1.3.4 การผลิตน้ำหอมจากสารสกัดลาเวนเดอร์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถทราบได้ว่าภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงินแสงสีใดมีผลต่อการเจริญและการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์

1.4.2 สามารถนำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากลาเวนเดอร์ไปเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ข้อมูลทั่วไปลาเวนเดอร์

2.1.1 พฤกษศาสตร์และลักษณะลาเวนเดอร์

ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) ชื่อสามัญ : ลาเวนเดอร์ฝรั่งเศส ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Lavandula dentata* วงศ์ : Lamiaceae เป็นไม้พุ่มที่มีกลิ่นหอมน่าสนใจ มีประวัติการเพาะปลูกมาอย่างยาวนาน และมีประโยชน์อย่างยิ่งในฐานะพืชเรือนกระจกแถบซีกโลกเหนือ เนื่องจากมีฤดูออกดอกในฤดูหนาว เป็นไม้พุ่มที่ขยายตัวสูงชันถึง 1 เมตรและกว้าง มันมีกิ่งก้านตั้งตรง เป็นไม้ที่ฐานมันคงและก่อให้เกิดก้านดอกยาว ใบมีลักษณะเป็นซี่ฟันมีสีเขียวอมเทาที่มีความยาว 3 เซนติเมตร มีกลิ่นหอม ดอกไม้เกิดขึ้นในตอนท้ายของลำต้นสีเทาเรียวและประกอบด้วยสีม่วงฟ้า, กลีบดอกบางและดอกไม้สีม่วงฟ้าอ่อน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ต้นลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*)

ที่มา <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:449031-1#sources>

2.1.2 ภูมิภาคและการกระจาย

มีถิ่นกำเนิดในภาคใต้และตะวันออกของสเปน, ยิบรอลตาร์, หมู่เกาะแบลีแอริก แอฟริกาตะวันตกเฉียงเหนือ, เจริโอเปีย, เจริเทรีย, อิสราเอล, จอร์แดน และคาบสมุทรอาหรับ ลาเวนเดอร์ปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมอื่นที่อยู่รอบทะเลเมดิเตอร์เรเนียนและในออสเตรเลียตะวันตก, นิวซีแลนด์และแคลิฟอร์เนีย

(<http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:449031-1#sources>, วันที่สืบค้น 11 มิถุนายน 2562)

2.1.3 วิธีการปลูกลาเวนเดอร์ (Aedajung, 2555)

ทุ่งลาเวนเดอร์ที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทย มีทั้งหมด 7 สายพันธุ์ แต่สายพันธุ์อื่นนั้น จะไม่ค่อยออกดอกเท่ากับ 7 สายพันธุ์ที่ปลูกอยู่ ณ ดอยอ่างขาง ดอกลาเวนเดอร์นั้นจะมีลักษณะเป็น ช่อชูขึ้นมาและมีกลีบสีม่วงเข้ม สำหรับการขยายพันธุ์นั้นจะมีด้วยกัน 2 แบบ คือ การปักชำ และการ เพาะเมล็ด ต้นลาเวนเดอร์ที่เกิดจากการเพาะเมล็ดนั้น จะใช้เวลา 6 เดือนถึงจะออกดอก แต่ถ้าเป็น การปักชำจะใช้เวลา 3 - 4 เดือน สถานที่ปลูกต้องอยู่เหนือระดับน้ำทะเล 800 - 1,200 เมตร

สภาพภูมิอากาศ : ลาเวนเดอร์ ต้องการอากาศหนาวเย็นในการเจริญเติบโต สามารถ ทนทานต่อสภาพน้ำค้างแข็งได้เป็นอย่างดี

วัสดุปลูก: ควรมีความร่วนซุยสูง สามารถระบายน้ำได้ดี และเร็ว เนื่องจากลาเวน เดอร์ไม่ชอบให้ส่วนของรากเปียกชื้นเป็นเวลานาน สภาพดินที่ดีควรมีค่าความเป็นกรด- ต่าง ประมาณ 6-7 คุณภาพของดินที่จะส่งเสริมให้ลาเวนเดอร์ผลิตน้ำมันหอมระเหยให้ได้ปริมาณมาก และมีคุณภาพที่ดีนั้น ควรมีความสมบูรณ์ระดับต่ำ

ปุ๋ย : ดินที่เป็นด่าง หรือมีปริมาณปูน หรือโดโลไมท์สูง จะส่งเสริมการเจริญเติบโต ของลาเวนเดอร์ได้เป็นอย่างดี ไม่ควรใส่ปุ๋ยคอกที่ได้จาก หมู หรือไก่ ในปริมาณที่มากเกินไป จะเป็นการเพิ่มปริมาณ ไนโตรเจน เกินกว่าที่พืชต้องการได้ปุ๋ยที่ใช้สามารถใช้สูตรเสมอทั่วไปก็ได้ อัตราต่อต้น ประมาณ 3-4 กรัม ทุกๆ 15-20 วัน การปลูกลาเวนเดอร์ลงกระถางอาจจะใช้ปุ๋ยละลายช้าสูตรเสมอ (16-16-16) ได้เช่นกัน

ข้อมูลอื่นๆ : ไม่ควรทำการพรวนดินบริเวณรอบๆ ต้น เพราะจะเป็นการทำลาย ระบบรากได้ ซึ่งจะส่งผลให้ต้นชะงักการเจริญเติบโต และยังเป็น การเปิดโอกาสให้เชื้อราเข้าทำลายได้ อีกทางหนึ่งด้วย ควรกำจัดวัชพืชบริเวณรอบๆ ต้นให้หมดไป

2.1.4 ประโยชน์ลาเวนเดอร์

สายพันธุ์ *Lavandula* เป็นที่สนใจอย่างมากเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยมี ความสำคัญในอุตสาหกรรมน้ำหอม, เครื่องสำอาง, เครื่องปรุงรส และอุตสาหกรรมยา (Touati *et al.*, 2011) น้ำมันหอมระเหยของลาเวนเดอร์มักใช้ในการบำบัดด้วยกลิ่นและการนวดมักใช้ในทาง การแพทย์ที่สำคัญ ซึ่งมีประโยชน์ในระบบประสาทส่วนกลาง เป็นยากล่อมประสาทและยาคลาย เครียด ในการแพทย์แผนจีน (TCM) ลาเวนเดอร์ใช้ในการรักษาหลายอย่างรวมถึงภาวะมีบุตรยาก, การติดเชื้อ, ความวิตกกังวล และรักษาอาการปวดท้องและปัญหาไต ในยุควิคตอเรีย ใช้เป็นยาสำหรับ แผลงัดต่อยใช้กันทั่วไปในปัจจุบัน ใช้เป็นน้ำหอม, สบู่อาบน้ำ, แป้งทาตัวและของหอม บางครั้งใช้ เพื่อปรุงรสชาดและอาหารในฝรั่งเศส รักษาภาวะซึมเศร้าอ่อนเพลียคลื่นไส้ และความดันโลหิตสูง ในยุโรปใช้เพื่อช่วยในการผ่อนคลายรักษาอาการจุกเสียดและกระตุ้นความอยากอาหาร (Chu and Kemper, 2001)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แสงกับการเจริญเติบโตของพืช

แสงมีความสำคัญและความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ แสงสามารถอธิบายได้ในเชิงปริมาณ (ความเข้มของแสง) และในเชิงคุณภาพ (ความยาวคลื่นของแสง) แสงที่พืชนำมาใช้ประโยชน์ในการสังเคราะห์ ด้วยแสงเพื่อการเจริญเติบโต สร้างใบ ดอก และผล คือแสงในช่วงที่มนุษย์มองเห็น (visible light) ซึ่งเป็นแสง ที่มีความยาวคลื่น 380-770 นาโนเมตร แต่จะมีช่วง แสงเฉพาะที่พืชใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ที่เรียกว่า photo synthetically active radiation (PAR) อยู่ ในช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร ซึ่งสำคัญมากต่อพืชในการใช้พลังงานเพื่อสังเคราะห์ด้วยแสง การเพาะเมล็ด และการสร้างดอก ใบ และผลที่ดีที่สุด พิจารณาได้จากตารางที่ 2.1 แสงที่เรียกว่า near infrared (NIR) มีช่วงความยาวคลื่น 770-850 นาโนเมตร เป็นช่วงแสงที่ติดกับแสงสีแดง บางครั้งเรียกว่า Far-red (FR) ช่วงแสงนี้มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของพืชและเป็นช่วง แสงที่สายตามนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ ช่วงแสง FR มีช่วงคลื่น 700-800 นาโนเมตร ทั้งนี้อัตราส่วนระหว่าง แสงสีแดงต่อสี Far-red นั้น มีความสำคัญต่อการเจริญ (ไซยนันท์ และนภัทร, 2560)

ตารางที่ 2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างสีของแสง ความยาวคลื่นแสง และประโยชน์ต่อพืช (ไซยนันท์ และนภัทร, 2560)

ช่วงคลื่น (นาโนเมตร)	สี	มีประโยชน์ต่อพืช
380-436	ม่วง	ไม่แน่นอน อาจมีผลมาจากแสงไกลสีน้ำเงินที่มีความยาวคลื่นใกล้กับ 436 นาโนเมตรบ้าง
436-495	น้ำเงิน	ความเข้มต่ำๆ มีความจำเป็นในการเพาะเมล็ดและการอนุบาลพืช
495-566	เขียว	ไม่มีความจำเป็น แต่มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง
566-589	เหลือง	ไม่มีความจำเป็น แต่มีส่วนช่วยในการสังเคราะห์ด้วยแสง
589-627	ส้ม	ดีที่สุดสำหรับกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด
627-770	แดง	ดีที่สุด ทำให้เกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงสูงสุด ช่วยเร่งดอก ลำต้น (อัตราส่วนของแสงสีแดง : Far-red มีความสำคัญมาก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การตอบสนองของพืชต่อแสง (Saowinee, 2555)

แสง เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช เพราะแสงเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างอาหารหรือการสังเคราะห์แสงของพืช โดยมีคลอโรฟิลล์เป็นตัวรับแสงไปใช้เป็นพลังงานในการเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเป็นคาร์โบไฮเดรตและออกซิเจน

2.2.1.1. ความเข้มของแสง (Light Intensity) คือ ปริมาณทั้งหมดที่พืชได้รับ ซึ่งความเข้มของแสงจะแตกต่างกันตามพื้นที่ เวลา ฤดูกาล อิทธิพลของความเข้มของแสงต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ ความเข้มของแสงที่เหมาะสม โดยที่มีปัจจัยอื่น ๆ เหมาะสมและการหายใจเป็นปกติ ระดับความเข้มของแสงที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป อาจแบ่งพืชตามความต้องการความเข้มของแสงออกได้เป็น

- พืชในร่ม เป็นพืชที่ต้องการความเข้มของแสงน้อยจึงจะเจริญเติบโตได้ดี พืชพวกนี้มักนิยมปลูกไว้ในร่ม ตามชายคาบ้าน บริเวณข้างหน้าต่าง และไม่ประดับอาคารสถานที่
- พืชกึ่งร่มกึ่งแจ้ง เป็นพืชที่ต้องการแสงที่มีการพรางหรือลดความเข้มของแสงลงแล้ว พืชพวกนี้นิยมปลูกในที่ร่มที่มีแสงแดดรำไร
- พืชกลางแจ้ง พวกนี้ต้องการความเข้มของแสงสูง มีการเจริญเติบโตได้ดีในที่กลางแจ้ง พวกนี้จะเป็นพืชที่ปลูกอยู่ทั่วไป

ความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป เมื่อความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ กรณีที่แสงมีความเข้มต่ำ อัตราการสังเคราะห์แสงก็จะต่ำ ส่งผลให้มีอาหารน้อยตามไปด้วย เมื่อพืชมีอาหารต่ำอยู่แล้ว การสร้างสารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตจะเกิดได้น้อย พืชจะมีการเจริญเติบโตช้า และมีผลผลิตต่ำ หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ

ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะทำให้พืชบางชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง หรือคลอโรฟิลล์มีประสิทธิภาพต่ำลง อุณหภูมิของใบเพิ่มขึ้น และยังเป็นผลให้ระบบน้ำย่อยลดการเปลี่ยนน้ำตาลไปเป็นแป้งลง ทำให้พืชมีการสะสมน้ำตาลแทนแป้ง ทำให้การสังเคราะห์แสงลดลง

2.2.1.2 คุณภาพของแสง (Light quality) หมายถึง ความยาวของคลื่นแสง ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ คลื่นแสงที่มองไม่เห็น (Invisible light) ได้แก่ แสงเหนือม่วง (Ultra Violet, UV) ซึ่งเป็นตัวการในการยับยั้งการเจริญเติบโตของพืช และแสง Infrared ซึ่งจะทำให้ปล้องของพืชยืดยาวออก

2.2.1.3 คลื่นแสงที่มองเห็น (Visible light) มีหลายความยาวคลื่น โดยแต่ละช่วงความยาวคลื่นจะมีสีต่างกัน แสงในกลุ่มนี้จะมีผลต่อพืช คือ

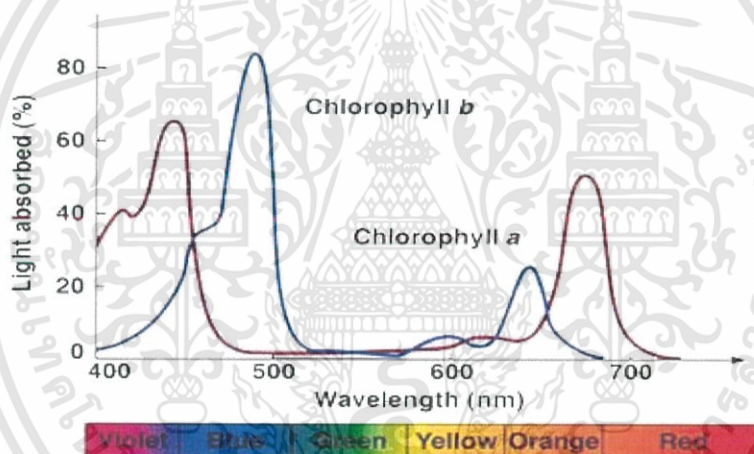
- แสงสีม่วงและสีน้ำเงิน เกี่ยวข้องกับการตอบสนองของพืชต่อแสงที่เรียกว่า Phototropism
 - แสงสีเขียว ระวังการเจริญเติบโตของพืช
- เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์จะขอให้นำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อผู้อื่นโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แสงสีเหลืองและสีส้ม เกี่ยวข้องกับการงอกของเมล็ด
- แสงสีแดง ส่งเสริมการงอกของเมล็ด
- แสงสี Far Red ยับยั้งการงอกของเมล็ด

2.2.1.4 ช่วงแสง หมายถึง ระยะเวลาของแสงในแต่ละวัน ซึ่งช่วงแสงในแต่ละวันจะแตกต่างกันไปตามฤดูกาลและท้องถิ่น โดยทั่วไปช่วงแสงจะมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต ด้านลำต้น และการเจริญเติบโตด้านสืบพันธุ์

2.2.2 คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll)

คลอโรฟิลล์ (Chlorophyll) สามารถดูดกลืนแสงได้ดีที่สุดในช่วงคลื่นแสงสีน้ำเงินและแสงสีแดง แต่สามารถดูดกลืนช่วงคลื่นแสงสีเหลืองและแสงสีเขียวได้น้อย ดังนั้นเมื่อได้รับแสงจะดูดกลืนแสงสีน้ำเงินและสีแดงเอาไว้ ส่วนแสงสีเขียวที่ไม่ได้ถูกดูดกลืนจึงได้สะท้อนออกมาเป็นแสงสีเขียว ทำให้เราเห็นคลอโรฟิลล์เป็นสีเขียวดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ค่าดูดกลืนแสงของคลอโรฟิลล์เอ และ บี

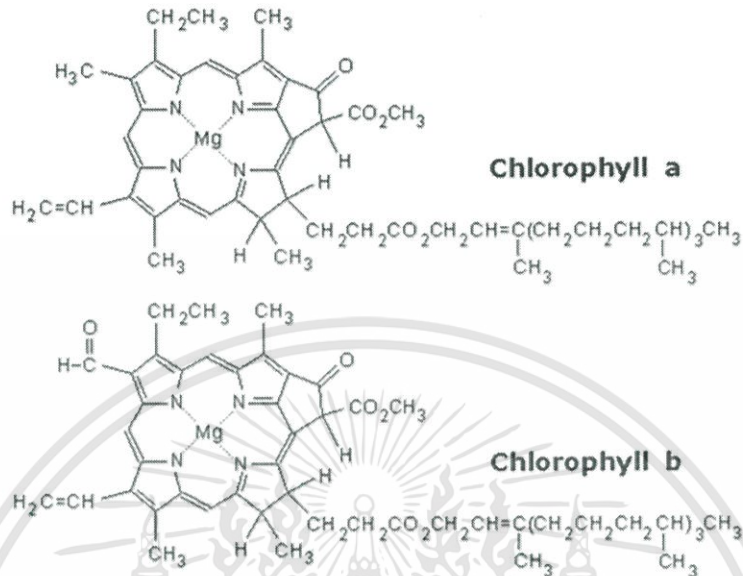
ที่มา <http://www.thaigoodview.com/node/18097>

คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) พบในพืชทุกชนิดจัดเป็นรงควัตถุสังเคราะห์แสงขั้นต้น (primary pigment) ทำหน้าที่สังเคราะห์แสงโดยตรง โดยจะดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 430 นาโนเมตร (แสงสีน้ำเงิน) และ 662 นาโนเมตร (แสงสีแดง)

คลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) ทำหน้าที่ดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 453 นาโนเมตร และ 642 นาโนเมตร (ปราโมทย์, 2010)

จากความแตกต่างระหว่างคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll a) และคลอโรฟิลล์ บี (Chlorophyll b) ดังรูปที่ 2.3 คือ ที่วงแหวนไพโรล วงที่สองของคลอโรฟิลล์ เอ มีโซ่ข้างเป็นหมู่เมทิล (-CH₃) ส่วนของคลอโรฟิลล์ บี เป็นหมู่อัลดีไฮด์ (-CHO) การที่โครงสร้างโมเลกุลคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี แตกต่างกัน ทำให้คุณสมบัติในการดูดกลืนแสงก็ต่างกันด้วย จึงทำให้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี มีสีต่างกันเล็กน้อย โดยที่คลอโรฟิลล์ เอ จะมีสีเขียวเข้ม ส่วนคลอโรฟิลล์ บี มีสีเขียวอ่อน (<https://www.thaibiotech.info/what-is-chlorophyll.php>, วันที่สืบค้น 7 มิถุนายน 2562)



รูปที่ 2.3 โครงสร้างคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี
ที่มา <https://www.thaibiotech.info/what-is-chlorophyll.php>

2.2.3 Light-emitting diode grow light (<https://www.aee-growlight.com>, วันที่สืบค้น 7 มิถุนายน 2562)

LED Grow Light คือหลอดไฟที่ผลิตขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับปลูกต้นไม้โดยเฉพาะ โดยหลอดไฟ LED Grow Light นั้นจะใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิต โดยการนำคุณสมบัติพิเศษที่เราสามารถพบได้เฉพาะในตัวหลอด LED เท่านั้นมาใช้ การที่ใช้ LED เฉพาะความยาวของคลื่นแสงที่เราต้องการได้ โดยความยาวของคลื่นแสงที่เรานำมาใช้คือ ประมาณ 430-460 nm (แสงสีน้ำเงิน) และ 630-660 nm (แสงสีแดง) เพราะ ความยาวของคลื่นแสงในช่วงนี้เหมาะสำหรับการสังเคราะห์แสงของต้นไม้มากที่สุด และยังช่วยในการเจริญเติบโตของต้นไม้มากที่สุดอีกด้วย

ประโยชน์ของ LED GROW LIGHT

- ให้แสงสว่างกับพืช ผัก และผลไม้ ได้ตลอดเวลา
- ช่วยให้เติบโตได้ดี
- เร่งการเจริญเติบโตของพืช
- ได้ผลผลิตรวดเร็วและเพิ่มมากขึ้น
- ปลอดภัย เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
- เหมาะสำหรับการเพาะปลูกในโรงเรือน อาคาร คอนโด บ้านเรือน ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
- ประหยัดพลังงาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเพาะเลี้ยงพืชสภาพปลอดเชื้อ

2.3.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ (อารยา, 2545)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช คือ การนำเอาส่วนใดส่วนหนึ่งของพืช เช่น ใบ ตายอด ตา ข้าง เนื้อเยื่อ หรือเซลล์มาเพาะเลี้ยงในอาหารสังเคราะห์ซึ่งประกอบด้วย แร่ธาตุ น้ำตาล วิตามิน และ สารควบคุมการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังต้องทำการเพาะเลี้ยงในสภาพที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์และในสภาวะที่ควบคุมสิ่งแวดล้อมได้แก่ อุณหภูมิ แสง และความชื้น ซึ่งชิ้นส่วนของพืชจะมีการเจริญและพัฒนาไปในรูปแบบต่างๆ เช่น เกิดเป็นยอด เกิดเป็นราก เกิดเป็นเอ็มบริโอ หรือเกิดเป็นกลุ่มเซลล์ที่เรียกว่า “แคลลัส” ที่สามารถชักนำให้เกิดเป็นพืชต้นใหม่ที่สมบูรณ์จำนวนมากได้

หลักการสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชคือต้องทำในสภาพที่ปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ กล่าวคือ ทุกขั้นตอนต้องปราศจากการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ โดยขั้นตอนในการทำงานจะเริ่มจากการฟอกฆ่าเชื้อที่ชิ้นส่วนพืชแล้วตัดเอาเฉพาะส่วนที่ต้องการนำมาวางเพาะเลี้ยงในหลอดทดลองหรือขวดแก้วที่บรรจุอาหารสังเคราะห์ซึ่งได้ผ่านการฆ่าเชื้อมาแล้วเช่นกัน ขวดเพาะเลี้ยงนี้จะถูกนำมาวางเลี้ยงในห้องที่มีการควบคุมสภาวะต่างๆ เช่น แสง อุณหภูมิ ให้เป็นไปตามที่พืชต้องการ ชิ้นส่วนของพืชจะได้รับแร่ธาตุและสารอาหารจากอาหารสังเคราะห์และเจริญเติบโตต่อไป ซึ่งการเจริญเติบโตของชิ้นส่วนพืชนี้สามารถควบคุมได้ โดยการเลือกใช้สูตรอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตที่เหมาะสม เช่น ฮอร์โมนพืชทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการเพาะเลี้ยงว่าต้องการให้ชิ้นส่วนนั้นเจริญไปเป็นส่วนใด เช่น ถ้าต้องการให้เจริญไปเป็นส่วนลำต้นก็สามารถทำการชักนำโดยใช้ฮอร์โมนพืชกลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinin) หากต้องการให้เกิดรากอาจใช้ฮอร์โมนกลุ่มออกซิน (Auxin) หรืออาจจะใช้ฮอร์โมนหลายๆ ชนิดรวมกัน

2.3.2 การเพาะเลี้ยงแคลลัส (Callus culture) (ประศาสตร์, 2536)

แคลลัส หมายถึง เซลล์ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม โดยที่ยังไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นอวัยวะหรือเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ แคลลัสประกอบด้วยเซลล์พาราไคนิม (parenchyma) เพียงอย่างเดียว มีขนาดต่างกัน มีรูปร่างไม่แน่นอน ภายในเซลล์มีเปอร์เซ็นต์ของแวคิวโอล (vacuole) สูง แคลลัสที่เซลล์เกาะตัวกันแน่น เราเรียกว่า compact callus ถ้าเซลล์เกาะกัน อย่างหลวมๆ เรียกว่า friable callus ภายในเซลล์ของแคลลัสส่วนใหญ่จะไม่มียูบิวติน (pigment) มีเป็นส่วนน้อยที่พบว่ามีสีเขียว เพราะมีคลอโรพลาสต์ สีเหลืองเพราะมีแคโรทีนอยด์ และ ฟลาวอนอยด์ สีม่วงเพราะมีแอนโทไซยานิน ซึ่งปริมาณและชนิดของรงควัตถุดังกล่าวขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ธาตุอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยง และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมของการเพาะเลี้ยง โดยเฉพาะปัจจัยของแสง

ชิ้นส่วนพืชทุกส่วนที่ยังมีชีวิตอยู่สามารถที่จะชักนำให้เกิดแคลลัสได้ จากรายงานพบว่าส่วนที่ให้เปอร์เซ็นต์ความสำเร็จสูงสุดในพืชใบเลี้ยงคู่ คือ ส่วนของเอ็มบริโอ ใบเลี้ยง ลำต้น ส่วนใต้ใบเลี้ยง และราก ส่วนในพืชพวกใบเลี้ยงเดี่ยว ส่วนของเอ็มบริโอ ใบอ่อน ดอกอ่อน และ เมล็ดที่เพิ่งเริ่มงอกดีที่สุด

ปัจจัยที่มีบทบาทต่อการเลี้ยงแคลลัส

1. สารควบคุมการเจริญเติบโต (plant growth regulators) โดยเฉพาะฮอร์โมนพืช เช่น ออกซิน และไซโตไคนิน ซึ่งการพัฒนาของพืชจะขึ้นอยู่กับสัดส่วนของฮอร์โมนสองกลุ่มนี้ คือ ถ้าสัดส่วนของออกซินต่อไซโตไคนินสูง พืชจะพัฒนาไปเป็นราก สัดส่วนออกซินต่อไซโตไคนินต่ำจะพัฒนาเป็นต้น

และหากอยู่ในสัดส่วนที่ปานกลางหรือสมดุล ก็จะพัฒนาไปเป็นแคลลัส จากการศึกษาพบว่า ออกซินที่ใช้ในช่วง 0.01 - 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Kinetin (ไซโตไคนินชนิดหนึ่ง) 0.1 - 10.0 มิลลิกรัมต่อลิตร

2. ธาตุอาหาร (nutrients) นอกจากธาตุที่เป็นส่วนประกอบทั่วไปของอาหารแล้ว พบว่า อาหารเสริมจำพวกกรดอะมิโน เช่น กลูตามีน แอสปารากีน อาร์จินีน และไพริมิดีน เป็นต้น เคซีนไฮโดรไลเซท สารสกัดจากมอลต์ สารสกัดจากยีสต์และน้ำมะพร้าว มีส่วนสำคัญ ในการกระตุ้นให้เกิดแคลลัส
3. แหล่งของคาร์บอน (carbon sources) แหล่งคาร์บอนที่สำคัญ คือ น้ำตาล กลูโคส และน้ำตาลแซคคาโรส ความเข้มข้น 2-4%
4. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม (environmental factors) เช่น แสง การเพาะเลี้ยงแคลลัส ต้องการแสงความเข้มต่ำหรือไม่ใช้แสงเลย อุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 25 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังต้องการก๊าซออกซิเจนเพื่อการหายใจของเซลล์ด้วย
5. สถานะของอาหารที่ใช้เลี้ยง (media status) จากรายงานพบว่า แคลลัสที่เลี้ยง ในอาหารแข็งเจริญเติบโตได้น้อยกว่าแคลลัสที่เลี้ยงในอาหารเหลว ทั้งนี้เป็นเพราะมีพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับอาหารน้อยกว่า และตรงตำแหน่งที่ขึ้นส่วนของแคลลัสสัมผัสกับอาหาร จะมีสารที่มีผลต่อการเติบโต ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการเมตาโบลิซึม (metaboli waste) ที่เซลล์ปล่อยออกมา

ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงแคลลัส

1. เพื่อการขยายพันธุ์พืช (plant propagation) เราสามารถที่จะชักนำให้เกิดต้นพืช ได้จากเนื้อเยื่อของแคลลัส
2. เพื่อใช้ในการผลิตโปรโตพลาสต์ (protoplast production) แคลลัสเหมาะแก่การนำไปผลิตโปรโตพลาสต์ เพราะง่ายต่อการย่อยผนังเซลล์ และมีสภาพปลอดเชื้ออยู่แล้ว
3. เพื่อการผลิตสารเคมีจากพืชในหลอดทดลอง พืชบางชนิดสามารถผลิตสารเคมี (secondary metabolites) บางชนิดที่สามารถสกัดนำเอาไปใช้ในทางการแพทย์หรือทางอุตสาหกรรมได้
4. เพื่อการผลิตพืชพันธุ์ทนทาน (tolerance plant) เช่น ทนต่อสภาพดินเค็ม ดินเปรี้ยว ทนต่ออากาศร้อนและหนาว เป็นต้น

2.3.3 สารควบคุมการเจริญเติบโต

เป็นสารที่พืชหรือต้นไม้ผลิตมาเองตามธรรมชาติผลิตขึ้น ณ จุดใดจุดหนึ่ง แล้วเคลื่อนย้ายไปยังส่วนต่างๆ และมีอิทธิพลต่อขบวนการเติบโต การติดดอกออกผล การพัฒนาของผล การสุกแก่ไปจนสิ้นอายุไขของต้นไม้ ส่วนสารควบคุมการเจริญเติบโตพืช (Plant Growth Pegurator) เป็นการสังเคราะห์ขึ้นมาโดยมนุษย์ สารชนิดนี้เป็นสารอินทรีย์ มีสูตรโครงสร้างประกอบด้วย คาร์บอน (C) ออกซิเจน (O) และไฮโดรเจน (H) เป็นหลัก (เกษตร, 2562)

- ออกซิน (สัมพันธ์, 2526)

กลุ่มของสารที่สามารถชักนำให้เกิดการยึดตัวของลำต้นได้ สารเหล่านี้เกิดขึ้นโดย

ธรรมชาติหรืออาจเกิดจากการสังเคราะห์ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของออกซิน

1. เร่งการเจริญเติบโตของพืช โดยปกติออกซินสามารถเร่งการเจริญเติบโตในแทบทุกส่วนของพืช อย่างไรก็ตามแต่ละส่วนของพืชมีการตอบสนองต่อออกซินในปริมาณที่เท่ากันแตกต่างกันออกไป โดยทั่วไป ความเข้มข้นของออกซินที่พอเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของลำต้นจะสูงกว่าความเข้มข้นที่ใช้ในการควบคุมการเจริญของตาและของราก พืชแต่ละชนิดต้องการความเข้มข้นของออกซินเพื่อควบคุมการเจริญเติบโตแตกต่างกันออกไป การที่ออกซินสามารถเร่งการเจริญเติบโตของพืชได้เนื่องจากว่าสารชนิดนี้กระตุ้นการขยายตัวของเซลล์ ทำให้เซลล์ขยายตัวขึ้นกว่าปกติ

2. ควบคุมการเติบโตของตาข้างและของกิ่ง ได้แก่ บริเวณยอดอ่อนซึ่งจะผลิตออกซินและส่งไปยังส่วนต่างๆของพืช การเคลื่อนที่ของออกซินลงมาข้างล่างจะมีผลต่อการเจริญเติบโตของตาข้าง

3. ควบคุมการเจริญเติบโตของผล ภายหลังจากการผสมเกสรเกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว พืชก็จะผลิตออกซินขึ้นมาเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผล

4. ควบคุมการแตกราก การขยายพันธุ์พืชโดยวิธีปักชำเป็นวิธีที่ดีที่จะรักษาพันธุ์เดิมของพืชนั้นๆไว้ แต่มักไม่ออกรากหรือออกน้อยจึงใช้ฮอร์โมนช่วยในการปักชำมากขึ้น

5. ควบคุมการร่วงของใบดอกและผล การเร่งนี้เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นทั้งในด้านกายวิภาคและในด้านสรีรวิทยา

6. การเร่งการออกดอกของพืชบางชนิดทำให้ออกดอกเร็วและสม่ำเสมอ ปัจจุบันนี้ทราบว่าผลของออกซินที่มีต่อการออกดอกนั้นไม่ใช่ผลโดยตรง ความจริงแล้วออกซินไม่มีผลต่อการออกดอก แต่สารดังกล่าวจะไปเร่งการสร้างเอธิลีนซึ่งเป็นก๊าซที่ทำให้สับปะรดออกดอกได้

- ไซโตไคนิน (วิชัย, 2559)

ไซโตไคนิน เป็นกลุ่มของสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีบทบาทสำคัญในการควบคุมการแบ่งเซลล์ การขยายตัวและการเปลี่ยนแปลงของเซลล์พืช มีผลต่อการชะงักของตายอด การเจริญของตาข้าง และการชราของใบ

ผลของไซโตไคนิน

1. กระตุ้นให้เกิดการแบ่งเซลล์และการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพใน tissue culture โดยต้องใช้ร่วมกับออกซิน ในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชนั้นหากให้ฮอร์โมนไซโตไคนินมากกว่าออกซิน จะทำให้นเนื้อเยื่อนั้นเจริญเป็น ตา ใบ และลำต้น แต่ถ้าหากสัดส่วนของออกซินมากขึ้นกว่าไซโตไคนินจะทำให้เนื้อเยื่อนั้นสร้างรากขึ้นมา

2. ชะลอกระบวนการเสื่อมสลาย เช่น กรณียของใบที่เจริญเต็มที่แล้วถูกตัดออกจากต้น คลอโรฟิลล์ RNA และโปรตีนจะเริ่มสลายตัวเร็วกว่าใบที่ติดอยู่กับต้น แม้จะมีการให้อาหารกับใบเหล่านี้ก็ตาม ถ้าหากเก็บใบเหล่านี้ไว้ในที่มีอัตราการเสื่อมสลายยิ่งเกิดเร็วขึ้น

3. ทำให้ตาข้างแตกออกมาหรือกำจัดลักษณะ Apical Dominance ได้ การเพิ่มไซโตไคนินให้กับตาข้างจะทำให้แตกออกมาเป็นใบได้ ทั้งนี้เพราะตาข้างจะดึงอาหารมาจากส่วนอื่นทำให้ตาข้างเจริญได้ ทั้งสิ้นออกซินที่มีที่เหนือของต้น และของกิ่งซึ่งจะยับยั้งการเจริญเติบโตของตาข้าง

ลักษณะผิดปกติ เช่น โรค Fascination นอกจากนี้ยังเร่งการแตกหน่อของพืช เช่น บอน และ โกสน

4. ทำให้ใบเลี้ยงคลี่ขยายตัว กรณีเมล็ดของพืชใบเลี้ยงคู่อกในความมืด ใบเลี้ยงจะเหลืองและเล็ก เมื่อได้รับแสงจึงจะขยายตัวขึ้นมา ซึ่งเป็นการควบคุมของไฟโตโครม แต่ถ้าหากให้ไซโตโคนินโดยการตัดใบเลี้ยงมาแช่ในไซโตโคนิน ใบเลี้ยงจะคลี่ขยายได้เช่นกัน ลักษณะดังกล่าวพบกับ แรดิช ผักสลัด และแตงกวา

5. ทำให้เกิดการสร้างคลอโรพลาสต์มากขึ้น ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพอย่างหนึ่ง เช่น เมื่อแคลลัสได้รับแสงและไซโตโคนิน แคลลัสจะกลายเป็นสีเขียวเพราะพลาสต์ติดเปลี่ยนเป็นคลอโรพลาสต์ได้ โดยการเกิดกรานาจะถูกกระตุ้นโดยไซโตโคนิน

2.3.4 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและการประยุกต์ใช้ (คำคุณ, 2542)

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชซึ่งอาศัยวิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์พื้นฐานได้รับเป็นอย่างมาก ทำให้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการต่างๆ มากมายเกิดขึ้น เพราะนอกจากเพื่อการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์แล้ว ยังประยุกต์ใช้กับความรู้ทางด้านอื่นๆ กล่าวโดยทั่วไปประโยชน์และการประยุกต์ใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช แบ่งออกได้ดังนี้

2.3.4.1 ด้านการปรับปรุงพันธุ์พืช

ในการปรับปรุงพันธุ์พืชนั้นนักผสมพันธุ์นิยมใช้พันธุ์พื้นเมือง (wild type) ผสมกับพันธุ์ปลูก (cultivated type) เนื่องจากพันธุ์พื้นเมืองมักเป็นพันธุ์ที่มีความต้านทานต่อโรคแมลง และการเปลี่ยนแปลงสภาพการเปลี่ยนแปลงของอากาศได้ดี แต่ปัญหาคือพืชกลุ่มเดียวกันหลายชนิดผสมกันเองตามธรรมชาติไม่ได้ เนื่องจากมีสิ่งกีดขวางในการผสมพันธุ์ ซึ่งจำแนกได้เป็นสองประเภท คือ

1. สิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นก่อนการปฏิสนธิ เช่น เวลาที่ไข่กับละอองเรณูมีความพร้อมในการปฏิสนธิไม่ตรงกัน หรือละอองเรณูไม่สามารถงอกผ่านคอเกสรตัวเมียไปผสมกับไข่ภายในได้ ดังนั้นการถ่ายละอองเกสรและการปฏิสนธิในหลอดทดลอง เช่น การผ่ารังไข่แล้วใส่ละอองเรณูลงไปเพื่อให้เกิดการผสมพันธุ์ในสภาพปลอดเชื้อ ช่วยให้การเป็นหมันเนื่องด้วยสาเหตุต่างๆ ที่เป็นสิ่งกีดขวางหมดไป และยังสามารถคัดเลือกลูกผสมที่เกิดขึ้นใหม่โดยวิธีการนี้ เพื่อปรับปรุงพันธุ์พืชต่อไปได้อีก

2. สิ่งกีดขวางที่เกิดขึ้นหลังการปฏิสนธิ พืชบางชนิดหากปล่อยเอ็มบริโอให้เจริญอยู่ภายในเมล็ดตามธรรมชาติ พบว่าเอ็มบริโออาจตายได้ เนื่องจากไม่มีอาหารสะสมในเมล็ดหรือมีน้อย เช่น กล้วยไม้ หรืออาจเนื่องจากเกิดการเข้ากันไม่ได้ระหว่างเอ็มบริโอกับอาหารสะสมในเอนโดสเปิร์ม ดังนั้นการแยกเอ็มบริโอมาเพาะเลี้ยงในหลอดทดลอง สามารถดำรงพันธุ์พืชต่างๆ ได้มากมาย ทำให้มีโอกาสคัดเลือกพันธุ์ใหม่ ๆ ได้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2. ด้านการขยายพันธุ์พืช

มีการใช้วิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชในหลอดทดลอง เพื่อขยายพันธุ์พืชแบบไม้อาศัยเพศ หรือที่เรียกว่า micropropagation กันอย่างมากมายในเชิงการค้า สามารถขยายพันธุ์พืชอื่น ๆ ให้ได้เหมือนพันธุ์เดิมเป็นจำนวนมากในเวลาอันสั้น เหมาะกับพืชเศรษฐกิจทุกชนิด

2.3.4.3. ด้านการทำให้ปลอดโรค

จากการนำส่วนปลายยอดอ่อนมาเพาะเลี้ยงพบว่าดีกว่าส่วนอื่น เพราะนอกจากจะทำให้พืชที่ได้มีความผันแปรทางพันธุกรรมเกิดขึ้นน้อยมากแล้ว วิธีการนี้ก็ไม่ยุ่งยากสามารถขยายพันธุ์พืชได้จำนวนมากภายในระยะเวลาอันสั้น แล้วยังทำให้เกิดพืชที่ปราศจากโรคอีกด้วย เนื่องจากบริเวณปลายยอดเป็นส่วนที่ปลอดเชื้อ เช่น เมื่อเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญของกล้วยไม้จนได้ต้นขึ้นมา ก็จะได้ต้นที่ปราศจากไวรัส ทำให้ผลิตเพิ่มสูงขึ้น หรือจากการเพาะเลี้ยงแคลลัสจากพืชที่เป็นที่เป็นโรค พบว่าถ้าสับคัลเจอร์ไปนาน ๆ ไวรัสที่ติดมากับแคลลัสอาจหายไป

2.3.4.4. การสังเคราะห์สารของพืชที่เพาะเลี้ยง

การสังเคราะห์สารของพืชที่เพาะเลี้ยง เช่น glucosides, alkaloid, etherial oil และ steroid ถือเป็นการผลิตสารเคมีในหลอดทดลอง ตัวอย่างสารที่ได้จากการเพาะเลี้ยงพืชสมุนไพร เช่น แอลคาลอยด์ ซึ่งพบในตระกูล Apocynaceae, Solanaceae, Cactaceae และ Amarylidaceae สารจำพวกปฏิชีวนะพบใน ผักสลัดและกะหล่ำดอก สาร flavonoid พบในก้านมะนาว เป็นต้น

วิธีการที่จะให้ได้มาซึ่ง secondary metabolites เหล่านี้ ก็โดยการเพาะเลี้ยงเซลล์แขวนลอยในปริมาณที่มากในเครื่องมือที่เรียกว่า fermentor และ bioreactor ขณะนี้การผลิต Secondary metabolites ที่ประสบผลสำเร็จในเชิงการค้ามีน้อยชนิด เช่น การผลิตไซโคนิน (sikonine) จาก Lithospermum erythrorhizon เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง

2.4 การเพาะปลูกพืชตามสภาพธรรมชาติ

2.4.1 การปักชำ (จรัปศร, 2562)

การปักชำ คือ การนำส่วนต่างๆ ของพืช ได้แก่ กิ่ง ใบ รากมาปลูกในสภาพที่เหมาะสม เพื่อให้ชิ้นส่วนนั้นงอกและแตกต้นใหม่ขึ้นมาแต่ที่นิยมและพบเห็นได้ทั่วไปคือการนำกิ่งหรือท่อนพันธุ์มาปักชำ เพราะเป็นวิธีที่ง่ายและได้ต้นใหม่จำนวนมากๆ ในคราวเดียวกัน การปักชำให้ได้ผลดีขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง ไม่ว่าจะเป็นความยากง่ายในการออกรากของกิ่งหรือท่อนพันธุ์นั้นๆ ช่วงเวลาในการปักชำ เช่น ปักชำในเวลาเช้าหรือเย็นจะช่วยลดปัญหาการคายน้ำได้ ความอ่อนแก่ของกิ่งพันธุ์ สภาพแวดล้อมทั้งเรื่องของความชื้นและแสง ชนิดของกิ่งที่นำมาปักชำ เช่น ถ้าเป็นกิ่งที่มีดอกและผลติดอยู่ จะออกรากยากกว่ากิ่งที่ไม่มีแต่ใบเพียงอย่างเดียวเนื่องจากอาหารสะสมส่วนหนึ่งถูกใช้ไปกับการออกดอกและผล

2.4.2 วิธีเลือกและเตรียมกิ่งปักชำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ ลักษณะของกิ่งชนิดนี้ให้สังเกตว่ามีเปลือกสีน้ำตาลปนเขียว (กิ่งอ่อนเกินไปมักจะเน่าง่าย ส่วนกิ่งแก่เกินไปก็จะออกรากยาก) ไม่ว่าจะใช้กิ่งปักชำในดินหรือในน้ำก็ตาม

1. ตัดกิ่งให้มีความยาวประมาณ 3 – 6 นิ้ว โดยตัดได้ข้อ เพราะบริเวณนั้นจะมีอาหารสะสมและมีฮอร์โมนที่ช่วยกระตุ้นให้แตกตาใหม่ ตัดเฉียงประมาณ 45 องศา (เพื่อเพิ่มพื้นที่การแตกรากได้มากขึ้น)
2. ควรตัดให้มีใบติดอยู่ ถ้าใบมีขนาดใหญ่หรือจำนวนมากเกินไป ลิดใบออกให้เหลือครึ่งหนึ่ง หรือเหลือใบที่ปลายยอดสัก 3 – 4 ใบ จากนั้นตัดใบออก และลิดใบล่างออกทั้งหมด เพื่อลดการคายน้ำ
3. โดยปกติรากของกิ่งชำจะออกตามบาดแผล แต่หากต้นไม้ที่ต้องการปักชำเป็นไม้ที่เนื้อค่อนข้างแข็ง (สังเกตว่าสามารถลอกเปลือกได้) ให้กรีดเป็นรอยแผลตรงๆ ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร 3 – 4 รอย เพื่อเพิ่มพื้นที่การแตกรากให้มากขึ้น หรือหากพืชชนิดนั้นออกรากยาก ควรนำไปจุ่มฮอร์โมนเร่งราก (โดยใช้ในอัตราตามที่ระบุในฉลาก) หรือใช้สารป้องกันเชื้อราไปด้วย
4. ปักชำลงในวัสดุปลูกประมาณ ของความยาวกิ่งวัสดุปลูกชำที่นิยมใช้ ได้แก่ ขี้เถ้าแกลบ (ควรแช่น้ำก่อนประมาณ 3 วัน เพื่อลดความเป็นด่างยกเว้นขี้เถ้าแกลบที่เก่าแล้ว) ขี้เถ้าคี้มีความร่วนซุยสูง พืชจึงแตกรากได้ดีทั้งยังไม่เกาะตัวกับรากต้นไม้อีก จึงทำให้ย้ายปลูกง่ายโดยที่รากไม่ขาด หากไม่มีอาจใช้ดินร่วนทั่วไปผสมกับขุยมะพร้าว และทรายหยาบ อัตราส่วน 1 : 1 : 1 หลังปักชำเสร็จแล้วควรรดน้ำตามทันทีซึ่งอาจใช้สารป้องกันเชื้อราได้ในขั้นตอนนี้ก็ได้เช่นกัน
5. กรณีที่ปักชำปริมาณมากๆ ควรคลุมกระบะเพาะชำด้วยพลาสติกใส เพื่อเก็บรักษาความชื้น ขณะเดียวกันยังให้แสงส่องผ่านลงไปได้ แต่กรณีที่มีจำนวนไม่มากนักสามารถนำใส่ถุงพลาสติก หรือใช้ขวดพลาสติก ครอบแก้วทรงระฆังครอบเพื่อควบคุมไม่ให้ความชื้นออกจนกว่าจะแตกใบใหม่
6. หากปักชำใส่กระบะหรือกระถางที่เคลื่อนย้ายง่าย ควรนำไปวางในบริเวณที่มีแสงส่องถึงเพื่อกระตุ้นการเจริญเติบโต โดยที่สภาพอากาศบริเวณนั้นควรได้รับความชื้นและอุณหภูมิเหมาะสม วิธีวัดคือ ให้ลองนั่งดูถ้ารู้สึกว่ายืนสบาย ตรงนั้นคือที่ที่เหมาะสมสำหรับวางต้นไม้อปักชำหรือวางบนพื้นอิฐมอญเย็นๆ ขึ้นๆ ก็ได้

2.5 การปลูกพืชไร้ดิน

การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน (soiless culture) เป็นวิธีการปลูกพืชที่ใช้หลักการในแบบวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ด้วยการเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่มิได้นำดินมาใช้เป็นวัสดุในการปลูก หลักการพื้นฐานในการทำให้พืชเจริญเติบโตโดยการใช้ น้ำที่มีการเติมธาตุอาหารต่างๆ เป็นการทดแทนธาตุอาหารที่มีอยู่ในดิน ต้นพืชก็จะสามารถเจริญเติบโตได้เช่นกัน ปัจจุบันประชากรทั่วโลกนิยมปลูกพืชด้วยวิธีนี้มากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิต (ถวัลย์, 2534)

การปลูกพืชไม่ใช้ดินเรียกอีกอย่างว่า ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) ซึ่งเป็นคำมาจากภาษากรีก 2 คำ คือคำว่า ไฮโดร (hydro) ซึ่งแปลว่าน้ำ และคำว่า โพนอส (Ponos) ซึ่งแปลว่าทำงานหรือแรงงาน เมื่อนำมารวมกันจึงมีความหมายว่า การทำงานที่เกี่ยวข้องกับน้ำ (สารละลายธาตุอาหาร) ผ่านรากพืช โดยปกติแล้วการเจริญเติบโตได้ดินนั้นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆที่เหมาะสม เช่น แสงแดด อุณหภูมิ น้ำ และธาตุอาหารพืช การที่พืชจะนำธาตุอาหารไปใช้ประโยชน์ได้นั้นจะต้องคำนึงถึงความ เป็นกรด ต่าง (pH) ของดินหรือสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ปลูกพืช การปลูกพืชแบบไฮโดรโปนิกส์ พืชจะได้รับธาตุอาหารในรูปสารละลายเรียกว่า สารละลายธาตุอาหารพืช ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีเพราะมีการปรับค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity : EC) และ pH ให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการเจริญของพืชตลอดเวลา (พัชรี และอภิชาติ, 2559)

การปลูกพืชไร้ดิน หรือ ไฮโดรโปนิกส์ (Hydroponics) และแนวพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ที่ว่าด้วยการบริหารจัดการที่ดินและน้ำ เพื่อการเกษตรให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยหลักเศรษฐกิจพอเพียง และเน้นการผสมผสานระหว่างเกษตรอินทรีย์กับเทคโนโลยี จากแนวคิดข้างต้นจึงเกิดเป็นระบบอควาโปนิกส์ (Aquaponics) จึงเป็นที่มาของการเลี้ยงปลาแบบอควาโปนิกส์ทั้งไฮโดรโปนิกส์ และอควาโปนิกส์ เป็นรูปแบบการปลูกพืชที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอควาโปนิกส์ มาจากคำว่า Aquaculture แปลว่า การปลูกพืชรวมกับการเลี้ยงสัตว์น้ำ ดังนั้น อควาโปนิกส์ จึงหมายถึงการรวมระบบของการปลูกพืชและการเลี้ยงสัตว์น้ำเข้าด้วยกัน ซึ่งปัจจุบันทำได้โดยการเลี้ยงปลาแบบน้ำไหลเวียนร่วมกับการปลูกพืชด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์วิธีนี้เองจะทำให้พืชที่ได้รับสารอาหารที่เป็นของเสียจากบ่อปลา จำพวกธาตุอาหารหลัก เช่น ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) โดยไม่ต้องใส่ปุ๋ย เพื่อบำรุงพืชตลอดระยะเวลาการเพาะปลูก ซึ่งวิธีอควาโปนิกส์นี้แตกต่างกันตรงที่ระบบไฮโดรโปนิกส์ต้องใส่ปุ๋ยให้แก่พืช หลักการทำงานของวิธีอควาโปนิกส์ คือ เวลาเราเลี้ยงปลา จะมีของเสียจากปลา (เมื่อเลี้ยงไปนานๆ ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำ) ดังนั้นเราก็เอาน้ำเลี้ยงจากบ่อปลามาบรรดผัก พืชผักจะดูดของเสียเป็นปุ๋ย เป็นการช่วยบำบัดน้ำเสียให้ปลา ปลาก็จะปล่อยของเสียจำพวกแอมโมเนีย (NH₃) รวมทั้งของเสียที่ตกค้างในระบบ จะถูกย่อยสลายกลายเป็นสารอาหารสำหรับพืช (นิพนธ์, 2559)

ข้อดีและข้อเสียของการปลูกพืชไร้ดิน (พัชรี และอภิชาติ, 2559)

1. ข้อดีของการปลูกพืชไร้ดิน

สามารถทำการเพาะปลูกพืชในบริเวณที่ดินไม่ดี หรือสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเพาะปลูก ประหยัดเวลา แรงงาน และค่าใช้จ่ายในการเตรียมดิน และการกำจัดวัชพืช ทำให้สามารถปลูกพืชได้ต่อเนื่องตลอดปี ในพื้นที่เดียวกัน สามารถตัดปัญหาศัตรูพืชที่เกิดจากดิน สามารถควบคุมสภาพแวดล้อมต่างๆที่เกี่ยวกับการเจริญเติบโตของพืชได้อย่างถูกต้องแน่นอน และรวดเร็ว โดยเฉพาะระดับรากพืช ได้แก่ การควบคุมปริมาณธาตุอาหาร (EC) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งการปลูกทั่วไปทำได้ยาก ใช้พื้นที่ปลูกน้อยและได้ผลผลิตสม่ำเสมอ พืชผักเจริญเติบโตเร็ว และให้ผลผลิตที่เร็วกว่าการปลูกในดินธรรมชาติอย่างน้อย 2 สัปดาห์

2. ข้อเสียของการปลูกพืชไร้ดิน

เป็นระบบที่มีราคาแพง เนื่องจากประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ มากมายและราคาแพง แต่ปัจจุบันสามารถใช้วัสดุอย่างอื่นที่หาได้ง่าย ราคาถูกมาผลิตเอง แต่ต้องใช้ผู้มีความชำนาญ และประสบการณ์มากพอสมควรในการควบคุมดูแลอย่างสม่ำเสมอ หากมีการจัดการไม่ดีพอ อาจสร้างปัญหาให้กับน้ำได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bello-Bello. *et al.* (2015) ได้ทำการศึกษาผลของคุณภาพแสง LED ที่มีต่อการเพิ่มจำนวนเอกสารยอดและการเจริญเติบโตของวานิลลาในหลอดทดลอง (*Vanilla planifolia* Andrews) เป็นทางเลือกที่ไม่่ากรณใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กับระบบแสงแบบดั้งเดิม ไดโอดเปล่งแสง (LED) ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่มีความดีประสิทธิภาพ สำหรับการขยายพันธุ์พืชเชิงพาณิชย์ การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของคุณภาพแสง LED ที่แตกต่างกันต่อการเพิ่มจำนวนยอดและการเจริญเติบโตของ *Vanilla planifolia* ในการประเมินผลการเพิ่มจำนวนยอด ใช้การตัดตาออกที่ซอกใบ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 3 ถึง 5 มม.) ของ *V. planifolia* ถูกใช้เป็นชิ้นส่วนพืชเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige และ Skoog ที่เสริมด้วย 6-benzylaminopurine ความเข้มข้น 9.55 μM ในการประเมินผลการเจริญเติบโตในหลอดทดลอง ใช้ยอดที่ไม่มีราก (ความยาว 2 ซม.) ถูกใช้เป็นชิ้นส่วนพืชเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร Murashige และ Skoog ที่ไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช ชิ้นส่วนพืชทั้งหมดได้รับแสงนาน 16 ชั่วโมงเป็นเวลา 60 วันภายใต้แสงไฟต่าง ๆ หัวดวง ได้แก่ แสงฟลูออเรสเซนต์, LED แสงสีขาว, LED แสงสีน้ำเงิน, LED แสงสีแดง และ LED แสงสีน้ำเงินร่วมกับแสงสีแดง (น้ำเงิน + แดง = 1 : 1) พบว่าจำนวนยอดต่อชิ้นส่วนพืชเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์, LED แสงสีขาวและ LED แสงสีน้ำเงินร่วมกับแสงสีแดง การใช้แสงเหล่านี้พบว่าเกิดยอดได้มากกว่า 10 ยอด มีความยาวยอดมากกว่า 3 เซนติเมตรในการเพาะเลี้ยงภายใต้ LED แสงสีน้ำเงิน, แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงินร่วมกับแสงสีแดง (1: 1) และมีความยาวยอดน้อยกว่า 3 เซนติเมตร ภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์และ LED แสงสีขาว ผลของงานวิจัยนี้ยังแสดงให้เห็นว่าน้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง และวัตถุแห้ง มีค่ามากที่สุดในการเพิ่มจำนวนยอดที่เพาะเลี้ยงภายใต้ LED แสงสีน้ำเงินร่วมกับสีแดง สำหรับการเจริญเติบโตยอด, ความสูงของพืช, จำนวนใบ, จำนวนรากและความยาวราก, น้ำหนักสด, น้ำหนักแห้ง, วัตถุแห้งและปริมาณคลอโรฟิลล์มีค่ามากที่สุดภายใต้แสงฟลูออเรสเซนต์ และ LED แสงสีขาว สรุป LED แสงสีขาวหรือแสงสีน้ำเงินร่วมกับแสงสีแดงอาจถูกใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงทางเลือกสำหรับการเพิ่มจำนวนยอด ในขณะที่ LED แสงสีขาวอาจใช้สำหรับการเจริญเติบโตในขวดทดลอง ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพของคุณภาพแสงโดยใช้ LED สำหรับการขยายพันธุ์พืชของ *V. planifolia*

Samuoliene. *et al.* (2010) ได้ทำการศึกษาผลของส่วนประกอบแสงสีแดงและสีน้ำเงินต่อการเจริญเติบโตและการพัฒนาของสตรอเบอร์รี่ฟริโก ต้นพืช frigo ของสตรอเบอร์รี่ 'Elkat' (*Fragaria x ananassa Duch.*) ที่ถูกสำรวจ ต้นกล้า frigo ถูกเพาะปลูกในห้อง phytotron เป็นเวลาหนึ่งเดือนภายใต้ทริทเมนต์ ไดโอดเปล่งแสง (LED) ที่แตกต่างกัน แสงสีแดงอย่างเดียว (640 นาโนเมตร), photosynthetic photon flux density (PPFD) ข้างใต้อุณหภูมิเท่ากับ 200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ การรวมกันของแสงสีแดง (640 nm) กับแสงสีน้ำเงิน (455nm) ซึ่งรักษาค่า PPFD เป็น 174.5 และ 25.5 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ตามลำดับ ช่วงแสง 16 ชั่วโมงและอุณหภูมิ 21/16 องศาเซลเซียส กลางวัน/กลางคืน ในห้อง phytotron หลังจากทริทเมนต์ด้วย LED ต้นกล้าสตรอเบอร์รี่ถูกย้ายไปปลูกในโรงเรือนเพาะปลูกคลุมดินด้วยฟิล์มสีขาว คุณภาพสเปกตรัมของแสงมีผลต่อลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการตอบสนองทางสรีรวิทยาที่หลากหลายของต้นพืช frigo สตรอเบอร์รี่ 'Elkat' การพัฒนาถูกทำให้ดีขึ้น การสะสมคาร์โบไฮเดรตและอัตราส่วนรงควัตถุของพืชที่เพิ่มขึ้นในสตรอเบอร์รี่ที่เพาะปลูกภายใต้ LED แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงิน ในขณะที่ LED แสงสีแดงจะทำให้เกิดการยึดตัวของก้านดอกและพืชทั้งหมด ทำให้อัตราส่วนยอดต่อราก สูงขึ้น 1.8 เท่า อิทธิพลเชิงบวกของการทริทเมนต์ด้วยแสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินมีต่อการก่อตัวของลำต้นที่แตกแขนงออกไปในแนวราบตามผิวดิน, ข้อตอก และยอดอ่อนที่ถูกสังเกต ผลของสตรอเบอร์รี่ฟริโก สิ้นสุดลงหลังจากเพาะปลูกได้ 40

วัน การทรีทเมนต์ด้วยแสงสีแดง แต่เพียงอย่างเดียวหรือการรวมกันของ LED แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินไม่มีผลกระทบต่อการเก็บเกี่ยวสโตรเบอร์รี่ฟริก อย่างไรก็ตามการทรีทเมนต์ด้วย LED สีแดงส่งผลให้ผลไม่มีขนาดเล็กลง ซึ่งยืนยันได้ว่าส่วนผสมขององค์ประกอบสเปกตรัม LED แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการพัฒนาสโตรเบอร์รี่ฟริก เช่นเดียวกับพืชทั่วไป

Chang. *et al.* (2002) ได้ทำการศึกษาการขยายพันธุ์คาลาลิลลี (*Zantedeschia albomaculata*) การขยายปลายยอดในหลอดทดลอง ได้เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 6-benzyladenine (BA) และ thidiazuron (TDZ) ในสถานะแสงฟลูออเรสเซนต์, สีแดง, สีน้ำเงิน, สีแดงร่วมกับสีน้ำเงิน พบว่าแสงสีแดงหรือแสงสีน้ำเงิน ช่วยในการยึดของยอดคาลาลิลลี รวมถึงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งอย่างมีนัยสำคัญ

Tsuro . *et al.* (1999) ได้ทำการศึกษาแคลลัสของใบลาเวนเดอร์ (*Lavandula vera* DC) ถูกเลี้ยงในอาหารแข็ง Murashige and Skoog (MS) เสริมด้วยพิวรีนหรือยูเรียของไซโตโคนินที่ 25 ° C ภายใต้แสงอย่างต่อเนื่อง เมื่อแคลลัสถูกนำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารที่มี 6-benzylamino purine (BA) ที่ 4.4×10^{-7} - 4.4×10^{-5} M เกิดเป็นยอดขึ้นในจุดสีเขียวบนพื้นผิวแคลลัส ค่าสูงสุดสำหรับอัตราการสร้างยอดเป็น 55.3% ที่ 4.4×10^{-6} M ในอาหารที่มี thidiazuron (TDZ) หรือ N-(2-chloro-4-pyridyl)-N'-phenylurea (CPPU) ไม่มีการเกิดจุดสีเขียว แต่พื้นที่แคลลัสจะหนาแน่นและมีสีแกมเขียว เกิดยอดหลายยอดในช่วงความเข้มข้นทั้งหมด พบว่า CPPU ที่ 4.0×10^{-7} M มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการสร้างยอดหลายยอดที่ 52.0 % ของการเกิดยอดส่วนใหญ่เกิดจาก BA ที่ทำให้รากแข็งแรง ในอาหาร 1/2 MS ที่มีหรือไม่มี 3-indolebutyric acid (IBA) ที่ 9.9×10^{-7} M

Jordan. *et al.* (1990) ได้ทำการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาในการเพาะเลี้ยงแคลลัสและการเพาะเลี้ยงเซลล์เดี่ยวของ *Lavandula latifolia* Medicus แคลลัสที่ได้จากใบเลี้ยงในอาหารสูตร MS ที่เสริมด้วย 2,4-D ความเข้มข้น (0.04, 0.34, 0.45, 2.25, 4.50 และ 9.00 μ M) โดยที่ความเข้มข้น 0.34 μ M ดีที่สุด แคลลัสที่เกิดใหม่จากตาพิเศษถูกย้ายไปยังอาหาร MS ที่มี BA หรือ ออกซินหลายความเข้มข้น (IAA หรือ NAA) ต่อ BA พบว่าที่เกิดแคลลัสที่ดีที่สุดคือการได้รับ BA 8.80 μ M เพียงอย่างเดียวหรือร่วมกับ IAA หรือ NAA ความเข้มข้น 0.06 และ 0.60 μ M ต้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงแคลลัสหรือการเพาะเลี้ยงเซลล์เดียวนั้นมีความถี่ 95% บนอาหาร MS ที่ปราศจากฮอร์โมนและธาตุอาหารหลักครึ่งหนึ่ง

Calvo and Segura (1989) ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตและสภาวะการให้แสงสว่างที่มีผลต่อการงอกของพืชจากใบของ *Lavandula latifolia* Medicus ใบได้จากต้นกล้าอายุ 4 สัปดาห์ของ *Lavandula latifolia* Medicus ที่เจริญในขวดทดลอง ชิ้นส่วนใบถูกเพาะเลี้ยงบนอาหารสูตร MS ที่เสริมด้วยความเข้มข้นที่แตกต่างกันและสารควบคุมการเจริญเติบโตของออกซิน IAA หรือ NAA ร่วมกับไซโตโคนิน BA ภายใต้สภาวะการส่องแสง 3 ช่วง คือ ช่วงเวลาแสงนานกว่า 16 ชั่วโมง ในที่มืดหรือในที่มืดตามด้วยช่วงแสง (darkness followed by a photoperiod) เพื่อประเมินการตอบสนองของลักษณะทางสัณฐานโดยไม่คำนึงถึงสภาวะช่วงแสง

การเกิดตาใหม่ทำได้เฉพาะในอาหารที่มี BA หรือ BA ร่วมกับออกซิน โดยผลที่ดีที่สุด มี BA และ IAA หรือ NAA ความเข้มข้น 0.06 หรือ 0.6 μM ช่วงแสงนานกว่า 16 ชั่วโมง ให้ผลตอบสนองที่ดีที่สุดในช่วงของเปอร์เซ็นต์การเกิดตา ความเข้มข้นออกซินสูง (6.0 หรือ 11.0 μM) จะยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของตา โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อทำการเพาะเลี้ยงในที่มืด ในทางตรงกันข้ามระดับออกซินต่ำและช่วงแสงที่ดีจะช่วยพัฒนาการเกิดยอด ตัดยอดที่ถูกชักนำในการเกิดรากโดยย้ายไปยังอาหารที่ปราศจากฮอร์โมนที่มีแร่ธาตุอาหารครึ่งหนึ่ง ต้นกล้าที่ได้เจริญเติบโตในโรงเรือนเพาะปลูกพืชในที่สุด

Lim and Eom (2003) ได้ทำการศึกษาผลของแสงชนิดต่าง ๆ ต่อการเกิดรากของการปักชำ โหระพาสายพันธุ์ *Ocimum basilicum* L. โหระพาถูกขยายพันธุ์โดยวิธีการปักชำเนื่องจากง่ายและความสามารถในการสร้างพืชที่โตเต็มที่ได้อย่างรวดเร็ว อย่างไรก็ตามในวิธีนี้มีการเกิดรากที่ช้า การเจริญเติบโตของพืชจำกัดในระยะแรก เราประเมินผลกระทบของแสงชนิดต่าง ๆ ต่อการปักชำโหระพาการปักชำโหระพาได้ถูกแยกกลุ่มอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่ทริทเมนต์ด้วย NAA หรือกลุ่มที่ไม่ใช่ NAA เพื่อประเมินผลของฮอร์โมนต่อการเกิดราก จากนั้นนำไปโหระพามาฉายรังสีด้วยแสงสีแดง, แสงสีน้ำเงิน และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือแสงแดดธรรมชาติเป็นเวลา 16 ชั่วโมงต่อวัน ทำการวัดรากและน้ำหนักสดของต้น รวมถึงปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ระยะเวลา 2, 4 และ 6 สัปดาห์ แสงสีน้ำเงินมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการเกิดราก การสร้างรากนั้นเร็วขึ้นประมาณสามเท่าเมื่อทำการทริทเมนต์ด้วยแสงสีน้ำเงินมากกว่าแสงแดดธรรมชาติ การเจริญเติบโตของรากภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงินเป็นเวลา 2 สัปดาห์คล้ายกับที่อยู่ภายใต้สภาวะแสงแดดธรรมชาติเป็นเวลา 6 สัปดาห์ การทริทเมนต์ด้วย NAA ของ the cutting surface ช่วยให้การเจริญเติบโตของรากดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับการทริทเมนต์แบบไม่ใช้ NAA ผลของการทริทเมนต์ด้วย NAA ต่อการเจริญเติบโตในสภาวะแสงชนิดอื่นไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตามการได้รับแสงสีน้ำเงินที่ยาวนานขึ้นส่งผลให้ใบมีสีซีดลงจากใบแก่ ผลการวิจัยของเราจะบ่งชี้ว่าการใช้ไฟ LED ฉายรังสีแสงสีน้ำเงินในการปักชำโหระพาช่วยลดเวลาในการเกิดรากและการพัฒนาวิธีการปักชำแบบเดิมเมื่อเทียบกับแสงไฟชนิดอื่น

Addy. et al. (2017) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ Aquaponics ว่าเป็นระบบที่ยั่งยืนสำหรับการทำการเกษตรในอนาคต ในระบบ aquaponics น้ำเสียอุดมด้วยสารอาหารที่สร้างขึ้นโดยปลาให้สารอาหารที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตของผัก ในการศึกษาปัจจุบัน บทบาทของสาหร่าย *Chlorella* sp. ในแพลงก์ตอนระบบ Aquaponics ถูกประเมินสำหรับการควบคุมแอมโมเนียผลผลิตมวลชีวภาพของสาหร่าย และการกำจัดสารอาหารที่สำคัญจากระบบตรวจสอบในระหว่างการดำเนินการของระบบ Aquaponics เมื่อระบบอยู่ในระหว่างการเต็มรูปแบบการผลิตสาหร่ายประมาณ $4.15 \pm 0.19 \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{day}$ ซึ่งถือว่าต่ำเนื่องจากสภาวะการเจริญเติบโตที่มีการปรับแต่งเป็นหลักในการเลี้ยงปลาและการผลิตพืชผักแต่ก็พบว่าสาหร่ายช่วยปรับความสมดุลค่า pH ที่ลดลงซึ่งเกิดจาก nitrifying bacteria และแอมโมเนียจะถูกควบคุมโดยสาหร่ายเนื่องจากสาหร่ายต้องการแอมโมเนียไนโตรเจนมากกว่าไนเตรทไนโตรเจน สาหร่ายจึงมีความสามารถกำจัดไนโตรเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าผัก

Dob. et al. (2005) ได้ทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของน้ำมันหอมระเหยของ *Lavandula dentata* L. จากอัลจีเรีย โดยวิธี GC และ GC/MS พบสารประกอบหลักสิบเจ็ดตัว ที่ไม่ทราบชนิดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

76.5% ของน้ำมันหอมระเหยทั้งหมดที่ถูกระบุ องค์ประกอบหลักคือ 1,8-cineole (38.4%), cis-verbenol (4.3%), p-cymen-8-ol (3.8%) และ fenchone (2.3%)

Ben Djemaa. *et al.* (2016) น้ำมันสกัดจากลาเวนเดอร์มีส่วนประกอบของ terpenes และ terpenoids รวมกับ linalool (19-48%), 1,8 cineole (21-42%), และ camphor (5-17%) เป็นองค์ประกอบหลัก มีผลประโยชน์หลายประการรวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านไวรัสและฤทธิ์การต้านเชื้อแบคทีเรีย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 เครื่องแก้ว

3.1.1.1 กระจกบดทวง

3.1.1.2 ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

3.1.1.3 ขวดวัดปริมาตร

3.1.1.4 จานเพาะเลี้ยง

3.1.1.5 แท่งแก้วคนสาร

3.1.1.6 ปีกเกอร์

3.1.2 อุปกรณ์อื่นๆ

3.1.2.1 เครื่องชั่งตวงวัด 4 ตำแหน่ง

3.1.2.2 เครื่องวัดค่าความเป็นกรดต่าง

3.1.2.3 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ

3.1.2.4 ตู้บลมร้อน

3.1.2.5 หลอดไฟแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง, แสงสีน้ำเงิน, แสงสีเหลือง และแสงสีเขียว

3.1.2.6 บีมอากาศ

3.1.2.7 หลอดไมโครเซนติฟิวก์

3.1.2.8 ถาดอะลูมิเนียม

3.1.2.9 สเปรย์สีดำ

3.1.2.10 ถุงพลาสติก

3.1.2.11 ถ้วยเพาะปลูกไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายเนื้อเยื่อ

3.1.3.1 ตู้ถ่ายเนื้อเยื่อ

3.1.3.2 ตะเกียงแอลกอฮอล์

3.1.3.3 มีดผ่าตัด

3.1.3.4 ปากคีบ

3.1.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปักชำลาเวนเดอร์

3.1.4.1 กระจกพลาสติก

3.1.4.2 พีทมอส

3.1.4.3 กรรไกร

3.1.4.4 ไม้บรรทัด

3.1.4.5 ขวดพลาสติกขนาด 6 ลิตร

3.1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสกัดและวิเคราะห์น้ำมันหอมระเหย

3.1.5.1 เครื่องระเหยแบบสูญญากาศ (Buchi Rotavapor R-200)

3.1.5.2 เครื่องโฮโมจีไนซ์ (Brinkmann/Kinematica PT 35 00 NR.4326)

3.1.5.3 เครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์

3.1.5.4 เครื่องปั่นเหวี่ยง (TOMY MX-301)

3.1.5.5 คอลัมน์ C18 สำเร็จรูป

3.1.5.6 เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

3.1.5.7 แผ่น TLC ชนิด Silica gel 60 F254

3.1.5.8 หลอดแคปิลลารี

3.1.5.9 เครื่อง Ultraviolet lamp ที่ความยาวคลื่น 254 และ 365 นาโนเมตร

3.1.5.10 กล้อง UV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง

1. อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร MS
2. น้ำกลั่น
3. ผงวุ้น
4. น้ำตาลทราย
5. สารละลายกรดไฮโดรคลอริก
6. สารละลายเบสโซเดียมไฮดรอกไซด์
7. สารละลายเอทิลอะซิเตท
8. สารละลายเมทานอล
9. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ 70% และ 95%
10. สารควบคุมการเจริญเติบโต α -Naphthaleneacetic acid (NAA)
11. พิมเสน
12. น้ำมันหอมระเหย
 - 12.1 กุหลาบ
 - 12.2 กระจ่าง
 - 12.3 จันทน์เทศ
 - 12.4 มะนาว
13. กระดาษกรอง

3.3 พันธุ์พืชลาเวนเดอร์

ลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์ในสภาพที่ปลอดเชื้อ

3.4.1.1 การศึกษาอิทธิพลของแสงต่อการเจริญของชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลอง

นำชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อมา ตัดเป็นท่อนความยาวประมาณ 2.0 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกผลโดยวัดความสูง จำนวนยอด และวันที่เริ่มต้นเกิดราก

เอกสารนี้เป็นเอกสารทดลองส่วนบุคคลที่จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้เห็นเว็บไซต์หรือเอกสารนี้แล้ว กรุณาแจ้งให้เราทราบทันที หากมีข้อผิดพลาดใดๆ หรือหากต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อเราได้ที่ info@science.or.th หรือ โทร. 0-2626-2000

3.4.1.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ

นำชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ มาตัดเอาแต่ชิ้นส่วนใบ ความยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแสงสีขาว เป็นเวลา 4 สัปดาห์ บันทึกผลโดยดูลักษณะแคลลัสที่เกิดขึ้น และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส จากสูตร

$$\text{เปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัส} = \frac{\text{จำนวนใบที่เกิดแคลลัส}}{\text{จำนวนเนื้อเยื่อทั้งหมด}} \times 100$$

3.4.2 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติ

3.4.2.1 การย้ายต้นลาเวนเดอร์จากขวดทดลองปลูกลงดินที่มอสสภาพธรรมชาติ

คัดเลือกต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อบนอาหารสูตร MS และสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตรในขวดทดลอง เป็นระยะเวลา 2 เดือน ที่มีความสูงของต้นและความยาวรากเท่าๆ กัน จำนวน 20 ต้น ค่อยๆ ดึงต้นลาเวนเดอร์ออกจากวุ้นในขวดอย่างเบาๆระวังรากขาด นำต้นลาเวนเดอร์ไปล้างรากให้สะอาดด้วยน้ำประปา เตรียมถาดเพาะจำนวน 4 ถาด ถาดละ 5 หลุม ใส่ดินที่มอสลงไป จากนั้นนำต้นลาเวนเดอร์ปลูกลงในถาดเพาะที่เตรียมไว้ รดน้ำให้ดินเปียก แล้วใช้ถุงพลาสติกคลุมทั้ง 4 ถาดและเจาะรูที่ถุง นำถาดเพาะที่คลุมถุงแล้วไปวางไว้ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส รดน้ำทุกวันโดยใช้กระบอกน้ำกลั่น ค่อยๆ เจาะรูถุงให้ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้ต้นลาเวนเดอร์สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาวะแวดล้อมธรรมชาติ เมื่อปลูกได้ 2 สัปดาห์ให้เอาถุงคลุมออกแล้วนำออกมาปลูกในกระถาง บันทึกผลเป็นเปอร์เซ็นต์การรอด

3.4.2.2 การปักชำลาเวนเดอร์ลงในดินที่มอสสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน

ตัดยอดอ่อนลาเวนเดอร์จากต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะปลูกไฮโดรโปนิคส์มาความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร เด็ดส่วนใบบริเวณปลายต้นด้านล่างออก จากนั้นปักลงบนที่มอสในกระถาง รดน้ำทุกวัน วางไว้ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ บันทึกผล โดยวัดความสูง เปอร์เซ็นต์การรอด และเปอร์เซ็นต์การเกิดราก

ต้นที่ได้จากการเพาะปลูกด้วยวิธีปักชำภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน เป็นระยะเวลา 2 เดือน จะถูกนำไปสกัดเป็นสารสกัดลาเวนเดอร์เพื่อนำไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์สารทุติยภูมิ ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบางและวิธีแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโตรมิเตอร์

3.4.2.3 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ที่คลุมด้วยภาชนะพลาสติกทึบแสง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีน้ำเงิน, แสงสีแดง, แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง

นำต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในสภาพธรรมชาติมาจำนวน 15 ต้น โดยคัดเลือกให้มีความสูงและความยาวรากเท่าๆ กัน มาปลูกในกระถางเล็ก 5 กระถาง กระถางละ 3 ต้น นำกระถางเล็กไปปลูกไว้ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีน้ำเงิน, แสงสีแดง, แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง แสงละ 1 กระถางในภาชนะพลาสติกทึบแสง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส รดน้ำทุกวัน เป็นระยะเวลา 5 วัน บันทึกผลเป็นเปอร์เซ็นต์การรอด

3.4.3 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ในสภาพไร้ดิน

3.4.3.1 การศึกษาการปักชำต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ (aquaponics) โดยเปรียบเทียบอาหาร 2 สูตร

ตัดยอดอ่อนลาเวนเดอร์จากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ความยาวประมาณ 8 เซนติเมตร ตัดส่วนใบบริเวณปลายต้นด้านล่างออก จากนั้นปักลงบนถ้วยเพาะปลูกไฮโดรโปนิคส์ วางลงบนอาหารเหลวสูตร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโตเปรียบเทียบกับอาหารเหลวสูตร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาตร 500 มิลลิลิตร ให้อากาศออกซิเจน โดยปั๊ม ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแสงธรรมชาติ เป็นเวลา 3 สัปดาห์ บันทึกผลโดยดูลักษณะลำต้นที่เกิดขึ้น

3.4.4 การสกัดสารจากลาเวนเดอร์

วิธีการสกัด

1. ชั่งลำต้นลาเวนเดอร์แล้วตัดเป็นชิ้นเล็กๆลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร
2. ตวงเอทานอล 95% ด้วยกระบอกลงใส่ในบีกเกอร์ให้ท่วมลาเวนเดอร์
3. นำไปบดด้วยเครื่อง Homogenizer จนละเอียด
4. ตั้งทิ้งไว้ให้ชั้นส่วน ลาเวนเดอร์ตกตะกอน
5. ใช้ Syringe ดูดสารละลายสีเขียวใส่ด้านบนใส่ในขวดแก้ว
6. นำไป Centrifuge ที่ความเร็วรอบ 7000 rpm เป็นเวลา 4 นาที โดยใส่ในหลอดเซนต์ปีฟาร์

พลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เทส่วนใสลงในขวดระเหยนำไปทำให้เข้มข้นขึ้นโดยการระเหยเอทานอลออกด้วยเครื่อง Evaporator
8. นำสารที่ได้ไป Centrifuge อีกครั้ง เป็นเวลา 1 นาที เก็บส่วนใสไว้ในขวดแก้วที่สะอาด
9. นำสารที่ได้ไปกำจัดคลอโรฟิลล์ออกด้วย Column C18 สำเร็จรูป
10. ใช้ปิเปตต์ดูดสารสกัดที่ได้ 1 มิลลิลิตรใสในหลอด Eppendorf เพื่อนำไปวิเคราะห์สารประกอบด้วยเครื่อง GC-MS

3.4.5 การศึกษาอิทธิพลของแสงต่อการผลิตสารทุติยภูมิของต้นลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติ

3.4.5.1 การวิเคราะห์สารทุติยภูมิด้วยโครมาโทกราฟีแบบผิวบาง (TLC)

วิธีการของ TLC แบ่งเป็นขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสารตัวอย่างจากลาเวนเดอร์

1. ตัดลำต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงินใสลงในบีกเกอร์ 0.5 กรัม
2. ตวงเอทานอล 95% ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แล้วบดลาเวนเดอร์ให้ละเอียดโดยใช้แท่งแก้วบด จากนั้นตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
3. ปิเปตต์สารละลายสีเขียวยใสด้านบนลงในหลอดไมโครเซนติฟิวก์ ปริมาตร 1 มิลลิลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อใช้ในการ Spot ลงบนแผ่น TLC ชนิด Silica gel 60 F254

ขั้นตอนที่ 2 การจุดสารละลายลงบนแผ่น TLC

1. ตัดแผ่น TLC ให้มีขนาดกว้าง 2.5 เซนติเมตร ยาว 9.5 เซนติเมตร โดยไม่ควรจับบนแผ่น TLC โดยตรงเพราะอาจปนเปื้อนคราบไขมันจากนิ้วมือได้
2. กำหนดจุด 4 จุดให้เท่ากันเพื่อ Spot สารตัวอย่าง
3. Spot สารตัวอย่างลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่เตรียมไว้ในหลอด Eppendorf ลงบนจุดที่กำหนดไว้บนแผ่น TLC โดยใช้หลอดแคปิลลารีจุดตัวอย่างละ 6 หยด รอให้แห้ง
4. นำแผ่น TLC ที่จุดสารละลายลาเวนเดอร์แล้ว วางในภาชนะแก้วที่บรรจุตัวทำละลาย Ethyl Acetate : Methanol อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 20 มิลลิลิตร (ตวง Ethyl Acetate 10 มิลลิลิตร : Methanol 10 มิลลิลิตร) โดยให้ตำแหน่งจุดอยู่เหนือตัวทำละลาย ปิดฝาให้สนิทเพื่อให้แผ่น TLC ดูดซับตัวทำละลายซึ่งจะทำให้ตัวทำละลายเคลื่อนที่ขึ้นด้านบนได้เร็วขึ้น

5. เมื่อตัวทำละลายเคลื่อนที่ไปจนเกือบถึงขอบบนให้นำแผ่น TLC ออกโดยใช้ปากคีบ แล้วขีดแนวของตัวทำละลายก่อนที่ตัวทำละลายจะแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นที่มิได้เห็นแต่เพียงอย่างเดียว และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจหาจุดบนแผ่น TLC

มองแผ่น TLC ภายใต้แสง UV ในที่มีมืด โดยใช้เครื่องที่กำเนิดแสง UV เรียกว่า Ultraviolet lamp จึงเห็นเป็นแสงสีเขียวสว่างทั่วแผ่น TLC ถ้าสารตัวอย่างดูตกเส้นแสงตรงตำแหน่งที่สารอยู่จะทำให้เห็นเป็นจุดมืดแล้วทำสัญลักษณ์ตรงตำแหน่งที่มีสารปรากฏ โดยจะมองผ่านที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และ 365 นาโนเมตร

ขั้นตอนที่ 4 การคำนวณค่า Rf

วัดระยะทางที่สารตัวอย่างเคลื่อนที่โดยวัดจากจุดที่ Spot ไว้ และวัดระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ แล้วคำนวณ Rf จากสูตร

$$\text{ค่า Rf} = \frac{\text{ระยะที่สารตัวอย่างเคลื่อนที่}}{\text{ระยะที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่}}$$

โดยสารต่างชนิดกันจะมีค่า Rf ต่างกันจึงสามารถใช้วิเคราะห์ชนิดของสารได้โดยสารใดมีค่า Rf มากจะมีความสามารถในการละลายสูง

3.4.5.2 วิธีการหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ, คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรฟิลล์ทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมสารตัวอย่างจากลาเวนเดอร์

1. ตัดลำต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีม่วง, แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินใส่ลงในบีกเกอร์ 0.6 กรัม
2. ตวงเอทานอล 95% ปริมาตร 15 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์แล้วบดลาเวนเดอร์ให้ละเอียดโดยใช้แท่งแก้วแล้วตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน
3. ดูดส่วนใสใส่ขวดทดลองเพื่อนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร และ 663 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer โดยใช้เอทานอล 95% เป็น Blank

ขั้นตอนที่ 2 การคำนวณปริมาณคลอโรฟิลล์

นำค่าการดูดกลืนแสงที่วัดได้ที่ความยาวคลื่น 645 นาโนเมตร และ 663 นาโนเมตรใช้สูตร ของ lichtenhaler และ wellburn (1983)

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ (a)} = 13.95(\text{OD}663) - 6.88(\text{OD}645) \text{ หน่วย } \text{g kg}^{-1}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี (b)} = 24.96(\text{OD}645) - 7.22(\text{OD}663) \text{ หน่วย } \text{g kg}^{-1}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ทั้งหมด} = \text{คลอโรฟิลล์เอ} + \text{คลอโรฟิลล์บี} \text{ หน่วย } \text{g kg}^{-1}$$

OD = ค่าการดูดกลืนแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.3 การวิเคราะห์สารสกัดจากลาเวนเดอร์ด้วยเครื่อง GC-MS

ฉีดตัวอย่างที่ใช้วิเคราะห์ในช่องใส่สารเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี ครั้งละ

1.0 ไมโครลิตร อุณหภูมิอินเจคเตอร์ 250 องศาเซลเซียส คอลัมน์ HP-5 ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 มิลลิเมตร ใช้ฮีเลียมเป็นก๊าซตัวพาด้วยอัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที ที่ความดัน 14.05 psi โดยสภาวะของตู้ให้ความร้อน (oven) มีอุณหภูมิเริ่มต้นคือ 40 องศาเซลเซียส ค้างไว้ 3 นาที อัตราการให้ความร้อน 10 องศาเซลเซียสต่อนาที ไปจนถึง 290 องศาเซลเซียส ค้างไว้ 10 นาที ใช้แมสสเปกโตรมิเตอร์เป็นดีเทคเตอร์

3.4.6 วิธีการผลิตน้ำหอมจากสารสกัดลาเวนเดอร์

1. นำสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการกำจัดคลอโรฟิลล์ออกแล้วมา 10 มิลลิลิตร ผสมกับเอทานอล 200 มิลลิลิตร
2. กรองตะกอนโปรตีนด้วยกระดาษกรองมา 100 มิลลิลิตร
3. นำสารสกัดลาเวนเดอร์ผสมเอทานอลที่ผ่านการตกตะกอนโปรตีนมา 99 มิลลิลิตร
4. เติมนิมเสน 0.3 มิลลิลิตร
5. เติมน้ำมันหอมระเหยกระดังงาและกุหลาบอย่างละ 0.3 มิลลิลิตร น้ำมันหอมระเหยจันทน์เทศ 0.1 มิลลิลิตร น้ำมันหอมระเหยมะนาว 200 ไมโครลิตร
6. ได้ผลิตภัณฑ์น้ำหอมจากสารสกัดลาเวนเดอร์

3.5 วิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบสุ่ม (Completely Randomized Design หรือ CRD) นำผลการทดลองมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยโปรแกรม SPSS ซอฟต์แวร์รุ่น 24 ได้ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ one-way analysis of variance (ANOVA) ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ค่า p น้อยกว่า 0.05 ตามด้วยการทดสอบ post hoc ด้วยวิธี Duncan's multiple range test เพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูล ผลลัพธ์ได้แสดงเป็นค่าเฉลี่ย \pm ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์ในสภาพที่ปลอดเชื้อ

4.1.1 การศึกษาอิทธิพลของแสงต่อการเจริญของชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลอง

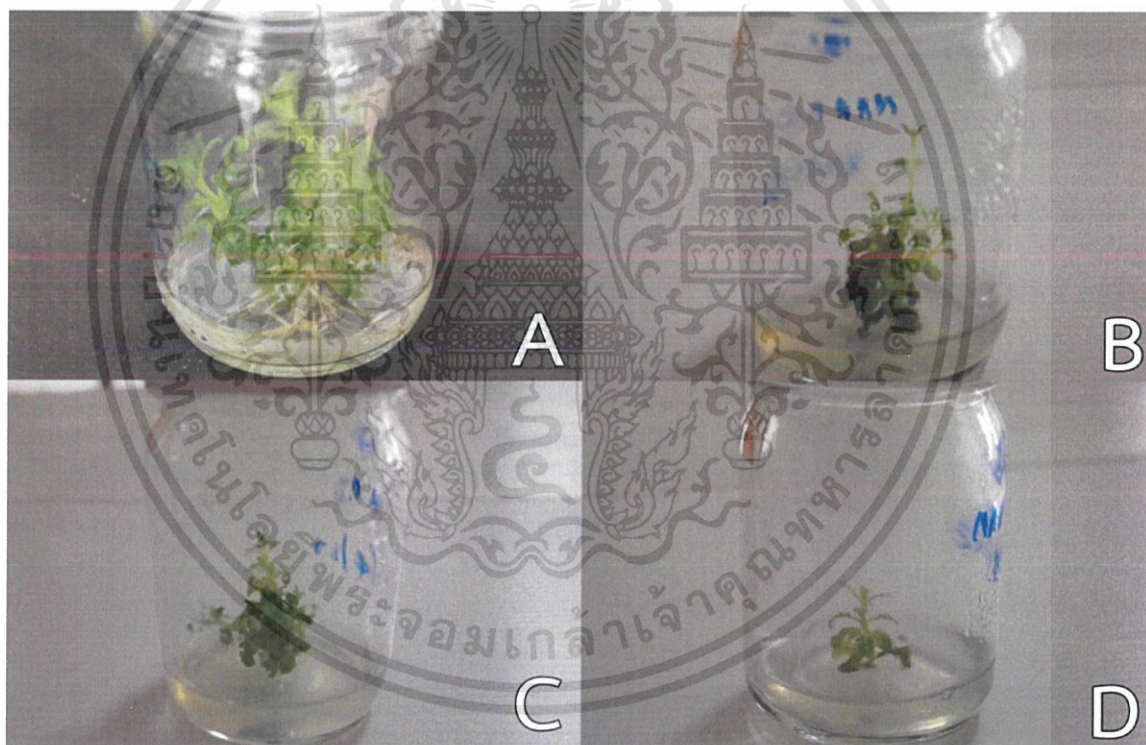
การนำปลายยอดลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อมาตัดเป็นท่อนความยาวประมาณ 2.0 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ความเข้มข้น 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วางไว้ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาวะแสงต่างๆ แสงที่มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ยสูงสุด 2.38 เซนติเมตร คือ แสงสีขาว รองลงมาแสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ซึ่งมีความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 1.64, 1.18, 1.14 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.1 และ รูปที่ 4.1 ส่วนในการเกิดยอดพบว่าต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อภายใต้สภาวะแสงสีแดง มีจำนวนยอดเฉลี่ยสูงถึง 4.71 ยอด รองลงมาคือแสงสีม่วง 4.28 ยอด แสงสีขาว 3.57 ยอด และแสงสีน้ำเงิน 1.28 ยอด เมื่อพิจารณาในการเกิดรากพบว่าแสงสีขาวเกิดรากโดยใช้ระยะเวลาในการเกิดราก 1 สัปดาห์ ส่วนภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ไม่เกิดราก ดังรูปที่ 4.2

ในรายงานของ Bello-Bello. *et al.* (2015) สรุปได้ว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นวานิลลา (*V. planifolia*) ภายใต้สภาวะแสงสีขาวหรือแสงสีน้ำเงินต่อแสงสีแดง (1:1) เหมาะสำหรับการเพิ่มจำนวนยอดของต้นวานิลลา ส่วนในรายงานของ Samuoliene. *et al.* (2010) สรุปว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสตรอเบอรี่ฟร็อก ภายใต้สภาวะแสงสีแดงช่วยในการยึดตัวของก้านดอก แต่ส่งผลให้ผลสตรอเบอรี่มีขนาดเล็ก และในรายงานของ Chang. *et al.* (2003) สรุปได้ว่าการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลิลลี่ (*Zantedeschia albomaculata*) ภายใต้สภาวะแสงสีแดงหรือแสงสีน้ำเงินช่วยในการยึดตัวของยอด ซึ่งในรายงานการศึกษานี้ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองภายใต้สภาวะแสงสีขาว ช่วยในการยึดตัวของยอด และการเกิดรากส่วนภายใต้สภาวะแสงสีแดงช่วยในการเพิ่มจำนวนของยอด แสดงให้เห็นว่าพืชแต่ละชนิดมีความต้องการความเข้มแสงในการเจริญเติบโตและการเพิ่มของจำนวนยอดไม่เหมือนกัน ดังนั้นต้องเลือกใช้สภาวะแสงที่เหมาะสมต่อการเจริญ และการเพิ่มของจำนวนยอดพืชชนิดนั้นๆ

ตารางที่ 4.1 ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย, จำนวนยอดเฉลี่ย และระยะเวลาในการเกิดราก ของเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลอง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 4 สัปดาห์

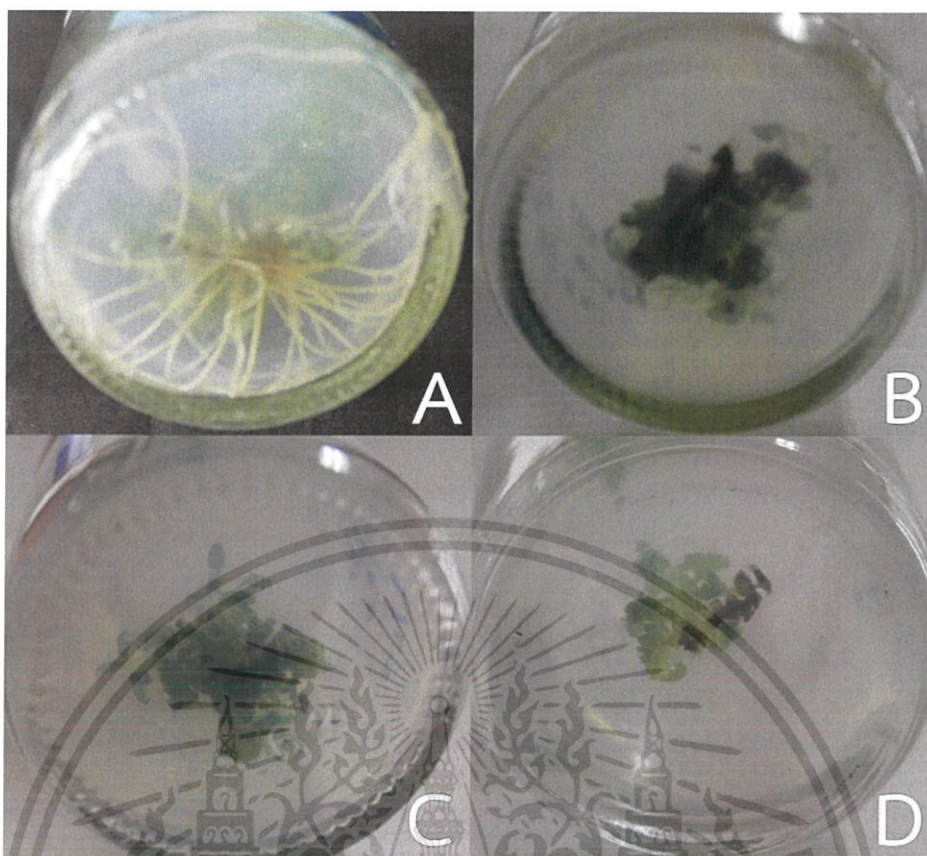
ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	จำนวนยอดเฉลี่ย (ยอด)	ระยะเวลาในการเกิดราก
ขาว	2.38 ^a ±1.10	3.57 ^a ± 2.14	1 สัปดาห์
แดง	1.64 ^{ab} ±1.18	4.71 ^a ±2.56	ไม่เกิดราก
ม่วง	1.18 ^b ±0.76	4.28 ^a ±1.11	ไม่เกิดราก
น้ำเงิน	1.14 ^b ±0.74	1.28 ^b ±0.48	ไม่เกิดราก

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05



รูปที่ 4.1 ความสูงของชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขวดทดลอง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว (A), แสงสีแดง (B), แสงสีม่วง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การเกิดรากของชิ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขวดทดลอง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว (A), แสงสีแดง (B), แสงสีม่วง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

4.1.2 การศึกษาอิทธิพลของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์

ทำการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์โดยเพาะเลี้ยงในอาหาร 10 สูตร โดยใช้ MS เป็นอาหารในการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์ ที่เสริมด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตไซโตไคนิน BA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับสารควบคุมการเจริญเติบโตออกซิน NAA ความเข้มข้น 0, 0.1, 0.5 และ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแสงสีขาว ระยะเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าอาหารแข็งสูตร MS ที่ไม่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต (รูปที่ 4.3ก) และอาหารสูตร BA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูปที่ 4.3ข) ลักษณะใบมีสีน้ำตาลดำ ไม่เกิดแคลลัส ดังตารางที่ 4.2 ส่วนอาหารสูตร BA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร เกิดแคลลัสขนาดใหญ่ ลักษณะแคลลัสเป็นกลุ่มก้อนจับตัวกันแน่นมีสีเขียวอ่อน และมีเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสมากที่สุดถึง 100% แสดงดังรูปที่ 4.3ฉ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

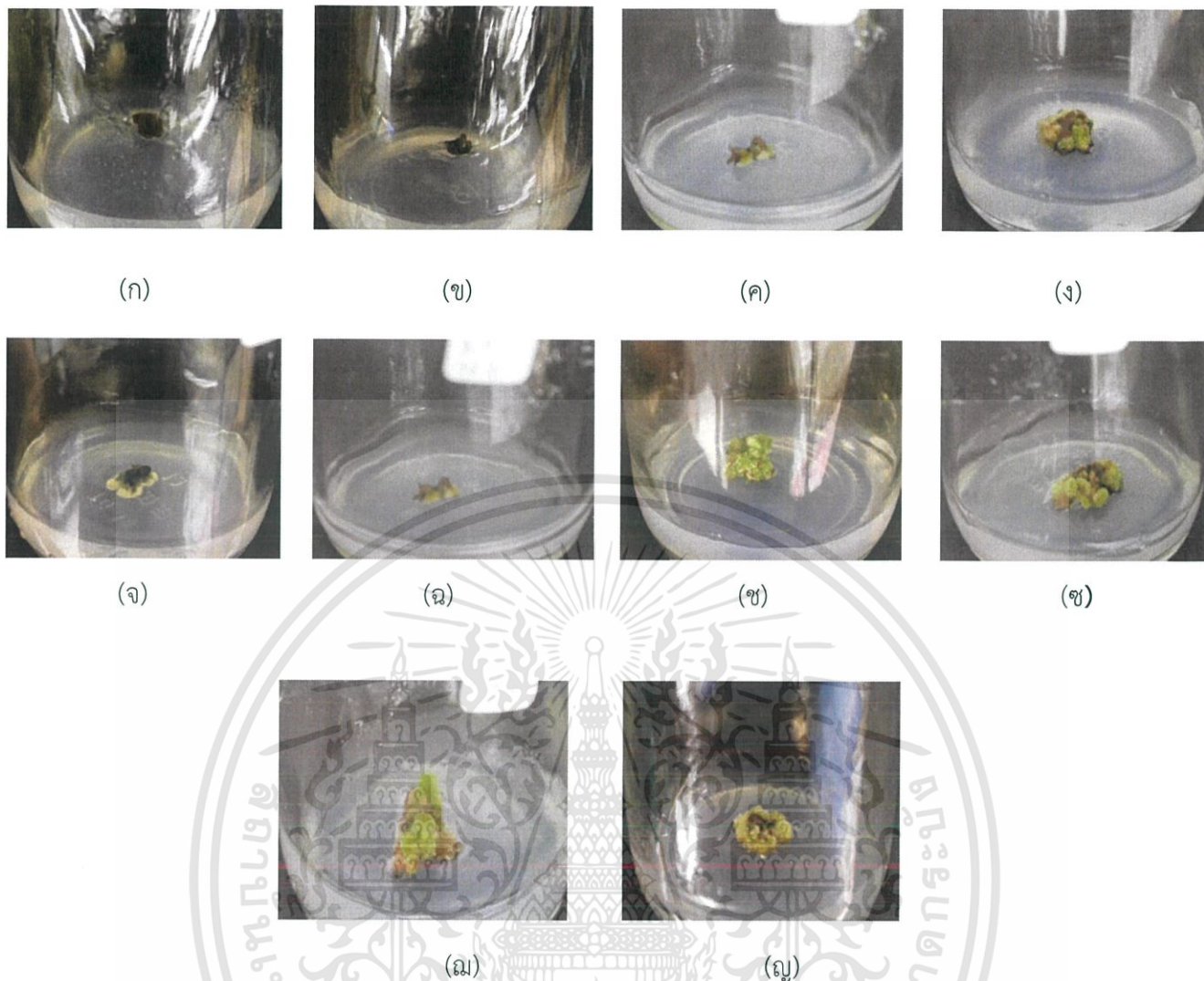
ในรายงานของ Tsuru. et al. (1998) ได้ทำการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์ (*Lavandula vera* DC) บนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต BA ความเข้มข้น $4.4 \times 10^{-7} \pm 4.4 \times 10^{-5}$ M มีการเกิดเป็นยอดขึ้น โดยค่าสูงสุดสำหรับอัตราการสร้างยอดเป็น 55.3% ที่ 4.4×10^{-6} M และในอาหารที่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต thidiazuron (TDZ) หรือ N-(2-chloro-4-pyridyl)-NO-phenylurea (CPPU) พบว่าพื้นที่แคลลัสจะหนาแน่นและมีสีเขียว เกิดยอดหลายยอดในช่วงความเข้มข้นทั้งหมด แต่ที่ 4.0×10^{-7} M มีประสิทธิภาพมากที่สุด สำหรับการสร้างยอดอยู่ที่ 52.0 % ส่วนในรายงานของ Jordan. et al. (1990) ได้ทำการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์ (*Lavandula latifolia* Medicus) บนอาหารแข็งสูตร MS ที่มีหรือไม่มีสารควบคุมการเจริญเติบโต 2,4-D ความเข้มข้น 0.04, 0.34, 0.45, 2.25, 4.50 และ 9.00 μ M ตามลำดับ โดยที่ความเข้มข้น 0.34 μ M ดีที่สุด และในรายงานของ Calvo and Segura (1989) ได้ทำการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์ (*Lavandula latifolia*) บนอาหารแข็งสูตร MS ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต IAA หรือ NAA ที่ความเข้มข้น 0.06, 0.6, 6.0 และ 11.0 μ M ตามลำดับ ร่วมกับ BA 9.0, 18.0, 26.0 และ 36.0 μ M ตามลำดับ โดยผลที่ดีที่สุด มี BA ความเข้มข้น 18 μ M และ IAA หรือ NAA ความเข้มข้น 0.06 หรือ 0.6 μ M จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าสารควบคุมการเจริญเติบโตในการชักนำแคลลัสจากชิ้นส่วนใบลาเวนเดอร์นั้นมีมากมายหลากหลายขึ้นอยู่กับชิ้นส่วนพืชที่ใช้และสายพันธุ์ของพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ลักษณะชิ้นส่วนใบ, ลักษณะแคลลัส และเปอร์เซ็นต์การเกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบ
ลาเวนเดอร์บนอาหารแข็ง 10 สูตร เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

อาหาร MS (มิลลิกรัมต่อลิตร)	ลักษณะชิ้นส่วนใบและแคลลัส	เปอร์เซ็นต์การเกิด แคลลัส (%)
B0 N0	ลักษณะใบมีสีน้ำตาลและดำ ไม่เกิดแคลลัส เมื่อ เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	0
B0.1 N0.1	ลักษณะใบมีสีน้ำตาลดำ ไม่เกิดแคลลัส เมื่อ เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	0
B0.1 N0.5	ลักษณะใบมีสีเขียวอ่อนน้ำตาลดำ เกิดแคลลัส เล็กน้อย เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	36.36
B0.1 N1	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวปนสีน้ำตาลเล็กน้อยเกาะ ตัวกันแน่น เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	77.77
B0.5 N0.1	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวเหลืองเล็กน้อยรอบๆ ขอบใบ เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	84.61
B0.5 N0.5	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวปนสีน้ำตาลเล็กน้อย เมื่อ เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	57.14
B0.5 N1	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวเกาะกันอย่างแน่น เมื่อ เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	30
B1 N0.1	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวปนน้ำตาลเกาะกันอย่าง แน่น เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	83.33
B1 N0.5	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวเกาะกันอย่างแน่น มี ขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารสูตรอื่นๆ ระยะเวลา 4 สัปดาห์	100
B1 N1	ลักษณะแคลลัสมีสีเขียวเหลืองบริเวณขอบใบ เมื่อเพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์	64.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การชักนำให้เกิดแคลลัสจากชิ้นส่วนใบในขวดทดลองบนอาหาร 10 สูตร โดยเป็นรูปของ แคลลัสที่เกิดบนอาหาร MS (รูป ก.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.1 ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อ ลิตร (รูป ข.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.1 ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ค.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.1 ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ง.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.5 ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป จ.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.5 ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ฉ.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 0.5 ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ช.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 1 ร่วมกับ NAA 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ซ.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 1 ร่วมกับ NAA 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ฌ.), อาหาร MS ที่เสริมด้วย BA 1 ร่วมกับ NAA 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (รูป ญ.) ระยะเวลา 4 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติ

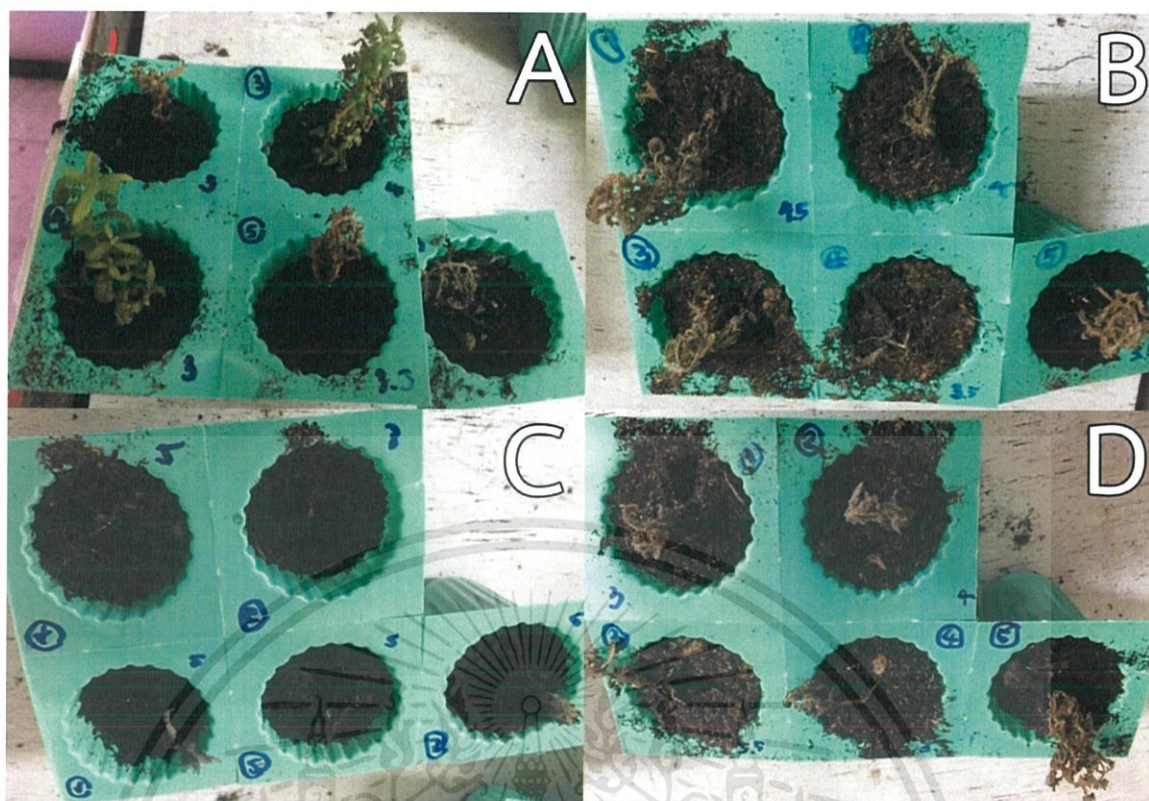
4.2.1 การย้ายต้นลาเวนเดอร์จากขวดทดลองปลูกลงดินที่ผสมสที่สภาพธรรมชาติ

การนำต้นลาเวนเดอร์ในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเป็นระยะเวลา 2 เดือน ภายใต้สภาวะแสงสีขาว ย้ายปลูกลงบนดินที่ผสมสในภาชนะถาดเพาะที่เหมือนกัน คลุมถุงพลาสติกและเจาะรู ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วางไว้ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ในถาดเพาะที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ลำต้นมีลักษณะแห้งตาย เหี่ยวเฉา และลำต้นมีสีน้ำตาลดำ มีเพียงแค่ต้นลาเวนเดอร์ในถาดเพาะที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาวเท่านั้นที่รอดและสามารถนำลงปลูกในกระถางต่อไปได้โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ 40% แสดงดังตารางที่ 4.3 และรูปที่ 4.4 เนื่องจากต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองสภาพปลอดเชื้อนั้นยังคงอ่อนแอ ซึ่งจากเดิมเพาะเลี้ยงภายใต้สภาวะแสงสีขาว เมื่อนำมาเปลี่ยนสภาวะแสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ยังคงปรับตัวกับสภาพแวดล้อมใหม่ไม่ได้

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ ของการย้ายต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองลงปลูกในดินสภาพธรรมชาติที่ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 สัปดาห์

ต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่ ย้ายปลูกลงดินภายใต้สภาวะ แสงสี	จำนวนต้น (ต้น)	เปอร์เซ็นต์การรอดของต้น ลาเวนเดอร์ (%)
ขาว	5	40
แดง	5	0
ม่วง	5	0
น้ำเงิน	5	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ดันลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่ย้ายปลูกลงดินพีทมอสในภาชนะถาดเพาะ ภายใต้สภาวะ แสงสีเขียว (A), แสงสีแดง (B), แสงสีม่วง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D) ระยะเวลา 2 สัปดาห์

4.2.2 การปักชำลาเวนเดอร์ลงในดินพีทมอสสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีเขียว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน

การนำยอดอ่อนลาเวนเดอร์จากที่เพาะปลูกแบบไฮโดรโปนิกส์ความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตรมาปักชำลงบนดินในกระถาง และนำไปไว้ภายใต้สภาวะแสงที่แตกต่างกัน ภายใต้สภาวะแสงสีเขียว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน แสงละ 30 ต้น โดยใช้ดินพีทมอสชนิดเดียวกัน รดน้ำทุกวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 3 สัปดาห์ จากตารางที่ 4.4 พบว่าการเจริญของต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงสีเขียว มีความสูงเพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.835 เซนติเมตร รองลงมาแสงสีแดง 0.695 เซนติเมตร แสงสีม่วง 0.455 เซนติเมตร และแสงสีน้ำเงิน 0.82 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.5 เมื่อพิจารณาการรอดของต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติระยะเวลา 3 สัปดาห์ พบว่าต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงต่างๆที่มีเปอร์เซ็นต์การรอดมากที่สุดคือ แสงสีเขียว โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดอยู่ที่ 100% รองลงมาแสงสีน้ำเงิน, แสงสีแดง และแสงสีม่วง ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์การรอดอยู่ที่ 96.67, 90 และ 76.67 % ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.6 ส่วนการเกิดรากพบว่าต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีเขียว มีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากมากที่สุดถึง 40% รองลงมาแสงสีน้ำเงินเปอร์เซ็นต์การเกิดราก 33.33% และแสงสีแดงกับแสงสีม่วงมีเปอร์เซ็นต์การเกิดรากเท่ากันคือ 16.67% โดยทุกแสงใช้ระยะเวลาเกิดราก 2 สัปดาห์ ดังรูปที่ 4.7 และ 4.8

ในรายงานของ Lim and Eom (2013) ได้ทำการศึกษามลของชนิดแสงสีแดง, แสงสีน้ำเงินและแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อการเกิดรากของการปักชำโหระพา *Ocimum basilicum* L. พบว่าแสงสีน้ำเงินช่วยในการเกิดรากโดยใช้ระยะเวลาในการเกิดราก 2 สัปดาห์ และเมื่อเพาะปลูกโหระพาภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงินนานเกินไป จะทำให้ใบโหระพามีสีเขียวซีดลงจากเดิม ซึ่งก็สอดคล้องกับรายงานในการศึกษาครั้งนี้ในการเกิดรากพบว่าต้นลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata*) ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงินใช้ระยะเวลาในการเกิดราก 2 สัปดาห์

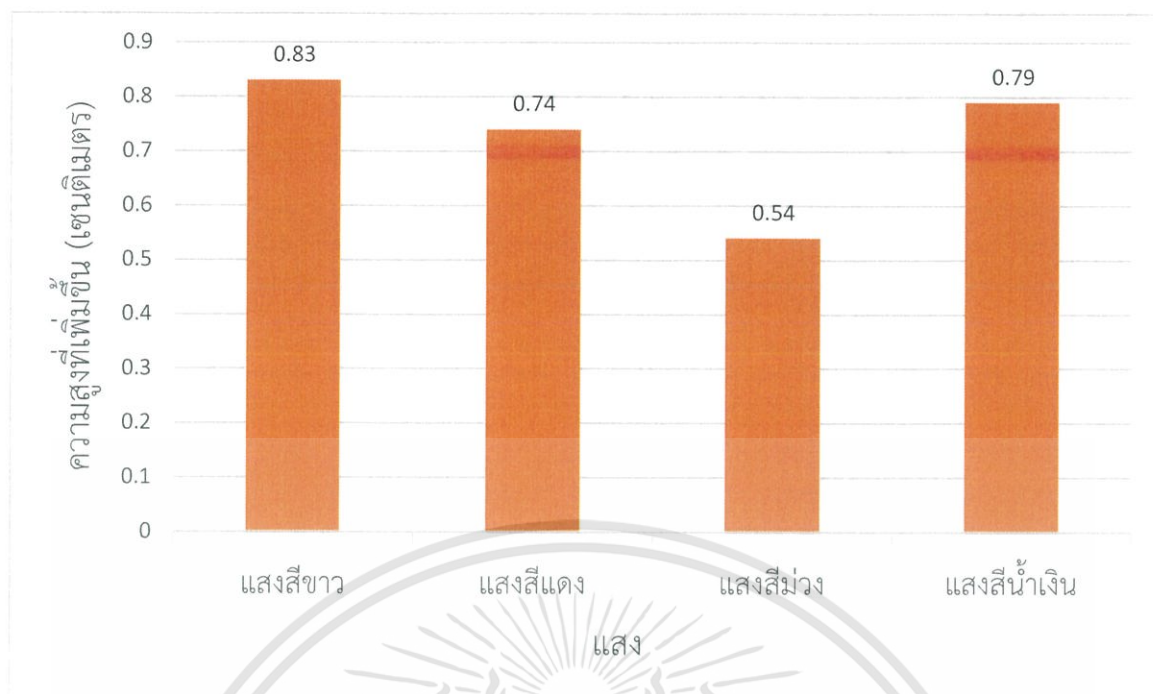
ตารางที่ 4.4 ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย, เปอร์เซ็นต์การรอด และเปอร์เซ็นต์การเกิดรากของการปักชำ

ลาเวนเดอร์ลงปลูกในดินพืชมอสสภาพธรรมชาติที่ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 3 สัปดาห์

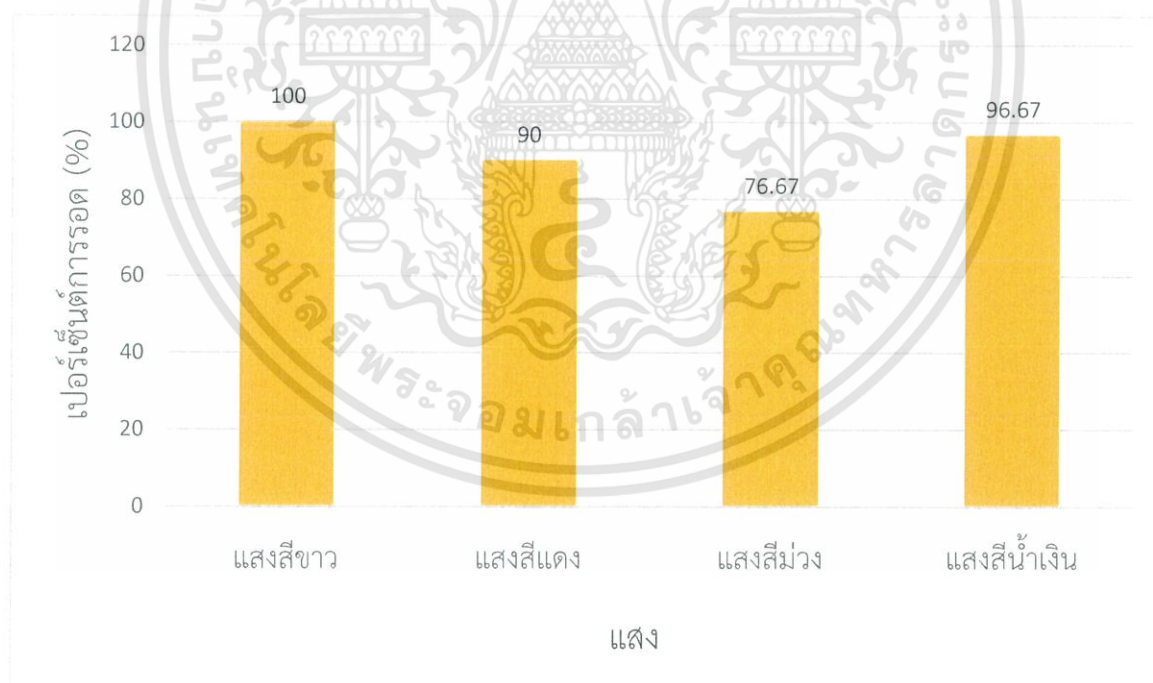
ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ย (เซนติเมตร)	เปอร์เซ็นต์การรอด (%)	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก(%)
ขาว	0.83 ^a ±0.59	100	40
แดง	0.74 ^a ±0.54	90	16.67
ม่วง	0.54 ^a ±0.45	76.67	16.67
น้ำเงิน	0.79 ^a ±0.67	96.67	33.33

หมายเหตุ ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งแสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ จากการเปรียบเทียบโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

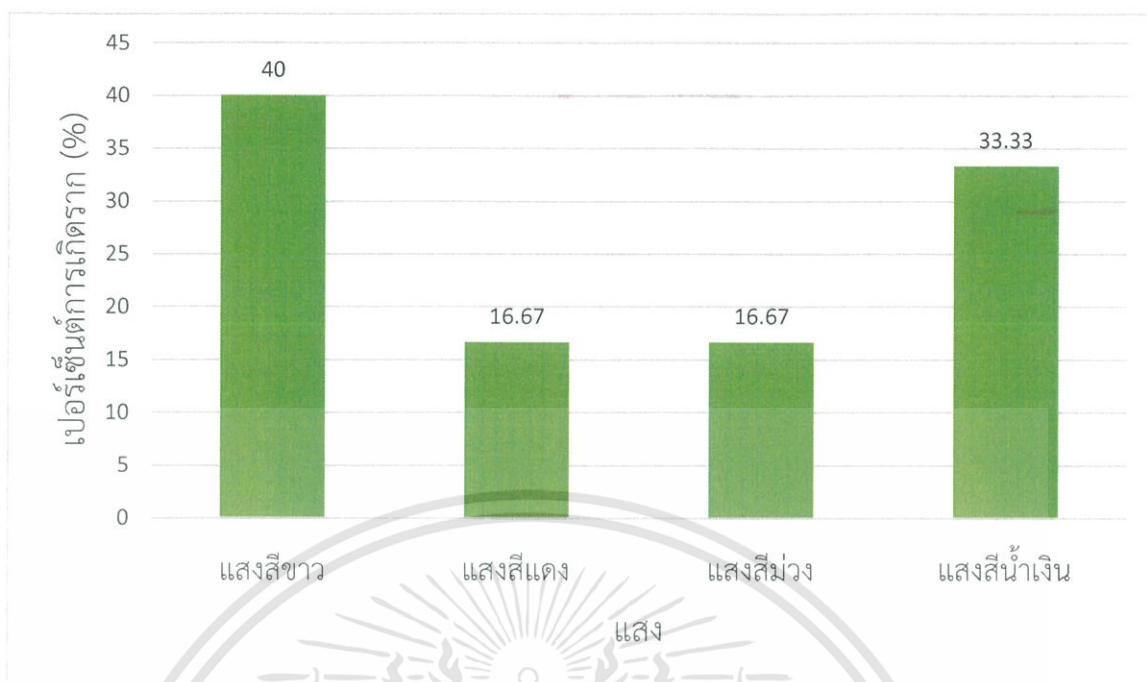


รูปที่ 4.5 การเปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติ แต่ละสภาวะแสงสีขาว แสงสีแดง แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

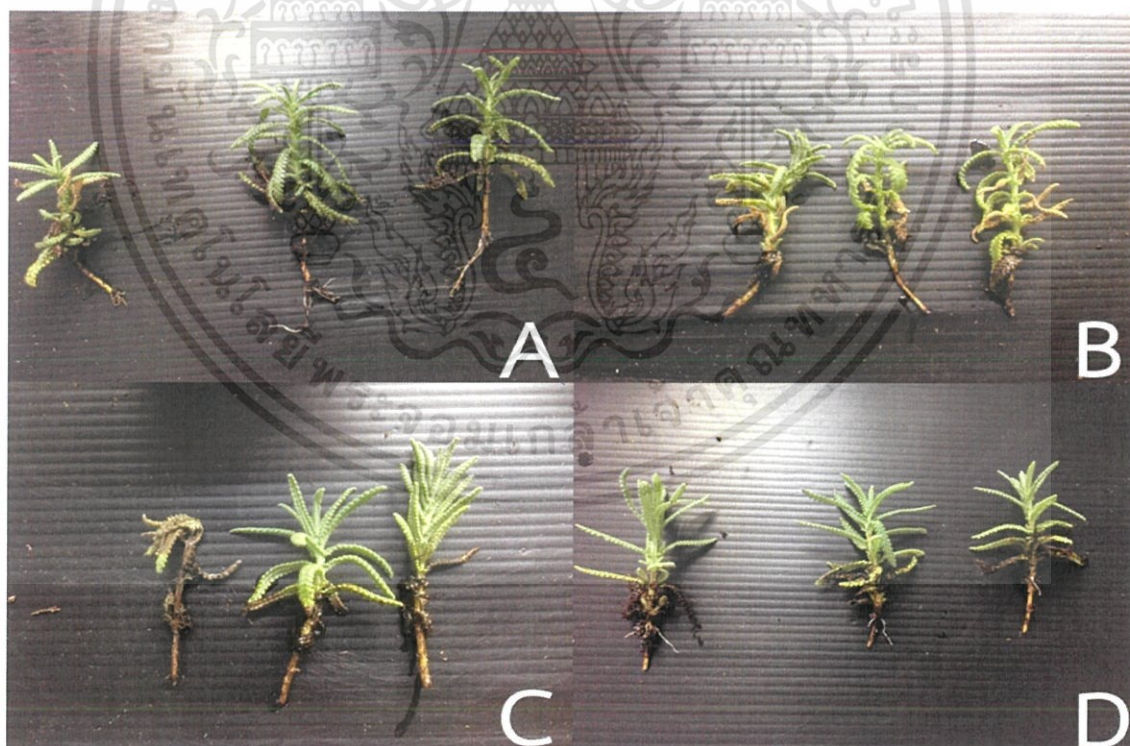


รูปที่ 4.6 การเปรียบเทียบการรอดชีวิตของต้นลาเวนเดอร์ แต่ละสภาวะแสงของแสงสีขาว แสงสีแดง แสงสีม่วง แสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ แต่ละสภาวะแสงสีขาว แสงสีแดง แสงสีม่วง แสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ ระยะเวลา 3 สัปดาห์ โดยมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์



รูปที่ 4.8 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์และการเกิดรากที่เพาะปลูกด้วยวิธีปักชำในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีขาว (A), แสงสีแดง (B), แสงสีม่วง (C) และแสงสีน้ำเงิน (D) เป็นระยะเวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ที่คลุมด้วยพลาสติกทึบแสง ภายใต้สภาวะแสง สีขาว, แสงสีน้ำเงิน, แสงสีแดง, แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง

จากการปลูกต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะปลูกในสภาพธรรมชาติลงในกระถาง ที่มีดินพีทมอส รดน้ำทุกวัน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีน้ำเงิน, แสง สีแดง, แสงสีเขียว และแสงสีเหลือง ที่คลุมด้วยพลาสติกทึบแสง ดังรูปที่ 4.9 ระยะเวลา 5 วัน โดยปักต้นลาเวนเดอร์กระถางละ 3 ต้น ทำการทดลองซ้ำสามครั้ง พบว่าต้นลาเวนเดอร์เพาะปลูกใน สภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน แสงสีแดง และแสงสีเขียว ต้นลาเวนเดอร์มีลักษณะเหี่ยว ฉะ ลำต้นมีสีน้ำตาลดำ ใบแห้งกรอบ และตายทุกต้น ส่วนแสงสีขาวมีต้นลาเวนเดอร์รอดอยู่ 2 ต้น และแสงสีเหลือง 1 ต้น ดังรูปที่ 4.10 โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสี ขาว 22.22% และแสงสีเหลืองมีเปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ 11.11% ดังตารางที่ 4.5 เนื่องจากพลาสติกทึบแสงที่ใช้คลุมต้นลาเวนเดอร์ไม่มีการระบายอากาศที่ดี เพราะโดยปกติแล้วควรมี ช่องระบายอากาศ 3-5 ช่อง เพราะวัสดุทึบแสงช่วยให้การสะท้อนของแสงภายในมีประสิทธิภาพมาก ขึ้นซึ่งจะทำให้ภายในร้อนขึ้นหากไม่มีช่องระบายอากาศมากพอ (<http://www.ledgrowing-plants.com/webboard>, สืบค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2562)

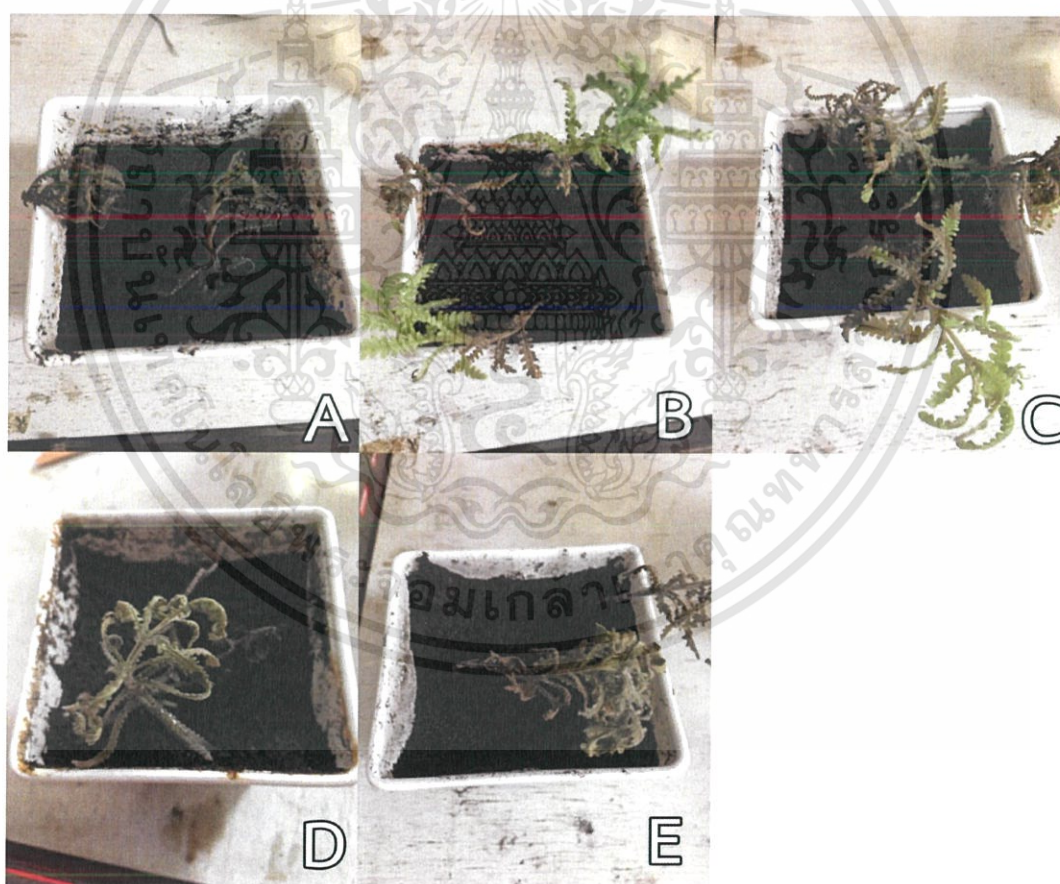


รูปที่ 4.9 วันแรกของการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ในสภาพธรรมชาติที่คลุมด้วยพลาสติกทึบ แสงภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน, แสงสีขาว, แสงสีเขียว, แสงสีแดง และแสงสีเหลือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 เปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ ได้จากการเพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีเหลือง, แสงสีน้ำเงิน และแสงสีเขียว จำนวน 9 ต้น

ต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสง	เปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ (%) ระยะเวลา 5 วัน	เปอร์เซ็นต์การรอดของต้นลาเวนเดอร์ (%) ระยะเวลา 10 วัน
สีแดง	0	0
สีขาว	22.22	0
สีเหลือง	11.11	0
สีน้ำเงิน	0	0
สีเขียว	0	0



รูปที่ 4.10 ต้นลาเวนเดอร์เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติที่คลุมด้วยภาชนะพลาสติกทึบแสงภายใต้สภาวะแสงสีแดง (A), แสงสีขาว (B), แสงสีเหลือง (C), แสงสีน้ำเงิน (D) และแสงสีเขียว (E) ระยะเวลา 5 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การศึกษาการเกิดรากของต้นลาเวนเดอร์ในสภาพไร้ดิน

4.3.1 การศึกษาการปักชำต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ (aquaponics) โดยการเปรียบเทียบสูตรอาหาร 2 สูตร

ตัดยอดลาเวนเดอร์ที่ปลูกในกระถางที่สภาวะธรรมชาติขนาด 8 เซนติเมตร มาปักชำบนถาดเพาะโดยไม่ต้องใส่ดินแล้ววางบนขวดแก้วที่มีอาหารเหลว 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมสารควบคุมการเจริญเติบโต จำนวน 3 ขวด ขวดละ 2 ต้น เปรียบเทียบกับ 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 3 ขวด ขวดละ 2 ต้น โดยวิธีอควาโปนิคส์ที่มีปั๊มสำหรับให้ออกซิเจนแก่ลาเวนเดอร์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์และมีการเติมน้ำกลั่นเพื่อให้ระดับน้ำเท่าเดิม วางไว้ภายใต้สภาวะแสงธรรมชาติ ดังรูปที่ 4.11 พบว่า การปักชำต้นลาเวนเดอร์ด้วยวิธีอควาโปนิคส์สูตรอาหาร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต มีลำต้นส่วนล่างเป็นสีน้ำตาล ไม่เกิดราก ทั้ง 6 ต้น และเกิดตะไคร่น้ำที่ขวดโดยเกิดมากกว่าขวดที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA ดังรูปที่ 4.12 และการปักชำต้นลาเวนเดอร์ด้วยวิธีอควาโปนิคส์สูตรอาหาร 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร มีลำต้นส่วนล่างเป็นสีน้ำตาล ไม่เกิดราก ทั้ง 6 ต้นและเกิดตะไคร่น้ำเช่นกัน ดังรูปที่ 4.13 ซึ่งการที่ต้นลาเวนเดอร์ตายทั้ง 2 สูตร ดังตารางที่ 4.6 เกิดจากอควาโปนิคส์เหมาะสำหรับพืชกินใบเพราะระบบมักมีไนเตรทสูงซึ่งจะทำให้น้ำเสียโดยทั่วไปจะใช้บ่อปลาที่แปลงปลูกผักแบบไฮโดรโปนิคส์ (จิ๋มพร, 2555)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ลักษณะขึ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์ที่ปักชำแบบอควาโปนิคส์ เป็นเวลา 3 สัปดาห์

สูตรอาหาร	จำนวนต้นที่ปักชำ (ต้น)	ลักษณะต้นเมื่อเวลา 3 สัปดาห์
1/8MS ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA	6	ลำต้นส่วนล่างเป็นสีน้ำตาล ไม่เกิดราก และตาย ทั้ง 6 ต้น เกิดตะไคร่น้ำที่ขวดโดยเกิดมากกว่าขวดที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA
1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร	6	ลำต้นส่วนล่างเป็นสีน้ำตาล ไม่เกิดราก และตาย ทั้ง 6 ต้น เกิดตะไคร่น้ำ



รูปที่ 4.11 วันแรกของการทดลองการปักชำลาเวนเดอร์แบบอควาโปนิคส์ที่มีอาหารเหลว 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต จำนวน 3 ขวด เปรียบเทียบกับ 1/8MS ที่ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 3 ขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ชิ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ในอาหาร 1/8 MS ที่ไม่เติมน้ำตาลและสารควบคุมการเจริญเติบโต จำนวน 6 ต้น ระยะเวลา 3 สัปดาห์



รูปที่ 4.13 ชิ้นส่วนต้นลาเวนเดอร์โดยวิธีอควาโปนิคส์ในอาหาร 1/8MS ไม่เติมน้ำตาลแต่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จำนวน 6 ต้น ระยะเวลา 3 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การศึกษาอิทธิพลของแสงสีต่างๆ ต่อการผลิตสารทุติยภูมิของต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาวะธรรมชาติ

นำต้นลาเวนเดอร์ที่ขยายพันธุ์โดยการปักชำภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพาะปลูกเป็นเวลา 2 เดือน ขนาดยาวประมาณ 2.5 ± 2 เซนติเมตร โดยดูลักษณะใบ, จำนวนใบ, หยักใบ, ความยาวระหว่างข้อต่อใบ และระดับความเข้มของสีเขียวที่ใบ จะเห็นได้ว่าต้นลาเวนเดอร์ที่ปักชำภายใต้สภาวะแสงสีขาวมีลักษณะใบที่เรียวยาวปลายแหลม หน้าใบกว้าง สีใบเขียวปานกลาง แสงสีแดงมีลักษณะใบเรียวยาวปลายใบมนงอ หน้าใบแคบ สีใบเข้มมากที่สุด แสงสีม่วงมีลักษณะใบเรียวยาวปลายใบมนงอ หน้าใบกว้าง สีใบเข้ม และแสงสีน้ำเงินมีลักษณะใบเรียวยาวตรงยาว ปลายใบโค้งมน รอยหยักใบห่าง สีใบอ่อนที่สุด แสดงดังตารางที่ 4.7 และรูปที่ 4.14 จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 645 และ 663 นาโนเมตร เพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ปักชำภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ดังตารางที่ 4.8 ผลการทดลองพบว่าภายใต้สภาวะแสงสีขาวมีปริมาณคลอโรฟิลล์เอมากที่สุด รองลงมาคือแสงสีม่วง, แสงสีแดง และแสงสีน้ำเงิน ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์บีพบในสภาวะแสงสีแดงมากที่สุด รองลงมาคือแสงสีขาว, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน นำสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ได้มาวิเคราะห์สารทุติยภูมิด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบางหรือ TLC และสารสกัดลาเวนเดอร์ที่กรองคลอโรฟิลล์ออกนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS

4.4.1. วิธีโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบางหรือ TLC

การศึกษาสารทุติยภูมิของต้นลาเวนเดอร์ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีแบบแผ่นบางหรือ TLC ที่ได้จากการปักชำภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ใช้ตัวทำละลาย ethylacetate : methanol อัตราส่วน 1:1 ภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร และ ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร ดังรูปที่ 4.15 ซึ่งเป็นการสเปกตรัมสารสกัดหยาบลาวินเดอร์ภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีน้ำเงิน และแสงสีม่วงตามลำดับ ลงบนแผ่น TLC เพื่อนำไปคำนวณหาค่า Rf ดังตารางที่ 4.9 ที่แสดงค่า Rf ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร และตารางที่ 4.10 แสดงค่า Rf ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร

ตารางที่ 4.7 แสดงความสูง, ความยาวใบ, จำนวนใบ, หักใบ, ความยาวระหว่างข้อต่อใบ, ระดับความเข้มของสีเขียวที่ใบ และลักษณะใบของต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 เดือน

ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ความสูง (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)	จำนวนใบต่อความสูงต้น	หักใบต่อหนึ่งใบ	ความยาวระหว่างข้อ(ซม.)	ระดับความเข้มของสีเขียวที่ใบ	ลักษณะใบ
ขาว	2.5	1.5	16	12	0.1	2	ใบเรียวยาวปลายแหลมหน้าใบกว้าง
แดง	2.7	1.5	17	19	0.3	4	ใบเรียวยาวปลายใบมนงอ หน้าใบแคบ
ม่วง	2.5	2	17	14	0.3	3	ใบเรียวยาวปลายใบมนงอ หน้าใบกว้าง
น้ำเงิน	2.6	2	16	15	0.4	1	ใบเรียวยาวตรงปลายใบโค้งมนรอยหักใบห่าง

หมายเหตุ ระดับความเข้มของสี

- 1 = สีเขียวเข้มน้อย
- 2 = สีเขียวเข้มปานกลาง
- 3 = สีเขียวเข้มมาก
- 4 = สีเขียวเข้มมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)



(b)



(c)

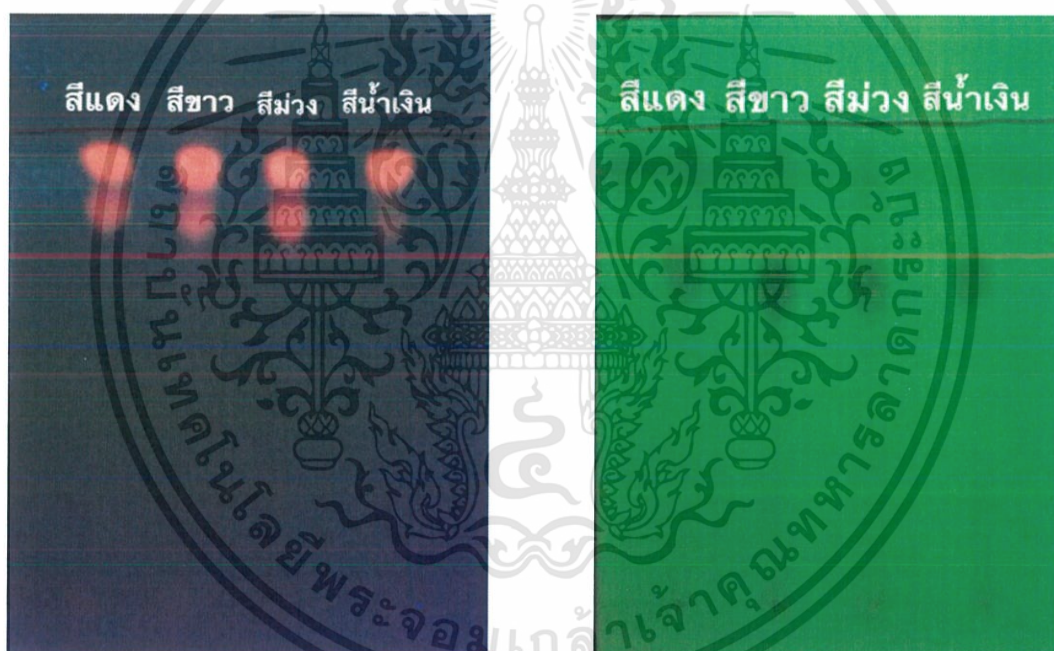
(d)

รูปที่ 4.14 ลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว (a), แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง (b), แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีม่วง (c) แสดงลักษณะปลายยอดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน (d) ระยะเวลา 2 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และคลอโรฟิลล์ บี ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 เดือน

ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ครั้งที่ 1 (g kg ⁻¹)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ครั้งที่ 2 (g kg ⁻¹)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เฉลี่ย (g kg ⁻¹)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ครั้งที่ 1 (g kg ⁻¹)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ครั้งที่ 2 (g kg ⁻¹)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เฉลี่ย (g kg ⁻¹)	Total Chlorophyll (g kg ⁻¹)
ขาว	32.24	31.89	32.07	12.33	20.12	16.22	48.29
แดง	31.07	30.06	30.56	22.49	29.65	26.07	56.64
ม่วง	31.64	31.62	31.63	13.81	17.37	15.59	47.23
น้ำเงิน	26.86	29.37	28.11	6.47	8.97	7.72	35.84



(a)

(b)

รูปที่ 4.15 แผ่น TLC ภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร จากสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ (a) แผ่น TLC ภายใต้แสง UV ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร จากสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง, แสงสีขาว, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ตามลำดับ (b)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ค่า Rf ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่ความยาวคลื่น 365 นาโนเมตร (สีน้ำเงิน)

ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ค่า Rf
ขาว	7.1	8.5	0.84
	7.9	8.5	0.93
แดง	7.1	8.5	0.84
	8.0	8.5	0.94
ม่วง	7.1	8.5	0.83
	7.8	8.5	0.92
น้ำเงิน	7.0	8.5	0.82
	8.0	8.5	0.94

ตารางที่ 4.10 ค่า Rf ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่ความยาวคลื่น 254 นาโนเมตร (สีเขียว)

ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ระยะทางที่สารเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ (เซนติเมตร)	ค่า Rf
ขาว	6.4	8.5	0.75
แดง	6.5	8.5	0.76
ม่วง	6.4	8.5	0.75
น้ำเงิน	6.4	8.5	0.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

สารสกัดลาเวนเดอร์สายพันธุ์ *Lavandula dentata* ภายใต้สภาวะแสงสีขาวแสดงดังตารางที่ 4.11 และรูปที่ 4.16 มีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 26 องค์ประกอบ โดยมี 1,8 - Cineole (16.15%, Peak height = 2,009,288 m/z), Benzofuran (24.5%), 1,6-Anhydro-.beta.-D-glucopyranose(levoglucosan) (15.64%) เป็นองค์ประกอบหลัก ภายใต้สภาวะแสงสีแดง แสดงดังตารางที่ 4.12 และรูปที่ 4.17 มีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 13 องค์ประกอบ โดยมี 1,8-Cineole (40.44%, Peak height = 1,592,190 m/z), Benzofuran (21.54%), 1,6-Anhydro-.beta. -D-glucopyranose (levoglucosan) (11.64%) เป็นองค์ประกอบหลัก ภายใต้สภาวะแสงสีม่วงแสดงดังตารางที่ 4.13 และรูปที่ 4.18 มีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 14 องค์ประกอบ โดยมี 1,8-Cineole (42.75%, Peak height = 1,465,174 m/z), Benzofuran (13.1%), 2H-1-Benzopyran-2-one, 7-methoxy- (8.87%) เป็นองค์ประกอบหลัก ภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงินแสดงดังตารางที่ 4.14 และรูปที่ 4.19 มีองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด 11 องค์ประกอบ โดยมี 1,8-Cineole (51.86%, Peak height = 2,780,835 m/z), Benzofuran (14.99%), 1,6-Anhydro-.beta. -D-glucopyranose (levoglucosan) (8.38%) เป็นองค์ประกอบหลัก จะเห็นได้ว่า สารทุติยภูมิของลาเวนเดอร์ที่ปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงิน มี 1,8 - Cineole เป็นองค์ประกอบหลักที่มากที่สุดซึ่งมีประโยชน์เป็นยาแก้ปวดต้านการอักเสบต้านเชื้อแบคทีเรียต้านจุลชีพในอากาศ, เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ, รักษาภาวะความดันโลหิตต่ำและความดันโลหิตสูง, เพิ่มการไหลเวียนของเลือดในสมอง, ใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงเครื่องสำอางและผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เนื่องจากมีกลิ่นและรสเผ็ดที่น่าพึงพอใจ, ใช้ในการแต่งกลิ่นน้ำหอมและเครื่องสำอางทางการแพทย์ใช้ระงับอาการไอ, น้ำยาบ้วนปาก, รักษาโรคไซนัส, โรคไขข้อ, ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ, เคล็ดขัดยอก, เป็นสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันซึ่งสามารถใช้ในโรคติดเชื้อและเคมีบำบัด, ช่วยเรื่องทางเดินหายใจจากไซนัสอักเสบ, หอบหืด, หลอดลมอักเสบเฉียบพลันและโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง, รักษาอาการเจ็บคอและโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง, รักษาโรคถุงส่ว, เริม, หัด, สิว, อีสุกอีใส, แผลไหม้ และใช้เป็นยาขับไล่แมลงและยาฆ่าแมลง (<https://ayurvedicoils.com/tag/1-8-cineole-therapeutic-properties>, วันที่สืบค้น 15 มิถุนายน 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 สารทุติยภูมิในสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

Peak	Peak height (m/z)	% of total
1. 1,8 - Cineole	2,009,288	16.150%
2. Phenol, 2-methyl-	5,985	0.051%
3. Bicyclo [3.1.1] heptane	31,615	0.209%
4. Bicyclo [2.2.1] heptan-2-one	19,512	0.162%
5. trans-Sabinene hydrate	13,460	0.156%
6. Fomepizole	14,725	0.119%
7. trans-Pinocarveol	39,586	0.435%
8. Benzofuran	601,155	24.516%
9. .delta. -terpineol	145,644	2.886%
10. 3-Cyclohexane-1-methanol	180,241	1.569%
11. Myrtenol	47,107	0.667%
12. 2,3-Dihydro-benzofuran	28,478	0.576%
13. Phenol, 3-methyl-	33,704	0.739%
14. 4-vinyl-2-methoxy-phenol	28,022	0.346%
15. 6,6-dimethyl-	23,667	0.501%
16. 2-Hydroxy-3-methylbenzaldehyde	22,325	0.302%
17. Chloroxyleneol	71,911	1.394%
18. 5-Methyl-5-hydroxy-1,2-octadian-7-yn-4-one	913,259	9.029%
19. 2,1,3-Benzothiadiazole	280,803	3.456%
20. Benzofuran	423,162	7.530%
21. 1,6-Anhydro-.beta.-D-glucopyranose(levoglucosan)	264,336	15.641%
22. Ethyl .alpha. -d-glucopyranoside	93,266	4.600%
23. 2H-1-Benzopyran-2-one	676,252	6.427%
24. 4-Fluoro-4'-methoxybiphenyl	73,458	0.712%
25. 1,3-Diphenyl-1,3,5,5-tetramethyl-cyclotrisiloxane	84,538	0.759%
26. Hexanediotic acid	89,850	1.067%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 สารทุติยภูมิในสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีแดง ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

Peak	Peak height (m/z)	% of total
1. 1,8-Cineole	1,592,190	40.436%
2. Linalool	10,040	0.249%
3. L-fenchone	7,039	0.204%
4. Benzofuran	316,463	21.543%
5. 3-Cyclohexane-1-methanol	30,738	0.889%
6. Phenol,4-chloro-3,5-dimethyl-	16,646	1.064%
7. 5-Methyl-5-hydroxy-1,2-octadien-7-yn-4-one	306,532	8.665%
8. Imidazole,2-trifluoromethyl-	23,393	1.578%
9. 2H-1-Benzopyran-2-one	122,601	5.111%
10. 1,6-Anhydro-.beta. -D-glucopyranose (levoglucosan)	76,497	11.636%
11. 2H-1-Benzopyran-2-one, 7-methoxy-	167,456	4.763%
12. 1,3-Diphenyl-1,3,5,5-tetramethyl-cyclotrisiloxane	48,771	1.140%
13. DI-(2-ethylhexyl) Ester of Adipic acid	70,420	2.722%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 สารทุติยภูมิในสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีม่วง ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

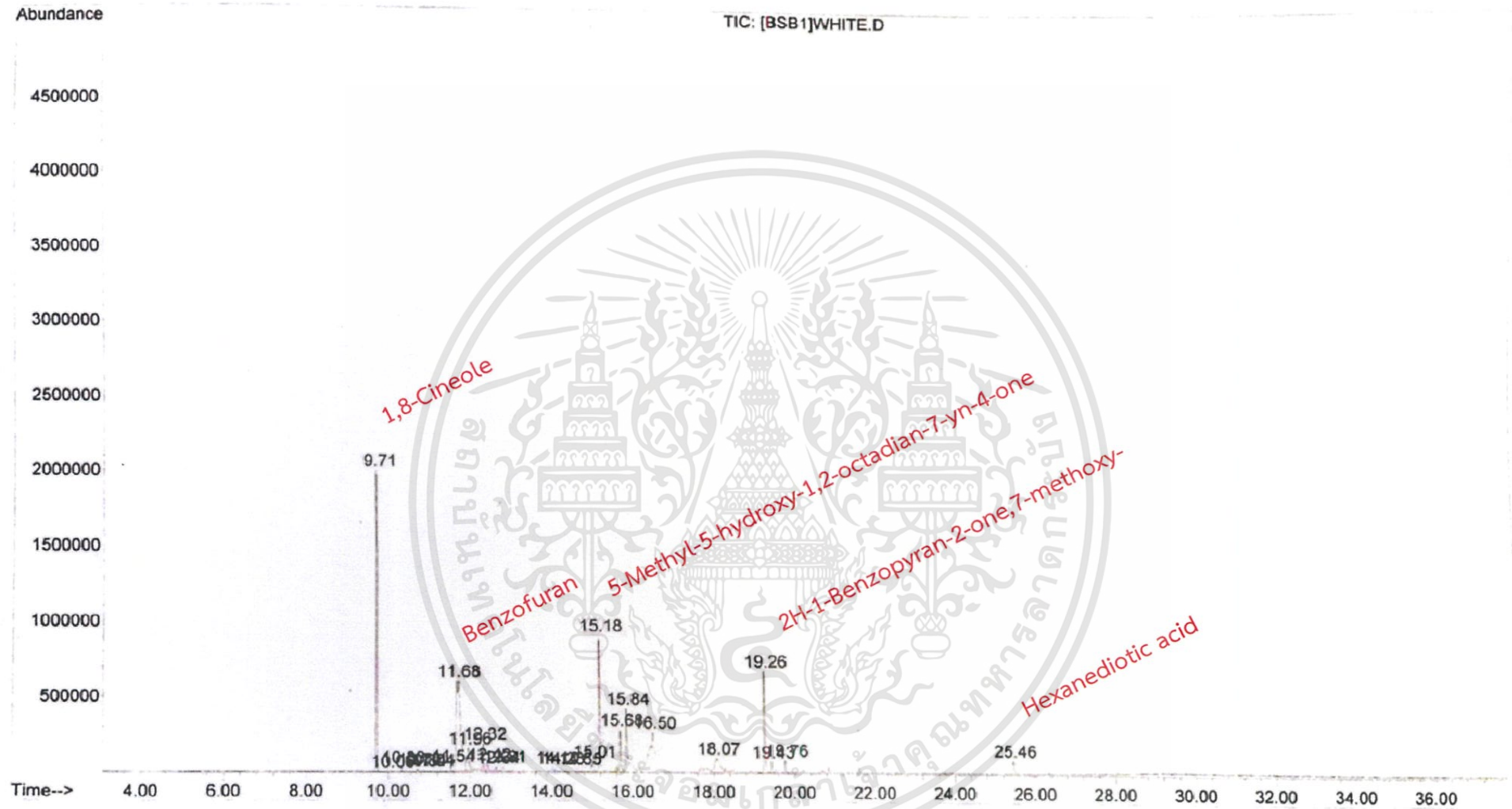
Peak	Peak height (m/z)	% of total
1. 1,8-Cineole	1,465,174	42.751%
2. Linalool	11,719	0.311%
3. L-fenchone	10,639	0.585%
4. Benzofuran	74,735	13.098%
5. 3-Cyclohexane-1-methanol	36,529	2.365%
6. .alpha.-Terpinene	35,019	1.189%
7. 3,3-Dimethyl-6-methylenecyclohexane	16,728	0.919%
8. Benzoic acid, 3,5-dimethyl-	189,802	7.613%
9. 8-Hydroxycarvotanacetone	12,857	0.594%
10. 2-Hydroxy-5-methylbenzaldehyde	26,419	1.685%
11. 2H-1-Benzopyran-2-one	97,152	7.523%
12. 1,6-Anhydro-.beta.-D-glucofuranose (levoglucosan)	41,439	6.708%
13. 2H-1-Benzopyran-2-one, 7-methoxy-	215,810	8.866%
14. Hexanedioic acid, bis(2-ethylhexyl) ester	132,498	5.792%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

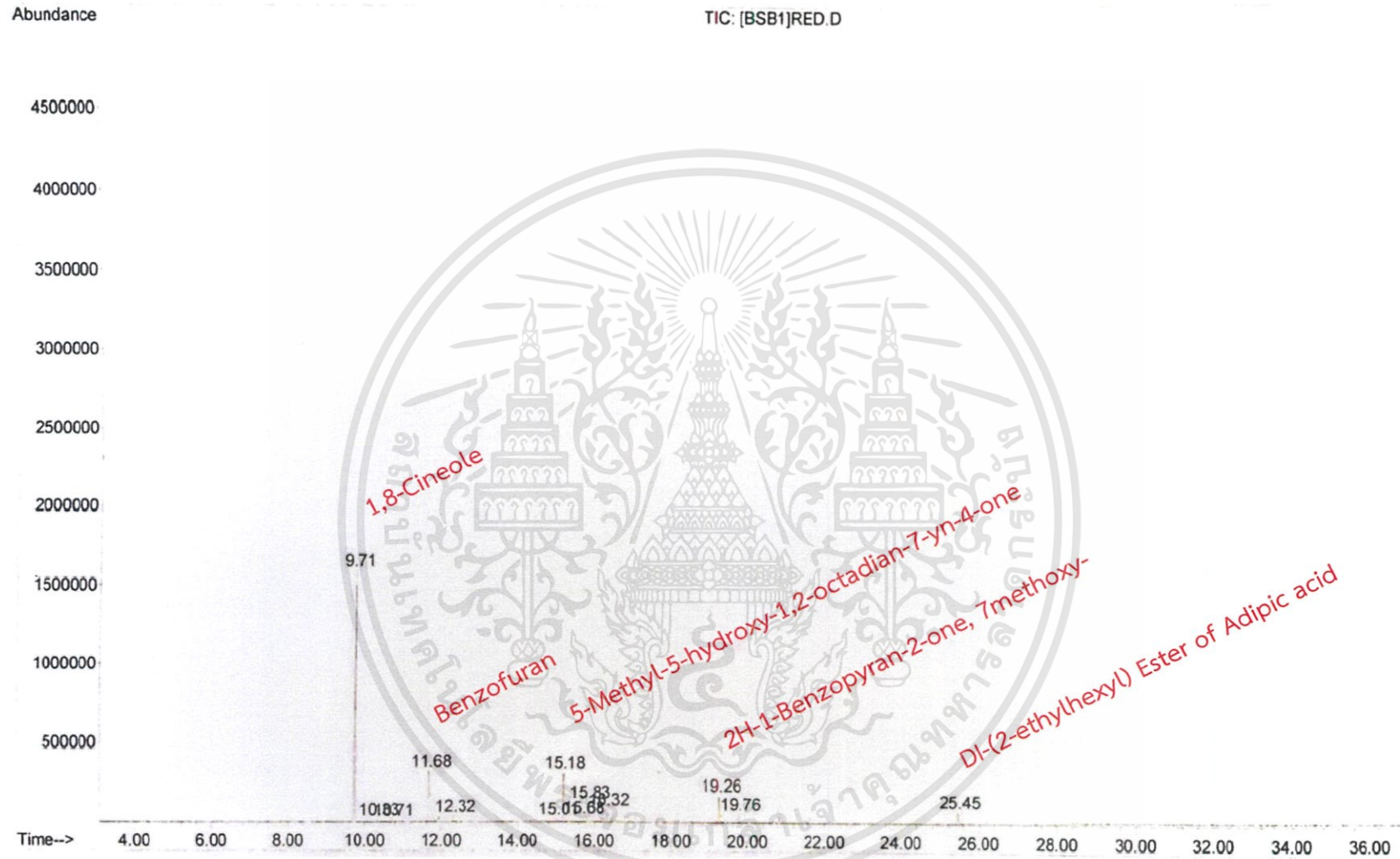
ตารางที่ 4.14 สารทุติยภูมิในสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 เดือน วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer

Peak	Peak height (m/z)	% of total
1. 1,8-Cineole	2,780,835	51.856%
2. Trans-Sabinene hydrate	26,631	0.518%
3. .alpha. -Thujone	17,040	0.385%
4. Benzofuran	172,907	14.995%
5. .alpha. Terpineol	72,881	1.520%
6. Myrtenol	23,038	0.899%
7. 2,4,6-Trimethyl-1,3- benzenediamine	252,856	6.695%
8. 2,1,3-Benzothiadiazole	81,978	3.991%
9. 2H-1-Benzopyran-2-one (CAS)	120,310	5.916%
10. 1,6-Anhydro- .beta. -D- glucopyranose (levoglucosan)	66,004	8.376%
11. 2H-1-Benzopyran-2-one,7- methoxy-	170,777	4.848%

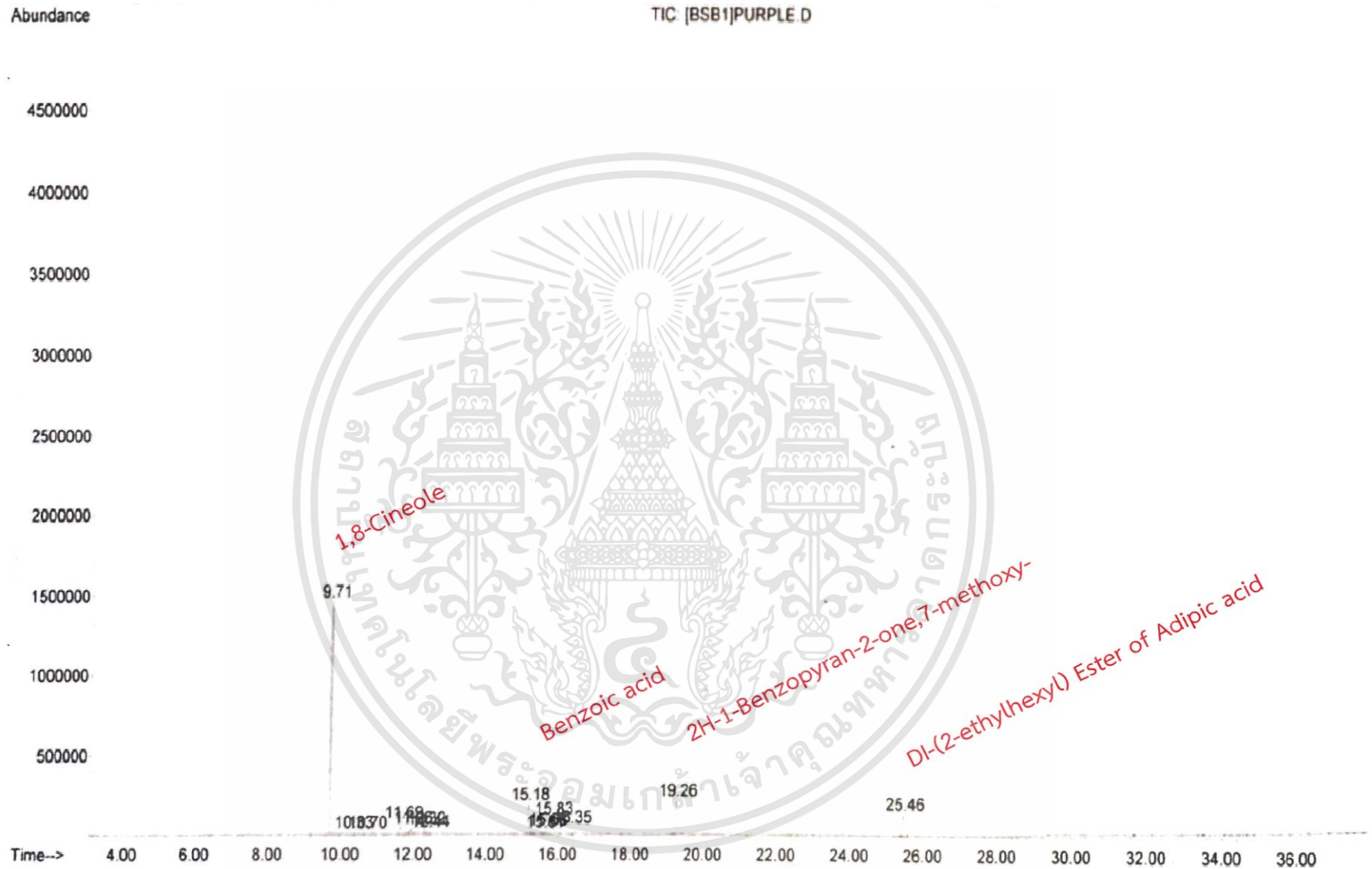
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



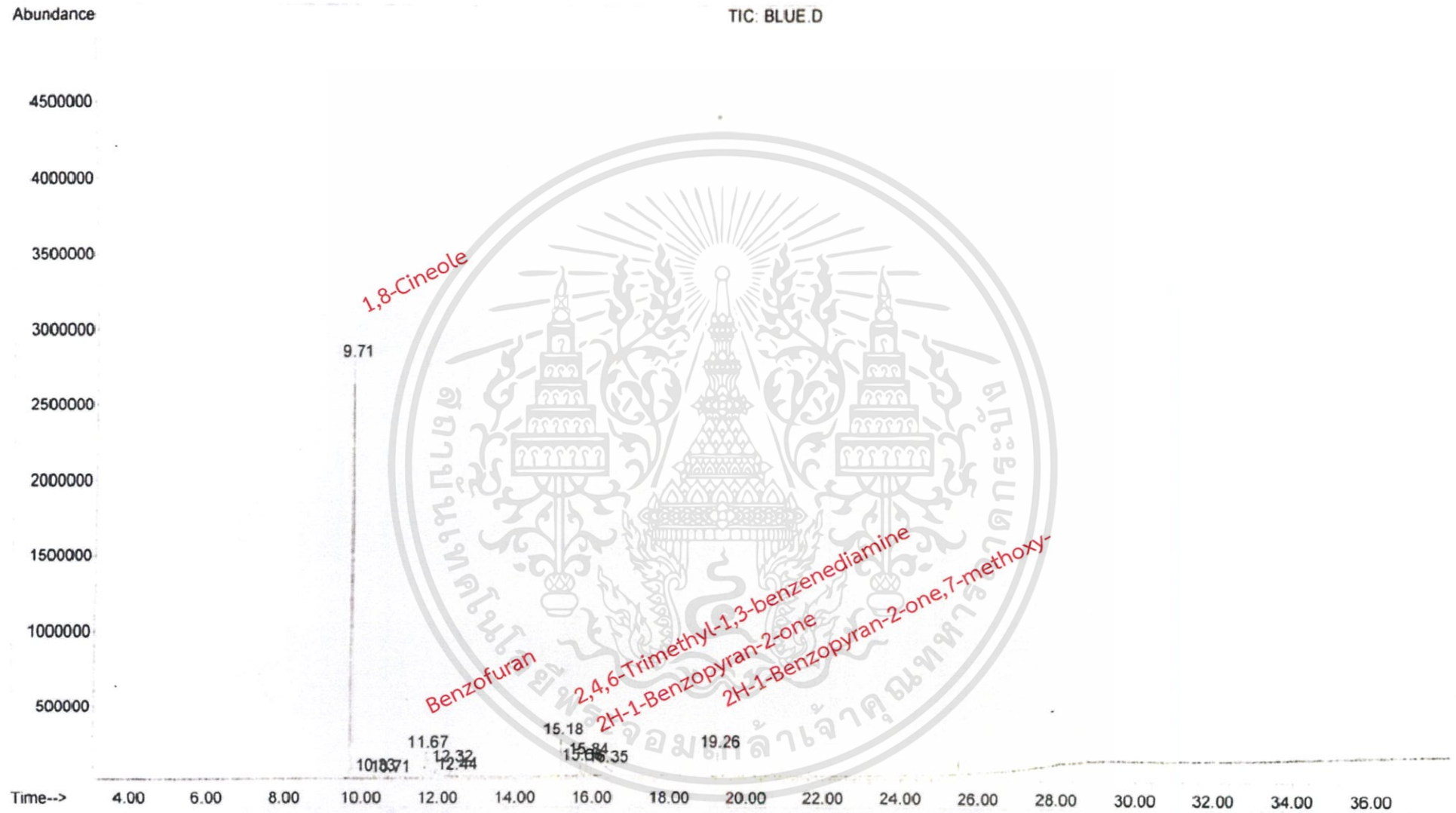
รูปที่ 4.16 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีขาว ระยะเวลา 2 เดือน



รูปที่ 4.17 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีแดง ระยะเวลา 2 เดือน



รูปที่ 4.18 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีม่วง ระยะเวลา 2 เดือน



รูปที่ 4.19 โครมาโทแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกในสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงิน ระยะเวลา 2 เดือน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองการศึกษาอิทธิพลของแสงต่อการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์ในเขตทดลองพบว่า สภาวะแสงที่ดีที่สุดในการขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ในเขตทดลอง คือ แสงสีขาว เนื่องจากมีการเจริญเติบโตที่ดี ทั้งความสูง การเกิดยอด และการเกิดรากในระยะเวลาเพียง 1 สัปดาห์ เมื่อเทียบกับแสงสีแดง สีม่วง และแสงสีน้ำเงิน ที่ไม่มีการเกิดรากแต่ยังเจริญเติบโตได้อยู่ ส่วนการศึกษาอิทธิพลของแสงต่อการเจริญของต้นลาเวนเดอร์ในการเพาะปลูกสภาพธรรมชาติโดยใช้ปลายยอดจากการเพาะปลูกแบบไฮโดรโปนิคส์มาปักชำลงบนดิน พบว่าสภาวะแสงที่ดีที่สุดในการขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ คือ แสงสีขาว โดยมีความสูงเฉลี่ยมากที่สุด และมีการเกิดรากเมื่อครบระยะเวลา 3 สัปดาห์ เมื่อนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าสารสกัดลาเวนเดอร์ที่สกัดจาก *Lavandula dentata* ภายใต้สภาวะแสงสีขาว มีจำนวนองค์ประกอบมากที่สุดอยู่ที่ 26 องค์ประกอบ รองลงมาเป็นแสงสีม่วงมี 14 องค์ประกอบ, แสงสีแดงมี 13 องค์ประกอบ และแสงสีน้ำเงินมี 11 องค์ประกอบ โดยที่องค์ประกอบหลักของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่มีมากที่สุดคือ 1-8-cineole ซึ่งในรายงานของ Dammak. *et al.* (2019) สรุปว่า 1-8-cineole มีประโยชน์เป็นฤทธิ์ต้านเชื้อราโดยยับยั้งการเจริญเติบโตไมซีเลียของ *Aspergillus carbonarius* และสารพิษ ochratoxin ในรายงานของ Martins. *et al.* (2017) สรุปว่า 1,8-cineol ที่สกัดได้จากใบ *Croton rhamnifolioides* มีฤทธิ์ต้านการอักเสบเฉียบพลันและเรื้อรังและต่อต้าน edematogenic ปัจจัยที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาการอักเสบ ในรายงานของ Rodenak. *et al.* (2014) สรุปว่า 1,8-cineole มีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในเซลล์ไลน์ของมนุษย์ และในรายงานของ Rossi and Palacios (2015) สรุปว่า 1,8-cineole มีฤทธิ์เป็นยาฆ่าแมลง โดยเป็นพิษกับแมลงวันสายพันธุ์ *Musca domestica*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2556. การขยายพันธุ์พืช. [Online]. Available : http://www.servicelink.doae.go.th/webpage/book_%2024%20guide/09.pdf.
- เกษตร ทอกราว. 2562. ฮอริโมนพืช ต่างกับสารควบคุมการเจริญเติบโตพืชอย่างไร. [Online]. Available : https://www.technologychaoban.com/agricultural-technology/article_105286.
- คำคุณ กาญจนภูมิ. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จุนธิภา โยธาทิพย์, พาสินี สุนากร และพัชรียา บุญกอแก้ว. 2550. “การศึกษาการปลูกพืชภายในอาคารโดยใช้แสงประดิษฐ์.” การประชุมวิชาการ ครั้งที่ 7. นครปฐม : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์กำแพงแสน.
- ไชยนันท์ บุญมี และนภัทร วัจนเทพินทร. 2560. ไดโอดเปล่งแสงสีอะไรเหมาะสมกับการปลูกพืช ? วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, ฉบับที่ 1. นนทบุรี : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ.
- ถวัลย์ พัฒนเสถียรพงศ์. 2534. ปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน. พรานนกการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ทิมมพร ศิริดี. 2555. Aquaponics วิธีผลิตอาหารยุคใหม่. [Online]. Available : <http://www.kasetporpeang.com/forums/index.php?topic=71364.0>
- นิพนธ์ จิตตำนาน. 2559. อควาโพนิกส์ เทคโนโลยีใหม่ของ ระบบของการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์น้ำ. [Online]. Available : https://www.khaosod.co.th/view_newsonline.php?newsid=1465192655.
- ประศาสตร์ เกื้อมณี. 2536. เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- ปราโมทย์ ทองเนียม. 2010. การสังเคราะห์ด้วยแสง. [Online]. Available : <http://www.thaigoodview.com/node/18097>.
- พัชรี สำโรงเย็น และอภิชาติ ศรีสะอาด. 2559. ผักไฮโดรโปนิิกส์ (ฉบับชาวบ้าน). นาคา อินเตอร์มีเดีย. กรุงเทพฯ.
- ภิญโญ พานิชพันธ์. สเปกตรัมของสีและคลอโรพลาสต์เกี่ยวข้องกันอย่างไร. [Online]. Available : <https://il.mahidol.ac.th/e-media/photosynthesis/cloroplast/cloroplast5.htm>.
- วรัปศร อคินียุทธ. 2562. วิธีปักชำต้นไม้ให้ได้ผล. [Online]. Available : <https://www.baanlaesuan.com/9486/plant-scoop/cuttings>.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิชัย ลิขิตพรักษ์. 2559. การควบคุมการเจริญเติบโตและการตอบสนองของพืช. [Online].

Available : <https://www.slideshare.net/meemahidol/4-66403346>

สัมพันธ์ คัมภีรานนท์. ฮอริโมนพืช. วท.ม. (พืชไร่) วท.บ. (เกษตรศาสตร์). กรุงเทพฯ.

อารยา หงส์เพชร. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. [Online].

Available : http://lib3.dss.go.th/fulltext/dss_j/2545_50_160.pdf.

Aedajung. 2555. วิธีการปลูกลาเวนเดอร์. [Online].

Available : http://adajungja.blogspot.com/2012/01/blog-post_1958.html.

Addy MM, Kabir F, Zhang R, Lu Q, Deng X, Current D, Griffith R, Ma Y, Zhou W, Chen P and Ruan R. 2017. “Co-cultivation of microalgae in aquaponic systems.”

Bioresource Technology. 245 : 27-34.

Bello-Bello JJ, Martínez-Estrada E, Caamal-Velázquez JH and Morales-Ramos V. 2015.

“Effect of LED light quality on in vitro shoot proliferation and growth of vanilla (*Vanilla planifolia* Andrews).” *African Journal of Biotechnology*. 15(8) : 272-277.

Ben Djemaa FG, Bellassoued K, Zouari S, El Feki A and Ammar E. 2016. “Antioxidant and wound healing activity of *Lavandula aspic* L. ointment.” *Journal of Tissue Viability*. 25 : 193-200.

Boelens, M. 1995. “Chemical and sensory evaluation of *Lavandula* oils.” *Perfum Flavorist*. 20 : 23-51.

Calvo, M.C. and Segura, J. 1989b. “Plant regeneration from cultured leaves of *Lavandula latifolia* Medicus: Influence of growth regulators and illumination conditions”. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 19 : 33-42.

Chang HS, Chakrabarty D, Hahn EJ and Paek KY. 2002. “Micropropagation of calla lily (*Zantedeschia albomaculata*) via in vitro shoot tip proliferation.” *In Vitro Cell. Dev. Biol.- Plant*. 39 : 129-134.

Chu C. J. and Kemper K. J. 2001. *Lavender (Lavandula spp.)*. [Online].

Available : <http://longwoodherbal.org/lavender/lavender.pdf>.

Dob T, Dahmane D, Tayeb B and Chelghoum C. 2005. “Chemical composition of the essential oil of *Lavandula dentata* L. from Algeria.” *International Journal of Aromatherapy*. 15 : 110-114.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Dammak, I., Hamdi, Z., Kammoun El Euch, S., Zemni, H., Mliki, A., Hassouna, M. and Lasram, S. 2019. "Evaluation of antifungal and anti-ochratoxigenic activities of *Salvia officinalis*, *Lavandula dentata* and *Laurus nobilis* essential oils and a major monoterpene constituent 1,8-cineole against *Aspergillus carbonarius*." *Industrial Crops & Products*. 128 : 85–93.
- Jordan, A.M., Calvo, M.C. and Segura, J. 1990. "Morphogenesis in callus and single-cell cultures of *Lavandula latifolia* Medicus." *Journal of Horticultural Science*. 65(1) : 49-53.
- Lichtenthaler, H.K. and Wellburn, A.R. 1983. Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf in different solvents. *Biochemical Society Transactions*. 11 : 591-592
- Lim, Y.J. and S.H. Eom. 2013. "Effects of different light types on root formation of *Ocimum basilicum* L. cuttings." *Scientia Horticulturae*. 164 : 552-555.
- Martins, A.O., Rodrigues, L.B., Cesário, F.R., de Oliveira, M.R., Tintino, C.D., e Castro, F.F., Alcântara, I.S., Fernandes, M.N., de Albuquerque, T.R., da Silva, M.S., de Sousa Araujo, A.A., Juniur, L.J., de Costa, J.G., de Menezes, I.R., Wanderley, A.G. 2017. "Anti-edematogenic and anti-inflammatory activity of the essential oil from *Croton rhamnifolioides* leaves and its major constituent 1, 8-cineole (eucalyptol)." *Biomed. Pharmacother*. 96 : 384–395.
- Rodenak Kladniew B, Polo M, Montero Villegas S, Galle M, Crespo R, Garcíade Bravo M. 2014. "Synergistic antiproliferative and anticholesterogenic effects of linalool, 1,8-cineole, and simvastatinon human cell lines." *Chemico-Biological Interactions*. 214 : 57-68.
- Rossi, Y.E. and Palacios, S.M. 2015. "Insecticidal toxicity of *Eucalyptus cinerea* essential oil and 1,8-cineole against *Musca domestica* and possible uses according to the metabolic response of flies." *Industrial Crops & Products*. 63 : 133-137.
- Samuoliene G, Brazaityte A, Urbonaviciute A, Sabajeviene G and DuchovskisP . 2010. "The effect of red and blue light component on the growth and development of frigo strawberrie." *Zemdirbyste-Agriculture*. 97 : 99-104.
- Saowinee Nakhonsri. 2555. การตอบสนองของพืชต่อช่วงแสง. [Online]. Available : http://saowinee.blogspot.com/2012/12/blog-post_17.html.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Sudria, C., Pinol, M.T., Palazon, J., Cusido, R.M., Vila, R., Morales, C., Bonfill, M. and Canigual, S. 1999. "Influence of plant growth regulators on the growth and essential oil content of cultured *Lavandula dentata* plants." *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 58 : 177-184.
- Touati B, Chograni H, Hassen I, Boussaïd M, Toumi L and Brahim NB. 2011. "Chemical composition of the leaf and flower essential oils of Tunisian *Lavandula dentata* L. (Lamiaceae)." *Chem Biodivers*. 8 : 1560-1569.
- Tsuro M, Koda M and Inoue M. 1999. "Comparative effect of different types of cytokinin for shoot formation and plant regeneration in leaf-derived callus of lavender (*Lavandula vera* DC)." *Scientia Horticulturae*. 81 : 33-336.
- [Online]. Available : <http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:449031-1#sources>. วันที่สืบค้น 11 มิถุนายน 2562
- [Online]. Available : <https://www.thaibiotech.info/what-is-chlorophyll.php>. วันที่สืบค้น 7 มิถุนายน 2562
- [Online]. Available : <https://www.aee-growlight.com/led-grow-light-คืออะไร>. วันที่สืบค้น 7 มิถุนายน 2562
- [Online]. Available : <https://ayurvedicoils.com/tag/1-8-cineole-therapeutic-properties>. วันที่สืบค้น 15 มิถุนายน 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

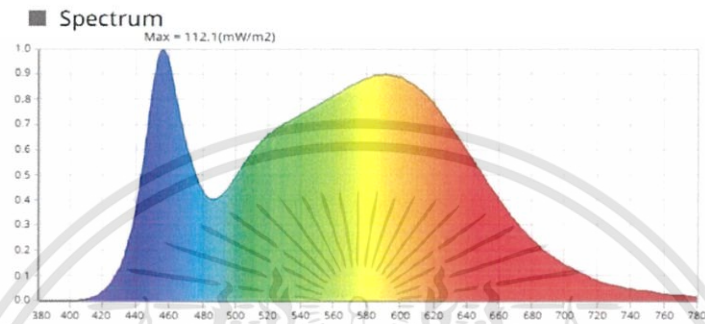


ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การวัดค่าปริมาณความเข้มแสง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และแสงสีน้ำเงินในการทดลองการขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ด้วยวิธีการปักชำ, การย้ายต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงปลูกในดินที่ผสมสภาพธรรมชาติและการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในขวดทดลอง

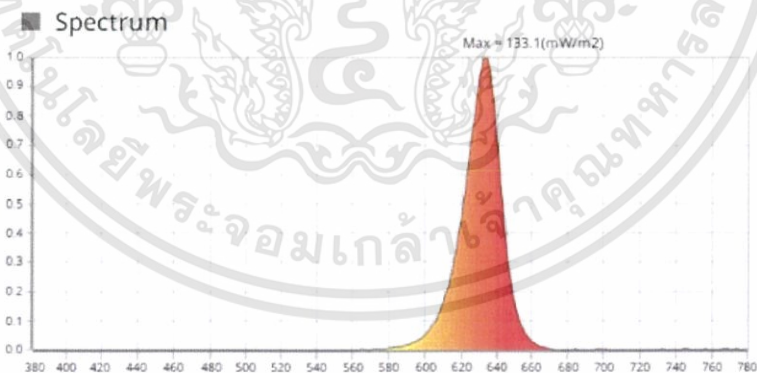


รูปที่ ก.1 Spectrum สภาวะแสงสีขาว

LUX : 6176 lx

PPFD : 67.49 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λP : 455 nm



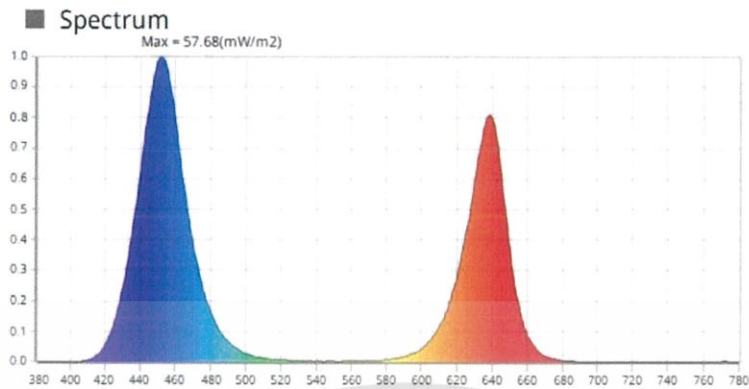
รูปที่ ก.2 Spectrum สภาวะแสงสีแดง

LUX : 665.3 lx

PPFD : 17.89 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λP : 632 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

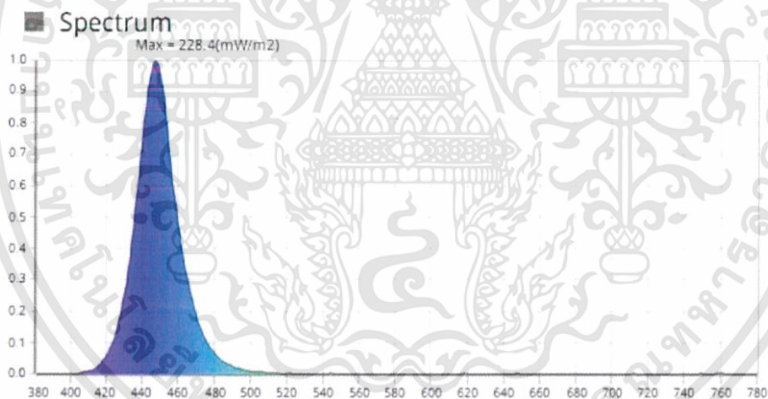


รูปที่ ก.3 Spectrum สภาวะแสงสีม่วง

LUX : 300.9 lx

PPFD : 14.51 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 451 nm



รูปที่ ก.4 Spectrum สภาวะแสงสีน้ำเงิน

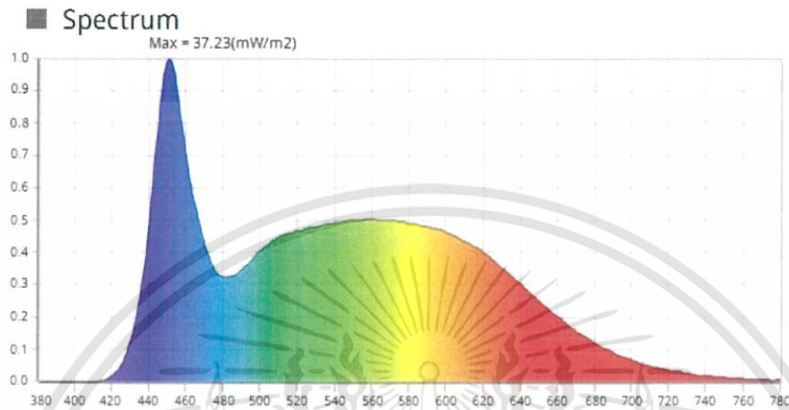
LUX : 191.8 lx

PPFD : 24.16 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 446 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่าปริมาณความเข้มแสง ภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีเหลือง, แสงสีเขียว และแสงสีน้ำเงินในการทดลองเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ที่คลุมด้วยภาชนะพลาสติกทึบแสง



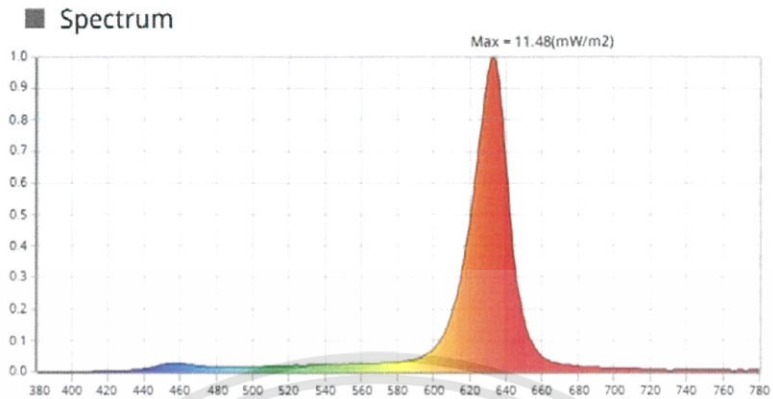
รูปที่ ก.5 Spectrum สภาวะแสงสีขาว

LUX : 1255 lx

PPFD : 18.56 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 450 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

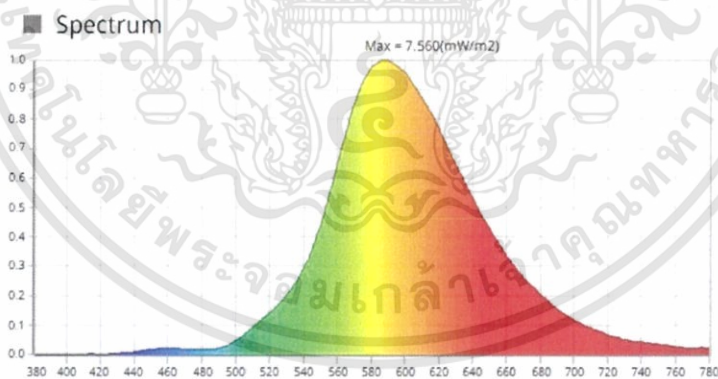


รูปที่ ก.6 Spectrum สภาวะแสงสีแดง

LUX : 73.74 lx

PPFD : 1.762 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 632 nm



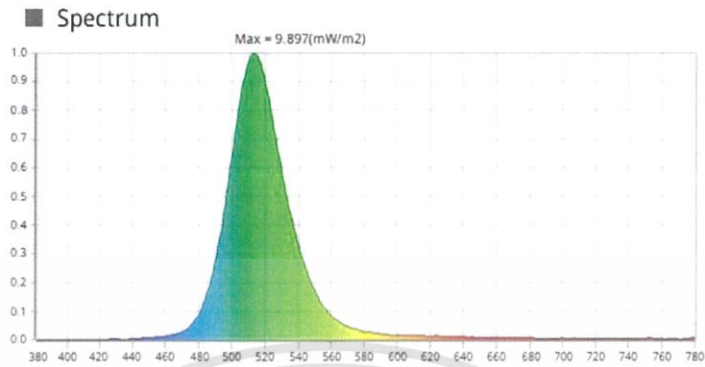
รูปที่ ก.7 Spectrum สภาวะแสงสีเหลือง

LUX : 303.3 lx

PPFD : 3.799 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 587 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

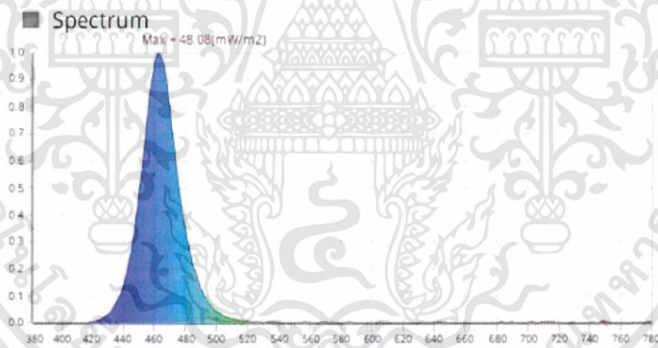


รูปที่ ก.8 Spectrum สภาวะแสงสีเขียว

LUX : 169.9 lx

PPFD : 1.829 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 512 nm



รูปที่ ก.9 Spectrum สภาวะแสงสีน้ำเงิน

LUX : 83.52 lx

PPFD : 5.544 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$

λ_P : 462 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ข้อมูลดิบของผลการทดลอง

ตารางที่ ข.1 แสดงผลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่สภาวะแสงสีขาว ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขวดที่	ความสูง ที่วัดได้ (ซม.)	ความสูง เริ่มต้น (ซม.)	ความสูง สุดท้าย (ซม.)	ระยะเวลา การเกิดราก	จำนวนยอด (ยอด)
1	4	2	2	1 สัปดาห์	3
2	4.5	2	2.5	1 สัปดาห์	6
3	3.5	2	1.5	1 สัปดาห์	3
4	4	2	2	1 สัปดาห์	1
5	3	2	1	1 สัปดาห์	1
6	5.7	2	3.7	1 สัปดาห์	5
7	6	2	4	1 สัปดาห์	6
เฉลี่ย			2.3857	1 สัปดาห์	3.5714

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่สภาวะแสงสีแดง ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขวดที่	ความสูงที่ วัดได้ (ซม.)	ความสูง เริ่มต้น (ซม.)	ความสูง สุดท้าย (ซม.)	ระยะเวลา การเกิดราก	จำนวนยอด (ยอด)
1	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	6
2	5.5	2	3.5	ไม่เกิดราก	6
3	3	2	1	ไม่เกิดราก	6
4	3	2	1	ไม่เกิดราก	1
5	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	7
6	4.5	2	2.5	ไม่เกิดราก	1
7	4.5	2	2.5	ไม่เกิดราก	6
เฉลี่ย			1.6428	ไม่เกิดราก	4.7142

ตารางที่ ข.3 แสดงผลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่สภาวะแสงสีม่วง ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขวดที่	ความ สูงที่วัด ได้	ความสูง เริ่มต้น (ซม.)	ความสูง สุดท้าย (ซม.)	ระยะเวลาการ เกิดราก	จำนวนยอด (ยอด)
1	4	2	2	ไม่เกิดราก	5
2	4.5	2	2.5	ไม่เกิดราก	4
3	2.8	2	0.8	ไม่เกิดราก	5
4	3	2	1	ไม่เกิดราก	4
5	3	2	1	ไม่เกิดราก	5
6	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	2
7	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	5
เฉลี่ย			1.1857	ไม่เกิดราก	4.2857

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.4 แสดงผลการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองที่สภาวะแสงสีน้ำเงิน
ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ขวดที่	ความสูงที่วัดได้ (ซม.)	ความสูงเดิม (ซม.)	ความสูงสุดท้าย (ซม.)	ระยะเวลาการเกิดราก (ซม.)	จำนวนยอด (ยอด)
1	4.5	2	2.5	ไม่เกิดราก	1
2	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	1
3	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	1
4	2.5	2	0.5	ไม่เกิดราก	1
5	3.5	2	1.5	ไม่เกิดราก	2
6	3.5	2	1.5	ไม่เกิดราก	2
7	3	2	1	ไม่เกิดราก	1
เฉลี่ย			1.1428	ไม่เกิดราก	1.2857

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.5 ความสูงที่เพิ่มขึ้น, การเกิดราก และการรอดของการปักชำลาเวนเดอร์ลงปลูกในดินสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีขาวระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 30 ต้น

กระถางที่	ต้นที่	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ความสูง 3 สัปดาห์ - ความ สูงเริ่มต้น) (ซม)	เกิดราก	รอด
1	1	1	ไม่เกิดราก	+
	2	1.5	ไม่เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
2	1	1	เกิดราก	+
	2	1.5	เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
3	1	1.5	เกิดราก	+
	2	2.5	เกิดราก	+
	3	0.5	เกิดราก	+
4	1	1	เกิดราก	+
	2	1.5	ไม่เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
5	1	1	เกิดราก	+
	2	1	เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
6	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
7	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0	เกิดราก	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1	เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
9	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0.5	เกิดราก	+
10	1	0.5	เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
		เฉลี่ย 0.835 ชม	เปอร์เซ็นต์การเกิดราก = 40 %	เปอร์เซ็นต์การ รอด =100%

หมายเหตุ - หมายถึง การตาย

+ หมายถึง การรอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.6 ความสูงที่เพิ่มขึ้น, การเกิดราก และการรอดของการปักชำลาเวนเดอร์ลงปลูกในดินสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีแดงระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 30 ต้น

กระถางที่	ต้นที่	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ความสูง 3 สัปดาห์ - ความ สูงเริ่มต้น) (ซม)	เกิดราก	รอด
1	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
2	1	1.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1.5	ไม่เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
3	1	1	เกิดราก	+
	2	0.5	เกิดราก	+
	3	1	เกิดราก	+
4	1	1	ไม่เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
5	1	1	เกิดราก	+
	2	2	เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
6	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
7	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	-	ไม่เกิดราก	-
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
9	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	-	ไม่เกิดราก	-
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
10	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	-	ไม่เกิดราก	-
	3	0	ไม่เกิดราก	+
		เฉลี่ย 0.74 ชม	เปอร์เซ็นต์การเกิด ราก = 16.67%	เปอร์เซ็นต์การ รอด =90%

หมายเหตุ - หมายถึง การตาย

+ หมายถึง การรอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.7 ความสูงที่เพิ่มขึ้น, การเกิดราก และการรอดของการปักชำลาเวนเดอร์ลงปลูกในดินสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีม่วงระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 30 ต้น

กระถางที่	ต้นที่	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ความสูง 3 สัปดาห์ - ความ สูงเริ่มต้น) (ซม)	เกิดราก	รอด
1	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
2	1	1	ไม่เกิดราก	+
	2	1	เกิดราก	+
	3	-	ไม่เกิดราก	-
3	1	1	เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
4	1	1.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	1	ไม่เกิดราก	+
5	1	0	เกิดราก	+
	2	1	เกิดราก	+
	3	-	เกิดราก	-
6	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
7	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0	ไม่เกิดราก	+
	3	-	ไม่เกิดราก	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	1	0	ไม่เกิดราก	+
	2	0	ไม่เกิดราก	+
	3	-	ไม่เกิดราก	-
9	1	-	ไม่เกิดราก	-
	2	-	ไม่เกิดราก	-
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
10	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	-	ไม่เกิดราก	-
		เฉลี่ย 0.54 ซม	เปอร์เซ็นต์การ เกิดราก =16.67 %	เปอร์เซ็นต์การรอด =76.67%

หมายเหตุ - หมายถึง การตาย

+ หมายถึง การรอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.8 ความสูงที่เพิ่มขึ้น, การเกิดราก และการรอดของการปักชำลาเวนเดอร์ลงปลูกในดินสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงสีน้ำเงินระยะเวลา 3 สัปดาห์ จำนวน 30 ต้น

กระถางที่	ต้นที่	ความสูงที่เพิ่มขึ้น (ความสูง 3 สัปดาห์ – ความ สูงเริ่มต้น) (ซม)	เกิดราก	รอด
1	1	1.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
2	1	1.5	เกิดราก	+
	2	1	เกิดราก	+
	3	1	เกิดราก	+
3	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1.5	ไม่เกิดราก	+
	3	1.5	เกิดราก	+
4	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
5	1	0.5	เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	1.5	ไม่เกิดราก	+
6	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+
7	1	0	เกิดราก	+
	2	0	ไม่เกิดราก	+
	3	0	ไม่เกิดราก	+

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8	1	2	ไม่เกิดราก	+
	2	0.5	เกิดราก	+
	3	2.5	ไม่เกิดราก	+
9	1	0.5	ไม่เกิดราก	+
	2	1	ไม่เกิดราก	+
	3	-	เกิดราก	-
10	1	0	เกิดราก	+
	2	0.5	ไม่เกิดราก	+
	3	0.5	ไม่เกิดราก	+
		เฉลี่ย 0.79 ซม	เปอร์เซ็นต์การ เกิดราก =33.33 %	เปอร์เซ็นต์การรอด =96.67%

หมายเหตุ - หมายถึง การตาย

+ หมายถึง การรอด

ตารางที่ ข.9 ค่าการดูดกลืนแสงที่ 645 และ 663 นาโนเมตร ของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสงสีขาว, แสงสีแดง, แสงสีม่วง และสีน้ำเงิน

ต้นลาเวนเดอร์ที่ เพาะปลูกภายใต้ สภาวะแสง	OD645 nm		OD663 nm	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
ขาว	1.356	1.712	2.98	3.131
แดง	1.803	2.113	3.117	3.197
ม่วง	1.411	1.577	2.964	3.045
น้ำเงิน	0.952	1.13	2.395	2.663

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางที่ ค.1 ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยและจำนวนยอดเฉลี่ยจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 4 สัปดาห์

Descriptives

	ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูกภายใต้สภาวะแสง	ตัวอย่าง	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
ความสูงที่เพิ่มขึ้น	ขาว	7	2.3857	1.10669	1.3622	3.4092
	แดง	7	1.6429	1.18019	.5514	2.7344
	ม่วง	7	1.1857	.76904	.4745	1.8970
	น้ำเงิน	7	1.1429	.74801	.4511	1.8347
	Total	28	1.5893	1.04716	1.1832	1.9953
จำนวนยอด	ขาว	7	3.5714	2.14920	1.5838	5.5591
	แดง	7	4.7143	2.56348	2.3435	7.0851
	ม่วง	7	4.2857	1.11270	3.2566	5.3148
	น้ำเงิน	7	1.2857	.48795	.8344	1.7370
	Total	28	3.4643	2.15135	2.6301	4.2985

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan Multiple Rang Test ของความสูงที่เพิ่มขึ้นที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 4 สัปดาห์

Duncan ^a			
ต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะปลูก ภายใต้สภาวะแสง	ตัวอย่าง	Subset for alpha = 0.05	
		b	a
น้ำเงิน	7	1.1429	
ม่วง	7	1.1857	
แดง	7	1.6429	1.6429
ขาว	7		2.3857
Sig.		.373	.165

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

ตารางที่ ค.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงที่เพิ่มขึ้นและจำนวนยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 4 สัปดาห์

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความสูงที่ เพิ่มขึ้น	Between Groups	6.995	3	2.332	2.475	.086
	Within Groups	22.611	24	.942		
	Total	29.607	27			
จำนวนยอด	Between Groups	48.964	3	16.321	5.154	.007
	Within Groups	76.000	24	3.167		
	Total	124.964	27			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.4 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan Multiple Rang Test ของจำนวนยอดที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชิ้นส่วนลำต้นลาเวนเดอร์ในขวดทดลองภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 4 สัปดาห์

Duncan ^a			
ต้นลาเวนเดอร์ที่ เพาะปลูกภายใต้ สภาวะแสง	ตัวอย่าง	Subset for alpha = 0.05	
		b	a
น้ำเงิน	7	1.2857	
ขาว	7		3.5714
ม่วง	7		4.2857
แดง	7		4.7143
Sig.		1.000	.268

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 7.000.

ตารางที่ ค.5 ความสูงที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยของการปักชำลำต้นลาเวนเดอร์บนดินพีทมอสสภาพธรรมชาติ ภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 3 สัปดาห์

Descriptives

	ต้นลาเวนเดอร์ที่ เพาะปลูกภายใต้ สภาวะแสง	ตัวอย่าง	Mean	Std. Deviation	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
ความสูง ที่ เพิ่มขึ้น	ขาว	30	.8333	.59209	.6122	1.0544
	แดง	27	.7407	.54368	.5257	.9558
	ม่วง	23	.5435	.45008	.3489	.7381
	น้ำเงิน	29	.7931	.67503	.5363	1.0499
	Total	109	.7385	.57974	.6285	.8486

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสูงที่เพิ่มขึ้นจากการปักชำลำต้นลาเวนเดอร์บนดินที่
ทมอสสภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 3 สัปดาห์

ANOVA

ความสูงที่เพิ่มขึ้น

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1.231	3	.410	1.229	.303
Within Groups	35.067	105	.334		
Total	36.298	108			

ตารางที่ ค.7 การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติด้วยวิธี Duncan Multiple Rang Test ของความ
สูงที่เพิ่มขึ้นจากการปักชำลำต้นลาเวนเดอร์สภาพธรรมชาติภายใต้สภาวะแสงต่างๆ ระยะเวลา 3 สัปดาห์

Duncan ^{a,b}		
ต้นลาเวนเดอร์ที่ เพาะปลูกภายใต้ สภาวะแสง	ตัวอย่าง	Subset for alpha = 0.05 a
ม่วง	23	.5435
แดง	27	.7407
น้ำเงิน	29	.7931
ขาว	30	.8333
Sig.		.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 26.967.

b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้