การเพาะเลี้ยงลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์

LAVENDER CULTIVATION IN HYDROPONIC SYSTEMS FOR LAVENDER TEA PRODUCTION

ฐิติยา อัครบวรรัศมี
ธนกร จันทร์แจ่มใส

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LAVENDER CULTIVATION IN HYDROPONIC SYSTEMS FOR LAVENDER TEA PRODUCTION

THITIYA AKARABOWORNRAS
THANAKORN JUNJAMSAI

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 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การเพาะเลี้ยงลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์ Lavender cultivation in hydroponic systems for lavender tea production
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ฐิติยา อัครบวรรัศมิ์ รหัสนักศึกษา 57050680 นางสาว ธนกร จันทร์แจ่มใส รหัสนักศึกษา 57050693
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) ประจำปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ กรรมการ	
ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การเพาะเลี้ยงลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโปนิกส์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์
ชื่อนักศึกษา	นางสาว ฐิติยา อัครบวรรัศมิ์ รหัสนักศึกษา 57050680 นางสาว ธนกร จันทร์แจ่มใส รหัสนักศึกษา 57050693
ปริญญา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ)
ภาควิชา	ชีววิทยา
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี

บทคัดย่อ

มีข้อจำกัดบางประการต่อการเปรียบเทียบการปลูกพืชในดินและการปลูกพืชไร้ดิน เนื่องจากมีความแตกต่างกันโดยพื้นฐาน, อย่างไรก็ตาม, วิธีที่น่าเชื่อถือที่สุดในการเปรียบเทียบ คือ การวางระบบทั้งสองภายใต้สภาวะการเพาะปลูกที่ดีที่สุด โดยสภาวะของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์ในงานวิจัยนี้ คือ ที่สภาวะควบคุม อุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมงต่อวัน ในระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ 16 ชั่วโมงต่อวัน จากผลการวิจัยพบว่า ลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโปนิกส์มีการเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตสูงกว่า ต้นลาเวนเดอร์ถูกนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง เพื่อผลิตชาลาเวนเดอร์ โดยเปรียบเทียบชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว (1:1) กับชาลาเวนเดอร์อย่างเดียวเพื่อนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากผลการวิจัยพบว่า ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงกว่าชาลาเวนเดอร์อย่างเดียว องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์จะถูกวิเคราะห์โดยเครื่อง GC/MS พบองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ ซินีออล และแคมพอร์

คำสำคัญ : ชา, ลาเวนเดอร์, สารควบคุมการเจริญเติบโต, ไฮโดรโปนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Lavender cultivation in hydroponic systems for lavender tea production
Students	Miss Thitiya Akarabowornras Student ID 57050680
	Miss Thanakorn Junjamsai Student ID 57050693
Degree	Bachelor of Science (Biotechnology)
Department	Biology
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2017
Advisor	Asst. Prof. Dr. Pana Lohasupthawee

Abstract

There are some limitation for comparing soil and hydroponic growing systems because they are fundamentally different, however, the most reliable way for comparison is to place both systems under optimal growing condition. The growing condition for lavender in this research were to control temperature at 22° C for 8 h per day in the closed system with light intensity at 3000 lux 16 h per day. The results showed that hydroponic lavender were higher in terms of growth and survival rate. Lavender plants were dried at 55° C for 8 h for making Lavender tea. Dried lavender were mixed with green tea (1:1) were compared to the pure lavender tea for sensory evaluation. The result showed the mixed tea had higher score than the pure lavender tea. The components of lavender extracted were analysed by GC/MS and found that Cineole and Camphor were the major components.

Keywords: Tea, Hormone, Growth Regulators, Hydroponic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายท่าน ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่ใคร่ขอกราบขอบพระคุณ คือ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง รวมทั้งเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของโครงงานพิเศษเล่มนี้ด้วยความเอาใจใส่ในทุกขั้นตอน จึงทำให้โครงงานพิเศษออกมาเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สมชาย ไกรรักษ์ ประธานกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ ผศ.ดร. สรัญญา พันธุ์พฤกษ์ และ ผศ.ดร. พนา โลหะทรัพย์ทวี กรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าเพื่อมาเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานพิเศษ รวมทั้งชี้แนะแนวทางในการทำโครงงานพิเศษฉบับนี้

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกสาขาวิชาที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำในการจัดทำโครงงานพิเศษเล่มนี้ขึ้น

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการภาควิชาชีววิทยา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการเบิกเครื่องมืออุปกรณ์ และสารเคมี ในการทดลองทำให้โครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ธุรการ เจ้าหน้าที่อาคารและสถานที่คณะวิทยาศาสตร์ และท่านที่มิได้กล่าวนาม ณ ที่นี้ ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวก

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ครอบครัว และญาติมิตร ด้วยความเคารพรักอย่างยิ่งสำหรับคำปรึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคนที่ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือตลอดการทดลอง

โครงงานพิเศษฉบับนี้คงจะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่สนใจในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางด้านการเพาะปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ คณะผู้จัดทำขออุทิศโครงงานพิเศษนี้ไว้เป็นแหล่งค้นคว้า ให้กับผู้ที่สนใจในอนาคตต่อไป หากมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำ ขออภัยมา ณ ที่นี้

ฐิติยา อัครบวรรัศมิ์
ธนกร จันทร์แจ่มใส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ฌ
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย/ปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ลาเวนเดอร์ 3
2.1.1 ประวัติและความเป็นมา 3
2.1.2 ความสำคัญและการใช้ประโยชน์ 5
2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 6
2.2.1 ความหมายการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 6
2.2.2 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 6
2.2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 7
2.3 การปลูกพืชไร้ดิน 9
2.3.1 ความหมายของคำว่า "การปลูกพืชไร้ดิน" 9
2.3.2 ประเภทของระบบ Hydroponics 9
2.3.3 การปลูกพืชในระบบ NFT 10
2.3.4 องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT 11
2.3.5 ข้อดีและข้อเสียของระบบ N.F.T. 12
2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช 13
2.4.1 ปัจจัยด้านพันธุกรรม 13
2.4.2 สภาพแวดล้อมที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 ชา 21
2.5.1 ประโยชน์จากดอกลาเวนเดอร์ 21
2.5.2 สรรพคุณชาลาเวนเดอร์ 22
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 24
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี 24
3.1.1 ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา 24
3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร 24
3.1.2.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง 24
3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต 24
3.1.3 อุปกรณ์ 24
3.1.3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเตรียมอาหาร 24
3.1.3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับการตัดถ่ายเนื้อเยื่อในตู้ย้ายเนื้อเยื่อ 25
3.1.3.3 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับระบบไฮโดรโปนิกส์ 25
3.1.3.4 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับสกัดสาร 25
3.1.3.5 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับผลิตชา 25
3.2 วิธีการทดลอง 26
3.2.1 การเตรียมอาหารแข็ง MS (Murashige และ Skoog, 1962) 26
3.2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์ในสภาพปลอดเชื้อ 26
3.2.3 การเตรียมอาหาร MS สำหรับการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT 26
3.2.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์ 27
3.2.4.1 แบบที่1 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFT สภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ 27
3.2.4.2 แบบที่2 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดโปนิกส์ แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ 27
3.2.4.3 แบบที่3 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดโปนิกส์ แบบ NFT และนำปลูกลงดิน สภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ 27
3.2.4.4 แบบที่4 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยง เนื้อเยื่อลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.5 การศึกษาการสกัดและหาอุณหภูมิที่เหมาะสม
ในการอบแห้งลาเวนเดอร์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์ 28
3.2.6 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัด
ลาเวนเดอร์เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18 29
3.2.7 สภาวะการวิเคราะห์สารสกัดลาเวนเดอร์ด้วยเครื่อง GC/MS 30
3.2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์ 30
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 32
4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์ 32
4.2 การศึกษาการสกัดและหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลาเวนเดอร์
เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์ 43
4.3 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัดลาเวนเดอร์
เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18 49
4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาสัมผัสของชาลาเวนเดอร์ 58
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 60
5.1 สรุปผลการวิจัย 60
5.1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลาเวนเดอร์ 60
5.1.2 การศึกษาการสกัดและการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้ง
ลาเวนเดอร์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์ 60
5.1.3 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัดลาเวนเดอร์
เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18 61
5.1.4 การประเมินคุณภาพทางประสาสัมผัสของชาลาเวนเดอร์ 61
5.2 ข้อเสนอแนะ 61
เอกสารอ้างอิง 63
ภาคผนวก 65
ภาคผนวก ก 66
ภาคผนวก ข 67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกใน ระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 35

4.2 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกใน ระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิระบบปิด ให้ไอน้ำ 36

4.3 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักของต้นลาเวนเดอร์ จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อนำมาปลูกลงกระถาง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ 38

4.4 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์ จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 40

4.5 เปรียบเทียบพื้นที่ใบเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์ จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 41

4.6 เปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์ จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์ 42

4.7 แสดงระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 70 องศาเซลเซียส 44

4.8 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจาก ชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบที่ อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 46

4.9 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจาก ชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส 47

4.10 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจาก ชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 48

4.11 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) 54

4.12 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3) 54

4.13 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล(Fraction 3) 55

4.14 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.15 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)..... 55

4.16 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)..... 55

4.17 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)..... 56

4.18 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)..... 56

4.19 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)..... 57

4.20 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาลาเวนเดอร์กับชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว..... 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลาเวนเดอร์	3
3.1 แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส	31
4.1 ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะ ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ	32
4.2 ต้นลาเวนเดอร์อายุ 5 สัปดาห์ ที่ปลูกอยู่ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ	33
4.3 ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ	34
4.4 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกอยู่ในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFTสภาวะไม่ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ	34
4.5 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFTเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำปลูกลงดินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิระบบปิด ให้ไอน้ำ	36
4.6 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกจากขวด เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ	37
4.7 เปรียบเทียบความสูงต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (ก) ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) ต้นลาเวนเดอร์ที่นำจากขวด เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์	39
4.8 เปรียบเทียบใบของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (ก) ใบลาเวน เดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) ใบลาเวนเดอร์ที่นำจากขวด เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์	41
4.9 เปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์ แบบ NFT (ก) น้ำหนักสดลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) น้ำหนักสดลาเวนเดอร์ ที่นำจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์	42
4.10 ลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อก่อนนำไปอบ	43
4.11 ลาเวนเดอร์หลังจากนำไปอบ	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.12 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	45
4.13 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส	45
4.14 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส	46
4.15 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) ผ่านคอลัมน์ DSC-18	49
4.16 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)ผ่านคอลัมน์ DSC-18	50
4.17 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)	50
4.18 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)ผ่านคอลัมน์ DSC-18	51
4.19 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)ผ่านคอลัมน์ DSC-18	51
4.20 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)ผ่านคอลัมน์ DSC-18	52
4.21 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)	52
4.22 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)	53
4.23 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)	53
4.24 ชาลาเลนเดอร์	58
4.25 ชาลาเลนเดอร์ผสมชาเขียวอัตราส่วน 1:1	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

NAA	1-Naphthaleneacetic acid
NFT	Nutrient film technique
MS	Murashige and Skoog Nutients
pH	Potential of Hydrogen ion
mg/L	มิลลิกรัมต่อลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลาเวนเดอร์เป็นพืชที่มีสรรพคุณหลากหลายเป็นที่ชื่นชอบและแพร่หลายมากที่สุดในโลก เนื่องมาจากคุณสมบัติที่ยอดเยี่ยมและกลิ่นหอมสดชื่น ทำให้รู้สึกผ่อนคลาย หายเครียด ขณะที่คุณสมบัติด้านการต่อต้านเชื้อ (antiseptic) จะช่วยบรรเทาอาการหวัด แพ้อากาศ และอื่นๆ ตลอดจนมีผลทำให้ฟื้นฟูสภาพดีขึ้น ป้องกันรอยแผลเป็นและปรับสภาพผิวให้สมดุล

การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ภายในประเทศไทยทำได้เฉพาะบางพื้นที่ คือ เฉพาะทางภาคเหนือของประเทศ เป็นการปลูกไว้เป็นไม้ดอกไม้ประดับ และใช้ส่วนใบและดอกมาผลิตผลิตภัณฑ์จำหน่ายในท้องถิ่น เช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม ชาลาเวนเดอร์และไอศกรีมของมูลนิธิโครงการหลวง (ศูนย์สารสนเทศ มูลนิธิโครงการหลวง.2559) แต่ไม่พบรายงานเกี่ยวกับการเพาะปลูกลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบ NFT ในภาคกลาง

การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์สามารถทำได้ด้วยเทคโนโลยีชีวภาพ คือ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ ข้อดีของเทคนิคนี้ คือ เนื้อเยื่อหรือต้นพืชที่ได้จะเหมือนชิ้นส่วนตั้งต้นทุกประการและการเพิ่มปริมาณของเนื้อเยื่อหรือต้นพืชก็สามารถทำได้ไม่จำกัด ด้วยเหตุนี้ การขยายพันธุ์ลาเวนเดอร์ในปริมาณที่ต้องการโดยไม่ต้องปลูกในเรือนปลูกก็สามารถทำได้ ทั้งยังสามารถนำออกปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ที่มีการปรับสภาวะที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้มุ่งหมายที่จะศึกษาวิธีการเพิ่มปริมาณของต้นลาเวนเดอร์ที่มีการเจริญเติบโตที่ดีจากชิ้นส่วนพืชที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ข้อมูลที่ได้จากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการปลูกลาเวนเดอร์ในระบบไฮโดรโพนิกส์แบบ NFT สำหรับภาคกลางในประเทศไทย

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการการอบแห้งต้นลาเวนเดอร์เพื่อนำมาผลิตชา

1.2.2 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์ในการปลูกด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบ NFT ด้วยวิธีแตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์จากการปลูกลงดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์ (*Lavandula dentata.*) จากการเพาะเลี้ยงชิ้นส่วนปลายยอดและชิ้นส่วนข้อในอาหาร MS โดยมีการใส่สารควบคุมการเจริญเติบโตที่ช่วยชักนำให้เกิดราก NAA ที่ความเข้มข้น 0.6 mg/l

1.3.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งต้นลาเวนเดอร์

1.3.3 ศึกษาการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์เมื่อนำไปปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 สามารถเพิ่มปริมาณของต้นลาเวนเดอร์ด้วยเทคนิคเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชได้ในเวลาอันรวดเร็ว

1.4.2 สามารถทราบอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งต้นลาเวนเดอร์

1.4.3 สามารถเพิ่มปริมาณของต้นลาเวนเดอร์ด้วยเทคนิคการปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์

1.4.4 สามารถทราบสารประกอบที่ให้กลิ่นที่อยู่ในลาเวนเดอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลาเวนเดอร์ (*Lavandula*) จัดอยู่ในตระกูลลาเวนดูลา (Lavandula) ของวงศ์ลาเมียซีอี (Lamiaaceae) มีประมาณ 20 สายพันธุ์ ส่วนมากแพร่พันธุ์อยู่ในพื้นที่เมดิเตอเรเนียน เจริญอยู่ในบริเวณที่มีอากาศร้อน ฝนตกน้อย ลาเวนดูลาเป็นพืชที่มีสีเขียวตลอดปี เป็นพืชไม้เตี้ย ความสูงถึง 100 เซนติเมตร(อาจจะสูงได้ถึง 200 เซนติเมตร) ลำต้นเป็นทรงสี่เหลียมจัตุรัส ใบเรียวยาวมักมีขนปกคลุม ดอกมีลักษณะเป็นรวง ประกอบด้วยดอก 6 ถึง 10 ดอก กลีบดอกสีม่วง มีอวัยวะที่เป็นขนหรือปุ่มสำหรับปล่อยกลิ่นหอม ลาเวนเดอร์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของน้ำมันหอมระเหย ตามตำรับพืชสมุนไพรโบราณ กลิ่นลาเวนเดอร์มีประโยชน์ในการผ่อนคลายความเศร้า ความเหนื่อยหน่าย และความเครียดทุกชนิด นิยมนำส่วนใบ และดอกมาทำเป็นเครื่องดื่มและผสมในไอศกรีม ทำให้แผลหายเร็ว บรรเทาอาการปวดศีรษะและกล้ามเนื้อ ในประวัติศาสตร์ชาวโรมันโบราณได้เติมลาเวนเดอร์ลงในน้ำสำหรับอาบ เป็นการใช้แทนสบู่ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ในสมัยโบราณ ชาวกรีก ชาวโรมัน และชาวเปอร์เซีย จะทำการเผาเปลือกไม้ลาเวนเดอร์ในห้องของผู้ป่วย และอบควันหอมภายในบ้านให้กลิ่นซึมซาบเข้าทางผิวหนัง ลาเวนเดอร์มีมูลค่าทางเศรษฐกิจสำหรับ ด้านเภสัชกรรม อาหาร และอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย ลักษณะของต้นแสดงไว้ในรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ลาเวนเดอร์ (นันท์ชนก, 2556)

2.1 ลาเวนเดอร์ (กรมการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, 2550)

2.1.1 ประวัติและความเป็นมา

ชื่อทางวิทยาศาสตร์ : *Lavandula* sp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงศ์	: Labiatae/Lamiaceae
ชื่อสามัญ (Common name)	: ลาเวนเดอร์ (lavender)
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	: เป็นพืชล้มลุก สูงประมาณ 1 เมตร สีเขียวอ่อน ใบเรียว ดอกเป็นช่อ สีม่วงอมฟ้า ทั้งต้นมีกลิ่นหอม ชอบอากาศเย็น
แหล่งที่พบ	: มีถิ่นกำเนิดในประเทศแถบเมดิเตอร์เรเนียน เช่น ฝรั่งเศส บัลแกเรีย อังกฤษ และอเมริกา ลาเวนเดอร์ที่ปลูกในที่ สูงกว่าระดับน้ำทะเล ยิ่งมากยิ่งมีราคา แพง เพราะมีปริมาณ Linaly ester สูง
การดูแลทั่วไป	: ปลูกใน สภาพกลางแจ้ง สามารถเจริญเติบโตได้ดีใน สภาพดินที่เป็นกรดและด่าง ดินที่มีอินทรียวัตถุสูงและระบายน้ำได้ดี
การขยายพันธุ์	: เพาะเมล็ด ปักชำ
การระคายเคืองผิวหนัง	: พบการระคายเคืองผิวหนังน้อยมาก
สรรพคุณ	: แก้ปวด ป้องกันชัก คลายเครียด ลดอาการซึมเศร้า ฆ่าเชื้อโรค ต้านเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส เชื้อรา สมานแผล กระตุ้น การหลั่งน้ำดี ขับปัสสาวะ ขับระดู ลดความดันโลหิตทำให้นอนหลับ
ข้อบ่งใช้	: ระบบกระดูก และ กล้ามเนื้อ ลดอาการปวดกล้ามเนื้อ ปวดข้อข้ออักเสบ ข้อรูมาตอยด์

ระบบประสาทและอารมณ์ คลายเครียด ทำให้สงบ ลดความกระวนกระวาย จิตใจปลอดโปร่ง ลดอาการซึมเศร้า เป็นน้ำมันหอมระเหยสำหรับผู้ป่วยที่นอนไม่หลับ โดยเฉพาะที่มีสาเหตุจากความเครียดวิตกกังวล บรรเทาอาการปวดศีรษะ ไมเกรน ลดความดันโลหิต

ระบบสืบพันธุ์ ลดอาการเครียดก่อนมีประจำเดือน ผสมเป็นน้ำมันนวดลดอาการปวดท้องประจำเดือน การใช้ในสตรีหลังคลอดจะช่วยลดความเจ็บปวดและลดความซึมเศร้าได้ดี นำมาผสมน้ำเพื่อแช่อาบ ช่วยลดเชื้อราในช่องคลอด

ระบบทางเดินหายใจ เหมาะกับรักษาอาการหวัด หลอดลมอักเสบ มีเสมหะช่วยอาการหายใจ การบำรุงผิวพรรณ นำมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์บำรุงผิว กับทุกสภาพผิว ลดอาการแพ้ คัน ลดการอักเสบ ใช้รักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวกแมลงสัตว์กัดต่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ความสำคัญและการใช้ประโยชน์ (ธนาวุฒิ, 2558)

2.1.2.1 ดอกลาเวนเดอร์ ช่วยผ่อนคลายสมองและร่างกายได้ และยังมีประโยชน์ดี ๆ ต่อสุขภาพ ชาลาเวนเดอร์ช่วย

1.ต่อต้านอนุมูลอิสระ ชะลอความแก่

2.ลดระดับความดันในเส้นเลือด

3.ลดการดูดซึมไขมันในร่างกาย

4.เพิ่มการเผาผลาญพลังงานในร่างกายมากขึ้น

5.กระตุ้นความสามารถของสมองให้สดชื่นอยู่เสมอ

6.ดูแลสุขภาพจากภายใน ป้องกันโรคหัวใจ และโรคมะเร็ง

7.การดื่มชาลาเวนเดอร์ช่วยให้นอนหลับสบาย

2.1.2.2 ด้านเวชสำอาง

สรรพคุณของดอกลาเวนเดอร์ (Lavender) ในเรื่องเวชสำอาง เอสเซนเชียลออยล์จากดอกลาเวนเดอร์ (Lavender) จะนิยมใช้กันโดยทั่วไป ด้วยคุณสมบัติในการผ่อนคลายและระงับประสาท จึงช่วยระงับความตึงเครียดและทำให้หลับสบาย อุดมไปด้วยกลิ่นหอมผ่อนคลาย ทั้งยังเลื่องชื่อในสรรพคุณการฆ่าเชื้อ สามารถรักษาบาดแผลเล็กๆ แค่เพียงสูดดม ก็สามารถช่วยลดอาการเจ็บคอและหลอดลมได้ นอกจากนี้ ดอกลาเวนเดอร์ (Lavender) ยังสามารถใช้ผสมน้ำอาบ เพื่อรักษาอาการปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ และยังช่วยฆ่าเชื้อ ต่อต้านการอักเสบ รักษาบาดแผล ผิวหนังที่ระคายเคือง พุพอง ได้เป็นอย่างดี

2.1.2.3 ด้านการแพทย์

ลาเวนเดอร์ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางกับสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหย และเชื่อว่าลาเวนเดอร์สามารถบรรเทาแมลงกัด, แผลไหม้ และอาการปวดหัวได้ นอกจากนี้ ช่อลาเวนเดอร์ยังสามารถขับไล่แมลง ดอกและเมล็ดลาเวนเดอร์สามารถช่วยให้การนอนหลับนั้นผ่อนคลาย การขงยอดอ่อนของลาเวนเดอร์ลงในถ้วยน้ำร้อนก็สามารถช่วยให้นอนหลับสบาย

2.1.2.4 ด้านอุตสาหกรรม

ในศตวรรษที่ 21 นี้ ลาเวนเดอร์นั้นเป็นที่นิยมในอุตสาหกรรมมากมาย จากประโยชน์ในเรื่องของกลิ่นอันเป็นเอกลักษณ์ของมันซึ่งช่วยให้ผ่อนคลาย หลากหลายอุตสาหกรรมใช้ลาเวนเดอร์ในผลิตภัณฑ์ของพวกเขา แต่อุตสาหกรรมที่ได้รับผลประโยชน์มากที่สุดเห็นจะเป็นอุตสาหกรรมน้ำหอมและผลิตภัณฑ์บำรุงผิว เช่น สบู่, ครีม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

2.2.1 ความหมาย (รงรอง, 2542)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช หมายถึง การนำชิ้นส่วนพืชชนิดใดก็ได้ เช่น อวัยวะต่างๆ ข้อ ตา ปลายยอด ราก โปรโตพลาส มาเลี้ยงในอาหารวิทยาศาสตร์ที่สังเคราะห์ขึ้นซึ่งประกอบไปด้วย เกลือแร่ ธาตุอาหารต่างๆ ไวตามิน น้ำตาล และสารควบคุมการเจริญเติบโต ในกลุ่มของ ออกซิน หรือ ไซโตไคนิน โดยเนื้อเยื่อพืชจะอยู่ในสภาพปลอดเชื้อจุลินทรีย์ และควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ได้รับแสงประมาณ 1,000-2,000 ลักซ์ ชิ้นส่วนต่างๆของพืชจะสามารถเป็นต้นพืชโดยตรงหรือเจริญเป็นแคลลัส หรือแอมบริโอ และหลังจากนั้นพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบรูณ์ต่อไป

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเริ่มต้นในปี ค.ศ.1930 โดย Haberlandt นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ทำการแยกเซลล์พืชมาเลี้ยง เพื่อจะทำการศึกษาคุณสมบัติของเซลล์ แต่ยังไม่ประสบผลสำเร็จจนถึงระดับเซลล์มีการแบ่งตัว เพียงแต่พบว่าเซลล์มีการขยายขนาดขึ้นเท่านั้น ในปี ค.ศ. 1930 ได้มีการพัฒนาการเลี้ยงเซลล์ที่แยกมาจากรากของพืชหลายชนิดโดยเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ต่อมาในปี ค.ศ.1938 สามารถเพาะเลี้ยงอวัยวะ (Organ) และแคลลัส (Callus) ของพืชได้หลายชนิด และนับตั้งแต่นั้นเป็นต้นมา เทคโนโลยีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อได้มีการพัฒนาไปได้อย่างกว้างขวาง และมีการค้นพบเทคนิคใหม่ๆอีกมากมาย ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงพืชเซลล์เดี่ยวๆและโปรโตพลาสต์ของพืชได้หลายชนิด รวมทั้งการใช้เทคนิคทางเทคโนโลยีชีวภาพเช่น การตัดต่อยีนส์ การถ่ายยีนส์ ฯลฯ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจึงมีบทบาทสำคัญต่อวิทยาการแขนงอื่นๆ เช่น ชีวเคมี พันธุศาสตร์ การปรับปรุงพันธุ์พืช โรคพืช และเภสัชศาสตร์ เป็นต้น

2.2.2 ประโยชน์ของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช (นิตย์ศรีและคณะ, 2549)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อชนิดต่างๆนั้นมีจุดมุ่งหมายแตกต่างกัน และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์ทางการเกษตรได้หลายประการ สรุปได้ดังนี้

1. **เพื่อการขยายพันธุ์พืชให้ได้เป็นจำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว** ได้แก่ การเพาะเลี้ยงแคลลัส การเพาะเลี้ยงตายอด เป็นต้น เพื่อผลิตพันธุ์พืชซึ่งเราสามารถขยายหรือเพิ่มปริมาณพืชที่มีลักษณะเหมือนพ่อแม่ในปริมาณมากและรวดเร็ว โดยอาศัยสูตรอาหารสังเคราะห์ที่เหมาะสมต่อพืชแต่ละชนิด สามารถเพิ่มจำนวนต้นพืชเป็นทวีคูณ สะดวกต่อการเก็บรักษารวบรวมพันธุ์ แนวทางนี้ใช้กันแพร่หลายทั่วไปในประเทศไทย มีพืชหลายชนิดที่เรานำมาขยายพันธุ์ด้วยวิธีนี้ เช่น กล้วยไม้ ปาล์มน้ำมัน กล้วย สตรอเบอรี่ ไม้ดอกไม้ประดับต่างๆ เป็นต้น

2. **เพื่อการผลิตพืชที่ปราศจากโรค** ปัญหาสำคัญประการหนึ่งในการผลิตพืชคือ การเกิดโรคพืช โดยเฉพาะโรคที่มีสาเหตุมาจากเชื้อ แบคทีเรีย ไวรัส และไฟโตพลาสมา ที่ติดมากับเมล็ดหรือส่วนขยายพันธุ์ต่างๆ ที่มีความสำคัญมากต่อการผลิตพืช เนื่องจากทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก ทำโดยการใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเจริญปลายยอด จะสามารถผลิตพืชที่ปราศจากเชื้อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เพื่อการเก็บรักษาเชื้อพันธุกรรมของพืช โดยเก็บรักษาในรูปคัลลัส หรือต้นที่สมบูรณ์ในหลอดทดลองสามารถทำได้คราวละมาก ๆ แต่ใช้เนื้อที่แรงงานต้นทุนน้อย ปลอดภัยจากภัยธรรมชาติที่อาจเกิดขึ้นในแปลงรักษาพันธุ์ด้วย

4. เพื่อผลิตยาหรือสารเคมีจากพืช โดยนำเนื้อเยื่อของพืชบางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นยาหรือสารเคมีที่มีประโยชน์ทางอุตสาหกรรม มาสกัดสารดังกล่าว

5. เพื่อการปรับปรุงพันธุ์ สามารถคัดเลือกสายพันธุ์ที่ทนทาน หรือต้านทาน ได้จากเงื่อนไขของอาหารและสภาวะแวดล้อมของการเลี้ยง หรือการชักนำการกลายพันธุ์ โดยใช้รังสี หรือสารเคมี

6. การศึกษาทางชีวเคมี สรีรวิทยา และพันธุศาสตร์ พืชที่เลี้ยงในอาหารสังเคราะห์สามารถติดตามการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงในด้านเหล่านี้ได้ง่าย ชัดเจน และถูกต้องแม่นยำ เนื่องจากการควบคุมตัวแปรต่าง ๆ ทำได้ดีกว่าในสภาพปลูกปกติ

2.2.3 ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

2.2.4.1 อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ อาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการขยายพันธุ์พืช หลักการทั่วไปที่ใช้ในการพิจารณาคัดเลือกสูตรอาหารเพื่อให้เหมาะสมกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแต่ละชนิดนั้นสำหรับสูตรอาหารมาตรฐานที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางทั่วไป เช่น MS (Murashige & Skoog,1962) Gamborg's B5 VW (Vacin & Went,1949) เป็นต้น แล้วปรับสูตรอาหารให้มีธาตุอาหารตรงตามความต้องการของพืชนั้นให้มากที่สุด อาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชมีหลายสูตร ซึ่งแต่ละสูตรจะมีชนิดและปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารที่แตกต่างกัน โดยทั่วไปสูตรอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมีองค์ประกอบของสารอาหารที่สำคัญสามารถจำแนกได้เป็นกลุ่มๆดังนี้

1. สารอนินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุต่างๆที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

1.1 ธาตุอาหารหลัก เป็นธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมากในรูปเกลือของสารอนินทรีย์ เช่น คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม และกำมะถัน

1.2 ธาตุอาหารรอง ในสัดส่วนที่พอเหมาะในรูปเกลือของสารอนินทรีย์ เช่น เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส โคบอลต์ โมลิบดีนั่ม โบรอน

2. สารอินทรีย์ ได้แก่สารที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน แบ่งได้ดังนี้

2.1 น้ำตาล เป็นสารที่ให้พลังงาน ที่ใช้ส่วนใหญ่ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุคโตส ปกติใน อาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใช้ประมาณ 20-40 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร

2.2 วิตามิน ได้แก่ อินโนซิตอล วิตามินบี 1 วิตามิน บี 2 ไนอาซีน ไพริด๊อกซิน วิตามินซี

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 กรดอะมิโน จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโต และสร้างอวัยวะต่าง ๆ ที่นิยมใช้กัน คือ ไกลซีน

2.4 สารควบคุมการเจริญเติบโต เป็นสารอินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพต่อการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อ การแบ่งเซลล์ และการขยายเซลล์ นับเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการชักนำให้ชิ้นส่วนพืชเกิดแคลลัสและพัฒนาเป็นต้นพืชที่สมบูรณ์ เช่น ออกซิน ไซโทไคนิน จิบเบอเรลลิน และสารชะลอการเจริญเติบโต หากระดับของไซโทไคนินสูงกว่าระดับออกซินจะมีส่วนสำคัญในการชักนำให้เกิดต้น ในทางตรงข้ามหากระดับออกซินสูงกว่าระดับไซโทไคนิน จะมีผลในการชักนำให้เกิดราก นอกจากนี้ ชิ้นส่วนของพืช อายุ ชนิดของพืช มีระดับฮอร์โมนอยู่ภายในที่ไม่เหมือนกันมีผลทำให้พืชมีความแตกต่างกันถึงแม้ว่าจะเลี้ยงในสภาพเดียวกันและอาหารชนิดเดียวกัน กลุ่มของฮอร์โมนไซโตไคนินที่นิยมใช้คือ 6-benzylaminopurine(BAP) 6-furfuryl-aminopurine(kinetin) เป็นต้น ในกลุ่มของออกซิน เช่น Indole-3-acetic acid(IAA) Indole-3-acetic acid(IBA) napthaleneacetic acid(NAA)

2.5 สารอินทรีย์จากธรรมชาติ ได้มาจากผลิตภัณฑ์ของพืช เช่น น้ำมะพร้าวอ่อน น้ำมะเขือเทศ กล้วย มันฝรั่ง และสารที่สกัดจากยีสต์ เป็นต้น

3. น้ำ เนื่องจากคุณภาพของน้ำมีผลต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช ดังนั้นน้ำที่ใช้เตรียมอาหารจึงต้องมี ความสะอาด สำหรับการขยายพันธุ์พืชทั่ว ๆ ไปนั้น ใช้น้ำกลั่นธรรมดาหรือน้ำกรองที่มีคุณภาพก็เพียงพอแล้ว

4. วุ้น เป็นสาร polysaccharide ที่มีมวลโมเลกุลสูง สกัดจากสาหร่ายทะเลละลายน้ำที่อุณหภูมิ 90องศาเซลเซียส ใช้สำหรับการเตรียมอาหารแข็ง ความเข้มข้นที่ใช้ทั่วไปคือ 6-10 กรัมต่ออาหาร 1 ลิตร

5. สารอื่นๆ ได้แก่

5.1 อะดีนีนซัลเฟต เป็นสารที่ใส่เพื่อช่วยกระตุ้นการเกิดยอดในพืชบางชนิดที่เกิดยอดได้ค่อนข้างยาก ปริมาณที่ใช้ประมาณ 80 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.2 ผงถ่าน ได้มาจากการเผาคาร์บอนที่อุณหภูมิสูง และมีรูพรุนขนาดเล็กที่เชื่อมต่อกันอย่างมากมายทำให้พื้นที่ภายในเพิ่มขึ้น จึงสามารถดูดซับสารต่างๆได้ดี ผสมลงในอาหารเพื่อดูดซับสารพิษที่มีสีน้ำตาลหรือสีดำ หรือเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสภาพจากที่สว่างเป็นที่มืดเพื่อชักนำให้พืชเกิดรากและการเจริญเติบโตของรากดีขึ้น และช่วยให้ pH ของอาหารคงที่มากขึ้น ความเข้มข้นที่ใช้ประมาณ 0.2-0.3% w/v

2.2.4.2 ชิ้นส่วนของพืชที่จะนำมาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ หากเลือกชิ้นส่วนเริ่มต้นจากต้นแม่ที่ดีย่อมทำให้การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสำเร็จไปแล้วครึ่งหนึ่ง ชิ้นส่วนเลือกมาทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อให้สามารถพัฒนาไปเป็นต้นพืชได้ขึ้นอยู่กับอายุหรือระยะของพืชที่นำมาเลี้ยง และชนิดพืชที่นำมาเลี้ยง เช่น ปลายยอด ตายอด ตาข้าง ใบอ่อน เป็นต้น การเลือกชนิดของเนื้อเยื่อควรเลือกให้เป็นไปตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ เช่น เพื่อการขยายพันธุ์ ควรใช้เนื้อเยื่อที่มีลักษณะปกติ ได้แก่ ส่วนตา ใบ ยอด ลำต้น หลีกเลี่ยงเนื้อเยื่อชนิด chimera เพื่อการผลิตพืชปลอดโรค ควรใช้เนื้อเยื่อส่วน apical meristem ขนาด 0.1-0.2 มิลลิเมตร

2.3 การปลูกพืชไร้ดิน (อิทธิสุนทร, 2555)

ในปัจจุบันการปลูกพืชไร้ดิน (Hydroponics) เป็นที่นิยมกัน อย่างกว้างขวาง มีการปลูกในระดับอุตสาหกรรมขนาดใหญ่และทำรายได้ให้แก่ ผู้ประกอบการเป็นอย่างดี ทั้งนี้เนื่องจากผู้บริโภคในยุคปัจจุบันได้ให้ความสนใจเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น จึงเลือกที่จะบริโภคผักที่ปลูกในระบบ Hydroponics ซึ่งมีการปลูกในโรงเรือนที่ควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ ทำให้มีการใช้ สารเคมีน้อยลง ผักที่ได้จึงเป็นผักอนามัย มีการปนเปื้อนสารเคมีน้อยมากและเป็นทางเลือกหนึ่งที่ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจมากขึ้น อีกทั้งการปลูกและ การจัดการต่างๆ ไม่ยุ่งยากอย่างที่คิด ทุกคนสามารถปลูกเองได้ทุกครัวเรือน เพื่อบริโภคภายในครอบครัว ทำให้ได้บริโภคผักที่สด สะอาดปลอดภัย

2.3.1 ความหมายของคำว่า "การปลูกพืชไร้ดิน"

การปลูกพืชไร้ดินเป็นคำที่แปลมาจากภาษาอังกฤษ 2 คำคือคำว่า Soilless Culture และ Hydroponics ซึ่งสามารถอธิบายได้ 2 ลักษณะ คือ

1. คำว่า "Soilless culture" เป็นวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดินแต่ไม่ใช้ดินเป็นวัสดุปลูก แต่เป็นการปลูกพืชลงบนวัสดุชนิดต่างๆ เช่น แผ่นฟองน้ำ ทราย กรวด ขี้เลื่อย แกลบ ขุยมะพร้าว ฯลฯ แทนดิน โดยพืชสามารถเจริญเติบโตบนวัสดุปลูกที่ใช้เป็นที่ยึดเกาะและจากการได้รับสารละลายธาตุอาหารพืช ที่มีน้ำที่ผสมกับแร่ธาตุต่างๆ (หรือปุ๋ย) ที่พืชต้องการจากทางรากพืช

2. คำว่า "Hydroponics" เป็นการปลูกพืชที่ไม่ใช้วัสดุปลูก กล่าวคือ จะทำการปลูกพืชลงในสารละลายธาตุอาหารพืช โดยให้รากพืชสัมผัสกับสารอาหารโดยตรง (bare roots)

hydroponics มาจากการรวมคำในภาษากรีกสองคำ คือ คำว่า "hydro" หมายถึง "น้ำ" และ "ponos" หมายถึง "งาน" ซึ่งเมื่อรวมคำสองคำเข้าด้วยกันความหมายก็คือ "water-working" หรือหมายถึง "การทำงานของน้ำ (สารละลายธาตุอาหาร)" ผ่านทางรากพืช ดังนั้น การปลูกพืชโดยไม่ใช้ดินจึงหมายถึงวิธีการปลูกพืชเลียนแบบการปลูกพืชบนดิน โดยปลูกพืชลงบนวัสดุปลูกหรือสารอาหารโดยไม่ต้องมีวัสดุปลูกก็ได้ เพื่อให้พืชได้รับสารอาหาร หรือสารละลายธาตุอาหารพืชที่มีน้ำที่ผสมกับแร่ธาตุที่ต้องการจากทางรากพืช

2.3.2 ประเภทของระบบ Hydroponics

ปัจจุบันคนส่วนใหญ่หันมานิยมปลูกพืชโดยไม่ใช้ดิน ในระบบ Hydroponics กันมากขึ้น ซึ่งในประเทศไทยขณะนี้มี 5 ระบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. NFT (Nutrient Film Technique) คือ การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชเป็นแผ่นบางๆ เหมือนแผ่นฟิล์มบนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง (หนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร) ในลำรางปลูกพืชกว้างตั้งแต่ 5-35 เซนติเมตร ขึ้นกับชนิดของพืชที่ปลูก ลำรางสูงประมาณ 5 เซนติเมตร ความยาวของรางตั้งแต่ 5-20 เมตร แต่โดยทั่วไปไม่ควรเกิน 10 เมตร เพราะจะทำให้เกิดความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนระหว่างหัวและท้ายรางได้

2. NFLT (Nutrient Flow Technique) คือ การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชแบบแผ่นหนาบนรางปลูกอย่างต่อเนื่อง ระดับความลึกของสารละลายประมาณ 5-10 มิลลิเมตร รากพืชจะได้รับออกซิเจนขณะน้ำไหลผ่าน

3. DFT (Deep Flow Technique) คือ เป็นระบบที่ปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายลึกประมาณ 15- 20 เซนติเมตร โดยจะมีการปลูกพืชบนแผ่นโฟมหรือวัสดุที่ลอยน้ำ ได้เพื่อยึดลำต้นแต่จะปล่อยให้รากเป็นอิสระในนำ ระบบนี้ไม่มีความลาดเอียง เป็นระบบที่มีการหมุนเวียนสารละลายโดยการใช้ปั๊มดูดสารละลายจากถังพักขึ้นมาใช้ใหม่ในระบบ เพื่อให้เกิดการ หมุนเวียนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนให้กับระบบน้ำที่ใช้ในการผลิตผัก ระบบนี้อาจมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าระบบไฮโดรโปนิกส์ลอยน้ำ (Floating Hydroponic Systems) การปลูกแบบระบบให้สารละลายธาตุอาหารพืชไหลผ่านรากพืชในภาชนะ หรือรางปลูกในระดับลึก คือน้ำจะมีมากกว่า NFT

4. DRFT (Dynamic Root Floating Technique) คือ การปลูกพืชโดยให้รากแช่อยู่ในสารละลายธาตุอาหารโดยตรง และให้อากาศไหลวนผ่านรากพืชอย่างต่อเนื่องที่ระดับความลึกประมาณ 4 เซนติเมตร โดยที่สารละลายธาตุอาหารจะไหลลงสู่ถังบรรจุ จากนั้นจึงไหลเวียนขึ้นไปในถาดปลูกด้วยปั๊มน้ำ ขณะที่สารละลายไหลเวียนขึ้นไปด้านหัวถาดปลูกจะผ่านหัวพ่นอากาศเพื่อเติมอากาศให้สารละลาย และไหลผ่านรากพืชตามถาดปลูกมาสู่ด้านท้ายถาดปลูกจะผ่านสะดือปรับน้ำ (Nutrient Level Adjust) ซึ่งทำหน้าที่ปรับระดับความสูงต่ำของสารละลายในถาดปลูก

5. FAD (Food and Drain) คือ การปลูกพืชที่มีรูปแบบผสมผสานระว่าง NFT และ DFT เป็นการให้สารละลายธาตุอาหารพืชท่วมภาชนะปลูกและรากพืชอยู่ระยะเวลาหนึ่ง แล้วค่อยๆ ระบายออกระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงให้สารละลายท่วมภาชนะอีกครั้ง สลับเช่นนี้เป็นระยะๆ อย่างต่อเนื่อง

2.3.3 การปลูกพืชในระบบ NFT

การปลูกแบบนี้จะเป็นการปลูกพืชโดยรากแช่อยู่ในสารละลายโดยตรง สารละลายธาตุอาหารจะไหลเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ (หนาประมาณ 2-3 มิลิเมตร) ในรางปลูกพืชกว้าง ตั้งแต่ 5-35 ซม. สูงประมาณ 5 - 10 ซม. ความกว้างราง ขึ้นอยู่กับชนิดพืชที่ปลูก ความยาวของราง ตั้งแต่ 5 - 20 เมตร การไหลของสารละลายอาจเป็นแบบต่อเนื่องหรือแบบสลับก็ได้โดยทั่วไปสารละลายจะไหลแบบต่อเนื่อง อัตราไหลอยู่ในช่วง 1 - 2 ลิตร/นาที/ราง รางอาจทำจากแผ่นพลาสติกสองหน้าขาวและดำ หนา 80 - 200 ไมครอน หรือจาก PVC ขึ้นรูปเป็นรางสำเร็จรูป ,ทำจากโลหะ เช่น สังกะสี หรือ

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อะลูมิเนียม และบุภายในด้วยพลาสติกเพื่อป้องกันการกัดกร่อนของสารละลาย โดยจะมีปั๊มดูดสารละลายให้ไหลผ่านรางและรากพืชและเวียนกลับมายังถังเก็บสารละลาย

2.3.4 องค์ประกอบของระบบปลูกพืชแบบ NFT

1. ส่วนควบคุมสารละลาย ประกอบด้วย

1.1 ถังเก็บสารละลาย

ถังเก็บสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดินเพื่อป้องกันความร้อนและขณะที่น้ำจากรางปลูกพืชไหลตกลงในถังก็จะเป็นการเพิ่มการละลายตัวของออกซิเจนอีกทีหนึ่ง ขนาดของถังเก็บสารละลายขึ้นกับปริมาณพืชในระบบ และชนิดพืชที่ปลูก และความถี่ในการปรับค่า pH และ EC ถ้าถังที่ใช้มีขนาดเล็กจะต้องมีการเติมและปรับสารละลายบ่อยและโอกาสที่พืชจะได้รับสารละลายที่มีองค์ประกอบไม่เหมาะสมจะมากด้วย (อาจจำเป็นต้องใช้ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ) โดยทั่วไป ถ้าถังสารละลายมีขนาดใหญ่ขึ้น การเปลี่ยนค่าต่างๆ ของสารละลายจะช้าลงพืชจะเจริญเติบโตได้ดีแต่จะเปลืองสารละลายมากโดยเฉพาะเมื่อต้องมีการเปลี่ยนสารละลายทั้งหมด ถังสารละลายที่ใช้ อาจเป็นถัง ไฟเบอร์ขนาดความจุ 4000 ลิตร หรือก่อเป็นถังปูนฝังอยู่ใต้ดินแต่จะมีราคาแพง ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กอาจใช้ถังพลาสติก

1.2 ปั๊มสารละลาย

อาจเป็นแบบปั๊มแช่อยู่ในสารละลาย หรือเป็นแบบอยู่นอกถัง ถ้าเป็นแบบแช่ ได้แก่ ปั๊มไดโว ข้อดี คือ ราคาถูกหาซื้อได้ทั่วไป ข้อเสีย คือ ถ้าปั๊มไม่ดีจะเสียหายง่าย และเกิดการถ่ายเทความร้อนให้สารละลายโดยตรงทำให้สารละลายร้อน หรืออาจใช้เป็นปั๊มอยู่นอกถังจะต้องเป็นปั๊มที่สามารถทำงานอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ และต้องทนการกัดกร่อนของสารละลายจึงทำให้มีราคาแพง

1.3 ระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ

ถ้าเป็นการปลูกระบบใหญ่ๆเป็นค้า อาจจำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติโดยจะทำหน้าที่ควบคุม ปริมาณน้ำในถังและค่า pH และ EC ของสารละลายให้อยู่ในช่วงที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา เช่นในการปลูกผักสลัดจะควบคุมให้ค่า pH = 5.5-6 และ EC = 1.0-1.2 mS/cm ตลอดเวลา ข้อดี คือ สารละลายจะมีค่า pH และ EC คงที่อยู่ในช่วงที่พืชต้องการ ข้อเสีย คือ ราคาแพงและต้องมีการดูแลรักษาอยู่ตลอดเวลา ถ้าเป็นระบบขนาดเล็กก็ไม่จำเป็นต้องมีระบบเตรียมสารละลายโดยอัตโนมัติ แต่จะใช้คนเป็นผู้วัดและปรับค่า pH และ EC ตามที่ต้องการโดยทั่วไปจะทำตอนเช้า

2. ระบบท่อนำสารละลายและรางปลูกพืช

2.1 ระบบท่อนำสารละลายสู่รางปลูก

จะเป็นท่อที่นำสารละลายจากปั๊มไปสู่หัวรางปลูกพืช ท่อนำสารละลายโดยทั่วไปจะฝังอยู่ใต้ดินส่วนที่พ้นดินจะใช้ท่อสีขาวเพื่อป้องกันการสะสมความร้อนต้องมีการคำนวณขนาดให้พอเหมาะกับปั๊มที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 รางปลูกพืช

จะมีขนาดความกว้างและความยาวต่างๆกันตามชนิดของพืชที่ปลูก ตัวรางอาจทำจากวัสดุต่างๆ เช่น PVC พลาสติกหรือโลหะปลอดสนิม ซึ่งต้องบุภายในด้วยพลาสติก ขนาดราง มีตั้งแต่ 10 – 30 ซม. ความยาว ตั้งแต่ 5 – 50 เมตร ควรใช้รางสีขาวทำจากวัสดุ PVC และไม่ควรยาวเกิน 20 เมตร เพื่อป้องกันการสะสมความร้อนทำให้รากพืชขาดออกซิเจน

2.3 ท่อนำสารละลายกลับสู่ถังสารละลาย

จะเป็นท่อขนาดใหญ่ (2 ½ - 3 นิ้ว) เนื่องจากการไหลกลับของน้ำจะอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกอย่างเดียวและท่อฝังอยู่ใต้ดิน และโดยทั่วไปจะมีลูกลอยอยู่ในถังผสมสารละลาย ในกรณีที่ฝนตกน้ำเข้าในรางปลูกพืชลูกลอยจะปิดไม่ให้น้ำฝนเข้าในถัง น้ำส่วนเกินจะระบายออกทางท่อระบายน้ำ

2.3.5 ข้อดีและข้อเสียของระบบ N.F.T.

ข้อดี

- ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องควบคุมการให้น้ำเนื่องจากระบบนี้จะมีการให้น้ำแก่พืชตลอดเวลา
- ระบบการให้สารละลายแก่พืชไม่ยุ่งยาก
- ทำการป้องกันและกำจัดเชื้อโรคพืชต่าง ๆ ในสารละลายได้ง่าย
- เป็นระบบที่มีการใช้น้ำและธาตุอาหารอย่างมีประสิทธิภาพที่สุด
- ไม่มีวัสดุปลูกที่ต้องกำจัด
-สามารถปลูกพืชได้อย่างต่อเนื่องตลอดปี ไม่เสียเวลาในการเตรียมระบบปลูก เช่นสามารถปลูกผักสลัดได้ถึง 8-10 ครั้ง/ปี

ข้อเสีย

- ราคาค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูงมาก โดยเฉพาะถ้าใช้ขาตั้งทำจากโลหะ
- เป็นระบบที่ต้องมีการดูแลอย่างใกล้ชิด เพราะมีโอกาสที่ระบบจะเสียได้ง่าย และพืชจะถูกกระทบกระเทือนอย่างรุนแรงและรวดเร็ว
- ต้องใช้น้ำที่มีสิ่งเจือปนอยู่น้อย (สารละลายต่างๆ) ถ้ามีสิ่งเจือปนอยู่มากจะเกิดการสะสมของเกลือบางตัวที่พืชใช้น้อยหรือไม่ดูดใช้เลยสะสมอยู่ในสารละลาย ทำให้จำเป็นต้องเปลี่ยนสารละลายบ่อยๆ ทำให้สิ้นเปลือง
-มีปัญหามากเกี่ยวกับการสะสมของอุณหภูมิของสารละลาย โดยเฉพาะในเขตร้อนมีผลต่อการละลายตัวของออกซิเจนในสารละลายลดลง จะทำให้พืชอ่อนแอรากถูกทำลายโดยโรคพืชได้ง่าย การเจริญเติบโตลดลง จนถึงไม่สามารถปลูกพืชได้เลย
-มีการแพร่กระจายของโรคพืชบางชนิดอย่างรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช (สังคม, 2543)

2.4.1ปัจจัยด้านพันธุกรรม

ปัจจัยด้านพันธุกรรมในการเพาะปลูกพืช คือ พันธุ์พืช ปัจจัยทางด้านพันธุกรรมจะควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช โดยการกำหนดให้พืชแต่ละพันธุ์มีอัตราการเจริญเติบโตและพัฒนาการที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสร้างสารที่ควบคุมการเจริญเติบโต ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช นอกจากจะต้องอาศัยผลได้จากขบวนการทางสรีรวิทยาต่าง ๆ เช่น การสร้างคาร์โบไฮเดรท จากการสังเคราะห์แสง และ การย่อยสลายคาร์โบไฮเดรท โดยการหายใจเป็นน้ำตาล หรือขบวนการสร้างสารประกอบอื่น ๆ เช่น โปรตีน ไขมัน แล้ว การเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชตลอดจนสิ่งมีชีวิตทุกชนิดยังต้องอาศัยสารประกอบอินทรีย์อีกมากมายหลายชนิด ซึ่งสารประกอบอินทรีย์เหล่านี้จะมีผลและอิทธิพลต่อการ เจริญเติบโตและพัฒนาการเป็นอย่างมาก สารเหล่านี้ อาจเรียกรวม ๆ กันว่า สารควบคุมการ เจริญเติบโต (Plant Growth Regulators) สารเหล่านี้จะได้มาจากปฏิกิริยาของสารประกอบที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินขบวนการทางสรีรวิทยา หรือสารที่ได้จากขบวนการทางสรีรวิทยา โดยที่สารควบคุมการเจริญเติบโตจะไม่เป็นสารอาหาร (Nutrients) สารให้พลังงาน (Energy releaser, energy carrier) วิตามิน(Vitamin) เอ็นไซม์ (enzyme) หรือส่วนประกอบของเอ็นไซม์ ใด ๆ สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช มีบทบาทต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ใน 2 รูปแบบ

1. กระตุ้นหรือเร่งการเจริญเติบโตและพัฒนาการ (Growth promoters)
2. ยับยั้งหรือชลอการเจริญเติบโตและพัฒนาการ (Growth inhibitors)

สารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชชนิดหนึ่ง ๆ อาจมีบทบาทเป็นได้ทั้งสารกระตุ้นและ สารยับยั้งการเจริญเติบโตและพัฒนาการ ทั้งนี้จะต้องขึ้นอยู่กับว่ากำลังพิจารณาถึงบทบาทในด้านใดเป็นหลัก ซึ่งสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่พืชชั้นสูงสร้างขึ้น ซึ่งในปริมาณเพียงเล็กน้อย จะสามารถควบคุมการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชได้ แบ่งออกได้เป็น 6 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มออกซิน (Auxins)
2. กลุ่มจิบเบอเรลลิน (Gibberellins)
3. กลุ่มไซโตไคนิน (Cytokinins)
4. เอทธิลีน (Ethylene)
5. กรดแอบซิสิค (Abscisic acid)
6. กลุ่มอื่น ๆ (Miscellaneous) Plant Growth Regulators หมายถึง สารประกอบอินทรีย์ที่พืชชั้นสูงสร้างขึ้นหรือมนุษย์สังเคราะห์ขึ้น ซึ่งในปริมาณเพียงเล็กน้อย จะสามารถควบคุมการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืชได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สภาพแวดล้อมที่สำคัญที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และพัฒนาการของพืช (สังคม, 2543)

2.4.2.1 ปัจจัยที่จำเป็นต้องมี (Positive factors) เป็นปัจจัยที่ขาดไม่ได้ ได้แก่

1 แสงสว่าง พืชต้องการแสงสว่างเพื่อใช้ในขบวนการการสังเคราะห์แสง สร้างอาหาร เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการ นอกจากแสงจะมีผลโดยตรงต่อขบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งเป็นขบวนการรากฐานเพื่อให้ได้มาซึ่งพลังงาน และเป็นแหล่งของสารประกอบขั้นต้น เพื่อนำมาสังเคราะห์เป็น สารประกอบอินทรีย์ในพืช อันเป็นปัจจัยโดยตรงในการควบคุมการเจริญเติบโตของพืชแล้ว แสงยังควบคุมขบวนการรากฐานของการเจริญเติบโตในระดับต่าง ๆ จนได้ผลรวมออกมาในรูปการเจริญและเปลี่ยนแปลงทางด้านโครงสร้าง นอกจากนี้ แสงยังมีอิทธิพลต่อปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในการเจริญเติบโตของพืชด้วย เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของเมล็ด การออกดอก (รุ่งนภา, 2557) เป็นต้น

ความเข้มของแสง (Light Intensity) คือ ปริมาณแสงทั้งหมดที่พืชได้รับ ความเข้มของแสงที่เหมาะสม การสังเคราะห์แสงจะมีอัตราสูง ทำให้ได้อาหารเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตมาก ความเข้มของแสงที่ต่ำเกินไป เมื่อความเข้มของแสงไม่เพียงพอ จะทำให้มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำ และให้ผลผลิตน้อย หรือผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ความเข้มของแสงที่สูงเกินไป จะส่งผลลบต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ (Chlorophyll content) จะทำให้พืชบางชนิดมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง หรือคลอโรฟิลล์มีประสิทธิภาพต่ำลง การสังเคราะห์แสงจะต่ำไปด้วย และจะทำให้อุณหภูมิของใบเพิ่มขึ้นอย่างมาก ทำให้พืชมีอัตราการคายน้ำสูง หากอัตราการดูดน้ำของรากไม่สมดุลกับอัตราการคายน้ำ พืชจะแสดงอาการขาดน้ำ

ช่วงแสง (Light Duration or Photoperiod) หมายถึง ระยะเวลายาวนานของแสงในแต่ละช่วงวัน ช่วงแสงมีอิทธิพลต่อการออกดอกและการลงหัวของพืชบางชนิด การตอบสนองของพืชต่อช่วงแสงนี้ อาจแบ่งพืชออกเป็น

- พืชวันสั้น (Short day plant, SD) เป็นพืชที่ต้องการความยาวช่วงแสงสั้นกว่าช่วงวันวิกฤติ (Critical day length) จึงจะออกดอกได้

- พืชวันยาว (Long day plant, LD) เป็นพืชที่ต้องการความยาวช่วงแสงยาวกว่าช่วงวันวิกฤติจึงจะออกดอก

- พืชที่ไม่ตอบสนองต่อช่วงแสง (Day neutral plant) พืชพวกนี้ เมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม หรือมีอายุเหมาะสม ก็จะสามารถออกดอกได้ โดยไม่เกี่ยวข้องกับช่วงแสง

2. ที่ยึดเหนี่ยว พืชจะเจริญเติบโตและให้ผลผลิตได้ดี ต้องมีที่ยึดเหนี่ยวที่แข็งแรง เพื่อให้ลำต้นทรงอยู่ได้ในลักษณะที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะทำให้ส่วนต่างๆทำหน้าที่ในการเจริญเติบโตได้อย่างเต็มที่ ที่ยึดเหนี่ยวของพืชที่สำคัญ ได้แก่ ดิน ในการเพาะปลูกพืช ดินนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอยู่ไม่น้อย หน้าที่และความสำคัญของ ดินต่อการเจริญเติบโตของพืช มีดังนี้

- ดินทำหน้าที่เป็นวัสดุค้ำยันหรือที่ยึดเหนี่ยวหรือที่ยึดเกาะของรากพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ดินเป็นแหล่งความชื้นหรือแหล่งน้ำของพืช
- ดินให้อากาศเพื่อการหายใจของรากพืช
- ดินให้แร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและการเจริญเติบโตของพืช

น้ำในดิน ภายในดินจะมีช่องว่างซึ่งจะมีอากาศและน้ำบรรจุอยู่ สัดส่วนของช่องว่างในดินจะต้องมีความสมดุลกับส่วนที่เป็นของแข็งในดิน จึงจะทำให้ดินมีความเหมาะสมต่อการ เจริญเติบโตของพืช สัดส่วนของน้ำและอากาศที่อยู่ในช่องว่างในดินจะเป็นสัดส่วนผกผันกัน คือ ถ้าปริมาณน้ำในช่องว่างต่ำลง อากาศในช่องว่างจะมากขึ้น ในสภาพนี้ดินจะมีสภาวะขาดน้ำ และ ส่งผลถึงกิจกรรมทางสรีรวิทยาของพืช แต่ถ้าช่องว่างในดินมีน้ำมากส่วนของอากาศในดินมีน้อย ดินจะมีสภาวะขาดออกซิเจน ซึ่งจำเป็นต่อการหายใจของรากพืช อาจก่อให้เกิดการสร้างสารพิษ ภายในราก นอกจากนี้ ยังมีผลต่อวงจรการสร้างอาหาร โดยเฉพาะวงจรของไนโตรเจนในดินด้วย

เนื้อดิน (Soil texture) ดินที่มีเนื้อละเอียดจะมีความพรุนมากกว่าดินที่มีเนื้อหยาบกว่า ทำให้สามารถยึดน้ำได้ ดีกว่า การยึดน้ำของดินเกิดขึ้นด้วยแรง 2 ชนิด คือ แรงยึดที่เกิดขึ้นระหว่างอนุภาคดินกับโมเลกุล ของน้ำ (Adhesion force) และแรงยึดที่เกิดขึ้นระหว่างโมเลกุลของน้ำ (Cohesion force) ด้วยแรง ทั้ง 2 ชนิดนี้ ทำให้รอบ ๆ อนุภาคของดินยึดน้ำไว้ได้ และยังควบคุมการเคลื่อนที่ของน้ำในช่องว่าง ของดินด้วย เมื่อปริมาณน้ำในดินเพิ่มขึ้นภายในช่องว่างขนาดเล็กหรือรอบ ๆ อนุภาคดินแรงยึด น้ำจะลดลง ทำให้น้ำไหลซึมผ่านลงไปในดินชั้นล่าง ๆ

3. อุณหภูมิ อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของพืช ตั้งแต่พืชเริ่มงอกจนกระทั่งออกดอก ติดผล อุณหภูมิเกี่ยวข้องกับขบวนการงอกของเมล็ด การสังเคราะห์แสง การหายใจ การพักตัว เป็นต้น พืชแต่ละชนิดมีความต้องการอุณหภูมิที่ใช้ในการเจริญเติบโตแตกต่างกัน อุณหภูมิที่ เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช มีทั้งอุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิในดิน อุณหภูมิ กลางวัน และอุณหภูมิกลางคืน (ชยพร, 2559) ผลของอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ได้แก่

- อุณหภูมิต่ำ มีผลต่อการล้ำเลียงอาหาร ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะล้ำเลียง อาหารได้ดีกว่า
- อุณหภูมิต่ำ ลดการหายใจ เนื่องจากการเจริญเติบโต เป็นผลสุทธิของ ขบวนการสังเคราะห์แสงและการหายใจ ในสภาพอุณหภูมิต่ำ พืชจะมีการหายใจน้อยลง การเผา ผลาญอาหารที่ได้จากการสังเคราะห์แสงจะลดลง ในพืชหลายชนิด อุณหภูมิต่ำจะเป็นตัวชักนำให้พืชเกิดการออกดอก ซึ่งพืชพวกนี้จะต้อง ได้รับอุณหภูมิต่ำช่วงหนึ่งจึงจะออกดอกได้ นอกจากนี้ อุณหภูมิต่ำยังเป็นตัวกระตุ้นให้พืชบาง ชนิดที่มีถิ่นกำเนิดในเขตอบอุ่น (Temperate zone) สิ้นสุดการพักตัวและสามารถแตกตาดอกตา ใบ เข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตในฤดูใบไม้ผลิได้ ซึ่งพืชพวกนี้ จะต้องการอุณหภูมิต่ำในระยะเวลานานพอสมควรจึงจะสิ้นสุดการพักตัว แม้ว่าพืชจะตอบสนองต่ออุณหภูมิต่ำได้ดี แต่อุณหภูมิที่ต่ำมากจะมีผลเสียต่อพืช เช่นกันความเสียหายของอุณหภูมิต่ำมากต่อพืช ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ที่อุณหภูมิเหนือจุดเยือกแข็ง ต่ำกว่า 10o C พืชที่มีถิ่นกำเนิดในเขตร้อน (Tropical zone) จะไม่เจริญเติบโต และที่ช่วงอุณหภูมิ 0-5 o C อาจทำให้พืชพวกนี้ตายได้

- ที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จะทำให้เกิดผลึกน้ำแข็งภายในเนื้อเยื่อและอวัยวะ ของพืช และทำให้พืชสูญเสียน้ำ ทำให้พืชได้รับความเสียหาย ส่วนที่อุณหภูมิสูงมาก ก็ก่อความเสียหายให้พืชเช่นกัน เช่น การสูญเสียประสิทธิภาพของ คลอโรฟิลล์ ใบไหม้ เป็นต้น

4. อากาศ ในการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช ต้องการพลังงานที่ ได้มาจากการหายใจ จึงต้องมีอากาศอย่างเพียงพอ เพื่อให้การหายใจเกิดขึ้นได้อย่างเต็มที่ นอกจากนี้ พืชยังต้องการก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพื่อใช้ในการสังเคราะห์แสงด้วย

5. น้ำ น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะพืช มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 75-90% น้ำทำหน้าที่ในการช่วยดูด แร่ธาตุอาหาร (nutrients) ลำเลียงอาหาร (photosynthates) ไปยังส่วนต่าง ๆ และช่วยในการลดอุณหภูมิภายในต้นพืช ความสำคัญของน้ำที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืช คือ

- น้ำมีผลต่อกระบวนการรากฐานของการเจริญเติบโต การเพิ่มขนาดของเซลจะ ต้องการน้ำเพื่อใช้ในขบวนการขยายตัวของเซล เมื่อพืชขาดน้ำ เซลจะขยายตัวเพิ่มขนาดไม่ได้ เป็น ผลให้อวัยวะพืชเล็กและแคระแกร็น

- น้ำเป็นปัจจัยที่สำคัญในการลำเลียงอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวทำ ละลายอาหารและแร่ธาตุอาหาร น้ำเป็นตัวกลางในการลำเลียงธาตุอาหารในดิน เป็นตัวลำเลียง พาแร่ธาตุอาหารเข้ามายังบริเวณรากพืช เมื่อรากดูดแร่ธาตุอาหารเข้ามาในต้นพืช น้ำจะเป็นตัว ลำเลียงพาแร่ธาตุอาหารไปยังใบ เพื่อทำการสังเคราะห์เป็นอาหาร น้ำจะลำเลียงอาหารที่ได้ออกจากแหล่งสังเคราะห์ไปยังส่วนต่าง ๆ ของพืช

- น้ำเป็นตัวรักษารูปร่างของเซลและต้นพืช เซลล์ที่มีชีวิตของพืชจะต้องเป็นเซลเต่ง ที่มีน้ำบรรจุอยู่เต็ม ถ้ามีน้ำไม่เต็ม เซลจะเหี่ยว หากเซลล์พืชเหี่ยวมากจะทำให้ต้นพืชตายไปในที่สุด

- น้ำเป็นปัจจัยสำคัญในขบวนการทางสรีรวิทยาและขบวนการทางชีวเคมี ขบวนการต่าง ๆ ในพืชหรือสิ่งมีชีวิต เช่น การสังเคราะห์แสง การหายใจ การดูดแร่ธาตุอาหาร การสังเคราะห์สารที่ใช้ในการเจริญเติบโต ฯลฯ แทบทุกขบวนการจะมีน้ำเป็นองค์ประกอบด้วยเสมอ การสังเคราะห์แสงสร้างอาหารเป็นแป้งและน้ำตาลสะสมในพืช จะมาจากการรวมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้ากับน้ำ ขบวนการเผาผลาญอาหารหรือการหายใจก็จะมีการใช้น้ำ และมีการสร้างน้ำขึ้น นอกจากนี้น้ำยังเกี่ยวข้องกับการควบคุมปรากฏการณ์การเจริญเติบโตอื่น ๆ อีก เช่น การงอกของเมล็ด การพักตัวของพืช การชักนำการออกดอก เป็นต้น

ความต้องการน้ำของพืช (Water requirement of plant) ความต้องการน้ำของพืชจะมีปัจจัยหลายอย่างเข้ามาเกี่ยวข้อง แต่ที่สำคัญคือ การสูญเสียน้ำหรือการคายน้ำ และการสร้างสารประกอบภายในต้นพืช ปัจจัยที่มีผลต่อการคายน้ำ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. อุณหภูมิ สภาพอุณหภูมิสูง จะทำให้พืชมีการคายน้ำมากขึ้น

ข. ความชื้นในอากาศ สภาพความชื้นในอากาศต่ำ พืชจะมีการคายน้ำมาก

ค. ความเร็วลม ลมที่พัดผ่านแรง จะทำให้พืชมีการคายน้ำมาก

ง. ความเข้มแสง สภาพที่มีความเข้มแสงสูง จะทำให้มีอุณหภูมิสูงตามไปด้วย พืชจะ คายน้ำมาก ในวันที่มีอุณหภูมิสูง อากาศแห้ง มีลมแห้งพัดผ่าน จะส่งเสริมให้พืชมีการคายน้ำมาก ซึ่งจะต้องจัดการเรื่องการให้น้ำให้เพียงพอ กับน้ำที่สูญเสียไป มิฉะนั้น พืชจะเหี่ยวเฉาได้

จ. การสร้างสารประกอบในต้นพืช การเจริญเติบโตของพืชนั้น เป็นผลเนื่องมาจากการกระตุ้นของสารที่จำเป็นหรือเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต ซึ่งการสร้างสารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตนั้นจะเกิดมากในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโต สารที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตแทบทั้งหมดจะสร้างขึ้นได้ จะต้องมีน้ำเป็นวัตถุดิบ หรือต้องการน้ำในการส่งเสริมให้ขบวนการนั้น เกิดขึ้น ดังนั้น ในช่วงที่พืชกำลังเจริญเติบโต จึงต้องการน้ำมากตามไปด้วย

การจัดการน้ำให้เพียงพอต่อความต้องการของพืช (Water management) การที่น้ำมีความสำคัญและมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืชเป็น อย่างมากนั้น การจัดการน้ำให้เหมาะสมกับพืชจึงมีความจำเป็นมาก การที่พืชได้รับน้ำในระดับที่ แตกต่างกัน จะมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช ดังนี้

- พืชที่ได้รับน้ำในระดับที่พอเหมาะ อัตราการดูดน้ำของราก จะเท่ากับอัตราการ คายน้ำของใบ ในสภาวะเช่นนี้ เซลคุม (Guard cell) และเซลที่อยู่รอบ ๆเซลคุม (Companion cells) บนใบจะเต่ง ทำให้ปากใบหรือรูใบ (Stomata) เปิดออก ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จาก บรรยากาศจะซึมแพร่เข้าสู่ภายในใบอย่างรวดเร็ว อัตราการสังเคราะห์แสงในเวลากลางวันที่มีแสง จะสูง และอัตราการหายใจเป็นปกติ ทำให้มีอาหารสะสมเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตเป็นจำนวนมาก

- พืชที่ได้รับน้ำมากเกินไป ทำให้มีอัตราการคายน้ำค่อนข้างต่ำ เนื่องจากน้ำในดินที่ มีมากจะเป็นผลให้ความชื้นในอากาศรอบ ๆ ต้นพืชสูงขึ้น การคายน้ำของพืชจะลดต่ำลง ในขณะ เดียวกับที่รากพืชดูดน้ำมากหรือเป็นปกติ เมื่อการดูดน้ำของรากและการคายน้ำของใบเกิดขึ้นใน อัตราที่ไม่สมดุลกัน จะเกิดแรงดันในบริเวณเซล meristem ซึ่งเป็นเซลที่ยืดตัว ทำให้เซลเต่งและยืด ตัวมาก ทำให้เกิดผลเสียคือ ต้นกล้าจะมีลักษณะยืดยาวและมีรอยแตก เพราะเซลล์อาจขยายตัวไม่ ทัน นอกจากนี้ น้ำที่มีอยู่ในดินมากเกินไป จะทำให้ช่องว่างในดินที่เป็นอากาศถูกแทนที่ด้วยน้ำ รากพืชจะขาดอากาศในการหายใจ กรณีที่น้ำท่วมรากนาน ๆ จะทำให้ต้นพืชตายได้ การแก้ไขในกรณีนี้ ทำได้โดยการระบายน้ำออกจากบริเวณรากพืชโดยเร็ว หรือปรับสภาพดินให้มีการระบายน้ำ ที่ดีขึ้น

- พืชที่ขาดน้ำ การคายน้ำจะเกิดในอัตราที่สูงกว่าการดูดน้ำมาก เซลล์คุมจะ สูญเสียความเต่งและเหี่ยวแฟบลง ปากใบจะแคบลงหรือปิด การแพร่ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เข้าไปในใบจะต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงต่ำ สร้างอาหารได้น้อยลง สารประกอบอื่น ๆ ที่ ต้องการคาร์โบไฮเดรต จากการสังเคราะห์แสงเป็นวัตถุดิบจะสร้างได้น้อยลง ทำให้การเจริญเติบโต เป็นไปอย่างช้า ๆ จนถึงกับไม่เจริญเติบโตเลย เซลบริเวณที่มีการยืดตัวจะมีขนาดเล็ก ทำให้ต้นพืช มีลักษณะแคระแกร็น อวัยวะส่วนต่าง ๆ จะมีขนาดเล็ก

- ถ้าพืชขาดน้ำอย่างรุนแรงเป็นเวลานาน พืชจะแสดงอาการเหี่ยว เซลล์คุมแฟบลง และปากใบปิด ทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไม่สามารถแพร่เข้าในใบได้ การสังเคราะห์แสงจะ หยุดลง ในขณะที่การหายใจยังคงดำเนินอยู่ต่อไป ทำให้อาหารที่สะสมอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ถูกใช้ไป แลไม่มีการสร้างขึ้นใหม่ เมื่อถึงระดับหนึ่ง พืชที่ขาดน้ำนั้นจะตายไป

6. แร่ธาตุอาหาร (nutrients) พืชต้องการแร่ธาตุอาหารเพื่อใช้ในการ เจริญเติบโตและพัฒนาการ โดยแร่ธาตุอาหารเหล่านั้น จะไปเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของพืช และจะไปกระตุ้นขบวนการต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาว่าแร่ธาตุใดจัดเป็นแร่ธาตุอาหารของพืช คือ

1. ธาตุนั้นต้องมีความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ และการสืบพันธุ์ ของพืช ถ้าขาดธาตุหนึ่งธาตุใด จะทำให้การเจริญเติบโตและพัฒนาการ และการสืบพันธุ์ไม่ สมบูรณ์

2. ความต้องการธาตุแต่ละธาตุต้องมีขอบเขตจำกัด และไม่สามารถทดแทนกันได้

3. ธาตุเหล่านั้นต้องมีผลโดยตรงต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการ และไม่เป็น สาเหตุที่ไม่ทำให้ธาตุชนิดอื่น เกิดความเหมาะสม หรือเป็นอันตรายต่อพืช แร่ธาตุอาหารของพืช มีอยู่ด้วยกัน 16 ชนิด ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม แมงกานีส เหล็ก ทองแดง กำมะถัน โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน แคลเซียม กลุ่มของรายชื่อแร่ธาตุอาหารที่ระบุข้างต้นนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณมาก หรือธาตุอาหารหลัก มี 10 ธาตุ เรียกว่า Macronutrients ได้แก่ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก แคลเซียม กำมะถัน

2. ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณน้อย หรือธาตุอาหารรอง มี 6 ธาตุ เรียกว่า Micronutrients ได้แก่ แมงกานีส ทองแดง โมลิบดีนัม สังกะสี คลอรีน โบรอน

ไนโตรเจน (Nitrogen, N) เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ กรดอะมิโน โปรตีน กรดนิวคลีอิค น้ำย่อย และคลอโรฟิลล์ ถ้าขาดธาตุไนโตรเจนพืชจะไม่เจริญเติบโต ไนโตรเจนจะสูญเสียจากดินได้ง่ายมากในรูปของก๊าซไนโตรเจน พืชที่ขาดธาตุ ไนโตรเจน จะแสดงอาการที่เรียกว่า chlorosis โดยใบแก่จะเปลี่ยนเป็นสีเหลือง และหลุดร่วงไป ส่วนใบอ่อนยังคงมีสีเขียว เพราะธาตุนี้เคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังใบอ่อน ในบางครั้งพืชที่ขาดธาตุ ไนโตรเจนส่วนของลำต้น ก้านใบ ใบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ล่าง ๆ จะมีสีชมพูถึงม่วง เพราะสะสมสาร anthocyanin ไว้ เป็นจำนวนมาก แต่ถ้าพืชได้รับไนโตรเจนมากเกินไป พืชจะมีการเจริญเติบโตทางกิ่งใบมาก ใบพืช จะเป็นสีเขียวแก่ ล้ำต้นอวบอ้วน ระบบรากไม่เจริญเติบโต และเข้าสู่ระยะการเจริญเติบโตทางการ สืบพันธุ์ช้าลง

ฟอสฟอรัส (Phosphorus, P) ทำหน้าที่ในการนำพลังงาน (ATP, adenosine triphosphate) และเป็น องค์ประกอบของสารอินทรีย์ที่มีฟอสเฟต เช่น sugar phosphate, nucleotides, nucleic acid, phospholipids และ coenzymes บางชนิด ฟอสเฟตเคลื่อนที่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ง่าย และสะสมอยู่ในใบอ่อน ดอกที่กำลัง เจริญ เมล็ด แต่ก็สูญเสียได้ง่ายจากใบแก่ของพืช การขาดธาตุฟอสฟอรัสจะแสดงอาการที่ใบที่ เจริญแล้ว พืชจะมีล้ำต้นแคระแกร็น มีสีเขียวแก่ บางครั้งเป็นสีม่วงจากการสะสม anthocyanin และทำให้พืชถึง maturity ช้าลง ถ้าได้รับฟอสฟอรัสมากเกินไป พืชจะถึง maturity เร็วกว่าปกติ

โปแตสเซียม (Potassium, K) คล้ายไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สามารถเคลื่อนย้ายจากใบแก่ไปยังใบอ่อนได้ง่าย แต่โปแตสเซียมไม่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ โปแตสเซียมทำหน้าที่เป็น coenzyme หรือตัวกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์หลายชนิด ในพืชใบเลี้ยงคู่ จะแสดงอาการขาดธาตุโปแตสเซียมที่ใบแก่ที่อยู่ด้านล่าง โดยจะ เกิด chlorosis กระจายทั่วไป ส่วนพวกพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เซลที่ปลายใบและขอบใบจะตายก่อน แล้ว แผ่ไปยังเซลส่วนอื่นที่อยู่ต่ำลงไป

กำมะถัน หรือ ซัลเฟอร์ (Sulphur, S) เป็นองค์ประกอบของโปรตีนบางชนิด ที่สำคัญคือ coenzyme A ซึ่งใช้ใน ขบวนการหายใจ นอกจากนี้ ซัลเฟอร์ยังพบใน วิตามิน thiamine และ biotin เป็นต้น การขาดธาตุซัลเฟอร์จะแสดงอาการ chlorosis ที่ใบอ่อน เพราะซัลเฟอร์ไม่ เคลื่อนย้ายออกจากใบแก่

แมกนีเซียม (Magnesium, Mg) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคลอโรฟิลล์ ในอวัยวะที่ไม่มีคลอโรฟิลล์เช่นในราก แมกนีเซียมจะไปกระตุ้น เอ็นไซม์ให้ดึงเอาพลังงานออกจาก ATP นอกจากนี้ แมกนีเซียมยังเป็น องค์ประกอบที่สำคัญของ ribosome ในการสร้างโปรตีน พืชที่ขาดธาตุแมกนีเซียมจะแสดงอาการ chlorosis ที่บริเวณเส้นใบของใบแก่ แคลเซียม (Calcium, Ca) จะไปรวมตัวกับ pectate ในส่วน middle lamella ของผนังเซล ทำให้ผนังเซล ระหว่างเซลเชื่อมต่อกัน นอกจากนี้ยังเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของเอ็นไซม์ α-amylase ในการ ย่อยแป้งที่สะสมอยู่ การขาดธาตุนี้ ทำให้ตาไม่เจริญ และทำให้ปลายรากตายได้

เหล็ก (Iron, Fe) กระตุ้นกิจกรรมของเอ็นไซม์ในการสร้างคลอโรฟิลล์ และมีส่วนในการพาอิเล็คตรอน (electron carrier) ในขบวนการหายใจและสังเคราะห์แสง โดยเป็นส่วนหนึ่งในโมเลกุลของ cytochrome และเป็นองค์ประกอบของเอ็นไซม์ ferredoxin ที่ทำหน้าที่เป็น electron carrier และเอ็นไซม์ nitrate reductase ในการเปลี่ยนรูปไนเตรตเป็นแอมโมเนีย การขาดธาตุเหล็กจะทำให้เกิด chlorosis ที่เส้นใบของใบอ่อน เนื่องจากธาตุนี้ มี การเคลื่อนย้ายได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คลอรีน (Chlorine, Cl) ทำหน้าที่ในการกระตุ้นการสังเคราะห์แสง โดยเป็นตัวกระตุ้นให้น้ำเกิดการแตก ตัวปลดปล่อยออกซิเจน พืชที่ขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเหี่ยว เกิดอาการ chlorosis และใบเปลี่ยนเป็นสี ขาวตะกั่ว รากจะสั้น แต่อ้วน บริเวณปลายรากจะบวมพองออก

แมงกานีส (Manganese) กระตุ้นเอ็นไซม์หลายชนิดเพื่อสังเคราะห์กรดไขมัน (fatty acid) , DNA, RNA และ เอ็นไซม์ที่ใช้ในวัฏจักรเครปส์ (Kreb's cycle) ในขบวนการหายใจ และเกี่ยวข้องโดยตรงกับ การสังเคราะห์แสงโดยเป็นตัวพาอิเล็คตรอนจากการแตกตัวของน้ำ นอกจากนี้ยังมีบทบาทในการ สร้างคลอโรฟิลล์ พืชที่ขาดธาตุนี้จะเกิด chlorosis ทั้งในใบแก่และใบอ่อน และเกิดตุ่มแผลสี น้ำตาล(necrotic lesions) ในใบ

โบรอน (Boron, B) ช่วยในการขนย้ายอาหารสะสม พืชที่ขาดธาตุนี้จะแสดงอาการในส่วนเนื้อเยื่อเจริญ (meristem) ของลำต้นและ ราก โดยเนื้อเยื่อจะแยกจากกัน พืชแต่ละชนิดจะแสดงอาการขาดธาตุนี้แตกต่างกัน เช่น ไส้เน่า (heart rot) ในพวกผักกาดหัว บีท ลำต้นแตก (stem crack) ในคื่นช่าย แก่นหัวฉ่ำน้ำ (water core) ใน turnip แห้งเป็นจุด ๆ (drought spot) ในแอปเปิล เป็นต้น

สังกะสี (Zinc, Zn) จำเป็นต่อการสร้างฮอร์โมน เช่น IAA และเป็นส่วนสำคัญของเอ็นไซม์หลายชนิด พืชที่ขาดธาตุนี้จะแสดงอาการใบเล็กลงและใบเกิดรวมเป็นกระจุก (rosette) เพราะปล้อง (internode) ไม่ยืดตัว ขอบใบย่น (distored) และม้วนเข้าหากัน (puckered) พืชบาง ชนิดอาจเกิด chlorosis บริเวณเส้นใบ และลำต้นเจริญเติบโตช้า

ทองแดง (Copper, Cu) ทำหน้าที่ในการพาอิเล็คตรอน และเป็นส่วนประกอบของเอ็นไซม์บางชนิด นอกจากนี้ ยังเป็นส่วนสำคัญของ enzyme nitrate reductase ในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ (nitrogen fixation) พืชที่ขาดธาตุนี้ใบอ่อนจะมีสีเขียวแก่และบิดเบี้ยว หรือรูปร่างใบผิดปกติ ทำให้ เกิดแผลสีน้ำตาลเป็นจุด ๆ ทำให้ใบอ่อนของส้มแห้งตายจากยอดลงมา (die back)

โมลิบดีนัม (Molybdenum, Mo) ทำหน้าที่ในการพาอิเล็คตรอน และมีบทบาทในการตรึงไนโตรเจนจากอากาศ พืชที่ขาดธาตุนี้แสดงอาการหลายอย่าง เช่น การที่ช่อดอกไม่เป็นกระจุก และแทง ดอกย่อย ออกเป็นเส้น ๆ (whip tail) ของกระหล่ำดอก และบรอคโคลี ลักษณะใบเป็นจุดสีเหลือง ของส้ม (yellow spot) การเกิด chlorosis บริเวณเส้นใบของใบแก่ และใบที่อยู่กลางลำต้นและ ลุกลามไปถึงใบอ่อน เป็นต้น

1.2 ปัจจัยที่ไม่จำเป็น หรือไม่ต้องมี (Negative factors) เป็นปัจจัยที่ไม่ควรมี ได้แก่

1.2.1 โรค (Diseases)

1.2.2 แมลงศัตรูพืช (Insects pest)

1.2.3 วัชพืช (Weeds)

1.2.4 สารที่เป็นพิษ (Toxic substances)

ปัจจัยทั้ง 2 พวกนี้ อาจจัดกลุ่มเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ปัจจัยทางกายภาพ (Physical factors) ได้แก่ แสงสว่าง อุณหภูมิ ดิน แร่ธาตุ อาหาร น้ำ หรือความชื้น อากาศ และสารที่เป็นพิษ

1.2 ปัจจัยทางชีวภาพ (Biological factors) ได้แก่ โรค แมลง วัชพืช

2.5 ชา (อัครวิทย์, 2560)

ชาและผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับชานั้นนับได้ว่าเป็น ผลิตภัณฑ์ที่มีความสำคัญไม่เพียงแต่เฉพาะในประเทศไทย เท่านั้น แต่ยังคงแพร่หลายและก่อให้เกิดมูลค่าทางเศรษฐกิจ ไปทั่วทุกภูมิภาคของโลก แม้ว่าการดื่มชานั้นจะมีมานานมากแล้วก็ตามที แต่รูปแบบและลักษณะของผลิตภัณฑ์ก็มีการพัฒนาให้เหมาะสมกับยุคสมัยและความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งประโยชน์จากการดื่มชาซึ่งมาจากสารที่ออกฤทธิ์ทาง ชีวภาพต่างๆ ที่ให้คุณประโยชน์ต่อร่างกายนั้นเริ่มมีรายงาน ทางวิทยาศาสตร์และทางการแพทย์มากขึ้น ทำให้ความต้องการ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากชาเพื่อเป็นอาหารเสริมสุขภาพหรืออาหาร ฟังก์ชั่นนั้นมีเพิ่มมากขึ้นด้วย อาทิเช่น สารสกัดคาเทชิน จากใบชา เป็นต้น

ลาเวนเดอร์ ได้ชื่อว่าเป็นพืชมีกลิ่นหอมที่ปลอดภัยมากที่สุดประเภทหนึ่ง และ สรรพคุณลาเวนเดอร์ ที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปคือ ยับยั้งแบคทีเรีย ช่วยบรรเทาอาการกระตุกของกล้ามเนื้อ และลดก๊าซในกระเพาะอาหาร เมื่อดื่มแล้วช่วยทำให้รู้สึกสงบ และช่วยให้ผ่อนคลายได้

คุณสมบัติของลาเวนเดอร์ มีมากมายทำให้ลาเวนเดอร์เป็นพืชที่ผู้คนชื่นชอบ และใช้อย่างแพร่หลายไปทั่วโลกทั้งในส่วนสุคนธบำบัด (Aromatherapy)

2.5.1 ประโยชน์จากดอกลาเวนเดอร์

1. ดอกลาเวนเดอร์อบแห้งนำมาต้มดื่มเป็นชาดอกไม้จะช่วยลดอาการท้องอืด อาหารไม่ย่อยได้ เพราะในดอก ลาเวนเดอร์มีสารโพลีฟีนอลที่จะช่วยต้านเชื้อแบคทีเรีย หรือกรดต่างๆ ในกระเพาะได้

2. ดอกลาเวนเดอร์อบแห้งนำมาต้มดื่มเป็นชาดอกไม้ ดื่มหลังอาหารจะทำให้รู้สึกสบายท้อง

3. ประโยชน์ของดอกลาเวนเดอร์อบแห้งช่วยสร้างกลิ่นหอมให้กับขนมเบเกอร์รี่ได้

4. กลิ่นลาเวนเดอร์มีสรรพคุณช่วยให้นอนหลับสบาย และผ่อนคลายอารมณ์

5. ดอกลาเวนเดอร์สามารถนำไปประกอบอาหารได้ โดยการนำไปอบแห้งและบดเป็นผง ช่วยเพิ่มกลิ่นในขนมหวานได้ หรือจะนำดอกลาเวนเดอร์ไปต้มนำมาทำเป็นเครื่องดื่มต่างๆ ได้เช่นกัน

6. ชาดอกลาเวนเดอร์ช่วยให้การย่อยอาหารมีประสิทธิภาพมากขึ้น

7. ชาดอกลาเวนเดอร์ดื่มร้อนๆ จะช่วยลดกลิ่นตัว และลดกลิ่นสาบ โดยจะถูกขับออกมาทางเหงื่อ

8. กลิ่นดอกลาเวนเดอร์มีสรรพคุณช่วยแก้อาการปวดหัว และทำให้นอนหลับสนิท ลดการนอนกรนเสียงดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 สรรพคุณชาลาเวนเดอร์

1. ช่วยให้ระบบประสาทสงบ บำรุงสมองทำให้ความจำดี

2. ผ่อนคลายจากความเครียด ความกังวล เนื่องจากภารกิจประจำวันได้เป็นอย่างดีทำให้จิตใจสงบ

3. แก้โรคซึมเศร้า ความเหนื่อยหน่าย สร้างสมาธิ

4.ส่งผลทางด้านจิตใจจึงช่วยให้สามารถนอนหลับได้อย่างสบาย เหมาะสำหรับอาการนอนไม่หลับ

5. ช่วยเรื่องระบบการย่อยอาหาร บรรเทาอาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ลดการติดเชื้อในลำไส้ กระตุ้นการไหลเวียนของเลือด

6. แก้หอบหืด, โรคหลอดลมอักเสบ และระบบเกี่ยวกับการหายใจ

7. บรรเทาอาการไข้หวัด ไอ ปรับอุณหภูมิให้ลดลงขณะเป็นไข้

8. กำจัดกลิ่นปาก และสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นน้ำยาบ้วนปากได้

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hajhashemi และคณะ (2003) ได้ทำการศึกษาสารประกอบของน้ำมันจากใบ *Lavandula angustifolia* ที่ปลูกในประเทศอิหร่าน และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันจากใบลาเวนเดอร์มี 3 ชนิด คือ 1,8-ซินิออล (ร้อยละ 65.4), บอร์นีออล (ร้อยละ 11.5) และแคมพอร์ (ร้อยละ 9.5) ขณะที่ ลินาโลออล (ร้อยละ 35.5) ลินอลลิล อะซิเดตต (ร้อยละ 13.4) และลาเวนดูลิล อะซิเตต (ร้อยละ 10.9) ถูกพบเป็นสารประกอบหลักของดอกลาเวนเดอร์จากประเทศอิหร่าน

วีรพงษ์ และคณะ (2556) ได้ทำการศึกษาการอบแห้งเห็ดหลินจือด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน โดยทำการทดลองอบแห้ง 3 กระบวนการ คือ ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิเป็น 50 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิเป็น 55 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และเพิ่มอุณหภูมิเป็น 60 องศาเซลเซียส ผลการทดลองพบว่า การอบแห้งเห็ดหลินจือที่เหมาะสมที่สุดคือ อุณหภูมิ (40, 55) องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 6 ชั่วโมง

อาภัสสร และคณะ (2558) ได้ทำการศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งสาหร่ายเทาด้วยลมร้อน โดยใช้อุณหภูมิ 50 -70 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการแปรรูปสาหร่ายเทา คือ อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยสาหร่ายเทาแห้งมีลักษณะเนื้อสัมผัส และปริมาณเบต้าแคโรทีนไม่ต่างจากการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แต่ใช้ระยะเวลาในการทำแห้งสั้นกว่าการใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีค่าสีใกล้เคียงกับสาหร่ายเทาสด และมีปริมาณเบต้าแคโรทีนสูงกว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อารีย์ (2540) ได้ทำการศึกษาการคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์ 5 เทคนิค คือ Substrate Culture, Liquid Culture แบบ Non-circulating System และ Circulating System, Aeroponics และ Nutrient Film Technique (NFT) โดยใช้แตงแคนตาลูป ผักคะน้าจีน และผักกาดหอมเป็นพืชทดลอง พบว่า ต้นแตงแคนตาลูป ผักคะน้าจีน และผักกาดหอมที่ปลูกด้วยเทคนิค NFT ให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดของต้นสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 ตัวอย่างที่นำมาใช้ในการศึกษา

ลาเวนเดอร์ สายพันธุ์ *Lavandula dentata* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.พนา โลหะทรัพย์ทวี และห้องเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช สาขาวิชาชีววิทยา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.2 สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

3.1.2.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยง

1. อาหารสูตร MS (Murashige และ skoog, 1962) สำเร็จรูปชนิดผง
2. ผงวุ้น (Agar Powder)
3. น้ำตาลซูโครส (Sucrose)

3.1.2.2 สารควบคุมการเจริญเติบโต

1. Naphthylacetic acid (NAA)

3.1.3 อุปกรณ์

3.1.3.1 อุปกรณ์และวัสดุที่ใช้ในการเตรียมอาหาร

1. หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave)
2. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียดและแบบหยาบ
3. เครื่องวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH meter)
4. ไมโครเวฟ (Microwave)
5. เครื่องอบลมร้อน (Hot air oven)
6. ช้อนตักสารเคมี
7. บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ
8. แท่งแก้วหรือช้อนคนสารเคมี
9. กระบอกตวง
10. ถ้วยตวงสารเคมี
11. ออโต้ปิเปตต์ (Auto pipette)
12. ขวดเพาะเลี้ยง
13. สำลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับการตัดถ่ายเนื้อเยื่อในตู้ย้ายเนื้อเยื่อ (Laminar air- flow)

1. ตะเกียงแอลกอฮอล์
2. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง
3. เครื่องแก้ว: จานเพาะเลี้ยง, ขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
4. เครื่องมือผ่าตัด: มีดผ่าตัด, ปากคีบ
5. กระดาษทิชชู่ปลอดเชื้อ
6. แอลกอฮอล์ 70%

3.1.3.2 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับระบบไฮโดรโปนิกส์

1. แอร์เคลื่อนที่
2. เครื่องพ่นไอน้ำ
3. เครื่องวัดพีเอชของน้ำ
4. แปลงไฮโดรโพนิกส์
5. เครื่องวัดแสง
6. เทอร์โมมิเตอร์
7. หลอดไฟแบบ cool white 1800 วัตต์
8. ภาชนะใส่ต้นลาเวนเดอร์
9. ถังบรรจุน้ำ

3.1.3.3 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับสกัดสาร

1. ตัวทำละลาย ได้แก่ hexane และ methanol
2. บีกเกอร์
3. tube
4. กระบอกตวง
5. ภาชนะเก็บสาร
6. เครื่อง centrifuge
7. คอลัมน์ DSC 18
8. แท่งแก้วคนสาร

3.1.3.4 อุปกรณ์และวัสดุสำหรับผลิตชา

1. เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียด
2. กาน้ำร้อน
3. กระบอกตวง
4. ถ้วยสำหรับชิมชา
5. กาน้ำสำหรับชงชาพร้อมที่กรองชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผงชาเขียว
7. ผงลาเวนเดอร์ที่ได้จากการอบชาที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส
8. น้ำ

3.2 วิธีการทดลอง

3.2.1 การเตรียมอาหารแข็ง MS (Murashige และ Skoog, 1962)

การเตรียมอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) 1 ลิตร ทำได้โดย ชั่งอาหารสำเร็จรูปสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) 4.43 กรัม และน้ำตาล 30 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 500 มิลลิลิตร เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร แล้วทำการปรับ pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCL) ให้ค่า pH อยู่ในช่วง 5.6–5.8 เติมผงวุ้น 8 กรัม จากนั้นทำการละลายวุ้นโดยการให้ความร้อนเพื่อให้ผงวุ้นละลายเป็นเนื้อเดียวกับอาหาร MS (Murashige และ Skoog, 1962) เทอาหารลงในขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชแล้วปิดฝาให้สนิท ก่อนนำขวดอาหารไปทำการฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็ นเวลา 15 นาที

3.2.2 การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลาเวนเดอร์ในสภาพปลอดเชื้อ

นำต้นลาเวนเดอร์ตัดเป็นท่อนความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร เพาะเลี้ยงบนอาหารแข็งสูตร MS (Murashige และ Skoog, 1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร เพาะเลี้ยงที่อุณภูมิ 25 องศาเซลเซียส ให้แสงสว่างความเข้มแสงประมาณ 1,000 ลักซ์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ต้นลาเวนเดอร์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ จะถูกนำไปใช้ในการศึกษาการเจริญเติบโตในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT และ นำไปอบเพื่อหาอุณหภูมิสำหรับการผลิตชาลาเวนเดอร์

3.2.3 การเตรียมอาหาร MS สำหรับการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT

การเตรียมอาหาร MS ที่ความเข้มข้น 1/8MS ทำได้โดย ลดความเข้มข้นของธาตุอาหาร MS ลงแปดเท่าจากปกติ โดยอาหาร MS ปกติ จะมีการชั่งอาหารสำเร็จรูป MS หนัก 4.43 กรัมต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร ดังนั้น สูตรอาหาร 1/8 MS สามารถเตรียมได้โดย ชั่งอาหารสำเร็จรูป MS 0.55 กรัมต่อน้ำกลั่น 1ลิตร การเตรียมอาหาร 50 ลิตร จึงชั่งอาหารสำเร็จรูปสูตร MS 27.50 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 25 ลิตร จากนั้นปรับปริมาตรเป็น 50 ลิตร เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร แล้วทำการปรับ pH ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) และสารละลายกรดไฮโดรคลอริก (HCL) ให้ค่า pH อยู่ในช่วง 5.6–5.8 และค่า Electric Conductivity ให้มีค่าเท่ากับ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์

3.2.4.1 แบบที่1 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ

นำต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ ความสูง 3 เซนติเมตร จำนวน 20 ต้น ล้างวุ้นที่รากออกจนสะอาด แล้ววางลงในกระถางพลาสติกสีเขียว ทำการครอบถุงพลาสติกและเจาะรู จำนวน 12 รู จากนั้นนำไปเพาะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ วัดค่า Electric Conductivity ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.2-1.4 และล้างรากต้นลาเวนเดอร์เพื่อกำจัดหนอนแดงทุก 1 อาทิตย์ เป็นเวลา 5 สัปดาห์ บันทึกผลโดยวัดความสูง คำนวณพื้นที่ใบ และชั่งน้ำหนักสด

3.2.4.2 แบบที่2 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

นำต้นลาเวนเดอร์จากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ ความสูง 3 เซนติเมตร จำนวน 6 ต้น ล้างวุ้นที่รากออกจนสะอาด แล้ววางลงในกระถางพลาสติกสีเขียว ทำการครอบถุงพลาสติกและเจาะรู จำนวน 12 รู จากนั้นนำไปเพาะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิอาหาร 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน วัดค่า Electric Conductivity ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.2-1.4 และล้างรากต้นลาเวนเดอร์เพื่อกำจัดหนอนแดงทุก 1 อาทิตย์ เมื่อผ่านไป 5 อาทิตย์ ถอดถุงพลาสติกออก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกผลโดยวัดความสูง คำนวณพื้นที่ใบ และชั่งน้ำหนักสด

3.2.4.3 แบบที่3 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT และนำปลูกลงดิน สภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ

นำต้นลาเวนเดอร์จาการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 10 ต้น ออกจากกระถางพลาสติกสีเขียว จากนั้นนำมาปลูกลงดิน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ให้ไอน้ำ 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยเติมน้ำทุก 1 ชั่วโมง วัดค่า Electric Conductivity ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.2-1.4 และล้างรากต้นลาเวนเดอร์เพื่อกำจัดหนอนแดงทุก 1 อาทิตย์ มีการดามต้นด้วยไม้ดาม และทุกเช้าทำการรดต้นลาเวนเดอร์ด้วยอาหาร MS (Murashige และ Skoog,1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อวัตร เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกผลโดยวัดความสูง คำนวณพื้นที่ใบ และชั่งน้ำหนักสด

3.2.4.4 แบบที่4 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คัดเลือกต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ จำนวน 10 ต้น นำมาล้างวุ้นที่รากออกให้หมด จากนั้นทำการปลูกลงดิน ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิอาหาร 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน วัดค่า Electric Conductivity ของสารละลายธาตุอาหารให้อยู่ในช่วง 1.2-1.4 และล้างรากต้นลาเวนเดอร์เพื่อกำจัดหนอนแดงทุก 1 อาทิตย์ เมื่อผ่านไป 2 อาทิตย์ ตัดปลายถุงพลาสติกออก จากนั้นเมื่อผ่านไป 3 อาทิตย์ นำถุงพลาสติกออก เป็นเวลา 8 สัปดาห์ บันทึกผลโดยวัดความสูง พื้นที่ใบ และชั่งหนักสด

การทดลองการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์มีวิธีการบันทึกผล ดังนี้

1.วัดความสูง

เมื่อเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จะทำการวัดความสูงของต้นลาเวนเดอร์โดยใช้ไม้บรรทัดวัดจากโคนต้นจนถึงยอดต้นลาเวนเดอร์

2. พื้นที่ใบ

เมื่อเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จะทำการหาพื้นที่ใบของต้นลาเวนเดอร์ โดยมีวิธีการคือ ใช้กรรไกรตัดใบของต้นลาเวนเดอร์แต่ละแบบการเพาะปลูก มาแบบละ 5 ใบ จากนั้นนำมาคำนวณหาพื้นที่ใบจากกราฟ

3. ชั่งน้ำหนักสด

เมื่อเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ทั้ง 3 แบบ ได้แก่ แบบที่ 2 แบบที่ 3 และแบบที่ 4 เป็นเวลา 8 สัปดาห์ จะทำการชั่งน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ โดยมีวิธีการชั่งดังนี้ การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์แบบที่ 2 นำต้นลาเวนเดอร์ออกจากกระถางพลาสติกสีเขียวแล้วทำการชั่งน้ำหนักต้นลาเวนเดอร์ โดยใช้เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์แบบที่ 3 และแบบที่ 4 นำต้นลาเวนเดอร์ออกจากกระถางและล้างดินออกให้หมด จากนั้นทำการชั่งน้ำหนักต้นลาเวนเดอร์โดยใช้เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง

หมายเหตุ แบบที่1 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำไม่ทำการบันทึกผลเนื่องจากมีอัตราการรอดชีวิตต่ำ

3.2.5 การศึกษาการสกัดและหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลาเวนเดอร์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์

3.2.5.1 การหาระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ 70 องศาเซลเซียสเพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์

นำต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อตัดรากและใบที่เหี่ยวออก แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 40 50 และ70 องศาเซลเซียส จนน้ำหนักคงที่ บันทึกผลโดยชั่งน้ำหนักแห้งของลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส ทุก 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5.2 การหาองค์ประกอบของสารให้กลิ่นหอมจากการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ

40 55 และ70 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาลาเวนเดอร์โดยดูปริมาณสารให้กลิ่นจากการวิเคราะห์โดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์

นำลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส มาสกัดโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล มีวิธีการสกัดดังนี้ แยกก้านลาเวนเดอร์ออก แล้วใช้โขร่งบดลาเวนเดอร์จนละเอียด นำไปชั่งอุณหภูมิละ 0.5 กรัม ใส่ขวด จากนั้นเติมเมทานอล 10 มิลลิลิตร เขย่าเป็นเวลา 15 นาที และดูดสารสกัดลาเวนเดอร์สีเขียวด้านบนใส่ tube ไปปั่นเหวี่ยง เป็นเวลา 1 นาที จะได้สารสกัดลาเวนเดอร์สีเขียวด้านบนและตะกอนอยู่ด้านล่าง ทำการเก็บส่วนสารสกัดลาเวนเดอร์สีเขียวด้านบนใส่ tube นำไปวิเคราะห์ผลโดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ บันทึกผลจากโครมาแกรม เพื่อตรวจสอบสารประกอบให้กลิ่นที่อุณหภูมิ 40 55 และ 70 องศาเซลเซียส และทำการคัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาสมเพื่อนำไปผลิตชาลาเวนเดอร์

3.2.6 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารสกัดลาเวนเดอร์เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18

นำลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส มาสกัด โดยมีวิธีการดังนี้

การเตรียมตัวอย่างสารสกัดลาเวนเดอร์

1. นำลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส แยกก้านออก แล้วใช้โกร่งบดลาเวนเดอร์จนละเอียด นำลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียสไปชั่งอย่างละ 0.5 กรัม ใส่ขวด

2. เติมเมทานอล 10 มิลลิลิตร ลงในขวดที่มีลาเวนเดอร์อบแห้งและเขย่าเป็นเวลา 15 นาที เพื่อให้เมทานอลสกัดสารจากเนื้อเยื่อได้อย่างทั่วถึง

3. นำสารสกัดที่ได้มาดูดส่วนสีเขียวด้านบนใส่หลอดไมโครเซ็นติฟิ้ว ไปปั่นเหวี่ยง เป็นเวลา 1 นาที จะได้ส่วนสารสกัดลาเวนเดอร์สีเขียวด้านบนและส่วนตะกอนอยู่ด้านล่าง ทำการเก็บส่วนสารสกัดลาเวนเดอร์สีเขียวด้านบนใส่ขวด

การสกัดสารตัวอย่างผ่านคอลัมน์ DSC-18

1. ใส่ตัวทำละลายเมทานอล เพื่อล้างคอมลัมน์ DSC-18

2. ทำการปิเปตสารสกัดลาเวนเดอร์ปริมาตร 1000 ไมโครลิตร ลงในคอลัมน์ DSC-18 เพื่อโหลดคอลัมน์

3. ใส่เฮกเซน 2000 ไมโครลิตร ลงในคอลัมน์ จากนั้นทำการเก็บสารตัวอย่างใน Fraction ที่ 1 ซึ่ง สีเขียวเข้ม และ สีเขียวอ่อน

4. ใส่เมทานอลอีก 2000 ไมโครลิตร ลงในคอลัมน์ และทำการเก็บสารตัวอย่าง จะได้ สารตัวอย่างใน Fraction ที่ 2 ซึ่งมีสีเขียวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ล้างคอมลัมน์ด้วยเมทานอล และทำการเก็บสารตัวอย่าง จะได้สารตัวอย่างใน Fraction ที่ 3 ซึ่งมีสีเหลืองอ่อน

6. นำสารตัวอย่างใน Fraction ที่ 1 คือ สีเขียวอ่อน สารตัวอย่างใน Fraction ที่ 2 คือ สีเขียวอ่อน และ สารตัวอย่างใน Fraction ที่ 3 คือ สีเหลืองอ่อน ไปตรวจวิเคราะห์ผล โดยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ บันทึกผลจากโครมาโตแกรม เพื่อตรวจหาสารประกอบให้กลิ่นที่เราสนใจ

3.2.7 สภาวะการวิเคราะห์สารสกัดลาเวนเดอร์ด้วยเครื่อง GC/MS

สารสกัดลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส นำมาวิเคราะห์หาสารให้กลิ่นด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี-แมสสเปกโทมิเตอร์ (GC/MS) รุ่นGC G1530N MS G2573A โดยใช้คอลัมน์ชนิด biophenyldimethylpolysiloxane ขนาด 30 เมตร× 0.25 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง และ 0.25 ไมโครเมตร สภาวะของ GC/MS อุณหภูมิของคอลัมน์เริ่มต้นที่ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที และอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนอุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส โดยอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิจะเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียสต่อนาที และอุณหภูมิคงที่ 10 นาที ในส่วนของ injector อุณหภูมิเท่ากับ 250 องศาเซลเซียส และinterface อุณหภูมิเท่ากับ 260 องศาเซลเซียส โดยใช้ฮีเลี่ยมเป็นตัวพา (carrier gas) อัตราการไหล 1.5 มิลลิลิตรต่อนาที สเปกตรัมของอนุภาคมวลต่อประจุถูกบันทึกโดยแรงกระทบทางไฟฟ้า 70 eV.

3.2.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์

3.2.8.1 การชงชาลาเวนเดอร์

นำใบลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มาชั่งจำนวน 2 กรัม ใส่ในภาชนะสำหรับชงชา และเติมน้ำร้อน 300 มิลลิลิตร

3.2.8.2 การชงชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวอัตราส่วน 1:1

นำใบลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส กับชาเขียวญี่ปุ่น มาชั่งอย่างละ 2 กรัม ใส่ในภาชนะสำหรับชงชา และเติมน้ำร้อน 300 มิลลิลิตร

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์ และชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว (Sensory taste) โดยใช้หลักเกณฑ์ 7 point hedonic scale จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน (แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงดังรูปที่ 3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ผลิตภัณฑ์ชาลาเวนเดอร์

ตัวอย่างที่ท่านได้รับนี้ เป็นชาลาเวนเดอร์จากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่นำไปอบด้วยอุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส กรุณาชิมชาลาเวนเดอร์ที่เสิร์ฟตามลำดับที่จัดไว้ แล้วให้คะแนนตามความชอบของคุณภาพในด้านต่างๆตามที่กำหนดไว้ โดยกำหนดคะแนนดังต่อไปนี้

7 = ชอบมากที่สุด 6 = ชอบมาก 5 = ชอบน้อยที่สุด 4 = เฉยๆ

3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบมากที่สุด

ลักษณะปรากฏ	ชาลาเวนเดอร์	ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว
กลิ่น		
สี		
รสชาติ		
ความชอบโดยรวม		

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

รูปที่ 3.1 แบบฟอร์มการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

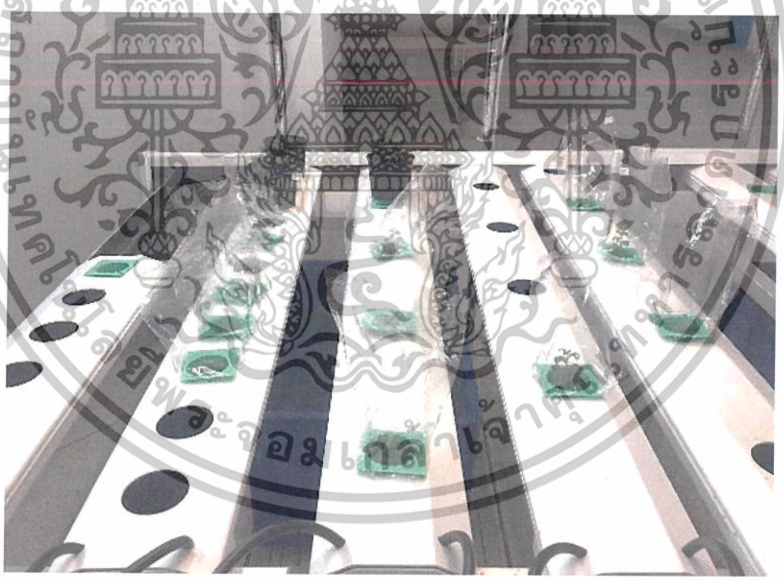
บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

4.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์

4.1.1 แบบที่ 1 การศึกษาการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ

จากการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ โดยนำต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ ความสูง 3 เซนติเมตร จำนวน 20 ต้น มาล้างวุ้นที่รากออกจนสะอาด แล้ววางลงในกระถางพลาสติกสีเขียว ครอบถุงพลาสติกและเจาะรู จำนวน 12 รู จากนั้นนำไปเพาะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ แสดงดังรูปที่ 4.1 บันทึกผลเป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่าต้นลาเวนเดอร์ตาย 14 ต้น รอด 6 ต้น และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสังเกตลักษณะต้นลาเวนเดอร์ พบว่า ต้นมีลักษณะเหี่ยวและแห้ง แสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 ต้นลาเวนเดอร์อายุ 5 สัปดาห์ ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ

4.1.2 แบบที่ 2 การศึกษาการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

จากการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์โดยนำต้นลาเวนเดอร์จากเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ ความสูง 3 เซนติเมตร จำนวน 6 ต้น มาล้างวุ้นที่รากออกจนสะอาด แล้ววางลงในกระถางพลาสติกสีเขียว ครอบถุงพลาสติกและเจาะรู จำนวน 12 รู จากนั้นนำไปเพาะปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิอาหาร 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อผ่านไป 5 อาทิตย์ ถอดถุงพลาสติกออก บันทึกผลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังรูปที่ 4.3 พบว่าต้นลาเวนเดอร์รอดทั้ง 6 ต้น และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสังเกตลักษณะต้นลาเวนเดอร์พบว่า ต้นมีความสมบูรณ์ แข็งแรง รากมีปริมาณเยอะ ใบมีขนาดใหญ่ แสดงดังรูปที่ 4.4 โดยมีความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสด แสดงดังตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

รูปที่ 4.4 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกอยู่ในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลำดับ	ความสูง (เซนติเมตร/ต้น)	พื้นที่ใบ (ตารางมิลลิเมตร/ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)
1	18.50	149	13.44
2	17.00	208	8.20
3	19.70	162	10.30
4	19.10	220	6.99
5	17.00	140	8.89
6	16.50	-	11.99
รวม	91.80	879	59.81
เฉลี่ย	15.30	175.8	9.96

4.1.3 แบบที่ 3 การศึกษาการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT และนำปลูกลงดิน สภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ

จากการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ โดยนำต้นลาเวนเดอร์จาการปลูกด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ จำนวน 10 ต้น ออกจากกระถางพลาสติกสีเขียว และนำมาปลูกลงดิน เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ให้ไอน้ำ 8 ชั่วโมงต่อวัน และทำการรดต้นลาเวนเดอร์ทุก 2 วัน ด้วยอาหาร MS (Murashige และ Skoog,1962) ที่เติมสารควบคุมการเจริญเติบโต NAA 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร บันทึกผลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นลาเวนเดอเหลือรอดทั้ง 10 ต้น และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสังเกตลักษณะต้นลาเวนเดอร์ พบว่าใบเหี่ยว มีสีเหลือง ต้นไม่สูง รากมีปริมาณน้อย แสดงดังรูปที่ 4.5 โดยมีความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสด แสดงดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำปลูกลงดินเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ

ตารางที่ 4.2 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์และนำปลูกลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลำดับ	ความสูง (เซนติเมตร/ต้น)	พื้นที่ใบ (ตารางมิลลิเมตร/ใบ)	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)
1	10.70	66	1.66
2	2.90	47	1.80
3	10.40	63	2.44
4	6.50	62	2.38
5	6.20	52	2.49
6	7.30	-	1.05
7	8.50	-	1.45
8	6.60	-	2.95
9	9.70	-	2.56
10	8.50	-	2.27
รวม	77.30	290	21.05
เฉลี่ย	7.73	58	2.105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 แบบที่4 การศึกษาการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

จากการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์โดยคัดเลือกต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ จำนวน 10 ต้น นำมาล้างวุ้นที่รากออกให้สะอาด และทำการปลูกลงดิน ในสภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ เมื่อผ่านไป 2 อาทิตย์ ตัดปลายถุงพลาสติกออก จากนั้นเมื่อผ่านไป 3 อาทิตย์ นำถุงพลาสติกออก บันทึกผลเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าต้นลาเวนเดอร์เหลือรอดทั้ง 10 ต้น และมีเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อสังเกตลักษณะต้นลาเวนเดอร์ พบว่าใบบางส่วนเหี่ยว มีสีเหลือง ต้นไม่สูง รากมีปริมาณน้อย แสดงดังรูปที่ 4.6 โดยมีความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสด แสดงดังตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.6 ลักษณะต้นลาเวนเดอร์อายุ 8 สัปดาห์ ที่ปลูกจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงดิน สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ความสูง พื้นที่ใบ และน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและนำปลูกลงดิน เป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลำดับ	ความสูง (เซนติเมตร/ต้น)	พื้นที่ใบ (ตารางมิลลิเมตร/ต้น)	น้ำหนักสด (กรัม/ต้น)
1	4.20	55	1.51
2	2.70	47	0.81
3	2.00	44	0.91
4	3.10	55	1.70
5	5.60	59	1.55
6	7.00	-	1.72
7	4.10	-	2.26
8	4.60	-	1.29
9	7.40	-	1.80
10	6.30	-	1.95
รวม	46.7	260	15.5
เฉลี่ย	4.67	52	1.55

ผลการทดลองการศึกษาการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ พบว่าการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี ได้แก่ การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์และนำปลูกลงดิน และการเพาะปลูกลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและนำปลูกลงดิน โดยบันทึกผลการทดลองเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ จากการเปรียบเทียบความสูง แสดงดังรูปที่ 4.7 พื้นที่ใบ แสดงดังรูปที่ 4.8 และน้ำหนักสด แสดงดังรูปที่ 4.9 ของการปลูกทั้ง 3 วิธี พบว่า วิธีการเพาะปลูกลาเวนเดอร์ที่ดีที่สุด คือ การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์ โดยมีความสูงของต้นเฉลี่ย 10.56 เซนติเมตร แสดงดังตารางที่ 4.4 มีพื้นที่ใบ เฉลี่ย 175.8 ตารางมิลลิเมตร แสดงดังตารางที่ 4.5 และน้ำหนักสดเฉลี่ย 9.96 กรัม แสดงดังตารางที่ 4.6 ลักษณะของรากยาว มีปริมาณเยอะ ลำต้นสีเขียวเข้ม สูง แข็งแรง ใบขนาดใหญ่ สีเขียวเข้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข) (ค)

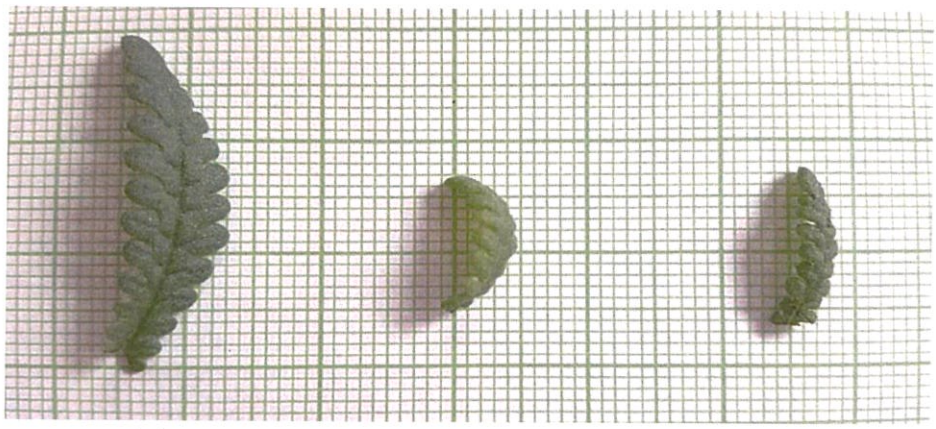
รูปที่ 4.7 เปรียบเทียบความสูงของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (ก) ต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) ต้นลาเวนเดอร์ที่นำจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็น เวลา 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบความสูงเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ความสูงของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์แบบต่างๆ				
ลำดับ	ความสูงเริ่มต้น (เซนติเมตร/ต้น)	แบบที่ 2 (เซนติเมตร/ต้น)	แบบที่ 3 (เซนติเมตร/ต้น)	แบบที่ 4 (เซนติเมตร/ต้น)
1	3.00	18.50	10.70	4.20
2	3.00	17.00	2.90	2.70
3	3.00	19.70	10.40	2.00
4	3.00	19.10	6.50	3.10
5	3.00	17.00	6.20	5.60
6	3.00	16.50	7.30	7.00
7	3.00	-	8.50	4.10
8	3.00	-	6.60	4.60
9	3.00	-	9.70	7.40
10	3.00	-	8.50	6.30
เฉลี่ย	3.00	-	77.30	46.67
รวม	3.00	17.97^{a}±2.35	7.73^{b}±1.31	4.67^{c}±1.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.8 เปรียบเทียบใบของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (ก) ใบลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) ใบลาเวนเดอร์ที่นำจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบพื้นที่ใบเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธี เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

ลำดับ	พื้นที่ใบของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์แบบต่างๆ		
	แบบที่ 2 (ตารางมิลลิเมตร/ใบ)	แบบที่ 3 (ตารางมิลลิเมตร/ใบ)	แบบที่ 4 (ตารางมิลลิเมตร/ใบ)
1	149	66	55
2	208	47	47
3	162	63	44
4	220	62	55
5	140	52	59
เฉลี่ย	879	290	260
รวม	$175.8^{a}\pm35.99$	$58^{b}\pm8.09$	$52^{b}\pm6.25$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบน้ำหนักสดของต้นลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT (ก) น้ำหนักสดลาเวนเดอร์ที่ปลูกในระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT เป็นเวลา 4 สัปดาห์แล้วนำมาปลูกลงดิน 4 สัปดาห์ (ข) น้ำหนักสดลาเวนเดอร์ที่นำจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกลงดิน (ค) เมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

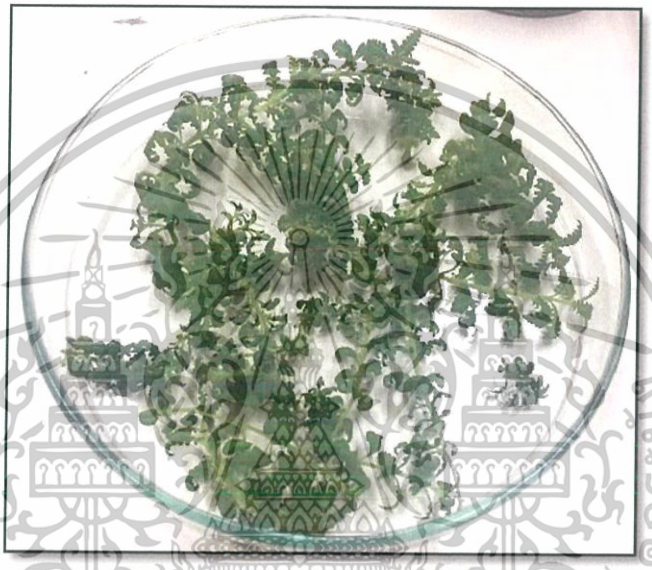
ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบน้ำหนักสดเฉลี่ยของต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะปลูกทั้ง 3 วิธีเมื่อปลูกเป็นเวลา 8 สัปดาห์

	น้ำหนักสดของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์แบบต่างๆ			
ลำดับ	น้ำหนักสดเริ่มต้น (กรัม/ต้น)	แบบที่ 2 (กรัม/ต้น)	แบบที่ 3 (กรัม/ต้น)	แบบที่ 4 (กรัม/ต้น)
1	0.87	13.44	1.66	1.51
2	1.47	8.20	1.80	0.81
3	1.06	10.30	2.44	0.91
4	0.96	6.99	2.38	1.70
5	0.82	8.89	2.49	1.55
6	0.86	11.99	1.05	1.72
7	0.56	-	1.45	2.26
8	1.05	-	2.95	1.29
9	0.89	-	2.56	1.80
10	0.46	-	2.27	1.95
เฉลี่ย	9.00	-	21.05	15.50
รวม	0.90	$9.96^{a}\pm2.42$	$2.11^{b}\pm0.59$	$1.55b\pm0.44$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การศึกษาการสกัดและหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลาเวนเดอร์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์

จากการทดลองการหาระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียสเพื่อผลิตชาลาเวนเดอร์ โดยนำต้นลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ (ตัวอย่างก่อนนำไปอบแสดงดังรูปที่ 4.10) ไปอบที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส (ตัวอย่างหลังนำไปอบแสดงดังรูปที่ 4.11) จนน้ำหนักคงที่พบว่า ระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส เป็น 24, 8 และ 5 ชั่วโมง แสดงดังตารางที่ 4.7



รูปที่ 4.10 ลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อก่อนนำไปอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

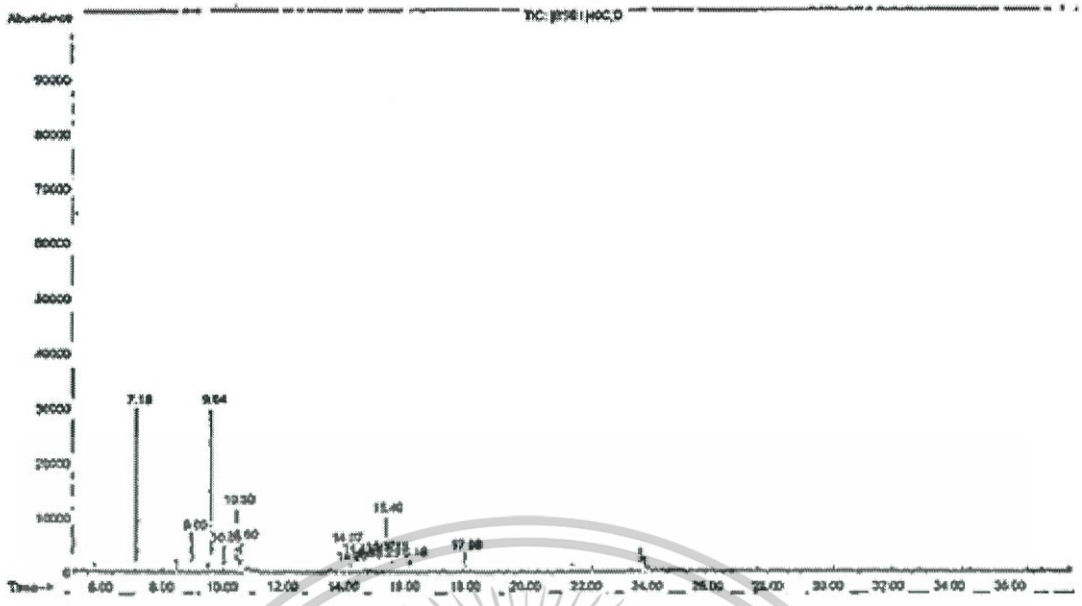
รูปที่ 4.11 ลาเวนเดอร์หลังจากนำไปอบ

ตารางที่ 4.7 แสดงระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ 70 องศาเซลเซียส

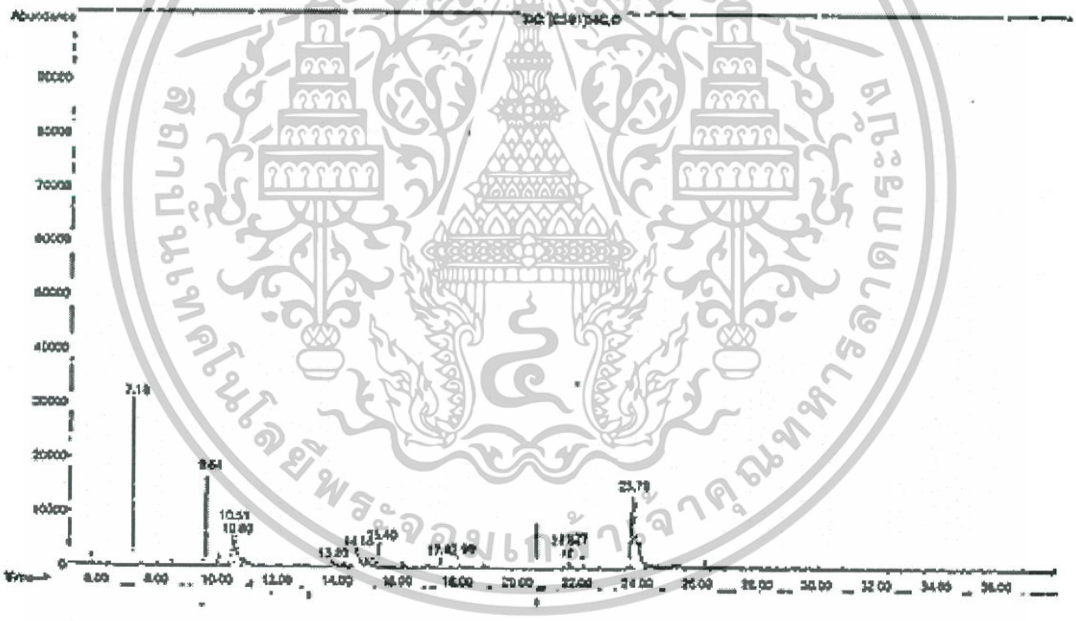
อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งลาเวนเดอร์ (องศาเซลเซียส)	ระยะเวลาการอบแห้งลาเวนเดอร์ (ชั่วโมง)
40	24
55	8
70	5

จากนั้นนำลาเวนเดอร์ที่ได้จากการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส สกัดโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล และนำไปหาองค์ประกอบของสารให้กลิ่นเทียบกับสารสกัดลาเวนเดอร์มาตรฐานด้วยระบบ GC-MS เพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตชาลาเวนเดอร์ โดยดูจากปริมาณสารให้กลิ่นและระยะเวลาในการอบแห้ง ได้ผลการวิเคราะห์เป็นโครมาโตแกรม แสดงดังรูป 4.12-4.14 และสารประกอบที่ตรวจพบในสารสกัดของลาเวนเดอร์ แสดงดังตารางที่ 4.8-4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

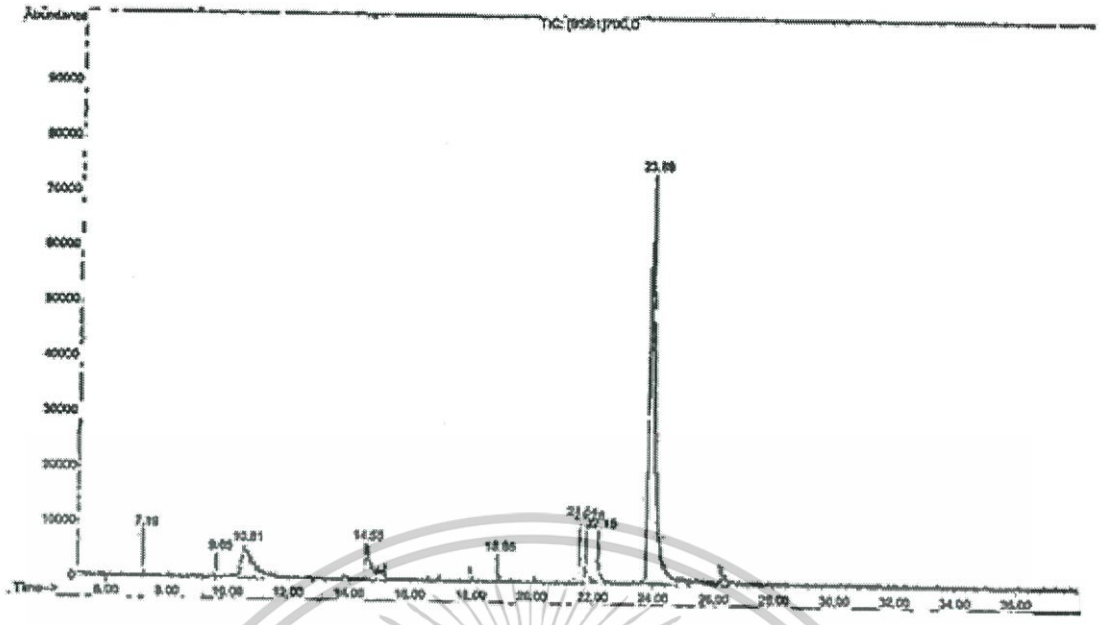


รูปที่ 4.12 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.13 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 4.8 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจากชิ้นส่วนใบผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.184	1,8-Cineole	17.642
2	9.644	Camphor	8.297
3	10.508	Phenylcyclopropane-cis-1,2,3-d3	8.691
4	10.605	5–Methylenecycloocta-1,3-diene	6.990
5	14.646	2H-1–Benzopyran–2–one	10.476
6	15.396	1S,CIS-CALAMENENE	1.797
7	17.419	cis-Jasmone	0.591
8	17.986	cis-Ocimene	1.555
9	21.536	2–Hexadecen-1-ol	1.666
10	21.768	1,4-octadiene	2.869
11	23.775	9–Octadecenamide	31.175

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจากชิ้นส่วนใบผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.178	1,8-Cineole	26.357
2	9.002	ENDO-FENCHOL	5.734
3	9.639	Camphor	22.721
4	10.060	delta-terpineol	5.274
5	10.497	ALPHA-PINENE	11.658
6	10.605	1-Cyclopentene	5.743
7	14.069	beta-elemene	2.993
8	14.225	(E)-TRANS-BERGAMOTA-2,12-DIEN-14-OL	0.676
9	14.408	Germacrene D	1.803
10	14.640	Calarene	1.456
11	14.964	Bicyclo [4.1.0] heptan-3-ol	1.227
12	15.169	2,10,10-trimethyl-4-hydroxy-1,11-didehydro-tricyclo [6.3.0 (1,8) .0 (2,6)] undecane	1.844
13	15.293	GERMACRENE-D	1.346
14	15.401	1S,CIS-CALAMENENE	6.030
15	15.585	CIS-ALPHA-BISABOLENE	1.829
16	16.184	beta-elemene	1.093
17	17.980	4-Methyl-2-methylene-4,5-hexadien-1-ol	2.218

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่พบในสารสกัดจากชิ้นส่วนใบผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.195	Eucalyptol	1.723
2	9.650	Camphor	0.843
3	10.610	Benzofuran	9.078
4	14.549	2H-1-Benzopyran-2-one	6.232
5	18.854	1,10-Decanediol	0.733
6	21.536	2–Hexadecan-1-ol	1.894
7	21.763	11,14,17–Eicosatrienoic acid	3.145
8	22.146	9-Octadecenamide	2.789
9	23.889	9-Octadecenamide	73.563

สารสกัดลาเวนเดอร์จากชิ้นส่วนใบของต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส พบว่า ใช้เวลาในการอบแห้ง 24 8 และ5 ชั่วโมง ตามลำดับ และพบองค์ประกอบของสารให้กลิ่นที่มีปริมาณมาก 2 ชนิด คือ ซินีออล และแคมพอร์

เมื่อพิจารณาโครมาโตแกรมของสารสกัดชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อ ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส พบว่า ชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบให้กลิ่นมากที่สุด โดยมีซินีออล 26.357 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 22.721 เปอร์เซ็นต์ รองลงมา คือ ชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยมีซินีออล 17.642 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 8.297 เปอร์เซ็นต์ และชิ้นส่วนใบที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบให้กลิ่นน้อยที่สุด โดยมีซินีออล 1.723 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 0.843 เปอร์เซ็นต์ จะเห็นได้ว่าสารสกัดชิ้นส่วนใบจากลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 และ 50 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารประกอบให้กลิ่นใกล้เคียงกัน คือ ซินีออล 26.357 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 22.721 เปอร์เซ็นต์ และ ซินีออล 17.642 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 8.297 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เนื่องจากที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการอบแห้งเพียง 5 ชั่วโมง ดังนั้นจึงเลือกการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เพราะใช้เวลาในการอบแห้งน้อยกว่าที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 16 ชั่วโมง

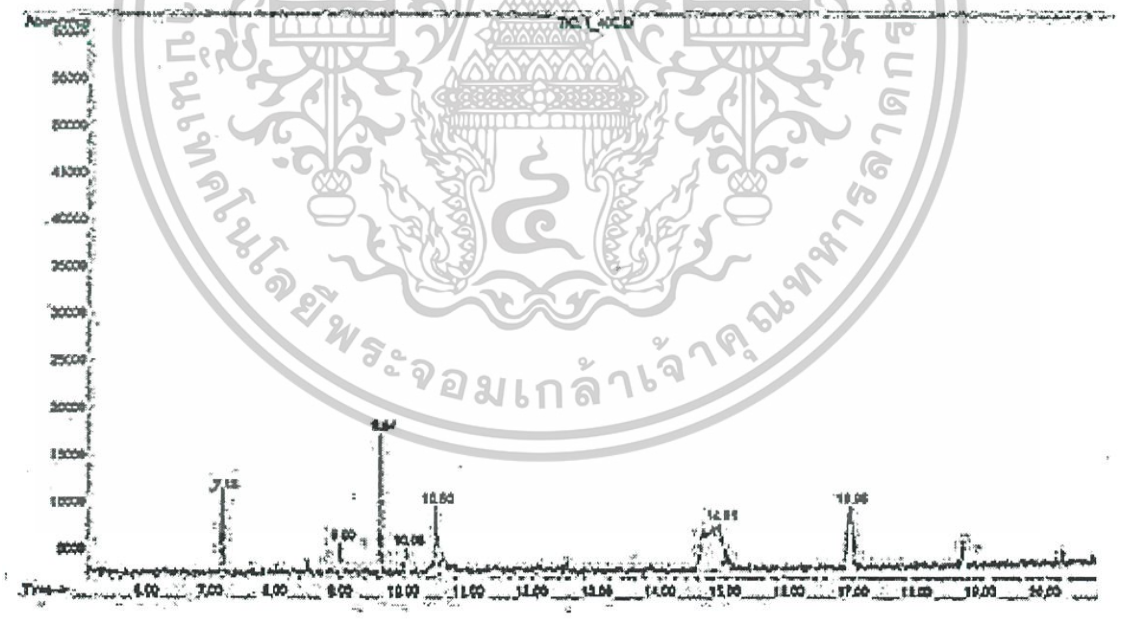
องค์ประกอบสารให้กลิ่นของสารสกัดลาเวนเดอร์จากชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ สอดคล้องกับรายงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hajhashemi และคณะ (2003) ซึ่งได้ทำการศึกษาสารประกอบของน้ำมันจากใบ *Lavandula angustifolia* ที่ปลูกในประเทศอิหร่าน และนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS พบว่าองค์ประกอบหลักของน้ำมันจากใบลาเวนเดอร์มี 3 ชนิด คือ 1,8-ซินิออล (ร้อยละ 65.4), บอร์นีออล (ร้อยละ 11.5) และแคมพอร์ (ร้อยละ 9.5) ขณะที่ ลินาโลออล (ร้อยละ 35.5) ลินอลลิล อะซิเดตต (ร้อยละ 13.4) และลาเวนดูลิล อะซิเตต (ร้อยละ 10.9) ถูกพบเป็นสารประกอบหลักของดอกลาเวนเดอร์จากประเทศอิหร่าน

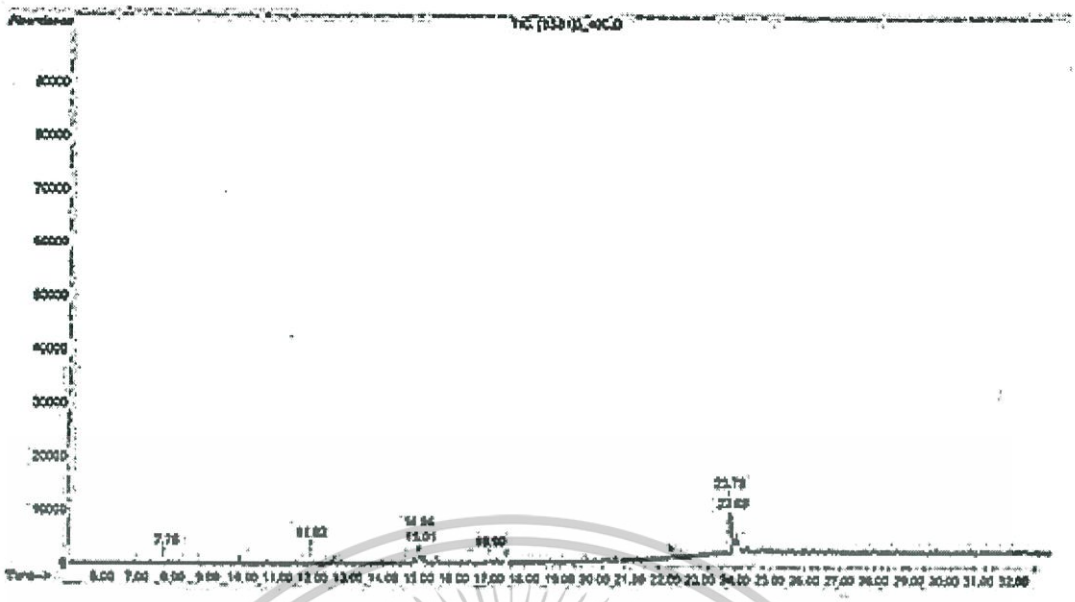
4.3 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัดลาเวนเดอร์เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18

นำลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส มาสกัดด้วยตัวทำละลายเมทานอล จากนั้นนำไปผ่านคอลัมน์ DSC-18 โดยใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิดได้แก่ เฮกเซน และเมทานอล โดยทำการคัดเลือกสารที่ออกมาใน fraction ที่ 1 2 และ 3 นำไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบสารให้กลิ่น และทำการเปรียบเทียบกับสารสกัดลาเวนเดอร์มาตรฐานด้วยระบบ GC-MS ได้ผลการวิเคราะห์เป็นโครมาโตแกรม แสดงดังรูปที่ 4.14-4.22 สารประกอบที่ตรวจพบในสารสกัดลาเวนเดอร์แสดงดังตารางที่ 4.11-4.19



รูปที่ 4.15 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

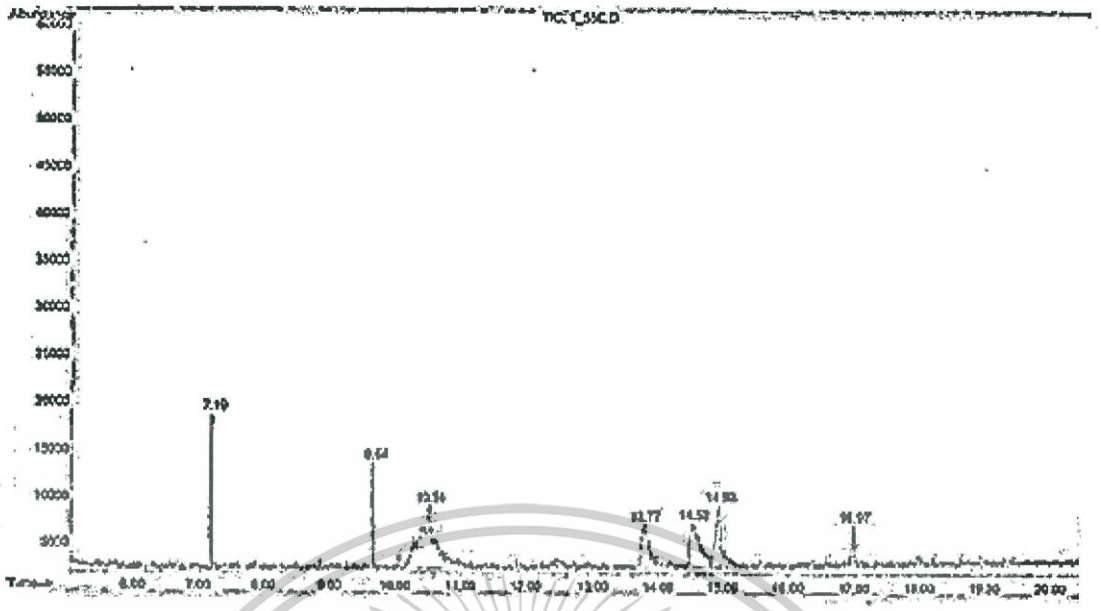
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



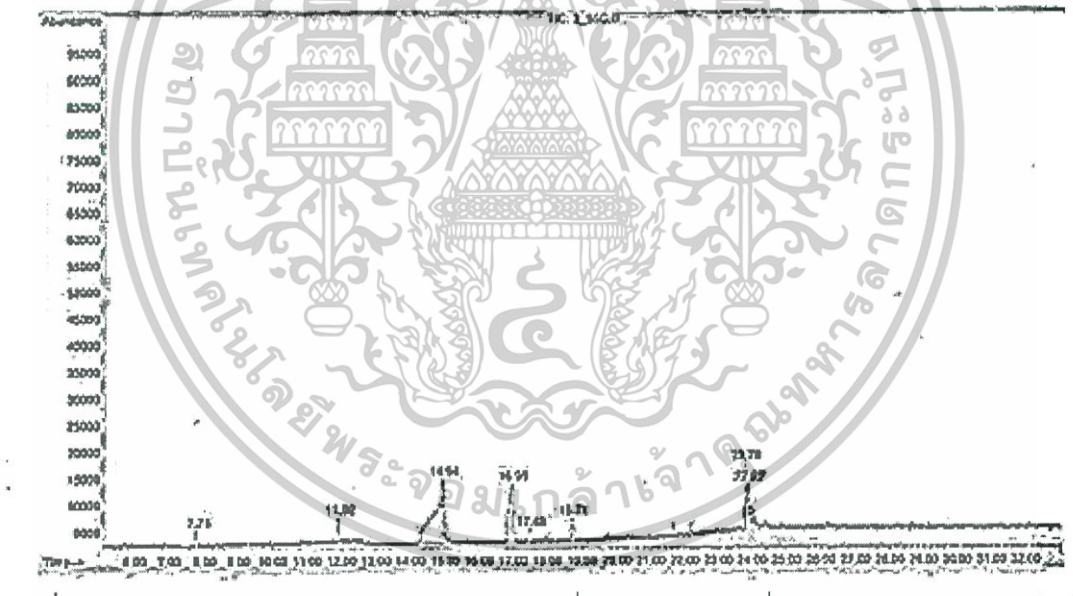
รูปที่ 4.16 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

รูปที่ 4.17 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

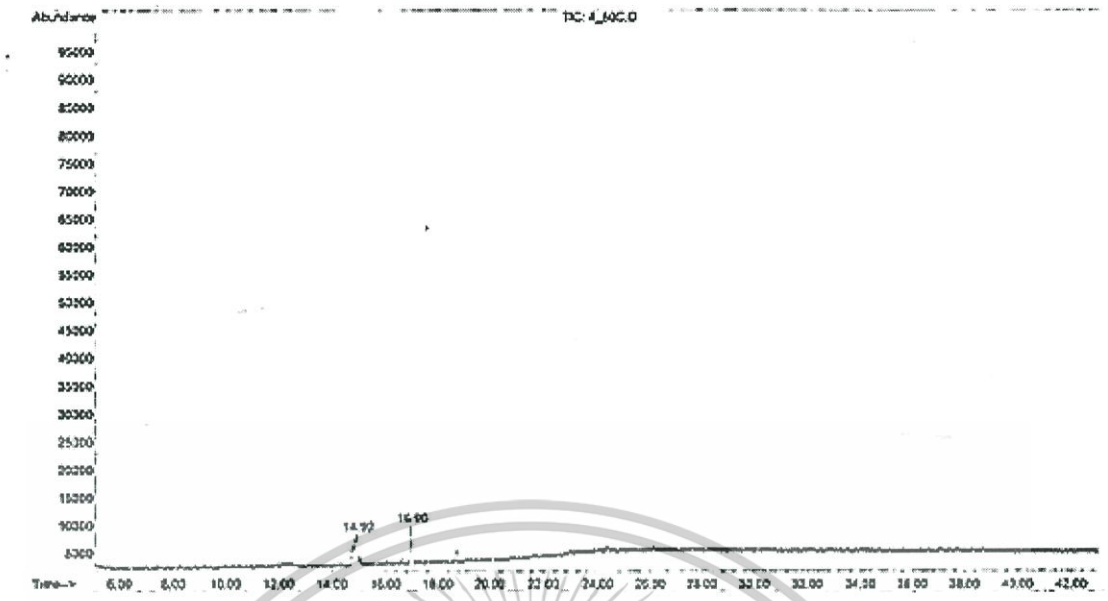


รูปที่ 4.18 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) ผ่านคอลัมน์ DSC-18



รูปที่ 4.19 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

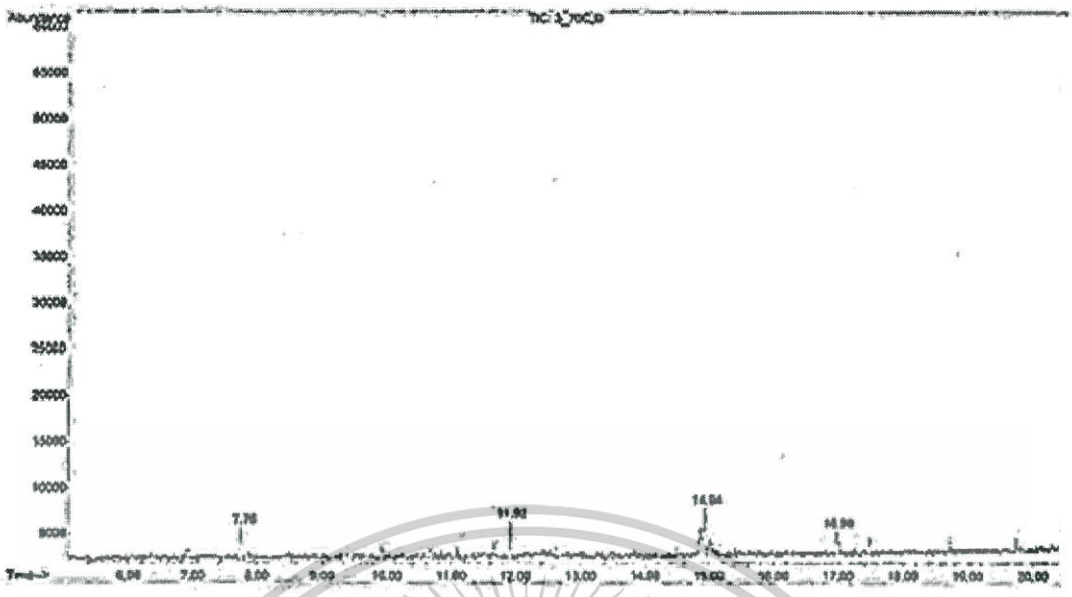
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



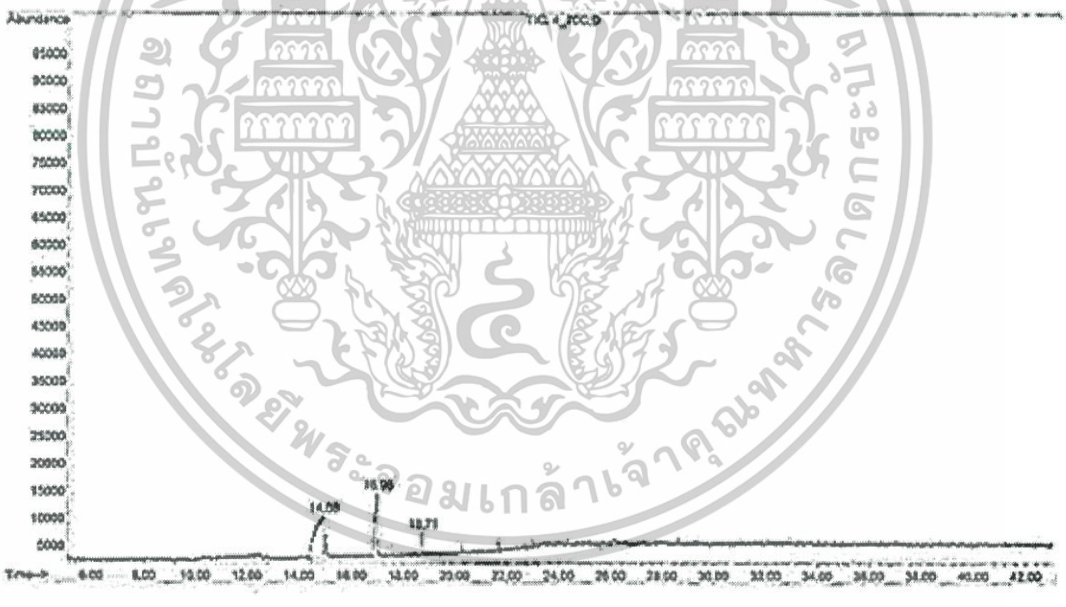
รูปที่ 4.20 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

รูปที่ 4.21 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2) ผ่านคอลัมน์ DSC-18



รูปที่ 4.23 โครมาโตแกรมของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสโดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3) ผ่านคอลัมน์ DSC-18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.756	Decane, 2, 3, 6 -trimethyl	4.603
2	11.916	Decane, 2 -methyl- (CAS)	5.911
3	14.931	Heneicosane, 3 –methyl-	11.457
4	15.013	3', 4' –diazadispiro [2.2.2.2] deca-6-eno [3,4 – a]1", 2", 4"-triazole-1,3-dione	10.666
5	16.988	1- (3, 4 –ditrimethylsiloxyphenyl) - 2 – isopropyl aminoethanol	7.200

ตารางที่ 4.12 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.184	1,8-Cineole	8.379
2	9.002	D-Fenchyl alcohol	2.306
3	9.639	Camphor	14.858
4	10.060	Elemol	3.322
5	10.497	Camphene	9.186
6	14.910	1, 1, 1, 3, 5, 7, 9, 9, 9, - Nonamethylpentasiloxane	44.542
7	16.955	Benzoic acid, 2,5 –bis(trimethylsiloxy) - ,trimethylsilyl ester (CAS)	17.407

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	14.921	1, 1, 1, 3, 5, 7, 9, 9, 9, - Nonamethylpentasiloxane	72.707
2	16.971	6 - Aza- 5, 7, 12, 14 -tetrathiapentacene	27.293

ตารางที่ 4.14 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.189	1,8-Cineole	11.351
2	9.644	Camphor	7.461
3	10.508	Benzofuran, 2, 3 –dihydro- (CAS)	35.137
4	13.772	2H -1- Benzopyran -2-one, 3, 4-dihydro- (CAS)	13.919
5	14.522	2H -1- Benzopyran -2-one (CAS)	15.739
6	14.932	Nitrazepam	12.931
7	16.972	Benzoic acid, 2,5 –bis(trimethylsiloxy) - ,trimethylsilyl ester (CAS)	3.462

ตารางที่ 4.15 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	14.916	Pentasiloxane	67.301
2	16.961	3,4-Dihydroxymandelic acid-tetratms	32.699

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.756	Haptane	1.280
2	11.916	Tetradecane	1.640
3	14.937	Pantasiloxane	54.842
4	16.961	Clclododecasiloxane	20.275
5	17.479	2-methylpiperaine	1.344
6	18.741	2,5,8-Triphenyl benzotristriazole	3.263
7	23.775	Oleamide	5.539
8	23.835	9-Octadecenamide	4.777
9	23.889	Germacrene D	7.040

ตารางที่ 4.17 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน (Fraction 1)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.15	1,8-cineole	8.493
2	10.578	Benzofuran	55.248
3	14.560	2H-1-Benzopyran-2-one	36.259

ตารางที่ 4.18 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 2)

พีคที่	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	7.756	Dodecane	14.227
2	11.916	Octane	16.678
3	14.937	3',4'-diazadispiro	52.277
4	16.977	1-(3,4-ditrimethyl)-2-isopropylaminoethanol	16.819

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 องค์ประกอบของสารสกัดลาเวนเดอร์ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยใช้ตัวทำละลายเมทานอล (Fraction 3)

	Retention time (min)	สารประกอบ	ร้อยละ (%)
1	14.883	Silanamine	65.284
2	16.955	Dimethyl cis-6-(methylthio)	29.763
3	18.709	Bis(trimethylsilyl) derivative of Morphine	4.953

สารสกัดลาเวนเดอร์จากชิ้นส่วนใบของต้นลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เมื่อสกัดผ่านคอลัมน์ DSC-18 ใน fraction ที่ 1 โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน พบว่ามีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นหอมที่สนใจ คือ ซินิออล และแคมพอร์ ส่วน ใน fraction ที่ 2และ3 ที่ใช้ตัวทำละลายเมทานอลไม่พบสารให้กลิ่นที่สนใจ

สารสกัดลาเวนเดอร์จากชิ้นส่วนใบของต้นลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เมื่อสกัดผ่านคอลัมน์ DSC-18 ใน fraction ที่ 1 โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน พบว่ามีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นหอมที่สนใจ คือ ซินิออล และแคมพอร์ ส่วน ใน fraction ที่ 2และ3 ที่ใช้ตัวทำละลายเมทานอลไม่พบสารให้กลิ่นที่สนใจ

สารสกัดลาเวนเดอร์จากชิ้นส่วนใบของต้นลาเวนเดอร์ที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อสกัดผ่านคอลัมน์ DSC-18 ใน fraction ที่ 1 โดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน พบว่ามีองค์ประกอบของสารให้กลิ่นหอมที่สนใจ คือ ซินิออล เพียงชนิดเดียว ส่วน ใน fraction ที่ 2และ3 ที่ใช้ตัวทำละลายเมทานอลไม่พบสารให้กลิ่นที่สนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์

จากการชงชาลาเวนเดอร์ 1 กรัม (ชาลาเวนเดอร์แสดงดังรูปที่ 4.23) และชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวอัตราส่วน 1:1 (ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวแสดงดังรูปที่ 4.24) ในการทดลองใช้แบบทดสอบการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสแบบ Hedonic 7 scale Test โดยสุ่มกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน จากการวิเคราะห์ พบว่า ชาลาเวนเดอร์และชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว มีคะแนนการยอมรับในด้านกลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P \leq 0.05$) โดยพบว่าชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวมีระดับความชอบโดยรวมเฉลี่ย 5.20 ซึ่งมีคะแนนมากกว่าชาลาเวนเดอร์ที่มีความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.90 แสดงดังตารางที่ 4.20

รูปที่ 4.24 ชาลาเวนเดอร์

รูปที่ 4.25 ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวอัตราส่วน 1:1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาลาเวนเดอร์กับชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว

ประเด็นประเมิน	ชา	
	ชาเวนเดอร์	ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว
กลิ่น	$4.60^{a} \pm 1.39$	$5.85^{b} \pm 1.03$
สี	$5.15^{a} \pm 1.26$	$5.45^{b} \pm 1.19$
รสชาติ	$3.55^{a} \pm 1.53$	$4.95^{b} \pm 1.39$
โดยรวม	$3.90^{a} \pm 1.55$	$5.20^{b} \pm 1.50$

หมายเหตุ: เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามแนวนอน ตัวอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลาเวนเดอร์

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของลาเวนเดอร์ โดยวิธีการเพาะปลูก 4 แบบ คือ แบบที่ 1 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบ NFT ที่สภาวะ ไม่ควบคุมอุณหภูมิ ระบบเปิด ไม่ให้ไอน้ำ แบบที่ 2 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโพนิกส์แบบ NFT ที่สภาวะ ควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ แบบที่ 3 การเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดรโปนิกส์แบบ NFT และนำปลูกลงดิน ที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ให้ไอน้ำ และแบบที่ 4 การเพาะปลูกลาเวนเดอร์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงดิน ที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ ระบบปิด ไม่ให้ไอน้ำ เก็บผลการทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยวัดความสูง พื้นที่ใบ และชั่งน้ำหนักสด พบว่าการเพาะปลูกแบบที่ 1 ต้นลาเวนเดอร์มีการเจริญเติบโตต่ำ ส่วนการเพาะปลูกแบบที่ 2 แบบที่3 และแบบที่4 ต้นลาเวนเดอร์เจริญเติบโตได้ดี แต่วิธีการเพาะปลูกที่ดีที่สุดคือ แบบที่ 2 โดยต้นลาเวนเดอร์เจริญเติบโตได้ดีที่สุด ซึ่งเป็นการเพาะปลูกต้นลาเวนเดอร์ด้วยระบบไฮโดโปนิกส์แบบ NFT ที่สภาวะควบคุมอุณหภูมิ 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน ระบบปิด ความเข้มแสง 3,000 ลักซ์ ไม่ให้ไอน้ำ ควบคุมอุณหภูมิอาหาร 22 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยต้นลาเวนเดอร์มีค่าเฉลี่ยความสูง 10.56 เซนติเมตร พื้นที่ใบ 175.8 และน้ำหนักสด น้ำหนักสด 9.96 กรัม นอกจากนี้ลักษณะของต้นลาเวนเดอร์มีความสมบูรณ์ แข็งแรง รากมีปริมาณเยอะ และใบมีขนาดใหญ่

5.1.2 การศึกษาการสกัดและการหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลาเวนเดอร์เพื่อการผลิตชาลาเวนเดอร์

สารสกัดลาเวนเดอร์ของชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส พบว่ามีองค์ประกอบมากที่สุด คือ 17 ชนิด และพบสารประกอบให้กลิ่นปริมาณมาก 2 ชนิด ได้แก่ ซินิออล 26.357 เปอร์เซ็นต์ และแคมพอร์ 22.721 เปอร์เซ็นต์

สารสกัดลาเวนเดอร์ของชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส พบว่ามีองค์ประกอบอยู่ 11 ชนิด และพบสารประกอบให้กลิ่นปริมาณมาก 2 ชนิด คือ ซินิออล 17.642 เปอร์เซ็นต์ และแคมพอร์ 8.297เปอร์เซ็นต์

สารสกัดลาเวนเดอร์ของชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบว่ามีองค์ประกอบอยู่ 9 ชนิด และพบสารประกอบให้กลิ่นปริมาณมาก 2 ชนิด คือ ซินิออล 1.723 เปอร์เซ็นต์ และแคมพอร์ 0.843 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับองค์ประกอบของสารให้กลิ่นหอมที่พบปริมาณมากมี 2 ชนิด คือ ซินีออลและแคมพอร์ เมื่อเปรียบเทียบสารสกัดลาเวนเดอร์ของชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบที่อุณหภูมิ 40 55 70 องศาเซลเซียส พบว่าที่ 40 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารที่เป็นสารให้กลิ่นหอมมากที่สุด โดยมีซินีออล 26.357 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 22.721 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารสกัดลาเวนเดอร์ของชิ้นส่วนใบจากต้นลาเวนเดอร์ที่เพาะเลี้ยงในสภาพปลอดเชื้อและนำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีสารประกอบ ซินีออล 17.642 เปอร์เซ็นต์ แคมพอร์ 8.297เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณของสารให้กลิ่นหอมใกล้เคียงกัน ดังนั้นจึงเลือกการอบที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการอบน้อยกว่า และมีปริมาณสารให้กลิ่นหอมใกล้เคียงกับการอบที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

5.1.3 การศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัดลาเวนเดอร์เพื่อหาสารประกอบให้กลิ่นผ่านคอลัมน์ DSC-18

จากการศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารสกัดลาเวนเดอร์จากการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่อุณหภูมิ 40 55 และ 70 องศาเซลเซียส ผ่านคอลัมน์ DSC-18 เพื่อหาองค์ประกอบของสารให้กลิ่นที่สนใจ ได้แก่ ซินีออล และ แคมพอร์ พบว่า ที่อุณหภูมิ 40 55 และ70 องศาเซลเซียส สกัดโดยใช้ตัวทำละลายเฮกเซน ใน fraction ที่ 1 พบสารให้กลิ่นที่สนใจ ได้แก่ ซินีออล และ แคมพอร์ แต่ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส พบเพียง ซีนีออล

5.1.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์จากกลุ่มตัวอย่าง 20 คน พบว่าชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียวมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 5.20 ซึ่งมีค่าเฉลี่ยความชอบมากกว่าชาลาเวนเดอร์ ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ย 3.90 ตามหลักเกณฑ์ 7 point hedonic scale

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรศึกษาวิธีการเพาะปลูกลาเวนเดอร์ที่นอกเหนือจากการทดลองเพื่อหาวิธีการเพาะปลูกที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาการเจริญเติบโตของต้นลาเวนเดอร์เพื่อใช้ในการขยายพันธุ์ต่อไป

5.2.2 ควรศึกษาสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเพาะปลูกลาวเดอร์ในระบบไฮโดโปนิกส์แบบ NFT นอกเหนือจากสารละลายธาตุอาหาร MS

5.2.3 ควรศึกษาเรื่องการปรับสภาพของต้นลาเวนเดอร์หลังจากนำออกระบบไฮโดโปนิกส์แบบ NFT เพื่อเตรียมย้ายลงสู่ดินต่อไป

5.2.4 ควรศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งลาเวนเดอร์ที่นอกเหนือจากการทดลองเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการผลิตชาลาเวนเดอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5 ควรศึกษาการสกัดแยกคลอโรฟิลล์ออกจากสารกัดลาเวนเดอร์นอกเหนือจากคอลัมน์ DSC-18 และตัวทำละลาย เฮกเซน และเมทานอล

5.2.6 ควรเพิ่มจำนวนและแบ่งช่วงอายุของผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาลาเวนเดอร์นอกเหนือจากการทดลอง เพื่อผลการทดลองที่แม่นยำมากขึ้น

5.2.7 ควรปรับส่วนผสมในชาลาเวนเดอร์ที่นอกเหนือจากการทดลอง เพื่อหาสูตรที่ดีที่สุดในการชงชาลาเวนเดรอ์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กรมการแพทย์ทางเลือก กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทยและแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข. 2550. **ตำราวิชาการสุคนธบำบัด**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://www.slideshare.net/hunchxx/ss-43242627

ธนาวุฒิ ณะคำ. 2558. **ลาเวนเดอร์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.angkhangstation.com/index.php?group=Media&page=NewsDetail&id=350/.

นันท์ชนก เปียแก้ว. 2556. **ผลของการสูดดมน้ำมันลาเวนเดอร์ที่มีผลต่อความเครียดและคลื่นสมองของนิสิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://202.28.199.104/tdc/dccheck.php?Int_code=90&RecId=19913&obj_id=41917&showmenu=no&userid=0

รงรอง วิเศษสุวรรณ. 2542. **ประวัติและความสำคัญของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://tissue.agriqua.doae.go.th/pdf/tissue5.pdf

รุ่งนภา ช่างเจรจา, พงศ์ยุทธ นวลบุญเรือง และสันติ ช่างเจรจา. 2557. **ผลของแสงและอุณหภูมิต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของว่านแสงอาทิตย์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://hrd.rmutl.ac.th/qa/docUpload/pj/3510600105067/150821223142fullpp.Pdf

วีรพงษ์ ทรงคำ, โสภณ อ่อนน่วม, เศรษฐพงษ์ การคนซื่อ. 2556. **การอบแห้งเห็ดหลินจือด้วยเครื่องอบแห้งลมร้อน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://hrd.rmutl.ac.th/qa/docUpload/pj/3501400402867/150826171325fullpp.pdf

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2550. **การปลูกพืชไร้ดิน**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tistr.or.th/bsd/hydroponic.html

สังคม เตชะวงค์เสถียร. 2543. **ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของพืช**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : https://ag.kku.ac.th/suntec/134101%20Factors%20affecting%20G-D%20(note).pdf

อัครวิทย์ กาญจนโอภาษ. 2560. **จดหมายข่าวชา**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://web2.mfu.ac.th/other/teainstitute/wp-content/uploads/2017/10/Tea-News-29.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาภัสสร ศิริจริยวัตร, สุธิชา พืชสิงห์, ชาติสยาม ผลวิลัย. 2558. **อุณหภูมิในการทำแห้งต่อคุณภาพของสาหร่ายเทา**. [ออนไลน์].เข้าถึงได้จาก : http://hrd.rmutl.ac.th/qa/docUpload/pj/3501400402867/150826171325fullpp.pdf

อารีย์ เสนานันท์สกุล. 2540. **การคัดเลือกเทคนิคที่เหมาะสมในการปลูกพืชโดยวิธีไฮโดรโปนิกส์**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://www.thaithesis.org/detail.php?id=27638

อิทธิสุนทร นันทกิจ. 2555. **ระบบ Hydroponics**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://hydroponicscool.blogspot.com/2012/05/hydroponics_330.html

Hajhashemi, V., Ghannadi, A., and Sharif, B., 2003. Anti-inflammatory and analgesicproperties of the leaf extracts and essential oil of Lavandula angustifolia Mill. J.Ethnopharmacol. 89, 67–71

Murashige, T. and Skoog, F. (1962) A Revised Medium for Rapid Growth and Bioassay with Tobacco Tissue Cultures. Physiology and Plants, 15, 472-497.

Vacin E., and Went F.W. 1949. Some pH changes in nutrient solutions. BOT. GAZ. 110: 605-613

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

อาหารเพาะเลี้ยง

ตาราง ก.1 องค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อสูตร Murashige and Skoog Basal medium (MS) (1962)

	Final medium	Stock solution	
	Mg/l	g/5l	
NH_4NO_3	1650	165	Macroelements store at +4 °C;
KNO_3	1900	190	50 ml stock solution/l medium
$CaCl_2 \times 2H_2O$	440	44	
$MgSO_4 \times 7H_2O$	370	37	
KH_2PO_4	170	17	
		g/l	
H_3BO_3	6.2	1.24	Microelements store at
$MnSO \times H_2O$	16.9	3.38	-20 °C in aliquots; 5 ml stock
$ZnSO_4 \times 7H_2O$	10.6	1.72	Solution/l medium
KJ	0.83	0.166	
$Na_2MoO_4 \times 2H_2O$	0.25	0.05	
$CuSO_4 \times 5H_2O$	0.025	0.005	
$CoCl_2 \times 6H_2O$	0.025	0.005	
		g/l	
$Na_2EDTA \times 2H_2O$	37.3	7.46	Iron chelate boil to dissolve,
$FeSO_4 \times 7H_2O$	27.5	5.57	Store dark at 4 °C; 5 ml stock
			Solution/l medium
		g/l	
Nicotinic acid	0.5	0.1	Vitamins store at -20 °C in
Pyridoxine HCl	0.5	0.1	aliquots; 5 ml stock solution/l
Thiamine HCl	0.1	0.02	medium
Glycine	2.0	0.4	
myo-inositol	100	20	
Agar	0.7%		not in MS liquid

pH 5.6-5.8 adjust with 1 M KOH, autoclave at 121 °C for 20 min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติ

1. ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติการเปรียบเทียบความสูงของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์จำนวน 3 แบบ

Descriptives

Descriptives								
ความสูง	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบที่2	6	17.9667	1.31098	.53521	16.5909	19.3425	16.50	19.70
แบบที่3	10	7.7300	2.34902	.74282	6.0496	9.4104	2.90	10.70
แบบที่4	10	4.7000	1.83848	.58138	3.3848	6.0152	2.00	7.40
Total	26	8.9269	5.55687	1.08979	6.6825	11.1714	2.00	19.70

ANOVA

ANOVA					
ความสูง	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	683.297	2	341.648	88.615	.000
Within Groups	88.674	23	3.855		
Total	771.971	25			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

Duncan[a,b]				
ความสูง	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
แบบที่4	10	4.7000		
แบบที่3	10		7.7300	
แบบที่2	6			17.9667
Sig.		1.000	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.182.				
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.				

2. ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติการเปรียบเทียบพื้นที่ใบของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์จำนวน 3 แบบ

Descriptives

Descriptives								
พื้นที่ใบ	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบที่2	6	157.5000	55.18605	22.52961	99.5858	215.4142	66.00	220.00
แบบที่3	4	56.0000	7.78888	3.89444	43.6062	68.3938	47.00	63.00
แบบที่4	5	52.0000	6.24500	2.79285	44.2458	59.7542	44.00	59.00
Total	15	95.2667	62.29591	16.08474	60.7683	129.7650	44.00	220.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANOVA

ANOVA					
พื้นที่ใบ	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	38765.433	2	19382.717	14.943	.001
Within Groups	15565.500	12	1297.125		
Total	54330.933	14			

Duncan[a]

Duncan[a,b]			
พื้นที่ใบ	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
แบบที่4	5	52.0000	
แบบที่3	4	56.0000	
แบบที่2	6		157.5000
Sig.		.865	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.865.			
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

3.ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติการเปรียบเทียบน้ำหนักสดของการเพาะปลูกลาเวนเดอร์จำนวน 3 แบบ

Descriptives

Descriptives								
น้ำหนักสด	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
					Lower Bound	Upper Bound		
แบบที่2	6	9.9683	2.42528	.99012	7.4232	12.5135	6.99	13.44
แบบที่3	10	2.1050	.58854	.18611	1.6840	2.5260	1.05	2.95
แบบที่4	10	1.5500	.44776	.14159	1.2297	1.8703	.81	2.26
Total	26	3.7062	3.69729	.72510	2.2128	5.1995	.81	13.44

ANOVA

ANOVA					
น้ำหนักสด	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	307.416	2	153.708	102.974	.000
Within Groups	34.332	23	1.493		
Total	341.748	25			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Duncan[a]

Duncan[a,b]			
น้ำหนักสด	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
แบบที่4	10	1.5500	
แบบที่3	10	2.1050	
แบบที่2	6		9.9683
Sig.		.368	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 8.182.			
b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.			

4. ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติของชาลาเวนเดอร์

T-Test

One-Sample Statistics				
ชาลาเวนเดอร์	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
กลิ่น	20	4.6000	1.39170	.31119
สี	20	5.1500	1.26803	.28354
รสชาติ	20	3.5500	1.53811	.34393
ความชอบโดยรวม	20	3.9000	1.55259	.34717

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

One-Sample Test						
ชาลาเวนเดอร์	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
กลิ่น	14.782	19	.000	4.60000	3.9487	5.2513
สี	18.163	19	.000	5.15000	4.5565	5.7435
รสชาติ	10.322	19	.000	3.55000	2.8301	4.2699
ความชอบโดยรวม	11.234	19	.000	3.90000	3.1734	4.6266

5. ตารางวิเคราะห์ผลทางสถิติของชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว

T-Test

One-Sample Statistics				
ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
กลิ่น	20	5.8500	1.03999	.23255
สี	20	5.4500	1.19097	.26631
รสชาติ	20	4.9500	1.39454	.31183
ความชอบโดยรวม	20	5.2000	1.50787	.33717

One-Sample Test						
ชาลาเวนเดอร์ผสมชาเขียว	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
กลิ่น	25.156	19	.000	5.85000	5.3633	6.3367
สี	20.465	19	.000	5.45000	4.8926	6.0074
รสชาติ	15.874	19	.000	4.95000	4.2973	5.6027
ความชอบโดยรวม	15.422	19	.000	5.20000	4.4943	5.9057

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้