



รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมัน
หอมระเหยจากตะไคร้หอมและกลีเซอรอลเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว
ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

**Study of storage methods by using of essential oils from eucalyptus and
lemon grass and glycerol to keep postharvest quality of
philodendron plujeeb**

นางสาวมณฑินี ชีรารักษ์

นางสาวนิภาพร ยลสวัสดิ์

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ.....	I
สารบัญตาราง.....	IV
สารบัญภาพ.....	V
บทคัดย่อ.....	VIII
Abstract.....	X
กิตติกรรมประกาศ.....	XII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	3
1.4 สมมุติฐานงานวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 ไฟโตนครอน.....	5
2.2 การเสื่อมสภาพของใบไม้.....	6
2.3 บทบาทของสารต้านการคายน้ำต่อการเสื่อมสภาพของใบ.....	10
2.4 บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเสื่อมสภาพของใบ.....	10
2.5 บทบาทของสารคีเลตต่อการเสื่อมสภาพของใบ.....	11
2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ.....	12
2.7 สารส่งเสริมคุณภาพ.....	14
2.8 น้ำมันหอมระเหยและระบบอิมัลชัน.....	16
บทที่ 3 วิธีการทดลอง.....	23
3.1 อุปกรณ์และสารเคมี.....	23
3.2 วิธีการดำเนินงาน.....	24
3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแฉกกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยว ในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออน โดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด.....	25
3.2.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหย และความเสถียรของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม.....	26
3.2.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารละลายน้ำมันหอมระเหยสำหรับฟัลซึ่งต่ออายุการปักแจกันของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	27
3.2.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ	28
3.2.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ ต่ออายุการเก็บรักษาไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	32
3.2.7 การทดลองที่ 7 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาโดยใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	37
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน.....	37
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออน โดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด	41
4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหย และความเสถียรของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม.....	41
4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารละลายน้ำมันหอมระเหยสำหรับฟัลซึ่งต่ออายุการปักแจกันของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	43
4.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	47
4.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ ต่ออายุการเก็บรักษาไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ.....	58

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.7 การทดลองที่ 7 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาโดยการใช้สารต้านการคายน้ำ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของไบฟีโลเดน ครอนพลูจีบ.....	63
4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง	75
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	85
สรุปผลการวิจัย	85
บทที่ 6 สรุปผลผลิตงานวิจัย	87
6.1 สรุปรายชื่อและรายละเอียดผลผลิตงานวิจัยที่ผลิตได้	87
เอกสารอ้างอิง	105
ภาคผนวก	119
ภาคผนวก ก สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนิน โครงการวิจัย	119
ประวัตินักวิจัย	123

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 อัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยและสารลดแรงตึงผิว.....	26
3.2 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารด้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหยก่อนเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง.....	33
3.3 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารด้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย และปักแจกันในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกัน.....	36
4.1 ผลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวิ ใบพี โลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนเตอร์่า.....	38
4.2 ความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด.....	42
4.3 ค่าศักย์รีดักชัน ขนาดอนุภาค และความเสถียรของอิมัลชันของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม.....	43
4.4 อายุการปักแจกันของใบพี โลเดนดรอนพลูจีบที่ทำการพ่นซึ่งในสารละลายน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม เป็นเวลา 6 ชั่วโมง.....	44
4.5 อายุการปักแจกันของใบพี โลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม.....	47
4.6 อายุการปักแจกันของใบพี โลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารด้านการคายน้ำกลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และ โซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์.....	60
4.7 ผลของการพ่นซึ่ง สารด้านการคายน้ำ (กลีเซอรอล) ร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่ออายุการปักแจกันของใบพี โลเดนดรอนพลูจีบ...	74

สารบัญญภาพ

	ภาพที่	หน้า
2.1	ฟีโลเดนดรอน	5
2.2	สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์.....	9
3.1	พืชทดสอบ ใบพัควี (ก) ใบมอนสเตอร์ (ข) และใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ (ค).....	24
4.1	เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศ	39
4.2	อัตราการคูดน้ำของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมสภาพแวดล้อม.....	40
4.3	น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (ก) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (ข) อัตราส่วน 80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 และ 80 : 20	43
4.4	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พัคซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง.....	45
4.5	อัตราการคูดน้ำของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่การพัคซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง.....	46
4.6	การเปลี่ยนแปลงของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	48
4.7	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	49
4.8	อัตราการคูดน้ำของ ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	50
4.9	ปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (ข) และปริมาณแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	52

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.10 ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์เมื่อแช่ไบโพลีเดนดรอน ในน้ำกลั่น 1 ชั่วโมง (ก) เมื่อแช่ไบโพลีเดนดรอนในน้ำกลั่น 2 ชั่วโมง (ข) และเมื่อ แช่ไบโพลีเดนดรอนในน้ำกลั่น 3 ชั่วโมง (ค) หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยู คาลิปต์สและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร.....	54
4.11 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปต์สและ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร.....	55
4.12 ปริมาณมาลอนไดอิลดีไฮด์ของไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังปักแจกันด้วย น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปต์ส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	57
4.13 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังปัก แจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปต์สและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความ เข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร.....	58
4.14 ไบโพลีเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล (ก) แมกนีเซียม คาร์บอเนต (ข) และโซเดียมคาร์บอเนต (ค).....	59
4.15 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์.....	60
4.16 อัตราการคุดน้ำของไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์.....	62
4.17 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาในตู้ควบคุม อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	64
4.18 เปอร์เซ็นต์ไบโพลีเดนดรอนพลูจิบที่นำไปใช้งานต่อได้หลังการเก็บรักษาใน ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	65

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.19 ปริมาณการใช้น้ำของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	66
4.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	66
4.21 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) คลอโรฟิลล์ บี (ข) และแคโรทีนอยด์ (ค) ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	68
4.22 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	71
4.23 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	72
4.24 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....	73

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและกลีเซอรอลเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน

ประจำปีงบประมาณ 2561 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 246,500 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2560 ถึง 30 กันยายน 2561

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย

1.นางสาวฉวีรัตน์ ธีรารักษ์ หัวหน้าโครงการวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ

เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2.นางสาวนิภาพร ชลสวัสดิ์ ผู้ร่วมโครงการวิจัย ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะ

เทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ฟีโลเดนดรอนพลูจีบ (*Philodendron sp.*) เป็นไม้ตัดใบที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างใบมีความโดดเด่นมีลักษณะเฉพาะ จึงนิยมใช้จัดช่อกับดอกไม้และใช้ในการตกแต่งสถานที่ ภายหลังจากเก็บรักษาพบว่าใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบจะแสดงอาการเสื่อมสภาพ ในการศึกษาสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของใบตัดฟีโลมอนสเตอร์และใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ พบว่าใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมีความไวต่อการเสื่อมสภาพหลังการเก็บเกี่ยวมาก เมื่อปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสงมีผลในการลดอายุการปักแจกัน เมื่อทดสอบน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด ในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity พบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีฤทธิ์ในการแย่งจับโลหะไอออนดีที่สุด มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระทำให้อนุมูลอิสระลดลงครึ่งหนึ่งของปริมาณอนุมูลอิสระทั้งหมด (IC_{50}) เท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.93 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน EDTA ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ต่อมานำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมไปปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในรูปแบบอิมัลชันด้วยสารลดแรงตึงผิว neopelex พบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (80 : 20) มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 361.60 นาโนเมตร ค่าศักย์ซีต้าเท่ากับ -64.75 มิลลิโวลต์ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (60 : 40) มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 482.80 นาโนเมตร ค่าศักย์ซีต้าเท่ากับ -90.37 มิลลิโวลต์ แสดงว่าระบบอิมัลชันมีความเสถียร

เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมในรูปแบบอิมัลชันเป็นส่วนผสมในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพืช ความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 ไมโครกรัมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่นจนหมดอายุปักแจกัน พบว่าพัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลทำให้ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันนานที่สุด (52 วัน) และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกันน้อยที่สุด (33.71 วัน) ในทางสถิติ เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสในรูปอิมัลชัน เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกันที่ความเข้มข้น 12.5 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใบฟีโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันได้นานสุด (31.40 วัน) และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกันได้น้อยที่สุด (22.40 วัน) และยังพบว่าใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์น้อยที่สุด มีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมและพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์และความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH ลดลงต่ำกว่ากรรมวิธีควบคุม เมื่อศึกษาสารต้านอนุมูลอิสระ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนตและโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่าทุกกรรมวิธีมีอายุการปักแจกันมากกว่ากรรมวิธีควบคุม (42.86 วัน) ใบฟีโลเดนดรอนที่พ่นกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันได้นานสุด (59.43 วัน) และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมในทางสถิติด้วย

เมื่อศึกษาผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษาคือพัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ/หรือ พ่นใบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ 2 เปอร์เซ็นต์ต่ออายุปักแจกันและการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีภายในใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ นำใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมาเก็บรักษาแบบบรรจุเปียก โดยนำก้านใบเสียบหลอดพลาสติกที่บรรจุสารส่งเสริมคุณภาพน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ห่อพลาสติกและบรรจุลงในกล่องกระดาษเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมืด เป็นเวลา 0 (ไม่เก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน เมื่อครบอายุการเก็บรักษานำใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมาปักแจกันต่อด้วยน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อประเมินอายุการปักแจกัน พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสร่วมกับสารต้านอนุมูลอิสระก่อนการเก็บรักษา และนำปักแจกันต่อในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีผลทำให้ส่งเสริมอายุการปักแจกันนานขึ้นและรักษาคุณภาพของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ไม่ได้ผ่านการเก็บรักษาและเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ พบว่า การพัลซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและใช้สารต้านอนุมูลอิสระ ส่งผลเชิงบวกต่อการรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ยับยั้งการสะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และการชะลอการตัวสลายคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้

คำสำคัญ : ไม้ตัดใบ น้ำมันหอมระเหย สารต้านอนุมูลอิสระ สารส่งเสริมคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

IX
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Study of storage methods by using of essential oils from eucalyptus and lemon grass and glycerol to keep postharvest quality of philodendron plujeeb.....

Researcher: Montinee Teerarak and Nipaporn Yonsawad.....

Faculty: Agricultural Technology **Department:** Plant Production Technology.....

ABSTRACT

Philodendron sp. (philodendron plujeeb) cut foliage is used as a complement in bouquets and flower arrangements because of its large, showy and uniquely-shaped leaves. During postharvest, philodendron plujeeb leaf senescence symptoms are leaf yellowing and/or leaf desiccation. The aim of this work was to evaluate the effect of anti-transpiration agent, pulsing solution and holding solution on vase life and postharvest qualities of philodendron plujeeb. Vase life of Homalomena 'Emerald Gem', *Monstera deliciosa* and *Philodendron sp.* (*philodendron plujeeb*) cut leaves placed to distilled water was evaluated under different conditions (30±2 °C and 12 h light/12 h night; 20°C 12 h light/12 h night; 20°C in darkness). Results confirmed that three species cut leaves negatively affected their vase life in darkness and philodendron plujeeb had the shortest vase life in darkness. The essential oils from 10 plant species were screened for their possible antioxidant activities by metal chelating activity, compared with synthetic standard, EDTA. Essential oils from *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalyptus) and *Cymbopogon nardus* Rendle (citronella grass) exhibited strong metal chelating abilities with IC₅₀ values of 0.23 and 0.98 mg/mL, respectively. Metal chelating ability values of both essential oils were comparable to those of synthetic standard, EDTA. For emulsion formulation, eucalyptus and citronella essential oils were prepared by mixing oil and emulsifier at different weight ratios. Eucalyptus essential oil in emulsion at ratio of 80:20 was obtained as average particles of 361.60 nm and zeta potential of -64.75 mV while citronella essential oil in emulsion at ratio of 60:40 was obtained as average particles of 482.80 nm and zeta potential of -90.37 mV. Results of zeta potential values indicated the stability of emulsion.

Further, incorporation of both essential oils into pulsing solution at concentrations of 0, 50, 100, 200, 400 and 800 µg/mL for 6 h and transferred into distilled water was evaluated for their effects on vase life and postharvest quality of philodendron plujeeb. The longest vase life of philodendron plujeeb was recorded in 800 µg/mL eucalyptus as a pulse solution. Additionally, incorporation of both essential oils into holding solution at concentrations of 0, 12.5 and 25 µg/mL was evaluated for their effectiveness on vase life and postharvest quality of philodendron plujeeb. The vase life of philodendron plujeeb could be extended from 22.4 days to 31.4 days by giving 12.5 µg/mL eucalyptus as a holding solution. Eucalyptus essential oil at 12.5 µg/mL in vase solution helped

maintain relative fresh weight. The essential oils had positive effects on the retention of membrane integrity and antioxidant activity (DPPH radical scavenging assay). They also had inhibitory effects on hydrogen peroxide accumulation and on chlorophyll and carotenoid degradation. This study was designed to investigate the foliar sprays of anti-transpiration agents, glycerol, $MgCO_3$, and Na_2CO_3 at concentrations of 0, 2, 4, 6 and 8 % on prolonging vase life of philodendron plujeeb cut leaves. The cut leaves sprayed with glycerol at 2 % had the highest vase life among all the other treatments.

The current experiments were aimed to evaluate the effects of pretreatments with pulsing solution (800 $\mu g/mL$ eucalyptus essential oil) for 6 h and/or with anti-transpiration agent spray (2% glycerol) on philodendron plujeeb vase life and certain biochemical characteristics. In wet storage, all cut foliage were stored with their stem bases dipped in preservative solution containing 12.5 $\mu g/mL$ eucalyptus essential oil, sealed plastic bags, packed in cardboard boxes and placed in a dark room at 20°C for 0 (non-stored), 3, 6, 9, 12, 15 and 18 days. Before and after storage, cut leaves were placed to vase solution containing distilled water or 12.5 $\mu g/mL$ eucalyptus essential oil in order to determine the vase life. Results demonstrated that pretreatment with pulsing solution plus anti-transpiration agent and transferred into vase solution containing eucalyptus essential oil was the most effective treatment in maintaining vase life of stored and not stored cut foliage. The effects of pre-treatments on the chlorophyll and carotenoid content, electrolyte leakage, malondialdehyde content and hydrogen peroxide content of philodendron plujeeb cut leaf was observed. Results demonstrated that pretreatment with pulsing solution plus anti-transpiration agent had positive effects on the retention of membrane integrity and inhibitory effects on hydrogen peroxide accumulation and on chlorophyll and carotenoid degradation.

Keywords : cut leaf, essential oil, anti-transpirant agent, preservative solution

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เอื้อสถานที่การวิจัยครั้งนี้ การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สัญญาเลขที่ A118-0361-023) จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 และสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.)

นางสาวมณฑินี ชีรารักษ์
นางสาวนิภาพร ยลสวัสดิ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนับได้ว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตไม้ตัดใบเพื่อจำหน่าย เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศที่เหมาะสมซึ่งอยู่ในเขตร้อนทำให้มีทรงต้น ใบ สีสัน สวยงามแปลกตา มีความหลากหลายสามารถพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ใหม่ๆ ได้มากมาย เป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถปลูกไม้ตัดใบได้มากมายหลายชนิด ไม้ตัดใบเป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกเพื่อใช้ประโยชน์จากใบ โดยการตัดใบเพื่อจำหน่าย การใช้ประโยชน์จากไม้ตัดใบส่วนใหญ่เป็นการนำใบพืชมาใช้ร่วมกับดอกไม้ในการจัดตกแต่งสถานที่ จัดแจกันเป็นช่อดอกไม้ หรือ พวงหรีดในงานพิธีต่างๆ ใบไม้ที่นำมาจัดหรือตกแต่งจะช่วยส่งเสริมให้มีความสวยงามและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น ในอดีตมีการใช้ไม้ตัดใบไม่มากนัก แต่ปัจจุบันมีการใช้มากขึ้น เนื่องจากมีการพัฒนารูปแบบการจัดดอกไม้ที่หลากหลายมากขึ้นมีการนำใบไม้ กิ่งไม้มาร่วมเป็นส่วนประกอบของการตกแต่งมากขึ้น ทำให้การผลิตไม้ตัดใบมีการขยายตัวมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ภายในประเทศและส่งออกจำหน่ายต่างประเทศ การผลิตไม้ตัดใบเพื่อจำหน่ายจึงเป็นอาชีพอีกแขนงหนึ่งของไม้ดอกไม้ประดับที่มีผู้สนใจทำเป็นอาชีพกันมากขึ้น แหล่งผลิตไม้ตัดใบส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง บริเวณรอบๆ กรุงเทพฯ เช่น จังหวัด นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม ราชบุรี ชลบุรี ในปี 2560 ประเทศไทยมีการผลิตและส่งออก ต้นกล้วยไม้ ดอกไม้ ใบไม้ ใช้ในการตกแต่ง ดอกไม้แห้ง ย้อมสี จัดทำเป็นช่อ รวมมูลค่า 38,560,588 ล้านบาท เพิ่มขึ้นจากปี 2559 ที่ส่งได้รวมมูลค่า 33,604,287 ล้านบาท ตลาดที่สำคัญ คือ ญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา อิตาลี จีน เนเธอร์แลนด์และอินเดีย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2560) ไม้ตัดใบที่มีมูลค่าส่งออกมาก ได้แก่ ใบหมากผู้หมากเมีย ใบตอง ใบเฟิร์น ใบเต้าร้าง รวมถึงใบฟีโลเดนดรอน

การเก็บรักษาคุณภาพของไม้ตัดใบเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการส่งออก และการจำหน่าย ซึ่งจุดประสงค์ในการเก็บรักษาคือ ลดความเสียหายที่จะเกิดกับผลิตผลทั้งปริมาณและคุณภาพ ให้ไม้ใบมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาจะใช้อุณหภูมิต่ำหรือการเก็บรักษาในห้องเย็น ซึ่งพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการระดับอุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา และการปฏิบัติบางอย่างที่ช่วยให้คุณภาพการเก็บรักษาไม่ต่างจากที่ตัดมาใหม่ เช่น การใช้สารละลายเคมีแช่ระยะเวลาช่วงหนึ่งหลังการตัดหรือก่อนการเก็บรักษา (pulsing solution) และสารละลายเคมีที่ใช้แช่หลังการเก็บรักษาหรือสารเคมีสำหรับปักแจกัน (holding or vase solution) แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ และจากสาเหตุที่กล่าวมา จึงใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาค่าเสื่อมสภาพของไม้ตัดใบ การทดลองนี้ใช้ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ ซึ่งเป็นไม้ประดับที่มีใบสวยงาม ใช้ประดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และตกแต่งสถานที่ร่วมกับดอกไม้ต่างๆ และในขณะที่การส่งออกมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่การส่งออกไม้ตัดใบยังมีข้อจำกัดด้านต่างๆ ไม่มีมาตรฐานทางกรรมวิธีในการรักษาสภาพสดก่อนบรรจุหรือส่งไปขายเพื่อให้สินค้ามีคุณภาพคงทนมากขึ้น ไม่มีมาตรฐานการบรรจุและการใช้วัสดุหรือหีบห่อที่เหมาะสม (McKenzie *et al.*, 2017) ขาดความรู้ทางการเก็บรักษาคุณภาพของใบ การเสื่อมสภาพของใบในระหว่างการขนส่ง เช่น การเหี่ยวของใบ การเปลี่ยนสีของใบจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ซึ่งอาจเกิดจากการตัดก้านใบออกมา ทำให้ใบสร้างเอทิลีนในสภาวะเครียดที่บริเวณรอยแผลทำให้ใบเสื่อมสภาพเร็วขึ้น การอุดตันของท่อน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ การขาดน้ำในระหว่างการขนส่ง และในสภาพการขนส่งซึ่งเป็นผู้คอนเทนเนอร์ที่ขนส่งทางเรือต้องใช้ระยะเวลาสั้นกว่าจะถึงปลายทางที่มีการควบคุมบรรยากาศและไม่มีแสง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งของไม้ใบที่ทำให้มีสีเหลืองเร็วขึ้นกว่าปกติ (Will *et al.*, 2007) การเพิ่มสารอาหารให้เพียงพอก่อนการบรรจุจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการรักษาคุณภาพไม้ตัดใบ รวมถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นสารธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง เพื่อเป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการขนส่งและสำหรับปักแจกันในการรักษาคุณภาพใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ ผู้ศึกษาได้คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่มีคุณสมบัติในการจับไอออน (chelate agent) ได้ดี เพื่อช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของใบ โดยการจับไอออนเหล็ก (Fe^{2+}) ที่เกี่ยวข้องกับสารสังเคราะห์โปรตีนหรือเอนไซม์ที่จำเป็นสำหรับการเสื่อมสภาพ (Tetley and Thimann, 1975) ประกอบกับน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระทำให้ใบไม่มีอายุการใช้งานนานขึ้นนอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ลดการอุดตันในท่อน้ำเลี้ยงน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ร่วมกับการใช้กลีเซอรอลเป็นสารต้านการคายน้ำที่ช่วยรักษาคุณภาพของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ ลดการสูญเสียน้ำและลดการเหี่ยวของใบ ในระหว่างการขนส่งในสภาพไม่มีแสงเป็นระยะเวลานาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ประเมินอายุการใช้งานของใบพัควี ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบและใบซอนสเคอรา เมื่อเก็บรักษาในสภาพต่างๆ

1.2.2 คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการจับโลหะไอออนในระดับสูง

1.2.3 ศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บเกี่ยว

1.2.4 ศึกษาผลของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัคชิ่งและปักแจกันที่มีน้ำมันหอมระเหยต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

1.2.5 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยและกลีเซอรอล

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการจับโลหะไอออนในระดับสูง ศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ สารละลายน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมในรูปอิมัลชันสำหรับส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษา และส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกัน ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ และศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ ร่วมกับสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษาในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

1.4 สมมุติฐานงานวิจัย

การส่งออกใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบยังมีข้อจำกัดด้านต่างๆ เช่น มีการเสื่อมสภาพของใบในระหว่างการขนส่ง การเปลี่ยนแปลงของใบ การเปลี่ยนสี การเหี่ยว การขาดน้ำในระหว่างการขนส่ง และในสภาพการขนส่งซึ่งเป็นผู้คอนเทนเนอร์ที่ขนส่งทางเรือที่ต้องใช้เวลานานกว่าจะถึงปลายทางมีการควบคุมบรรยากาศและมีดี จึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ มีการเสื่อมสภาพและมีสีเหลืองเร็วขึ้น การจัดการหลังการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมขณะขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ทางเรือเพื่อไปยังปลายทางจึงเป็นเรื่องสำคัญ เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดกับผลิตภัณฑ์ปริมาณและคุณภาพของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ โดยใช้เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว เช่น การเก็บรักษาจะใช้อุณหภูมิต่ำหรือการเก็บรักษาในห้องเย็น การใช้สารต้านการคายน้ำ รวมทั้งการใช้สารส่งเสริมคุณภาพไม้ตัดใบหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อช่วยให้คุณภาพการเก็บรักษาไม่ต่างจากที่ตัดมาใหม่ๆ การใช้สารต้านการคายน้ำใบไม้ตัดใบ จากการทดลองของ Nermeen *et al.* (2011) พบว่า สารต้านการคายน้ำ glycerol 2% และ 4% สามารถยืดอายุปักแจกันใบมอนสเตอร์ การใช้สารละลายเคมีแชนเจอร์เวลาหนึ่งหลังการตัดหรือก่อนการเก็บรักษาโดยวิธีการพัลซิง (pulsing solution) จากการทดลองของ Skutnik *et al.* (1999) พบว่าการพัลซิงด้วยวิตามินอี 0.001 และ 0.010 mM เพิ่มอายุการใช้งานใบ *Host sp.* และในการศึกษาของ Safeena *et al.* (2014) พบว่าการพัลซิงด้วย benzyladenine 25 ppm + 8-hydroxyquinolinecitrate 200 ppm + น้ำตาลซูโครส 10% ช่วยยืดอายุปักแจกันของเฟิร์น (*Asparagus setaceus* syn. *Plumosus*) ได้ สำหรับงานวิจัยทางด้านเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มีนักวิจัยต่างประเทศได้ทดลองใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชมาทดลองยืดอายุปักแจกัน ในดอกไม้และประสบความสำเร็จในดอกไม้หลายชนิด เช่น ดอกแกลดีโอลิส (Marandi *et al.*, 2011) ดอกเยอบีร่า (Solgi *et al.*, 2009) ดอกแอสโตรมีเรีย (Bazazand and Tehranifar, 2011) และดอกกุหลาบ (Shanan, 2012) จากการศึกษาของ Singh *et al.* (2012) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus citriodora* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ลดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ และจากการทดลองของ Nikos and Costas

(2007) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon citrates* L.) ยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเบื้องต้น ในการนำสารธรรมชาติในรูปน้ำมันหอมระเหยจากพืชมาทดสอบ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและตะไคร้หอมมีคุณสมบัติในการจับไอออน (chelate agent) ได้ดี และมีศักยภาพในการยึดอายุใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีรายงานการใช้ น้ำมันหอมระเหยเพื่อรักษาคุณภาพของไม้ตัดใบ ผู้วิจัยจึงได้ตั้งสมมุติฐานการเลือกใช้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและตะไคร้หอมเป็นสารธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง ซึ่งมีคุณสมบัติในการจับไอออน (chelate agent) ได้ดี เพื่อช่วยชะลอการเหลืองของใบ โดยอาศัยคุณสมบัติการเป็นสารกึ่งเลดสามารถกักเก็บหรือจับกับโลหะไอออนซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ทำให้ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้ (Knee, 1996) ประกอบกับน้ำมันหอมระเหยยังมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอาจช่วยลดความเสียหายของเซลล์จากอนุมูลอิสระ และยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ลดการหลุดร่วงของท่อน้ำเลี้ยงน้ำในก้านเนื่องจากจุลินทรีย์ ทำให้ใบฟิโลเดนดรอนมีอัตราความชื้นเพิ่มขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาการใช้ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและตะไคร้หอมในรูปอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำที่มีความเข้ากันได้กับน้ำ เพื่อเป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการขนส่ง และสำหรับปักแจกันในการรักษาคุณภาพใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใช้ร่วมกับกลีเซอรอลซึ่งเป็นสารด้านการคายน้ำที่ช่วยรักษาคุณภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ลดการสูญเสียน้ำและลดการเหี่ยวของใบ ในระหว่างการขนส่งในสภาพมืดเป็นระยะเวลา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ทำให้ทราบถึงผลของสารด้านการคายน้ำ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดน

ดรอนพลูจีบ หลังการเก็บเกี่ยว

1.5.2 ทำให้ทราบถึงผลของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมต่อคุณสมบัติทางชีวเคมีของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบระหว่างการเก็บรักษาภายใต้สภาพการเก็บรักษาต่างๆ กัน

1.5.3. สามารถนำไป เผยแพร่ เพิ่มมูลค่าและเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนาและข้อมูลสำหรับเป็นทางเลือกในการส่งออกและประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฟิโลเดนดรอน

ฟิโลเดนดรอนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Philodendron* spp. จัดอยู่ในวงศ์ Araceae ส่วนใหญ่เป็นไม้เถาเลื้อยพืชน้ำในป่าใหญ่ ๆ ในป่า แตกรากได้ทุกข้อของลำต้น ใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว มีหลายสี รูปใบมีหลายลักษณะ ตั้งแต่รูปหัวใจ รูปไข่ ใบเรียวยาว ฐานใบสอบ ใบเรียวยาวรูปเข็ม ริมใบมีทั้งใบเรียบ เป็นลอน หยักเว้า ความยาวของใบ ตั้งแต่ 3 นิ้วถึง 3 ฟุต ช่อดอกมีลักษณะคล้ายหน้าวัว ใบประดับ (หรือจาน) ขนาดใหญ่ เมื่อดอกแก่เต็มที่ใบประดับช่วงบนจะเผยออกลักษณะคล้ายช้อน ช่วงล่างรัดติดอยู่กับก้านดอก ทางช่อดอก (spadix) มีดอกย่อยจำนวนมากฝังตัวอยู่บนแกนช่อ ด้านบนเป็นดอก ตัวผู้ ด้านล่างซึ่งอยู่ในกระเปาะเป็นดอกตัวเมีย จึงติดผลเป็นกลุ่มเฉพาะตอนล่างของดอก (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549) ฟิโลเดนดรอนมีมากมายหลายสายพันธุ์ทั้งที่เป็นสายพันธุ์ธรรมชาติ และ สายพันธุ์ผสม (hybrid) สำหรับการทดลองนี้ ใช้ ฟิโลเดนดรอนพันธุ์ฟิลิปปินส์ ฟิโลเดนดรอนพันธุ์ฟิลิปปินส์ เป็นพันธุ์ไม้ประดับในร่มที่มีใบสวยงาม นิยมนำไปใช้ประดับและตกแต่งสถานที่ร่วมกับดอกไม้ต่าง ๆ และเป็นไม้ประดับที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด ใบมีสีเขียวเป็นมัน ใบมีหยัก รูปหัวใจ ยาวรี ปลายยาวคล้ายหาง มีถิ่นกำเนิดในป่าเขตร้อนของอเมริกา ในป่าเขตร้อนที่มีฝนตกชุกเป็นพืชที่ต้องการความชุ่มชื้นสูง ทนต่อแสงน้อย แต่ถ้ามีแสงน้อยเกินไปใบใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กและยืดยาว ใบ เรียงเวียน รูปใบหอกแกมรูปไข่ กว้าง 9.5 ถึง 12.5 เซนติเมตร ยาว 18.5 ถึง 20 เซนติเมตร ปลายยาวคล้ายหาง โคนรูปหัวใจ ขอบหยัก ครึ่งใบด้านล่างเว้า 5 แฉก ด้านบนเว้าตื้นห่างๆ ใบหนาคล้ายแผ่นหนัง เป็นมัน แผ่นใบด้านบนสีเขียว ใต้ใบสีอ่อนกว่า ก้านใบรูปทรงกระบอกสีเขียว ยาว 12 ถึง 12.5 เซนติเมตร โคนก้านใบเป็นร่อง และแผ่ออกเล็กน้อย บริเวณโคนใบมีสีแดง ปลายหุ้มยอดสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 ใบฟิโลเดนดรอนฟิลิปปินส์

2.2 การเสื่อมสภาพของใบไม้

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ว่าจะเป็นส่วนผล ดอก หรือใบ ผลผลิตเหล่านั้นยังคงมีชีวิตอยู่ กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆยังคงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น การคายน้ำ การสุก การชราภาพ (นิธิยา และ ดนัย, 2537) รวมถึงกระบวนการป้องกันตนเอง และการหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการสลายอินทรีย์วัตถุที่สะสมของพืชในรูปคาร์โบไฮเดรต มีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา ทำให้พืชเกิดการเสื่อมสภาพ อัตราการหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงถึงอายุการเก็บรักษา พืชที่มีอัตราการหายใจสูงจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นการเก็บรักษาผลผลิตให้อยู่ได้นานจึงเป็นการปฏิบัติด้วยวิธีต่างๆ เพื่อชะลอเมแทบอลิซึมของผลผลิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปัจจัยอื่นๆ รอบๆ ผลผลิตให้เหมาะสมนั่นเอง (จริงแท้, 2544; Madakadze, 2004) ในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและชีวเคมี ดังต่อไปนี้

2.2.1 การเหี่ยว

สาเหตุของการเสื่อมสภาพของใบพืชอาจเกิดจากคุณภาพภายในพืชก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น การขาดน้ำและขาดอาหารสะสมหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากใบจะมีการสูญเสียน้ำตลอดเวลาทำให้ใบมีปริมาณน้ำลดลงทำให้เกิดการเหี่ยวได้ Suisuwan and Pichayahon (2002) พบว่า การขาดน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชผลิตเอทิลีนได้มากขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว หรือที่ตัดจากต้นแล้ว ก็จะมีการชราภาพ หรือหมดอายุการใช้งานเร็ว ซึ่งอาจมีสาเหตุ รอยขีดที่โคนก้าน ทำให้เกิดการอุดตัน ใบไม่สามารถดูดน้ำได้เพียงพอ การเหี่ยวของไม้ตัดใบ มีสาเหตุมาจากการเกิดฟองอากาศในท่อลำเลียงน้ำ (air embolisms) ทำให้การดูดน้ำของก้านหรือลำต้นหยุดเนื่องจากบริเวณรอยตัดสัมผัสกับอากาศเป็นช่องทางให้อากาศเข้ามาได้ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อลำเลียงน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อปริมาณการไหลของน้ำผ่านก้านหรือลำต้น โดยพบว่าถ้าเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่จะทำให้มีการไหลของน้ำเพิ่มขึ้น แต่ถ้าเกิดการอุดตันท่อลำเลียงน้ำที่มีขนาดใหญ่จะมีผลทำให้การเคลื่อนที่ของน้ำลดลง (Lo Gullo and Salleo, 1993; Lo Gullo *et al.*, 1995; Van leperen *et al.*, 2001; Hacke *et al.*, 2009) น้ำไม่สะอาด ทำให้ก้านดูดน้ำได้น้อยลง เกิดการอุดตัน และอาจเกิดการเน่าของก้านได้ (นิธิยา, 2526) หรืออาจเกิดจากสรีระของพืชเอง เช่น เกิดยางที่โคนก้านทำให้เกิดการอุดตันทางเดินของน้ำ การเกิดบาดแผลจะทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อที่เกิดบาดแผลและได้สารใหม่ที่มียุงค์ประกอบของเพคติน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งสารเหล่านี้จะไปอุดตันท่อลำเลียงของก้านได้ (สายชล, 2531) หรือการสูญเสียน้ำอาจเกิดจากสภาวะแวดล้อม เช่น อัตราการคายน้ำ ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ อุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมิอิทธิพลต่อกระบวนการภายในต่างๆ โดยอุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆ ให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆจึงเกิดเร็วขึ้นทำให้ผลผลิตเสียหายได้ง่าย แต่ในบางกรณีถ้าอุณหภูมิต่ำไปอาจ

ก่อให้เกิดอันตรายได้ อาจเกิดการผิดปกติที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ขึ้นได้ (จริงแท้, 2549)

ความแตกต่างของโครงสร้างใบมีผลต่อการเหี่ยวของใบด้วย ปากใบเป็นตัวควบคุมการคายน้ำ หรือการสูญเสียจากใบ ดังนั้นการเปิด-ปิดช่องปากใบเกี่ยวข้องกับการรับน้ำและการสูญเสียน้ำของการ์ดเซลล์ (guard cell) และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ในสภาพมีแสงปากใบพืชเปิดและปากใบจะปิดเมื่ออยู่ในสภาพมืด ในการทดลองของ Zelitch (1963) พบว่าในสภาพมีแสงอุณหภูมิสูงปากใบเปิดมากกว่าอุณหภูมิต่ำและในสภาพมืดการเปิดของปากใบไม่แตกต่างกันทั้งที่อุณหภูมิ 10 และ 30 องศาเซลเซียส

2.2.2 การสลายตัวของคลอโรฟิลล์

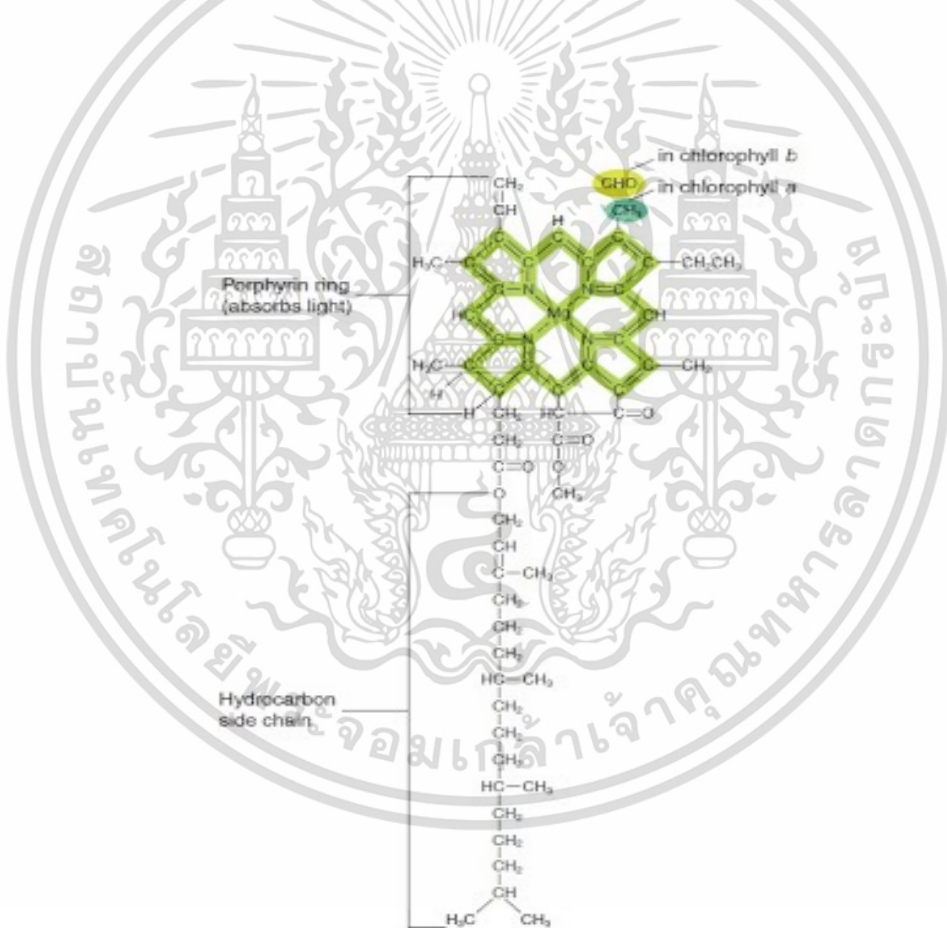
โดยทั่วไปการสูญเสียสีเขียวหรือการเปลี่ยนแปลงสีของไม้ใบ ในผลผลิตที่เกี่ยวมาแล้ว เช่น เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง สีแดงหรือสีน้ำตาลขึ้นมาแทนนั้น จะบ่งชี้ถึงความชราภาพ ซึ่งต้องป้องกันไม่ให้เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นให้ช้าที่สุด สารสีในเซลล์แบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือพวกที่ละลายในน้ำ ได้แก่แอนโทไซยานิน กับพวกละลายในไขมัน เช่น คลอโรฟิลล์ สารสีเหลืองคาโรทีน คลอโรฟิลล์ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ทุกชนิด คลอโรฟิลล์พบมากที่ใบ นอกจากนี้ยังพบได้ที่ลำต้น ดอก ผลและรากที่มีสีเขียว และยังพบได้ในสาหร่ายทุกชนิด นอกจากนี้ยังพบได้ในแบคทีเรีย บางชนิด โมเลกุลของคลอโรฟิลล์มีแมกเนเซียมและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ นอกเหนือจากคาร์บอนและไฮโดรเจน และออกซิเจน คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่เป็นโมเลกุล รับพลังงานจากแสง และนำพลังงานดังกล่าวไปใช้ในการสร้างคลอโรฟิลล์ อยู่ในโครงสร้างที่เรียกว่า เยื่อหุ้มไทลาคอยด์ ซึ่งเป็นเยื่อหุ้มที่อยู่ภายในคลอโรพลาสต์ (ภาคภูมิ, 2550) การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เกิดขึ้นตลอดเวลา เห็นชัดจากการใช้วัสดุที่ใบแสงปิดใบไม้ที่กำลังเจริญเติบโต ใบจะเหลืองภายในเวลาไม่นาน และกลับมาเขียวอีกครั้งเมื่อได้รับแสง การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดได้หลายสาเหตุ เช่น แสงแดดที่ส่องลงในเขตอบอุ่น ความเครียดจากการขาดน้ำ หรือจากอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไป การเข้าทำลายของโรคและแมลง โครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ วงแหวน tetrapyrrole และส่วนหาง phytol (ภาพที่ 2.2) คลอโรฟิลล์เป็นโมเลกุลไม่ค่อยเสถียร สลายตัวง่ายจากความร้อน ออกซิเจน และสารเคมีอื่นๆ ส่วนหางถูกย่อยออกจากโมเลกุลได้ง่ายด้วยสารละลายที่เป็นด่างอ่อน และด้วยเอนไซม์ chlorophyllase ในขณะที่แมกเนเซียมในส่วน tetrapyrrole ถูกดึงออกได้ง่ายด้วยกรดอ่อน การสลายตัวของคลอโรฟิลล์แบ่งได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ โดยตอนต้นเริ่มจากการสลายตัวโดยย่อยเอาหาง phytol ออกโดย chlorophyllase ส่วนตอนหลังเริ่มจาก เมื่อบางวงแหวน porphyrin ถูกทำลายไปจนกระทั่งได้สารที่ไม่ให้สีใดๆ เอนไซม์ Mg-dechelataze จะดึงเอาอะตอมของแมกเนเซียมออกจากวงแหวน porphyrin เป็นขั้นตอนการเปิดวงแหวน และสารที่ได้จะสูญเสียสีเขียวไป การสลายตัว

ของคลอโรฟิลล์มีความเกี่ยวข้อง 1 ปฏิกริยา หรือมากกว่า 1 ปฏิกริยา ดังต่อไปนี้ การแทนที่ Mg^{2+} ด้วย H^+ ในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำให้เกิด pheophytin การเคลื่อนย้ายหมู่ phytyl จากโมเลกุลคลอโรฟิลล์ด้วยเอนไซม์ chlorophyllase ทำให้เกิด chlorophyllide ถ้าต่อมาเกิดแทนที่ Mg^{2+} ด้วย H^+ ทำให้เกิด pheophorbide และ ปฏิกริยาออกซิเดชัน นำไปสู่การสลายตัวของคลอโรฟิลล์โดยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นไม่มีสี (colorless) (Yamaguchi and Watada, 1996) การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยลดอุณหภูมิให้ต่ำลงและเก็บภายใต้บรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ Bialeski *et al.* (1992) พบว่า การเก็บรักษาเบญจมาศ หรือพืชอื่นๆ ใบจะมีอาการสีเหลืองถ้าเก็บไว้ในที่ ไม่มีแสงหรือมีแสงน้อยและมีอุณหภูมิสูง การสูญเสียสีเขียวเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเสื่อมสภาพของใบและการสุกของผล การเสื่อมสภาพของใบถูกควบคุมโดยปัจจัยภายนอก เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือสารเคเลต ปฏิกริยาที่เกิดขึ้นนั้นสามารถแบ่งย่อยได้เป็นช่วงแรกๆ ของการย่อยสลายซึ่งจะเหมือนกันในพืชส่วนใหญ่ และตามด้วยปฏิกริยาที่จำเพาะเจาะจงในแต่ละชนิดของพืชโดยการเปลี่ยนแปลงของสารที่ได้จากการย่อยสลายในส่วนแรกๆ รวมทั้งการเคลื่อนย้ายสารแคตาบอลไลต์ที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์นี้ไปยังแวคิวโอล กระบวนการย่อยสลายคลอโรฟิลล์ จนได้สารมัธยันต์ที่ไร้สี นั้นมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง คือ หมู่ไฟทิลเลทถูกดึงออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ (dephytylation) เร่งโดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase; CLH) ได้คลอโรฟิลไลด์ (chlorophyllide; Chlide) เอนไซม์ต่อมา ดึงแมกนีเซียมไอออนออกจากโมเลกุล Chlide เร่งโดยเอนไซม์เมทัลคีเลตติ้งซับสแตนซ์ (metal chelating substance; MCS) ได้ฟีโอฟอไรบ์ไอดี เอ (pheophorbide a; Pheide a) ส่วนเอนไซม์ Pheide ถูกเปลี่ยนไปเป็น pFCC ใน 2 ขั้นตอนเร่งโดยเอนไซม์ Pheide a oxygenase (PAO) และ red Chl catabolite reductase (RCCR) ดังนั้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์หลายชนิด เช่น Mg-dechelatase pheophorbide a oxygenase (Harpaz –Saad *et al.* 2007) อย่างไรก็ตาม นอกจากนี้การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ยังเป็นกระบวนการที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์แต่มีความเกี่ยวข้องกับอนุมูลอิสระ (Dupont and Siegenthaler, 1986; Merzyak and Hendry, 1994)

2.2.3 การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่มีอิเล็กตรอนวงนอกสุดไม่มีคู่ เกิดขึ้นเมื่อวงโคจรอิเล็กตรอนชั้นนอกสุดได้รับอิเล็กตรอน หรือสูญเสียอิเล็กตรอน ทำให้โมเลกุลไม่มีความเสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกริยาเคมีในลักษณะปฏิกริยาลูกโซ่สามารถเข้าทำปฏิกริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ในทันทีที่ถูกสร้างขึ้น เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต หรือดีเอ็นเอ อนุมูลส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดอิเล็กตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า reaction oxygen species (ROS) ซึ่งสารในกลุ่มนี้ได้แก่ hydroxyl radical (HO \cdot) superoxide anion radical (O $_2^{\cdot-}$) อนุพันธ์ของออกซิเจน ได้แก่ hydrogen peroxide

(H₂O₂) hypochlorous acid (HOCl) alkoxy radical (RO[•]) peroxy radical (LOO[•]) ซึ่งกลุ่ม ROS นี้เป็นแหล่งอนุมูลอิสระที่สำคัญ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ได้ (Aruoma *et al.* 1997) การบ่งชี้ว่าไบมีการเสื่อมสภาพอีกประการหนึ่งคือการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ ตัวอย่างของอนุมูล ในพืชพบว่าอนุมูลอิสระมีบทบาทในการเร่งการชรา กระบวนการวายและการหลุดร่วงของใบรวมทั้งการเสื่อมสภาพของผลิตภัณฑ์ที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น การเหี่ยวของไม้ดอกและไม้ใบ ข้อมูลงานวิจัยพบว่าอนุมูลอิสระชนิดต่างๆ เกิดได้หลายรูปแบบ จากกระบวนการเมแทบอลิซึมตามปกติของพืช เช่น ในกระบวนการสังเคราะห์แสงในคลอโรพลาสต์ และอนุมูลอิสระที่เกิดจากการกระตุ้นจากภายนอก เช่น ในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ จากอากาศร้อนหรือเย็นเกินไป จากสภาพที่มีโลหะหนัก ดังนั้นพืชจำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณของอนุมูลอิสระเหล่านี้เพื่อไม่ให้ความผิดปกติไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษ (จริงแท้, 2549)



ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์

ที่มา : Solomon *et al.* (2011)

2.3 บทบาทของสารด้านการคายน้ำต่อการเสื่อมสภาพของใบ

ส่วนใหญ่ของน้ำที่พืชสูญเสียไปจะสูญเสียไปกับการคายน้ำของพืช การรักษาคุณภาพไม้ตัดใบจึงนิยมใช้สารด้านการคายน้ำ สารด้านการคายน้ำแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภท film forming type ชนิดที่ทำให้เกิดฟิล์มเคลือบบนผิวใบทำให้น้ำไม่สามารถผ่านได้ เช่น กลีเซอรอล ประเภท reflecting materials เป็นการสะท้อนกลับของวัสดุที่ตกลงพื้นผิวของใบ และประเภท stomatal closing type เป็นสารด้านการคายน้ำชนิดที่ทำให้ปากใบปิด เช่น (แมกเนเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) และ โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3) (Ziv and Frederiksen, 1983; Osswald *et al.*, 1984) Prakash and Ramacandran (2000) ศึกษาสารด้านคายน้ำ 3 ชนิด คือ cycocel limewash และ potassium chloride กับต้นกล้าของ Brinjal (*Solanum melonena*. Var) ที่ปลูกในกระถาง พบว่าสารด้านการคายน้ำ cycocel ให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ โปรตีน และอัตราการสังเคราะห์แสง ดีกว่าการใช้สาร limewash และ potassium chloride ในการศึกษาของ Nermeen *et al.* (2011) ได้ทดสอบสารด้านการคายน้ำ 3 ชนิด คือ แมกเนเซียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต และ กลีเซอรอลความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ กับใบมอนสเตอร์่า ปรากฏว่า กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุปักแจกันได้มากกว่า ในชุดควบคุม 7 เท่า (ในชุดควบคุมมีอายุ 7 วัน)

2.4 บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเสื่อมสภาพของใบ

การเสื่อมสภาพของใบพืชจะเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช และฮอร์โมนพืชที่สำคัญและมีผลชะลอการเสื่อมสภาพและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ ได้แก่ ไซโตไคนิน และจิบเบอเรลลิน

2.4.1 ไซโตไคนิน (Cytokinins)

ไซโตไคนินผลิตได้ในขั้นแรกของ mevalonic acid pathway จะสังเคราะห์ที่บริเวณรากและเคลื่อนที่ผ่านทางท่อลำเลียงน้ำไปยังส่วนต่างๆของพืช (Arnold and Fletcher, 1986) ไซโตไคนินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีความสำคัญมาก คือช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์ชะลอการแก่ และควบคุมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชต่างๆ ยังช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน และ อาร์เอ็นเอ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ ลดการข่มของตายอด กระตุ้นการพัฒนาของคลอโรพลาสต์ ทำให้การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ช้าลง ช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ซึ่งระดับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์มาจากการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้น หรือมาจากการสลายของคลอโรฟิลล์ยังไม่เป็นที่แน่ชัด และไซโตไคนิน ยังมีผลยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้หลายชนิด อีกทั้งยังมีผลเชิงบวกกับ จิบเบอเรลลิน (Han, 1995) มีรายงานการวิจัยพบว่าช่วยชะลอการเกิดสีเหลืองในใบคาลาลี่ (Rabiza-Swider *et al.*, 2004) *Danae racemosa* (Bulgari and Ferrante, 2015) หนวดปลาดุกแคระ (Wijayabandara *et al.*, 2018) และ BA ที่เป็น สารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนินมีผลช่วยชะลอการหายใจ การเสื่อมสภาพการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ (Thimann, 1980) สาร TDZ ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน มีบทบาทในการ

ป้องกันการเหลืองของใบในดอกอัลสโตรมีเลีย เบญจมาศและทิวลิป (Ferrante *et al.*, 2003) TDZ ความเข้มข้น 5 ถึง 45 ไมโครลิตร ลดการหลุดร่วงของดอกฟลอกซ์ (*Phlox paniculata* L.) และดอกทิวลิป (Sankhla *et al.*, 2005) สามารถเพิ่มอัตราการดูดน้ำได้จะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นในดอกเบญจมาศ ดอกคาร์เนชั่นพันธุ์ Lunetta (Chamani and Feizi, 2007)

2.4.2 จิบเบอเรลลิน (Gibberrellins)

จิบเบอเรลลิน เป็นสารธรรมชาติกลุ่มใหญ่เรียกว่า terpenoids terpenoids สร้างจาก 5 คาร์บอน isoprene units และสร้างตั้งต้นของ จิบเบอเรลลิน คือ diterpene ประกอบด้วย 4 คาร์บอน isoprene units mevalonic acid pathway เป็นวิธีการสังเคราะห์ GA จนถึง GA₁₂ ผลของ จิบเบอเรลลิน โดยทั่วไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การงอกของเมล็ด การพักตัวของพืช ชะลอการเสื่อมของ คลอโรฟิลล์ในใบ ผล ยอด ก้านดอก และยังช่วยลดการสลายตัวของ อาร์เอ็นเอ และ โปรตีน และชะลอการสุก จิบเบอเรลลิน ยังช่วยชะลอการเสื่อมของรงควัตถุในเปลือกส้มทั้งที่อยู่บนต้นและหลังเก็บเกี่ยว จิบเบอเรลลิน เมื่อใช้ร่วมกับไคเนติน จะทำให้ไม้ตัดใบมีการเสื่อมสภาพช้าลง และช่วยป้องกันการใบเหลืองได้ (Hedden and Kamiya, 1997) ผลการศึกษาของ Beevers (1966) พบว่าใน *Nasturtium (Tropaeolum majus)* ที่แช่ด้วยน้ำเปล่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง 50เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับที่แช่ใน GA₃ 20 ppm จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงน้อยกว่าใบที่แช่ด้วยน้ำเปล่าคือลดลงเพียง 10 เปอร์เซ็นต์

2.5 บทบาทของสารคีเลตต่อการเสื่อมสภาพของใบ

สารคีเลต (chelating agent) หมายถึงสารอินทรีย์ซึ่งสามารถจับกับแร่ธาตุประจุบวกได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ แมงกานีส โดยสารคีเลตจะล้อมแคตไอออนหรือประจุบวกของธาตุที่เป็น โลหะไว้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโลหะถูกจับอยู่ใน โมเลกุล ไม่เปิดโอกาสให้ประจุลบจากที่อื่นเข้าทำปฏิกิริยาได้ปฏิกิริยาการรวมกันนี้ เรียกว่า chelation สารคีเลตเป็นสารที่พบในธรรมชาติส่วนมากมีความเสถียรสูง เช่น สารฮีโมโกลบินในเซลล์เม็ดเลือดแดงเกิดจากเหล็กเกิดสารเชิงซ้อนกับพอร์ไฟรินลิแกนด์ และคลอโรฟิลล์ในพืชเกิดจากแมกนีเซียมเกิดสารเชิงซ้อนกับพอร์ไฟรินลิแกนด์เช่นกัน สารคีเลตถูกนำมาในการถนอมอาหารเพื่อเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) มีวัตถุประสงค์เพื่อจับโลหะซึ่งเป็นองค์ประกอบของอาหาร โดยธรรมชาติพบประมาณ 0.1 ถึง 5 ppm เช่น ในเอนไซม์ไมโอโกลบิน คลอโรฟิลล์ หรือโลหะที่มีการปนเปื้อนกับอาหารเช่น จากดิน น้ำใช้ น้ำล้าง หรือจากกระป๋องบรรจุอาหาร อุปกรณ์ในการแปรรูป เป็นต้น โลหะเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อาหารเสื่อมเสีย เช่น เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของอาหาร ได้แก่ การออกซิเดชันของลิพิด (lipid oxidation) รงควัตถุ วิตามิน ทำให้อาหารมีสีกลิ่นรส และคุณค่าทางโภชนาการเปลี่ยนไป ป้องกันการเสื่อมเสียจากเอนไซม์ เช่น การเกิดสีน้ำตาลจากเอนไซม์ (enzymatic

browning reaction) ซึ่งเป็นสาเหตุของการเปลี่ยนสีของผักผลไม้ เช่น กล้วย แอปเปิล ผักสลัด มันฝรั่ง โดย EDTA จะใช้ทำปฏิกิริยากับ transition-metal ions ซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์เกิดเป็นสารคีเลตที่เสถียร ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ปกติจึงช่วยรักษาสีของอาหารไว้ได้ โดยจะใช้ EDTA ในกระบวนการแปรรูปผักผลไม้หลากหลาย เช่น การทำผักผลไม้แช่แข็งพร้อมรับประทาน การแช่เยือกแข็ง (freezing) การทำแห้ง (dehydration) การบรรจุกระป๋อง (canning) การทำน้ำผักผลไม้ เพื่อช่วยรักษาสี ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร ป้องกันการหืน (rancidity) จากปฏิกิริยา lipid oxidation ซึ่งมีโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ช่วยการคงตัวของกลิ่นรสอาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบเช่น น้ำมันพืช น้ำมันสลัด มายองเนส และมาร์การีนป้องกันการเกิดออกซิเดชันของสารสี ทั้งสีที่มีตามธรรมชาติ เช่น คลอโรฟิลล์ แอนโทไซยานิน รวมทั้งสีผสมอาหาร ช่วยในการคงตัวของสารสีและกลิ่นรสกับผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องดื่มน้ำอัดลม นอกจากนี้สารคีเลต เช่น 2,2-bipyridyl picolinic acid และ 8-hydroxyquinoline ยังนำมาใช้การชะลอการเสื่อมสภาพของคลอโรฟิลล์ในใบไม้หลายชนิด (Tetley and Thimann, 1975; Chen and Kao, 1990; Langmeier and Matile, 1993) สาร 8-hydroxyquinoline เป็นสารที่นิยมใช้ยืดอายุผักแฉกกันในไม้ตัดดอกหลายชนิด เนื่องจากมีคุณสมบัติสำคัญการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียเพื่อป้องกันไม่ให้ท่อลำเลียงน้ำของก้านดอกอุดตันจะส่งผลขัดขวางการดูดน้ำนำไปสู่การเสื่อมสภาพ ส่วน 2,2-dipyridyl เป็นสารคีเลตสามารถทำปฏิกิริยากับ โลหะไอออนซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้และดอกไม้ รวมถึงชะลอการสุกของผลไม้ (Knee, 1996) จากการศึกษาของ Tetley and Thimann (1975) พบว่า dipyridyl ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้โดยสาร dipyridyl จับกับโลหะไอออน Fe^{2+} ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ หรืออาจเรียกว่า สารต้านออกซิเดชัน คือสารที่สามารถยับยั้ง หรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกป้องกันการเกิดสารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์ superoxide dismutase glutathione peroxidase catalase peroxidase cytochrome ทองแดง สังกะสี ซีเลเนียม โพรตีน ซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านออกซิเดชัน ในกลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาถูกโซ่นี้ได้แก่ วิตามินอี เบตา-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone uric acid bilirubin albumin sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีนอลิก และสารกลุ่ม flavanoids ที่เป็นสารต้านออกซิเดชันที่น่าสนใจอีกด้วย (มลศิริ, 2540) สารเหล่านี้มีกลไกการทำงานต้านอนุมูลอิสระด้วยกันหลายแบบ เช่น ดักจับ (scavenge) ดักจับอนุมูลอิสระโดยตรง

ยับยั้งการสร้างอนุมูลอิสระหรือเข้าจับ (chelate) กับเหล็ก (Fe^{2+}) ป้องกันการสร้างอนุมูลอิสระ (Sies, 1991) วิธีการทดสอบความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ มีหลายวิธี เช่น

2.6.1 วิธี DPPH (2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical

อนุมูล DPPH[•] เป็นอนุมูลในโตรเจนที่คงตัว มีสีม่วง อยู่ในรูปอนุมูลอยู่แล้ว โดยไม่ต้องทำปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดอนุมูล การวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถของสารทดสอบในการกำจัดอนุมูลอิสระ โดยวิธีให้ไฮโดรเจนอะตอม การวัดทำโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) วัดการลดลงของสี เมื่อเติมสารต้านออกซิเดชันลงไป โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร DPPH radical ใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง (scavenging activity) สารละลายของ DPPH[•] มีสีม่วงในเอทานอล และเมื่อได้รับไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลือง ค่าที่วัดได้จะแสดงความสามารถในการสารต้านออกซิเดชัน ข้อดีของวิธีนี้คือ ทำได้ง่าย นิยมใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ข้อเสียของวิธีนี้คือ อนุมูล DPPH[•] มีความคงตัวไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลที่เกิดในเซลล์หรือร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้ (Hou *et al.*, 2001)

2.6.2 วิธี Lipid peroxidation

ปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบลูกโซ่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว อนุมูลอิสระเพียง 1 อนุมูลสามารถทำให้เกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ เป็นจำนวนหลายร้อยโมเลกุลก่อนที่จะสิ้นสุดปฏิกิริยา เนื่องจากปฏิกิริยา ลิปิดเปอร์ออกไซด์ สามารถเกิดได้ง่ายกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป ยังส่งผลกระทบต่อเอนไซม์และรีเซพเตอร์ที่ฝังตัวอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เอนไซม์และรีเซพเตอร์มีการทำงานที่เสียไป เป็นสาเหตุในเกิดโรคต่างๆ ได้ ผลผลิตที่เกิดขึ้นมาจากลิปิดเปอร์ออกไซด์ ได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอน สารคีโตน และสารอัลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งสารอัลดีไฮด์ที่มีความสำคัญ คือ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde, MDA) การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง ลิปิดเปอร์ออกไซด์ ของสารสกัดทดสอบ ทำโดยการเติมกรดไทโอบาร์บิทูริกในสถานะกรดสารมาลอนไดอัลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก ได้เป็นสารมีสีเรียกว่า TBARS (thiobarbituric acid reactive substance) เมื่อเติมสารสกัดทดสอบที่มีความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation ลงไป จะทำให้สารสีจางลง จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร (โอภา และคณะ. 2549; Halliwell *et al.* 1987)

2.6.3 วิธี Metal chelating activity

การวัดความสามารถในการแย่งจับกับโลหะไอออน เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการหาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารที่ต้องการทดสอบ เพราะโลหะไอออนเป็นตัวการ

สำคัญในการเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระต่างๆ มากมายหลายชนิด โดยเฉพาะธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปเฟอร์รัสหรือ Fe^{2+} จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารอนุมูล superoxide anion radical (O_2^-) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระตัวเริ่มต้นที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระตัวอื่นๆต่อไป ดังนั้นวิธีการวัดความสามารถในการแย่งจับ โลหะ Fe^{2+} ของสารที่ต้องการทดสอบนั้น อาศัยจากการวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นที่ 562 นาโนเมตร ที่มีค่าลดลง โดยเมื่อเติมสาร ferrozine ลงไป สารนี้จะไปจับกับ Fe^{2+} แล้วอยู่ในรูป ferrozine - Fe^{2+} complex ซึ่งจะให้สีแดง และถ้าสารที่ต้องการทดสอบมีความสามารถในการแย่งจับ Fe^{2+} จะอยู่ในรูป antioxidant - Fe^{2+} + complex แล้วจะทำให้สีแดงของ ferrozine - Fe^{2+} complex จางลงได้ (Dinis *et al.*, 1994)

2.6.4 การวัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไม่ใช่อนุมูลอิสระแต่เป็นตัวออกซิไดส์ และเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย (จริงแท้, 2549) มีความสำคัญกับหลายๆ ขบวนการในพืช จะมีการผลิตอย่างต่อเนื่องในกระบวนการขนส่งอิเล็กตรอนที่ไม่โทคอนเดรียและคลอโรพลาสต์ สำหรับในพืชไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีการผลิตจากเอนไซม์หลายชนิด รวมทั้ง NADPH ด้วย (Neill *et al.*, 2002) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะทำให้เกิดสภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้นในพืช ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในพืช และเกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดจากสิ่งแวดล้อมต่างๆในพืช เช่น ภัยแล้ง ความร้อน โรคพืช และการเกิดบาดแผล นอกจากนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ยังเป็นตัวชี้วัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชรวมทั้งการเสื่อมสภาพอีกด้วย (Liao *et al.*, 2010) การวัดการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะใช้โพแทสเซียมไอโอไดด์ เป็นตัวชี้วัด เมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์และออกซิไดซ์ ได้อิโอดีน ถ้าโพแทสเซียมไอโอไดด์ เปลี่ยนเป็นสีเหลืองถึง ส้ม แสดงว่าเกิดออกซิเดชัน

2.7 สารส่งเสริมคุณภาพ

สารส่งเสริมคุณภาพ (floral preservatives หรือ preservative solutions) เป็นสารส่งเสริมคุณภาพส่วนใหญ่ประกอบด้วยน้ำตาล สารฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หรือสารฆ่าเชื้อรา สารส่งเสริมคุณภาพสามารถใช้ได้ทุกขั้นตอน ตั้งแต่ผู้ปลูก ผู้ขายส่งขายปลีก และผู้บริโภค ซึ่งลักษณะการใช้สารมี 4 ลักษณะ คือ

2.7.1 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเพื่อให้ดอกไม้คืนสภาพความสด (rehydration solution)

หลักใหญ่ของวิธีนี้คือทำเพื่อให้ดอกไม้สดขึ้น เซลล์เต่งตึง โดยทำให้ดอกไม้อืดตัวด้วยน้ำ หลังจากที่ยาบน้ำไประยะหนึ่งในระหว่างลำเลียงจากแปลงปลูกหรือระหว่างการปฏิบัติเพื่อคัดคุณภาพ โดยปกติจะตัดก้านดอกไม้แล้วให้ก้านดอกไม้แช่ในน้ำอุ่นในห้องที่มีอุณหภูมิปกติ

ระยะเวลา 30-60 วินาที แล้วเข้าห้องเย็น 1-2 ชั่วโมงหรือตลอดคืนน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นผสมยาฆ่าเชื้อโรค

2.7.2 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเป็นระยะเวลาสั้นๆ

ก่อนการขนส่งหรือการเก็บรักษา (pulsing or loading) พัลซิง คือ วิธีการแช่ดอกไม้ในสารส่งเสริมคุณภาพเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนการเก็บรักษา ก่อนการขนส่ง และก่อนการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะมีผลภายหลังกับดอกไม้ทำให้อายุการใช้ประโยชน์นานยิ่งขึ้นแม้ว่าดอกไม้จะปักในน้ำธรรมดาก็ตาม ส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพส่วนประกอบหลักคือน้ำตาลซูโครสซึ่งความเข้มข้นจะใช้สูงกว่าน้ำตาลของสารละลายที่ใช้ปักแจกัน ความเข้มข้นของน้ำตาลของดอกไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่น ดอกแกลดิโอลัสและเยอร์บีร่าควรใช้น้ำตาลซูโครสประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ดอกคาร์เนชั่นควรใช้น้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา อุณหภูมิ และความเข้มข้นของน้ำตาลเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ก้านดูดสารส่งเสริมคุณภาพได้มากขึ้น ดอกไม้ที่บานเร็ว เช่น กุหลาบ การพัลซิงในอุณหภูมิสูงจะเป็นสาเหตุทำให้ดอกไม้บานระหว่างการพัลซิงได้ ดังนั้นควรพัลซิงเพียง 3 ถึง 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเข้าห้องเย็นนาน 12 ถึง 16 ชั่วโมง ซึ่งการพัลซิงนี้ให้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ยืดอายุการใช้ประโยชน์ ส่งเสริมการบานของดอก กลีบดอกสีเข้มขึ้นและขนาดของดอกไม้ใหญ่ขึ้น เช่น ดอกแกลดิโอลัส คาร์เนชั่น เบญจมาศ และ กุหลาบ ช.ณิ ภูริศิริ และ ภัญชญา (2527) รายงานว่า ดอกหน้าวัวพันธุ์ดวงสมร (*Anthurium andraeanum*) ปกติเป็นดอกไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้นานวัน แต่การส่งไปจำหน่ายยังประเทศสิงคโปร์หลังจากเอาออกจากกล่องบรรจุใช้ประโยชน์ได้เพียง 1 สัปดาห์ จึงได้นำวิธีพัลซิงมาทดลองใช้กับดอกหน้าวัวพันธุ์นี้ ปรากฏว่าพัลซิงด้วยสารละลายเกลือเงิน 1000 ppm 15 นาที แล้วพัลซิงอีกครั้งด้วยสารละลายน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ + กรดซิตริก 150 ppm เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะทำให้ใช้ประโยชน์ได้นานวัน รอยช้ำที่ก้านคอดอกเนื่องจากการบรรจุหีบห่อจะปรากฏช้ากว่าพวกที่ไม่ทำพัลซิง สุรินทร์ (2534) รายงานว่า ไบเฟิร์นไบมะขาม [*Nephrolepis cordifolia* (L) Presl.] หลังเก็บเกี่ยวแล้วทำการพัลซิงในสารละลาย BA 50-150 ppm และ kinetin 50-150 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนบรรจุหีบห่อแล้วเก็บรักษาไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกปักแจกัน ผลปรากฏว่าไบเฟิร์นที่ผ่านการพัลซิงในสารละลาย BA 100 ppm ปักแจกันได้ดีที่สุดที่สุคประมาณ 18 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุมปักแจกันได้ 13 วัน Safeena et al. (2014) พบว่าการพัลซิงด้วย BA 25 ppm ร่วมกับ 8-HQC 200 ppm และซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์สามารถยืดอายุปักแจกันของเฟิร์น (*Asparagus setaceus* syn. *Plumosus*) ได้นาน 25.25 วัน ดีกว่า ไบเฟิร์นที่กรรมวิธีควบคุมที่ปักแจกันได้ 9.25 วัน) มาสุทล และ ธีรดา (2554) พบว่าการ พัลซิง ด้วยสารนาโนซิลเวอร์ ความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถยืดอายุการปักแจกันของกล้วยไม้สกุลหวาย ‘ขาวสนาน’ ได้

2.7.3 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเพื่อให้ออกบาน (bud-opening solution)

จุดประสงค์ ของการให้สารเพื่อให้ออกบานที่เก็บเกี่ยวในระยะตูมกว่าปกติหลังจากขนส่ง หรือหลังการเก็บรักษา บาน ได้อย่างมีคุณภาพดีก่อนการจำหน่าย ลักษณะและสภาพแวดล้อมของสารส่งเสริมคุณภาพคล้ายกับการพอลิซิงทุกอย่างแต่ระยะเวลาที่นานกว่า คือแช่ก้านดอกในสารละลายจนกว่าดอกบาน ซึ่งวิธีนี้ได้มีงานทดลองมานานแล้วว่าใช้ได้ผลดีกับดอกไม้หลายชนิด เช่น กุหลาบ คาร์เนชั่น เบญจมาศ Ho and Nichol (1977) รายงานการใช้สารละลาย HQS กับดอกกุหลาบพันธุ์ Sonia ทำให้กุหลาบมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นและเพิ่มการบานของดอกตูม

2.7.4 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกัน (holding solution)

สารส่งเสริมคุณภาพในการปักแจกันนิยมใช้กันมานานแล้ว กลุ่มที่ใช้คือผู้ขายส่งผู้ขายปลีก จะแช่ก้านดอกไม้ในสารส่งเสริมคุณภาพจนกว่าจะขายได้ และผู้ซื้อก็นิยมใช้ในการปักแจกันเพื่อให้มีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น สารส่งเสริมคุณภาพนี้จะคล้ายกับสารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้พอลิซิง และช่วยให้ดอกบาน แต่ความเข้มข้นเจือจางกว่า น้ำตาลควรอยู่ในระหว่าง 0.5 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ (ช.ฉิภูริศิริ, 2545) Ichimura *et al.* (1999) รายงานว่า การใช้สารละลาย HQS ที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ กับดอกกุหลาบพันธุ์ Sonia สามารถยืดอายุการใช้งานของกุหลาบได้ มีการใช้ HQS ร่วมกับ aluminum sulfate และน้ำตาลซูโครสกับดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ทำให้มีอายุการปักแจกันได้นานขึ้นและเพิ่มการบานของดอกตูม (Ketsa *et al.*, 2001) การใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol กับดอก Bouvardia ช่วยชะลอการหลุดร่วงของท่อลำเลียงน้ำและชะลอการเหี่ยวได้ (Vaslier *et al.*, 2003) Van Doorn *et al.* (2002) ใช้สารละลาย 3-amino-1,2,4-triazole กับดอกเบญจมาศ ทำให้มีการดูดน้ำเพิ่มขึ้นและชะลอการเหี่ยวของใบได้ การปักใน TOG-6 (Milchan Bros, Ltd., Israel) ซึ่งเป็นน้ำยาปักแจกันที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ 50 ppm พบว่า BA และ TDZ มีประสิทธิภาพในการชะลออาการใบเหลืองของดอกพลอกซ์ได้ (Christianson and Hornbuckle, 1999)

2.8 น้ำมันหอมระเหยและระบบอิมัลชัน

2.8.1 น้ำมันหอมระเหย (essential oils)

น้ำมันหอมระเหยเป็นสารธรรมชาติที่ปลอดภัยและย่อยสลายได้และมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ น้ำมันหอมระเหยเป็นสารอินทรีย์ที่พืชผลิตขึ้นตามธรรมชาติ ที่พืชเก็บไว้ตามส่วนต่างๆ เช่น ใบ ผล เมล็ด กลีบดอก เกสร ราก เหง้า เนื้อไม้ หรือเปลือกของลำต้น มีลักษณะทั่วไปเป็นของเหลวใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกัน อนุภาคเล็กๆ ของน้ำมันหอมระเหยจะระเหยออกมาเป็นไอทำให้ได้กลิ่นหอม (Tajidin *et al.*, 2010) น้ำมันหอมระเหยพวกนี้เกิดขึ้นจากการรวมกันของการผสมสารระเหยที่มีความหลากหลายและซับซ้อนของ

สารประกอบทางเคมีที่สะสมในโครงสร้างต่างๆของพืช น้ำมันหอมระเหยได้ถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่สำคัญในอาหารหลายชนิด จากผลงานวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถนำมาใช้เป็นสารกันบูดทางธรรมชาติได้ เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหารได้และยังสามารถช่วยเพิ่มกลิ่น รสให้กับอาหารเพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน เช่น แยกผลไม้ที่มีส่วนผสมของน้ำมันอบเชย หรือขนมที่มีกลิ่นหรือรสสัมผัสมีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกผิวส้มเป็นต้น (นฤมล, 2550) ในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมสำหรับสารส่งเสริมคุณภาพ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและตะไคร้หอม

ยูคาลิปตัส ชื่อสามัญคือ Eucalyptus ชื่ออื่น โกรจูปารส น้ำมันเขียว มั่นเขียว ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eucalyptus globulus* Labill. (*Eucalyptus citriodora* Hook.) อยู่ใน วงศ์ Myrtaceae ในจำนวนน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีมากที่สุด ซึ่งมีมากกว่า 700 species มีถิ่นกำเนิดจากออสเตรเลีย (Brooker and Kleinig, 2006) ยูคาลิปตัสเป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 10 ถึง 25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มหนาทึบ กิ่งอ่อนขี้ขาว แตกกิ่งก้านมาก ลำต้นเปลาตรง เปลือก เปลือกหุ้มลำต้น มีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาคล้ำสีเขียวและน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกจะแตกออกเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น เมื่อแห้งจะลอกออกได้ง่ายในขณะสด ใบ ใบเป็นใบเดี่ยว (simple leaf) เรียบสลับเป็นคู่ ใบห้อยลง ลักษณะใบเป็นรูปหอก ปลายใบแหลม เป็นรูปหอกยาว 3 ถึง 12 นิ้ว กว้าง 0.5 ถึง 0.8 นิ้ว ก้านใบยาว ใบสีเขียวอ่อนหม่นๆ ทั้งสองด้าน เส้นใบหนามองเห็นชัดเจน ดอกออกเป็นช่อ ตามข้อต่อระหว่างกิ่งกับใบ มีก้านดอกเรียวยาว มีก้านย่อยแยกไปอีก ออกดอกเกือบตลอดปี ผล มีลักษณะครึ่งวงกลมหรือรูปถ้วย ผิวนอกแข็งเมื่ออ่อนจะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ เมื่อผลแก่ปลายผลจะแยกออก ส่วนที่ใช้ ใบสด น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสดในยูคาลิปตัสมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 0.92 ถึง 2.89 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยสาร aromadendrene cineole pinene pinocarvon pinocarveol cuminaldehyde 1-Acely 1-4 isopropylide-necyclopentene quercitrinm quercetin rutin ใบพบ eucalyptin tannin และ guaiacol Globulol ใบเปลือกและราก มีรสขมเผ็ด กลิ่นหอม เป็นยาเย็น ออกฤทธิ์ต่อปอด ลำไส้ และทางเดินปัสสาวะ ใช้ใบเป็นยาแก้ไข้ ไข้หวัด ดัดเชื้อ ไข้หวัดใหญ่ ใบมีกลิ่นหอมที่อุดมไปด้วยน้ำมันและเป็นแหล่งที่ดีของน้ำมันยูคา มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์ ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยา เป็นยาแก้ไข้ ขับเสมหะ ใช้น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสด 0.5 มิลลิลิตร รับประทาน หรือทำยาอม บรรเทาอาการข้ออักเสบ ไล่ หรือ ฆ่า ยุง แมลง โดยใช้ใบสด 1 กำมือ ขยี้ กลิ่นน้ำมันจะออกมาช่วยไล่ยุงและแมลง (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2559) จากการศึกษาของ อภิญา (2558) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส มีความสามารถในการแย่งจับโลหะโดยวิธี Metal chelating activity โดยมีค่า IC₅₀ เท่ากับ 150.16 ppm และ Singh *et al.* (2012) ศึกษาฤทธิ์ต้าน

อนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus citriodora* ด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant, Ferrous ion chelating activity, hydrogenperoxide, การกำจัดอนุมูล DPPH และ lipid peroxidation พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus citriodora* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับปานกลาง ในทุกการทดสอบ

ตะไคร้หอม เป็นพืชวงศ์เดียวกับตะไคร้บ้าน แต่มีกลิ่นหอมฉุนที่รุนแรงกว่า นิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย มีชื่อสามัญคือ citronella grass ชื่อท้องถิ่น เช่น จะโคมะขูด ตะไคร้มะขูด (ภาคเหนือ) ตะไคร้แดง (นครศรีธรรมราช) ตะไคร้หอมอยู่ในวงศ์ poaceae มี สองสายพันธุ์ สายพันธุ์แรกคือ สายพันธุ์ Ceylon มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon nardus* สายพันธุ์ที่สองคือ สายพันธุ์ Java เรียกว่า *Cymbopogon winterianus* ปลูกมาบริเวณเกาะชวา ต่อมาได้กระจายออกไปหลายแห่ง เช่น เกาะใต้หวัน เกาะไต้หวัน และเป็นชนิดที่ปลูกมากในประเทศไทยเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดิน ลำต้นตั้งตรง ออกเป็นกอ มีกลิ่นหอม ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปยาวแคบ โคนใบแผ่ออกเป็นกาบ มีลิ้นใบรูปไข่ มีขน อยู่ตรงรอยต่อระหว่างใบกับกาบมีแผ่น ดอกช่อขนาดใหญ่ สีน้ำตาลแดง โดยแทงออกจากกลางต้น ใบประดับลักษณะคล้ายกาบ ดอกช่อเชิงลด แยกเป็นหลายแขนง ออกเป็นคู่ ช่อย่อยมีใบประดับที่โคน 2 ใบ ใบนอกมีหยัก ด้านนอกแบนขอบแผ่ออกเป็นปีกแคบๆ และขอบด้านบนสาก ใบในรูปเรือ ปลายแหลมมีเส้นตามยาว 1 ถึง 3 เส้น ขอบมีขน แต่ละดอกย่อยมีใบประดับ 2 แผ่น เรียกกาบบนและกาบล่าง กาบบนรูปขอบขนาน เนื้อบาง ขอบมีขน กาบล่างรูปยาว แคบ มีขนแข็งและปลายแหลม ผลเป็นผลแห้งเมล็ดเดี่ยว ไม่แตก น้ำมันตะไคร้หอมมีส่วนประกอบที่สำคัญในการออกฤทธิ์ คือ citral camphor cineol eugenol และ linalool citronellal และ geraniol (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2557) สารประกอบ genaniol citronella และ borneol ที่พบในน้ำมันตะไคร้หอมมีคุณสมบัติในการไล่แมลง (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543) น้ำมันตะไคร้หอม สกัดจากต้นตะไคร้หอมสามารถใช้ไล่แมลงได้ สามารถป้องกันยุงลาย ยุงก้นปล่อง และยุงรำคาญกัดได้นานประมาณ 2 ชั่วโมง ครีมที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้หอม 14 เปอร์เซ็นต์ สามารถทาป้องกันยุงรำคาญได้ ซึ่งใกล้เคียงกับครีมจากสารสังเคราะห์ (dimethyl phthatate 20 เปอร์เซ็นต์ และ diethyl toluamide 5 เปอร์เซ็นต์) ครีมที่มีน้ำมันจากใบ ตะไคร้หอม ความเข้มข้น 1.25, 2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่องได้นาน 2 ชั่วโมง และที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะป้องกันได้มากกว่า 4 ชั่วโมง สำหรับครีมที่มีส่วนผสมของน้ำมันข่า 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันตะไคร้หอม 2.5 เปอร์เซ็นต์ และวานิลลิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดได้นานกว่า 6 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม สามารถป้องกันยุงที่เป็นพาหะของโรคมาลาเรีย ไข่เลือดออก และเท้าช้างได้นาน 8 ถึง 10 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่ให้ผลป้องกันยุงลายได้ร้อยละ 50 (EC₅₀) และ 95 (EC₉₅) เท่ากับ 0.031 และ 5.259 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันยุงกัดได้ 75.19

เปอร์เซ็นต์ สารสกัดตะไคร้หอมด้วยเอทานอล 90 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดตะไคร้หอมที่ผสมกับ น้ำมันมะกอกและน้ำมันหอมระเหยกลิ่นชะมดเช็ด เมื่อนำมาทดสอบกับยุงลายและยุงรำคาญตัวเมีย จะมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงได้นานประมาณ 2 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีผลในการควบคุมและกำจัด ลูกน้ำยุงได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ไล่ตัวอ่อนของเห็บ ได้นานถึง 8 ชั่วโมง และสามารถไล่ตัวอ่อนของเห็บพันธุ์ *Amblyomma cajennense* ได้ด้วยค่า EC_{50} และ EC_{90} เท่ากับ 0.089 และ 0.343 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร และที่ความเข้มข้น 1.1 มิลลิกรัม ต่อตารางเซนติเมตร ไล่ตัวอ่อนของเห็บได้ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ไล่แมลงที่ทำลายเมล็ดข้าวที่เก็บไว้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของข้าว นอกจากนี้ตะไคร้หอมยังมีฤทธิ์ไล่แมลงวัน ผีเสื้อกลางคืน และพวกแมลงบินต่างๆ ได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีฤทธิ์ฆ่าตัวอ่อนของยุงก้นปล่องและยุงรำคาญได้ โดยระยะเวลาที่ตัวอ่อนตายครั้งหนึ่งเท่ากับ 1.2 และ น้อยกว่า 0.2 นาฬิกา ตามลำดับ และมีฤทธิ์ป้องกันการวางไข่ด้วงถั่ว (*Callosobruchus sps*) สามารถฆ่าด้วงถั่ว และแมลงวันได้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร, 2559) จากการทดลองของประภัสสร และวัชร (2554) ศึกษา น้ำมันหอมระเหยจากกะเพรา กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน แฝกหอม มะนาว โรสแมรี่ และ อบเชย ด้วยวิธี DPPH พบว่า น้ำมันหอมจากกะเพรา มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.037 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร น้ำมันหอมระเหยสามารถใช้ในการควบคุมเชื้อโรคของผลไม้ อาหารและผักได้ Nikos and Costas (2007) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cymbopogon citrates* L.) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว โดยทดสอบที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 25 ถึง 5000 ppm พบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด คือ 5000 ppm เชื้อราสาเหตุโรคพืชไม่มีการสร้างสปอร์เกิดขึ้น และที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ได้มาก 70 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหย ตะไคร้หอมมาใช้เป็นสารส่งเสริมคุณภาพ ในลักษณะงานแบบพัลซิ่งและยืดอายุการปักแจกัน แต่ น้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากไม่สามารถผสมเข้ากับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงต้องเตรียมน้ำมันหอมระเหยในรูปอิมัลชันก่อน จึงนำไปเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

2.8.2 อิมัลชัน (emulsion)

อิมัลชัน หมายถึง ระบบคอลลอยด์ (colloid) ที่ประกอบด้วยเหลวตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป ซึ่งปกติไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน เช่น น้ำกับน้ำมัน ผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกันได้โดยไม่แยกชั้น โดยของเหลวส่วนหนึ่งแตกตัวเป็นหยดเล็กๆ เรียกว่า วัฏภาคภายใน หรือส่วนที่กระจายตัว (internal or dispersed phase) ซึ่งจะกระจายตัวแทรกอยู่ในของเหลวอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า วัฏภาคภายนอก (external or continuous phase) ส่วนที่ต่อเนื่อง อิมัลชันแบ่งเป็น 2 ประเภทหลัก คือ อิมัลชันชนิด

น้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion, O/W) มีน้ำมันเป็นวัฏภาคภายใน และน้ำเป็นวัฏภาคภายนอก เช่น นม (milk) ข้อสังเกต หรือวิธีทดสอบอิมัลชันประเภทนี้คือ สามารถทำให้เจือจางได้ด้วยการเติมน้ำ มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) สูงกว่า ผสมได้กับสีชนิดที่ละลายน้ำ (water soluble dye) และอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน (water-in-oil emulsion, W/O) มีน้ำเป็นวัฏภาคภายใน และน้ำมันเป็นวัฏภาคภายนอก เช่น เนย มายองเนส น้ำสลัด ไข่กรอก ข้อสังเกต หรือวิธีทดสอบอิมัลชันประเภทนี้คือ สามารถทำให้เจือจางได้ด้วยการเติมน้ำมัน มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ต่ำกว่า ผสมได้กับสีชนิดที่ละลายน้ำมัน (oil soluble dye) (พิศิษฐ์, 2551)

กลไกการเกิดอิมัลชัน เป็นการทำให้ของเหลวแตกตัว กระจายเป็นหยดขนาดเล็กลง ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลว 2 ชนิด การประเมินว่าตัวกระทำอิมัลชันนั้นเหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ ส่วนใหญ่จะประเมินจากค่าความสมดุลระหว่างกลุ่มชอบน้ำและกลุ่มที่ไม่ชอบน้ำของตัวกระทำอิมัลชันเรียกว่าค่า HLB ซึ่งเป็นสัดส่วนร้อยละของกลุ่มชอบน้ำต่อกลุ่มไม่ชอบน้ำ ที่มีอยู่ในโมเลกุลของสารที่เป็นตัวกระทำอิมัลชันซึ่งมีการกำหนดค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 20 ชนิด ที่มีค่าต่ำคือ ค่าระหว่าง 4 ถึง 6 ใช้ได้ดีกับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน และตัวกระทำอิมัลชันที่มีค่าสูงคือค่าในช่วง 8 ถึง 18 จะเหมาะกับอิมัลชันชนิดไขมันในน้ำ ส่วนค่า HLB ในช่วง 6 ถึง 8 ไม่มีคำแนะนำให้ใช้มักใช้เป็นสารลดความชื้นและค่า HLB ต่ำกว่า 4 และมากกว่า 18 จะมีมีแรงดึงผิวชนิดต่ำ การเลือกชนิดตัวกระทำอิมัลชันและปริมาณที่ใช้จะมีผลต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน โดยอิมัลชันที่มีขนาดหยดเล็กๆ ก็จะมีพื้นผิวเพิ่มขึ้นจึงต้องการตัวกระทำอิมัลชันเพิ่มขึ้น (Weiss, 1999) การทำให้อิมัลชันคงตัว เพื่อไม่ให้แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ ด้วยการลดแรงดึงผิวของของเหลวทั้งสองส่วน โดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) อิมัลซิไฟเออร์ คือสารที่ใช้ลดแรงดึงผิว (surface tension) ของของเหลว โดยช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกเป็นชั้น ซึ่งในโมเลกุลของอิมัลซิไฟเออร์ มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophilic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) โดยจะหันส่วนที่ชอบน้ำเข้าหาน้ำ และหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำเข้าหาน้ำมัน เกิดเป็นฟิล์มหุ้มส่วนที่เป็นวัฏภาคภายในไว้ สารลดแรงดึงผิวแบ่งได้ 4 ประเภทหลักตามชนิดโครงสร้างส่วนหัว ได้แก่ ชนิดประจุบวก ประจุลบ ไม่มีประจุ และที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ สารลดแรงดึงผิวส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ชำระล้าง เช่นชนิดประจุลบใช้มากในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเนื่องจากมีคุณสมบัติในการชำระล้างได้ดี ชนิดประจุบวก นิยมนำมาผสมในน้ำยาทำความสะอาดสูตรฆ่าเชื้อโรค ส่วนชนิดที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบจะใช้ในผลิตภัณฑ์ชำระล้างสำหรับเด็ก เพราะมีผลต่อการระคายเคืองค่อนข้างน้อย สำหรับที่ไม่มีประจุนิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้น เนื่องจากมีฟองน้อย สำหรับการทดลองนี้ใช้ neopelex เป็นสารลดแรงดึงผิวชนิดประจุลบ มีชื่อทางเคมีว่า alkylbenzene sulfonic acid เป็นของเหลวมีสีน้ำตาล ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ น้ำยาล้างจาน น้ำยาซักผ้า น้ำยาล้างพื้น น้ำยาล้างสุขภัณฑ์ และ น้ำยาทำความสะอาด

สำหรับอุตสาหกรรมหนัก ตัวอย่างของอิมัลชันไฟเออร์ ที่ใช้ในอาหาร เช่น มอโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) เช่น เลซิทีน (lecithin)

ค่าศักย์ซีต้า (zeta potential) หรือ คือค่าความต่างศักย์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าบริเวณผิวอนุภาคกับศักย์ไฟฟ้าในชั้นละลาย การวัดค่า zeta potential อาศัยหลักการการทำงานของเครื่องวัดค่าศักย์ซีต้า โดยการวัดอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคเมื่อทำให้อยู่ภายใต้สนามไฟฟ้า ค่าศักย์ซีต้า สามารถนำมาทำนายค่าความคงตัวของการกระจายตัวของอนุภาคได้ อนุภาคที่มีค่าศักย์ซีต้าเป็นบวกหรือลบน้อยทำให้ไม่มีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามา ดังนั้นจึงไม่เกิดเสถียรภาพการกระจายตัวหรือเกิดการรวมตัวกัน (Washington, 2003) ค่าศักย์ซีต้า ขึ้นอยู่กับ pH ซึ่งอนุภาคแขวนลอยจะเสถียรเมื่อค่าศักย์ซีต้า มีค่ามากกว่า +30 มิลลิโวลต์ หรือน้อยกว่า -30 มิลลิโวลต์ ถ้าค่าศักย์ซีต้า มีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง +30 มิลลิโวลต์หรือประมาณศูนย์ สารแขวนลอยจะไม่เสถียรจะมีการเกาะรวมตัวกันเป็นก้อนและตกตะกอน เรียกจุดที่ค่าศักย์ซีต้า เท่ากับศูนย์ว่า isoelectric point (พิศิษฐ์, 2551)

2.8.3 การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยเพื่อยืดอายุปักแจกันดอกไม้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารธรรมชาติ แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ใช้ในการถนอมอาหาร การบำบัดรักษาโรค การทำเครื่องหอมเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง สารกำจัดแมลงศัตรูพืช วัชพืช รวมถึงการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการยืดอายุการปักแจกันและประสบความสำเร็จในไม้ตัดดอกหลายชนิด ดังนี้ Nahrabadi *et al.* (2015) รายงานว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและกุหลาบมอญ ในอัตรา 200 ไมโครลิตรต่อลิตรน้ำร่วมกับ น้ำตาลซูโครส 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยยืดอายุการปักแจกันของเยอบีร่าได้ และยังมีรายงานการวิจัยของ Pourianejad *et al.* (2014) พบว่า น้ำมันหอมระเหย Thyme 50 ppm ยืดอายุการปักแจกันของดอกไลซีแอนทัสได้ Dashtbay and Hashemabadi (2015) พบว่าน้ำมันหอมระเหยเจอร์ราเนียม 10 เปอร์เซ็นต์ ยืดอายุการปักแจกันของ เบญจมาศได้ Hashemabadi (2015) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโกจู่จู่พาลัมพา และผักชีลาวยืดอายุการปักแจกันของคาร์เนชั่นได้เช่นกัน Solgi *et al.* (2009) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย 2 ชนิด คือ Thyme oil กับ Zataria oil และ silver nanoparticles (SNP) 3 ความเข้มข้น คือ 5 10 และ 20 ไมโครกรัมต่อลิตร เพื่อยืดอายุการปักแจกันของเยอบีร่า พบว่าทั้ง silver nanoparticles และ น้ำมันหอมระเหยทั้ง 2 ชนิด มีอายุการปักแจกันมากกว่า กรรมวิธีควบคุม Bayat *et al.* (2011) ศึกษาผลของเอทานอลและสารสกัดจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด คือ Thyme (*Thymus vulgaris* L.) Summer savory (*Satureja hortensis* L.) และ Ajwain (*Carum copticum* L.) 3 ความเข้มข้น คือ 100 150 และ 200 ppm ต่อการยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชั่น พบว่า น้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชั่นได้ และน้ำมันหอมระเหยจาก Summer savory ที่ความเข้มข้น 100 ppm มีอายุการเก็บรักษาสูงสุดและเพิ่มขึ้นจากกรรมวิธีควบคุม 4.4 วัน Fariman and Tehranifar (2011) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหย เอทานอล เมทานอล และสารต้านจุลินทรีย์ ต่อการยืดอายุ

การปักแจกันของดอกคาร์เนชั่น โดยดอกคาร์เนชั่นที่เก็บรักษาจากสารละลายจากน้ำมันหอมระเหย จาก Thyme Black cumin และ Peppermint ความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เอทานอล และเมทานอล 4 7 และ 10 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีควบคุม (control) พบว่าเอทานอล 7เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันได้นานที่สุดคือ 11 วัน กรรมวิธีควบคุม 4 วัน และน้ำมันหอมระเหยทั้ง 3 ชนิด มีอายุการปักแจกันนานกว่า กรรมวิธีควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ Farzaneh Pourianejad *et al.* (2014) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจาก Spearmint Thyme และ Lavender ความเข้มข้น 10 25 50 100 ppm ต่ออายุการปักแจกันของ *Eustoma grandiflorum* พบว่า น้ำมันหอมระเหยจาก Thyme ความเข้มข้น 50 ppm มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดคือ 15.6 วัน ในขณะที่ กรรมวิธี ควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาได้ 11.6 วัน และยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสด และยังมีผลต่อการลดของแบคทีเรียด้วย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี

3.1.1 อุปกรณ์

- 1 เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ยี่ห้อ Scientific Industries รุ่น G560E
- 2 เครื่องเหวี่ยงสารให้ตกตะกอน (centrifuge) เครื่อง Nano plus Zeta/Nano Particle Analyzer
- 3 เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Spectrophotometer) รุ่น GENESYS 20 (Thermo Electron Corporation, สหรัฐอเมริกา)
- 4 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น C860 (Consort, เบลเยียม)
- 5 เครื่องชั่งอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง
- 6 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ
- 7 อื่น ๆ เช่น บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ขวดรูปชมพู่ กระบอกตวง หลอดวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย หลอดทดลอง พาราฟิล์ม โกร่งบด ปากคีบปลายแหลม กระจกยากรอง ไมโครปิเปต น้ำกลั่น หม้อต้มน้ำ ที่เจาะกระดาษ กรรไกร และกรรไกรตัดกิ่ง

3.1.2 สารเคมี

butylated hydroxytoluene (BHT) vitamin C (ascorbic acid) ferrous sulfate (FeSO_4) ferrozine, ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) folin-ciocalteau DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) gallic acid, butylated hydroxytoluene (BHT) potassium ferricyanide [$\text{K}_3\text{Fe}(\text{CN})_6$] trichloroacetic acid (TCA) thiobarbituric acid (TBA) sodium chloride (NaCl) potassium Chloride (KCl) disodium hydrogenphosphate (Na_2HPO_4) monosodium phosphate (NaH_2PO_4) KH_2PO_4 ferric chloride (FeCl_3) hydrogen peroxide (H_2O_2) mannitol tris glacial acetic acid sodium hydroxide (NaOH) citrate buffer bromophenol blue agarose gel ethidium bromide Glycerol xylene cyanol Sodium carbonate (Na_2CO_3) 2-deoxyribose เอทานอล 99 เปอร์เซ็นต์ และ อะซีโตน 80 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมคาร์บอเนต และ โซเดียมคาร์บอเนต

3.1.3 พืชทดสอบ

ใบพลู ใบบอนสเตอร์ และ ใบพิโลเดนดรอนพลูจีบ (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 พืชทดสอบ ใบพัดวี (ก) ไบมอนสเตอร์ (ข) และใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ (ค)

3.1.4 น้ำมันหอมระเหย

น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม เปปเปอร์มินต์ มะนาว ส้มโอ
พริกไทยดำ มะกรูด จิง โหระพา และยี่หระ

3.2 วิธีการดำเนินงาน

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวใน
สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

3.2.1.1 การเตรียมพืชทดสอบ

คัดเลือกไม้ตัดใบ 3 ชนิด คือ ใบพัดวี ไบมอนสเตอร์ และใบฟีโลเดน
ดรอน ที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาว
ประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร จากนั้นทำการปักแจกันด้วยน้ำกลั่น ตามกรรมวิธีต่างๆ กรรมวิธีการ
ละ 3 ชั่วโมง

3.2.1.2 การวางแผนการทดลอง

การทดลองนี้จัดสิ่งทดลองด้วยวิธี 3x3 factorial ในแผนการทดลองแบบ
สุ่มสมบูรณ์ (3x3 factorial in completely randomized design) เปรียบเทียบความแปรปรวนของ
ข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range
Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ กำหนดให้

ปัจจัย A คือชนิดของใบ

a_1 = ใบพัดวี

a_2 = ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

a_3 = ไบมอนสเตอร์

ปัจจัย B คือ สภาพแวดล้อม

b_1 = อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) ภายใต้แสงธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

b_2 = อุณหภูมิต่ำในสภาพไม่มีแสง (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส)

b_3 = อุณหภูมิต่ำ (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส) ในสภาพมีแสง (ได้รับแสง 12 ชั่วโมงต่อวัน)

3.2.1.3 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ประเมินอายุการปักแฉก บันทึกผลทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

การสูญเสียน้ำหนักใบ บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก โดยคิดจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

อัตราการดูดน้ำของใบ บันทึกผลการทดลองโดยการยก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาณน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน

$$\text{อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน)} = \frac{\text{ปริมาณของน้ำที่ลดลง (มิลลิลิตร)}}{\text{จำนวนวันที่บันทึกผล}}$$

3.2.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด

3.2.2.1 วิธีการทดลอง

นำน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม มะกรูด จิง เปปเปอร์มินต์ มะนาว ส้มโอ พริกไทยดำ โหระพา และยี่หระ ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 500 1000 2500 5000 7500 และ 10000 ppm ทำการใส่น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตรในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมด้วยเอทานอล 99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลาย $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 50 ไมโครลิตร และ Ferrozine ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 5 ไมโครลิตร เขย่าทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่ไม่มีแสงเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ทำการทดสอบอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกค่าดูดกลืนแสงและนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการแย่งจับโลหะ (metal chelating activity) (Rohmam *et al.*, 2010) เปรียบเทียบกับสารละลาย EDTA 2,2-bipyridyl และ picolinic acid โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{ความสามารถในการแย่งจับโลหะ (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(A-B) - (C-D)}{A} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(A-B)

โดยกำหนดให้

A = ค่าการดูดกลืนแสงของ Ferrozine ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับสารสกัด

B = ค่าการดูดกลืนแสงของเอทานอล

C = ค่าการดูดกลืนแสงของ Ferrozine ที่ทำปฏิกิริยากับน้ำมันหอมระเหย

D = ค่าการดูดกลืนแสงของน้ำมันหอมระเหย

3.2.2.2 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

คำนวณความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยที่ทำให้อนุมูลอิสระลดลงครึ่งหนึ่งของปริมาณอนุมูลทั้งหมด หรือมีค่า IC_{50} จากกราฟระหว่างค่า \log ของความเข้มข้นและเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ เพื่อหาความสัมพันธ์และสมการเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกับเปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหยและความเสถียรของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

3.2.3.1 วิธีการทดลอง

เตรียมอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมด้วยสารลดแรงตึงผิว สารลดแรงตึงผิวที่ใช้ในการทดลอง คือ neopelex จากนั้นนำสารลดแรงตึงผิวมาผสมกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมในอัตราส่วนต่าง ๆ 5 อัตราส่วน (ตารางที่ 3.1) หลังจากนั้นเติมปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง

ตารางที่ 3.1 อัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยและสารลดแรงตึงผิว

อัตราส่วน	น้ำมันหอมระเหย	สารลดแรงตึงผิว
1	20	80
2	40	60
3	50	50
4	60	40
5	80	20

3.2.3.2 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

วิเคราะห์ขนาดอนุภาคน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย ทำการเจือจางอิมัลชันโดยใช้ น้ำกลั่น ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำตัวอย่างที่เตรียมได้มาวัดขนาดอนุภาคด้วยเครื่อง Nano plus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Zeta/Nano Particle Analyzer (บริษัท Particulate Systems) วัดผลการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคโดยใช้หลักการกระเจิงของแสงแบบพลวัต (dynamic light scattering) ขนาดของอนุภาคมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียนรายงานเป็นค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลาง

ค่าศักย์ซีต้า ของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมนำตัวอย่างที่เตรียมได้มาหาค่าศักย์ซีต้าด้วยเครื่อง Nano plus Zeta/Nano Particle Analyzer (บริษัท Particulate Systems)

3.2.4 การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับพืชซึ่ง ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

3.2.4.1 การเตรียมพืชทดสอบ

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืชล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร จากนั้นทำการปักชำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยกรรมวิธีทดลองในการปักชำมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 6 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 7 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 8 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 9 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 10 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 11 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

และทำการตัดก้านใบอีกครั้ง ก่อนย้ายใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบไปปักแจกันต่อในน้ำกลั่น จนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง

3.2.4.2 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการทดลองจำนวน 11 กรรมวิธี 10 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.4.3 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ประเมินอายุการปักแจกัน บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

การสูญเสียน้ำหนักใบ บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก โดยคำนวณจากสูตร

$$\text{การสูญเสียน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{(\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักสุดท้าย})}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

อัตราการดูดน้ำของใบ บันทึกผลการทดลองโดยการยก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาณน้ำ แล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน

$$\text{อัตราการดูดน้ำ (มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน)} = \frac{\text{ปริมาณของน้ำที่ลดลง (มิลลิลิตร)}}{\text{จำนวนวันที่บันทึกผล}}$$

3.2.5 การทดลองที่ 5 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

3.2.5.1 การเตรียมพืชทดสอบ

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร และนำมาปักแจกัน โดยมีกรรมวิธีทดลองในการปักแจกันมีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 3 น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 4 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

กรรมวิธีที่ 5 น้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

3.2.5.2 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการทดสอบความเข้มข้นละ 10 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.5.3 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ประเมินอายุการปักแฉกกัน บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

การสูญเสียน้ำหนักใบ บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก

อัตราการดูดน้ำของใบ บันทึกผลการทดลองโดยการยกกันใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาณน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิเมตรต่อก้านต่อวัน

การเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมี

ทำการทดสอบความเข้มข้นละ 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ บันทึกทุก 7 วัน ดังนี้ ที่ 0 7 14 21 28 และ 35 วัน หลังการปักแฉกกัน

1) การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์

ทำการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบโพลีเดนดรอนพลูจิบโดยทำการตัดใบโพลีเดนดรอนพลูจิบเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำชิ้นใบสดที่ตัดได้ในโกร่ง จากนั้นเติมอะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิตร ทำการบดจนละเอียด เทใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ในที่ที่ไม่มีแสง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 647 และ 663 นาโนเมตร มีอะซิโตน 80 เปอร์เซ็นต์ เป็นสารละลายเปรียบเทียบ จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ โดยใช้สูตร (Ngayila *et al.*, 2009) ดังนี้

$$\text{คลอโรฟิลล์ เอ [(Chl a) (มิลลิกรัมต่อลิตร)]} = 12.25 \times A_{663} - 2.79 \times A_{647}$$

$$\text{คลอโรฟิลล์ บี [(Chl b) (มิลลิกรัมต่อลิตร)]} = 21.50 \times A_{647} - 5.10 \times A_{663}$$

$$\text{แคโรทีนอยด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)} = (1000 \times A_{470} - 1.82 \times \text{Chl a} - 85.02 \times \text{Chl b})/198$$

โดยกำหนดให้

A_{663} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 663 นาโนเมตร

A_{647} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 647 นาโนเมตร

A_{470} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 นาโนเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ต่อพื้นที่ใบ

2) การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากภายในเซลล์

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำชิ้นใบสดที่ตัด 10 ชิ้น ชั่งน้ำหนักสด และนำไปในงานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9 เซนติเมตร และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร และวัดค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากภายในเซลล์ทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 3 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น C860 (Consort, เบลเยียม) ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$) (Bajji *et al.*, 2002)

3) การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดออลดีไฮด์

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และชั่งน้ำหนัก 0.5 กรัม บดในโถรงด้วยสารละลาย TCA ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร นำไปหมุนเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เก็บส่วนของสารละลายใสด้านบนใส่หลอดใหม่ แบ่งสารละลายที่ได้จำนวน 1 มิลลิลิตร เติมสาร TBA (ละลายใน TCA 20 เปอร์เซ็นต์) เข้มข้น 0.5 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 4 มิลลิลิตร และเติมสารละลาย BHT เข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 0.4 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา นำไปแช่ในน้ำแข็งทันทีเพื่อหยุดปฏิกิริยา จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 6000 xg เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 นาโนเมตร นำไปคำนวณหาปริมาณมาลอนไดออลดีไฮด์จากสมการ (Heath and Packer, 1968) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า

$$\text{ปริมาณมาลอนไดออลดีไฮด์ (นาโนโมลต่อมิลลิลิตร)} = [(A_{532} - A_{600})/155,000] \times 10^6$$

โดยกำหนดให้

A_{532} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

A_{600} คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

155000 คือ ค่า ϵ = ค่าคงที่ของการดูดกลืนแสง (*extinction coefficient*)

4) การวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และชั่งน้ำหนัก 0.3 กรัม บดในโถรงด้วยสารละลาย TCA ความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด นำไปหมุนเหวี่ยงให้ตกตะกอนด้วยเครื่องปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 12000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เก็บส่วนของสารละลายใสด้านบนใส่หลอดใหม่ แบ่งสารละลายที่ได้จำนวน 1 มิลลิลิตร เติม 10 mM phosphate buffer (pH 7) จำนวน 1 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสาร potassium iodide

(KI) จำนวน 2 มิลลิลิตร นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 390 นาโนเมตร นำไปคำนวณหาปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยเปรียบเทียบจากกราฟมาตรฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จากสมการ (Heath and Packer. 1968)

5) การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก 1 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ และเติมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 99 มิลลิลิตร ปิดภาชนะเพื่อป้องกันการระเหย จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ ออก นำสารสกัดที่ได้มากรองผ่านสำลีและตามด้วยกระดาษกรองอีกครั้งหนึ่ง จะได้สารสกัดด้วยเอทานอลตั้งต้น ที่มีความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์

เตรียมสารละลาย DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) ในเอทานอลที่ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และเติมสารสกัดจากใบฟิโลเดนดรอนที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ลงในหลอดทดลอง 2 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันทันที บ่มในที่ไม่มีแสง ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ บันทึกค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้วิตามินซี และ BHT เป็นสารละลายเปรียบเทียบมาตรฐาน ทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูล DPPH จากสมการ (Ebrahimzadeh *et al.* 2010)

$$\text{การกำจัดอนุมูล DPPH (เปอร์เซ็นต์)} = [(A-B) - (C-D)/(A-B)] \times 100$$

โดยกำหนดให้

A = ค่าดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยากับสารทดสอบ

B = ค่าดูดกลืนแสงของน้ำกลั่น

C = ค่าดูดกลืนแสงของ DPPH ที่ทำปฏิกิริยากับสารทดสอบ

D = ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดในเอทานอล

นำค่าที่ได้มาสร้างกราฟแสดงการเปรียบเทียบคำนวณค่า IC_{50} (ความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดอนุมูลอิสระเป็น 50 เปอร์เซ็นต์) จากกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารทดสอบที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ และเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูล DPPH ของสารทดสอบ

3.2.6 การทดลองที่ 6 ศึกษาผลของสารด้านการคายน้ำต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

3.2.6.1 การเตรียมพืชทดสอบ

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร ทำการพันสารด้านการคายน้ำให้ทั่วใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ โดยมีกรรมวิธีทดลองดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)
- กรรมวิธีที่ 2 กลิเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 3 กลิเซอรอล 4 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 4 กลิเซอรอล 6 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 5 กลิเซอรอล 8 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 6 แมกนีเซียมคาร์บอเนต 2 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 7 แมกนีเซียมคาร์บอเนต 4 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 8 แมกนีเซียมคาร์บอเนต 6 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 9 แมกนีเซียมคาร์บอเนต 8 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 10 โซเดียมคาร์บอเนต 2 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 11 โซเดียมคาร์บอเนต 4 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 12 โซเดียมคาร์บอเนต 6 เปอร์เซ็นต์
- กรรมวิธีที่ 13 โซเดียมคาร์บอเนต 8 เปอร์เซ็นต์

3.2.6.2 การวางแผนการทดลอง

การวางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ทำการทดลองจำนวน 13 กรรมวิธี 10 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2.6.3 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

ประเมินอายุการปักแจกัน บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

การสูญเสียน้ำหนักใบ บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก

อัตราการดูดน้ำของใบ บันทึกผลการทดลองโดยการยก้านใบขึ้น
เหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาตรน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน

3.2.7 การทดลองที่ 7 ศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับ
น้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ

3.2.7.1 การเตรียมพืชทดสอบ

คัดเลือกใบฟีโลเดนดรอนที่มีลักษณะที่ดี สภาพดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช
ล้างทำความสะอาด แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร โดยก่อนการเก็บรักษาใน
ตู้ควบคุมอุณหภูมินำใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบมาฟัดซิ่ง (สารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษา) ด้วย
กรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 4 คือ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสารต้านการคายน้ำที่ดีที่สุด
ในการทดลองที่ 6 แล้วนำใบมาเสียบในหลอดที่มีสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแกล้งที่ดีที่สุด
จากการทดลองที่ 5 คือ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
จากนั้นหุ้มใบฟีโลเดนดรอนด้วยถุงพลาสติกใส แล้วบรรจุลงกล่องกระดาษ นำไปเก็บรักษาใน
ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง และทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสาร
ชีวเคมีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

ตารางที่ 3.2 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหยก่อนเก็บรักษา
ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง

กรรมวิธี	สารส่งเสริมคุณภาพ ก่อนการเก็บรักษา (ฟัดซิ่ง)	สารต้าน การคายน้ำ	สารส่งเสริมคุณภาพ สำหรับการปักแกล้ง ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ
กรรมวิธีที่ 1 (กรรมวิธีควบคุม)	น้ำกลั่น	น้ำกลั่น	ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 2	น้ำกลั่น	กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์	ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 3	น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร	น้ำกลั่น	ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 4	น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร	กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์	ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.7.2 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. การประเมินใบฟิลิเดนดรอนที่สามารถใช้งานได้

ประเมินการใช้งาน โดยกำหนดให้ใบฟิลิเดนดรอนพลูจีบที่แสดงอาการเหี่ยว บิดเบี้ยว เหลือง ถือว่าหมดอายุการใช้งานคิดเป็นร้อยละที่สามารถใช้งานได้

2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่งหลังการเก็บรักษาที่ 0 (ไม่ได้เก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด โดยคิดจากสูตร

$$\text{การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)} = \frac{\text{น้ำหนักเริ่มต้น} - \text{น้ำหนักหลังเก็บรักษา}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$$

3 ปริมาณการใช้น้ำ

บันทึกผลการทดลอง โดยการยก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาณน้ำหลังการเก็บรักษาที่ 0 (ไม่ได้เก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน เปรียบเทียบกับปริมาณน้ำเมื่อเริ่มการทดลอง แล้วนำมาคำนวณปริมาณการใช้น้ำมีหน่วยเป็นมิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณการใช้น้ำ (มิลลิลิตร)} = \text{ปริมาณน้ำเมื่อเริ่มการทดลอง} - \text{ปริมาณของน้ำที่ลดลง}$$

4 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมี

บันทึกทุก 3 วัน ดังนี้ ที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน วางแผนการทดลองเป็นแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 4 กรรมวิธีทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1) การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 5.3.2.1

2) การวัดการรั่วของสารอิเล็กโทรไลต์จากภายในเซลล์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 5.3.2.2

3) การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดอัลดี

ไฮด์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 5.3.2.3

4) การวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

ทำการทดลองเช่นเดียวกับการทดลองที่ 5.3.2.4

5 วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

วางแผนการทดลองเป็นแบบ completely randomized design (CRD) จำนวน 8 กรรมวิธีทดลอง จำนวน 10 ซ้ำ เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

1) ประเมินอายุการปักแจกัน และนำไปอีกชุดวัดผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเพื่อประเมินอายุการปักแจกัน โดยหลังจากนำไปออกจากกรเก็บรักษา (ทุก 3 วัน) ทำการปักแจกันต่อด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 5 ตามกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 8 กรรมวิธี (ตารางที่ 3.3) บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน



ตารางที่ 3.3 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย และปักแจกัน
ใน สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกัน

กรรมวิธีทดลอง	สารส่งเสริมคุณภาพ ก่อนการเก็บรักษา	สารต้านการคายน้ำ	สารส่งเสริมคุณภาพ สำหรับการปักแจกัน ในผู้ควบคุมอุณหภูมิ	สารส่งเสริมคุณภาพ สำหรับการปักแจกัน
กรรมวิธีที่ 1 (กรรมวิธีควบคุม)		น้ำกลั่น		น้ำกลั่น
กรรมวิธีที่ 2	น้ำกลั่น	น้ำกลั่น		ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 3		กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์	น้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 12.5	มิลลิลิตร น้ำกลั่น
กรรมวิธีที่ 4		กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์	ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร	ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 5		น้ำกลั่น		น้ำกลั่น
กรรมวิธีที่ 6	น้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร	น้ำกลั่น		ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร
กรรมวิธีที่ 7		กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์		น้ำกลั่น
กรรมวิธีที่ 8		กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์		ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผลการวิจัย

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

อายุการปักแจกัน

จากการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวิ ใบพิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร์เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง ให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน มีความชื้นสัมพัทธ์ 88 เปอร์เซ็นต์ พบว่าในบรรดาไม้ตัดใบ 3 ชนิดที่ทำการศึกษา ใบพิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 27.6 วัน รองลงมาคือ ใบพิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 27 วัน และไม่มีมีความแตกต่างกันทางสถิติ ระยะเวลาในการปักแจกันสั้นที่สุดของใบพิโลเดนดรอนพลูจีบ คือ 15.6 วัน ภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง

สำหรับใบพัดวิที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทั้งในสภาพมีแสงและไม่มีแสง มีอายุการปักแจกัน 20.40 ถึง 25.20 วัน และทุกสภาวะการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ใบมอนสเตอร์ที่เก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง มีอายุการปักแจกันนานที่สุด (25.20 วัน) และไม่แตกต่างจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง แต่ใบมอนสเตอร์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง มีอายุปักแจกันมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบชนิดของไม้ตัดใบ 3 ชนิด มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกัน แต่สภาพแวดล้อมในการปักแจกันมีผลต่ออายุการปักแจกัน พบว่าไม้ตัดใบที่ปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสงมีอายุการปักแจกันต่ำที่สุดและต่ำกว่าสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง (ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวี ใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ และไบมอนสเตอร์

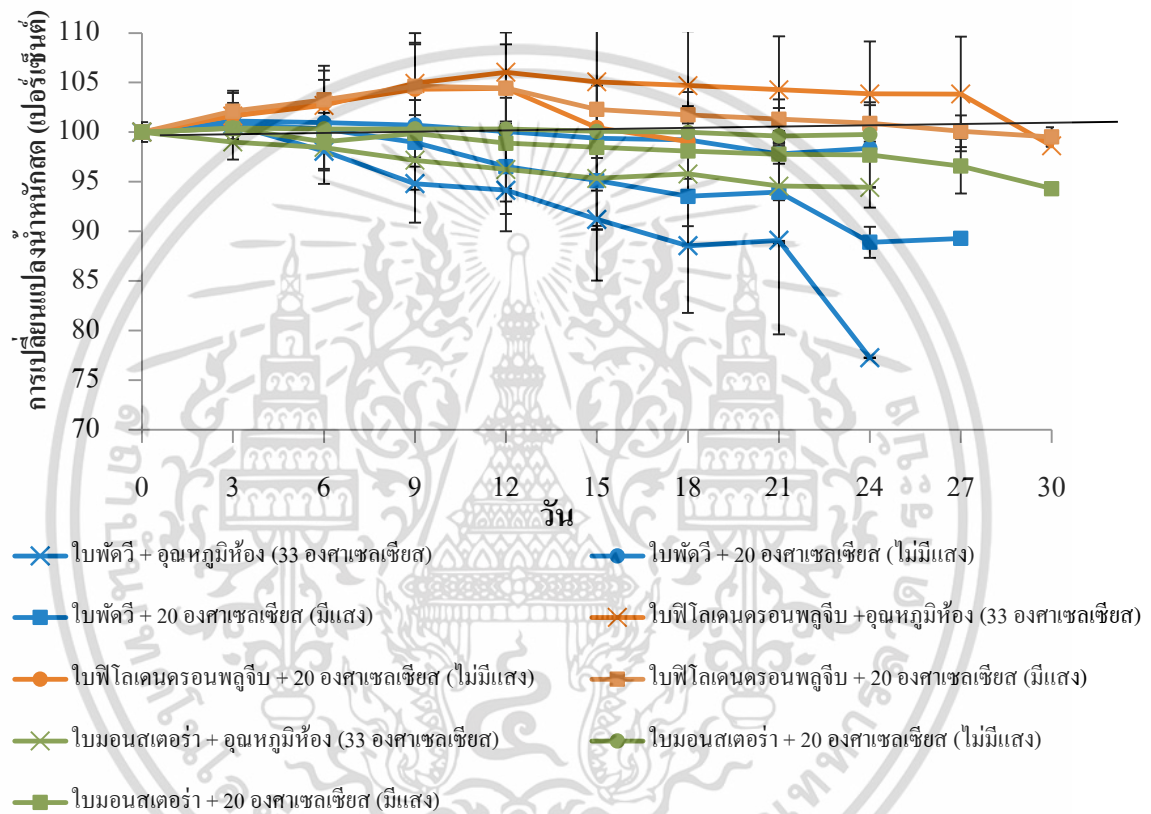
		อายุการปักแจกัน (วัน)
พืชทดสอบ	ใบพัดวี	21.60 ± 1.25 a*
	ใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ	23.40 ± 2.51 a
	ไบมอนสเตอร์	22.40 ± 3.42 a
F-test	ns	
สภาพแวดล้อม	อุณหภูมihห้อง (33 องศาเซลเซียส)	22.60 ± 2.51 b
	20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง)	19.60 ± 2.51 c
	20 องศาเซลเซียส (มีแสง)	25.20 ± 1.64 a
F-test	*	
พืชทดสอบ x สภาพแวดล้อม		
ใบพัดวี	อุณหภูมihห้อง (33 องศาเซลเซียส)	20.40 ± 2.51 a
	20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง)	21.60 ± 1.34 a
	20 องศาเซลเซียส (มีแสง)	22.80 ± 3.42 a
ใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ	อุณหภูมihห้อง (33 องศาเซลเซียส)	27.00 ± 2.12 a
	20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง)	15.60 ± 2.51 b
	20 องศาเซลเซียส (มีแสง)	27.60 ± 2.51 a
ไบมอนสเตอร์	อุณหภูมihห้อง (33 องศาเซลเซียส)	20.40 ± 2.51 b
	20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง)	21.60 ± 2.51 ab
	20 องศาเซลเซียส (มีแสง)	25.20 ± 1.64 a
F-test	*	

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบพัดวี ใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ และไบมอนสเตอร์ เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ อุณหภูมihห้อง (33 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง บันทึกผลการทดลอง ทุก 3 วัน กำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นทุกสภาวะการเก็บรักษาในช่วง 0 ถึง 4 วันหลังจากเก็บรักษา และเริ่มเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงอย่างรวดเร็วในใบทั้งสามชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง เมื่อเปรียบเทียบกับชนิดของใบพบว่า น้ำหนักสดของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ มีอัตราการลดลงเล็กน้อยที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง แต่ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง มีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วมากขึ้นกว่าใบชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบสภาพการเก็บรักษาพบว่า ใบทั้งสามชนิดที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง (ภาพที่ 4.1)



ภาพที่ 4.1 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบพัควี ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร์ หลังการปักแจกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

อัตราการดูน้ำ

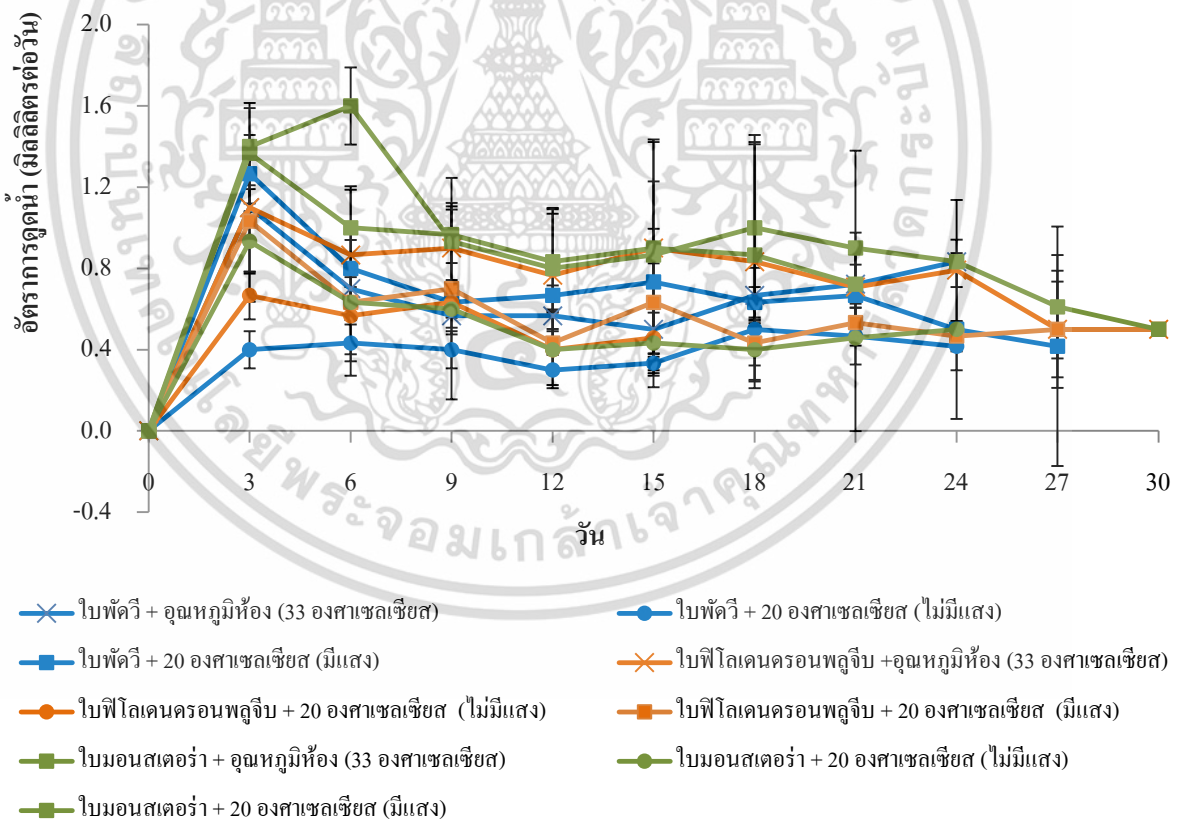
จากการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ต่ออัตราการดูน้ำของใบพัควี ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร์ เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง พบว่าวันที่ 0 ถึง 3 วัน ของการปักแจกัน ไม่ตัดใบทั้ง 3 ชนิด ทุกสภาพแวดล้อมมีอัตราการดูน้ำเพิ่มขึ้น จากนั้นไม่ตัดใบทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการดูน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลดลงในวันที่ 6 ของการปักแจกันและลดลงจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ยกเว้นใบมอนสเตอร์ที่มีอัตราการดูดน้ำลดลงในวันที่ 9 หลังปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนหมดอายุการปักแจกัน การปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสงมีผลให้ใบพัควี ใบมอนสเตอร์ และใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ มีอัตราการดูดน้ำเฉลี่ยสูงกว่าการปักแจกัน ในสภาพแวดล้อมอื่น มีค่าเท่ากับ 1.27 1.40 และ 1.13 มิลลิลิตรต่อวัน ตามลำดับ การดูดน้ำที่เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการปักแจกันที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้อัตราการดูดน้ำของไม้ตัดใบทั้งหมดที่ปักแจกันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง จะลดลงอย่างรวดเร็วจนหมดอายุการปักแจกันและใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่มีอัตราการดูดน้ำลดลงเร็วที่สุดคือ ที่ปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่สภาพมีแสง (ภาพที่ 4.2)

เนื่องจากใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง มีอายุการใช้งานสั้นที่สุด จึงนำใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบไปศึกษาเพิ่มเติมและหาวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมในสภาพไม่มีแสงต่อไป



ภาพที่ 4.2 อัตราดูดน้ำของใบพัควี ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร์หลังการการปักแจกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด

การทดสอบน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด และ picolinic acid กับ 2,2 - bipyridyl ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการยึดยุการปักแจกัน ในการแย่งจับ โลหะไอออน โดยวิธี Metal chelating activity เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน EDTA และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นที่สามารถแย่งจับ โลหะไอออนได้ 50 เปอร์เซ็นต์ (IC_{50}) โดยค่า IC_{50} สูงแสดงว่า มีประสิทธิภาพในการแย่งจับโลหะ ไอออนต่ำ ผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีฤทธิ์การแย่งจับโลหะไอออนดีที่สุด โดยมีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม มีค่า IC_{50} เท่ากับ 0.93 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองสามารถแบ่งกลุ่มของน้ำมันหอมระเหย ตามความสามารถในการจับ โลหะไอออน ได้สามกลุ่ม คือน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์สูง มีค่า IC_{50} ต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม น้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ picolinic acid 2,2 - bipyridyl และสารมาตรฐาน EDTA น้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ปานกลางมีค่า IC_{50} อยู่ในช่วง 2 ถึง 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยสะระแหน่ และน้ำมันหอมระเหยยี่หระ ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต่ำ คือมีค่า IC_{50} มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยโหระพา และน้ำมันหอมระเหยมะกรูด เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รวมทั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ picolinic acid 2,2 - bipyridyl และสารมาตรฐาน EDTA อีกด้วย เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีฤทธิ์ในการแย่งจับโลหะไอออน โดยวิธี Metal chelating activity ในระดับดี (ตารางที่ 4.2) จึงคัดเลือกน้ำมันหอมทั้งสองชนิดเพื่อทำเป็นส่วนผสมในสารส่งเสริมคุณภาพและปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในอยู่ในรูปอิมัลชัน

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหยและความเสถียร ของอิมัลชัน น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และตะไคร้หอม

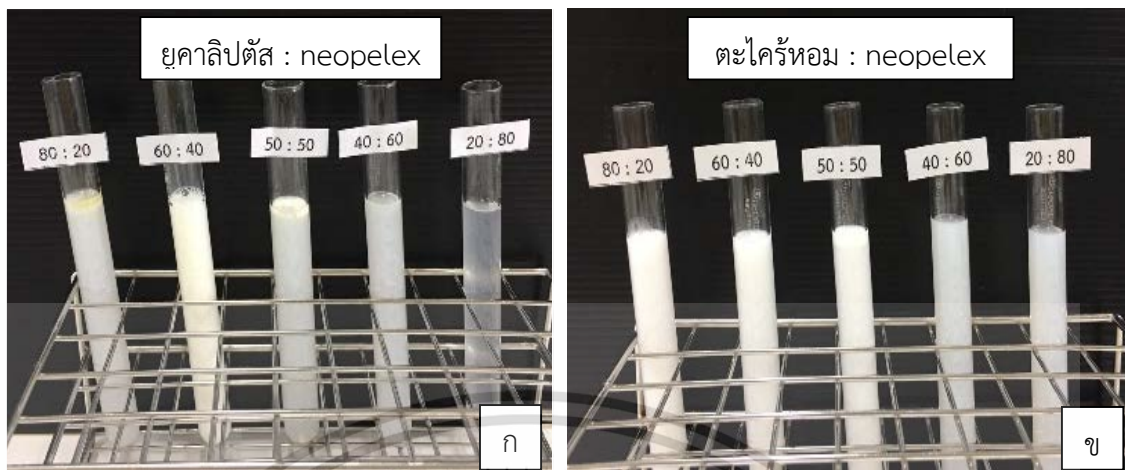
น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 มาปรุงแต่งผสมกันให้อยู่ในรูปอิมัลชัน โดยใช้สารลดแรงตึงผิว neopelex เป็นส่วนผสม กำหนดให้อัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหย : สารลดแรงตึงผิวมี 5 อัตราดังนี้ (80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 และ 80 : 20) เพื่อคัดเลือกหาสูตรอิมัลชันไปวัดขนาดอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมสำหรับนำไปศึกษาต่อคืออัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับสารลดแรงตึงผิว neopelex ที่อัตราส่วน 80 : 20 60 : 40 50 : 50 (ภาพที่ 4.3 ก) และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมกับสารลดแรงตึงผิว neopelex อัตราส่วน 60 : 40 มีลักษณะเป็นอิมัลชันที่ดี

คือมีสีขาวขุ่นคล้ายนมและเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน (ภาพที่ 4.3 ข) จากนั้นนำไปหาขนาดอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า พบว่าค่าศักย์ซีต้าของน้ำมันหอมทั้งสองชนิด ร่วมกับสารลดการตึงผิว neopelex ทุกอัตราส่วนมีค่า น้อยกว่า - 30 มิลลิโวลต์ คือมีค่าอยู่ที่ช่วง ถึง - 44.6 ถึง -90.37 แสดงว่ามีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามาซึ่งจะทำให้สารเกิดการเสถียร และมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 333.1 ถึง 482.8 นาโนเมตร แต่มีน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ neopelex 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบอนุภาค (ตารางที่ 4.3) และจากการทดลองได้เลือกใช้อัตราส่วนของ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 80 ร่วมกับ neopelex 20 เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพ สำหรับปลัซิงและสำหรับปักแจกันต่อไป

ตารางที่ 4.2 ความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด

สารทดสอบ	ค่า IC ₅₀ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร)
น้ำมันหอมระเหย	
ยูคาลิปตัส	0.23 ± 0.11 g*
ตะไคร้หอม	0.93 ± 0.12 fg
มะกรูด	6.11 ± 0.56 a
สระระแน	1.78 ± 0.02 def
ขิง	2.61 ± 0.31 cd
มะนาว	3.40 ± 0.63 bc
ส้มโอ	2.03 ± 0.12 de
พริกไทยดำ	0.95 ± 0.02 fg
โหระพา	3.91 ± 0.62 b
ยี่หระ	1.50 ± 0.38 ef
picolinic acid	0.029 ± 0.03 g
2,2 – bipyridyl	0.0069 ± 0.01 g
สารละลายมาตรฐาน EDTA	0.0018 ± 0.00 g

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test



ภาพที่ 4.3 น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (ก) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (ข)
อัตราส่วน 80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 และ 80 : 20

ตารางที่ 4.3 ค่าศักย์ซีต้า ขนาดอนุภาค และความเสถียรของอิมัลชันของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

อัตราส่วนน้ำมันหอมระเหย+สารลดแรงตึงผิว	ขนาดอนุภาค (นาโนเมตร)	ค่าศักย์ซีต้า (มิลลิโวลต์)
น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 80 เปอร์เซ็นต์ + neopelex 20 เปอร์เซ็นต์	361.6	- 64.75
น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 60 เปอร์เซ็นต์ + neopelex 40 เปอร์เซ็นต์	333.1	- 57.46
น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 50 เปอร์เซ็นต์ + neopelex 50 เปอร์เซ็นต์	ไม่พบอนุภาค	- 44.69
น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 60 เปอร์เซ็นต์ + neopelex 40 เปอร์เซ็นต์	482.8	- 90.37

4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันของไบโอฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

อายุการปักแจกัน

การศึกษานี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ในรูปอิมัลชันสำหรับพัลซิ่ง ต่อการยืดอายุการปักแจกันของไบโอฟิโลเดนดรอนพลูจีบ นำไบโอฟิโลเดนดรอนพลูจีบนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครอนพลูจีบมาพัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม และนำไปปักแจกันต่อในน้ำกลั่นตลอดระยะเวลาของการทดลอง ผลการทดลองพบว่าไบฟีโลเดน ครอนพลูจีบที่พัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 52 วัน รองลงมาคือการพัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร คือ 50.86 วัน กรรมวิธีควบคุมซึ่งมีอายุการปักแจกันเฉลี่ยที่ 33.71 วัน เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร อายุปักแจกันมากกว่ากรรมวิธีควบคุมและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในทางสถิติ ในขณะที่น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 50 100 200 และ 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมในทางสถิติ (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4 อายุการปักแจกันของไบฟีโลเดนครอนพลูจีบที่ทำการพัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

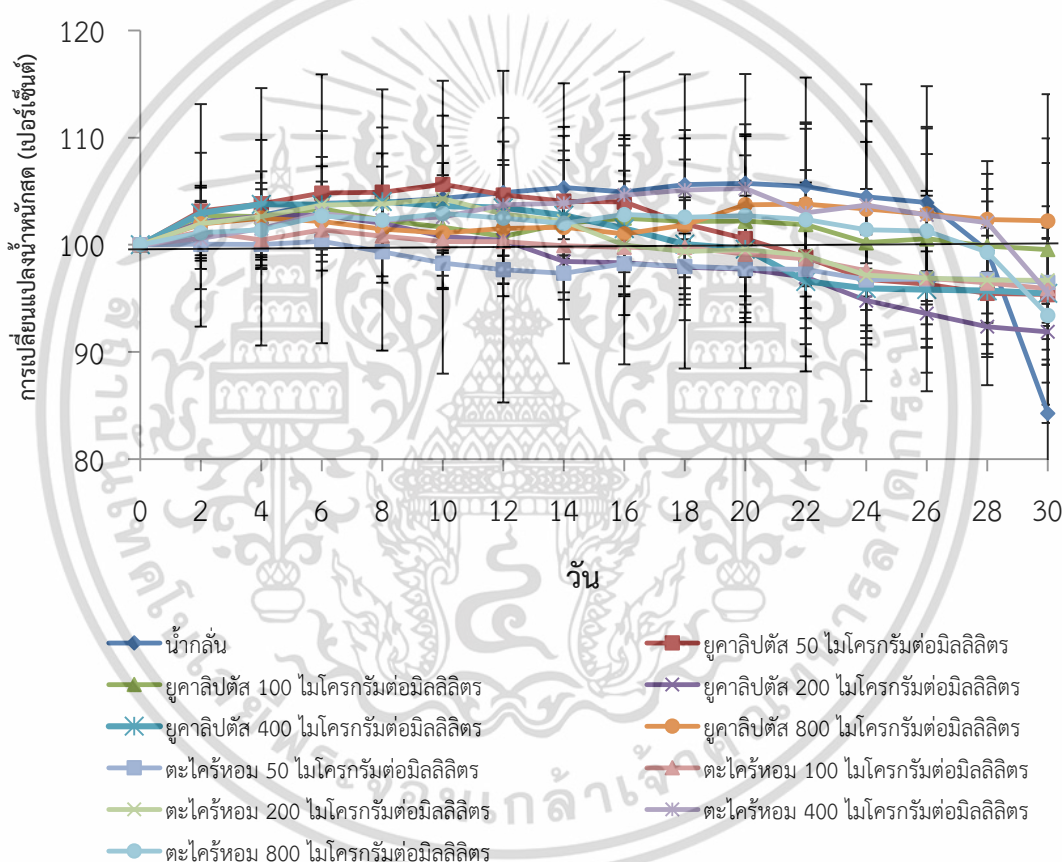
กรรมวิธีการทดลอง (พัลซึ่ง 6 ชั่วโมง)	อายุการปักแจกัน (วัน)
น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)	33.71 ± 12.51 b*
ยูคาลิปตัส 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	36.29 ± 15.12 ab
ยูคาลิปตัส 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	50.86 ± 24.24 ab
ยูคาลิปตัส 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	39.14 ± 13.95 ab
ยูคาลิปตัส 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	47.14 ± 23.77 ab
ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	52.00 ± 17.36 a
ตะไคร้หอม 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	44.57 ± 27.85 ab
ตะไคร้หอม 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	47.14 ± 14.18 ab
ตะไคร้หอม 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	33.86 ± 15.05 b
ตะไคร้หอม 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	40.29 ± 13.29 ab
ตะไคร้หอม 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	35.43 ± 11.93 ab

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดโดยการกำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ ไบฟีโลเดนครอนพลูจีบที่พัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอม

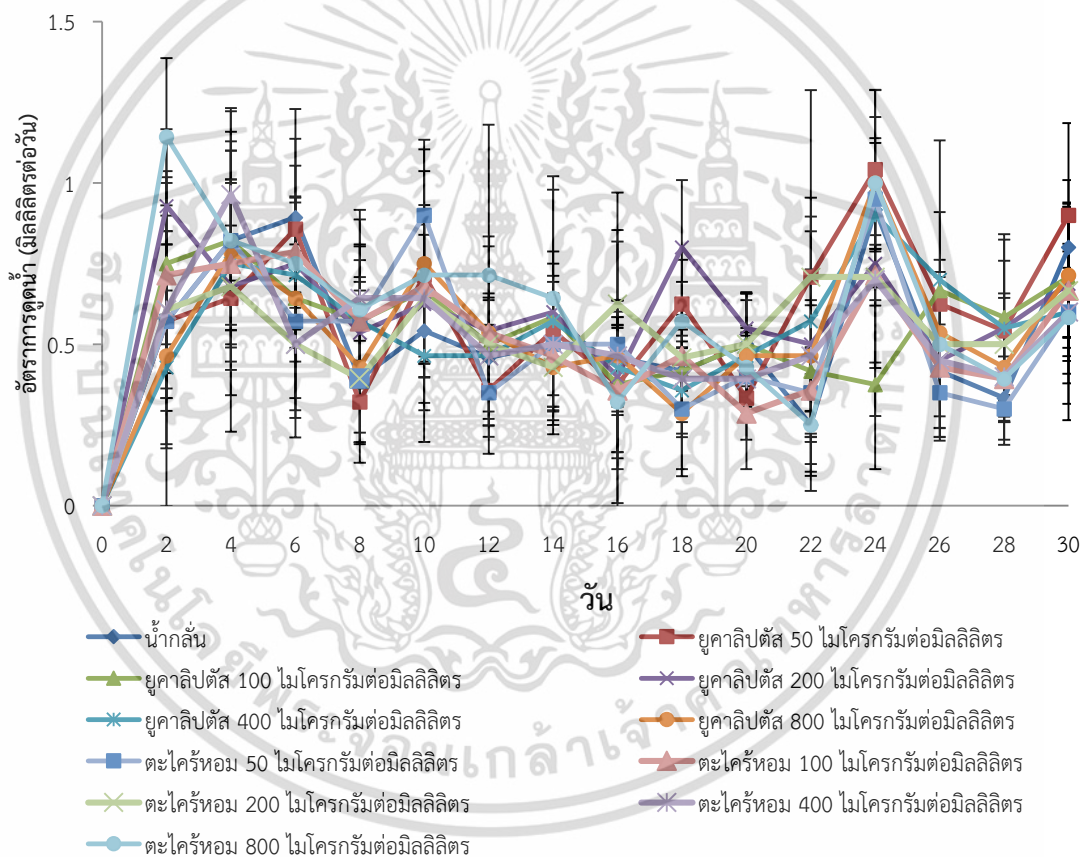
ระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (50 ถึง 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีน้ำหนักสดสูงกว่าวันแรก หลังการปักแจกันเป็นเวลา 6 วัน ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีน้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนหมดอายุปักแจกัน ส่วนใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซึ่งในน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) พบว่ามีน้ำหนักสดลดลงมากที่สุดเท่ากับ 84.29 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักสดลดลงอย่างรวดเร็วหลังปักแจกันได้ 26 วัน และลดลงจนหมดอายุการปักแจกัน (30 วัน) โดยที่ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีน้ำหนักสดลดลงน้อยที่สุดเท่ากับ 102.23 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักสดมากกว่าวันแรกตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.4)



ภาพที่ 4.4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซึ่งในน้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

อัตราการดูดน้ำ

จากผลการทดลองพบว่าไบโฟิลิเคเดนดรอนพลูจิบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (50 ถึง 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นย้ายไปปักแจกันในน้ำกลั่น โดยทำการวัดอัตราการดูดน้ำทุกวัน ในช่วงแรก (0 ถึง 4 วัน) ทุกกรรมวิธีมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น ยกเว้นไบโฟิลิเคเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ลดลงเล็กน้อยและหลังจากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงและเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ แสดงถึงการพัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของไบโฟิลิเคเดนดรอนพลูจิบ (ภาพที่ 4.5)



ภาพที่ 4.5 อัตราการดูดน้ำของไบโฟิลิเคเดนดรอนพลูจิบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัสและ น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

4.5 การทดลองที่ 5 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยี่ดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ

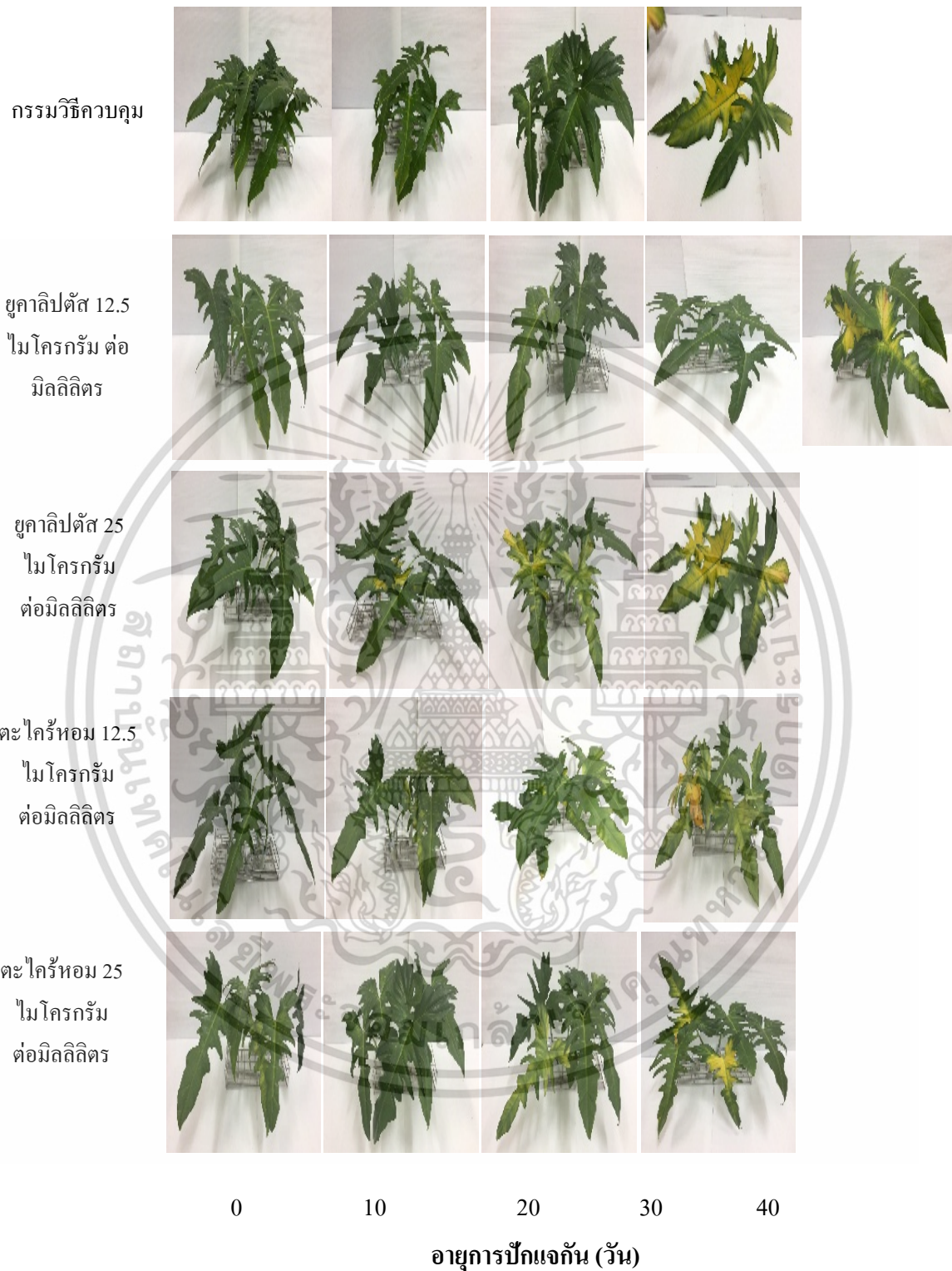
อายุการปักแจกัน

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมต่อการยี่ดอายุการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ หลังปักแจกัน ในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม ผลการทดลองพบว่า ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 31.40 วัน และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมและปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่เหลือไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันรองลงมาคือ 26 และ 25.60 วัน ตามลำดับ และการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันน้อยที่สุด คือ 21.10 วัน (ตารางที่ 4.5 และภาพที่ 4.6)

ตารางที่ 4.5 อายุการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

กรรมวิธีการทดลอง	อายุการปักแจกัน (วัน)
น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)	22.40 ± 11.92 b*
ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	31.40 ± 9.89 a
ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัส 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	25.60 ± 10.49 ab
ปักแจกันด้วยตะไคร้หอม 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	21.10 ± 8.39 b
ปักแจกันด้วยตะไคร้หอม 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร	26.00 ± 10.07 ab

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

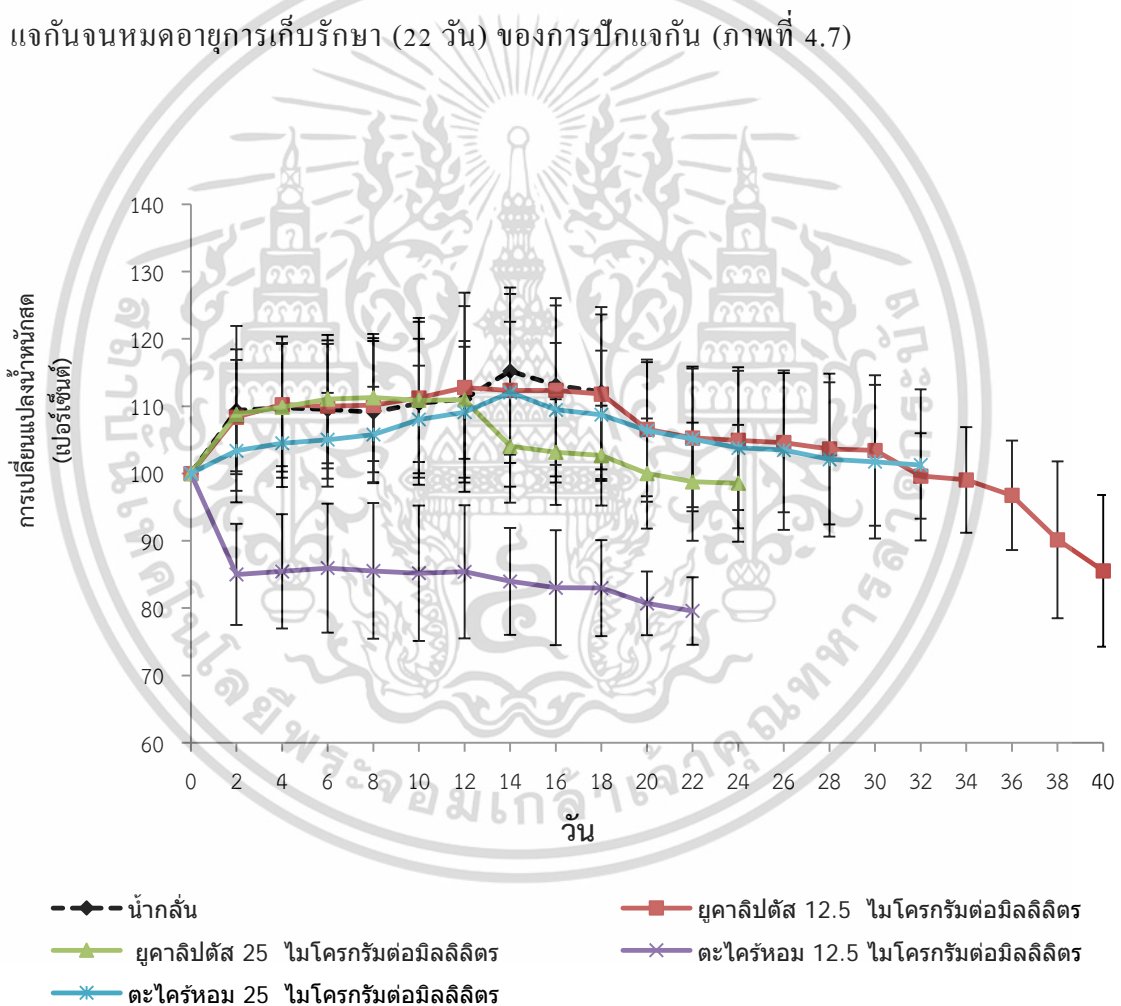


ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงของใบฟิโตเดนครอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อ มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

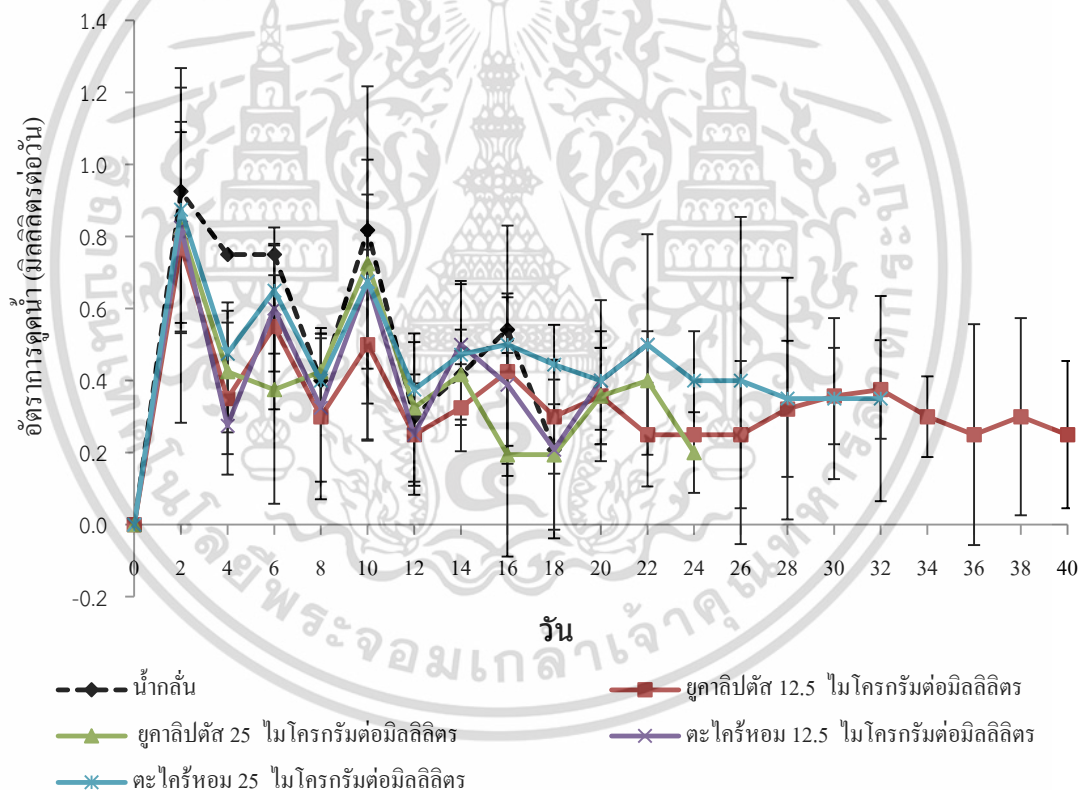
การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดโดยการกำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแฉักันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่า วันที่ 0 ถึง 32 วัน ไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ ที่ปักแฉักันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีน้ำหนักสดสูงกว่าวันแรก โดยน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 104.03 ถึง 115.18 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับน้ำหนักสดเริ่มแรกและหลังจากนั้นเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องจะกระทั่งวันสุดท้ายของการปักแฉักัน สำหรับน้ำหนักสดของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแฉักันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตั้งแต่วันที่สองของการปักแฉักันจนหมดอายุการเก็บรักษา (22 วัน) ของการปักแฉักัน (ภาพที่ 4.7)



ภาพที่ 4.7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแฉักันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

อัตราการดูดน้ำ

ผลการทดลองพบว่าไบโฟิลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแกลงในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ใน 2 วันแรก มีอัตราการดูดน้ำ 0.78 ถึง 0.93 มิลลิลิตรต่อวัน หลังจากนั้นกรรมวิธีควบคุมมีอัตราการดูดน้ำลดลงเล็กน้อยมีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแกลงมากที่สุดเท่ากับ 0.57 มิลลิลิตรต่อวัน ส่วนไบโฟิลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแกลงในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแกลงเท่ากับ 0.45 และ 0.48 มิลลิลิตรต่อวัน ขณะที่กรรมวิธีที่ปักแกลงด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแกลงน้อยที่สุดเท่ากับ 0.35 มิลลิลิตรต่อวัน และทุกกรรมวิธีทดลองมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นและลดลงไม่สม่ำเสมอ แสดงถึงการปักแกลงด้วยน้ำมันหอมระเหยไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของไบโฟิลเดนดรอนพลูจิบ (ภาพที่ 4.8)

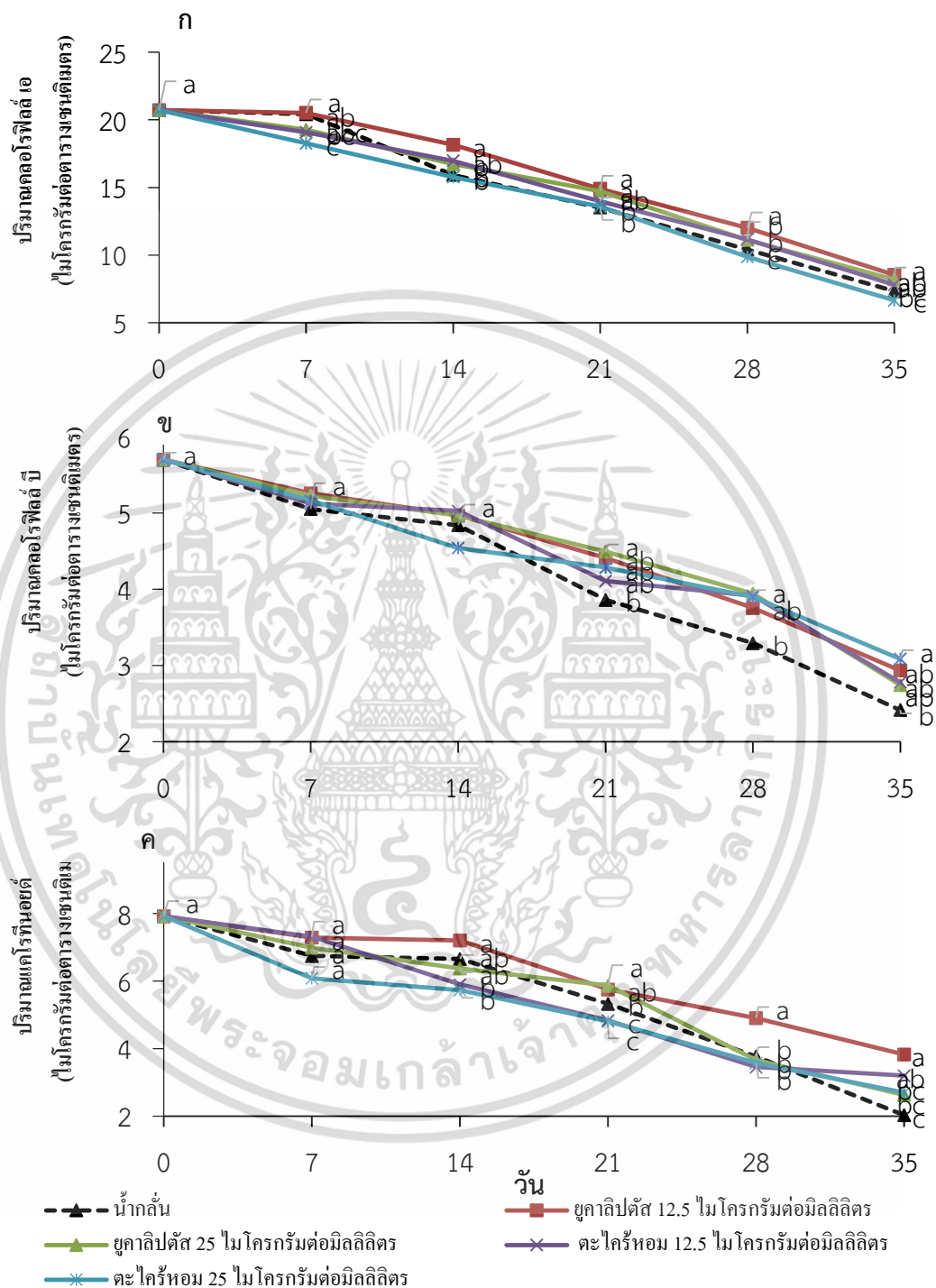


ภาพที่ 4.8 อัตราการดูดน้ำของไบโฟิลเดนดรอนพลูจิบหลังปักแกลงด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และแคโรทีนอยด์

เมื่อศึกษารางควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรทีนอยด์ ของใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม พบว่าคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น การลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่า คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุม และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของใบพืโลเดนดรอนพลูจีบ ที่ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างช้าๆ และลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บปักแจกัน ในวันเริ่มต้นของการปักแจกัน (วันที่ 0) ปริมาณคลอโรฟิลล์เริ่มต้น 20.72 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ลดลงเหลือ 6.64 สำหรับใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกัน 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 8.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ก) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากสุด ในระยะแรกของการปักแจกัน ในทุกกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังการปักแจกันที่ 21 ถึง 35 วัน ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เริ่มต้น 5.7 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ลดลงเหลือ 2.41 สำหรับใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 3.09 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ข) ปริมาณแคโรทีนอยด์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันแรกถึงวันสุดท้ายของการปักแจกัน (0 ถึง 14 วัน) ปริมาณแคโรทีนอยด์ตั้งแต่วันที่ 14 ของการปักแจกัน ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทั้งสองความเข้มข้น เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังปักแจกัน 28 วัน ใบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงน้อยกว่าทุกกรรมวิธีการทดลอง ปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น 7.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงเหลือ 2.03 สำหรับใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณแคโรทีนอยด์ 3.20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ค) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่ปัก

แฉกัันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถช่วยรักษาความเขียวและชะลอการเกิดสีเหลืองของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้



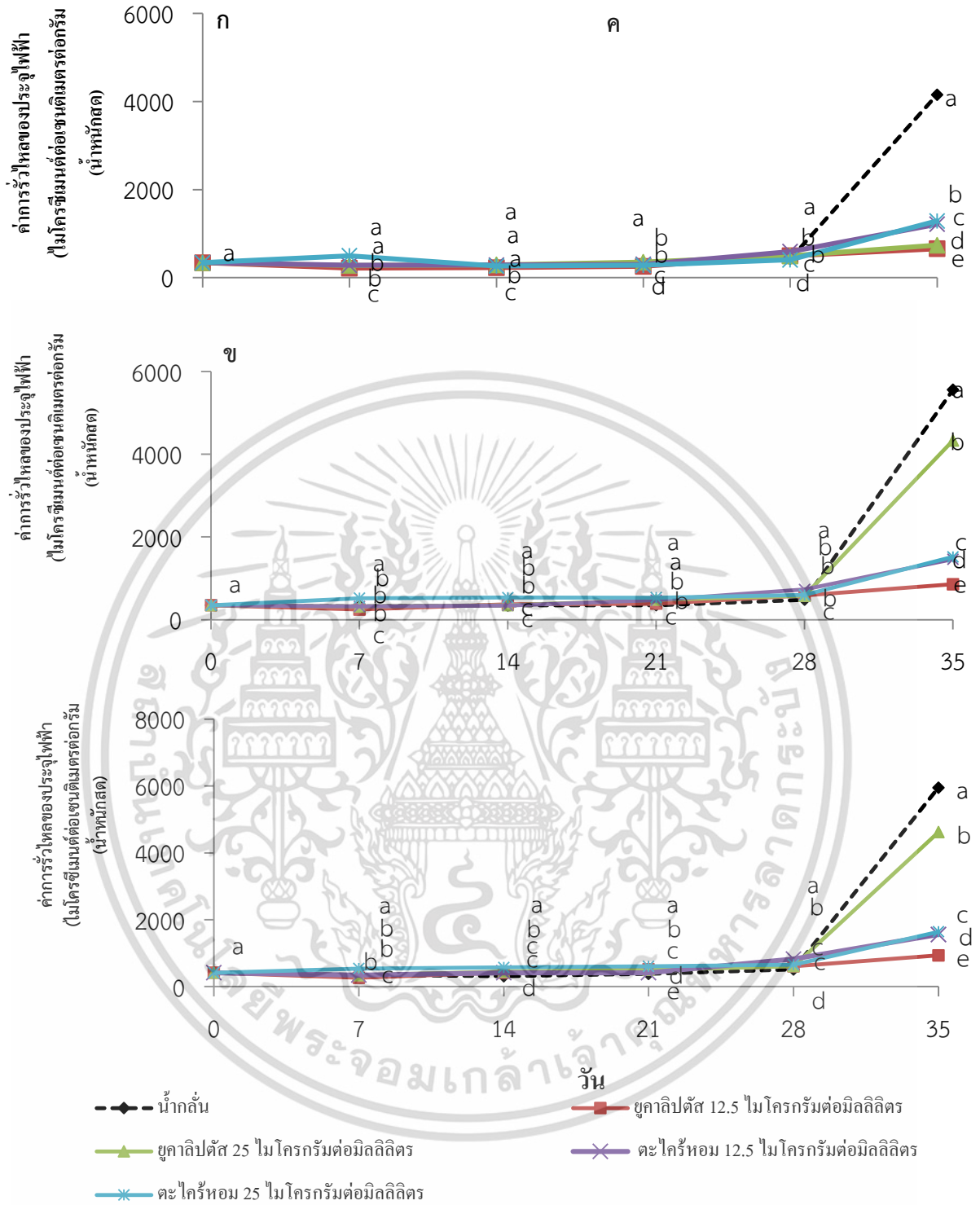
ภาพที่ 4.9 ปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (ข) และปริมาณแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแฉกัันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ (electrolyte leakage)

ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยการตัดใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบเป็นวงกลมแล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำน้ำกลั่นไปวัดค่าการนำไฟฟ้าเพื่อประเมินการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ แล้วบันทึกผลการทดลองทุกชั่วโมง พบว่า การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ทุกกรรมวิธีจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการแช่ใบในน้ำกลั่น และเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน

ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุม และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังปักแจกัน 28 วัน จนถึงวันสุดท้าย (35 วัน) ในชั่วโมงที่ 1 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์สูงถึง 11 ถึง 14 เท่า ตามลำดับ จากวันแรกที่ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เริ่มต้น เท่ากับ 342.93 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยกรรมวิธีอื่นเพิ่มขึ้นเพียง 2 ถึง 4 เท่า (ภาพที่ 4.9 ก) ส่วนในชั่วโมงที่ 2 และ ชั่วโมงที่ 3 ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุม และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์สูงสุด ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์น้อยกว่าทุกกรรมวิธีตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.10 ข-ค) วันสุดท้ายของการปักแจกัน (35 วัน) ในชั่วโมงที่ 1 ถึง ชั่วโมงที่ 3 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์เท่ากับ 659.38 857.40 และ 939.37 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์กรรมวิธีควบคุม เท่ากับ 4156.84 5559.96 และ 5952.70 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติในทุกกรรมวิธี



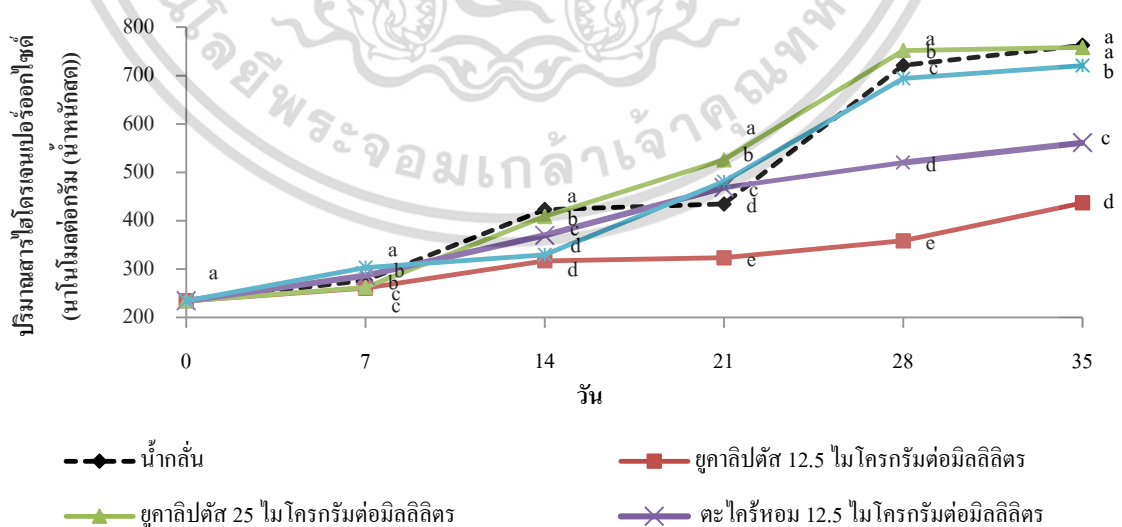
ภาพที่ 4.10 ปริมาณการรั่วไหลของสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ออกนอกเซลล์เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 1 ชั่วโมง (ก) เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 2 ชั่วโมง (ข) และเมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 3 ชั่วโมง (ค) หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จากการวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบในทุกกรรมวิธีทดลองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมตลอดระยะเวลาของการปักแจกัน

ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุดตั้งแต่ 21 ถึง 28 วันของการปักแจกัน ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เริ่มต้นเท่ากับ 234.57 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำกลั่นมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุด 762.35 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 758.02 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและปักแจกันด้วยน้ำกลั่น มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.11)



ภาพที่ 4.11 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและ

น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA)

จากการทดสอบการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลอง มีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมตลอดอายุการปักแจกัน ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ตลอดอายุการปักแจกัน มีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เริ่มต้น 6.67 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์มีค่าเท่ากับ 14.86 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) สำหรับใบปักแจกันด้วยน้ำกลั่น มีค่าเท่ากับ 16.01 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ทั้งสองกรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับใบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.12)

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay

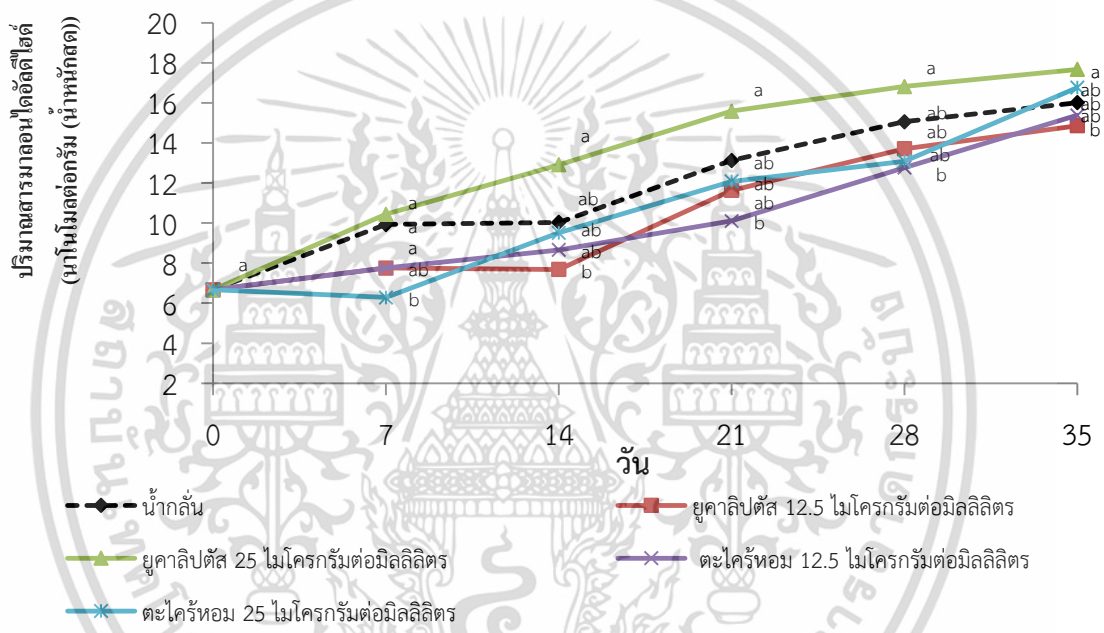
จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระและนำค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมาคำนวณหาความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือค่า IC_{50} โดยถ้าค่า IC_{50} สูงแสดงว่ามีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำถ้าค่า IC_{50} ต่ำแสดงว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงทำให้ใช้ความเข้มข้นน้อย พบว่าใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบทุกกรรมวิธีการทดลอง มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระลดลงตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น (ค่า IC_{50} มีค่าเพิ่มขึ้น) ที่ 7 วันของกรรมวิธีควบคุมมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระน้อยกว่าในใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเริ่มต้นเท่ากับ 1787.65 มิลลิกรัมต่อลิตร การสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกรรมวิธีควบคุม และที่ปักแจกันด้วยด้วยตะไคร้หอม 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีมากกว่าในทุกกรรมวิธี ตั้งแต่วันที่ 14 ถึงวันสุดท้ายของการปักแจกัน โดยวันสุดท้าย (35 วัน) ของการปักแจกัน ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยกรรมวิธีควบคุม มีค่า IC_{50} มากที่สุดเท่ากับ 8909.90 มิลลิกรัมต่อลิตร (เพิ่มขึ้น 3 เท่า)

รองลงมาคือ ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตให้ถือว่าผิดกฎหมาย

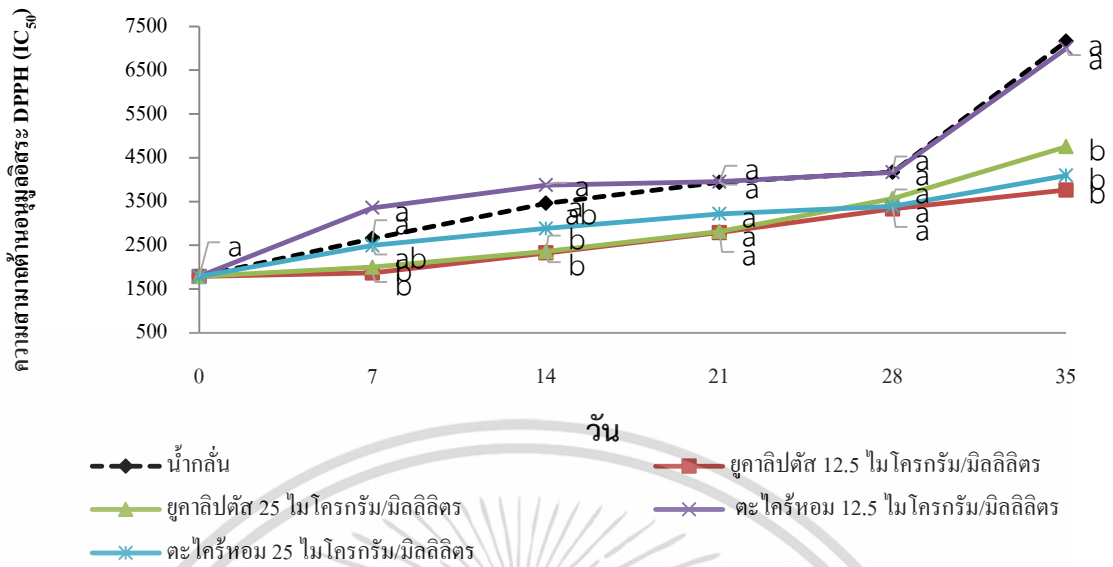
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 7000.61 ทั้งสองกรรมวิธีมีแนวโน้มการสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ในขณะที่ค่า IC_{50} ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 4229.17 (เพิ่มขึ้น 1.4 เท่า) ไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 4308.38 และ 5787.37 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธี ไม่มีความแตกต่างกัน และมีแนวโน้มการสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.13)



ภาพที่ 4.12 ปริมาณมาลอน ไดอัสกีไฮด์ของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.13 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

4.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารด้านการคายน้ำต่ออายุการเก็บรักษา ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

อายุการปักแจกัน

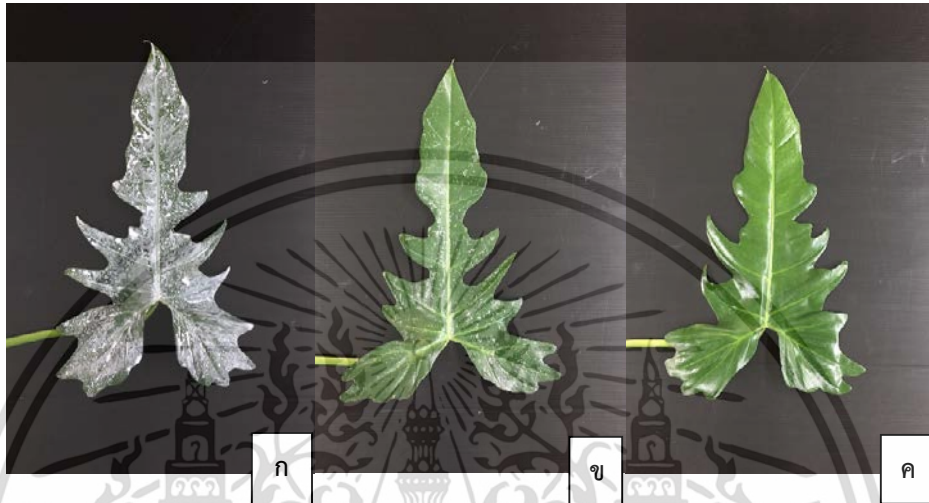
จากการศึกษาประสิทธิภาพสารด้านการคายน้ำ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล (glycerol) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) และ โซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ต่ออายุการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ พบว่า ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยสารด้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันมากที่สุด (59.43 วัน) และมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (42.86 วัน) แต่ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมทางสถิติ (ตารางที่ 4.6)

ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกัน 56.00 และ 54.00 วัน และแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม เมื่อเปรียบเทียบกับเฉพาะใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 2 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 4.6) และใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารต้านการคายน้ำทั้ง 3 ชนิด และทุกความเข้มข้นพบว่ามียาการปักแจกันที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใบพิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำแมกนีเซียมคาร์บอเนตใบจะเป็นคราบสีขาว (ภาพที่ 4.14 ก) และใบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตใบจะเห็นเป็นคราบเกลือสีขาวทำให้ดูไม่สวยงาม (ภาพที่ 4.14 ข) ต่างจากใบพิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยกลีเซอรอลใบดูเป็นมันวาวดูสวยงาม (ภาพที่ 4.14 ค)



ภาพที่ 4.14 ใบพิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำ (ก) แมกนีเซียมคาร์บอเนต โซเดียมคาร์บอเนต (ข) และกลีเซอรอล (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 อายุการปักแจกันของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารด้านการคายน้ำกลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และ โซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์

กรรมวิธี	อายุการปักแจกัน (วัน)	
น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)	42.86 ± 9.01 c*	
กลีเซอรอล	2 เปอร์เซ็นต์	59.43 ± 8.62 a
	4 เปอร์เซ็นต์	48.29 ± 5.59 bc
	6 เปอร์เซ็นต์	47.43 ± 6.26 bc
	8 เปอร์เซ็นต์	49.71 ± 3.73 abc
แมกนีเซียมคาร์บอเนต	2 เปอร์เซ็นต์	51.43 ± 7.09 abc
	4 เปอร์เซ็นต์	47.71 ± 2.69 bc
	6 เปอร์เซ็นต์	56.00 ± 7.39 ab
	8 เปอร์เซ็นต์	54.00 ± 3.27 ab
โซเดียมคาร์บอเนต	2 เปอร์เซ็นต์	49.43 ± 7.55 abc
	4 เปอร์เซ็นต์	52.00 ± 2.31 abc
	6 เปอร์เซ็นต์	53.14 ± 4.14 abc
	8 เปอร์เซ็นต์	49.71 ± 3.55 abc

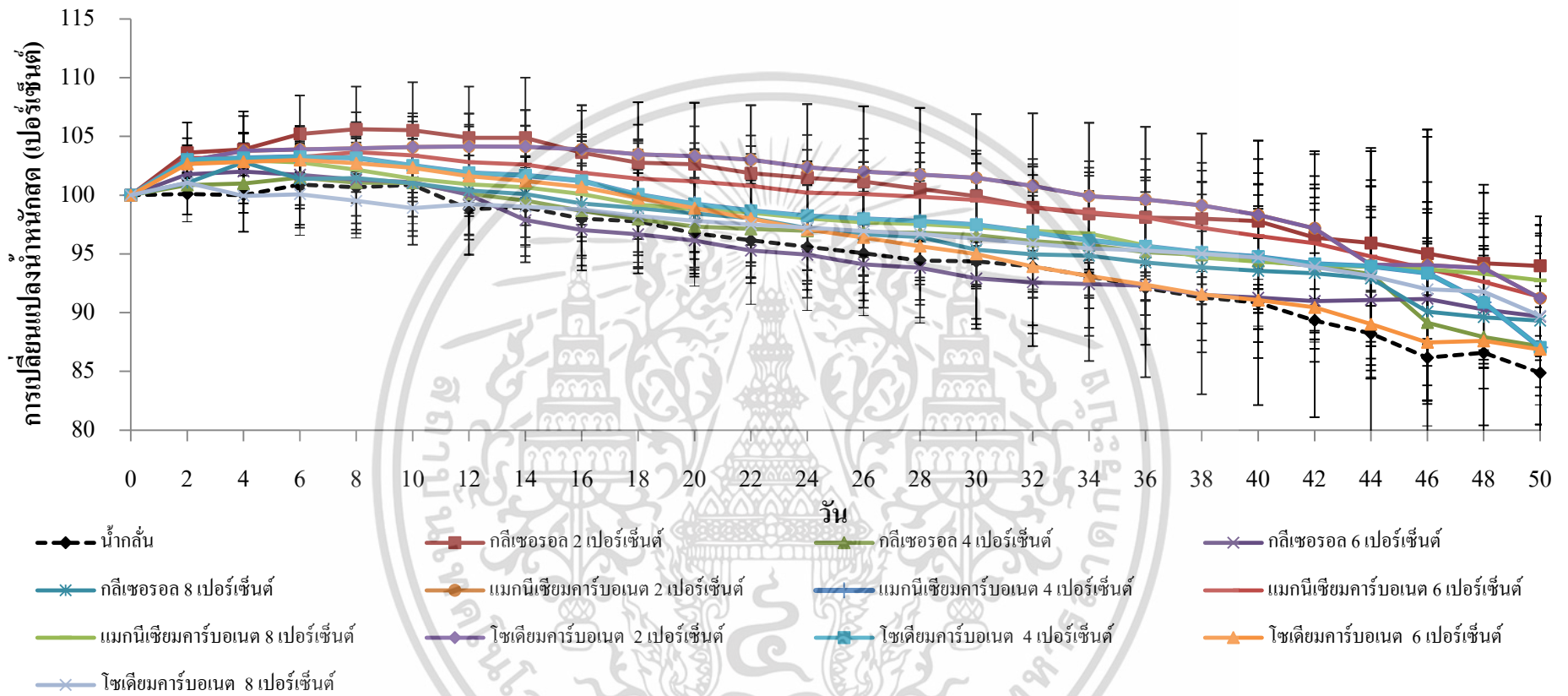
*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดโดยการกำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่าไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังพ่นสารด้านการคายน้ำตามกรรมวิธีต่างๆ พบว่าจาก 0 ถึง 10 วัน ทุกกรรมวิธีมีน้ำหนักสดสูงกว่าวันเริ่มต้นการปักแจกัน (วันที่ 0) ยกเว้นกรรมวิธีที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดลดลงตั้งแต่วันที่ 4 ของการปักแจกัน หลังจาก 10 วัน ทุกกรรมวิธีน้ำหนักสดมีแนวโน้มลดลงตามอายุการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น

ในขณะที่ไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ มีการลดลงของน้ำหนักสดช้าที่สุด วันสุดท้ายของการปักแจกัน (50 วัน) กรรมวิธีที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักสดน้อยที่สุดเท่ากับ 74.45 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีควบคุมมีน้ำหนักสดเท่ากับ 84.87 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 4.15)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



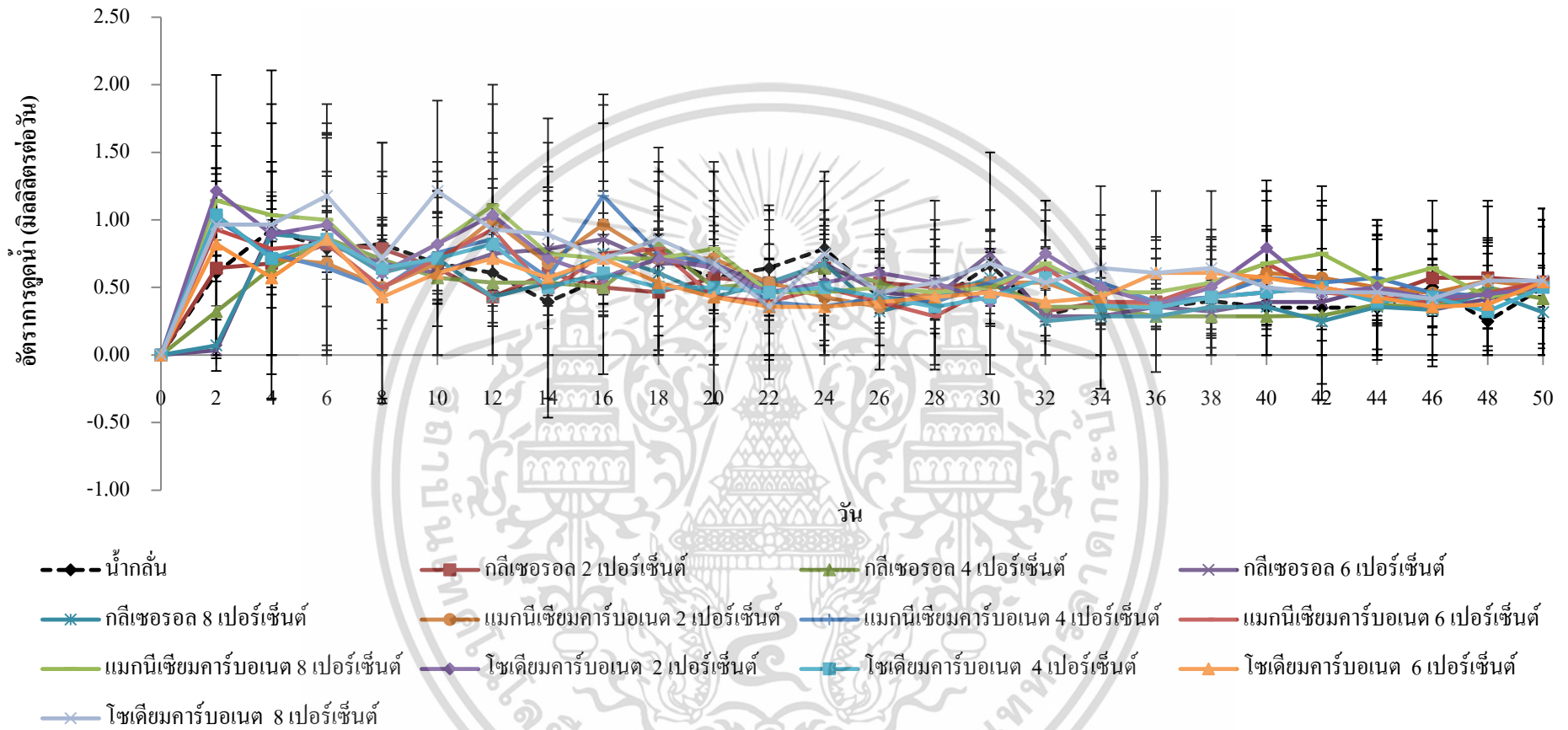
ภาพที่ 4.15 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของไบโฟิลเดนดรอนพลูจิบหลังได้รับสารด้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และ โซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์

อัตราการดูดน้ำ

อัตราการดูดน้ำของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารด้านการคายน้ำตามกรรมวิธีต่างๆ โดยทำการวัดทุก 2 วัน พบว่า ใน 2 วันแรก มีอัตราการดูดน้ำ 0.04 ถึง 1.21 มิลลิลิตรต่อวัน หลังจากนั้นกรรมวิธีที่พ่นด้วยกลีเซอรอลทุกความเข้มข้นและกรรมวิธีควบคุมมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น ในขณะที่กรรมวิธีที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตกับโซเดียมคาร์บอเนตทุกความเข้มข้นมีอัตราการดูดน้ำลดลง แต่อัตราการดูดน้ำที่ลดลงและเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ วันสุดท้ายของการปักแจกัน (50 วัน) ทุกกรรมวิธีที่อัตราการดูดน้ำในช่วง 0.32 ถึง 0.55 มิลลิลิตรต่อวัน กรรมวิธีที่มีอัตราการดูดน้ำลดลงเร็วที่สุดคือกรรมวิธีที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตและใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการดูดน้ำน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.16)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.16 อัตราการดูดน้ำของไบโพลีเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารด้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์

4.7 การทดลองที่ 7 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเก็บรักษาไบโพลีเดนดรอนพลูจิบ โดยการใช้กลีเซอรอลและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อคุณภาพไบโพลีเดนดรอนพลูจิบ

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเก็บรักษาไบโพลีเดนดรอนพลูจิบจำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่พดซึ่งและไม่ใช้สารด้านการคายน้ำ) 2) พดซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 3) พนไบโพลีเดนดรอนพลูจิบด้วยสารด้านการคายน้ำกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และ 4) พดซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรรวมกับการใช้สารด้านการคายน้ำกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นปักก้านไบโพลีเดนดรอนพลูจิบในหลอดพลาสติกที่บรรจุน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรแล้วบรรจุลงกล่อง นำเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

การประเมินไบโพลีเดนดรอนที่สามารถใช้งานต่อได้

ผลการศึกษาจากการประเมินลักษณะทางกายภาพของไบโพลีเดนดรอนหลังจากออกจากกล่อง พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 ถึง 9) ไบโพลีเดนดรอนพลูจิบทุกกรรมวิธี ไบยังมีสภาพปกติสามารถนำไปปักแจกันต่อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาที่ 12 วัน ไบเริ่มมีการเสื่อมสภาพโดยแสดงลักษณะอาการเหลือง (ภาพที่ 4.17) ทุกกรรมวิธีสามารถนำไปใช้งานต่อได้ 92.86 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้ของไบโพลีเดนดรอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาที่ 15 และ 18 วัน ลดลงอย่างรวดเร็วในทุกกรรมวิธี วันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) พบว่ากรรมวิธีที่พดซึ่งรวมกับการใช้สารด้านการคายน้ำมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้มากที่สุด คือ 85.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ พดซึ่งอย่างเดียว สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 71.43 64.29 และ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18)

กรรมวิธีควบคุม



พัลซิ่ง



สารต้านการคายน้ำ



พัลซิ่ง ร่วมกับ
สารต้านการคายน้ำ

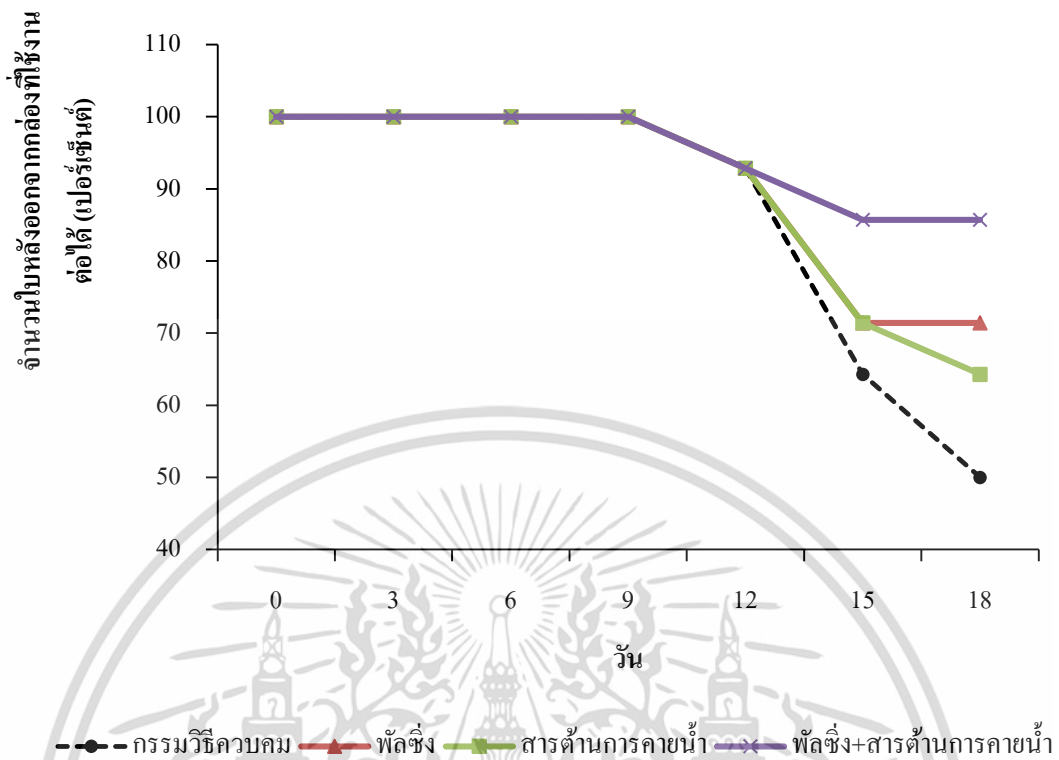


0 3 6 9 12 15 18

อายุการเก็บรักษา (วัน)

ภาพที่ 4.17 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาที่ผู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

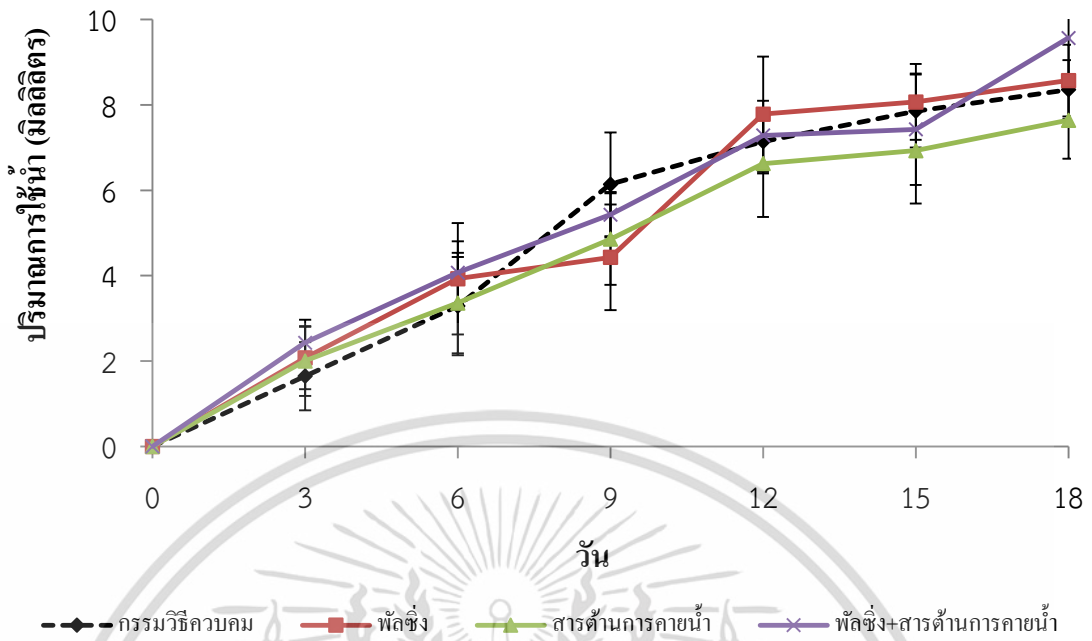
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



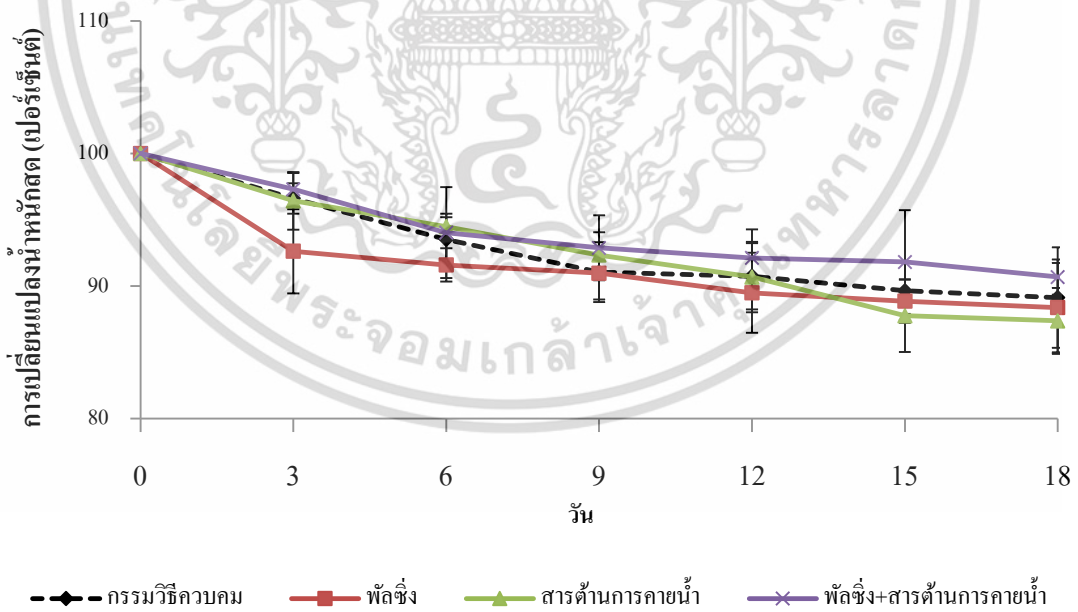
ภาพที่ 4.18 เปอร์เซนต์ใบที่รอดชีวิตหลังจากนำไปใช้งานต่อได้หลังการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

ปริมาณการใช้น้ำและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

ผลการศึกษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีการใช้น้ำอยู่ในช่วง 0.53 – 1.35 มิลลิลิตร วันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีการใช้น้ำเท่ากับ 0 มิลลิลิตร และวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) กรรมวิธีที่ฟัลซิ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำมีการใช้น้ำมากที่สุด คือ 0.98 มิลลิลิตร รองลงมาคือฟัลซิ่งอย่างเดียว ใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีควบคุมมีการใช้น้ำน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.09 0.84 และ 0.69 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.17) เมื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดพบว่าทุกกรรมวิธีน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่อง ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) พบว่ากรรมวิธีที่ฟัลซิ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดน้อยกว่าทุกกรรมวิธี มีค่าเท่ากับ 90.67 เปอร์เซนต์ ส่วนกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่ฟัลซิ่งและใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว มีค่าเท่ากับ 89.12 88.37 และ 87.37 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18)



ภาพที่ 4.19 ปริมาณการใช้น้ำของไบฟีโลเคนครอนพลูจิบไบฟีโลเคนครอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาที่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน



ภาพที่ 4.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของไบฟีโลเคนครอนพลูจิบไบฟีโลเคนครอนพลูจิบหลังการเก็บรักษาที่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

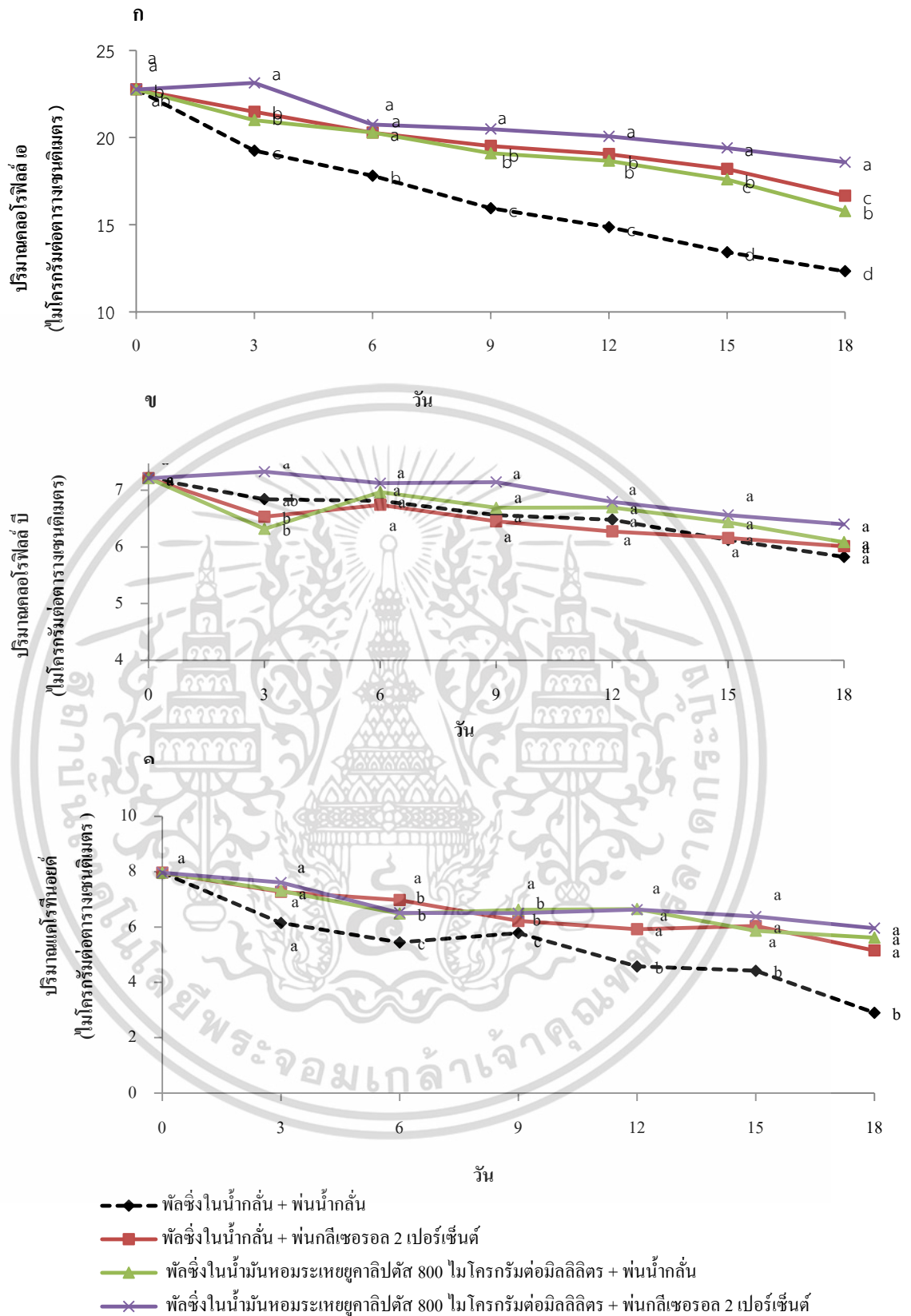
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์ ในใบโพลีเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่ง และ/หรือการพ่นสารด้านการคายน้ำ ทั้ง 4 กรรมวิธีมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ ลดลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 4.21)

เมื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่า กรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ลดลงช้าที่สุดและมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่ากรรมวิธีควบคุมในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และมากกว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียวหรือการใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันที่ 0 ใบโพลีเดนดรอนพลูจีบมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เริ่มต้น 22.76 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่ง ร่วมกับพ่นด้วยสารด้านการคายน้ำ มีค่ามากที่สุดคือ 18.59 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือกรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียว (16.66 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) กรรมวิธีที่ใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว (15.78 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ น้อยที่สุด (12.32 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.21 ก) เมื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ บี พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.21 ข)

เมื่อศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ พบว่ากรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำมีปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงช้าที่สุดและปริมาณแคโรทีนอยด์ในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0 ถึง 3 วัน) ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมแต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 6 จนถึงวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา โดยปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่า 7.96 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรและสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 5.95 ไมโครกรัมต่อตารางและในวันที่ 6-18 ของการเก็บรักษาพบว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว กรรมวิธีที่พ่นสารด้านการคายน้ำ และกรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันและมากกว่าชุดควบคุมในทางสถิติ (ภาพที่ 4.21 ค)



ภาพที่ 4.21 ผลของการใช้สารด้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) คลอโรฟิลล์ บี (ข) และแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบ ฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ (electrolyte leakage)

เมื่อนำใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการนำไฟฟ้า พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0-12 วัน) สารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์รั่วไหลออกนอกเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 และ 18 วันหลังการเก็บรักษา ยกเว้นกรรมวิธีควบคุม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 9 ของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาใบพืโลเดนดรอนพลูจีบเป็นเวลา 9-18 วัน กรรมวิธีควบคุมมีสารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซึ่งอย่างเดียว การใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 544.01 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ 1008.02 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีกรรมวิธีใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซึ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 904.39 880.73 และ 815.62 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ก)

เมื่อนำใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับชั่วโมงที่ 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซึ่งอย่างเดียว การใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 550.57 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ 1027.25 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยกรรมวิธีใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซึ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 920.00 889.78 และ 873.09 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ข)

เมื่อนำใบพืโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับชั่วโมงที่ 1 และชั่วโมงที่ 2 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12-18 วัน กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซึ่งอย่างเดียว การใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 567.47 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการ

เก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ

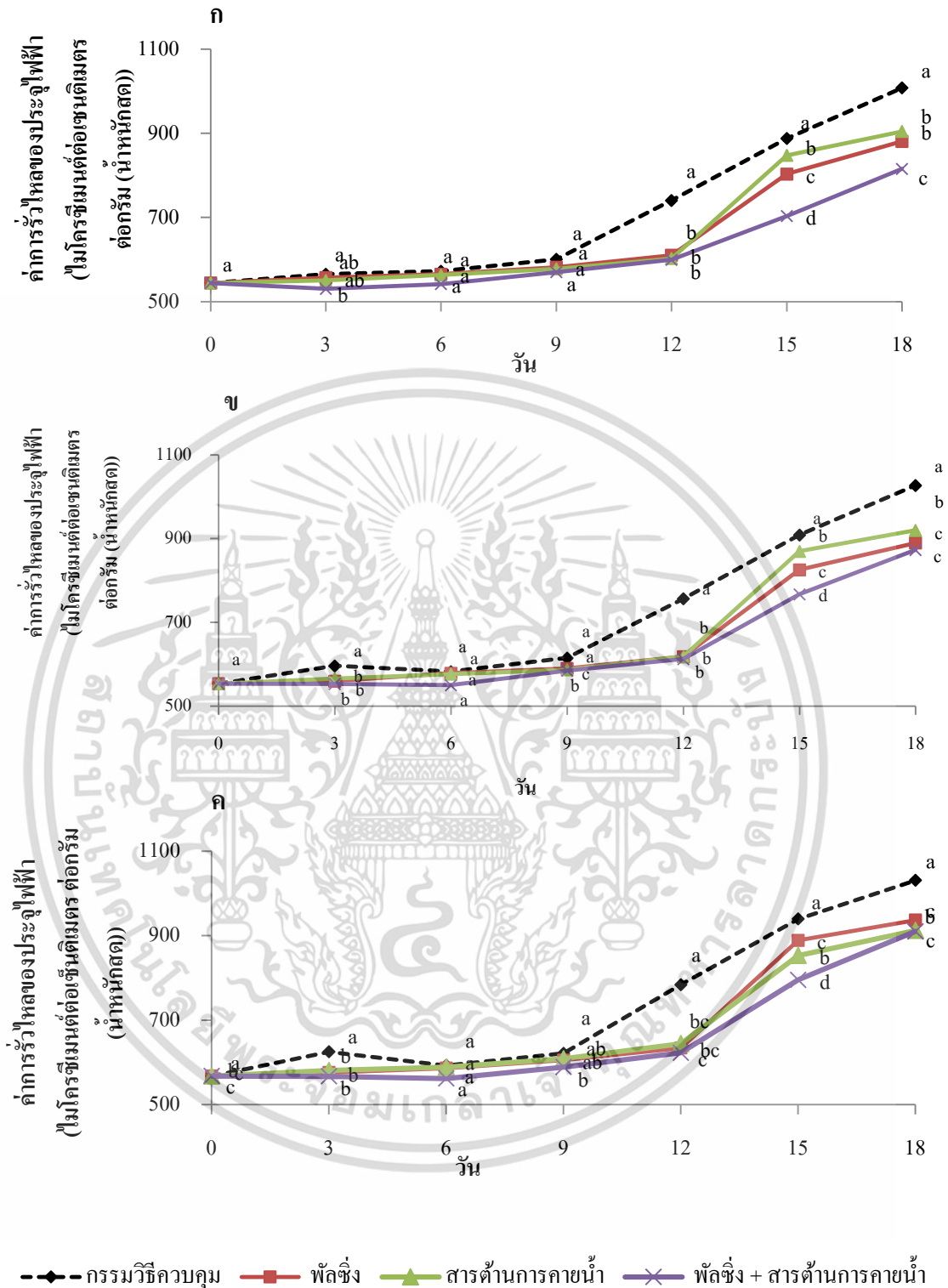
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1030.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีกรรมวิธีใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซึ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 936.78 912.22 และ 910.06 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ค)

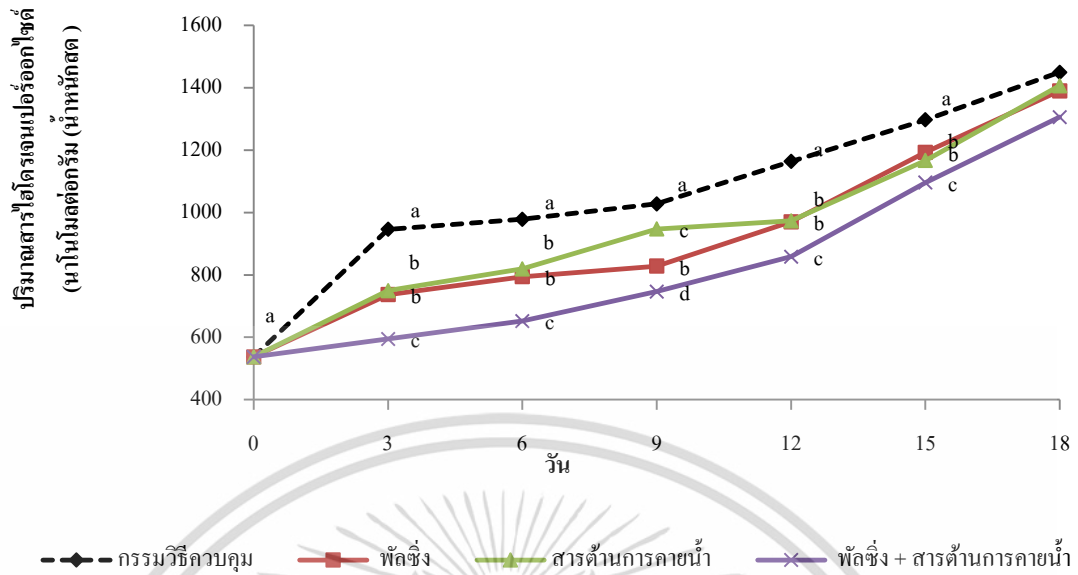
การหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ผลการศึกษา พบว่าทุกอายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 15 และ 18 วัน (ยกเว้น 0 วัน ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา) ทุกกรรมวิธีมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่ากรรมวิธีพัลซึ่งอย่างเดียว การใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นในทางสถิติด้วย ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 537.13 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 1449.07 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พัลซึ่งอย่างเดียว ใช้สารด้านการคายน้ำอย่างเดียวและกรรมวิธีพัลซึ่งร่วมกับการใช้สารด้านการคายน้ำจะมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลง มีค่าเท่ากับ 1406.16 1389.81 และ 1305.56 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.23)



ภาพที่ 4.22 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแกลก้นในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ของใบฟีโลเดนดรอนพล จิบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

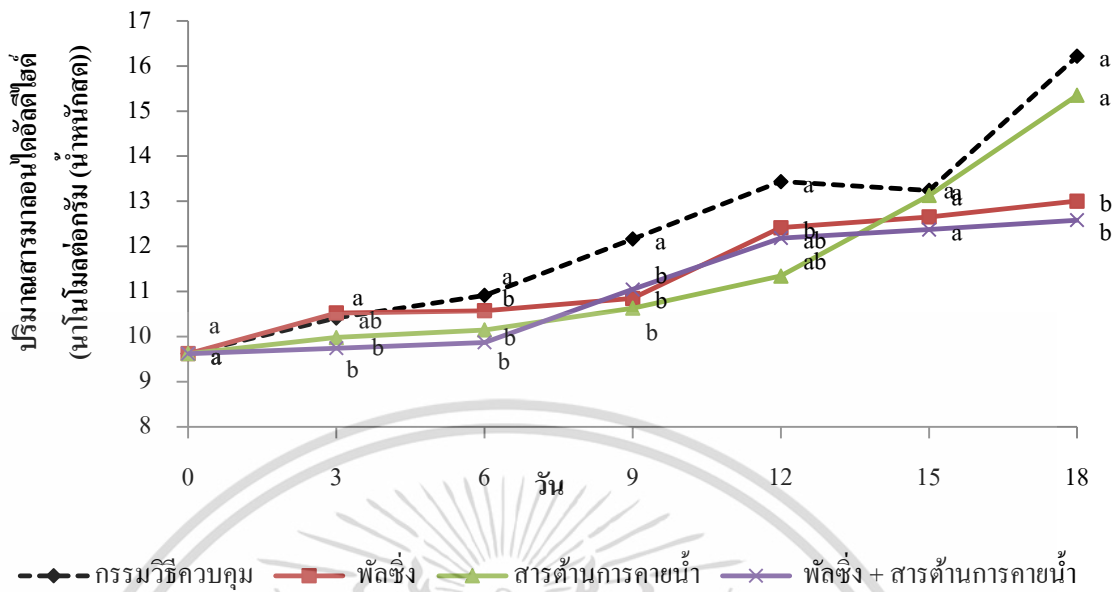
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.23 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ของใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA)

ผลการศึกษา พบว่าเมื่อเก็บรักษา 3 6 9 12 15 และ 18 วัน (ยกเว้น 0 วัน ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา) การเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการหาปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ และการหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์สูงกว่ากรรมวิธีพืลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพืลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นในทางสถิติในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์เท่ากับ 9.62 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 16.22 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พืลซิ่งอย่างเดียว ใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียวและกรรมวิธีพืลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำจะมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงมีค่าเท่ากับ 15.35 13.01 และ 12.58 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.24)



ภาพที่ 4.24 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแฉกในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณมาลอนไดออลดีไฮด์ (MDA) ของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

อายุการปักแฉก

ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ทำการส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษาด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และปักก้านใบด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยไม่ผ่านการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (0 วัน) มีอายุการปักแฉกนานที่สุด 26.14 วัน และมีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่นทางสถิติ เมื่อเก็บรักษา 18 วัน ใบฟีโลเดนดรอนในกรรมวิธีควบคุมแสดงอาการเสื่อมสภาพ แสดงลักษณะสีเหลือง ทุกระยะเวลาการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่ไม่ผ่านการเก็บรักษาในทุกกรรมวิธีมีอายุการปักแฉก 18.00-26.14 วัน เมื่อนำไปเก็บรักษามีผลทำให้มีอายุการปักแฉกลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 วัน ฟีโลเดนดรอนพลูจิบทุกกรรมวิธีมีอายุการปักแฉกเหลือ 4.67-8.17 วัน (ตารางที่ 4.7)

ตารางที่ 4.7 ผลของสารต้านการคายน้ำ (กลีเซอรอล) ร่วมกับการปักแฉกในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่ออายุการปักแฉกของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

กรรมวิธี*	ระยะเวลาการเก็บรักษา						
	0	3	6	9	12	15	18
กรรมวิธีควบคุม	18.00 ± 3.00 c*	17.43 ± 2.23 b*	16.86 ± 1.21 b*	14.57 ± 1.72 b*	11.00 ± 0.89 b*	7.33 ± 0.58 b*	4.67 ± 0.58 c*
สารปักแฉก	24.43 ± 1.90 ab	23.71 ± 2.43 a	21.43 ± 4.72 ab	19.29 ± 4.86 ab	14.57 ± 1.27 ab	10.17 ± 1.72 a	6.50 ± 0.58 ab
สารพอลิซิ่ง + สารต้านการคายน้ำ (พ่น)	18.57 ± 2.82 bc	18.29 ± 4.11 b	17.71 ± 2.36 ab	16.14 ± 2.54 ab	14.00 ± 2.45 ab	11.00 ± 1.73 a	5.33 ± 1.21 bc
สารต้านการคายน้ำ (พ่น) + สารปักแฉก	22.29 ± 3.99 abc	19.86 ± 4.30 ab	18.71 ± 2.69 ab	17.00 ± 2.52 ab	13.71 ± 1.60 ab	10.00 ± 2.24 a	4.75 ± 0.96 bc
สารพอลิซิ่ง	21.29 ± 5.15 abc	22.00 ± 1.63 ab	20.57 ± 2.88 ab	18.14 ± 3.63 ab	14.33 ± 2.16 ab	10.17 ± 1.17 a	6.00 ± 0.71 ab
สารพอลิซิ่ง + สารปักแฉก	22.71 ± 1.50 abc	20.43 ± 2.30 ab	20.00 ± 3.70 ab	17.14 ± 4.60 ab	12.86 ± 2.73 b	10.33 ± 1.03 a	5.75 ± 1.26 bc
สารพอลิซิ่ง + สารต้านการคายน้ำ (พ่น) + น้ำกลั่น	23.57 ± 5.32 abc	22.57 ± 3.41 ab	20.14 ± 3.76 ab	18.14 ± 2.85 ab	14.50 ± 2.81 ab	7.33 ± 0.52 b	4.67 ± 0.52 c
สารพอลิซิ่ง + สารต้านการคายน้ำ (พ่น) + สารปักแฉก	26.14 ± 2.85 a	24.43 ± 3.41 a	23.43 ± 1.27 a	21.43 ± 1.99 a	16.86 ± 1.46 a	12.14 ± 1.21 a	8.17 ± 0.41 a

กรรมวิธี : สารพอลิซิ่ง + สารต้านการคายน้ำ (พ่น) + สารปักแฉก

*ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้ง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

ศึกษาผลของสภาพการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศที่แตกต่างกันของใบพัดวิ ไบมอน สเตราและไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ พบว่า ไบฟีโลเดนดรอนพลูจิบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง มีอายุการเก็บรักษาได้นานที่สุดคือ 27.60 วัน (ตารางที่ 4.1) เนื่องจากการเก็บรักษาผลิตผลในอุณหภูมิต่ำเป็นวิธีที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่ง ซึ่งการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำ ทำให้ปัจจัยต่างๆ มีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด (จริงแท้ ศิริพานิช. 2544; Pantastico. 1975; Wang. 1990; Kader. 1992) และอุณหภูมิต่ำช่วยป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ โดยการลดอุณหภูมิหลังการเก็บเกี่ยวให้ต่ำลงและเก็บภายใต้บรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ช่วยให้การเก็บรักษานานขึ้น (Nowak and Rudnicki. 1990) อุณหภูมิต่ำหลังการเก็บเกี่ยวช่วยให้ปริมาณของเอนไซม์ที่ทำลายเนื้อเยื่อลดลง ชะลอการเจริญและลดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษา ชะลออัตราการหายใจ เมตาบอลิซึมต่าง ๆ ภายในเซลล์ให้ช้าลง ชะลอการสูญเสียน้ำ ลดการสร้างเอทิลีนที่เป็นตัวเร่งการเสื่อมสภาพได้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2538; สายชล เกตุษา. 2531) นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำยังชะลอการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์และลดการเข้าทำลายของเชื้อจุลินทรีย์ต่าง ๆ ระหว่างการเก็บรักษา (Nowak and Rudnicki. 1990) จากผลการทดลองพบว่าไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด ที่ปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิต่ำร่วมกับสภาพมีแสง มีอายุการปักแฉกกัน ได้นานกว่าการปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นถึงการทำงานร่วมกันแสงกับอุณหภูมิต่ำจะช่วยให้การยืดอายุได้ดี สอดคล้องกับการทดลองของ Moneruzzaman *et al.* (2010) พบว่า ดอก Bougainvillea ที่ปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่ปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าใบที่ปักแฉกกันภายใต้สภาพที่ไม่มีแสง แสดงอาการใบเหลืองเร็วกว่าใบที่ปักแฉกกันที่มีแสง (ตารางที่ 4.1) เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นโมเลกุลที่ไม่ค่อยเสถียร สลายตัวง่าย เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ในใบไม้จะเห็นได้ชัดในใบที่อยู่ในที่ที่บดแสงใบจะเหลืองในเวลาไม่ผ่านการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ขึ้นอยู่กับแสง ในที่มีแสงมากจะกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ปริมาณมาก (Behera and Biswal 1990) สอดคล้องกับการทดลองของ Bieleski *et al.* (1992) พบว่า การเก็บรักษาเบญจมาศ หรือพืชอื่นๆ ใบจะมีอาการสีเหลืองถ้าเก็บไว้ในที่มีมืดหรือมีแสงน้อยและมีอุณหภูมิสูง

เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด และอัตราการคูดน้ำของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด หลังการปักแฉกกัน พบว่าการปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สภาพไม่มีแสง มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและอัตราการคูดน้ำน้อยกว่าการปักแฉกกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสที่มีแสง เนื่องจากในสภาพมืดหรือไม่มีแสงพืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำพืชจะปิดปากใบทำให้น้ำหนักสดและอัตราการคูดน้ำลดลงน้อยกว่าในสภาพที่มีแสง ความชื้นสัมพัทธ์

ภายในตู้เย็นก็มีผลต่อการยืดอายุเช่นกัน ถ้าอากาศภายนอกมีความชื้นสูง อัตราการคายน้ำก็จะต่ำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ดังนั้นอุณหภูมิสูงมีความสัมพันธ์สูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้ใบที่เก็บรักษาในที่เย็นมีอายุเก็บรักษาที่นานกว่า และลดอัตราการสูญเสียน้ำได้ (Shtein *et al.* 2011) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดไม่มีความสัมพันธ์กัน

เนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ใบที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ มีพื้นที่ใบมาก มีโอกาสเกิดการสูญเสียน้ำและการคายน้ำมากกว่าใบที่มีขนาดเล็ก จากการทดลองใบมอนสเตอร์มีขนาดใหญ่กว่าทำให้มีอัตราการดูดน้ำมากกว่า ใบฟิลิเดนดรอนพลูจีบ และใบพัควี รวมถึงก้านใบที่มีขนาดใหญ่กว่าพีชก็สามารถดูดน้ำได้มากกว่าเช่นกัน แต่ในบางกรณีพีชมีก้านใบขนาดใหญ่ ท่อลำเลียงจะมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย เมื่อมีการดูดน้ำฟองอากาศจะสามารถแทรกเข้าไปปิดท่อลำเลียงจึงเป็นสาเหตุขัดขวางการดูดน้ำทำให้ดูดน้ำน้อยลงได้ ดังผลการทดลองที่พบว่าใบพัควีที่มีก้านใบขนาดเล็กแต่มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าใบฟิลิเดนดรอนพลูจีบที่มีก้านใบขนาดใหญ่ โครงสร้างภายในของใบพืช เช่น พืชที่ใบมีชั้นผิวใบ (cuticle) หนา หรือมีความมันวาวมาก น้ำก็ยิ่งระเหยออกได้ยากมากกว่าชั้นผิวใบบาง ปัจจัยสำคัญอีกข้อหนึ่งที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้ตัดใบคือ การอุดตันของท่อน้ำภายในก้านเนื่องจากจุลินทรีย์ เซลล์ของใบบางส่วนที่แช่อยู่ในน้ำจะตายไปตามอายุและเป็นที่ยึดของจุลินทรีย์ซึ่งจะแบ่งตัวอย่างรวดเร็วและกระจายไปทั่วในสารละลายที่ใช้ปักแจกัน จุลินทรีย์เหล่านี้อาจสร้างสารบางอย่างขึ้นมาและเป็นสาเหตุให้ท่อน้ำอุดตัน และตัวจุลินทรีย์เหล่านี้ ถ้ามีปริมาณมากก็จะขัดขวางทางเดินน้ำได้ จึงมีผลให้ใบดูดน้ำไม่ได้และเหี่ยวอย่างรวดเร็วเนื่องจากการขาดน้ำ (ช.ณิ ภู่วรรณ สุธสุวรรณ . 2545; Van Doorn *et al.* 1990) ในใบที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้องการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะสูงกว่าในสภาพเย็นทำให้เกิดการอุดตันมากกว่า มีการดูดน้ำได้น้อย น้ำหนักสดลดลงเร็วกว่า ดังผลการทดลองของใบทั้งสามชนิดที่พบว่าใบที่ปักแจกันในอุณหภูมิห้องมีอายุการปักแจกันน้อยกว่าที่ปักแจภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง

ในการทดลองนี้ศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด ได้แก่ ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม มะกรูด สะระแหน่ ขิง มะนาว ส้มโอ พริกไทย โหระพาและอีหრა พบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีการแย่งจับไอออนดีที่สุด โดยมีค่า $IC_{50} = 0.23$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาเป็นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม มีค่า $IC_{50} = 0.93$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร โดยเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน EDTA ที่มีค่า $IC_{50} = 0.0018$ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารคีเลต 2,2-bipyridyl กับ สาร picolinic acid เป็นสารที่ใช้ในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และชะลอการเสื่อมสภาพในดอกไม้ มีค่าเท่ากับ 0.0069 และ 0.029 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ (ตารางที่ 4.2) แสดงให้เห็นว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีความสามารถในการแย่งจับไอออนได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Guleria *et al.* (2011) และ Olaiya *et al.* (2016) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและน้ำมัน

หอมระเหยตะไคร้หอม มีความสามารถในการจับกับไอออน สารคีเลตเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถจับ

กับแร่ธาตุประจุบวก เช่น เหล็ก สังกะสี ทองแดง ได้ดีโดยล้อมแคตไอออนหรือประจุบวกของธาตุที่เป็นโลหะไว้ป้องกันไม่ให้ประจุลบเข้ามาทำปฏิกิริยาได้ สารคีเลตถูกนำมาใช้เป็นวัตถุเจือปนในการถนอมอาหารเพื่อจับกับโลหะที่ปนเปื้อนมากับอาหารหรือจากกระป๋องบรรจุอาหาร โลหะเป็นส่วนสำคัญทำให้อาหารเน่าเสีย และเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น การเกิดออกซิเดชันของลิพิด รังควาญวิตามิน ทำให้คุณค่าทางอาหารลดลง สารคีเลตยังนำมาใช้ในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบไม้หลายชนิด เช่น สารคีเลต 2,2-bipyridyl ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้และดอกไม้ รวมถึงชะลอการสุกของผลไม้ (Knee. 1996) และสาร 8-hydroxyquinoline จัดเป็นสารคีเลตเช่นกัน และเป็นสารที่นิยมใช้ในการยืดอายุไม้ตัดดอกหลาย มีคุณสมบัติหลักในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในสารส่งเสริมคุณภาพ ช่วยป้องกันการอุดตันของท่อน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ หรือสารที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น เพื่อให้ก้านดอกไม้ดูน้ำได้ตามปกติ (Van Doorn and Perik, 1990) Tetley and Thimann. (1975) รายงาน สารคีเลต dipyritydyl ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบ โดยใช้คุณสมบัติการจับกับไอออน Fe^{2+} ที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมเป็นสารธรรมชาติที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และสลายตัวได้ง่าย และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยการจับกับไอออนเหล็ก อาจมีผลทำให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับยืดอายุใบไม้โตนครอนพลูจีบต่อไป

โดยปกติน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถรวมตัวหรือผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำได้ จึงจำเป็นต้องใช้กลไกการเกิดอิมัลชัน การเกิดอิมัลชันเป็นกลไกการทำให้อะเลเวลแตกตัว กระจายเป็นหยดขนาดเล็กๆ ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลว 2 ชนิด การเลือกชนิดตัวกระทำอิมัลชันและปริมาณที่ใช้จะมีผลต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน โดยอิมัลชันที่มีขนาดเล็กๆ ก็จะมีพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นจึงต้องการตัวกระทำอิมัลชันเพิ่มขึ้น (Weiss. 1999) การทำให้อิมัลชันคงตัว เพื่อไม่ให้แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ ด้วยการลดแรงตึงผิวของของเหลวทั้งสองส่วน โดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) อิมัลซิไฟเออร์ คือสารที่ใช้ลดแรงตึงผิว (surface tension) ของของเหลว โดยช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกเป็นชั้น ค่าศักย์ซีต้าสามารถนำมาทำนายค่าความคงตัวของการกระจายตัวของอนุภาคได้ถ้าค่าศักย์ซีต้า ถ้ามีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง +30 มิลลิโวลต์หรือประมาณศูนย์ สารแขวนลอยไม่เสถียรมีการเกาะรวมตัวกันเป็นกลุ่มและตกตะกอน เรียกจุดที่ค่าศักย์ซีต้า เท่ากับศูนย์ว่า isoelectric point (พิศัญญ์ สิงห์ใจ. 2551) เนื่องจากอนุภาคที่มีค่าศักย์ซีต้า เป็นบวกหรือลบน้อยทำให้ไม่มีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามา ดังนั้นจึงไม่เกิดเสถียรภาพการกระจายตัวหรือเกิดการรวมตัวกัน (Washington. 2003) ผลการศึกษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมไปปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในรูปอิมัลชันด้วยสารลดแรงตึงผิว neopelex พบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (80 : 20) มีขนาดอนุภาคเท่ากับ 361.60 นาโนเมตร ค่าศักย์ซีต้าเท่ากับ

-64.75 มิลลิโวลต์ และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (60 : 40) มีขนาดอนุภาคเท่ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

482.80 นาโนเมตร ค่าศักย์ซีต้าเท่ากับ -90.37 มิลลิโวลต์ (ตารางที่ 4.3) ค่าศักย์ซีต้า อยู่ระหว่าง - 40 ถึง -50 มิลลิโวลต์ ระบบจะคงตัวอยู่ได้อย่างน้อย 2 ปี (Washington, 2003) สามารถบ่งชี้ได้ว่ามีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามาได้ ซึ่งจะไม่วางตัวเกาะกันเป็นกลุ่มและตกตะกอน หรือเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน จากการวัดขนาดอนุภาคและความเสถียรของอิมัลชันของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม โดยเลือกน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (80 : 20) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (60 : 40) เพื่อศึกษาผลของสารละลายน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ต่อการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ โดยทำการพ่นซึ่งใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบด้วยน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง การแช่ก้านดอกในสารละลายเพียงระยะหนึ่งก่อนนำไปปักแจกันในน้ำเปล่า หรือที่เรียกว่าการพ่นซึ่ง เป็นการเพิ่มอาหารสะสมระหว่างการบรรจุกล่องในกระบวนการขนส่ง โดยทั่วไปในไม้ตัดใบนิยมพ่นซึ่งด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งจะยับยั้งกระบวนการเสื่อมสภาพทั้งกระบวนการสังเคราะห์และการทำงานของเอทีเอ็น (Rubinstein, 2000) สาร 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine, BA) เป็นสารในกลุ่มไซโตไคนินที่มีผลชะลอการหายใจ การเสื่อมสภาพ (การเหลืองของใบ) และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Thimann, 1980) การเติม BA ลงในน้ำยาปักแจกันสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของดอกไม้ เช่น ดอกเบญจมาศ และคาร์เนชั่น ดอกช่อนกลิ่น (Tatmala *et al.* 2012) และการพ่นซึ่งเฟิร์นนาคราชด้วยสารในกลุ่มไซโตไคนินสามารถชะลออัตราการคุดน้ำ และชะลอการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้ (Ngamkham *et al.* 2011) นอกจากนี้ไซโตไคนินการพ่นซึ่งด้วยน้ำตาลยังเป็นเพิ่มอาหารให้แก่ไม้ใบ รักษาสมดุลของน้ำภายในใบและก้านใบ ช่วยให้ก้านใบคุดน้ำได้ดีขึ้นและยังป้องกันการระเหยน้ำออกจากใบได้โดยมีผลทำให้ปากใบปิด (สายชล เกตุษา, 2531) รวมทั้งการใช้สารฆ่าจุลินทรีย์ (germicide) เช่น 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน (8-hydroxyquinoline sulphate, HQS) จะช่วยยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและเชื้อรา ซึ่งจะลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านใบได้ นฤกร เทพสุวรรณ และคณะ (2561). รายงานว่ากุหลาบที่พ่นซึ่งในสารละลายที่มีส่วนผสมของ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน และน้ำตาลซูโครส มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด นอกจากนี้ดอกกุหลาบที่ผ่านการพ่นซึ่งมีอัตราการคุดน้ำมากกว่า และมีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกใหญ่กว่าดอกกุหลาบชุดควบคุม จากผลการทดลองใบฟีโลเดนดรอนที่พ่นซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันนานสุด ซึ่งรายงานการวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยหลายชนิดมีคุณสมบัติในการยืดอายุการปักแจกัน (Mallahi *et al.* 2018; Bayat *et al.* 2013; Kazemi and Ameri, 2012; Bayat *et al.* 2011; Fariman and Tehranifar, 2011) และสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้รวมทั้งน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (กาญจนา วรราชฤทธิ์ และคณะ, 2555; Olaiya *et al.* 2016) และยูคาลิปตัส (Khosravi *et al.* 2016) โดยสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น สาร

จำพวกฟีนอล อัลดีไฮด์ (Beuchat and Gloden, 1989; Khosravi *et al.* 2016) แอลกอฮอล์ คีโตน และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรคาร์บอน (Khosravi *et al.* 2016) ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่น่าไปใช้เป็นสารละลายปักแฉกแทนการใช้สารเคมีได้

ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยี่ดอกปักแฉกต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบพีโลเดนดรอนพลูจีบ จากการทดลองพบว่าใบพีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแฉกด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ทำให้ใบอายุการปักแฉกนานที่สุด (ตารางที่ 4.5) อัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดลดลงอย่างช้า (ภาพที่ 4.5 และภาพที่ 4.6) และมีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ สามารถยี่ดอกปักแฉกของดอกไม้ได้หลายชนิด เช่น คาร์เนชัน (Bayat *et al.* 2011) แอสโตรมีเรีย (Bazaz and Tehranifar, 2011) และแกลดิโอลัส (Marandi *et al.* 2011) รวมถึงอัตราการดูดน้ำลดลงช้าด้วย และ Shanan. (2012) ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์ เจอราเนียม และ โป๊ยก็๊ก สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุในการดูดต้นของท่อน้ำของกุหลาบได้และทำให้ก้านกุหลาบดูดน้ำได้ดีขึ้น และในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีองค์ประกอบหลักได้แก่ α -pinene 1,8-cineole β -citronellal (-)-isopulegol และ (+)- β -citronellol (Singh *et al.* 2009) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ (Ramezani *et al.* 2002; Cermelli *et al.* 2008; Astani *et al.* 2010) ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสจึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์จึงทำให้ใบพีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแฉกในยูคาลิปตัสมีอัตราการดูดน้ำและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงช้า (ภาพที่ 4.5 และ 4.6) นอกจากนี้ Rai *et al.* (2003) ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพญาเสือโคร่งมีผลทำให้ปากใบของถั่วปากอ้า (*Vicia faba* L.) ปิดโดยการยับยั้งของ K^+ บริเวณเซลล์คุม จึงอาจเป็นไปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสสามารถลดการคายน้ำโดยการไปยับยั้งการเปิดของปากใบของใบพีโลเดนดรอนพลูจีบได้เช่นกัน

สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลซูเปอร์ออกไซด์ทำให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล ซึ่งอนุมูลไฮดรอกซิลเป็นอนุมูลที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากและเป็นอันตรายต่อเซลล์ และเนื้อเยื่อต่างๆ (Thompson *et al.* 1987; Bowler *et al.* 1992) สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำความเสียหายในโมเลกุลขนาดใหญ่ภายในเซลล์ เช่น ไขมัน โปรตีน และสารพันธุกรรม (Halliwell and Gutteridge. 1986) ในกระบวนการกำจัดพิษสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันระหว่างเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เช่น เอนไซม์ superoxide dismutase (SOD) catalase (CAT) peroxidase (POD) ascorbate peroxide (APX) และ glutathione reductase (GR) (Zhang *et al.* 1995; Lee and Lee. 2000) และสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น วิตามินอี วิตามินซี และกลูต้าไธโอน (Wingsle and Hallgren. 1993; Kocsy *et al.* 1996; Noctor *et al.* 1998) จากการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอม

ระเหยบางชนิดต่อการยี่ดอกปักแฉกของเบอรี่ (Chanjirakul *et al.* 2007) ในราชเบอร์รี่ (Jin *et al.* เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

al. 2012) ในอโวคาโด (Sellamuthu *et al.* 2013) มีผลทำให้เกิดการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระได้แก่ เอนไซม์ SOD POD และ CAT และนอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้สาร chitoligosacharide เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ในดอกกุหลาบพบว่าสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบและพบปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลง (Jing and Li. 2015) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าไบโไฟโตเครอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงด้วยเช่นกัน อาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ จึงส่งผลให้ไปกำจัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และลดการเกิดอนุมูลไฮดรอกซิล

การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระจัดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้เกิดการเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการสูญเสียความสามารถในการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (Merzyak and Hendry. 1994) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในไบโไฟโตเครอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส พบว่าสูงกว่าไบโไฟโตเครอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 4.5) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hashemabadi *et al.* (2013) พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจาก artemisia ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในกุหลาบ ผลการศึกษานี้ยืนยันประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสในการรักษาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ภาพที่ 4.7) ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและทำหน้าที่กำจัดอนุมูลจึงส่งผลให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในไบโไฟโตเครอนพลูจีบ

การเหลืองของใบเป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงการเสื่อมสภาพของใบ ในกรรมวิธีปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร พบการลดของปริมาณแคโรทีนอยด์อย่างช้าๆ (ภาพที่ 4.7) สอดคล้องกับการทดลองของ Saad and Mann (1994) การใช้กรดแอสคอร์บิก (สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์) กับมะม่วง พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในระดับสูงระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ และนอกจากนี้ แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกันช่วยป้องกันความเสียหายจากการเกิดออกซิเดชัน (Young and Lowe. 2001) จึงส่งผลให้ช่วยรักษาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระในไบโไฟโตเครอนพลูจีบด้วย (ภาพที่ 4.9 และ 4.10)

การสูญเสียการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบและนำไปสู่การตาย เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันที่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน จากผลการศึกษาพบว่า การรู้วไลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ในไบโไฟโตเครอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสอยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับ

การศึกษาของ Dareini *et al.* (2014) ศึกษาการใช้น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสในการยืดอายุการปักแจกันของกุหลาบ พบว่าปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงช้ากว่าการปักแจกันในน้ำกลั่น

ระเหยจาก *Thymus vulgaris* และ *Cuminum Cyminum* เป็นสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพืชซึ่งสามารถยืดอายุดอกเยอบีร่า และปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบดอกเพิ่มขึ้น รวมถึงรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติรักษาความสมบูรณ์เยื่อหุ้มเซลล์โดยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน นำไปสู่ชะลอการเสื่อมสภาพของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบ

จากการศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล โซเดียมคาร์บอเนต และ แมกนีเซียมคาร์บอเนต ต่ออายุการเก็บรักษาใบฟีโลเดนดรอนพลู พบว่าใบฟีโลเดนดรอนที่พ่นด้วย กลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันได้มากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Shanan and Shalaby (2011) ได้ทดสอบสารต้านการคายน้ำ 3 ชนิด คือ โซเดียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต และกลีเซอรอล ความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ กับไบมอนสเตอร์รา ปรากฏว่า กลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุปักแจกันได้มากกว่า ในกรรมวิธีควบคุม 7 เท่า (กรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกัน 7 วัน) กลีเซอรอล เป็นสารต้านการคายน้ำประเภท film forming type ชนิดที่ทำให้เกิดฟิล์มเคลือบบนผิวใบทำให้น้ำไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ ส่วน โซเดียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมคาร์บอเนต เป็นประเภท stomatal closing type เป็นสารต้านการคายน้ำชนิดที่ทำให้ปากใบปิด (Ziv and Frederiksen. 1983; Osswald *et al.* 1984) ไม่ตัดดอกและกิ่งที่พ่นด้วยกลีเซอรอล สามารถลดอัตราการสูญเสียน้ำหนักใบอัตราการคุดน้ำ และสามารถช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ (Shanan and Shalaby. 2011; Dubois and Joyce. 1992) แต่การใช้กลีเซอรอลความเข้มข้นสูง 8 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้อายุการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจิบลดลง (ตารางที่ 4.6) สอดคล้องกับการทดลองของ Shanan and Shalaby (2011) และ Punetha and Trivedi (2018) เนื่องจากการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสูตรที่ไม่เหมาะสมหรือมีการเคลือบหนาเกินไปมีผลทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในต่ำเกินไป เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ และอะเซทาลดีไฮด์ ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2541; อภิดา บุญศิริ และคณะ. 2554)

เมื่อเปรียบเทียบการพ่นสารลดการคายน้ำทั้ง 3 ชนิดเพื่อนำไปปฏิบัติในขั้นตอนการจัดการหลังเก็บเกี่ยว การใช้แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ใช้นี้ เนื่องจาก เมื่อพ่นสารแมกนีเซียมคาร์บอเนต หลังจากทิ้งไว้ให้แห้งจะพบคราบสีขาวคล้ายแป้งเกาะอยู่ตามใบ ส่วนในใบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนต พบคราบคล้ายขี้เกลือเกาะตามแผ่นใบ ส่วนใบที่พ่นด้วยกลีเซอรอล ใบมันวาวดูสวยงามกว่าใบที่พ่นด้วยสารทั้งสอง (ภาพที่ 4.12)

5.7 การทดลองที่ 7 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเก็บรักษาใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบ

โดยการใช้กลีเซอรอลและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อคุณภาพ

ใบหลังการเก็บรักษา

ผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษาและจากการประเมินใบฟีโลเดนดรอนที่สามารถใช้งานต่อได้พบว่าใบฟีโลเดนดรอนที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ร่วมกับพ่นใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปักก้านใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ก่อนการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบสามารถนำไปใช้งานต่อได้มากที่สุด (ภาพที่ 4.17 และ 4.18) และมีอายุการปักแจกันได้นานที่สุดในทุกระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 (ไม่เก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน (ตารางที่ 4.7) และพบว่าช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ ส่งผลเชิงบวกต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณมาลอนไดอิลดีไฮด์ได้

จากการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อจำลองการขนส่งทางเรือในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เริ่มจากพัลซิ่ง (เพิ่มสารอาหารระหว่างการเก็บรักษา) ในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ในน้ำมันหอมระเหยที่ใช้มีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ช่วยลดการอุดตันของท่อน้ำภายในก้านเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ทำให้ใบมีการดูดน้ำได้ดีและมีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อย (Sikkema *et al.* 1995) มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้ได้หลายชนิดรวมถึงอัตราการดูดน้ำลดลงช้าด้วย (Bazaz and Tehranifar. 2011; Bayat *et al.* 2011; Marandi *et al.* 2011) และในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีองค์ประกอบหลักได้แก่ α -pinene 1,8-cineole β -citronellal (-)-isopulegol และ (+)- β -citronellol (Singh *et al.* 2009) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์ (Ramezani *et al.* 2002; Cermelli *et al.* 2008; Astani *et al.* 2010) ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสจึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์

นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยการจับกับไอออนเหล็ก ส่งผลทำให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จากนั้นพ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ โดยสารต้านการนำกลีเซอรอลเคลือบบนผิวใบ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำในใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบได้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด และปริมาณการใช้น้ำในระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นปักก้านใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกันเพื่อเป็นการให้สารอาหารในระหว่างการเก็บรักษา น้ำมันหอมระเหยนอกจากมีคุณสมบัติใน

การยับยั้งจุลินทรีย์ ยังมีคุณสมบัติในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพ เช่น คลอโรฟิลล์ได้

จากผลการทดลองพบว่าใบพีโลเดนดรอนที่พื้ซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วปักก้านใบพีโลเดนดรอนพลูจิบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร ระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ และในน้ำมันหอมระเหยยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Young and Lowe, 2001) และป้องกันความเสียหายจากการเกิดออกซิเดชันในใบพีโลเดนดรอนพลูจิบด้วย (ภาพที่ 4.21)

เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันที่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดการสูญเสียการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเสื่อมสภาพของใบและนำไปสู่การตาย จากผลการศึกษาพบว่าใบพีโลเดนดรอนที่พื้ซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วปักก้านใบพีโลเดนดรอนพลูจิบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร ระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.22) แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติรักษาความสมบูรณ์เยื่อหุ้มเซลล์โดยป้องกันการเกิดออกซิเดชัน นำไปสู่ชะลอการเสื่อมสภาพของใบพีโลเดนดรอนพลูจิบ

สารปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำปฏิกิริยาแล้วเกิดอนุมูลไฮดรอกซิล ซึ่งเป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อเป็นอย่างมาก ในกระบวนการกำจัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์นั้นประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันรวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระด้วย

จากการศึกษาพบว่าใบพีโลเดนดรอนที่พื้ซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วปักก้านใบพีโลเดนดรอนพลูจิบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร มีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 4.23) น้ำมันหอมระเหยช่วยยับยั้งการเกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบในใบ *Citrus aurantium* (Majnooni *et al.* 2012) ในเมล็ดของยี่หระและผักชี (Sokovic *et al.* 2010) และยังพบว่าใบพีโลเดนดรอนพลูจิบที่เสียบก้านในหลอดที่มีน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิเมตร มีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 4.24) การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถเกิดได้ง่ายกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป และสารสำคัญที่

เกิดจากลิปิดเปอร์ออกไซด์ คือสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ ปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เป็นตัวชี้วัดถึง การเสื่อมสภาพของเซลล์จากอนุมูลอิสระได้

จากการพัลซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร ร่วมกับพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และปักก้านในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตรเป็นสารส่งเสริมสำหรับปักแจกันนำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา 0 (ไม่ผ่านการเก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน พบว่าไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันได้นานสุด และใบมีการเปลี่ยนแปลงที่บ่งชี้ว่ามีการเสื่อมสภาพน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น อาจเนื่องมาจากสารในน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล มีคุณสมบัติในการลดการคายน้ำของไบฟีโลเดนดรอนพลูจีบได้



บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยใช้ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและกลีเซอรอลเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

1. ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสงมีอายุการปักแจกัน ได้นานที่สุด (27.60 วัน) ส่วนใบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงมีอายุการปักแจกันสั้นที่สุด (15.60 วัน)
2. น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีฤทธิ์การยับยั้งโลหะไอออนดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และ ไม่มีความแตกต่างกับสารมาตรฐาน EDTA และสารทางการค้า picolinic acid และ 2,2 - bipyridyl
3. น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสกับสารลดแรงตึงผิว neopelex ที่อัตราส่วน 80 : 20 และ น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมกับสารลดแรงตึงผิว neopelex อัตราส่วน 60 : 40 มีลักษณะเป็นอิมัลชันที่ดีคือมีสีขาวขุ่นคล้ายนมและเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน
4. ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 52 วัน
5. ใบฟีโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 31.40 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี มากกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี ในทุกกรรมวิธีทดลองลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น แต่ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างช้าๆ และลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บปักแจกัน นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรช่วยชะลอการเกิดสีเหลืองในใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบได้ ส่งผลให้มีปริมาณการรั่วไหลของสารอินทรีย์โทโรไลด์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่าทุกกรรมวิธีตลอดอายุการปักแจกัน และมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH
6. ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยสารด้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันมากที่สุด (59.43 วัน) และไม่แตกต่างกับโซเดียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตทางสถิติ แต่ใบฟีโลเดนดรอนที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตเกิดเป็นคราบแป้งสีขาว ส่วนใบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตเกิดเป็นคราบเกลือสีขาว ทำให้ดูไม่สวยงาม ซึ่งแตกต่างกับที่พ่นด้วยกลีเซอรอลใบดูเป็นมันวาวดูสวยงาม จึงนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ ปักก้านด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันได้นานที่สุดในทุกระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ ส่งผลเชิงบวกต่อปริมาณการร่วงไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ได้

การยืดอายุการปักแจกันของใบฟีโลเดนดรอนพลูจีบหลังการตัดใบเพื่อการส่งออกนั้น ควรเริ่มต้นด้วยการพ่นซึ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับพ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างการขนส่งทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง เมื่อนำมาปักแจกันควรใช้สารละลายน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นวิธีการยืดอายุการปักแจกันได้ดี



บทที่ 6

สรุปผลผลิตงานวิจัย

6.1 บทความวิจัย ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ อยู่ในฐาน Web of Science
จำนวน 1 เรื่อง มีรายละเอียดดังนี้

บทความวิจัยชื่อ Eucalyptus and Citronella Essential Oils Used in Preservative Solutions
Affect the Vase Life of Cut Philodendron Leaves

ผู้แต่ง Nipaporn Yonsawad and Montinee Teerarak

ชื่อวารสาร Horticultural Science and Technology ปีที่คาดว่าจะตีพิมพ์ 2019

เล่มที่พิมพ์ 37 ฉบับที่ 1

อยู่ในขั้นตอน ตอรับให้ตีพิมพ์ (รายละเอียดตามจดหมายแนบ)





montinee teerarak <montinee.te@kmitl.ac.th>

(Remind) Request of revising your manuscript(18-020)

3 messages

Journal_KSHS <kshs@horticulture.or.kr>
To: Montinee Teerarak <montinee.te@kmitl.ac.th>

Fri, Dec 28, 2018 at 12:16 PM

Dear Author,

This email is from the Editorial Office of Horticultural Science and Technology(HST).

We kindly informed you that your manuscript will be published in October issue of 2019(Vol 37, No 1).

Please refer to following.

1. It reviewed by English Editor of HST. and some parts need to check by author. So please check the attached files, and send me a revised manuscript **by 27 December, 2018**
2. We will send you 'Copyright Transfer Statement(CTS)' form. Please fill out and submit the form. It must be the autograph of all authors.
3. When an article is accepted for publication, authors are required to pay the publication fee(450\$ per an article). Unfortunately, if you do not meet the deadline, we would not be published on time your paper. Please refer to the invoice in this email, and we hope you pay according to the due date for payment.

Please do not hesitate to contact if you have any further questions. Thank you.

Kind regards,
Euna-----
EunHwa Lee
Editorial SecretaryKorean Society for Horticultural Science (KSHS)
National Institute of Horticultural & Herbal Science
100, Nongsaengmyeong-ro, Iseo-myeon

Wanju-gun, Jeollabuk-do, Korea

Phone: 82-63-226-6852
Fax: 82-63-226-9280

ต้นฉบับ

Eucalyptus and Citronella Essential Oils Used in Preservative Solutions Affect the Vase Life of Cut Philodendron Leaves

Nipaporn Yonsawad¹ and Montinee Teerarak^{1*}

¹ Department of Plant Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok 10520, Thailand

*Corresponding author: montinee.te@kmitl.ac.th

Abstract. Cut leaves of *Philodendron* sp. (philodendron plu jeeb) are often used in bouquets and flower arrangements. Keeping quality is a key criterion for assessing the value of a cut leaf, by growers, traders, and consumers alike. This study set out to determine the influence of the essential oils of *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalyptus) and *Cymbopogon nardus* Rendle (citronella) on the vase life of cut leaves of the philodendron plu jeeb. Vase life was assessed in terms of relative fresh weight, electrolyte leakage, pigment content, hydrogen peroxide accumulation, and antioxidant activity. Philodendron plu jeeb petioles were treated with preservative vase solutions of distilled water and 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil, 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil, 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella essential oil, and 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella essential oil. Cut leaves were held at room temperature (c. 30°C) in daylight and with natural ventilation. Eucalyptus essential oil at 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ in the vase solution significantly increased leaf vase life and helped maintain relative fresh weight. The essential oils had positive effects on the retention of membrane integrity and antioxidant activity (DPPH radical scavenging assay). They also had inhibitory effects on hydrogen peroxide accumulation and on chlorophyll and carotenoid degradation. The results indicate that 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil has potential as a vase-life extender for cut leaves of the philodendron plu jeeb.

Additional key words: postharvest, electrolyte leakage, hydrogen peroxide, chlorophyll, antioxidant activity

Introduction

Cut leaves are common in flower arrangements, being used either to decorate the vase or in the flower arrangement itself. Hence, the postharvest longevity of cut leaves is an important commercial consideration. The worldwide demand for potted foliage plants for indoor decoration and cut leaves is increasing rapidly. Several species of the *Philodendron* genus (family Araceae) are widely traded as cut floral greenery. The most common commercial species of philodendron in Thailand are *Philodendron xanadu* Croat, Mayo & J.Boos (philodendron xanadu), *P. bipinnatifidum* Schott ex Endl. *ExEcrH* (selloum), *P. erubescens* K. Koch & Augustin *ExEcrH* (Red-leaf philodendron), and *Philodendron* sp. (philodendron plu jeeb). The leaves of philodendron plu jeeb are 12.5 to 18 cm wide, 26 to 36 cm long, and triangular in shape. They are shiny green and their shape is hastate at the base and acuminate at the apex. The edge of the leaf is deeply or mildly cut with 3-4 lobes at the base of blade. Visual symptoms of leaf senescence are yellowing at the tip that later spreads to the blade, which eventually turns brown and wilts. The philodendron plu jeeb is used to complement bouquets and flower arrangements because of its large, showy, and uniquely *shaped leaves*. The cut leaves are valuable to florists as they complement the colorful floral elements. For use in ornamental flower arrangement, all plant materials, both flowers and leaves, should retain their quality postharvest for as long as possible. However, the senescence processes of flowers and leaves are very different, in line with their different processes of development and the different signaling mechanisms that trigger senescence (Pulido et al., 2017). Hence, it is worthwhile to develop special preservative solutions that extend the vase lives of cut leaves.

Leaf turgidity is an important element of good appearance. This depends on the uptake of water from the preservative solution and the maintenance of leaf water balance and freshness. Microorganisms proliferating in the vase solution and in cut tissues contribute to vascular blockage and interfere with water uptake and flow through the stem. A reduced rate of weight loss is an important attribute of quality and is key to vase life because it helps retain visual quality. Numerous investigations have demonstrated the beneficial effects of various essential oils as preservatives in vase solutions on the postharvest water relations and vase life of cut flowers of alstroemeria (Bazaz and Tehranifar, 2011), carnation (Bayat et al., 2011), and gladiolus (Marandi et al., 2011). It has been reported that rosemary and peppermint essential oils act as preservatives with alstroemeria cut flowers, increasing vase life and reducing the microorganism populations in the vase solution (Babarabie et al., 2016). In cut foliage, neutral nano-silver pulse and vase treatments effectively extend the vase life of cut leaves of *Acacia holosericea* by better maintaining fresh weight and vase water uptake rates, suppressing bacterial growth in the vase water and in the stem-end cut tissues (Liu et al., 2012).

Reactive oxygen species (ROS) are an unavoidable consequence of aerobic metabolism and are generated whenever metabolic systems interact with oxygen, playing roles in lipid peroxidation, membrane damage, and leaf senescence (Dhindsa et al., 1981; Thompson et al., 1987). Recently, evidence has been presented that a controlled increase in ROS generation is a key factor in phytohormone metabolism, selective changes in membrane permeability, degradation of photosynthetic pigments, and [degradation](#) of unsaturated membrane lipids. All these occur in ageing and senescent leaves (Merzyak and Hendry, 1994). Chlorophyll degradation is a convenient indicator of foliar senescence because the green color change is easily observed and measured. The use of chemical preservatives, including growth regulators, is recognized as a way of delaying chlorophyll loss and thus increasing the vase life of cut leaves. Cut leaf treatments with cytokinin and gibberellin increase vase life and durability, and all these substances significantly reduce chlorophyll degradation (Philosoph-Hadas et al., 1996; Ferrante et al., 2002a; Mutui et al., 2006). Cytokinins carry out many critical functions in plants and have also been known to delay senescence. For example, benzyladenine delayed leaf yellowing in goldenrod (*Solidago canadensis*) (Philosoph-Hadas et al., 1996), and thidiazuron, a phenylurea substitute with cytokinin-like activity, markedly extended leaf longevity in alstroemeria (Ferrante et al., 2002a). Application of 10 mg·L⁻¹ GA₄₊₇ in the holding solution significantly delayed leaf senescence with higher retention of leaf chlorophyll in alstroemeria (Mutui et

al., 2006). In addition to their use as growth regulators, savory essential oils in vase solutions showed positive effects on prolonging vase life of cut rose flowers, as well as maintaining their leaf chlorophyll content (Hassani et al., 2017).

Among the various alternatives, natural plant products, including essential oils, are increasingly attracting the attention of scientists. Essential oils are biodegradable, eco-friendly, and natural antioxidants that contain complex mixtures of nonvolatile and volatile compounds produced by plants as secondary metabolites (Burt, 2004). Many essential oils have been screened for potential use as alternative remedies in human health and as food preservatives (Jones, 1996), postharvest storage enhancers (Jhalegar et al., 2015), and vase-life extenders for cut flowers (Bayat et al., 2011; Marandi et al., 2011; Shanan, 2012). This is because many essential oils have antibacterial, antifungal, antioxidant, and strong biological properties. Considering the value of essential oils as antimicrobial agents and antioxidants, there is good reason to believe they may have value as natural compounds for vase-life enhancement and for maintaining the postharvest quality of cut leaves. Thus, as natural antioxidant substances, essential oils in preservative solutions could help leaves defend against free radicals and protect the cells and macromolecules (e.g. proteins, lipids, and photosynthetic pigments) from the effects of free radicals, thereby delaying leaf senescence. It would be useful to develop treatments that delay senescence in cut leaves. The purpose of our research was to find ways to delay leaf senescence, so as to extend the vase life of cut leaves of the philodendron plu jeeb. We set out to do this using only naturally occurring antioxidant substances—essential oils. Here, the essential oils of *Eucalyptus globulus* Labill. (eucalyptus) and of *Cymbopogon nardus* Rendle (citronella grass) have commercial potential as vase-life extenders by improving the postharvest qualities of these cut leaves.

Materials and Methods

Materials

The essential oils of eucalyptus and citronella were obtained from Thai-China Flavors and Fragrances Industry Co., Ltd. Thailand. Philodendron plu jeeb cut leaves from 16-month-old stock plants were obtained from a commercial garden in Ratchaburi Province, Thailand. The philodendron plu jeeb plants were grown under partially shaded conditions in a greenhouse. Leaves were harvested early in the morning when the plants presented shiny green leaves. Cut leaves were immediately placed upright in buckets partially filled with tap water. Harvested leaves were transported at $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ within 3 h to the laboratory at the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok Thailand. To minimize moisture loss, leaves were covered with plastic film during transportation. In the laboratory, only undamaged leaves were used, and these were graded for uniformity of appearance and size (30-35 cm in leaf length and 25-30 cm in petiole length).

Essential oil treatment

Essential oil:emulsifier pre-concentrates were first prepared by mixing the essential oils and an emulsifier (sodium alkyl benzene sulfonate) in the ratios 4:1 w:w for eucalyptus and 1.5:1 for citronella. These pre-concentrates were vortexed until clear. The pre-concentrates were then titrated, dropwise, into vigorously stirred conical flasks containing distilled water to make up essential oil emulsions with a concentration of $10\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Each essential oil emulsion was then diluted with distilled water to create the required emulsion concentrations of 12.5 and $25\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ used as vase solutions.

In the laboratory, the petioles of the philodendron plu jeeb leaves were immediately recut to a uniform length of 30 cm, and the freshly cut petiole ends were immediately placed singly in vase solution in test tubes (25 mm diameter) with 30 mL of vase solution. The tubes were placed under laboratory-controlled environmental conditions: $30\pm 2^{\circ}\text{C}$, $65\pm 5\%$ relative humidity, and 12-h photoperiod. The test solutions contained the essential oils as follows: (1) control (distilled water), (2) eucalyptus essential oil at $12.5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, (3) eucalyptus essential oil at $25\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, (4) citronella essential oil at $12.5\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, and (5) citronella essential oil at $25\text{ }\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$.

Ten replicate cut leaves were used per treatment. Vase-life evaluation was carried out daily, and leaf fresh weight was recorded every two days over a 36-day period. On days 0, 7, 14, 21, 28, and 35, leaf samples were taken destructively from three leaves per treatment to determine (1) solute leakage, (2) content of hydrogen peroxide (H_2O_2), (3) photosynthetic pigment, and (4) 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. New leaves were sampled each time, using a total of 78 leaves.

Vase-life evaluation

The most important quality parameter for cut leaves is pigment color, with color change indicating senescence (Pacific et al., 2007). The first visible signs of change were designated as the beginning of senescence and the end of vase life (e.g. *Danae racemosa*, Bulgari et al. (2015) and *Eucalyptus parvifolia*, Ferrante et al. (2002b)). Leaf quality of philodendron plu jeeb was evaluated daily based on visual estimates of fresh appearance and yellowing. Vase life was determined by daily observation of the individual leaves and was defined as the time between placement of the leaves in the vase and the first visible symptoms of yellowing or wilting.

Relative fresh weight

Leaf fresh weight was recorded, and the percentage increase or decrease in fresh weight was calculated relative to that at the time of recutting. Relative fresh weight was calculated as follows: relative leaf weight (%) = $(W_t/W_0) \times 100$, where W_t represents the current fresh weight and W_0 the initial fresh weight.

Solute leakage

Solute leakage was measured in leaf discs (0.6 cm diameter) cut from the leaves with a cork borer. For each treatment, 10 replicate discs per leaf, from three replicate leaves (30 discs), were cut, weighed, and incubated in 10 mL of deionized water. The electrolyte leakage was measured directly in the incubation water with a conductivity meter (Consort, C830, Belgium) after 1, 2, and 3 h of incubation at room temperature ($30 \pm 2^\circ C$). Cumulative membrane leakage is expressed as $\mu S \cdot cm^{-1} \cdot g^{-1}$ conductivity on the basis of leaf fresh weight (FW).

H_2O_2 content

H_2O_2 content was assayed following the method of Velikova et al. (2000). A leaf sample of 100 mg was homogenized in 5 mL of 0.1% trichloroacetic acid (w/v) in an ice bath and then centrifuged at $12,000 \times g$ for 15 min. Phosphate buffer (0.5 mL; 10 mM, pH 7.0) and 1 mL of 1 M potassium iodide were added to aliquots (0.5 mL) of the supernatant. The absorbance of the supernatant was read at 390 nm. The amount of H_2O_2 was determined from a standard curve made earlier with known concentrations of H_2O_2 and expressed as $nmol \cdot g^{-1}$ (FW).

Photosynthetic pigment content

For the determination of photosynthetic pigment content, 15 leaf discs per leaf were cut from three replicate leaves and extracted in aqueous 80% acetone. The extracts were filtered through Whatman No. 1 filter paper. The absorbance of the extracts was determined spectrophotometrically using a GENESYS 20 spectrophotometer (Thermo Electron Corporation, USA) at three wavelengths: 663 nm for chlorophyll a, 647 nm for chlorophyll b, and 470 nm for carotenoids. Calculations employed Lichtenthaler's equation (Lichtenthaler, 1987), and results were expressed as $mg \cdot cm^{-2}$.

The 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging method

The antioxidant activity of leaf samples was measured by the DPPH radical scavenging assay according to the method followed by Miliauskas et al. (2004). A volume of 2 mL of an ethanolic leaf extract at different concentrations was kept in a screw-cap test tube, and 2 mL of DPPH (5.9 mg in 100

mL ethanol) was added. The mixture was shaken well and left to stand at room temperature (~30°C) for 30 min. The decrease in absorbance at 517 nm was determined using a GENESYS 20 spectrophotometer. Absorbance of the radical without antioxidant (control) was measured. Inhibition (%) was plotted against the sample concentration. The percentage of inhibition of the DPPH radical was calculated according to the following formula: $I = [(A_B - A_S) / A_B] \times 100$, where, I = DPPH inhibition (%), A_B = absorbance of control sample (0 min), and A_S = absorbance of a tested sample at the end of the reaction (after 30 min). The sample concentration providing 50% inhibition (IC_{50}) was calculated from the graph plotted for inhibition percentage against sample concentration. Results are expressed as the value of IC_{50} ($mg \cdot L^{-1}$).

Statistical analyses

The four treatments and control were imposed in a completely randomized design. Data were analyzed by analysis of variance (one-way ANOVA). Sources of variation were vase time and treatment. The means were compared by Tukey's studentized range test at a significance level of 0.05.

Results

Vase life

The results showed that a vase solution containing $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus essential oil significantly increased the vase life of philodendron plu jeeb leaves compared to the controls ($P \leq 0.05$). However, none of the other vase solutions tested ($25 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus, $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ citronella, or $25 \mu g \cdot mL^{-1}$ citronella) had significant effects on vase life (Fig. 1).

Fresh weight

The relative fresh weight of philodendron plu jeeb leaves is presented in Figure 2. For the first 32 days, the fresh weight of the control and essential oil treatments (except the $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ citronella) rose and then remained above the initial fresh weight, only falling below this early value after this period. The fresh weights increased to 104.03 to 115.18% of the initial fresh weights. The fresh weight of leaves in $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ citronella decreased strongly over the first two days, then remained relatively constant over the remaining 20 days.

Solute leakage

Leaf discs were taken from intact leaves after various periods in the vase. Electrolyte leakage from the leaf discs was measured as the electrical conductivity of the water in which the leaf discs were incubated for periods of 1, 2, or 3 h (Fig. 3A, 3B, and 3C). A small amount of solute leakage occurred immediately. After 28 days in the vase, electrolyte leakage in control discs and $25 \mu g \cdot mL^{-1}$ citronella increased gradually and then more rapidly, reaching values about 11- to 14-fold higher than the initial value, respectively. Leakage in the other treatments increased gradually with increasing vase time, reaching values 2- to 4-fold higher than the initial value. Interestingly, the least solute leakage was from discs taken from leaves in $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus essential oil. These values were lower than for the control or for the other treatments.

Hydrogen peroxide

Figure 4 shows that the H_2O_2 content of control and essential-oil-treated leaves increased with increasing vase time. Nevertheless, significantly lower H_2O_2 values and slower increases were observed with the $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus-treated leaves. Further statistical analysis indicates that the H_2O_2 content in leaves of the $12.5 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus treatment was significantly ($P < 0.05$) lower than in the control leaves from day 7 to day 35. Higher values and increases in H_2O_2 content were observed in the control and $25 \mu g \cdot mL^{-1}$ eucalyptus-treated leaves.

Chlorophyll and carotenoid content

The contents of both chlorophyll a (Fig. 5A) and chlorophyll b (Fig. 5B) decreased continuously as vase time increased. However, the decrease in chlorophyll a content was greater than that of chlorophyll b. Rapid decreases in chlorophylls a and b were observed in the control as well as in the 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella-treated leaves, but a lower and slower decrease of chlorophyll a was observed in 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus-treated leaves throughout the experimental period. The chlorophyll a content in the 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus-treated leaves was significantly ($P < 0.05$) lower than in the controls at all times from day 7 to day 35, except for in the 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella-treated leaves on day 35. Similarly, carotenoid levels in the leaves decreased continuously from day 0 to day 35. On day 14, the control and both essential oil-treated leaves had the same carotenoid contents. The decrease in carotenoid content in leaves treated with 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus was lower than in the controls and other treatments after day 28 (Fig. 5C). This indicates that treatment of philodendron plu jeeb cut leaves with 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil helps retain their green color and delays the onset of yellowing.

DPPH scavenging activity

Radical scavenging activity is reported here as an IC_{50} value (the extract concentration giving 50% inhibition), where low IC_{50} values indicate high levels of antioxidant activity. Similar patterns of radical scavenging ability were found in the treated and control leaves (Fig. 6) with all showing a general decrease in radical scavenging activity with time (i.e. rising IC_{50} values). By day 7, decline of DPPH radical scavenging activity was observed in the control leaves more than in the 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus-treated leaves. No significant differences ($P < 0.05$) were found among the other essential oil treatments. Greater loss of DPPH radical scavenging activity was observed in the controls than among any of the essential oil treatments from day 14 to day 35. By day 35, the DPPH radical scavenging activities of the controls declined rapidly, i.e. IC_{50} values increased from 2938.23 to 8909.90 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ (a 3-fold increase). Meanwhile, IC_{50} values were 4229.17 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus (a 1.4-fold increase), 4308.38 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus (a 1.5-fold increase), 5634.99 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella (a 2-fold decrease), and 5787.37 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ for 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ citronella (a 2-fold increase). These results indicate that 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil treatment is effective in maintaining good levels of DPPH radical scavenging ability, similar to the 25 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil treatment.

Discussion

Quality of cut leaves is primarily associated with appearance (color, defects, and mechanical damage). The quality and decorative value of cut foliage are closely associated with the health status of the leaves and the maintenance of green color. Leaf yellowing is the most obvious visible symptom of senescence (Buchanan-Wollaston, 1997; Skutnik et al., 2004). In this investigation, yellowing or wilting of leaves was used as the criterion for terminating the trial. The results show that 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil had the greatest positive effect on vase-life extension in our philodendron plu jeeb leaves (Fig. 1) and had a strong effect on the maintenance of fresh weight during the vase-life period (Fig. 2). It is well documented that the longevity of cut flowers can be extended by addition of essential oils to the vase solutions to improve water uptake (Bazaz and Tehranifar, 2011; Bayat et al., 2011; Marandi et al., 2011). Shanan (2012) demonstrated that vase life and water uptake of rose were significantly improved with lavender, geranium, and anise essential oils, which inhibited bacterial and fungal growth in the vase solution and increased xylem vessel conductance. According to Singh et al. (2009), the major constituents of eucalyptus essential oil obtained from fresh leaves were α -pinene, 1,8-cineole, citronella, β -citronellal, (-)-isopulegol, and (+)- β -citronellol. Eucalyptus essential oils and

their major constituents are toxic to a wide range of microbes (Ramezani et al., 2002; Cermelli et al., 2008; Astani et al., 2010). Therefore, it can be speculated that good preservative efficacy of eucalyptus essential oil may work as an antimicrobial agent and thus improve water uptake. Rai et al. (2003) observed inhibition of stomatal opening in detached *Vicia faba* L. leaves treated with volatile monoterpenes from *Prinsepia utilis* L. leaves. Stomatal closure by volatiles is related to their ability to inhibit K^+ influx to the guard cells. It is possible that eucalyptus essential oil may reduce transpiration by inhibiting stomatal opening and consequently help maintain fresh weight.

H_2O_2 can react with superoxide radicals to yield hydroxyl radicals, which are the most powerful free radicals (Thompson et al., 1987; Bowler et al., 1992). Excessive H_2O_2 production can damage cell macromolecules including lipids, proteins, and nucleic acids (Halliwell and Gutteridge, 1986). A number of compounds work together to detoxify H_2O_2 , including enzymes such as superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), peroxidase (POD), ascorbate peroxidase (APX), and glutathione reductase (GR) (Zhang et al., 1995; Lee and Lee, 2000) and nonenzymic antioxidants such as tocopherols, ascorbic acid, and glutathione (Wingsle and Hallgren, 1993; Kocsy et al., 1996; Noctor et al., 1998). The influence of essential oils in increasing scavenger antioxidant enzymes, SOD, POD, and CAT, has been reported in strawberry (Chanjirakul et al., 2007), raspberry (Jin et al., 2012), and avocado (Sellamuthu et al., 2013). Moreover, it has been reported that the antioxidant chitooligosaccharide increases the vase life of cut roses by improving water uptake. Chitooligosaccharide also decreased the contents of superoxide anion and hydrogen peroxide during senescence of cut roses (Jing and Li, 2015). Our observations show that philodendron plu jeeb leaves exposed to eucalyptus essential oil had lower H_2O_2 levels than untreated control leaves (Fig. 4). It is possible that eucalyptus essential oil triggers higher antioxidant enzyme activity (SOD, POD, APX, or CAT), which limits the potential for further free radical production of H_2O_2 .

The increased radical levels observed during senescence are caused not only by the production of radicals but also by the loss in antioxidant activity. Radical scavenging activity is an important parameter for evaluating antioxidant activity via a nonenzymatic reaction (Duan et al., 2011). Our investigation shows higher DPPH scavenging ability (Fig. 6). Similar to our findings, some other essential oils, such as thymol and eugenol, can increase antioxidant scavenging activity (DPPH•, $HO\bullet$ and $O_2\bullet-$) in strawberry fruit (Wang et al., 2007). Maintenance of antioxidant activity at critical locations in the cell may be the mechanism of protection from oxidative attack.

Increase in ROS production is a risk factor in that it accelerates photosynthetic pigment degradation and increases membrane permeability in senescing leaves (Merzyak and Hendry, 1994). Compared with untreated leaves, higher chlorophyll levels and slower chlorophyll degradation were observed with the eucalyptus treatment (Figs. 5A and 5B). Our results agree with previous studies (Hashemabadi et al., 2013), which found 30% artemisia oil was effective in maintaining leaf chlorophyll in chrysanthemum cut flowers. Philodendron plu jeeb leaves exposed to eucalyptus essential oil retain their free radical scavenging ability (Fig. 6). Also, eucalyptus essential oil acts as an antioxidant that aids in defense against ROS, resulting in slowed chlorophyll degradation. Yellowing is a serious problem for cut leaves. Total carotenoid content decreased slowly in the $12.5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus treatment compared with the controls (Fig. 5C). Higher carotenoid content in mango pulp during storage has also been reported after treatment with ascorbic acid, as antioxidants help protect carotenoids from degradation (Sudhakar and Maini, 1994). This effect indicates that essential oils might be attributed to their antioxidant properties that help protect carotenoid degradation. Carotenoids are antioxidants with a protective function against oxidative damage (Young and Lowe, 2001). It is possible that carotenoid pigments have a protective function against oxidative damage, leading to retention of antioxidant capacity in cut philodendron plu jeeb leaves, as shown in Fig. 6.

Leaf senescence involves loss of plasma membrane integrity as the final step in cell death (Lim et al., 2007). The lipids in biological membranes are rich in polyunsaturated fatty acids and are particularly susceptible to oxidative free-radical reactions. In this study, the least solute leakage was found in leaf discs from the leaves in $12.5 \mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ eucalyptus essential oil (Fig 3). Similarly, essential

oils from *Thymus vulgaris* and *Cuminum cyminum* along with 3% sucrose as a pulse solution contributed to the postharvest quality of gerbera cut flowers by prolonging vase life, increasing anthocyanin content of petals, and improving the membrane stability index (Dareini et al., 2014). Essential oils may help retain membrane integrity against oxidation. This can occur either directly, by interacting with lipid peroxyl radicals, or indirectly, by inhibiting lipoxygenase activity (Beligni et al., 2002). This suggests that maintenance of membrane integrity suppresses senescence.

Overall, treatments with eucalyptus essential oil at 12.5 $\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$ slowed senescence of philodendron plu jeeb leaves. The influence of essential oils in vase solutions for cut leaves increased or helped maintain fresh weight, enhanced membrane integrity and antioxidant activity (DPPH radical scavenging assay), and inhibited the effects of H_2O_2 build-up and degradation of chlorophylls and carotenoids. These positive and inhibitory effects significantly increased vase life, slowing visual symptoms of leaf senescence. It may be that, at an appropriate concentration, eucalyptus essential oil and its constituents act synergistically to influence the overall antimicrobial and/or antioxidant activities and, consequently, improve the quantitative and qualitative characteristics that result in delayed leaf senescence of cut philodendron plu jeeb leaves. Our results suggest eucalyptus essential oil is a novel alternative material for extension of vase life of cut leaves of the philodendron plu jeeb.

Acknowledgement: This research was supported financially by the Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand via the annual budgets allocated by the Thai Government in the year of 2018 (B.E. 2561).

Literature Cited

- Astani A, Reichling J, Schnitzler P** (2010) Comparative study on the antiviral activity of selected monoterpenes derived from essential oils. *Phytother Res* 24:673-679
- Babarabie M, Zarei H, Varasteh F** (2016) Potential of increasing the vase life and improvement of some physiological characteristics of *Alstroemeria* cut flowers by using non-harmful compounds environmentally. *J Chem Health Risk* 6:1-8
- Bayat H, Azizi M, Shoor M, Mardani H** (2011) Effect of ethanol and essential oils on extending vase-life of carnation cut flower (*Dianthus caryophyllus* cv. "Yellow Candy"). *Not Sci Biol* 3:100-104
- Bazaz AM, Tehranifar A** (2011) Effect of ethanol, methanol and essential oils as novel agents to improve vase-life of *Alstroemeria* flowers. *J Biol Environ Sci* 5:41-46
- Beligni MV, Fath A, Bethke PC, Lamattina L, Jones RL** (2002) Nitric oxide acts as an antioxidant and delays programmed cell death in barley aleurone layers. *Plant Physiol* 129:1642-1650
- Bowler C, van Montagu M, Inze D** (1992) Superoxide dismutase and stress tolerance. *Annu Rev Plant. Physiol. Plant Mol Biol* 43:83-116
- Buchanan-Wollaston V** (1997) The molecular biology of leaf senescence. *J Exp Bot* 48:181-199
- Bulgari R, Negri M, Ferrante A** (2015) Evaluation of postharvest storage and treatments in cut ruscus foliage. *Adv Hortic Sci* 29:103-108
- Burt S** (2004) Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *Int J Food Microbiol* 94:223-253
- Cermelli C, Fabio A, Fabio G, Quaglio P** (2008) Effect of eucalyptus essential oil on respiratory bacteria and viruses. *Curr Microbiol* 56:89-92
- Chanjirakul K, Wang SY, Wang CY, Siriphanich J** (2007) Natural volatile treatments increase free-radical scavenging capacity of strawberries and blackberries. *J Sci Food Agric* 87:1463-1472
- Dareini H, Abdos V, Danaee E** (2014) Effect of some essential oils on postharvest quality and vase life of gerbera cut flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). *Eur J Exp Biol* 4:276-280

- Dhindsa RA, Plumb-Dhindsa P, Thorpe TA** (1981) Leaf senescence: correlated with increased permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. *J Exp Bot* 126:93-101
- Duan XW, Liu T, Zhang D, Su XG, Lin HT, Jiang YM** (2011) Effect of pure oxygen atmosphere on antioxidant enzyme and antioxidant activity of harvested litchi fruit during storage. *Food Res Int* 44:1905-1911
- Ferrante A, Hunter DA, Wesley PH, Reid MS** (2002a) Thidiazuron - a potent inhibitor of leaf senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biol Technol* 25:333-338
- Ferrante A, Mensuali-Sodi A, Serrag G, Tognoni F** (2002b) Effects of ethylene and cytokinins on vase life of cut *Eucalyptus parvifolia* Cambage branches. *Plant Growth Regul* 38:119-125
- Halliwell B, Gutteridge JMC** (1986) Iron and free radical reactions: two aspects of antioxidant protection. *Trends Biochem Sci* 11:372-375
- Hashemabadi D, Zarchini M, Hajivand S, Safa Z, Zarchini S** (2013) Effect of antibiotics and essential oils on postharvest life and quality characteristics of chrysanthemum cut flower. *J Ornament Plants* 3:259-265
- Hassani RN, Haghi DZ, Pouya Z** (2017) The effect of clove oil as preservative solution on vase life of cut rose flower. *Int J Adv Sci Eng Technol* 5:28-30
- Jhalegar MDJ, Sharma RR, Singh D** (2015) *In vitro* and *in vivo* activity of essential oils against major postharvest pathogens of Kinnow (*Citrus nobilis* × *C. deliciosa*) mandarin. *J Food Sci Technol* 52:2229-2237
- Jin P, Wang SY, Gao H, Chen H, Zheng Y, Wang CY** (2012) Effect of cultural system and essential oil treatment on antioxidant capacity in raspberries. *Food Chem* 132:399-405
- Jing H-J, Li H-G** (2015) Chitooligosaccharide prolongs vase life of cut roses by decreasing reactive oxygen species. *Korean J Horticult Sci Technol* 33:383-389
- Jones FA** (1996) Herbs – useful plants. Their role in history and today. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 8:1227-1231
- Kocsy G, Brunner M, Ruegsegger A, Stamp P, Brunold C** (1996) Glutathione synthesis in maize genotypes with different sensitivities to chilling. *Planta* 198:365-370
- Lee DH, Lee CB** (2000) Chilling stress-induced changes of antioxidant enzymes in the leaves of cucumber: in gel enzymes activity assays. *Plant Sci* 159:75-85
- Lichtenthaler HK** (1987). Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic membranes. *Methods Enzymol* 148:350-382
- Lim PO, Kim HJ, Nam HG** (2007) Leaf Senescence. *Annu Rev Plant Biol* 58:115-136
- Liu J, Ratnayake K, Joyce DC, He S, Zhang Z** (2012) Effects of three different nano-silver formulations on cut *Acacia holosericea* vase life. *Postharvest Biol Technol* 66:8-15
- Marandi RJ, Hassani A, Abdollahi A, Hanafi S** (2011) Improvement of the vase life of cut gladiolus flowers by essential oils, salicylic acid and silver thiosulfate. *J Med Chem Plants Res* 5:5039-5043
- Merzlyak MN, Hendry GAF** (1994) Free radical metabolism, pigment degradation and lipid peroxidation in leaves during senescence. *P Roy Soc Edinb B* 102:459-471
- Miliauskas G, Venskutonis PR, van Beek TA** (2004) Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food Chem* 85:231-237
- Mutui TM, Emongor VE, Hutchinson MJ** (2006) The effects of gibberellins₄₊₇ on the vase life and flower quality of *Alstroemeria* cut flowers. *Plant Growth Regul* 48:207-214
- Noctor G, Arisi AM, Jouanin L, Kunert KJ, Rennenberg H, Foyer CH** (1998) Glutathione: biosynthesis, metabolism and relationship to stress tolerance explored in transformed plants. *J Exp Bot* 49:623-647
- Pacifici S, Ferrante A, Mensuali-Sodi A, Serra G** (2007) Postharvest physiology and technology of cut *Eucalyptus* branches: A review *Agric Med* 137:124-131

- Philosoph-Hadas S, Michaeli R, Reuveni Y, Meir S** (1996) Benzyladenine pulsing retards leaf yellowing and improves quality of goldenrod (*Solidago canadensis*) cut flowers. *Postharvest Biol Technol* 9:65-73
- Pulido E, Cuquel FL, Negrelle RRB** (2017) Behavior and postharvest evaluation criteria of *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae) floral scapes. *Ornam Hort* 23:263-269
- Rai VK, Gupta SC, Singh B** (2003) Volatile monoterpenes from *Prinsepia utilis* L. leaves inhibit stomatal opening in *Vicia faba* L. *Biol Plantarum* 46:121-124
- Ramezani H, Singh HP, Batish DR, Kohli RK** (2002) Antifungal activity of the volatile oil of *Eucalyptus citriodora*. *Fitoterapia*. 73:261–262
- Sellamuthu PS, Sivakumar D, Soundy P, Korsten L** (2013) Essential oil vapours suppress the development of anthracnose and enhance defense related and antioxidant enzyme activities in avocado fruit. *Postharvest Biol Technol* 81:66-72
- Shanan NT** (2012) Applications of essential oils to prolong the vase life of rose (*Rosa hybrida* L. cv. “Grand”) cut flowers. *J Hort Sci Ornament Plants* 4:66-74
- Singh HP, Mittal S, Kaur S, Batish DR, Kohli RK** (2009) Characterization and antioxidant activity of essential oils from fresh and decaying leaves of *Eucalyptus tereticornis*. *J Agric Food Chem* 57:6962–6966
- Skutnik E, Rabiza-Świder J, Wachowicz M, Lukaszewska AJ** (2004) Senescence of cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliottiana*. Part I. Chlorophyll degradation. *Acta Sci Pol-Hortorum Cultus* 3:67-74
- Sudhakar DV, Maini SB** (1994) Stability of carotenoids during storage of mango pulp. *J Food Sci Technol* 31:228-230
- Thompson JE, Legge RL, Barber RL** (1987) The role of free radicals in senescence and wounding, *New Phytol* 105:317-334
- Velikova V, Yordanov I, Edreva A** (2000) Oxidative stress and some antioxidant systems in acid rain-treated bean plants. *Plant Sci* 151:59-66
- Wang CY, Wang SY, Yin JJ, Parry J, Yu LL** (2007) Enhancing antioxidant, antiproliferation, and free radical scavenging activities in strawberries with essential oils. *J Agric Food Chem* 55:6527-6532
- Wingsle G, Hallgren JE** (1993) Influence of SO₂ and NO₂ exposure on glutathione, superoxide dismutase and glutathione reductase activities in Scots pine needles. *J Exp Bot* 44:463-470
- Young AJ, Lowe GM** (2001) Antioxidant and prooxidant properties of carotenoids. *Arch Biochem Biophys* 385:20-27
- Zhang JS, Li CJ, Wei J, Kirkham MB** (1995) Protoplasmic factors, antioxidants responses, and chilling resistance in maize. *Plant Physiol Biol Chem* 382:1123-1131

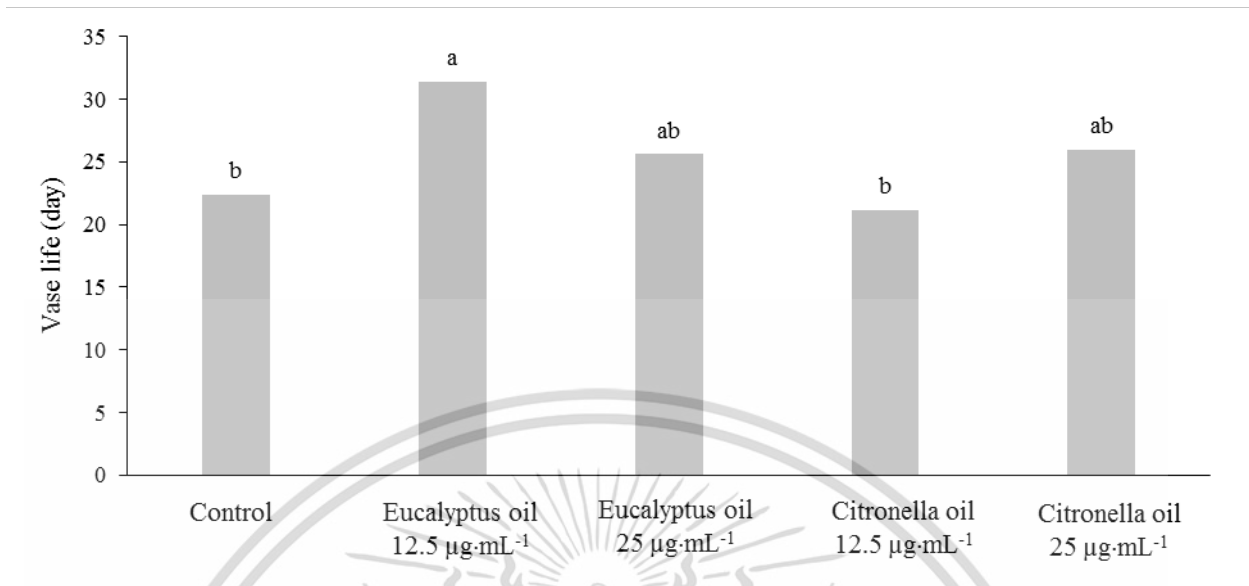
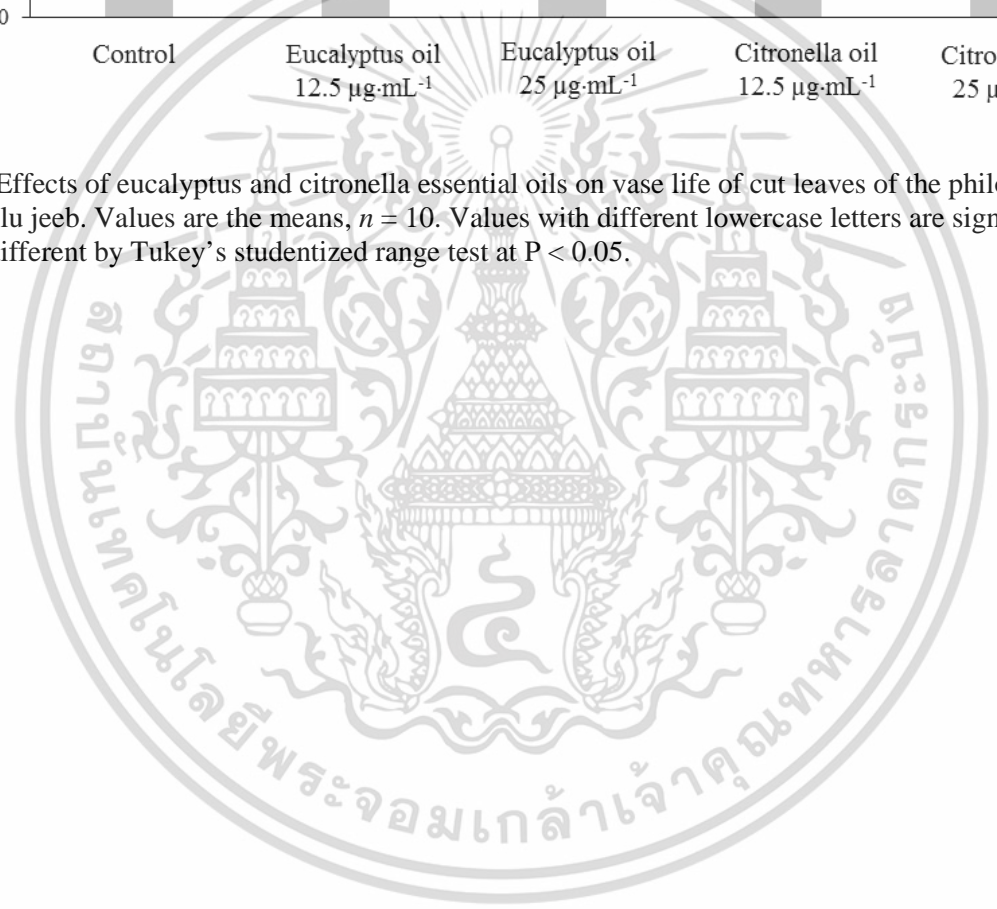


Fig. 1. Effects of eucalyptus and citronella essential oils on vase life of cut leaves of the philodendron plu jeeb. Values are the means, $n = 10$. Values with different lowercase letters are significantly different by Tukey's studentized range test at $P < 0.05$.



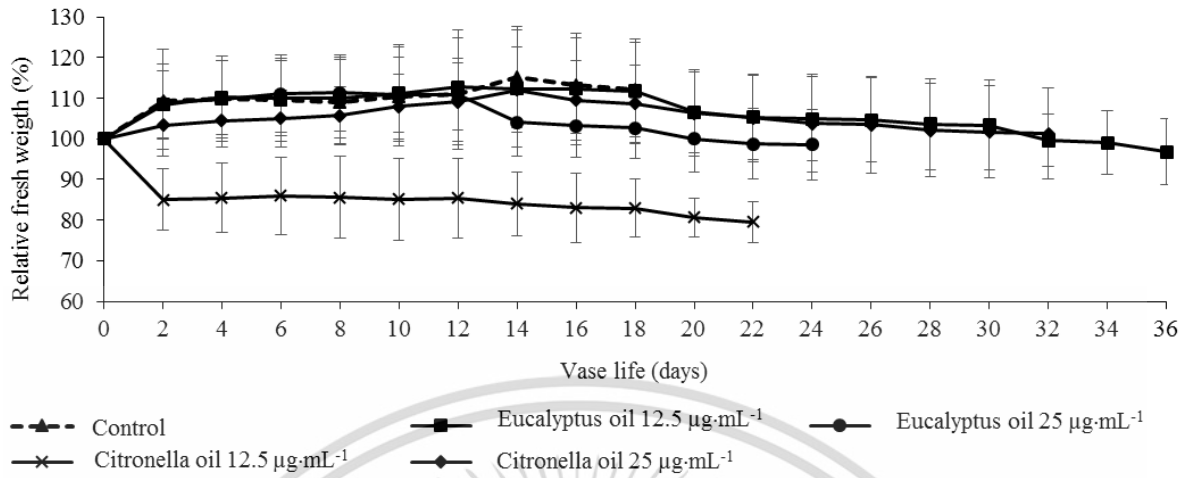


Fig. 2. Effects of eucalyptus and citronella essential oils applied as vase treatments on relative fresh weight of cut leaves of the philodendron plu jeeb. Values are means with standard errors ($n = 10$).



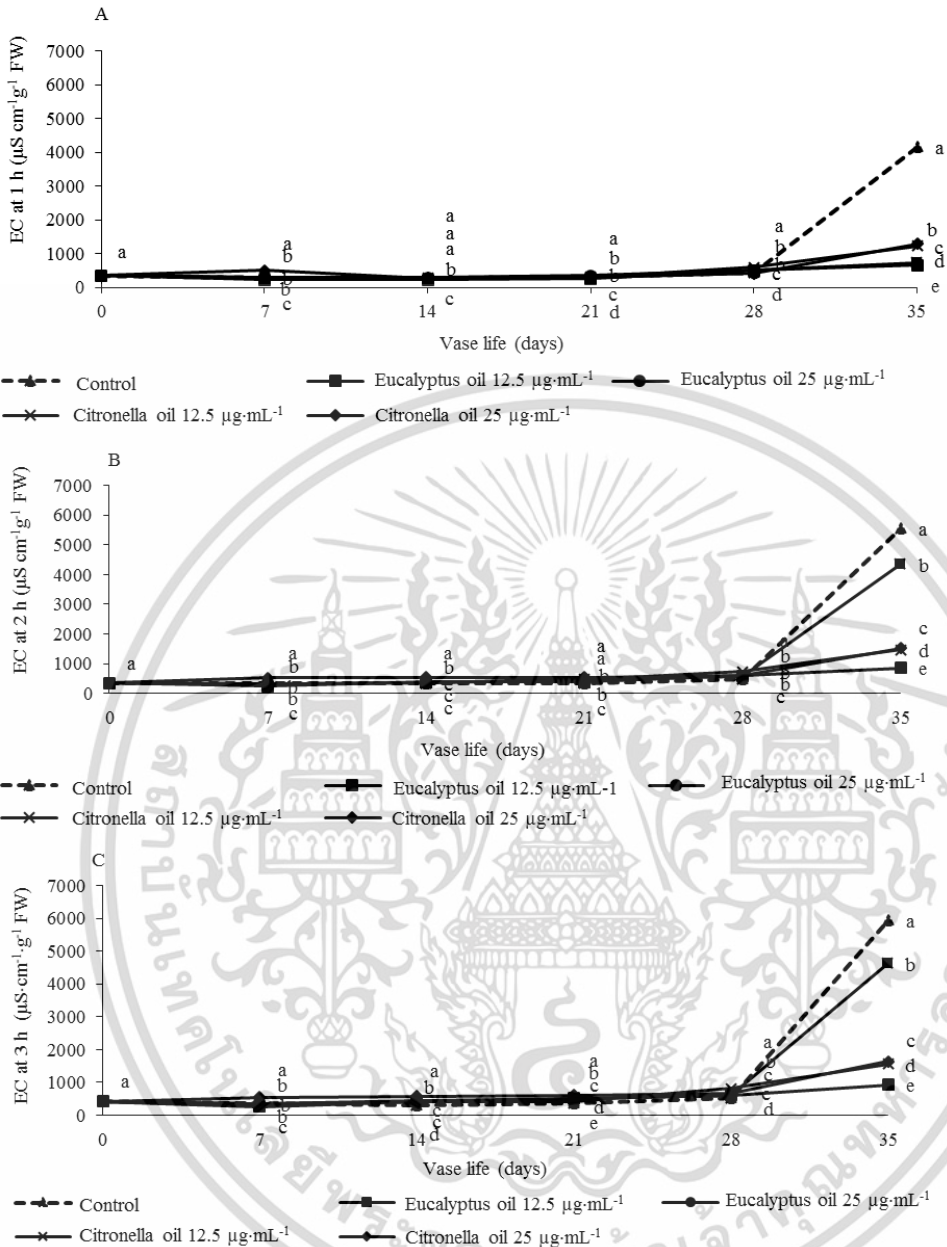


Fig. 3. Effects of eucalyptus and citronella essential oils applied as vase treatments on electrolyte leakage (EC) from cut leaves of the philodendron plu jeeb. Electrical conductivity is that of the bathing medium and is used as an indicator of electrolyte leakage after 1 h (A), 2 h (B), and 3 h (C). Values are the means, $n = 3$. Values among samples at the same treatment time (day) followed by different letters are significantly different by Tukey's studentized range test at $P < 0.05$.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

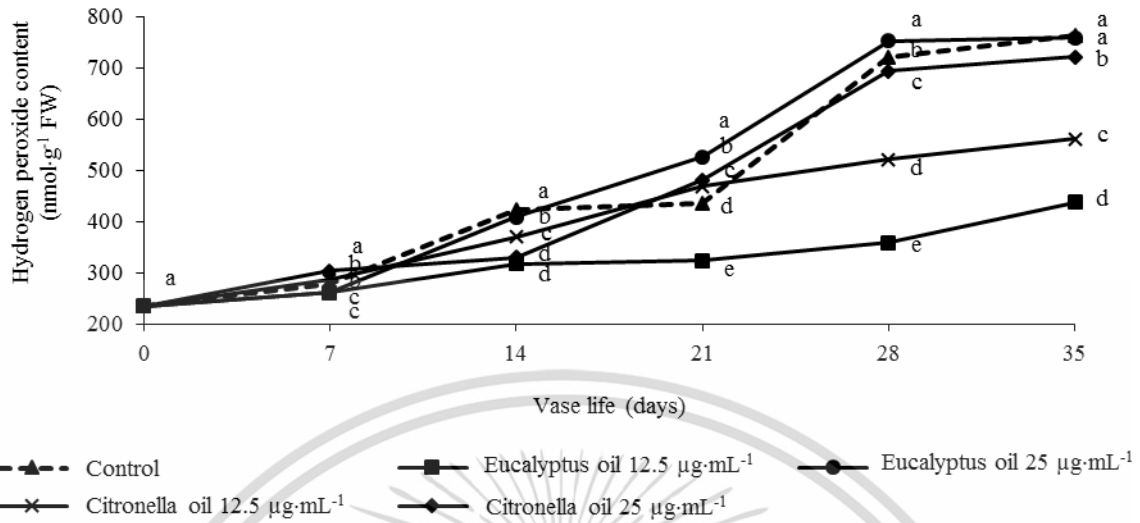
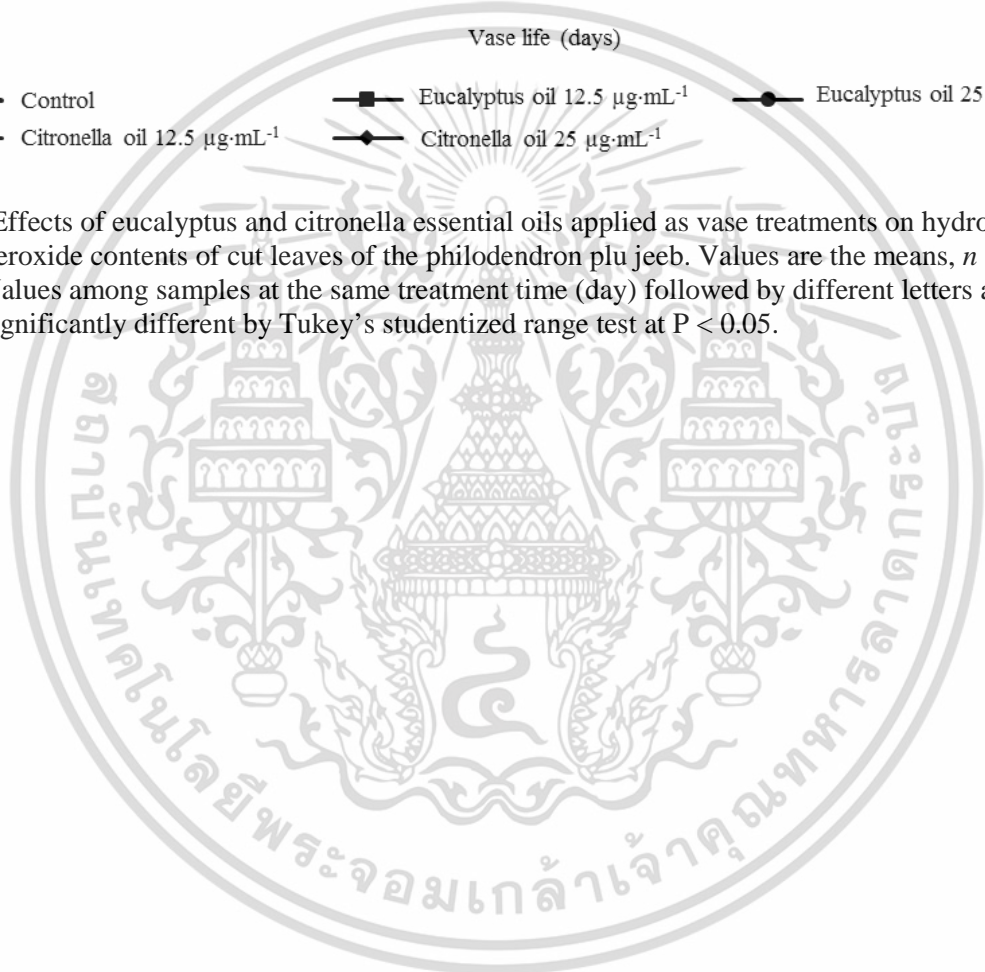


Fig. 4. Effects of eucalyptus and citronella essential oils applied as vase treatments on hydrogen peroxide contents of cut leaves of the philodendron plu jeeb. Values are the means, $n = 3$. Values among samples at the same treatment time (day) followed by different letters are significantly different by Tukey's studentized range test at $P < 0.05$.



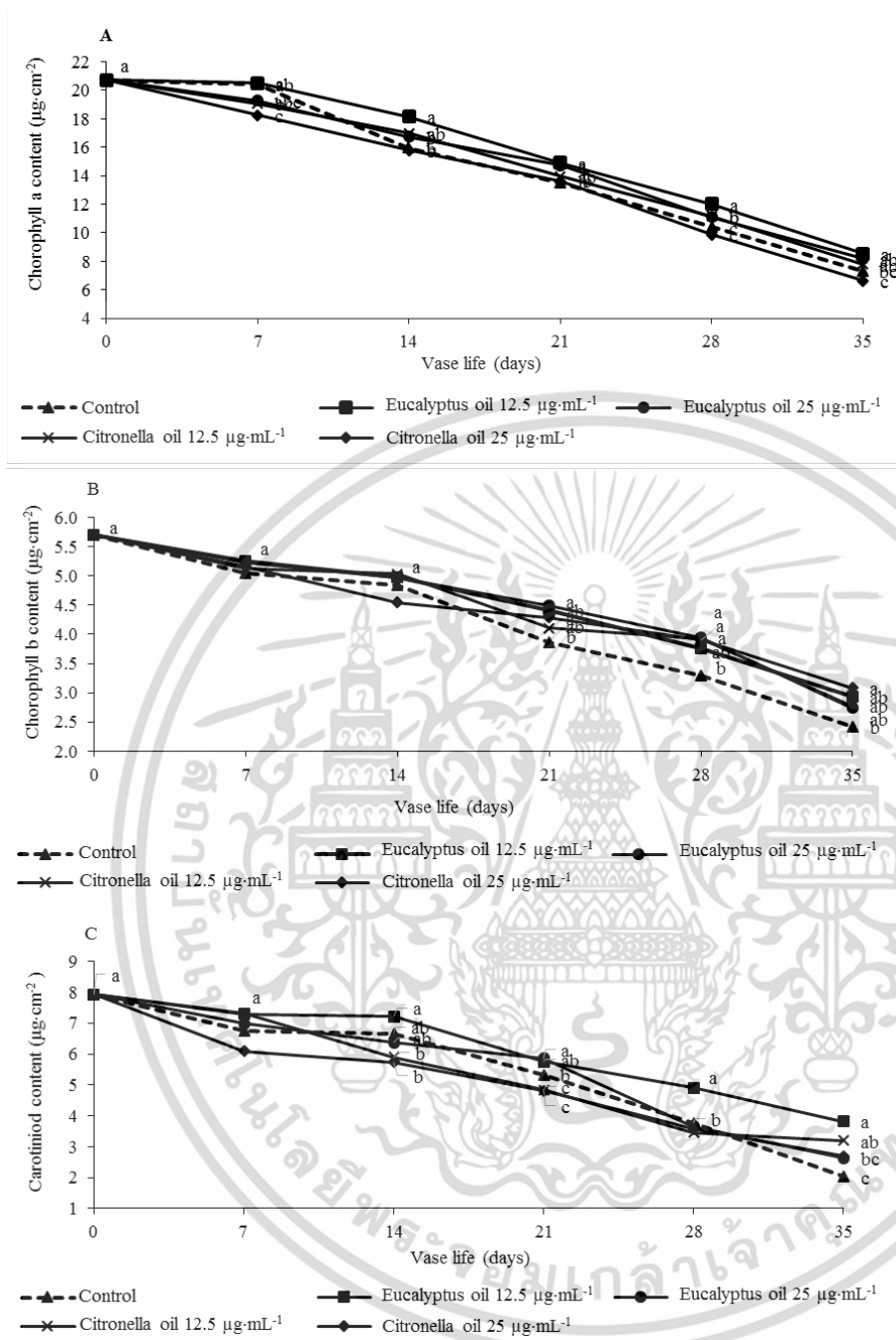


Fig. 5. Effects of eucalyptus and citronella essential oils applied as vase treatments on photosynthetic pigment content of cut leaves of the philodendron plu jeeb. Photosynthetic pigment content is measured as chlorophyll a (A), chlorophyll b (B), and carotenoids (C). Values are the means, $n = 3$. Values among samples at the same treatment time (day) followed by different letters are significantly different by Tukey's studentized range test at $P < 0.05$.

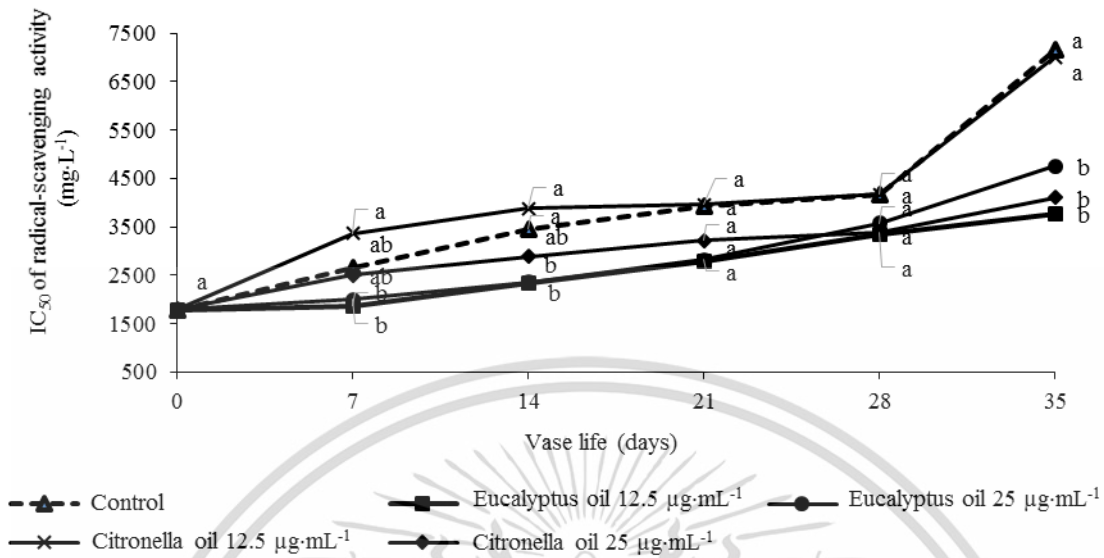


Fig. 6. Effects of eucalyptus and citronella essential oils applied as vase treatments on radical scavenging activity in cut leaves of the philodendron plu jeeb. Radical-scavenging activity is measured using 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Values are the means, $n = 3$. Values among samples at the same treatment time (day) followed by different letters are significantly different by Tukey's studentized range test.

เอกสารอ้างอิง

- กาญจนา วรราชฤทธิ์ กฤษณ์ สงวนพวก ผ่องเพ็ญ จิตรอารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารี และ มณฑนา บัวหนอง. 2555. ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ ที่ได้จากสารละลายปักแจกันของกุหลาบตัดดอก. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 43: 523-527.
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. คู่มือสมุนไพรและเครื่องเทศ ชุดที่ 3 พืชสมุนไพรน้ำมันหอมระเหย (Essential Oil). กรุงเทพฯ. หน้า 12-13
- กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. พิโดเดนดรอน. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด. 5 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 396 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 396 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2544. สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.
- จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวางของพืช. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 453 น.
- ช.ณัฐศิริ สุขสุวรรณ. 2545. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก. สำนักพิมพ์ประดิพัทธ์. กรุงเทพฯ. 194 น.
- ช.ณัฐศิริ สุขสุวรรณ และกัญชนา มีแก้วกฤษ. 2527. การปฏิบัติต่อดอกหน้าวัวหลังเก็บเกี่ยวเพื่อการขนส่งระยะไกล. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 2: 18-23.
- นฤกร เทพสุวรรณ วุฒิชัย สายเสาร์ พลกฤษณ์ มณีวระ ดนัย บุญเกียรติ และพิมพ์ใจ สีหะนาม 2561. อิทธิพลของระยะเวลาพัสดซึ่งต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์จิตรรา. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 49 : 567-570.
- นฤมล มาแทน. 2550. สารกันบูดทางธรรมชาติ น้ำมันหอมระเหย. วารสารอาหาร. 37: 127-132.
- นิธิยา รัตนานนท์. 2526. การปฏิบัติภายหลังการตัดดอกไม้. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- นิธิยา รัตนานนท์ และดนัย บุญเกียรติ. 2537. การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้. กรุงเทพฯ.

ประภัสสร วีรพันธ์ และวัชรวิ คุณกิตติ. 2554. คุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหย
ในหลอดทดลอง. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 7: 30-38.

พิศิษฐ์ สิงห์ใจ. 2551. การวัดขนาดอนุภาคระดับนาโนโดยใช้เครื่อง DLS และ Zeta Potential Sizer. วารสาร
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 2: 148-153.

ภาคภูมิ พระประเสริฐ. 2550. สรีรวิทยาของพืช. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

มาศุทล ศัญพิง และธีรดา หวังสมบุญดี. 2554. ผลของนาโนซิลเวอร์ต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของ
กล้วยไม้สกุลหวาย 'ขาวสนาน'. การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5 คณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลศิริ วิโรทัย. 2540. ส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ๆ. วารสารวิทยาศาสตร์ 13: 67-75.

สายชล เกตุยา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกดอกไม้. บริษัทสารมวลชนจำกัด. กรุงเทพฯ.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2557. ตะไคร้หอม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ. [Online].
Available; [http:// www. Medplant.Mahidol.ac.th/pubbealth/cymbona.html](http://www.Medplant.Mahidol.ac.th/pubbealth/cymbona.html).

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยาม
บรมราชกุมารี. 2559. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด ฤดูกาลป. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
www.rspg.or.th/plants_data/herbs/.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2559. เอกสารสถิติ
การเกษตรเลขที่ 403 ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ 156 น.

สุรินทร์ ตั้งดิทระเสรีวงศ์. 2534. การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย BA และ kinetin ที่ช่วยยืดอายุ
การปักแจกันของใบเฟิร์นมะขาม. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบัน
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อภิญา อธิวิเศษชัย. 2558. การศึกษาศักยภาพทางอัลลีโลพาตีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของ
น้ำมันหอมระเหยทางพืช. วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขา
เกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพฯ. 94 น.

อภิศา บุญศิริ โสรดา กนกพานนท์ สิริรุ่ง ปรีชานนท์ และศิริพร วิหคโต. 2554. สารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการ
เก็บรักษาผลไม้ คงความสดลดเน่าเสีย. ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา
กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

โอภา วัชรคุปต์ ปรีชา บุญจง จันทนา บุญยะรัตน์ และมาลีนีย์ อัดต์สินทอง. 2549. สารต้านอนุมูลอิสระ. พี.
เอส.พรินท์. กรุงเทพฯ.

- Arnold, V. and Fletcher, R.A. 1986. Stimulation of Chlorophyll Synthesis by Benzyladenine and Potassium in Excised and Intact Cucumber Cotyledons. *Physiological Plant* 68: 169-174.
- Aruoma, O.I., Spencer, J.P.E., Warren, D., Jenner, P., Butler, J. and Halliwell, B. 1997. Characterization of Food Antioxidants, Illustrated Using Commercial Garlic and Ginger Preparations. *Food Chemistry* 60: 149-156.
- Astani, A. Reichling, J. and Schnitzler, P. 2010. Comparative Study on the Antiviral Activity of Selected Monoterpenes Derived from Essential Oils. *Phytotherapy Research* 24: 673-679.
- Babarabie, M., Zarei, H. and Varasteh, F. 2016. Potential of Increasing the Vase Life and Improvement of some Physiological Characteristics of Alstroemeria Cut Flower by using non-Harmful Compounds Environmentally. *J. of Chem. Health Risk* 6: 1-8.
- Bajji, M., Kinet, J.M. and Lutts, S. 2002. The Use of the Electrolyte Leakage Method for Assessing Cell Membrane Stability as a Water Stress Tolerance Test in Durum Wheat. *Plant Growth Regulation* 36: 61-70.
- Bayat, H., Azizi, M., Shoor, M. and Vahdati, N. 2011. Effect of Ethanol and Essential oil of Medicinal Plants on Vase Life of Cut Carnation cv. 'Yellow Candy'. *Journal of Horticultural Science* 25: 384-390.
- Bayat, H., Geimadil, R. and Saadabad, A.A. 2013. Treatment with Essential Oils Extends the Vase Life of Cut Flowers of Lisianthus (*Eustoma grandiflorum*). *Journal of Medicinal Plants and By-products* 2: 163-169.
- Bazaz, A.M. and Tehranifer, A. 2011. Effect of Ethanol Methanol and Essential Oils as Novel Agents to Improve Vase-Life of Alstroemeria Flowers. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences* 5: 41-46.
- Beevers, L. 1966. Effect of Gibberellic Acid on the Senescence of Leaf Disks of Nasturtium (*Tropaeolum majus*). *Plant Physiological* 41: 1074-1076.
- Behera, Y. N. and Biswal, B. 1990. Leaf Senescence in Fern: Effect of Duration, Intensity and Quality of Light. *Environment Experimental Botany*. 30: 181-186.
- Beligni, M.V., Fath, A., Bethke, P.C., Lamattina, L. and Jones, R.L. 2002. Nitric Oxide Acts as an Antioxidant and Delays Programmed Cell Death in Barley Aleurone Layers. *Journal of Plant Physiology* 129: 1642-1650.

- Beuchat, L.R. and Golden, D.A. 1989. Antimicrobials occurring naturally in foods. *Food Technology* 43: 134-142.
- Bieleski, R.L., Ripperda, J., Newman, J.P. and Reid, M.S. 1992. Carbohydrate Changes and Leaf Blackening in Cut Flower Stems of *Protea eximia*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 117: 124-127.
- Brooker, M.I.H., Kleinig, D.A. 2006. *Field Guide to Eucalyptus*. vol.1. South-eastern Australia, Third edition. Bloomings, Melbourne
- Bowler, C., Van, Montagu M. and Inze, D. 1992. Superoxide Dismutase and Stress Tolerance. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 43: 83-116.
- Buchanan-Wollaston, V. 1997. The Molecular Biology of Leaf Senescence. *Journal of Experimental Botany* 48: 181-199.
- Bulgari, R., Negri, M. and Ferrante, A. 2015. Evaluation of Postharvest Storage and Treatments in Cut *Ruscus Foliage*. *Advances in Horticultural Science*. 29: 103-108.
- Burt, S. 2004. Essential Oils: their Antibacterial Properties and Potential Applications in Food-a Review. *International Journal of Food Microbiology* 94: 223-253.
- Cermelli, C., Fabio, A., Fabio G. and Quaglio, P. 2008. Effect of Eucalyptus Essential Oil on Respiratory Bacteria and Viruses. *Current Microbiology* 56: 89-92.
- Chamani, E. and Feizi, S.A. 2007. Thidiazuron effects on *Dianthus caryophyllus* 'Lunetta'. *Acta Horticulturae*. 755: 305-310.
- Chanjirakul, K., Wang, S.Y., Wang, C.Y. and Siriphanich, J. 2007. Natural Volatile Treatments Increase Free-Radical Scavenging Capacity of Strawberries and Blackberries. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 87: 1463-1472.
- Charles, O.O., Mojisola, E.O. and Kayode, O.K. 2016. Antioxidant and Antibacterial Activities of the Essential Oils of *Cymbopogon citratus* and *Citrus sinensis*. *European Journal of Medicinal Plants* 16: 1-10.
- Chen, C.T. and Kao, C.H. 1990. Comparative Study of The Metabolism of 1 -Aminocyclopropane -1 - Carboxylic Acid and Senescence of Water-Stressed and ABA-Treated Excised Rice leaves. *Plant and Cell Physiology* 31: 463-468.

- Christianson, M.L. and J.S. Hornbuckle. 1999. Phenylurea cytokinins assayed for induction of shoot buds in the moss *Funaria hygrometrica*. *American Journal of Botany* 86:1645-1648.
- Dareini, H., Abdos, V. and Danaee, E. 2014. Effect of some Essential Oils on Postharvest Quality and Vase Life of Gerbera Cut Flowers (*Gerbera jamesonii* cv. Sorbet). *European Journal of Experimental Biology* 4: 276-280.
- Dashtbay, S. and Hashemabadi, D. 2015. Study on Interaction Effects of Mechanical and Geranium Essential Oil Treatments on Vase Life of Cut Chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum* L.). *Journal of Ornamental Plants* 5: 97-103.
- Dhindsa, R.A., Plumb-Dhindsa P. and Thorpe, T.A. 1981. Leaf Senescence: Correlated with Increased Permeability and Lipid Peroxidation, and Decreased Levels of Superoxide Dismutase and Catalase. *Journal of Experimental Botany* 126: 93-101.
- Dinis, T.C.P., Madeira, V.M.C. and Almeida, L.M. 1994. Action of Phenolic Derivates (Acetoaminophen, Salicylate, and 5-aminosalicylate) as Inhibitors of Membrane Lipid Peroxidation and as Peroxylradical Scavengers. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 315: 161-169.
- Duan, X.W., Liu, T., Zhang, D., Su, X.G., Lin, H.T. and Jiang, Y.M. 2011. Effect of Pure Oxygen Atmosphere on Antioxidant Enzyme and Antioxidant Activity of Harvested Litchi Fruit during Storage. *Food Research International* 44: 1905-1911.
- Dubois, P. and Joyce, D. 1992. Preservation of fresh cut ornamental materials with glycerol. *Postharvest Biology and Technology* 2145-153.
- Duggan, J. and Gassman, M. 1974. Induction of Porphyrin Synthesis in Etiolated bean Leaves by Chelators of Iron. *Plant Physiology* 53: 206-215.
- Dupont, J. and Siegenthaler, P.A. 1986. A Parallel Study of Pigment Bleaching and Cytochrome Breakdown during Aging of Thylakoid Membranes. *Plant and Cell Physiology* 27: 473-484.
- Ebrahimzadeh, M.A., Pourmorad, F. and Bekhradnia, A.R. 2008. Iron Chelating Activity Screening, Phenol and Flavonoid Content of Some Medicinal Plants from Iran. *African Journal of Biotechnology* 32: 43-49.
- Fariman, ZK, Tehranifar A. 2011. Effect of Essential Oils, Ethanol and Methanol to Extend the Vase-Life of Carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) Flowers. *Journal of Biological Environmental Science* 5: 91-94.

- Farr, D.R. 1997. Functional Foods. *Cancer Letters* 114: 59-63.
- Ferrante, A., Hunter, D.A., Wesley, P.H. and Reid, M.S. 2002. Thidiazuron - Apotent Inhibitor of Leaf Senescence in *Alstroemeria*. *Postharvest Biology and Technology* 25: 333-338.
- Ferrante, A., Mensuali-Sodi, A., Serrage, G. and Tognoni, F. 2002. Effects of Ethylene and Cytokinins on Vase Life of Cut *Eucalyptus Parvifolia* Cambage Branches. *Journal of Plant Growth Regulation* 38: 119-125.
- Guleria, S., Jaitak, V., Saini, R., Kaul, V.K., Lal, B., Babu, G.D., Singh, B. and Singh, R.D. 2011. Comparative studies of volatile oil composition of *Rhododendron anthopogon* by hydrodistillation, supercritical carbon dioxide extraction and head space analysis. *Natural Product Research* 25: 1271-1277.
- Hacke, U.G., Jacobsen, A.L. and Pratt, R.B. 2009. Xylem Function of Arid-Land Shrubs from California USA: an Ecological and Evolutionary analysis. *Plant Cell and Environment* 32: 1324-1333.
- Halliwell, B., Gutteridge, J.M.C. and Aruoma, L. 1987. The Deoxyribose Method: a Simple Test Tube Assay for Determination of Rate Constants for Reactions of Hydroxyl radicals. *Journal of Analytical Biochemistry* 165: 215-219.
- Han, S. 1995. Ambiguity Recovery for GPS Long Range Kinematic Positioning Proc. ION GPS-95. Palm Springs. 349-360.
- Harpaz-Saad, S., Azoulay, T., Arazi, T., Ben-Yaakov, E., Mett, A., Shibolet, Y.M., Hörtensteiner, S., Gidoni, D., Gal-On, A., Goldschmidt, E.E. and Eyal, Y. 2007. Chlorophyllase is a rate-limiting enzyme in chlorophyll catabolism and is posttranslationally regulated. *The Plant Cell* 19: 1007-1022.
- Hashemabadi, D., Zarchini M., Hajivand, S., Safa, Z. and Zarchini, S. 2013. Effect of Antibiotics and Essential Oils on Postharvest Life and Quality Characteristics of Chrysanthem Cut Flower. *Journal of Ornamental Plants* 3: 259-265.
- Heath, R.L. and Packer, L. 1968. Photoperoxidation in Isolated Chloroplasts. I. Kinetics and Stoichiometry of Fatty Acid Peroxidation. *Archives in Biochemistry and Biophysics* 125: 189-198.
- Hedden, P. and Kamiya, Y. 1997. Gibberellin Biosynthesis: Enzymes, Genes and their Regulation. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology* 48: 431-460.

- Ho, L.C. and Nichols, R. 1977. Translocation of ¹⁴C-sucrose in relation to changes in carbohydrate content in rose corollas cut at different stages of development. *Annals of Botany* 41:227-42.
- Hou, W.C., Chen, Y.C., Lin, Y.H., Yang, L.L. and Lee, M.H. 2001. Antioxidant Activities of Trypsin Inhibitor a 33 KDa Root Storage Protein of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam cv. Tainong 5). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 49: 2978-2981.
- Husnu, K.C.B. and Gerhard, B. 2010. *Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications*, Taylor and Francis Group.
- Ichimura, K. and Suto, K. 1999. Effects of the Time of Sucrose Treatment on Vase Life, Soluble Carbohydrate Concentrations and Ethylene Production in Cut Sweet Pea Flowers. *Journal of Plant Growth Regulation*. 28: 117-122.
- Jhalegar, M.D.J., Sharma, R.R. and Singh, D. 2015. In Vitro and in Vivo Activity of Essential Oils Against Major Postharvest Pathogens of Kinnow (*Citrus nobilis* x *C. deliciosa*) Mandarin. *Journal of Food Science and Technology* 52: 2229-2237.
- Jin, P., Wang, S.Y., Gao, H., Chen, H., Zheng, Y. and Wang, C.Y. 2012. Effect of Cultural System and Essential Oil Treatment on Antioxidant Capacity in Raspberries. *Food Chemistry* 132: 399-405.
- Jing, H-J. and Li, H-G. 2015. Chitooligosaccharide Prolong Vase Life of Cut Roses by Decreasing Reactive Oxygen Species. *Korean Journal of Horticultural Science and Technology* 33: 383-389.
- Jons, F.A. 1996. Herbs – Useful Plants their Role in History and Today. *European Journal of Gastroenterology and Hepatology* 8: 1227-1231.
- Kader, A.A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 2nd edn, ANR Publications, 3311, Publication, Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Oakland, CA.
- Kazemi, M. and Ameri A. 2012. Response of Vase-Life Carnation Cut Flower to Salicylic Acid, Silver Nanoparticles, Glutamine and Essential Oil. *Asian Journal of Animal Science* 6: 122-131.
- Ketsa, S. and Luangsuwalai K. 2001. Prolonging vase life of Dendrobium flower: the substitution of aluminium sulfate and cobalt chloride for silver nitrate in holding solution. *Acta Horticulturae* 543: 41-45.
- Knee, M. 1996. Inhibition of Petunia Flower Senescence by 2,2-Dipyridyl. *Postharvest Biology and Technology* 9: 351-360.

- Kocsy, G., Brunner, M., Ruegseggar, A., Stamp, P. and Branold, C. 1996. Glutathione Synthesis in Maize Genotypes with Different Sensitivities to Chilling. *Planta* 198: 365-370.
- Kordali, S., Cakir, A., Akcin, T.A., Mete, E., Akcin, A., Aydin, T. and Kilic, H. 2009. Antifungal and Herbicidal Properties of Essential Oils and n-Hexane Extracts of *Achillea gypsicola* Hub-Mor. and *Achillea biebersteinii* Afan. (Asteraceae). *Industrial Crops and Products* 29: 562–570
- Langmeier, M, Ginsburg, S. and Matile, P. 1993. Chlorophyll Breakdown in Senescent Leaves: Demonstration of Mg-Dechelataase Activity. *Physiologia Plantarum* 89: 347-353.
- Lee, D.H. and Lee, C.B. 2000. Chilling Stress-Induced Changes of Antioxidant Enzymes in the Leaves of Cucumber: in Gel Enzymes Activity Assays. *Plant Science* 159: 75-85.
- Leila, K. Nahid, R., Atoosa, D. and Mehrdad, B. 2016. The Effect of Non-Harmful Compounds Environmentally (Eucalyptus and Rosa Damascena Essences) on Vase Life and Some Physiological Characteristics of Gerbera Cut Flowers. *Journal of Chemical Health Risks* 6: 153-160.
- Liao, W., Zhang, Z., Pan, Z., Mantini, D., Ding, J., Duan, X. and Chen, H. 2010. Altered Functional Connectivity and Small-World in Mesial Temporal Lobe Epilepsy. *Plos One*. 5: 143-150
- Lichtenthaler, H.K. 1987. Chlorophylls and Carotenoids: Pigments of Photosynthetic Membranes. *Methods in Enzymology* 148: 350-382.
- Lim, P.O., Kim, H.J., Nam, H.G. 2007. Leaf Senescence. *Annual Review of Plant Biology* 58: 115-136.
- Lo Gullo, M.A. and Salleo, S. 1993. Different Vulnerabilities of *Quercus ilex* L. to Freeze and Summer Drought-Induced Xylem Embolism: an Ecological interpretation. *Plant Cell and Environment* 16: 511-519.
- Lo Gullo, M.A. Salleo, S., Piaceri, E.C. and Rosso, R. 1995. Relations Between Vulnerability to Xylem Embolism and Xylem Conduit Dimensions in Young Trees of *Quercus cerris*. *Plant Cell and Environment* 18: 661-669.
- Madakadze, R., Masarirambi, M. and Nyakudya E. 2004. Processing of Horticultural Crops in the Tropics. In: Dris R, Jain SM (Eds), *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops. Quality Handling Evaluation* 3: 379-399.

- Majnooni, M.B., Mansouri, K., Ghokivand, A., Mostafaie, H.R. Mohammadi, N.S., Afanzade, M.R. and Piriyaee, M. 2012. Chemical composition, cytotoxicity and antioxidant activities of the essential oil from the leaves of citrus aurantium L. African Journal of Biotechnology 11: 498-503.
- Mallahi, T., Ramezani, A., Saharkhiz, M.J., Javanmardi, J. and Iraj, A. 2018. Antimicrobial activities of Asafoetida and Shirazi thyme essential oils improve the vase life of gerbera cut flowers. Acta Ecologica Sinica 38(3): 228-233.
- Marandi, R.J., Hassani, A., Abdollahi, A. and Hanafi, S. 2011. Improvement of the Vase Life of Cut Gladiolus Flowers by Essential Oils Salicylic acid and Silver Thiosulfate. Journal of Medicinal Plant Research 5: 5039-5043.
- Material with Glycerol. Postharvest Biology and Technology. 2: 145-153.
- Merzlyak, M.N. and Hendry, G.A.F. 1994. Free Radical Metabolism Pigment Degradation and Lipid Peroxidation in Leaves during Senescence. Royal Society of Edinburgh 102: 459-471.
- Miliauskas, G., Venkutonis, P.R. and Van, Beek T.A. 2004. Screening of Radical Scavenging Activity of some Medicinal and Aromatic Plant Extracts. Food Chemistry 85: 231-237.
- Moneruzzaman, K.M., Hossain, A.B.M.S., Amru, N.B., Saifudin, M., Imdadul, H. and Wirakarnain, S. 2010. Effect of sucrose and kinetin on the quality and vase life of Bougainvillea glabra var. Elizabeth Angus bracts at different temperatures. Australian Journal of Crop Science 4: 474-479.
- Mutui, T.M., Emongor, V.E. and Hutchinson, M.J. 2006. The Effects of Gibberellins₄₊₇ on Vase Life and Flower Quality of Alstroemeria Cut Flowers. Journal of Plant Growth Regulation 48: 207-214.
- Nahrabadi, L.K., Rood, N., Danyaei, A., Babarabie, M. and Shadbash, M. 2015. The Effect of Eucalyptus and Rosa Damascena Essences with Sucrose on Vase Life and Physiological Characteristics of Cut Gerbera cv. 'Alain Ducasse'. Journal of Ornamental Plants 5: 205-212.
- Neill, S.J., Desikan, R. and Hancock, J.K. 2002. Hydrogen Peroxide Signaling. Current Opinion in Plant Biology 5: 388-395.
- Ngamkham, P., Techavuthiporn, C., Srilaong, V., Wongs-Aree, C. and Buanong, M. 2011. Effect of Cytokinins on Delaying Leaf Senescence of Rabbit's Foot Fern (*Davillia* sp.) After Harvest. Journal of Agricultural Science. 3: 295-298.

- Nikos, G.T. and Costas, D.E. 2007. Antifungal Activity of Lemongrass (*Cymbopogon citratus* L.) Essential Oil Against Key Pathogen. *Innovative food science and Emerging Technology*. 8: 253-258.
- Noctor, G., Arisi, A.M., Jouanin, L., Kunert, K.J., Rennenberg, H. and Foyer, C.H. 1998. Glutathione: Biosynthesis, Metabolism and Relationship to Stress Tolerance Explored in Transformed Plants. *Journal of Experimental Botany* 49: 623-647.
- Nowak, J. and R.M. Rudnicki. 1990. Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants. In: A.A. Duncan (ed.). Timber Press, Portland, Ore.
- Olaiya, C.O., Ojebode, M.E. and Karigidi, K.O. 2016. Antioxidant and Antibacterial Activities of the Essential Oils of *Cymbopogon citratus* and *Citrus sinensis* *European Journal of Medicinal Plants* 16(1): 1-10.
- Osswald, W.M., Neihuss, M., Hube, W. and Elstner, E.F. 1984. Support of non-Host Resistance by Artificial Leaf Coating. *Krankh plants Plant protect* 91: 337-341.
- Pacifici, S., Ferrante, A., Mensuali-Sodi, A., Serra, G. 2007. Postharvest Physiology and Technology of Cut Eucalyptus Branches: A Review. *Agricultural Medicine* 137: 124-131.
- Packer, L., Hiramatsu, M. and Yoshikawa, T. 1999. *Antioxidant Food Supplements in Human Health*. Academic Press. U.S.A.
- Pantastico, Er.B., Matto, A.K., Murata, T. and Ogata K. 1975. Chilling Injury, pp.339-362. In Pantastico, Er.B. (ed.). *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Philosoph-Hadas, S., Michaeli, R., Reuveni, Y. and Meir, S. 1996. Benzyladenine Pulsing Retards leaf Yellowing and Improves Quality of Goldenrod (*Solidago canadensis*) Cut Flowers. *Postharvest Biology and Technology* 9: 65-73.
- Pourianejad, F., Hasanzadeh, N. and Kalatejarei, S. 2014. The Effect of Herbal Essential Oil in Preservative Solution, on Quantitative, Vase Life, Bacteria-Induced Stem Xylem Blockage of *Lisianthus* var. Echo. *Agrivita* 36: 174-181.
- Prakash, M. and Ramacandran, K. 2000. Effects of Moisture Stress and Anti-transpirants on Leaf Chlorophyll, Soluble Protein and Photosynthetic Rate in Brinjal Plants. *Agronomy and Crop Science* 184: 153-156.

- Pulodo, E., Cuquel, F.L. and Negrelle, R.R.B. 2017. Behavior and Postharvest Evaluation Criteria of *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae) Floral Scaped. *Ornamental Horticulture* 23: 263-269.
- Punetha, P. and Trivedi, H. 2018. Analysis of Antitranspirant Chemicals in Relation to the Post-Harvest Attributes of Cut Rose CV. Naranjo. *International Journal of Chemicals Studies* 6: 1745-1749.
- Rabiza-Swider, J., Skutnik, E., Wachowicz, M. and kukaszewska, A.J. 2004. Senescence of Cut Leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliotiana*. Part II, Freeamino Acid Accumulation in Relation to Soluble Protein Content. *Acta Scientiarum Polonorum Cultus* 3: 67-74.
- Rai, V.K., Gupta, S.C. and Singh, B. 2003. Volatile Monoterpenes from *Prinsepia utilis* L. Inhibit Stomatal Opening in *Vicia faba* L. *Biologia Plantarum* 46: 121-124.
- Ramezani, H., Singh, H.P., Batish, D.R. and Kohli, R.K. 2002. Antifungal Activity of the Volatile Oil of *Eucalyptus Citriodora*. *Fitoterapia*, 73: 261-262.
- Rohman, P.K. and Bono, A. 2010. Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoid. *Industrial Crops and Products* 56: 143-153.
- Rubinowska, K., Michalek, W. and Pogroszewska, E. 2012. The Effects of Chemical Substances on Senescence of *Weigela florida* (Bunge) A.D.C. Variegata Nana Cut Stems. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 11: 17-28.
- Rubinstein, B. 2000. Regulation of Cell Death in Flower Petals. *Plant Molecular Biology* 44: 303-318.
- Safeena, S.A., Jayanthi, R., Ralu, B., Jaganath, S. and Ramakrishna, B.M. 2014. Effect of Pulsing on Postharvest Longevity of Cut Leaves of Lace Fern/Bridal Fern (*Aspapragnus setaceus* syn. *Plumosus*). *Proceedings of the National Academy of Sciences India, Section B. Biological Sciences* 84: 735-742.
- Sanja, C., Milka, M., Mzrija, E.S. and Renatr, B. 2008. Chemical Composition and Antioxidant and Antimicrobial Activity of Two Satureja Essential oils. *Food Chemistry* 111: 648-653.
- Sanjay, G., Tiku, A.K., Sahil, G., Gurjinder, S., Apurva, K. and Razdan, V.K. 2011. Chemical Composition, Antioxidant Activity and Inhibitory Effects of Essential Oil of *Eucalyptus Teretecornis* Grown in North-Western Himalaya against *Alternaria alternate*. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology* 21: 44-50
- Sankha, N., Gehlot, H.S., Choudhary, R., Joshi, S. and Dinesh, R. 2005. Ecophysiological Studies on Indian Desert Plants: Effect of Salt on Antioxidant Defense System in *Ziziphus* spp. In:

- Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants (eds. M.A. Khan and D.J. Weber), Netherlands. Springer. pp. 201-213.
- Shanan, N.T. and Shalaby, E.A. 2011. Influence of Some Chemical Compounds as Antitranspirant Agents on Vase Life of *Monstera deliciosa* leaves. African Journal of Agricultural Research 6: 132-139.
- Sellamuthu, P.S., Mafune, M., Sivakumar, D., and Soundy, P., 2013. Thyme oil Vapour and Modified Atmosphere Packaging Reduce Anthracnose Incidence and Maintain Fruit Quality in Avocado. Journal of Science of Food and Agriculture. 93(12): 3024-3031.
- Shtein, I., Meir, S., Riov, J. and Philosoph-Hadas, S. 2011. Interconnection of Seasonal Temperature, Vascular Traits, Leaf Anatomy and Hydraulic Performance in Cut Dodonaea 'Dana' Branches. Postharvest Biology and Technology 61: 184-192.
- Sies, H. 1991. Oxidative Stress, Oxidants and Antioxidants. Academic Press, San Diego.
- Singh, H.P., Mittal, S., Kaur, S., Batish, D. and Kohli, R.K. 2009. Characterization and Antioxidant Activity of Essential Oils from Fresh and Decaying Leaves of *Eucalyptus tereticornis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry 57: 6962-6966.
- Singh, H.P., Kaur, S., Negi, K., Kumari, S., Saini, V., Batish, D.R. and Kohli, R.K. 2012. Assessment of In Vitro Antioxidant Activity of Essential Oil of Eucalyptus Citridora (Lemon-Scented Eucalypt; Myrtaceae) and its Major Constituents. Food Science and Technology 48: 237-241.
- Sokvic, M., Glamoclija, P.D., Marin, D., Brkic L.J. and Griensven, L.D. 2010. Antibacterial effects of the essential oils of commonly consumed medicinal herbs using an in vitro model. Molecules 15: 7532-7546.
- Solgi, M.M., Kafi, T., Taghavi, S. and Naderi, R. 2009. Essential Oils and Silver Nanoparticles (SNP) as Novel Agents to Extend Vase-Life of Gerbera (*Gerbera jamesonii* cv. 'Dune') Flowers. Postharvest Biology and Technology 5: 155-158.
- Strain, J.J. and Benzie, I.F.F. 1999. Diet and Antioxidant Defence. In Encyclopedia of Human Nutrition. [Sadler, M.J. Strain J.J. and Cabellero, B. editors]. San Diego: Academic Press. p. 95-105.
- Suisuwan, C. and Pichayanon, K. 2002. Study on Harvest and Postharvest Activity of Lemon Grass Oil and Lemon Grass Oil Cream. Phytotherapy Research 10: 551-554.

- Tahereh, M., Asghar, R., Mohammad, J., Saharkhiz, J. and Javanmardi, A.I. 2018. Antimicrobial Activities of Asafoetida and Shirazi Thyme Essential Oils Improve the Vase Life of Gerbera Cut Flowers. *Acta Ecologica Sinica* 38: 228-233.
- Tajidi, N.E., Ahmad, S.H., Azimah, A.B. and Munirah, M. 2012. Chemical Composition and Citral Content in Lemongrass (*Cymbopogon Citratus*) Essential Oil at Three Maturity Stages. *International Journal of Biotechnology* 11: 2685-2693.
- Tatmala, N., Kaewsuksaeng, S. Kanlayanarat, S. and Buanong, M. 2012. Effect of Thidiazuron Holding Treatments on Delaying the Senescence of Davallia Ferns. *Acta Horticulturae* 937: 463-466.
- Tetley, R.H. and Thimann, K.Y. 1975. The Metabolism of Oat Leaves During Senescence: IV The Effect of 2,2-Dipyridyl and Other Metal Chelators on Senescence. *Plant Physiology* 56: 140-142.
- Thimann, K.V. 1980. The Senescence of Leaves p. 85. In: K. V.in plants. GRC Press, Boca Raton. FL.
- Thompson, J.E., Legge, R.L. and Barber, R.F. 1987. The Role of Free Radicals in Senescence and Wounding. *The New Phytologist* 105: 317-344.
- Thunberg, R.L., Tran, T.T., Bennett, R.W., Matthews, R.N. and Belay, N. 2002. Microbial Evaluation of Selected Fresh Produce Obtained at Retail Markets. *Journal of Food Protection* 65: 677-682.
- Tomas-Barberan, F.A. and Robins, R.J. 1997. *Phytochemistry of Fruits and Vegetables*. Oxford University Press Inc. New York. U.S.A.
- Valero, M. and Francés, E. 2006. Synergistic Bactericidal Effect of Carvacrol, Cinnamaldehyde or Thymol and Refrigeration to Inhibit *Bacillus cereus* in Carrot Broth. *Food Microbiology* 23: 68-73.
- Van Doorn, W.G. and Perik, R.R.J., 1990. Hydroxyquinoline Citrate and Low pH Prevent Vascular Blockage in Stems of Cut Rose Flowers by Reducing the Number of Bacteria. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115: 979-981.
- Van Doorn, W.G. and Vaslier, N. 2002. Wounding-Induced Xylem Occlusion in Stems of Cut Chrysanthemum Flowers: Roles of Peroxidase and Catechol Oxidase. *Postharvest Biology and Technology* 26: 275-284.
- Van Doorn, W.G., De Witte, Y. and Perik, R.R.J. 1990. Effect of Antimicrobial Compounds on the Number of Bacteria in Stems of Cut Rose flowers. *Journal of Applied Bacteriology* 68: 117-122.
- Van Leperen, W., Van Meeteren, U. and Van Gelder, H. 2001 Fluid Composition Influences Hydraulic Conductance of Xylem Conduits. *Journal of Experimental Botany*. 52: 769-776.

- Vaslier, N. and Van Doorn. W.G. 2003. Xylem Occlusion in Bouvardia Flowers: Evidence for a Role of Peroxidase and Catecholoxidase. *Postharvest Biology and Technology* 55: 66-69.
- Wang, C.Y. 1990. Physiological and Biochemical Effects of Controlled Atmosphere on Fruit and Vegetables. In Calderon, M. and Barkai Golan, R. (Editors). *Food Preservation by Modified Atmospheres*. CRC Press, Boca Raton Ann Arbor Boston, 197–223.
- Wang, H., Cao, G. and Prior, R.L. 1997. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45: 304-309.
- Washington, C. 2003. *Zeta Potential in Pharmaceutical Formulation*. Department of Pharmacy, Nottingham.
- Weiss, J. 1999. Effect of Mass Transport Processes on Physicochemical Properties of Surfactant-Stabilized Emulsions. Department of Food Science, University of Massachusetts, Amherst.
- Wijayabandara, S.M., Damunupola, K.H.J., Krishnarajah, S.A.W., Daundasekera, W.A.M. and Wijesundara, D.S.A. 2018. Effect of Different Vase Solutions on Postharvest Longevity of Cut Foliage *Ophiopogon japonicus*. *Ceylon Journal of Science* 47: 195-199.
- Wingsle, G. and Hallgren, J.E. 1993. Influence of SO₂ and NO₂ Exposure on Glutathione, Superoxide Dismutase and Glutathione Reductase Activities in Scots Pine Needles. *Journal of Experimental Botany* 44: 463-470.
- Yamaguchi, N. and Watada, A.E. 1996. Mechanism of Chlorophyll Degradation in Broccoli Flower Buds. *Journal of the Japan Society for Horticultural Science* 65: 544-545.
- Young, A.J. and Lowe, G.M. 2001. Antioxidant and Prooxidant Properties of Carotenoids. *Archives of Biochemistry and Biophysics* 385(1): 20-27.
- Young, A.J. and Lowe, G.M. 2001. Antioxydant prooxidant properties of carotenoids. *Arch Biochemical Biophys* 358: 20-27.
- Zelitch, I. 1963. *Stomata and Water Relations in Plants*. Connecticut. Agricultural Experiment Station Bulletin. 664 p.
- Zhang, J., Cui, S., Li, J., Wei, J. and Kirkham, M.B. 1995. Protoplasmic Factors, Antioxidants Responses, and Chilling Resistance in Maize. *Plant Physiology and Biochemistry* 33: 567-575.
- Ziv, O. and Frederiksen R.A. 1983. Control of Foliar Disease with Epidermal Coating Materials. *Plant Disease* 67: 212-214.

ภาคผนวก

สรุปค่าใช้จ่ายการดำเนินงานโครงการวิจัย

บันทึกรายการรับ-จ่ายเงิน โครงการวิจัย สัญญาเลขที่ A118-0361-023 ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2560 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2561

แหล่งทุน:งบประมาณแผ่นดิน ปี พ.ศ. 2561

ชื่อโครงการ: การศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมและกลีเซอรอลเพื่อรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบ

ฟิโลเคนครอนพลูจีบ

ชื่อหัวหน้าโครงการ: นางสาวฉันทินี ชีรารักษ์

ว/ค/ป	รายการ	เลขที่อ้างอิง	รายการรับ - จ่าย				รายรับ	รายจ่าย					รวม	
			รับ	จ่าย	คงเหลือ	ดอกเบี้ยรับ		งบบุคลากร	งบดำเนินงาน			งบลงทุน		รายจ่าย
									ค่าจ้างชั่วคราว	ค่าตอบแทน	ค่าใช้สอย			
	งบประมาณที่ได้รับการอนุมัติ (ตามแผน)	246,500.00	246,500.00			298.26								298.26
5 ม.ค. 61	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 1 = 85%)	209,525.00	209,525.00			89.07								
31 พ.ค. 61	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 2 = 15%)	36,975.00	36,975.00											
	จำนวนเงินที่ได้รับ (งวดที่ 3)	-												
	หัก ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 1)	98,572.88		98,572.88			62,400.00	-	23,700.00	12,472.88			-	98,572.88
	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 2)	90,410.70		90,410.70			62,400.00	-	10,700.00	17,310.70			-	90,410.70

	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 3)			57,516.42			31,200.00	-	6,600.00	19,716.42		-	57,516.42
		57,516.42											
	ค่าใช้จ่าย (ครั้งที่ 4)						-	-	-	-		-	-
	งบประมาณคงเหลือ		246,500.00	-		387.33							
	รายละเอียดค่าใช้จ่าย												
ครั้งที่ 1													
30 พ.ย. 60	ค่าจ้างชั่วคราว	P01					15,600.00						15,600.00
29 ธ.ค. 60	ค่าจ้างชั่วคราว	P02					15,600.00						15,600.00
30 ม.ค. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P03					15,600.00						15,600.00
31 ม.ค. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/86						3,300.00					3,300.00
8 ก.พ. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/88						3,300.00					3,300.00
8 ก.พ. 61	ใบฟิโลเดนครอนพลูจีบ	P04							1,000.00				1,000.00
16 ก.พ. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/88						3,300.00					3,300.00
16 ก.พ. 61	ใบฟิโลเดนครอนพลูจีบ	P05							1,000.00				1,000.00
28 ก.พ. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P06					15,600.00						15,600.00
6 มี.ค. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/84						3,300.00					3,300.00
6 มี.ค. 61	ใบฟิโลเดนครอนพลูจีบ	P07							1,500.00				1,500.00

15 มี.ค. 61	สารเคมี	No.026565						7,472.88			7,472.88	
16 มี.ค. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/84						3,300.00			3,300.00	
16 มี.ค. 61	ไบไฟโลดนครอนพลูจีบ	P08						1,500.00			1,500.00	
27 มี.ค. 61	ค่าบริการใช้เครื่องมือวัดขนาด อนุภาค/ความต่างศักย์บนพื้นผิว	No.3740/48						7,200.00			7,200.00	
	รวมครั้งที่ 1					62,400.00	-	23,700.00	12,472.88	-	-	98,572.88
ครั้งที่ 2												
30 มี.ค. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P09				15,600.00					15,600.00	
30 มี.ค. 61	ค่าบริการใช้เครื่องมือวัดขนาดอนุภาค	No.3801/19						800.00			800.00	
17 เม.ย. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/95						3,300.00			3,300.00	
18 เม.ย. 61	ผงหมึก	N0.000240418 1024379						1,250.00			1,250.00	
27 เม.ย. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/95						3,300.00			3,300.00	
30 เม.ย. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P10				15,600.00					15,600.00	
15 พ.ค. 61	สารเคมี	INV 0019/61						16,060.70			16,060.70	
30 พ.ค. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P11				15,600.00					15,600.00	
30 พ.ค. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)วจ.ง/103						3,300.00			3,300.00	

29 มิ.ย. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P12					15,600.00						15,600.00
	รวมครั้งที่ 2						62,400.00	-	10,700.00	17,310.70	-	-	90,410.70
ครั้งที่ 3													
26 ก.ค. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P13					15,600.00						15,600.00
31 ก.ค. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)ว.จ.ง/119							3,300.00				3,300.00
31 ก.ค. 61	ใบฟิวไลเดนดรอนพลูจีบ	P14								1,500.00			1,500.00
30 ส.ค. 61	ค่าจ้างชั่วคราว	P15					15,600.00						15,600.00
26 ก.ย. 61	ค่าสารเคมี	IV1810208								5,334.81			5,334.81
27 ก.ย. 61	ค่าสารเคมี	IV6110205								11,381.61			11,381.61
28 ก.ย. 61	ค่าเดินทาง	ศธ 0524.05 (2)ว.จ.ง/134							3,300.00				3,300.00
28 ก.ย. 61	ใบฟิวไลเดนดรอนพลูจีบ	P16								1,500.00			1,500.00
	รวมครั้งที่ 3						31,200.00	-	6,600.00	19,716.42	-	-	57,516.42
ครั้งที่ 4													
	รวมครั้งที่ 4						-	-	-	-	-	-	-

ลงชื่อหัวหน้าโครงการ

วันที่ 21 มกราคม 2562

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

หัวหน้าโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวมณฑินี ธีรารักษ์

Miss MONTINEE TEERARAK

2. ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ 02-737-3000 ต่อ 6014 โทรสาร 02-329-8515

E-mail: ktmontin@kmitl.ac.th

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรีสาขา พืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีที่จบ พ.ศ. 2540

ปริญญาโทสาขา พันธุ์วิศวกรรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีที่จบ พ.ศ. 2544

ปริญญาเอกสาขา Horticulture Ehime University, Japan ปีที่จบ พ.ศ. 2556

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

ที่	ชื่อโครงการ	แหล่งทุน	ระยะเวลา
1.	การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชจากชะอมเพื่อการจัดการวัชพืชอย่างยั่งยืน (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดินปี 2552	ต.ค. 51 – ก.ย. 52
2.	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากพืชมะเขือเทศแดงเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ (ผู้ร่วมวิจัย)	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)	ม.ค. 52 – ธ.ค. 54
3.	การพัฒนาผลิตภัณฑ์วิธีการใช้ พดติกรรมของสารในดิน และกลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากดาวเรือง (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดินปี 2554 (สกอ)	1 ต.ค. 54- 31 ก.ค. 55
4.	ผลของสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ ต่อการงอกและการ	งบประมาณแผ่นดินปี	ต.ค. 56 – ก.ย. 57

	เจริญเติบโตของพืชทดสอบ และ ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์พืช	2556	
5.	การใช้สารกัดพืชพื้นเมืองไทยในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ยืดอายุการเก็บรักษา และความปลอดภัย (ผู้ร่วมวิจัย)	โครงการเงินรายได้ปี 57	ต.ค. 56 – ก.ย. 57
6.	การสกัดสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์และกลไกการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชของสารจากเถียน (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดิน 2558	ต.ค. 57 – ก.ย. 58
7.	การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์และประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของใบปอขี้ไก่ (ผู้ร่วมวิจัย)	สกอ. 2558	ต.ค. 57 – ก.ย. 58
8.	Study on DNA degradation of seedling growth of <i>Amaranthus spp.</i> by natural herbicide from <i>Tagetes erecta</i> L. (ผู้ร่วมวิจัย)	เงิน รายได้คณะ 2558	ต.ค. 57 – ก.ย. 58
9.	การพัฒนาสารกำจัดวัชพืชจากชะอมเพื่อการจัดการวัชพืชอย่างยั่งยืน (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดินปี 2552	ต.ค. 51 – ก.ย. 52
10.	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ธรรมชาติควบคุมวัชพืชจากพืชมะเขือเทศแดงเพื่อทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ (ผู้ร่วมวิจัย)	สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)	ม.ค. 52 – ธ.ค. 54
11.	การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์ วิธีการใช้ พฤติกรรมของสารในดิน และกลไกการทำลายวัชพืชของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากดาวเรือง (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดินปี 2554 (สกอ)	1 ต.ค. 54- 31 ก.ค. 55
12.	ผลของสารกำจัดวัชพืชอะลาคลอร์ ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบ และ ต่อกิจกรรมการแบ่งเซลล์พืช	งบประมาณแผ่นดินปี 2556	ต.ค. 56 – ก.ย. 57
13.	การใช้สารกัดพืชพื้นเมืองไทยในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ยืดอายุการเก็บรักษา และความปลอดภัย (ผู้ร่วมวิจัย)	โครงการเงินรายได้ปี 57	ต.ค. 56 – ก.ย. 57
14.	การสกัดสารออกฤทธิ์ การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์ การพัฒนารูปผลิตภัณฑ์และกลไกการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชของสารจากเถียน (ผู้ร่วมวิจัย)	งบประมาณแผ่นดิน 2558	ต.ค. 57 – ก.ย. 58
15.	การแยกกลุ่มสารออกฤทธิ์และประสิทธิภาพในการควบคุมวัชพืชของใบปอขี้ไก่ (ผู้ร่วมวิจัย)	สกอ. 2558	ต.ค. 57 – ก.ย. 58
16.	Study on DNA degradation of seedling growth of <i>Amaranthus</i>	เงิน	ต.ค. 57

spp. by natural herbicide from <i>Tagetes erecta</i> L. (ผู้ร่วมวิจัย)	รายได้คณะ 2558	- ก.ย. 58
--	----------------	-----------

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)
ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ปี 2553-ปัจจุบัน)

ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (มี Impact factor) (ปี 2010-ปัจจุบัน)

1. Charoenying, P., Teerarak, M. and Laosinwattana C. 2010. An allelopathic substance isolated from *Zanthoxylum limonella* Alston fruit. *Scientia Horticulturae*. 125 : 411-416. (Impact factor = 0.859) ที่มา : Journal Citation Reports, 2008
2. Teerarak, M., Laosinwattana C., Charoenying P. 2010. Evaluation of allelopathic, decomposition and cytogenetic activities of *Jasminum officinale* L.f. var. *grandiflorum* (L.) Kob. on bioassay plants. *Bioresource Technology*. 101 : 5677-5684. (Impact factor = 4.258) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009
3. Chamroon Laosinwattana, Chaninat Boonleom, Montinee Teerarak, Sompop Thitavasanta and Patchanee Charoenying. 2010. Potential allelopathic effects of *Suregada multiflorum* and the influence of soil type on its residue's efficacy. *Weed Biology and Management*. 10 (3) : 153-159. (Impact factor = 0.743) ที่มา : Journal Citation Reports, 2009
4. Montinee Teerarak, Chamroon Laosinwattana*, Patchanee Charoenying and Hisashi Kato-Noguchi. 2012. Allelopathic activities of *Jasminum officinale* f. var. *grandiflorum* (Linn.) Kob.: Inhibition effects on germination, seed imbibition, and α -amylase activity induction of *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. *African Journal of Biotechnology* Vol. 11(31), 7850-7854. (Impact factor = 0.607) ที่มา : Journal Citation Reports, 2010
5. Montinee Teerarak, Patchanee Charoenying and Chamroon Laosinwattana. 2012. Physiological and cellular mechanisms of natural herbicide resource from *Aglaia odorata* Lour. on bioassay plants *Acta Physiol Plant*. 34 (4) : 1277-1285. (Impact factor = 1.639) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011
6. Tanatson Poonpaiboonpipat, Udomporn Pangnakorn, Umporn Suvunnamek, Montinee Teerarak, Patchanee Charoenying and Chamroon Laosinwattana*. 2013. Phytotoxic effects of essential oil from *Cymbopogon citratus* and its physiological mechanisms on barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli*) *Industrial Crops and Products*. 41(1) : 403-407. (Impact factor = 2.469) ที่มา : Journal Citation Reports, 2011
7. Krusonga W., Jindaprasert A., Laosinwattana C. and Teerarak M. 2015. Baby corn fermented vinegar and its vapour control postharvest decay in Strawberries. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 43 (3) 193–203. (Impact Factor 0.605)

8. Krusong W., Teerarak M., Laosinwattana C. 2015. Liquid and vapor-phase vinegar reduces *Klebsiella pneumoniae* on fresh coriander. Food Control 50: 502-508. (Impact Factor 2.806)

ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (ไม่มี Impact factor) (ปี 2010-ปัจจุบัน)

1. Poonpaiboonpipat T., Teerarak M., Phuwiwat W., Charoenying P. and Laosinwattana C. 2011. Allelopathic effects of Arabian jasmine (*Jasminum sambac* Ait.) and preliminary test for estimation of its natural herbicide activity. Journal of Agricultural Technology. 7(4) : 1073-1083.
2. Pattharin Wichittrakarn, Montinee Teerarak, Patchanee Charoenying and Chamroon Laosinwattana. 2015. Determination of Herbicidal Activity from *Tagetes erecta* L. Crude Extract. In proceeding International Conference on Engineering and Natural Science. Hokkaido, Japan. pp. 450-462.
3. Pariyaporn netsawang, Pattharin Wichittrakarn, Montinee Teerarak, Chamroon Laosinwattana. 2015. Potential of Aqueous Extract and Solvent Extraction from Spanish Jasmine on Promoting of Seed Germination, Seedling Growth and Seedling Vigor Index of Plants Test. In proceeding International Conference on Engineering and Natural Science. Hokkaido, Japan. pp. 463-470.
4. Kanokporn Changsawakea, Warawut Krusongb, Chamroon Laosinwattana and Montinee Teerarak. 2015. Evaluation of Hydroxyl Radical Scavenging, Anti-Lipid Peroxidation Abilities and Total Phenolic Content of RD6 Glutinous Rice Grain In proceeding International Symposium on Engineering and Natural Sciences Beijing, China. pp. 73-79.
5. Natthakiti Phuruen, Chamroon Laosinwattana and Montinee Teerarak. 2015. The Use of Eppermint Essential Oil for Seed Quality Maintenance of Soybean Cultivar KPS292 under Accelerated Aging. In proceeding International Symposium on Engineering and Natural Sciences Beijing, China. pp. 87-93.
6. Montinee Teerarak, Kanokporn Changsawakeb, Napaporn Kongkarn, Chamroon Laosinwattana and Komkhae Pilasombut. 2015. Evaluation of Antioxidant Properties of Ethanol Extract from Dried Bael Fruit and Its Antibacterial Activity of Spoiling and Pathogen Food-Related Bacteria. In proceeding International Symposium on Engineering and Natural Sciences Beijing, China. pp. 94-104.

ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ (ปี 2553-ปัจจุบัน)

1. อภิญญา อธิวิเศษชัย, จตุพล สุขเป้า, กัทริน วิจิตรตระการ, กนกพร ช้างเสวก, มณฑินี ชีรารักษ์ และจรัมพร เล้าสิน วัฒนา. 2556. ผลของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากประยงค์ต่อการงอก การดูดน้ำ และกิจกรรมเอนไซม์ อัลฟา-อะไมเลสของหญ้าข้าวนก. การประชุมวิชาการอาชีวศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย. 2556 : 1431-1437.

2. ถัม เหเวียน, มณฑินี ชีรารักษ์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2556. สารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากดาวเรืองในการยับยั้งการงอก การคุดน้ำของเมล็ด และกิจกรรมอะไมเลสของเมล็ดผักโขมสวนการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 1456-146.3
3. กนกพร ช้างเสวก, ภัทริน วิจิตรตระการ, มณฑินี ชีรารักษ์ จำรูญ เล้าสินวัฒนา และณัฐชยา ชุ่มสวัสดิ์. 2556. ผลของสารธรรมชาติกำจัดวัชพืชจากประยงค์ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของวัชพืชการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 657-665.
4. ภาวิณี คำแสน, จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณฑินี ชีรารักษ์. 2556. ผลของสารสกัดจากปอขี้ไก่ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและถั่วฝัก การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 1439-1445.
5. จตุพล สุขเป้า, จำรูญ เล้าสินวัฒนา, มณฑินี ชีรารักษ์ และ ณัฐชยา ชุ่มสวัสดิ์. 2556. ประสิทธิภาพของสารธรรมชาติจากประยงค์ต่อการควบคุมวัชพืชในนาหว่านน้ำตามการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 667-674.
6. ณัฐกิติ ภูรีน, อภิญญา อธิเวชชัน, นีรนุช พุทไธสง, มณฑินี ชีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2556. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้บ้านต่อการงอกและการเจริญเติบโตของหญ้าข้าวนกและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย. 2556 : 1465-1472.
7. ภัทริน วิจิตรตระการ, จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณฑินี ชีรารักษ์. 2556. ศักยภาพทางอัลลีโลพาตีจากใบเปลี่ยนการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย. 2556 : 1405-1411.
8. ปรียาภรณ์ เนตรสว่าง, ภัทริน วิจิตรตระการ, จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณฑินี ชีรารักษ์. 2256. ผลของสารสกัดจากพืชวงศ์ Piperaceae ต่อการยับยั้งการงอกและการเจริญเติบโตของพืชทดสอบการประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 1447-1454.
9. จำรูญ เล้าสินวัฒนา, มณฑินี ชีรารักษ์, พัทนี เจริญยิ่ง และ ณัฐชยา ชุ่มสวัสดิ์. 2556. การแยกสารออกฤทธิ์บริสุทธิ์พืชจากประยงค์การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 11 โรงแรมเซ็นทาราคอนเวนชันเซ็นเตอร์ จ.ขอนแก่น 26-28 พ.ย.2556 : 675-682.
10. ภัทริน วิจิตรตระการ มณฑินี ชีรารักษ์ และ จำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2558. การศึกษาตัวทา ละลายอินทรีย์ที่เหมาะสมในการสกัดสารอัลลีโลพาตีจากใบเปลี่ยนวารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 ฉบับพิเศษ 1 (การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 18-20 พ.ย. 2558 : 720-726
11. ณัฐนันท์ บุญยะพันธ์, ภาวิณี คำแสน ภัทริน วิจิตรตระการ, จำรูญ เล้าสินวัฒนา และ มณฑินี ชีรารักษ์. 2558. ศักยภาพทางอัลลีโลพาตีจากใบปอขี้ไก่ต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช ทดสอบวารสารเกษตรพระจอมเกล้า 33 ฉบับพิเศษ 1 (การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 14 วันที่ 18-20 พ.ย. 2558 : 754-759

ผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นางสาวนิภาพร ยลสวัสดิ์

Miss NIPAPORN YONSAWAD

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการเกษตร

3. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก พร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-mail)

ศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

โทรศัพท์ 02-737-3000 ต่อ 3663 โทรสาร 02-329-8515 E-mail: kynipapo@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

ปริญญาตรีสาขา เทคโนโลยีการผลิตพืช สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีที่จบ พ.ศ. 2537

ปริญญาโทสาขา พืชสวน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีที่จบ พ.ศ. 254

5. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

6. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ โดยระบุสถานภาพในการทำการวิจัยว่าเป็นผู้อำนวยการแผนงานวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละผลงานวิจัย

6.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

6.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

6.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว : ชื่อผลงานวิจัย ปีที่พิมพ์ การเผยแพร่ และแหล่งทุน (อาจมากกว่า 1 เรื่อง)

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ปี 2553-ปัจจุบัน)

ผลงานที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติ (ปี 2553-ปัจจุบัน)

6.3.1 นิภาพร ยลสวัสดิ์ มณฑินี ชีรารักษ์ และจัญญ์ เล้าสินวัฒนา. 2557. การประเมินความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และการจับโลหะและปริมาณฟีนอลิกจากใบทุเรียน 10 พันธุ์. วารสารแก่นเกษตร. 42 (ฉบับพิเศษ 3) 87-93.

6.3.2 Yonsawad, N., M. Teerarak. 2015. Effect of Storage Conditions on the Vase Life of Homalomena Philodendron and Monstera.. 2nd International Symposium on Agricultural Technology Pattaya Thailand 77-80.

- 6.3.3. Yonsawad, N., Teerarak, M. 2015. Effect of Storage Conditions on the Vase Life of Homalomena Philodendron and Monstera. 2nd International Symposium on Agricultural Technology. Pattaya Thailand. 77-80.
- 6.3.4 Yonsawad, N., Teerarak, M. 2015. Evaluation of Pulsing Treatment with Essential Oils of Eucalyptus and Citronella Grass on Postharvest Vase Life in Proceeding of International Symposium on Engineering and Nature of Philodendron Cut Leaf. Beijing, China.
- 6.3.5 Yonsawad, N., Wichittrakarn, P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2013. Effect of Aqueous Extract from Durain Leaves and Partially Separation of active Compounds. 2th Asian-Pacific Weed Science Society. Padjadjaran University Convention Hall 22-25 October, 2013, Bandung, West Java, Indonesia.
- 6.3.6 Yonsawad, N., Wichittrakarn, P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2012. Antioxidant Activity from Crude Extracts of *Etilingera elatior* (Jack) R.M. Smith. The Proceedings of 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin, China.

