# วิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำ

# POSTHARVEST STORAGE METHODS OF PHILODENDRON PLUJEEB CUT LEAF BY PLANT ESSENTIAL OILS IN COMBINATION WITH ANTI-TRANSPIRANT AGENTS

นิภาพร ยลสวัสดิ์

NIPAPORN YONSAWAD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-D-064-020

# วิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำ

# POSTHARVEST STORAGE METHODS OF PHILODENDRON PLUJEEB CUT LEAF BY PLANT ESSENTIAL OILS IN COMBINATION WITH ANTI-TRANSPIRANT AGENTS

นิภาพร ยลสวัสดิ์

NIPAPORN YONSAWAD

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต

สาขาวิชาเกษตรศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2561

KMITL-2018-AG-D-064-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# POSTHARVEST STORAGE METHODS OF PHILODENDRON PLUJEEB CUT LEAF BY PLANT ESSENTIAL OILS IN COMBINATION WITH ANTI-TRANSPIRANT AGENTS

NIPAPORN YONSAWAD

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
DOCTOR OF PHILOSOPHY PROGRAM IN AGRICULTURE
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2018

KMITL-2018-AG-D-064-020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# POSTHARVEST STORAGE METHODS OF PHILODENDRON PLUJEEB CUT LEAF BY PLANT ESSENTIAL OILS IN COMBINATION WITH ANTI-TRANSPIRANT AGENTS



COPYRIGHT 2018
FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **หัวข้อวิทยานิพนธ์** | วิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำ |
| **นักศึกษา** | นางสาวนิภาพร ยลสวัสดิ์ |
| **รหัสประจำตัว** | 56604010 |
| **ปริญญา** | ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต |
| **สาขาวิชา** | เกษตรศาสตร์ |
| **พ.ศ.** | 2561 |
| **อาจารย์ที่ปรึกษา** | ผศ.ดร.มณทินี ธีรารักษ์ |

## บทคัดย่อ


ฟิโลเดนดรอนพลูจีบ (*Philodendron sp.*) เป็นไม้ตัดใบที่มีขนาดใหญ่ รูปร่างใบมีความโดดเด่นมีลักษณะเฉพาะ จึงนิยมใช้จัดช่อร่วมกับดอกไม้และใช้ในการตกแต่งสถานที่ จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบจะแสดงอาการเสื่อมสภาพ คือใบมีสีเหลืองและ/หรือใบแห้ง ภายหลังการเก็บรักษา วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือศึกษาผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษา สารต้านการคายน้ำ ต่อคุณภาพใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ในการศึกษาสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันของใบพัดวี ใบมอนสเตอร่า และใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ พบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ เมื่อปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสงมีผลในการลดอายุการปักแจกันมากที่สุด 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 ต่อมานำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและตะไคร้หอมไปปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในรูปอิมัลชันด้วยสารลดแรงตึงผิว 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 เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมในรูปอิมัลชันเป็นส่วนผสมในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่ง ความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และปักแจกันในน้ำกลั่นจนหมดอายุปักแจกัน พบว่าพัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลทำให้ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันนานที่สุด และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกันน้อยที่สุดในทางสถิติ เมื่อนำน้ำมันหอมยูคาลิปตัสและตะไคร้หอมในรูปอิมัลชัน เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกัน




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความเข้มข้น 12.5 และ 50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ใบฟิโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันได้นานสุด (31.40 วัน) และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกันได้น้อยที่สุด (22.40 วัน) และยังพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์น้อยที่สุด และน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุม มีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมและพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์และความสามารถในการกำจัดอนุมูล DPPH ลดลงช้ากว่ากรรมวิธีควบคุม เมื่อศึกษาสารต้านคายน้ำ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนตและโซเดียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันได้นานสุด (59.43 วัน) และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมในทางสถิติ เมื่อศึกษาผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษาคือพัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และ/หรือ พ่นใบด้วยสารต้านการน้ำกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ นำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมาเก็บรักษาแบบบรรจุเปียก โดยนำก้านใบเสียบหลอดพลาสติกที่บรรจุสารสงเสริมคุณภาพน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ห่อพลาสติกและบรรจุลงในกล่องกระดาษลูกฟูกเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมืด เป็นเวลา 0 (ไม่เก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน เมื่อครบกำหนดเวลานำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมาศึกษาการเปลี่ยนแปลงชีวเคมีภายในใบและปักแจกันด้วยน้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) เปรียบเทียบกับน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเพื่อประเมินอายุการปักแจกัน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสร่วมกับสารต้านการคายน้ำก่อนการเก็บรักษา และนำไปปักแจกันต่อในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีผลทำให้ส่งเสริมอายุการปักแจกันนานขึ้นและรักษาคุณภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ที่ไม่ได้ผ่านการเก็บรักษาและเก็บรักษาที่ระยะเวลาต่างๆ เมื่อวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ พบว่า การพัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและใช้สารต้านการคายน้ำ ส่งผลเชิงบวกต่อการรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ ยับยั้งการสะสมของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และการชะลอการตัวสลายคลอโรฟิลล์และแคโรทีนอยด์ได้

ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การใช้น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สำหรับพัลซิ่งเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และการใช้น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นส่วนผสมในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกัน และพ่นใบด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ ประสบความสำเร็จในการยืดอายุการปักแจกัน และรักษาคุณภาพใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบทั้งที่เก็บรักษาและไม่เก็บรักษาที่ได้ ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสซึ่งเป็นสารจากธรรมชาติ มีศักยภาพในการใช้เป็นสารส่งเสริมสำหรับปักแจกัน ช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | |
|---|---|
| **Thesis** | Postharvest storage methods of philodendron plujeeb cut leaf by plant essential oils in combination with anti-transpirant agents |
| **Student** | Miss Nipaporn Yonsawad |
| **Student ID.** | 56604010 |
| **Degree** | Doctor of Philosophy |
| **Program** | Agriculture |
| **Year** | 2018 |
| **Thesis Advisor** | Asst. Prof. Dr. Montinee Teerarak |


## 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-transpirant 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 exhibited strong metal chelating abilities with $IC_{50}$ 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




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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). It 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-transpirant 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 µg/mL eucalyptus essential oil) for 6 h and/or with anti-transpirant agent spray (2% glycerol) on philodendron plujeeb vase life and certain biochemical characteristics. In wet storage, all cut foliages were stored with their stem bases dipped in preservative solution containing 12.5 µg/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 µg/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-transpirant agent had positive effects on the retention of membrane integrity and inhibitory effects on hydrogen peroxide accumulation and on chlorophyll and carotenoid degradation.

Together, these results indicated that pulsing solution containing 800 µg/mL eucalyptus essential oil for 6 h, vase solution containing 12.5 µg/mL eucalyptus essential oil and foliar application of 2% glycerol successfully extended the vase life of philodendron plujeeb. During storage, pretreatments with pulsing solution (800 µg/mL eucalyptus essential oil) for 6 h plus anti-transpirant agent spray (2% glycerol) and dipping their stem basal into 12.5 µg/mL eucalyptus essential oil extended shelf life and maintain the quality of stored and not stored philodendron plujeeb cut leaf. Thus, this observation recommends that eucalyptus essential oil has the potential to be used as natural preservative to maintain quality and extends vase life of philodendron plujeeb.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มณทินี ธีรารักษ์ ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สุเม อรัญนารถ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมยศ เดชภิรัตนมงคล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำมร อินทร์สังข์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กัญจนา แซ่เตียว กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนสามารถทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนยกเว้นค่าหน่วยกิต ขอขอบคุณพี่ๆ น้องๆ เพื่อนๆ ที่มีส่วนช่วยในทำวิทยานิพนธ์ ทุกคน

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

นิภาพร ยลสวัสดิ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า


**บทคัดย่อ** ..... I

**Abstract** ..... III

**กิตติกรรมประกาศ** ..... V

**สารบัญ** ..... VI

**สารบัญตาราง** ..... VIII

**สารบัญภาพ** ..... IX

**บทที่ 1 บทนำ** ..... 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ..... 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา ..... 2

**บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง** ..... 3

2.1 ฟิโลเดนดรอน ..... 3

2.2 การเสื่อมสภาพของใบไม้ ..... 4

2.3 บทบาทของสารต้านการคายน้ำต่อการเสื่อมสภาพของใบ ..... 7

2.4 บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเสื่อมสภาพของใบ ..... 8

2.5 บทบาทของสารคีเลตต่อการเสื่อมสภาพของใบ ..... 9

2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ ..... 9

2.7 สารส่งเสริมคุณภาพ ..... 11

2.8 น้ำมันหอมระเหยและระบบอิมัลชัน ..... 13

**บทที่ 3 วิธีการทดลอง** ..... 19

3.1 อุปกรณ์และสารเคมี ..... 19

3.2 วิธีการดำเนินงาน ..... 20

3.2.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยว ในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ..... 22

3.2.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย10 ชนิด ..... 23

3.2.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหย และความเสถียรของอิลมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ..... 24

3.2.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารละลายน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่ง ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ..... 25

3.2.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ..... 26




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ ต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....29
3.2.7 การทดลองที่ 7 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาโดยการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....31

**บทที่ 4 ผลการทดลอง**....34
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวในสภาพการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน....34
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด....37
4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหย และความเสถียรของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม....39
4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของสารละลายน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่ง ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....40
4.5 การทดลองที่ 5 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....44
4.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ ต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....56
4.7 การทดลองที่ 7 การศึกษาวิธีการเก็บรักษาโดยการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....61

**บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง**....74

**บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง**....78

**บรรณานุกรม**....81
**ประวัติผู้เขียน**....98



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

**ตารางที่** **หน้า**


3.1 อัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยและสารลดแรงตึงผิว....24
3.2 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหยก่อนเก็บรักษาใน ตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง....31
3.3 กรรมวิธีทดลองในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย และปักแจกัน ในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกัน....33
4.1 ผลของวิธีการเก็บรักษาที่แตกต่างกันต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอน พลูจีบ และใบมอนสเตอร่า....35
4.2 ความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของ น้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด....38
4.3 ค่าศักย์ซีตา ขนาดอนุภาค และความเสถียรของอิลมัลชันของน้ำมันหอม ระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม....40
4.4 อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ทำการพัลซิ่งในสารละลายน้ำมันหอม ระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม เป็นเวลา 6 ชั่วโมง....41
4.5 อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม....46
4.6 อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์....57
4.7 ผลของการพัลซิ่ง สารต้านการคายน้ำ (กลีเซอรอล) ร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหย ยูคาลิปตัส ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ....73




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ

**ภาพที่** **หน้า**


2.1 ฟิโลเดนดรอน....3
2.2 สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์....6
3.1 พืชทดสอบ ใบพัดวี (ก) ใบมอนสเตอร่า (ข) และใบฟิโลเดนพลูจีบ (ค)....20
3.2 แผนผังการทดลองการศึกษาวิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำแบ่งเป็น 7 การทดลอง....21
4.1 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศ....36
4.2 อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศ....37
4.3 น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (ก) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (ข) อัตราส่วน 80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 และ 80 : 20....39
4.4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง....42
4.5 อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่การพัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง....43
4.6 การเปลี่ยนแปลงของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....45
4.7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....47
4.8 อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....48
4.9 ปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (ข) และปริมาณแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....50
4.10 ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 1 ชั่วโมง (ก) เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 2 ชั่วโมง (ข) และเมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 3 ชั่วโมง (ค) หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....52
4.11 ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....53




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**


4.12 ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วย น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....54

4.13 ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร....55

4.14 ใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล (ก) แมกนีเซียม คาร์บอเนต (ข) และโซเดียมคาร์บอเนต (ค)....56

4.15 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์....58

4.16 อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์....60

4.17 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษา ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลา การเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน....62

4.18 เปอร์เซ็นต์ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่นำไปใช้งานต่อได้หลังการเก็บรักษา ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลา เก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน....63

4.19 ปริมาณการใช้น้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษา ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะ เวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน....64

4.20 เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการ เก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงระยะเวลา เก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน....65

4.21 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) คลอโรฟิลล์ บี (ข) และแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบระยะเวลาการเก็บรักษา ที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน....67




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญภาพ (ต่อ)

**ภาพที่** **หน้า**


4.22 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....69

4.23 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....70

4.24 ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่อปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน.....71




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยนับได้ว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีศักยภาพในการผลิตไม้ตัดใบเพื่อจำหน่าย เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศ ภูมิประเทศที่เหมาะสมซึ่งอยู่ในเขตร้อนทำให้มีทรงต้น ใบ สีสรรสวยงามแปลกตา มีความหลากหลายสามารถพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ใหม่ๆได้มากมาย เป็นที่ต้องการของตลาดเป็นอย่างมาก ทำให้สามารถปลูกไม้ตัดใบได้มากมายหลายชนิด ไม้ตัดใบ เป็นพันธุ์ไม้ที่นิยมปลูกเพื่อใช้ประโยชน์จากใบ โดยการตัดใบเพื่อจำหน่าย การใช้ประโยชน์จากไม้ตัดใบส่วนใหญ่เป็นการนำใบพืชมาใช้ร่วมกับดอกไม้ในการจัดตกแต่งสถานที่ จัดแจกันเป็นช่อดอกไม้ หรือพวงหรีดในงานพิธีต่างๆ ใบไม้ที่นำมาจัดหรือตกแต่งจะช่วยส่งเสริมให้มีความสวยงามและมีคุณค่ามากยิ่งขึ้น ในอดีตมีการใช้ไม้ตัดใบไม่มากนัก แต่ปัจจุบันมีการใช้มากขึ้น เนื่องจากมีการพัฒนารูปแบบการจัดดอกไม้ที่หลากหลายมากขึ้นมีการนำใบไม้ กิ่งไม้มาเป็นส่วนประกอบของการตกแต่งมากขึ้น ทำให้การผลิตไม้ตัดใบมีการขยายตัวมากขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการในการใช้ภายในประเทศและส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ การผลิตไม้ตัดใบเพื่อจำหน่ายจึงเป็นอาชีพอีกแขนงหนึ่งของไม้ดอกไม้ประดับที่มีผู้สนใจทำเป็นอาชีพกันมากขึ้น แหล่งผลิตไม้ตัดใบส่วนใหญ่อยู่ในภาคกลาง บริเวณรอบๆ กรุงเทพ ฯ 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 ใบเต่าร้าง รวมถึงใบฟิโลเดนดรอน

การเก็บรักษาคุณภาพของไม้ตัดใบเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการส่งออก และการจำหน่าย ซึ่งจุดประสงค์ในการเก็บรักษาคือ ลดความเสียหายที่จะเกิดกับผลิตผลทั้งปริมาณและคุณภาพ ให้ไม้ใบมีอายุการใช้งานได้นานขึ้น โดยทั่วไปการเก็บรักษาจะใช้อุณหภูมิต่ำหรือการเก็บรักษาในห้องเย็น ซึ่งพืชแต่ละชนิดก็มีความต้องการระดับอุณหภูมิ ระยะเวลาการเก็บรักษา และการปฏิบัติบางอย่างที่ช่วยให้คุณภาพการเก็บรักษาไม่ต่างจากที่ตัดมาใหม่ เช่น การใช้สารละลายเคมีแช่ระยะเวลาช่วงหนึ่งหลังการตัดหรือก่อนการเก็บรักษา (pulsing solution) และสารละลายเคมีที่ใช้แช่หลังการเก็บรักษาหรือสารเคมีสำหรับปักแจกัน (holding or vase solution) แตกต่างกันไปตามแต่ละชนิด แต่ละพันธุ์ และจากสาเหตุที่กล่าวมา จึงใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาการเสื่อมสภาพของไม้ตัดใบ การทดลองนี้ใช้ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ซึ่งเป็นไม้ประดับที่มีใบสวยงาม ใช้ประดับและตกแต่งสถานที่ร่วมกับดอกไม้ต่างๆ และในขณะที่การส่งออกมีแนวโน้มที่สูงขึ้นแต่การส่งออกไม้ตัดใบยังมีข้อจำกัดด้านต่างๆ ไม่มีมาตรฐานทางกรรมวิธีในการรักษาสภาพสดก่อนบรรจุหรือส่งไปขายเพื่อให้สินค้ามีคุณภาพคงทนมากขึ้น ไม่มีมาตรฐานการบรรจุและการใช้วัสดุหรือหีบห่อที่เหมาะสม (เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง. 2557) ขาดความรู้ทางการเก็บรักษาคุณภาพของใบ การเสื่อมสภาพของใบในระหว่างการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนส่ง เช่น การเหี่ยวของใบ การเปลี่ยนสีของใบจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ซึ่งอาจเกิดจากการตัดก้านใบออกมา ทำให้ใบสร้างเอทิลีนในสภาวะเครียดที่บริเวณรอยแผลทำให้ใบเสื่อมสภาพเร็วขึ้น การอุดตันของท่อน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ การขาดน้ำในระหว่างการขนส่ง และในสภาพการขนส่งซึ่งเป็นตู้คอนเทนเนอร์ที่ขนส่งทางเรือต้องใช้ระยะเวลานานกว่าจะถึงปลายทางที่มีการควบคุมบรรยากาศและไม่มีแสง จึงเป็นสาเหตุหนึ่งของไม้ใบที่ทำให้มีสีเหลืองเร็วขึ้นกว่าปกติ (Will *et al.* 2007) การเพิ่มสารอาหารให้เพียงพอก่อนการบรรจุจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการรักษาคุณภาพไม้ตัดใบ รวมถึงการใช้น้ำมันหอมระเหยซึ่งเป็นสารธรรมชาติทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อลดอันตรายที่จะเกิดกับผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมให้น้อยลง เพื่อเป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนการขนส่ง และสำหรับปักแจกันในการรักษาคุณภาพใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ผู้ศึกษาได้คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมที่มีคุณสมบัติในการจับไอออน (chelate agent) ได้ดี เพื่อช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของใบ โดยการจับไอออนเหล็ก ($Fe^{+}$) ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์โปรตีนหรือเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องสำหรับการเสื่อมสภาพ (Tetley and Thimann. 1975) ประกอบกับน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระทำให้ใบไม้มีอายุการใช้งานนานขึ้น นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติในการต้านเชื้อจุลินทรีย์ทำให้ลดการอุดตันในท่อลำเลียงน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์ได้ ร่วมกับการใช้กลีเซอรอลเป็นสารต้านการคายน้ำที่ช่วยรักษาคุณภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ลดการสูญเสียน้ำและลดการเหี่ยวของใบ ในระหว่างการขนส่งในสภาพไม่มีแสงเป็นระยะเวลานาน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ประเมินอายุการใช้งานของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบและใบมอนสเตอร่าเมื่อปักแจกันในสภาพต่างๆ

1.2.2 คัดเลือกน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการจับโลหะไอออนในระดับสูง

1.2.3 ศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บเกี่ยว

1.2.4 ศึกษาผลของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่งและปักแจกันที่มีน้ำมันหอมระเหยต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

1.2.5 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยและกลีเซอรอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 2
# วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 ฟิโลเดนดรอน

ฟิโลเดนดรอนมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Philodendron* spp. จัดอยู่ในวงศ์ Araceae ส่วนใหญ่เป็นไม้เถาเลื้อยพันต้นไม้ใหญ่ ๆ ในป่า แตกรากได้ทุกข้อของลำต้น ใบเป็นใบเลี้ยงเดี่ยว มีหลายสี รูปใบมีหลายลักษณะ ตั้งแต่รูปหัวใจ รูปไข่ ใบเรียว ฐานใบสอบ ใบเรียวรูปเข็ม ริมใบมีทั้งใบเรียบเป็นลอน หยักเว้า ความยาวของใบ ตั้งแต่ 3 นิ้วถึง 3 ฟุต ช่อดอกมีลักษณะคล้ายหน้าวัว ใบประดับ (หรือจาน) ขนาดใหญ่ เมื่อดอกแก่เต็มที่ใบประดับช่วงบนจะเผยออกลักษณะคล้ายช้อน ช่วงล่างรัดติดอยู่กับก้านดอก แทงช่อดอก (spadix) มีดอกย่อยจำนวนมากฝังตัวอยู่บนแกนช่อ ด้านบนเป็นดอก ตัวผู้ ด้านล่างซึ่งอยู่ในกระเปาะเป็นดอกตัวเมีย จึงติดผลเป็นกลุ่มเฉพาะตอนล่างของดอก (กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549) ฟิโลเดนดรอนมีมากมายหลายสายพันธุ์ทั้งที่เป็นสายพันธุ์ธรรมชาติและสายพันธุ์ผสม (hybrid) สำหรับการทดลองนี้ใช้ฟิโลเดนดรอนพลูจีบลูกผสม ฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นพันธุ์ไม้ประดับในร่มที่มีใบสวยงาม นิยมนำไปใช้ประดับและตกแต่งสถานที่ร่วมกับดอกไม้ต่างๆ และเป็นไม้ประดับที่มีผู้นิยมใช้มากที่สุด ใบมีสีเขียวเป็นมัน ใบมีหยัก รูปหัวใจ ยาวรี ปลายยาวคล้ายหาง มีถิ่นกำเนิดในป่าเขตร้อนของอเมริกา ในป่าเขตร้อนที่มีฝนตกชุกเป็นพืชที่ต้องการความชุ่มชื้นสูง ทนต่อแสงน้อย แต่ถ้ามีแสงน้อยเกินไปใบใหม่ที่เกิดขึ้นจะมีขนาดเล็กและยืดยาว ใบ เรียงเวียน รูปใบหอกแกมรูปไข่ กว้าง 12.5 ถึง 18 เซนติเมตร ยาว 20 ถึง 35 เซนติเมตร ปลายยาวคล้ายหาง โคนรูปหัวใจ ขอบหยัก ครึ่งใบด้านล่างเว้า 5 แฉก ด้านบนเว้าตื้นห่างๆ ใบหนาคล้ายแผ่นหนัง เป็นมัน แผ่นใบด้านบนสีเขียว ใต้ใบสีอ่อนกว่า ก้านใบรูปทรงกระบอกสีเขียว ยาว 20 ถึง 33 เซนติเมตร โคนก้านใบเป็นร่อง และแผ่ออกเล็กน้อย บริเวณโคนใบมีสีแดง ปลอกหุ้มยอดสีเขียวอ่อน (ภาพที่ 2.1)

**ภาพที่ 2.1** ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 การเสื่อมสภาพของใบไม้

ภายหลังการเก็บเกี่ยวผลผลิตไม่ว่าจะเป็นส่วนผล ดอก หรือใบ ผลิตผลเหล่านั้นยังคงมีชีวิตอยู่ กระบวนการเมแทบอลิซึมต่างๆยังคงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา เช่น การคายน้ำ การสุก การชราภาพ (นิธิยา รัตนาปนนท์ และ ดนัย บุณยเกียรติ. 2537) รวมถึงกระบวนการป้องกันตนเอง และการหายใจ การหายใจเป็นกระบวนการสลายอินทรียวัตถุที่สะสมของพืชในรูปคาร์โบไฮเดรต มีการปลดปล่อยพลังงานความร้อนออกมา ทำให้พืชเกิดการเสื่อมสภาพ อัตราการหายใจของพืชหลังการเก็บเกี่ยวจะแสดงถึงอายุการเก็บรักษา พืชที่มีอัตราการหายใจสูงจะมีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้นการเก็บรักษาผลผลิตให้อยู่ได้นานจึงเป็นการปฏิบัติด้วยวิธีต่างๆ เพื่อชะลอเมแทบอลิซึมของผลผลิต เช่น การควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปัจจัยอื่นๆ รอบๆ ผลิตผลให้เหมาะสมนั้นเอง (จริงแท้ ศิริพานิช. 2544; Madakadze. 2004) ในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบมีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและชีวเคมี ดังต่อไปนี้

### 2.2.1 การเหี่ยว

สาเหตุของการเสื่อมสภาพของใบพืชอาจเกิดจากคุณภาพภายในพืชก่อนการเก็บเกี่ยว เช่น การขาดน้ำและขาดอาหารสะสมหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากใบจะมีการสูญเสียน้ำตลอดเวลาทำให้ใบมีปริมาณน้ำลดลงทำให้เกิดการเหี่ยวได้ Suisuwan and Pichayahon (2002) พบว่า การขาดน้ำเป็นสาเหตุที่ทำให้พืชผลิตเอทิลีนได้มากขึ้นหลังการเก็บเกี่ยว หรือที่ตัดจากต้นแล้ว ก็จะมีการชราภาพ หรือหมดอายุการใช้งานเร็ว ซึ่งอาจมีสาเหตุ รอยช้ำที่โคนก้าน 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 รัตนาปนนท์. 2526) หรืออาจเกิดจากสรีระของพืชเอง เช่นเกิดยางที่โคนก้านทำให้เกิดการอุดตันทางเดินของน้ำ การเกิดบาดแผลจะทำให้มีการหายใจเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ในบริเวณที่ใกล้เคียงกับเนื้อเยื่อที่เกิดบาดแผลและได้สารใหม่ที่มีองค์ประกอบของเพคติน คาร์โบไฮเดรต ซึ่งสารเหล่านี้จะไปอุดตันท่อลำเลียงของก้านได้ (สายชล เกตุษา. 2531) หรือการสูญเสียน้ำอาจเกิดจากสภาวะแวดล้อม เช่น อัตราการคายน้ำ ความชื้นสัมพันธ์ของอากาศ อุณหภูมิ ซึ่งอุณหภูมิมีผลต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว เพราะอุณหภูมิมีอิทธิพลต่อกระบวนการภายในต่างๆ โดยอุณหภูมิสูงจะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเคมีต่างๆให้เกิดเร็วขึ้น ดังนั้นการหายใจและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอื่นๆจึงเกิดเร็วขึ้นทำให้ผลผลิตเสียหายได้ง่าย แต่ในบางกรณีถ้าอุณหภูมิต่ำไปอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ อาจเกิดอาการผิดปกติที่เรียกว่า อาการสะท้านหนาว (chilling injury) ขึ้นได้ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

ความแตกต่างของโครงสร้างใบมีผลต่อการเหี่ยวของใบด้วย ปากใบเป็นตัวควบคุมการคายน้ำหรือการสูญเสียจากใบ ดังนั้นการเปิด-ปิดช่องปากใบเกี่ยวข้องกับการรับน้ำและการสูญเสียน้ำของการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

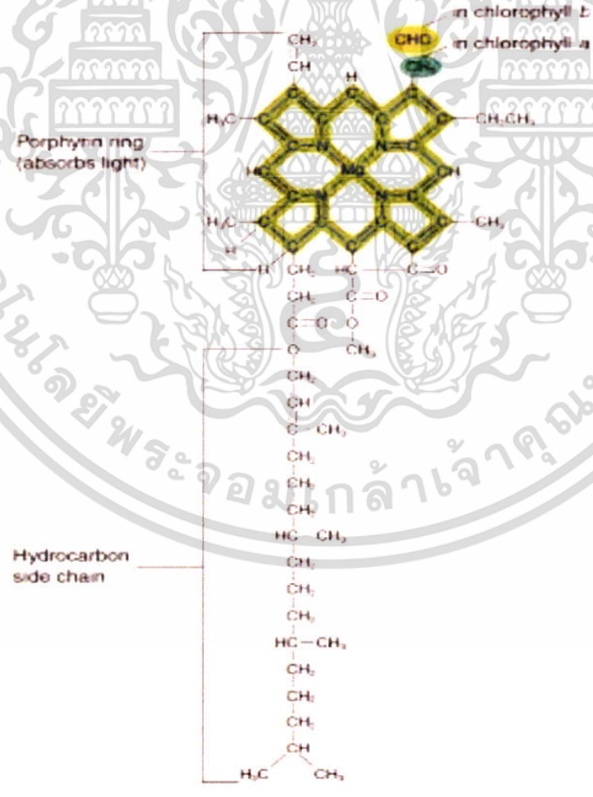
เซลล์ (guard cell) และตอบสนองต่อสภาพแวดล้อม ในสภาพมีแสงปากใบพืชเปิด และปากใบจะปิดเมื่ออยู่ในสภาพมืด ในการทดลองของ Zelitch. (1963) พบว่าในสภาพมีแสงอุณหภูมิสูงปากใบเปิดมากกว่าอุณหภูมิต่ำและในสภาพมืดการเปิดของปากใบไม่แตกต่างกันทั้งที่อุณหภูมิ 10 และ 30 องศาเซลเซียส

**2.2.2 การสลายตัวของคลอโรฟิลล์**

โดยทั่วไปการสูญเสียสีเขียวหรือการเปลี่ยนแปลงสีของไม้ใบ ในผลผลิตที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว 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 พระประเสริฐ. 2550) การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เกิดขึ้นตลอดเวลา เห็นชัดจากการใช้วัสดุทึบแสงปิดใบไม้ที่กำลังเจริญเติบโต ใบจะเหลืองภายในเวลาไม่นาน และกลับมาเขียวอีกครั้งเมื่อได้รับแสง การสลายตัวของคลอโรฟิลล์เกิดได้หลายสาเหตุ เช่น แสงแดดที่สั้นลงในเขตอบอุ่น 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 เมื่อวงแหวน porphyrin ถูกทำลายไปจนกระทั่งได้สารที่ไม่ให้สีใดๆ เอนไซม์ Mg-dechelatase จะดึงเอาอะตอมของแมกเนเซียมออกจากวงแหวน porphyrin เป็นขั้นตอนการเปิดวงแหวน และสารที่ได้จะสูญเสียสีเขียวไป การสลายตัวของคลอโรฟิลล์มีความเกี่ยวข้อง 1 ปฏิกิริยา หรือมากกว่า 1 ปฏิกิริยาดังต่อไปนี้ การแทนที่ $Mg^{2+}$ ด้วย $H^{+}$ ในโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ทำให้เกิด pheophytin การเคลื่อนย้ายหมู่ phytol จากโมเลกุลคลอโรฟิลล์ด้วยเอนไซม์ chlorophllase ทำให้เกิด chlorophyllide ถ้าต่อมาเกิดแทนที่ $Mg^{2+}$ ด้วย $H^{+}$ ทำให้เกิด pheophoride และ ปฏิริยาออกซิเดชั่น นำไปสู่การสลายตัวของคลอโรฟิลล์โดยเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นไม่มีสี (colorless) (Yamaguchi และ Watada. 1996) การป้องกันการสูญเสียคลอโรฟิลล์ทำได้โดยลดอุณหภูมิให้ต่ำลงและเก็บภายใต้บรรยากาศที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ Bieleski *et al.* (1992) พบว่า การเก็บรักษาเบญจมาศหรือพืชอื่นๆ ใบจะมีอาการสีเหลืองถ้าเก็บไว้ในที่ ไม่มีแสงหรือมีแสงน้อยและมีอุณหภูมิสูง การสูญเสียสีเขียวเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเสื่อมสภาพของใบและการสุกของผล การเสื่อมสภาพของใบถูกควบคุมโดยปัจจัยภายนอก เช่น สารควบคุมการเจริญเติบโตหรือสารคีเลต ปฏิกิริยาที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดขึ้นนั้นสามารถแบ่งย่อยได้เป็นช่วงแรกๆ ของการย่อยสลายซึ่งจะเหมือนกันในพืชส่วนใหญ่ และตามด้วยปฏิกิริยาที่จำเพาะเจาะจงในแต่ละชนิดของพืชโดยการเปลี่ยนแปลงของสารที่ได้จากการย่อยสลายในส่วนแรกๆ รวมทั้งการเคลื่อนย้ายสารแคตาบอไลท์ที่เกิดขึ้นในคลอโรพลาสต์นี้ไปยังแวคิวโอล กระบวนการย่อยสลายคลอโรฟิลล์ จนได้สารมัธยันธ์ที่ไร้สี นั้นมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้อง คือ หมู่ไฟทิลเลทถูกดึงออกจากโมเลกุลของคลอโรฟิลล์ (dephytylation) เร่งโดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส (chlorophyllase; CLH) ได้คลอโรฟิลไลด์ (chlorophyllide; Chlide) เอนไซม์ต่อมา ดึงแมกนีเซียมไอออนออกจากโมเลกุล Chlide เร่งโดยเอนไซม์เมทัลคีเลตติงสับสแตนต์ (metal chelating substance; MCS) ได้ฟีโอโฟรไบด์ เอ (pheophorbide a; Pheide a) ส่วนเอนไซม์ Pheide ถูกเปลี่ยนไปเป็น pFCC ใน 2 ขั้นตอนเร่ง โดยเอนไซม์ Pheide a oxygenase (PAO) และ red Chl catabolite reductase (RCCR) ดังนั้นการสลายตัวของคลอโรฟิลล์เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์หลายชนิด เช่น Mg-dechelatase pheophorbide a oxygenase (Harpaz –Saad *et al*. 2007) อย่างไรก็ตาม นอกจากนี้การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ยังเป็นกระบวนที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์แต่มีความเกี่ยวข้องกับอนุมูลอิสระ (Dupont and Siegenthaler. 1986; Merzyak and Hendry. 1994)




**ภาพที่ 2.2** สูตรโครงสร้างของคลอโรฟิลล์

ที่มา : Solomon *et al.* (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.3 การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระเป็นโมเลกุลที่มีอิเลคตรอนวงนอกสุดไม่มีคู่ เกิดขึ้นเมื่อวงโคจรอิเลคตรอนชั้นนอกสุดได้รับอิเลคตรอน หรือสูญเสียอิเลคตรอน ทำให้โมเลกุลไม่มีความเสถียรและมีความว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมีในลักษณะปฏิกิริยาลูกโซ่สามารถเข้าทำปฏิกิริยากับสารชีวโมเลกุลต่างๆ ที่อยู่รอบๆ ในทันทีที่ถูกสร้างขึ้น เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรท หรือดีเอนเอ อนุมูลส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดอิเลคตรอนจากโมเลกุลของออกซิเจนไปยังโมเลกุลของน้ำ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า reaction oxygen species (ROS) ซึ่งสารในกลุ่มนี้ได้แก่ hydroxyl radical ($HO^{\cdot}$) superoxide anion radical ($O^{-}_{2}$) อนุพันธ์ของออกซิเจนได้แก่ hydrogen peroxide ($H_2O_2$) hypochlorous acid (HOCl) alkoxyl radical ($RO^{\cdot}$) peroxyl radical ($LOO^{\cdot}$) ซึ่งกลุ่ม ROS นี้ เป็นแหล่งอนุมูลอิสระที่สำคัญ ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อองค์ประกอบต่างๆ ของเซลล์ได้ (Aruoma *et al.* 1997) การบ่งชี้ว่าใบมีการเสื่อมสภาพอีกประการหนึ่งคือการเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระ ตัวอย่างของอนุมูล ในพืชพบว่าอนุมูลอิสระมีบทบาทในการเร่งการชรา กระบวนการวายและการหลุดร่วงของใบรวมทั้งการเสื่อมสภาพของผลิตผลสดที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น การเหี่ยวของไม้ดอกและไม้ใบ ข้อมูลงานวิจัยพบว่าอนุมูลอิสระชนิดต่างๆเกิดได้หลายรูปแบบ จากกระบวนการเมแทบอลิซึมตามปกติของพืช เช่น ในกระบวนการสังเคราะห์แสงในคลอโรพลาสต์ และอนุมูลอิสระที่เกิดจากการกระตุ้นจากภายนอก เช่น ในสภาวะเครียดจากการขาดน้ำ จากอากาศร้อนหรือเย็นเกินไป จากสภาพที่มีโลหะหนัก ดังนั้นพืชจำเป็นต้องมีการควบคุมปริมาณของอนุมูลอิสระเหล่านี้เพื่อไม่ให้มีความผิดปกติไปจนก่อให้เกิดความเป็นพิษ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549)

## 2.3 บทบาทของสารต้านการคายน้ำต่อการเสื่อมสภาพของใบ

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 บทบาทของสารควบคุมการเจริญเติบโตต่อการเสื่อมสภาพของใบ

การเสื่อมสภาพของใบพืชจะเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนพืช และฮอร์โมนพืชที่สำคัญและมีผลชะลอการเสื่อมสภาพและการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ ได้แก่ ไซโตไคนิน และ จิบเบอเรลลิน

### 2.4.1 ไซโตไคนิน (Cytokinins)

ไซโตไคนินผลิตได้ในขั้นแรกของ mevalonic acid pathway จะสังเคราะห์ที่บริเวณราก และเคลื่อนที่ผ่านทางท่อลำเลียงน้ำไปยังส่วนต่างๆของพืช (Arnold and Fletcher. 1986) ไซโตไคนินเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีความสำคัญมาก คือช่วยส่งเสริมการแบ่งเซลล์ ชะลอการการแก่ และควบคุมการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อพืชต่างๆ ยังช่วยส่งเสริมการสังเคราะห์โปรตีน และ อาร์เอ็นเอ ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพ ลดการข่มของตายอด กระตุ้นการพัฒนาของคลอโรพลาสต์ ทำให้การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ช้าลง ช่วยกระตุ้นการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ ซึ่งระดับความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์มาจากการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ที่เพิ่มขึ้น หรือมาจากการสลายของคลอโรฟิลล์ยังไม่เป็นที่แน่ชัด และไซโตไคนิน ยังมีผลยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้หลายๆชนิด อีกทั้งยังมีผลเชิงบวกกับจิบเบอเรลลิน (Han. 1995) มีรายงานการวิจัยพบว่าช่วยชะลอการเกิดสีเหลืองในใบคาลล่าลิลลี่ (Rabiza-Swider *et al.* 2004) *Danae racemosa* (Bulgari and Ferrante. 2015) หนวดปลาดุกแคระ (Wijayabandara *et al.* 2018) และ BA ที่เป็นสารสังเคราะห์ในกลุ่มไซโตไคนินมีผลช่วยชะลอการหายใจ การเสื่อมสภาพการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ (Thimann. 1980) สาร TDZ ซึ่งเป็นสารในกลุ่มไซโตไคนิน มีบทบาทในการป้องกันการเหลืองของใบในดอกอัลสโตรมีเลียเบญจมาศและทิวลิป (Ferrante *et al.* 2003) TDZ ความเข้มข้น 5 ถึง 45 ไมโครลิตร ลดการหลุดร่วงของดอกฟลอกซ์ (*Phlox paniculata* L.) และดอกลิวพีนได้ (Sankhla *et al.* 2005) สามารถเพิ่มอัตราการดูดน้ำได้จะสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นในดอกเบญจมาศดอกคาร์เนชั่นพันธุ์ 'Lunetta' (Chamani and Feizi. 2007)

### 2.4.2 จิบเบอเรลลิน (Gibberellins)

จิบเบอเรลลิน เป็นสารธรรมชาติกลุ่มใหญ่เรียกว่า terpenoids terpenoids สร้างจาก 5 คาร์บอน isoprene units และสร้างตั้งต้นของ จิบเบอเรลลิน คือ diterpene ประกอบด้วย 4 คาร์บอน isoprene units mevalonic acid pathway เป็นวิธีการการสังเคราะห์ GA จนถึง $GA_{12}$ ผลของ จิบเบอเรลลิน โดยทั่วๆ ไปจะมีผลต่อการเจริญเติบโต การออกดอก การงอกของเมล็ด การพักตัวของพืช ชะลอการเสื่อมของ คลอโรฟิลล์ในใบ ผล ยอด ก้านดอก และยังช่วยลดการสลายตัวของอาร์เอ็นเอ และ โปรตีน และชะลอการสุก จิบเบอเรลลิน ยังช่วยชะลอการเสื่อมของรงควัตถุในเปลือกส้มทั้งที่อยู่บนต้นและหลังเก็บเกี่ยว จิบเบอเรลลิน เมื่อใช้ร่วมกับไคเนติน จะทำให้ไม้ตัดใบมีการเสื่อมสภาพช้าลง และช่วยป้องกันอาการใบเหลืองได้ (Hedden and Kamiya. 1997) ผลการศึกษาของ Beevers (1966) พบว่าใน Nasturtium (*Tropaeolum majus*) ที่แช่ด้วยน้ำเปล่า มีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลง 50เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับที่แช่ใน $GA_3$ 20 ppm จะมีปริมาณคลอโรฟิลล์ลดลงน้อยกว่าใบที่แช่ด้วยน้ำเปล่าคือลดลงเพียง 10 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.5 บทบาทของสารคีเลตต่อการเสื่อมสภาพของใบ

สารคีเลต (chelating agent) หมายถึงสารอินทรีย์ซึ่งสามารถจับกับแร่ธาตุประจุบวก ได้แก่ เหล็ก สังกะสี ทองแดง โคบอลต์ แมงกานีส โดยสารคีเลตจะล้อมแคตไอออนหรือประจุบวกของธาตุที่เป็นโลหะไว้เป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโลหะถูกจับอยู่ในโมเลกุลไม่เปิดโอกาสให้ประจุลบจากที่อื่นเข้าทำปฏิกิริยาได้ปฏิกิริยาการรวมกันนี้ เรียกว่า chelation สารคีเลตเป็นสารที่พบในธรรมชาติส่วนมากมีความเสถียรสูง เช่นสารฮีโมโกลบินในเซลเม็ดเลือดแดงเกิดจากเหล็กเกิดสารเชิงซ้อนกับพอร์ไพรินลิแกนด์ และคลอโรฟิลล์ในพืชเกิดจากแมกนีเซียมเกิดสารเชิงซ้อนกับพอร์ไพรินลิแกนด์เช่นกัน สารคีเลตถูกนำมาในการถนอมอาหารเพื่อเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (food additive) มีวัตถุประสงค์เพื่อจับโลหะซึ่งเป็นองค์ประกอบของอาหารโดยธรรมชาติพบประมาณ 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 การทำผักผลไม้ตัดแต่งพร้อมรับประทาน การแช่เยือกแข็ง (freezing) การทำแห้ง (dehydration) การบรรจุกระป๋อง (canning) การทำน้ำผักน้ำผลไม้ เพื่อช่วยรักษาสี ยืดอายุการเก็บรักษาของอาหาร ป้องกันการหืน (rancidity) จากปฏิกิริยา lipid oxidation ซึ่งมีโลหะเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ช่วยการคงตัวของกลิ่นรสอาหารที่มีไขมันและน้ำมันเป็นส่วนประกอบ เช่น น้ำมันพืช น้ำสลัด 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 เป็นสารที่นิยมใช้ยืดอายุปักแจกันในไม้ตัดดอกหลายชนิด เนื่องจากมีคุณสมบัติสำคัญการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เพื่อป้องกันไม่ให้ท่อลำเลียงน้ำของก้านดอกอุดตันจะส่งผลขัดขวางการดูดน้ำนำไปสู่การเสื่อมสภาพ ส่วน 2,2-dipyridyl เป็นสารคีเลตสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะไอออนซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์ ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้ และดอกไม้ รวมถึงชะลอการสุกของผลไม้ (Knee. 1996) จากการศึกษาของ Tetley and Thimann. (1975) พบว่า dipyridyl ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบไม้ โดยสาร dipyridyl จับกับโลหะไอออน $Fe^{2+}$ ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ

## 2.6 สารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระ หรืออาจเรียกว่า สารต้านออกซิเดชัน คือสารที่สามารถยับยั้ง หรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) แบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ประเภทแรกป้องกันการเกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารอนุมูลอิสระ ได้แก่ เอนไซม์ superoxide dismutase glutathione peroxidase catalase peroxidase cytochrome ทองแดง สังกะสี ซีเลเนียม โปรตีน ซึ่งมีทองแดงอยู่ในโมเลกุล (ceruloplasmin) ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือ สารต้านออกซิเดชัน ในกลุ่มที่ทำลายปฏิกิริยาลูกโซ่นี้ได้แก่ วิตามินอี เบตา-แคโรทีน วิตามินซี ubiquinone uric acid bilirubin albumin sulfhydryl groups ในกรดอะมิโน cysteine ซึ่งมีอยู่ในโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ นอกจากนี้ยังมีสารประกอบฟีโนลิก และสารกลุ่ม flavanoids ที่เป็นสารต้านออกซิเดชันที่น่าสนใจอีกด้วย (มลศิริ วีโรทัย. 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** (Hou *et al.* 2001) อนุมูล DPPH$^{\bullet}$ เป็นอนุมูลไนโตรเจนที่คงตัว มีสีม่วง อยู่ในรูปอนุมูลอยู่แล้ว โดยไม่ต้องทำปฏิกิริยาเพื่อให้เกิดอนุมูล การวิเคราะห์เป็นการวัดความสามารถของสารทดสอบในการกำจัดอนุมูลอิสระ โดยวิธีให้ไฮโดรเจนอะตอม การวัดทำโดยใช้เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (spectrophotometer) วัดการลดลงของสี เมื่อเติมสารต้านออกซิเดชันลงไป โดยวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร DPPH radical ใช้ในการทดสอบความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระของสารตัวอย่าง (scavenging activity) สารละลายของ DPPH$^{\bullet}$ มีสีม่วงในเอทานอล และเมื่อได้รับไฮโดรเจน จะเปลี่ยนเป็นสารละลายสีเหลือง ค่าที่วัดได้จะแสดงความสามารถในการสารต้านออกซิเดชัน ข้อดีของวิธีนี้คือ ทำได้ง่าย นิยมใช้เป็นวิธีเบื้องต้นในการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลของสารต้านออกซิเดชันจากธรรมชาติ ข้อเสียของวิธีนี้คือ อนุมูล DPPH$^{\bullet}$ มีความคงตัวไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาเหมือนอนุมูลที่เกิดในเซลล์หรือร่างกาย ดังนั้นวิธีนี้จึงไม่สามารถแยกแยะจัดอันดับอนุมูลที่มีความไวสูงได้

**2.6.2 วิธี Lipid peroxidation** (Halliwell *et al.* 1987) เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบลูกโซ่ของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว อนุมูลอิสระเพียง 1 อนุมูลสามารถทำให้เกิดลิปิดเปอร์ออกไซด์ เป็นจำนวนหลายร้อยโมเลกุลก่อนที่จะสิ้นสุดปฏิกิริยา เนื่องจากปฏิกิริยา ลิปิดเปอร์ออกไซด์ สามารถเกิดได้ง่ายกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไป ยังส่งผลกระทบต่อเอนไซม์และรีเซพเตอร์ที่ฝังตัวอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เอนไซม์และรีเซพเตอร์มีการทำงานที่เสียไป เป็นสาเหตุในเกิดโรคต่างๆได้ ผลผลิตที่เกิดขึ้นมาจาก ลิปิดเปอร์ออกไซด์ ได้แก่ สารไฮโดรคาร์บอน สารคีโตน และสารอัลดีไฮด์ เป็นต้น ซึ่งสารอัลดีไฮด์ที่มีความสำคัญ คือ มาลอนไดอัลดีไฮด์ (malondialdehyde, MDA) การวิเคราะห์ความสามารถในการยับยั้ง ลิปิดเปอร์ออกไซด์ ของสารสกัดทดสอบ ทำโดยการเติมกรดไทโอบาร์บิทูริกในสภาวะกรดสารมาลอนไดอัลดีไฮด์จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริก ได้เป็นสารมีสีเรียกว่า TBARS (thiobarbituric acid reactive substance) เมื่อเติมสารสกัดทดสอบที่มีความสามารถในการยับยั้ง lipid peroxidation ลงไป จะทำให้สารสีจางลง จากนั้นวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร (โอภา วัชระคุปต และคณะ. 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.6.3 วิธี Metal chelating activity** (Dinis *et al*. 1994) การวัดความสามารถในการแย่งจับกับโลหะไอออน เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ในการหาความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสารที่ต้องการทดสอบ เพราะโลหะไอออนเป็นตัวการสำคัญในการเร่งปฏิกิริยาทำให้เกิดสารอนุมูลอิสระต่างๆ มากมายหลายชนิด โดยเฉพาะธาตุเหล็กที่อยู่ในรูปเฟอร์รัสหรือ $Fe^{2+}$ จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารอนุมูล superoxide anion radical ($O_2^{\bullet-}$) ซึ่งเป็นอนุมูลอิสระตัวเริ่มต้นที่ทำให้เกิดอนุมูลอิสระตัวอื่นๆต่อไป ดังนั้นวิธีการวัดความสามารถในการแย่งจับโลหะ $Fe^{2+}$ 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

**2.6.4 การวัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ hydrogen peroxide ($H_2O_2$)** ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ไม่ใช่อนุมูลอิสระแต่เป็นตัวออกซิไดส์ และเปลี่ยนเป็นอนุมูลอิสระได้ง่าย (จริงแท้ ศิริพานิช. 2549) มีความสำคัญกับหลายๆ ขบวนการในพืช จะมีการผลิตอย่างต่อเนื่องในกระบวนการขนส่งอิเล็คตรอนที่ไมโทคอนเดรียและคลอโรพลาส สำหรับในพืชไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ มีการผลิตจากเอมไซม์หลายชนิด รวมทั้ง NADPH ด้วย (Neill *et al*. 2002) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะทำให้เกิดสภาวะเครียดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงขึ้นในพืช ทำให้เกิดความเป็นพิษต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมในพืช และเกี่ยวข้องกับสภาวะเครียดจากสิ่งแวดล้อมต่างๆในพืช เช่น ภัยแล้ง ความร้อน โรคพืช และการเกิดบาดแผล นอกจากนี้ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ยังเป็นตัวชี้วัดการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชรวมทั้งการเสื่อมสภาพอีกด้วย (Liao *et al*. 2010) การวัดการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะใช้ โพแทสเซียมไอโอไดด์ เป็นตัวชี้วัด เมื่อไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดด์ และออกซิไดซ์ ได้ไอโอดีน ถ้าโพแทสเซียมไอโอไดด์ เปลี่ยนเป็นสีเหลือง ถึง ส้ม แสดงว่าเกิดออกซิเดชั่น

## 2.7 สารส่งเสริมคุณภาพ

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

**2.7.1 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเพื่อให้ดอกไม้คืนสภาพความสด (rehydration solution)** หลักใหญ่ของวิธีนี้คือทำเพื่อให้ดอกไม้สดชื่น เซลล์เต่งตึง โดยทำให้ดอกไม้อิ่มตัวด้วยน้ำหลังจากที่ขาดน้ำไประยะหนึ่งในระหว่างลำเลียงจากแปลงปลูกหรือระหว่างการปฏิบัติเพื่อคัดคุณภาพ โดยปกติจะตัดก้านดอกใต้น้ำแล้วให้ก้านดอกไม้แช่ในน้ำอุ่นในห้องที่มีอุณหภูมิปกติระยะเวลา 30-60 วินาที แล้วเข้าห้องเย็น 1-2 ชั่วโมงหรือตลอดคืนน้ำที่ใช้ควรเป็นน้ำกลั่นผสมยาฆ่าเชื้อโรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.7.2 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเป็นระยะเวลาสั้นๆ** ก่อนการขนส่งหรือการเก็บรักษา (pulsing or loading) พัลซิ่ง คือ วิธีการแช่ดอกไม้ในสารส่งเสริมคุณภาพเป็นระยะเวลาหนึ่งก่อนการเก็บรักษา ก่อนการขนส่ง และก่อนการใช้ประโยชน์ ซึ่งจะมีผลภายหลังกับดอกไม้ทำให้อายุการใช้ประโยชน์นานยิ่งขึ้นแม้ว่าดอกไม้จะปักในน้ำธรรมดาก็ตาม ส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพส่วนประกอบหลักคือน้ำตาลซูโคลสซึ่งความเข้มข้นจะใช้สูงกว่าน้ำตาลของสารละลายที่ใช้ปักแจกันความเข้มข้นของน้ำตาลของดอกไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน เช่นดอกแกลดิโอลัสและเยอร์บีร่าควรใช้น้ำตาลซูโครสประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ดอกคาร์เนชั่นควรใช้น้ำตาล 10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาอุณหภูมิ และความเข้มข้นของน้ำตาลเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ก้านดูดสารส่งเสริมคุณภาพได้มากน้อย ดอกไม้ที่บานเร็ว เช่น กุหลาบ การพัลซิ่งในอุณหภูมิสูงจะเป็นสาเหตุทำให้ดอกไม้บานระหว่างการพัลซิ่งได้ ดังนั้นควรพัลซิ่งเพียง 3 ถึง 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเข้าห้องเย็นนาน 12 ถึง 16 ชั่วโมง ซึ่งการพัลซิ่งนี้ให้ประโยชน์หลายอย่าง เช่น ยืดอายุการใช้ประโยชน์ส่งเสริมการบานของดอก กลีบดอกสีเข้มข้นและขนาดของดอกใหญ่ขึ้น เช่น ดอกแกลดิโอลัส คาร์เนชั่น เบญมาศ และกุหลาบ ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และ ภัญชนา มีแก้วกุญชร (2527) รายงานว่าดอกหน้าวัวพันธุ์ดวงสมร (*Anthurium andraeanum*) ปกติเป็นดอกไม้ที่ใช้ประโยชน์ได้นานวัน แต่การส่งไปจำหน่ายยังประเทศสิงคโปร์หลังจากเอาออกจากกล่องบรรจุใช้ประโยชน์ได้เพียง 1 สัปดาห์ จึงได้นำวิธีพัลซิ่งมาทดลองใช้กับดอกหน้าวัวพันธุ์นี้ ปรากฏว่าพัลซิ่งด้วยสารละลายเกลือเงิน 1000 ppm 15 นาที แล้วพัลซิ่งอีกครั้งด้วยสารละลายน้ำตาลซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ + กรดซิตริค 150 ppm เป็นเวลา 3 ชั่วโมง จะทำให้ใช้ประโยชน์ได้นานวัน รอยช้ำที่ก้านคอดอกเนื่องจากการบรรจุหีบห่อจะปรากฏช้ากว่าพวกที่ไม่ทำพัลซิ่ง สุรินทร์ ตั้งสิทธะเสรีวงศ์ (2534) รายงานว่า ใบเฟิร์นใบมะขาม [*Nepholepsis cordifolia* (L) Presl.] หลังเก็บเกี่ยวแล้วทำการพัลซิ่งในสารละลาย BA 50-150 ppm และ kinetin 50-150 ppm เป็นเวลา 30 นาที ก่อนบรรจุหีบห่อแล้วเก็บรักษาไว้ 24 ชั่วโมง จากนั้นนำออกปักแจกัน ผลปรากฏว่าใบเฟิร์นที่ผ่านการพัลซิ่งในสารละลาย BA 100 ppm ปักแจกันได้ดีที่สุดประมาณ 18 วัน ในขณะที่วิธีการควบคุมปักแจกันได้ 13 วัน Safeena *et al.* (2014) พบว่าการพัลซิ่งด้วย BA 25 ppm ร่วมกับ 8-HQC 200 ppm และซูโครส 10 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุปักจันของเฟิร์น (*Asparagus setaceus* syn. *Plumosus*) ได้นาน 25.25 วัน ดีกว่าใบเฟิร์นที่กรรมวิธีควบคุมที่ปักแจกันได้ 9.25 วัน) มาสุฑล สัญพึ่ง และธีรดา หวังสมบูรณ์ดี (2554) พบว่าการ พัลซิ่ง ด้วยสารนาโนซิลเวอร์ความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สามารถยืดอายุการปักแจกันของกล้วยไม้สกุลหวาย 'ขาวสนาน' ได้

**2.7.3 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพเพื่อให้ดอกบาน (bud-opening solution)** จะคล้ายกับการพัลซิ่ง แต่จุดประสงค์ ของการให้สารในช่วงนี้เพื่อให้ดอกที่เก็บเกี่ยวในระยะตูมกว่าปกติหลังจากขนส่ง หรือหลังการเก็บรักษา บานได้อย่างมีคุณภาพดีก่อนการจำหน่าย ลักษณะและสภาพแวดล้อมของสารส่งเสริมคุณภาพคล้ายกับการพัลซิ่งทุกอย่างแต่ระยะเวลานานจะนานกว่า คือแช่ก้านดอกในสารละลายจนกว่าดอกบาน ซึ่งวิธีนี้ได้มีงานทดลองมานานแล้วว่าใช้ได้ผลดีกับดอกไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายชนิด เช่น กุหลาบ คาร์เนชั่น เบญมาศ Ho and Nichol (1977) รายงานการใช้สารละลาย HQS กับดอกกุหลาบพันธุ์ Sonia ทำให้กุหลาบมีน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นและเพิ่มการบานของดอกตูม

**2.7.4 การใช้สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกัน (holding solution)** สารส่งเสริมคุณภาพในการปักแจกันนิยมใช้กันมานานแล้ว กลุ่มที่ใช้คือผู้ขายส่ง ผู้ขายปลีก จะแช่ก้านดอกไม้ในสารส่งเสริมคุณภาพจนกว่าจะขายได้ และผู้ซื้อก็นิยมใช้ในการปักแจกันเพื่อให้มีอายุการใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น สารส่งเสริมคุณภาพนี้จะคล้ายกับสารส่งเสริมคุณภาพที่ใช้พัลซิ่ง และช่วยให้ดอกบาน แต่ความเข้มข้นเจือจางกว่า น้ำตาลควรอยู่ในระหว่าง 0.5 ถึง 4 เปอร์เซ็นต์ (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545) Ichimura *et al.* (1999) รายงานว่า การใช้สารละลาย HQS ที่ระดับ ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ กับดอกกุหลาบพันธุ์ Sonia สามารถยืดอายุการใช้งานของกุหลาบได้ มีการใช้ HQS ร่วมกับ aluminum sulfate และน้ำตาลซูโครสกับดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ทำให้มีอายุการปักแจกันได้นานขึ้นและเพิ่มการบานของดอกตูม (Ketsa *et al.* 2001) การใช้สารละลาย 4-hexylresorcinol กับดอก Bouvardia ช่วยชะลอการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำและชะลอการเหี่ยวได้ (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 มีประสิทธิภาพในการชะลออาการใบเหลืองของดอกฟลอกซ์ได้ (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 มีลักษณะทั่วไปเป็นของเหลว ใส ไม่มีสีหรือมีสีอ่อนๆ มีกลิ่นเฉพาะตัว ระเหยได้ง่ายที่อุณหภูมิปกติ เมื่อได้รับความร้อนจะระเหยได้ดียิ่งขึ้น ที่มีองค์ประกอบทางเคมีที่สลับซับซ้อนและแตกต่างกัน อนุภาคเล็กๆ ของน้ำมันหอมระเหยจะระเหยออกมาเป็นไอทำให้ได้กลิ่นหอม (Tajidin *et al.* 2010) น้ำมันหอมระเหยพวกนี้เกิดขึ้นจากการรวมกันของการผสมสารระเหยที่มีความหลากหลายและซับซ้อนของสารประกอบทางเคมีที่สะสมในโครงสร้างต่างๆของพืช น้ำมันหอมระเหยได้ถูกนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่สำคัญในอาหารหลายชนิด จากผลงานวิจัยพบว่าน้ำมันหอมระเหยสามารถนำมาใช้เป็นสารกันบูดทางธรรมชาติได้ เนื่องจากสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคในอาหารได้ และยังสามารถช่วยเพิ่มกลิ่น รสให้กับอาหารเพื่อเพิ่มความน่ารับประทาน เช่น เค้กผลไม้ที่มีส่วนผสมของน้ำมันอบเชย หรือขนมที่มีกลิ่นหรือรสส้มจะมีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยจากเปลือกผิวส้ม เป็นต้น (นฤมล มาแทน. 2550) ในการทดลองครั้งนี้ใช้น้ำมันหอมระเหยเป็นส่วนผสมสำหรับสารส่งเสริมคุณภาพ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและตะไคร้หอม

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยูคาลิปตัส ชื่อสามัญคือ Eucalyptus ชื่ออื่น โกฐจุฬารส น้ำมันเขียว มันเขียว ชื่อวิทยาศาสตร์ *Eucalyptus globulus* Labill. (*Eucalyptus citriodora* Hook.) อยู่ใน วงศ์ Myrtaceae ในจำนวนน้ำมันหอมระเหยทั้งหมด น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีมากที่สุด ซึ่งมีมากกว่า 700 species มีถิ่นกำเนิดจากออสเตรียเลีย (Brooker and Kleinig. 2006) ยูคาลิปตัสเป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 10 ถึง 25 เมตร เรือนยอดเป็นพุ่มหนาทึบ ค่อนข้างกลม แตกกิ่งก้านมาก ลำต้นเปลาตรง เปลือก เปลือกหุ้มลำต้น มีลักษณะเรียบเป็นมัน มีสีเทาสลับสีขาวและน้ำตาลแดงเป็นบางแห่ง เปลือกนอกจะแตกร่อนเป็นแผ่นหลุดออกจากผิวของลำต้น 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 ผลมีลักษณะครึ่งวงกลมหรือรูปถ้วย ผิวนอกแข็งเมื่ออ่อนจะมีสีเขียว และจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อแก่ เมื่อผลแก่ปลายผลจะแยกออก ส่วนที่ใช้ ใบสด น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสดในใบยูคาลิปตัสมีน้ำมันหอมระเหยประมาณ 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 ติดเชื้อ ไข้หวัดใหญ่ ใบมีกลิ่นหอมที่อุดมไปด้วยน้ำมันและเป็นแหล่งที่ดีของน้ำมันยูคา มีความสำคัญในเชิงพาณิชย์ ใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยา เป็นยาแก้ไอ ขับเสมหะ ใช้น้ำมันที่กลั่นได้จากใบสด 0.5 มิลลิลิตร (8 หยด) รับประทาน หรือทำยาอม บรรเทาอาการข้ออักเสบ ไล่หรือ ฆ่ายุง แมลง โดยใช้ใบสด 1 กำมือ ขยี้ กลิ่นน้ำมันจะออกมาช่วยไล่ยุงและแมลง (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ. 2559) จากการศึกษาของ อภิญญา อิทธิเวชชัย (2558) พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส มีความสามารถในการแย่งจับโลหะโดยวิธี Metal chelating activity โดยมีค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 150.16 ppm และ Singh *et al.* (2012) ศึกษาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus citriodora* ด้วยวิธี Ferric reducing antioxidant Ferrous ion chelating activity hydrogenperoxide DPPH และ lipid peroxidation พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก *Eucalyptus citriodora* มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอยู่ในระดับปานกลางในทุกการทดสอบ

ตะไคร้หอม เป็นพืชวงศ์เดียวกับตะไคร้บ้าน แต่มีกลิ่นหอมฉุดที่รุนแรงกว่า นิยมนำมาสกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย มีชื่อสามัญคือ citronella grass ชื่อท้องถิ่น เช่น จะไคมะขูด ตะไคร้มะขูด (ภาคเหนือ) ตะไคร้แดง (นครศรีธรรมราช) ตะไคร้หอมอยู่ในวงศ์ poaceae มี สองสายพันธุ์ สายพันธุ์แรกคือ สายพันธุ์ Ceylon มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ *Cymbopogon nardus* สายพันธุ์ที่สองคือสายพันธุ์ Java เรียกว่า *Cymbopogon winterianus* ปลูกมาบริเวณเกาะชวา ต่อมาได้กระจายออกไปหลายแห่ง เช่น เกาะไต้หวัน เกาะไฮติ และเป็นชนิดที่ปลูกมากในประเทศไทยเป็นพืชล้มลุก มีอายุหลายปี มีเหง้าใต้ดิน ลำต้นตั้งตรง ออกเป็นกอ มีกลิ่นหอม ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปยาวแคบ โคนใบแผ่ออกเป็นกาบ มีลิ้นใบรูปไข่ มีขน อยู่ตรงรอยต่อระหว่างใบกับกาบมีแผ่น ดอกช่อขนาดใหญ่ สีน้ำตาลแดง โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แทงออกจากกลางต้น ใบประดับลักษณะคล้ายกาบ ดอกช่อเชิงลด แยกเป็นหลายแขนง ออกเป็นคู่ ช่อย่อยมีใบประดับที่โคน 2 ใบ ใบนอกมีหยัก ด้านนอกแบนเขอบแผ่ออกเป็นปีกแคบๆ และขอบด้านบนสาก ใบในรูปเรือ ปลายแหลมมีเส้นตามยาว 1 ถึง 3 เส้น ขอบมีขน แต่ละดอกย่อยมีใบประดับ 2 แผ่น เรียกกาบบนและกาบล่าง กาบบนรูปขอบขนาน เนื้อบาง ขอบมีขน กาบล่างรูปยาวแคบ มีขนแข็งและปลายแหลม ผลเป็นผลแห้งเมล็ดเดียว ไม่แตก น้ำมันตะไคร้หอมมีส่วนประกอบที่สำคัญในการออกฤทธิ์ คือ 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 ครีมที่มีส่วนผสมของน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 14 เปอร์เซ็นต์ สามารถทาป้องกันยุงรำคาญได้ ซึ่งใกล้เคียงกับครีมจากสารสังเคราะห์ (dimethyl phthatate 20 เปอร์เซ็นต์ และ diethyl toluamide 5 เปอร์เซ็นต์) ครีมที่มีน้ำมันจากใบตะไคร้หอม ความเข้มข้น 1.25, 2.5 และ 5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงก้นปล่องได้นาน 2 ชั่วโมง และที่ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ จะป้องกันได้มากกว่า 4 ชั่วโมง ตำรับครีมที่มีส่วนผสมของน้ำมันข่า 5 เปอร์เซ็นต์ น้ำมันตะไคร้หอม 2.5 เปอร์เซ็นต์ และวานิลลิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการป้องกันยุงกัดได้นานกว่า 6 ชั่วโมง น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม สามารถป้องกันยุงที่เป็นพาหะของโรคมาลาเรีย ไข้เลือดออก และเท้าช้างได้นาน 8 ถึง 10 ชั่วโมง ความเข้มข้นที่ให้ผลป้องกันยุงลายได้ร้อยละ 50 ($EC_{50}$) และ 95 ($EC_{95}$) เท่ากับ 0.031 และ 5.259 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ สามารถป้องกันยุงกัดได้ 75.19 เปอร์เซ็นต์ สารสกัดตะไคร้หอมด้วยเอทานอล 90 เปอร์เซ็นต์ และสารสกัดตะไคร้หอมที่ผสมกับน้ำมันมะกอกและน้ำมันหอมระเหยกลิ่นชะมดเช็ด เมื่อนำมาทดสอบกับยุงลายและยุงรำคาญตัวเมีย จะมีประสิทธิภาพในการไล่ยุงได้นานประมาณ 2 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีผลในการควบคุมและกำจัดลูกน้ำยุงได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ มีฤทธิ์ไล่ตัวอ่อนของเห็บได้นานถึง 8 ชั่วโมง และสามารถไล่ตัวอ่อนของเห็บพันธุ์ *Amblyomma cajennense* ได้ด้วยค่า $EC_{50}$ และ $EC_{90}$ เท่ากับ 0.089 และ 0.343 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร และที่ความเข้มข้น 1.1 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร ไล่ตัวอ่อนของเห็บได้ 90 เปอร์เซ็นต์ นาน 35 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ไล่แมลงที่ทำลายเมล็ดข้าวที่เก็บไว้ โดยไม่มีผลต่อคุณภาพของข้าว นอกจากนี้ตะไคร้หอมยังมีฤทธิ์ไล่แมลงวัน ผีเสื้อกลางคืน และพวกแมลงบินต่างๆ ได้ด้วย น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมมีฤทธิ์ฆ่าตัวอ่อนของยุงก้นปล่องและยุงรำคาญได้ โดยระยะเวลาที่ตัวอ่อนตายครึ่งหนึ่งเท่ากับ 1.2 และ น้อยกว่า 0.2 นาที ตามลำดับ และมีฤทธิ์ป้องกันการวางไข่ด้วงถั่ว (*Callosobruchus sps*) สามารถฆ่าด้วงถั่ว และแมลงวันได้ (สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2559) จากการทดลองของประภัสสร วีรพันธ์ และ วัชรี คุณกิตติ (2554) ศึกษาน้ำมันหอมระเหยจากกะเพรา กานพลู ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน แฝกหอม มะนาว โรสแมรี่ และอบเชย ด้วยวิธี DPPH พบว่าน้ำมันหอมจากกะเพรามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุดมีค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 0.037 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร น้ำมันหอมระเหยสามารถใช้ในการควบคุมเชื้อโรคของผลไม้ อาหารและผักได้ Nikos and Costas (2007) ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม (*Cympopogon*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*citrates* L.) ต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืชหลังการเก็บเกี่ยว โดยทดสอบที่ระดับความเข้มข้นตั้งแต่ 25 ถึง 5000 ppm พบว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด คือ 5000 ppm เชื้อสาเหตุโรคพืชไม่มีการสร้างสปอร์เกิดขึ้น และที่ระดับความเข้มข้น 25 ppm สามารถยับยั้งการสร้างสปอร์ได้มาก 70 เปอร์เซ็นต์

ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมาใช้เป็นสารส่งเสริมคุณภาพ ในลักษณะงานแบบพัลซิ่งและยืดอายุการปักแจกัน แต่น้ำมันหอมระเหยมีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากไม่สามารถผสมเข้ากับน้ำเป็นเนื้อเดียวกันได้ จึงต้องเตรียมน้ำมันหอมระเหยในรูปอิมัลชันก่อน จึงนำไปเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นที่เหมาะสมกับการใช้งานต่อไป

### 2.8.2 อิมัลชัน (emulsion)

อิมัลชัน หมายถึง ระบบคอลลอยด์ (colloid) ที่ประกอบด้วยของเหลวตั้งแต่ 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 อิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ (oil-in-water emulsion, O/W) มีน้ำมันเป็นวัฏภาคภายใน และน้ำเป็นวัฏภาคภายนอก เช่น น้ำนม (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 ไส้กรอก ข้อสังเกต หรือวิธีทดสอบอิมัลชันประเภทนี้คือ สามารถทำให้เจือจางได้ด้วยการเติมน้ำมัน มีค่าการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ต่ำกว่า ผสมได้กับสีชนิดที่ละลายน้ำมัน (oil soluble dye) (พิศิษฐ์ สิงห์ใจ. 2551)

กลไกการเกิดอิมัลชัน เป็นการทำให้ของเหลวแตกตัว กระจายเป็นหยดขนาดเล็กๆ ช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสระหว่างของเหลว 2 ชนิด การประเมินว่าตัวกระทำอิมัลชันนั้นเหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ ส่วนใหญ่จะประเมินจากค่าความสมดุลระหว่างกลุ่มชอบน้ำและกลุ่มที่ไม่ชอบน้ำของตัวกระทำอิมัลชันเรียกว่าค่า HLB ซึ่งเป็นสัดส่วนร้อยละของกลุ่มชอบน้ำต่อกลุ่มไม่ชอบน้ำที่มีอยู่ในโมเลกุลของสารที่เป็นตัวกระทำอิมัลชันซึ่งมีการกำหนดค่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 20 ชนิด ที่มีค่าต่ำคือ ค่าระหว่าง 4 ถึง 6 ใช้ได้ดีกับอิมัลชันชนิดน้ำในน้ำมัน และตัวกระทำอิมัลชันที่มีค่าสูงคือค่าในช่วง 8 ถึง 18 จะเหมาะกับอิมัลชันชนิดไขมันในน้ำ ส่วนค่า HLB ในช่วง 6 ถึง 8 ไม่มีคำแนะนำให้ใช้มักใช้เป็นสารดูดความชื้นและค่า HLB ต่ำกว่า 4 และมากกว่า 18 จะมีมีแรงตึงผิวชนิดต่ำ การเลือกชนิดตัวกระทำอิมัลชันและปริมาณที่ใช้จะมีผลต่อเสถียรภาพของอิมัลชัน โดยอิมัลชันที่มีขนาดหยดเล็กๆ ก็จะมีพื้นผิวเพิ่มขึ้นจึงต้องการตัวกระทำอิมัลชันเพิ่มขึ้น (Weiss. 1999) การทำให้อิมัลชันคงตัว เพื่อไม่ให้แยกชั้นเมื่อตั้งทิ้งไว้ ด้วยการลดแรงตึงผิวของของเหลวทั้งสองส่วน โดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) อิมัลซิไฟเออร์ คือสารที่ใช้ลดแรงตึงผิว (surface tension) ของของเหลว โดยช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกเป็นชั้น ซึ่งในโมเลกุลของอิมัลซิไฟเออร์ มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (hydrophillic) และส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (hydrophobic) โดยจะหันส่วนที่ชอบน้ำเข้าหาน้ำ และหันส่วนที่ไม่ชอบน้ำเข้าหาน้ำมัน เกิดเป็นฟิล์มหุ้มส่วนที่เป็นวัฏภาคภายในไว้ สารลดแรงตึงผิวแบ่งได้ 4 ประเภทหลักตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดโครงสร้างส่วนหัว ได้แก่ ชนิดประจุบวก ประจุลบ ไม่มีประจุ และที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบ สารลดแรงตึงผิวส่วนใหญ่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ชำระล้าง เช่นชนิดประจุลบใช้มากในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดเนื่องจากมีคุณสมบัติในการชำระล้างได้ดี ชนิดประจุบวก นิยมนำมาผสมในน้ำยาทำความสะอาดสูตรฆ่าเชื้อโรค ส่วนชนิดที่มีทั้งประจุบวกและประจุลบจะใช้ในผลิตภัณฑ์ชำระล้างสำหรับเด็ก เพราะมีผลต่อการระคายเคืองค่อนข้างน้อย สำหรับที่ไม่มีประจุนิยมนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดพื้น เนื่องจากมีฟองน้อย สำหรับการทดลองนี้ใช้ neopelex เป็นสารลดแรงตึงผิวชนิดประจุลบ มีชื่อทางเคมีว่า alkylbenzene sulfonic acid เป็นของเหลวมีสีน้ำตาล ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม เหมาะสำหรับทำผลิตภัณฑ์ น้ำยาล้างจาน น้ำยาซักผ้า น้ำยาล้างพื้น น้ำยาล้างสุขภัณฑ์ และ น้ำยาทำความสะอาดสำหรับอุตสาหกรรมหนัก ตัวอย่างของอิมัลซิไฟเออร์ ที่ใช้ในอาหาร เช่น มอโนกลีเซอไรด์ (monoglyceride) ไดกลีเซอไรด์ (diglyceride) ฟอสโฟลิพิด (phospholipid) เช่น เลซิทิน (lecithin)

ค่าศักย์ซีต้า (zeta potential) หรือ คือค่าความต่างศักย์ระหว่างศักย์ไฟฟ้าบริเวณผิวอนุภาคกับศักย์ไฟฟ้าในชั้นละลาย การวัดค่า zeta potential อาศัยหลักการทำงานของเครื่องวัดค่าศักย์ซีต้า โดยการวัดอัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของอนุภาคเมื่อทำให้อยู่ภายใต้สนามไฟฟ้า ค่าศักย์ซีต้าสามารถนำมาทำนายค่าความคงตัวของการกระจายตัวของอนุภาคได้ อนุภาคที่มีค่าศักย์ซีต้า เป็นบวกหรือลบน้อยทำให้ไม่มีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามา ดังนั้นจึงไม่เกิดเสถียรภาพการกระจายตัวหรือเกิดการรวมตัวกัน (Washington. 2003) ค่าศักย์ซีต้า ขึ้นอยู่กับ pH ซึ่งอนุภาคแขวนลอยจะเสถียรเมื่อค่าศักย์ซีต้า มีค่ามากกว่า +30 มิลลิโวลต์ หรือน้อยกว่า -30 มิลลิโวลต์ ถ้าค่าศักย์ซีต้า มีค่าอยู่ในช่วง -30 ถึง +30 มิลลิโวลต์หรือประมาณศูนย์ สารแขวนลอยจะไม่เสถียรจะมีการเกาะรวมตัวกันเป็นก้อนและตกตะกอน เรียกจุดที่ค่าค่าศักย์ซีต้า เท่ากับศูนย์ว่า isoelectric point (พิศิษฐ์ สิงห์ใจ. 2551)

### 2.8.3 การประยุกต์ใช้น้ำมันหอมระเหยระเหยเพื่อยืดอายุปักแจกันดอกไม้

น้ำมันหอมระเหยจากพืชเป็นสารธรรมชาติ แต่ละชนิดมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไป เช่น ใช้ในการถนอมอาหาร การบำบัดรักษาโรค การทำเครื่องหอมเป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง เช่น กำจัดแบคทีเรีย เป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์มีศักยภาพในการกำจัดแมลงศัตรูพืช วัชพืชและเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงนิยมนำมาใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย รวมถึงการนำน้ำมันหอมระเหยมาใช้ในการยืดอายุการปักแจกันและประสบความสำเร็จในไม้ตัดดอกหลายชนิด ดังนี้ Nahrabadi *et al.* (2015) รายงานว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและกุหลาบมอญ ในอัตรา 200 ไมโครลิตรต่อลิตรใช้ร่วมกับน้ำตาลซูโครส 4 เปอร์เซ็นต์ ช่วยยืดอายุการปักแจกันของเยอบีร่าได้ และยังมีรายงานการวิจัยของ Pourianejad *et al.* (2014) พบว่า น้ำมันหอมระเหย Thyme 50 ppm ยืดอายุการปักแจกันของดอกไลซีแอนทัสได้ Dashtbay and Hashemabadi (2015) พบว่าน้ำมันหอมระเหยเจอราเนียม 10 เปอร์เซ็นต์ ยืดอายุการปักแจกันของ เบญจมาศได้ Hashemabadi (2015) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโกฐจุฬาลัมพาและผักชีลาวยืดอายุการปักแจกันของคาร์เนชั่นได้เช่นกัน 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 กรรมวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุม 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) ศึกษาผลผลของน้ำมันหอมระเหย เอทานอล เมทานอล และสารต้านจุลินทรีย์ ต่อการยืดอายุการปักแจกันของดอกคาร์เนชั่น โดยดอกคาร์เนชั่นที่เก็บรักษาจากสารละลายจากน้ำมันหอมระเหยจาก Thyme Black cumin และ Peppermint ความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เอทานอลและเมทานอล 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 กรรมวิธีควบคุม (น้ำกลั่น) เก็บรักษาได้ 11.6 วัน และยังมีความสัมพันธ์กับอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสด และยังมีผลต่อการลดของแบคทีเรียด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3
# วิธีการทดลอง

## 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 (Spectophotometer) รุ่น GENESYS 20 (Thermo Electron Corporation, สหรัฐอเมริกา)

4 เครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น C860 (Consort, เบลเยียม)

5 เครื่องชั่งอย่างละเอียด 4 ตำแหน่ง และ 2 ตำแหน่ง

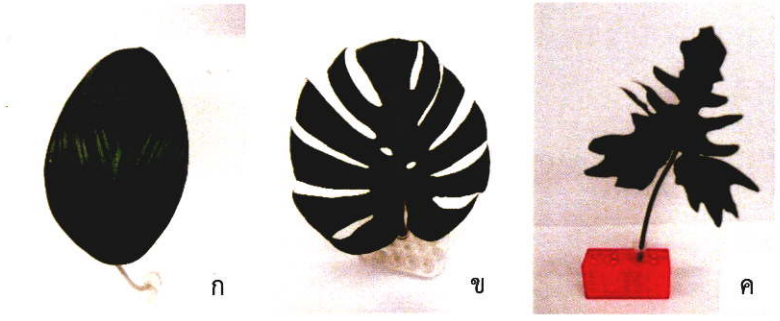
6 ตู้เย็นควบคุมอุณหภูมิ

7 อื่น ๆ เช่น บีกเกอร์ แท่งแก้วคนสาร ขวดรูปชมพู่ กระบอกตวง หลอดวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย หลอดทดลอง พาราฟิล์ม โกร่งบด ปากคีบปลายแหลม กระดาษกรอง ไมโครปิเปต น้ำกลั่น หม้อต้มน้ำ ที่เจาะกระดาษ กรรไกร และกรรไกรตัดกิ่ง

**3.1.2 สารเคมี** ได้แก่ 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 [$K_3Fe(CN_6)$] 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 ($No_2Co_3$) 2-deoxyribose เอทานอล 99 เปอร์เซ็นต์ และ อะซีโตน 80 เปอร์เซ็นต์ แมกนีเซียมคาร์บอเนต และ โซเดียมคาร์บอเนต

**3.1.3 พืชทดสอบ** ได้แก่ ใบพัดวี ใบมอนสเตอร่า และใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ (ภาพที่ 3.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3.1** พืชทดสอบ ใบพัดวี (ก) ใบมอนสเตอร่า (ข) และใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ (ค)

**3.1.4 น้ำมันหอมระเหย** ได้แก่ ยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม เปปเปอร์มินต์ มะนาว ส้มโอ พริกไทยดำ มะกรูด ขิง โหระพา และยี่หร่า

## 3.2 วิธีการดำเนินงาน

การศึกษาวิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำ แบ่งเป็น 7 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาชนิดของใบตัดไม้ 8 ชนิด (ข้อมูลไม่ได้แสดง) คัดเลือกมา 3 ชนิด ที่มีอายุการปักแจน้อยที่สุด เพื่อนำไปศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการยืดอายุการปักแจกัน

การทดลองที่ 2 ศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด เพื่อหาน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติเป็นสารคีเลต

การทดลองที่ 3 การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหยและความเสถียรของอิลมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม ซึ่งมีฤทธิ์ในการแย่งจับโลหะได้ดีที่สุดจากการทดลองที่ 2 ไปปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในรูปอิมัลชันเนื่องจากน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถร่วมตัวกับน้ำได้จึงต้องทำให้อยู่ในรูปอิมัลชันหาหาสูตรที่เหมาะสมเพื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมสำหรับพัลซิ่งและปักแจกันต่อไป

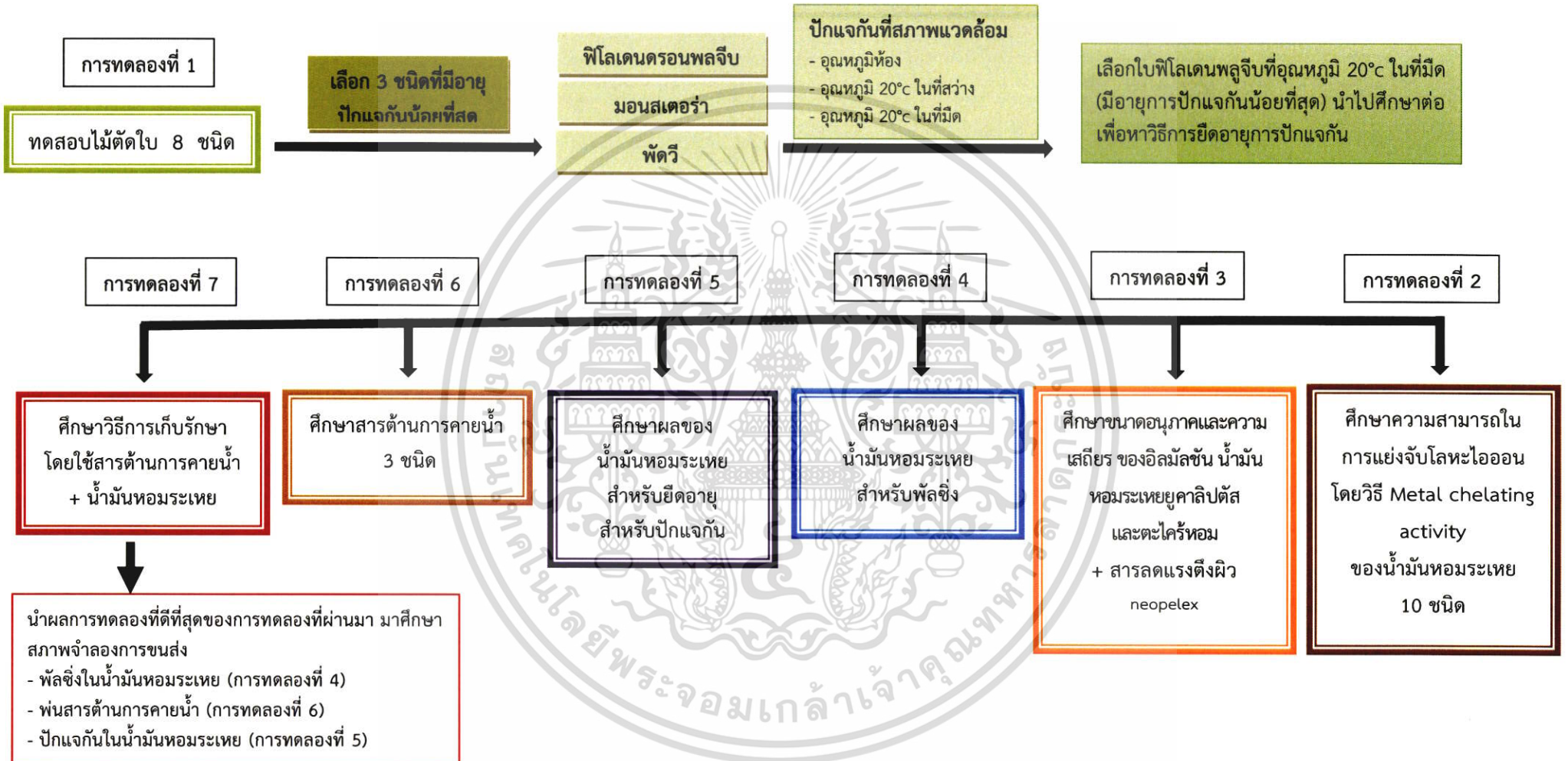
การทดลองที่ 4 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่ง ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

การทดลองที่ 5 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุการปักแจกันต่อคุณภาพหลังการก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

การทดลองที่ 6 ศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

การทดลองที่ 7 ศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ เป็นการศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อจำลองการขนส่งทางเรือในตู้ควบคุมอุณหภูมิในสภาพมืดโดยการนำผลการทดลองที่ดีที่สุดแต่ละการทดลองมาใช้เพื่อสูตรที่เหมาะสำหรับการส่งออกในสภาพมืด (ภาพที่ 3.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 3.2** แผนผังการทดลองการศึกษาวิธีการเก็บรักษาหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยการใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืชร่วมกับสารต้านการคายน้ำ แบ่งเป็น 7 การทดลอง

**3.2.1 การทดลองที่ 1** การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

**3.2.1.1 การเตรียมพืชทดสอบ**

จากการศึกษาเบื้องต้นของไม้ตัดตัดใบ 8 ชนิด ได้แก่ ใบพัดแดง ใบหูช้าง ใบซันนาดู ใบฟิโลเดนดรอนใบไขว้ ใบฟิโลเดนดรอนใบมะละกอ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ใบมอนสเตอร่าและใบพัดวี ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) พบว่า ใบพัดวี ใบมอนสเตอร่า และใบฟิโลเดนดรอน มีอายุการปักแจกันได้น้อยสุดตามลำดับ ดังนั้นจึงคัดเลือกไม้ตัดใบทั้งสามชนิดนี้มาทำการศึกษาต่อ โดยคัดเลือกไม้ตัดใบ 3 ชนิด คือ ใบพัดวี ใบมอนสเตอร่า และใบฟิโลเดนดรอน ที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร จากนั้นทำการปักแจกันด้วยน้ำกลั่น จำนวน 3 ซ้ำ

**3.2.1.2 การวางแผนการทดลอง**

การทดลองนี้จัดสิ่งทดลองด้วยวิธี 3x3 factorial ในแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (3x3 factorial in completely randomized design) เปรียบเทียบความแปรปรวนของข้อมูลด้วย ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์มี 2 ปัจจัย กำหนดให้

ปัจจัย A คือชนิดของใบ

$a_1$ = ใบพัดวี

$a_2$ = ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

$a_3$ = ใบมอนสเตอร่า

ปัจจัย B คือ สภาพแวดล้อม

$b_1$ = อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) ภายใต้แสงธรรมชาติ

$b_2$ = อุณหภูมิต่ำในสภาพไม่มีแสง (อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส)

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

**3.2.1.3 บันทึกผลการทดลอง และการวิเคราะห์ผลการทดลอง**

**1 ประเมินอายุการปักแจกัน** บันทึกผลทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

**2 การสูญเสียน้ำหนักใบ** บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก

โดยคิดจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

**3 อัตราการดูดน้ำของใบ** บันทึกผลการทดลองโดยการยกก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาตรน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ 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**

ใช้น้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ตะไคร้หอม มะกรูด ขิง เปปเปอร์มินต์ มะนาว ส้มโอ พริกไทยดำ โหระพา และยี่หร่า ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 500 1000 2500 5000 7500 และ 10000 ppm ทำการใส่น้ำมันหอมระเหยความเข้มข้นละ 1 มิลลิลิตร ในหลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร เติมด้วยเอทานอล 99 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณ 1.5 มิลลิลิตร ตามด้วยสารละลาย $FeSO_4.7H_2O$ ความเข้มข้น 2 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 50 ไมโครลิตร และ Ferrozine ความเข้มข้น 5 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 5 ไมโครลิตร เขย่าทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องในที่ไม่มีแสงเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 562 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง สเปกโตโฟโตมิเตอร์ ทำการทดสอบอย่างละ 3 ซ้ำ บันทึกค่าดูดกลืนแสงและนำไปคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความสามารถในการแย่งจับโลหะ (metal chelating activity) (Rohmam *et al.* 2010) เปรียบเทียบกับสารละลาย EDTA 2,2-bipyridyl และ picolinic acid โดยคำนวณจากสูตร

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

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 เพื่อหาความสัมพันธ์และสมการเส้นตรงระหว่างความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ หลังจากนั้นนำมาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey's Studentized Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

**3.2.3 การทดลองที่ 3** การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหยและความเสถียรของอิลมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

จากผลการทดลองที่ 2 พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีคุณสมบัติในการจับกับโลหะไอออนได้ดีที่สุด จึงคัดเลือกน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดนี้ไปเป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพในการปักแจกันต่อไป แต่เนื่องจากน้ำกับน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถผสมรวมกันได้จึงต้องทำให้อยู่ในรูปอิมัลชัน

**3.2.3.1 วิธีการทดลอง**

เตรียมอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมด้วยสารลดแรงตึงผิว 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**

**1 วิเคราะห์ขนาดอนุภาคน้ำมันหอมระเหยเฉลี่ย** ทำการเจือจางอิมัลชันโดยใช้น้ำกลั่น ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน นำตัวอย่างที่เตรียมได้มาวัดขนาดอนุภาคด้วยเครื่อง Nano plus Zeta/Nano Particle Analyzer (บริษัท Particulate Systems) วัดผลการทดลองที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยวิเคราะห์หาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของอนุภาคโดยใช้หลักการกระเจิงของแสงแบบพลวัต (dynamic light scattering) ขนาดของอนุภาคมีความสัมพันธ์กับความเร็วในการเคลื่อนที่แบบบราวน์เนียนรายงานเป็นค่าเฉลี่ยของเส้นผ่าศูนย์กลาง

**2 ค่าศักดิ์ซีต้า** ของอิมัลชันน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมนำตัวอย่างที่เตรียมได้มาหาค่าศักดิ์ซีต้าด้วยเครื่อง Nano plus Zeta/Nano Particle Analyzer (บริษัท Particulate Systems)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.4 การทดลองที่ 4** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่ง ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**3.2.4.1 การเตรียมพืชทดสอบ**

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร จากนั้นทำการพัลซิ่งใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยกรรมวิธีทดลองในการพัลซิ่งมีดังนี้

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 ก่อนย้ายใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบไปปักแจกันต่อในน้ำกลั่นจนสิ้นสุดระยะเวลาการทดลอง

**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**

**1 ประเมินอายุการปักแจกัน** บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

**2 การสูญเสียน้ำหนักใบ** บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนัก โดยคำนวณจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

**3 อัตราการดูดน้ำของใบ** บันทึกผลการทดลองโดยการยกก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาตรน้ำ 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**

**1 บันทึกการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ**

**1) ประเมินอายุการปักแจกัน** บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

**2) การสูญเสียน้ำหนักใบ** บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักโดยคิดจากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

**3) อัตราการดูดน้ำของใบ** บันทึกผลการทดลองโดยการยกก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาตรน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อก้านต่อวัน

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

**2 บันทึกการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมี**

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 หลังการปักแจกัน

**1) การวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์**

ทำการวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ภายในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยทำการตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำชิ้นใบสดที่ตัดบดในโกร่ง จากนั้นเติมอะซีโตน 80 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ทำการบดจนละเอียด เทใส่หลอดทดลองขนาด 15 มิลลิลิตร ทิ้งไว้เป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมง ในที่ไม่มีแสง จากนั้นกรองด้วยกระดาษกรอง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470 647 และ 663 นาโนเมตร มีอะซิโตน 80 เปอรเซ็นต์ เป็นสารละลายเปรียบเทียบ จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และแคโรทีนอยด์ โดยใช้สูตร (Ngayila *et al*. 2009) ดังนี้

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

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

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

จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์บี และแคโรทีนอยด์ต่อพื้นที่ใบ

**2) การวัดการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากภายในเซลล์**

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นวงกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร นำชิ้นใบสดที่ตัด 10 ชิ้น ชั่งน้ำหนักสด และนำใส่ในจานทดลองขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนติเมตร และเติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร และวัดค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากภายในเซลล์ทุก 1 ชั่วโมง จนครบ 3 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity meter) รุ่น C860 (Consort, เบลเยียม) ค่าที่ได้มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร (μS/cm) (Bajji *et al.* 2002)

**3) การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์**

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และชั่งน้ำหนัก 0.5 กรัม บดในโกร่งด้วยสารละลาย 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 เมื่อครบกำหนดเวลานำไปแช่ในน้ำแข็งทันทีเพื่อหยุดปฏิกิริยา จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็ว 6000 xg เป็นเวลา 15 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 และ 600 นาโนเมตร นำไปคำนวณหาปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์จากสมการ (Heath and Packer. 1968) จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า

ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (นาโนโมลต่อมิลลิลิตร) = $[(A532 - A600)/155,000] \times 10^6$

โดยกำหนดให้

$A_{532}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

$A_{600}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 600 นาโนเมตร

155000 คือ ค่า $\varepsilon$ = ค่าคงที่ของการดูดกลืนแสง (extinction coefficient)

**4) การวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์**

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และชั่งน้ำหนัก 0.3 กรัม บดในโกร่งด้วยสารละลาย 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**5) การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay**

ตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นชิ้นเล็กๆ ชั่งน้ำหนัก 1 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ และเติมเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 99 มิลลิลิตร ปิดภาชนะเพื่อป้องกันการระเหย จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำมากรองด้วยผ้าขาวบางเพื่อแยกชิ้นส่วนที่มีขนาดใหญ่ออก 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 ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่มีความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตรมิเตอร์ บันทึกค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้วิตามินซี และ BHT เป็นสารละลายเปรียบเทียบมาตรฐาน ทำการคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การกำจัดอนุมูล DPPH จากสมการ (Ebrahimzadeh *et al.* 2010)

การกำจัดอนุมูล DPPH (เปอร์เซ็นต์) = [(A-B) – (C-D)/(A-B)] x 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** ศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**3.2.6.1 การเตรียมพืชทดสอบ**

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีลักษณะที่ดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด ตัดใบให้แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร ทำการพ่นสารต้านการคายน้ำให้ทั่วใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ โดยมีกรรมวิธีทดลองดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)

กรรมวิธีที่ 2 กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรรมวิธีที่ 3 กลีเซอรอล 4 เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 4 กลีเซอรอล 6 เปอร์เซ็นต์
กรรมวิธีที่ 5 กลีเซอรอล 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**

**1 ประเมินอายุการปักแจกัน** บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

**2 การสูญเสียน้ำหนักใบ** บันทึกผลการทดลองทุก 2 วัน โดยทำการชั่งน้ำหนักใบด้วยเครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง เปรียบเทียบกับน้ำหนักเมื่อเริ่มการทดลอง รายงานผลเป็นเปอร์เซ็นต์ของการสูญเสียน้ำหนักโดยคิดจากสูตร

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

**3 อัตราการดูดน้ำของใบ** บันทึกผลการทดลองโดยการยกก้านใบขึ้นเหนือน้ำเพื่อบันทึกปริมาตรน้ำแล้วนำมาคำนวณอัตราการดูดน้ำ มีหน่วยเป็น มิลลิลิตรต่อใบต่อวัน

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**3.2.7 การทดลองที่ 7** ศึกษาวิธีการเก็บรักษา โดยการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย ต่อคุณภาพหลังการเก็บรักษาของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**3.2.7.1 การเตรียมพืชทดสอบ**

คัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนที่มีลักษณะที่ดี สภาพดี ไม่มีตำหนิของโรคพืช ล้างทำความสะอาด แต่ละใบมีความยาวประมาณ 15 ถึง 20 เซนติเมตร โดยก่อนการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมินำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมาพัลซิ่ง (สารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษา) ด้วยกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 4 คือ น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นสารต้านการคายน้ำที่ดีที่สุดในการทดลองที่ 6 แล้วนำใบมาเสียบในหลอดที่มีสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกันที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 5 คือ น้ำมันหอมระเหยคูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากนั้นหุ้มใบฟิโลเดนดรอนด้วยถุงพลาสติกใส แล้วบรรจุลงกล่องกระดาษ นำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง และทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**ตารางที่ 3.2** กรรมวิธีทดลองในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหยก่อนเก็บรักษา (พัลซิ่ง) ในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง

| กรรมวิธี | สารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษา | สารต้านการคายน้ำ | สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกันในตู้ควบคุมอุณหภูมิ |
|---|---|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 (กรรมวิธีควบคุม) | น้ำกลั่น | น้ำกลั่น | ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร |
| กรรมวิธีที่ 2 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | |
| กรรมวิธีที่ 3 | ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | น้ำกลั่น | |
| กรรมวิธีที่ 4 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | |

**3.2.7.2 การบันทึกผล และการวิเคราะห์ผลการทดลอง**

**1. การประเมินใบฟิโลเดนดรอนที่สามารถใช้งานต่อได้**

ประเมินการใช้งาน โดยกำหนดให้ใบใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่แสดงอาการเหี่ยว บิดเบี้ยว เหลือง ถือว่าหมดอายุการใช้งานคิดเป็นร้อยละที่สามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2. การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด**

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

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

**3. ปริมาณการใช้น้ำ**

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

ปริมารการใช้น้ำ (มิลลิลิตร) = ปริมาณน้ำเมื่อเริ่มการทดลอง - 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 โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์**

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**1) ประเมินอายุการปักแจกัน** และนำใบอีกชุดวัดผลการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพเพื่อประเมินอายุการปักแจกัน โดยหลังจากนำใบออกจากการเก็บรักษา (ทุก 3 วัน) ทำการปักแจกันต่อด้วยนำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นกรรมวิธีที่ดีที่สุดจากการทดลองที่ 5 ตามกรรมวิธีต่างๆ จำนวน 8 กรรมวิธี (ตารางที่ 3.3) บันทึกผลการทดลองทุกวัน โดยพิจารณาจากการเสื่อมสภาพ การเปลี่ยนแปลงของสีจากสีเขียวเป็นสีเหลือง การเหี่ยว การบิดเบี้ยวของใบ ถือว่าหมดอายุการใช้งาน

**ตารางที่ 3.3** กรรมวิธีในการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับน้ำมันหอมระเหย และปักแจกันในสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกัน

| กรรมวิธี | สารส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษา | สารต้านการคายน้ำ | สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกันในตู้ควบคุมอุณหภูมิ | สารส่งเสริมคุณภาพสำหรับการปักแจกัน |
|---|---|---|---|---|
| กรรมวิธีที่ 1 (กรรมวิธีควบคุม) | น้ำกลั่น | น้ำกลั่น | น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | น้ำกลั่น |
| กรรมวิธีที่ 2 | | น้ำกลั่น | | ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร |
| กรรมวิธีที่ 3 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | | น้ำกลั่น |
| กรรมวิธีที่ 4 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | | ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร |
| กรรมวิธีที่ 5 | น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | น้ำกลั่น | | น้ำกลั่น |
| กรรมวิธีที่ 6 | | น้ำกลั่น | | ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร |
| กรรมวิธีที่ 7 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | | น้ำกลั่น |
| กรรมวิธีที่ 8 | | กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ | | ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 4
# ผลการทดลอง

## 4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาอายุปักแจกันของไม้ตัดใบ 3 ชนิด หลังการเก็บเกี่ยวในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

จากการศึกษาอายุปักแจกันเบื้องต้นของไม้ตัดใบ 8 ชนิด ได้แก่ ใบพัดแดง ใบหูช้าง ใบซันนาดู ใบฟิโลเดนดรอนใบไขว้ ใบฟิโลเดนดรอนใบมะละกอ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ใบมอนสเตอร่า และใบพัดวี ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) พบว่า ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ใบมอนสเตอร่าและใบพัดวี มีอายุการปักแจกันได้น้อยที่สุด คือ 25.5 22.3 23.6 วัน ตามลำดับ (ข้อมูลไม่ได้แสดง) จากนั้นนำไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดมาศึกษาอายุการปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

**อายุการปักแจกัน**

จากการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร่า เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน 3 สภาพ คือ 1) ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ 65 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจำลองสภาพการปักแจกันเพื่อประดับตกแต่งตามที่อยู่อาศัยทั่วไป 2) อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง เพื่อจำลองสภาพการเก็บรักษาในการขนส่งทางเรือในตู้คอนเทนเนอร์ในสภาพมืด และ 3) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง ให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน มีความชื้นสัมพัทธ์ 88 เปอร์เซ็นต์ เพื่อจำลองการเก็บรักษาในตู้แช่ของร้านจำหน่ายดอกไม้ระหว่างรอจำหน่าย พบว่าในบรรดาไม้ตัดใบ 3 ชนิดที่ทำการศึกษา ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 27.6 วัน รองลงมาคือ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาอุณหภูมิห้อง มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 27 วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ระยะเวลาในการปักแจกันสั้นที่สุดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ คือ 15.6 วัน ภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง

สำหรับใบพัดวีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ทั้งในสภาพมีแสงและไม่มีแสง มีอายุการปักแจกัน 20.40 ถึง 25.20 วัน และทุกสภาวะการเก็บรักษาไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

ใบมอนสเตอร่าที่เก็บรักษาที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง มีอายุการปักแจกันนานที่สุด (25.20 วัน) และไม่แตกต่างจากการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง แต่ใบมอนสเตอร่าที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง มีอายุปักแจกันมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในทางสถิติ

เมื่อเปรียบเทียบชนิดของไม้ตัดใบ 3 ชนิด มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกัน แต่สภาพแวดล้อมในการปักแจกันมีผลต่ออายุการปักแจกัน พบว่าไม้ตัดใบที่ปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมืดมีอายุการปักแจกันต่ำที่สุดและต่ำกว่าสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง (ตารางที่ 4.1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.1** ผลของสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันต่ออายุการปักแจกันของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร่า

| ปัจจัย | | อายุการปักแจกัน(วัน) (±SD)[1] |
|---|---|---|
| **ชนิดของใบ** | ใบพัดวี | 21.60 ± 1.25 a |
| | ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ | 23.40 ± 2.51 a |
| | ใบมอนสเตอร่า | 22.40 ± 3.42 a |
| *F-test* | ns | |
| **สภาพแวดล้อม** | อุณหภูมิห้อง (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* | * | |
| **ชนิดของใบ x ภาพแวดล้อม** | | |
| ใบพัดวี | อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) | 20.40 ± 2.51 a |
| | 20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง) | 21.60 ± 1.34 a |
| | 20 องศาเซลเซียส (มีแสง) | 22.80 ± 3.42 a |
| ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ | อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) | 27.00 ± 2.12 a |
| | 20 องศาเซลเซียส (ไม่มีแสง) | 15.60 ± 2.51 b |
| | 20 องศาเซลเซียส (มีแสง) | 27.60 ± 2.51 a |
| ใบมอนสเตอร่า | อุณหภูมิห้อง (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* | * | |

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

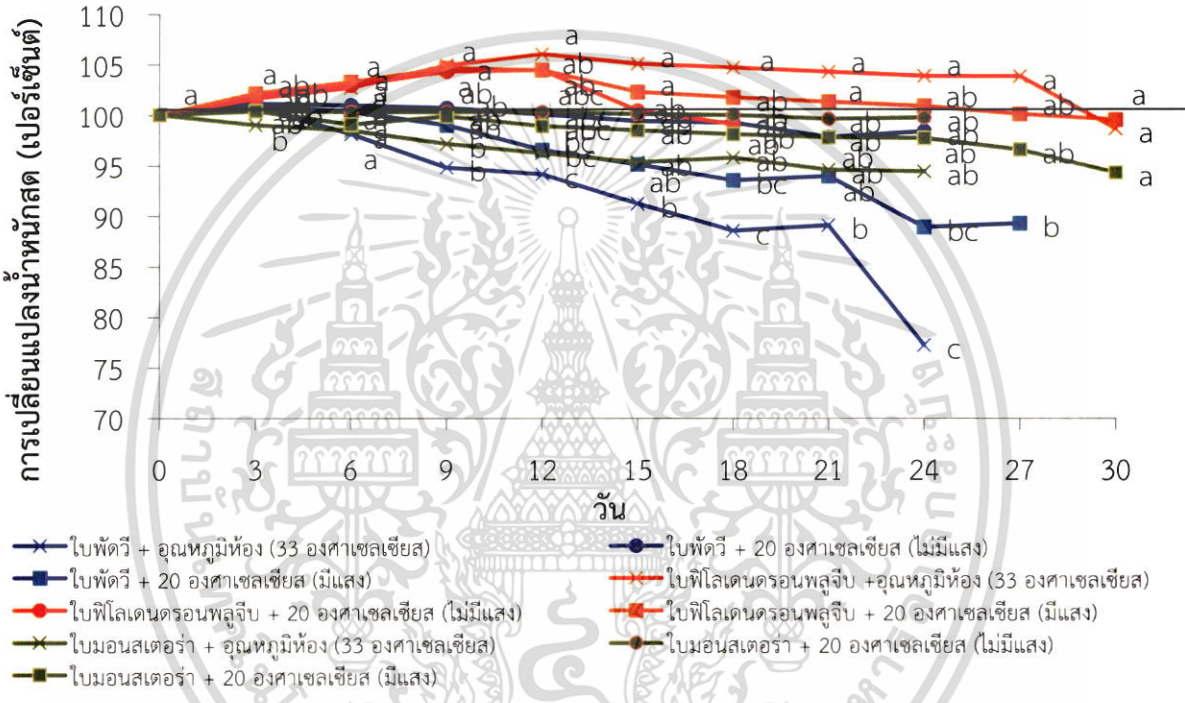
[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด**

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร่า เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง บันทึกผลการทดลองทุก 3 วัน กำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดเพิ่มขึ้นทุกสภาวะการเก็บรักษาในช่วง 0 ถึง 4 วันหลังจากเก็บรักษา และเริ่มลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างรวดเร็วในใบทั้งสามชนิดที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง เมื่อเปรียบเทียบชนิดของใบพบว่า น้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ มีอัตราลดลงเล็กน้อยที่อุณหภูมิห้อง และอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง แต่ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง มีการสูญเสียน้ำหนักอย่างรวดเร็วมากขึ้นกว่าใบชนิดอื่น และเมื่อเปรียบเทียบสภาพการเก็บรักษาพบว่า ใบทั้งสามชนิดที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง ลดการสูญเสียน้ำหนักได้มากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง (ภาพที่ 4.1)




**ภาพที่ 4.1** เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ใบพัดวี และใบมอนสเตอร่าหลังการการปักแจกันภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

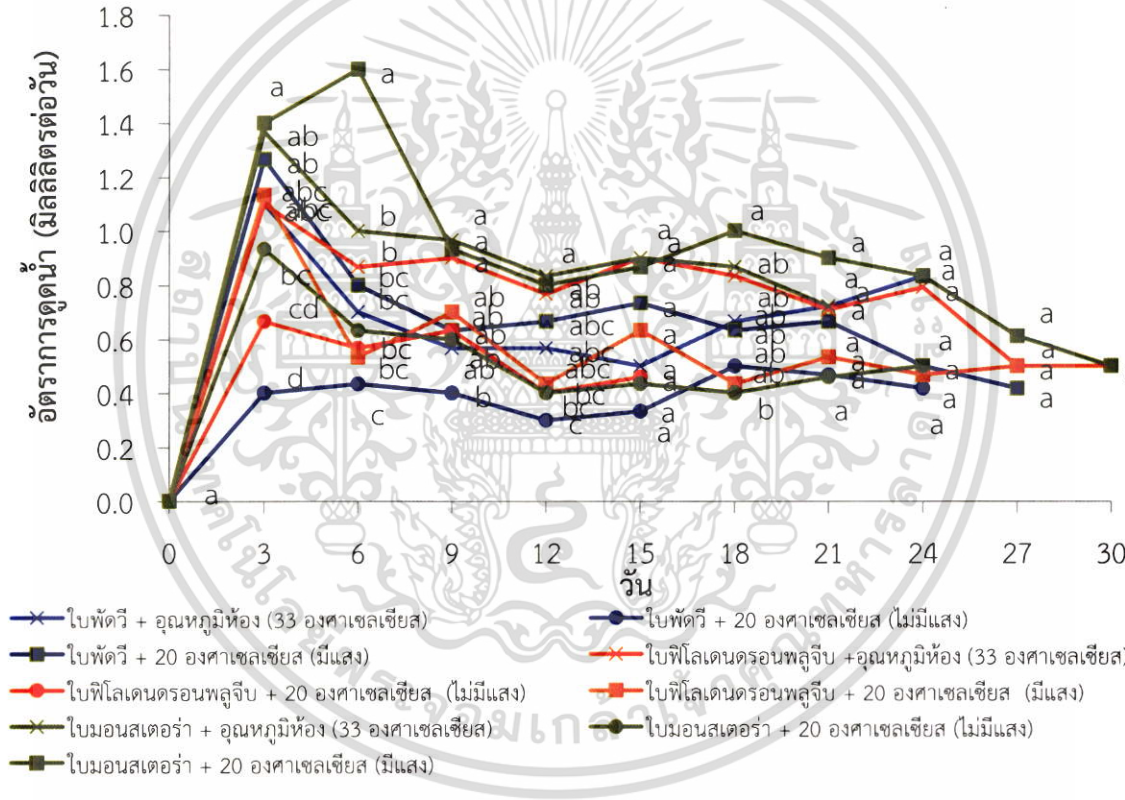
**อัตราการดูดน้ำ**

จากการเปรียบเทียบสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน ต่ออัตราการดูดน้ำของใบพัดวี ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบมอนสเตอร่า เมื่อปักแจกันในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันได้แก่ ที่อุณหภูมิห้อง (33 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง พบว่าวันที่ 0 ถึง 3 วัน ของการปักแจกัน ไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด ทุกสภาพแวดล้อมมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น จากนั้นไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดมีอัตราการดูดน้ำลดลงในวันที่ 6 ของการปักแจกันและลดลงจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ยกเว้นใบมอนสเตอร่ามีอัตราการดูดน้ำลดลงในวันที่ 9 หลังปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง และลดลงอย่างต่อเนื่องจนหมดอายุการปักแจกัน การปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสงมีผลให้ใบพัดวี ใบมอนสเตอร่า และใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ มีอัตราการดูดน้ำเฉลี่ยสูงกว่าการปักแจกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาพแวดล้อมอื่น มีค่าเท่ากับ 1.27 1.40 และ 1.13 มิลลิลิตรต่อวันตามลำดับ การดูดน้ำที่เพิ่มขึ้นและลดลงอย่างไม่สม่ำเสมอ แสดงให้เห็นว่าสภาพแวดล้อมการปักแจกันที่แตกต่างกันไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด นอกจากนี้อัตราการดูดน้ำของไม้ตัดใบทั้งหมดที่ปักแจกันที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง จะลดลงอย่างรวดเร็วจนหมดอายุการปักแจกันและใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีอัตราการดูดน้ำลดลงเร็วที่สุดคือ ที่ปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในที่สภาพมีแสง (ภาพที่ 4.2)

เนื่องจากใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพไม่มีแสง ซึ่งเป็นการจำลองการการเก็บรักษาเพื่อการส่งออกทางเรือภายในตู้คอนเทนเนอร์ที่มีสภาพมืดและต้องใช้ระยะเวลานาน มีอายุการใช้งานสั้นที่สุด จึงคัดเลือกใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ไปศึกษาเพิ่มเติมเพื่อหาวิธีการเก็บรักษาที่เหมาะสมในสภาพไม่มีแสง




**ภาพที่ 4.2** อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ใบพัดวี และใบมอนส เตอร่าหลังการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศ

## 4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด

การทดสอบน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด และ picolinic acid กับ 2,2 - bipyridyl ซึ่งเป็นสารที่ใช้ในการยืดอายุการปักแจกันในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน EDTA และนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความเข้มข้นที่สามารถแย่งจับโลหะไอออนได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ($IC_{50}$) โดยค่า $IC_{50}$ สูงแสดงว่า มีประสิทธิภาพในการแย่งจับโลหะไอออนต่ำ ผลการทดลองพบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีฤทธิ์การแย่งจับโลหะไอออนดีที่สุด โดยมีค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 0.23 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม มีค่า $IC_{50}$ เท่ากับ 0.93 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองสามารถแบ่งกลุ่มของน้ำมันหอมระเหยตามความสามารถในการจับโลหะไอออนได้สามกลุ่ม 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 และน้ำมันหอมระเหยยี่หร่า ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่มีฤทธิ์ต่ำ คือมีค่า $IC_{50}$ มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ได้แก่ น้ำมันหอมระเหยโหระพา และน้ำมันหอมระเหยมะกรูด เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองทางสถิติพบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยพริกไทยดำ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ รวมทั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับ picolinic acid 2,2 - bipyridyl และสารมาตรฐาน EDTA อีกด้วย เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีฤทธิ์ในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ในระดับดี (ตารางที่ 4.2) จึงคัดเลือกน้ำมันหอมทั้งสองชนิดเพื่อทำเป็นส่วนผสมในสารส่งเสริมคุณภาพและปรุงแต่งผลิตภัณฑ์ในอยู่ในรูปอิมัลชัน

**ตารางที่ 4.2** ความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย 10 ชนิด

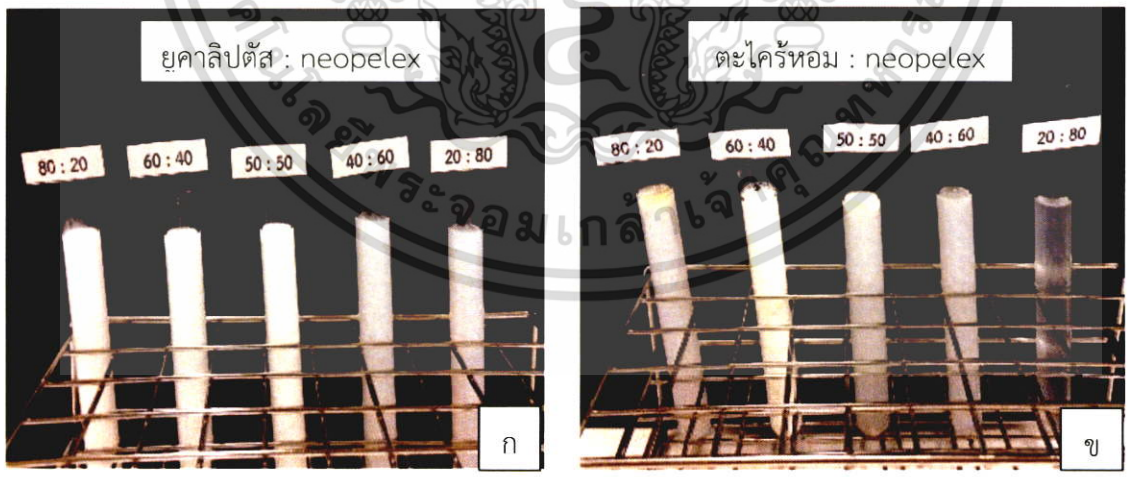
| สารทดสอบ | ค่า $IC_{50}$ (มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) (±SD)[1] |
|---|---|
| น้ำมันหอมระเหย | |
| ยูคาลิปตัส | 0.23 ± 0.11 g |
| ตะไคร้หอม | 0.93 ± 0.12 fg |
| มะกรูด | 6.11 ± 0.56 a |
| สะระแน่ | 1.78 ± 0.02 def |
| ขิง | 2.61 ± 0.31 cd |
| มะนาว | 3.40 ± 0.63 bc |
| ส้มโอ | 2.03 ± 0.12 de |
| พริกไทยดำ | 0.95 ± 0.02 fg |
| โหระพา | 3.91 ± 0.62 b |
| ยี่หร่า | 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 |

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**4.3 การทดลองที่ 3** การศึกษาขนาดอนุภาคของน้ำมันหอมระเหย และความเสถียร ของอิลมัลชัน น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และตะไคร้หอม

น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมซึ่งเป็นกรรมวิธีที่สุดจากการทดลองที่ 2 มาปรุงแต่งผสมกันให้อยู่ในรูปอิมัลชันโดยใช้สารลดแรงตึงผิว neopelex เป็นส่วนผสม กำหนดให้อัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหย : สารลดแรงตึงผิวมี 5 อัตราดังนี้ (80 : 20 60 : 40 50 : 50 40 : 60 และ 80 : 20) เพื่อคัดเลือกหาสูตรอิมัลชันไปวัดขนาดอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า จากการทดลองพบว่าอัตราส่วนที่มีเหมาะสมสำหรับนำไปศึกษาต่อคืออัตราส่วนระหว่างน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับสารลดแรงตึงผิว neopelex ที่อัตราส่วน 80 : 20 60 : 40 50 : 50 (ภาพที่ 4.3 ก) และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมกับสารลดแรงตึงผิว neopelex อัตราส่วน 60 : 40 มีลักษณะเป็นอิมัลชันที่ดี คือมีสีขาวขุ่นคล้ายนมและเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน (ภาพที่ 4.3 ข) จากนั้นนำไปหาขนาดอนุภาคและค่าศักย์ซีต้า พบว่าค่าศักย์ซีต้าของน้ำมันหอมทั้งสองชนิดร่วมกับสารลดการตึงผิว neopelex ทุกอัตราส่วนมีค่า น้อยกว่า - 30 มิลลิโวลต์ คือมีค่าอยู่ที่ช่วง ถึง -44.6 ถึง -90.37 แสดงว่ามีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามาซึ่งจะทำให้สารเกิดการเสถียร และมีขนาดอนุภาคอยู่ในช่วง 333.1 ถึง 482.8 นาโนเมตร แต่มันหอมระเหยูคาลิปตัส 50 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับ neopelex 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่พบอนุภาค (ตารางที่ 4.3) และจากการทดลองได้เลือกใช้อัตราส่วนของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 80 ร่วมกับ neopelex 20 เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่งและสำหรับปักแจกันต่อไป




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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.3** ค่าศักย์ซีต้า ขนาดอนุภาค และความเสถียรของอิลมัลชันของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

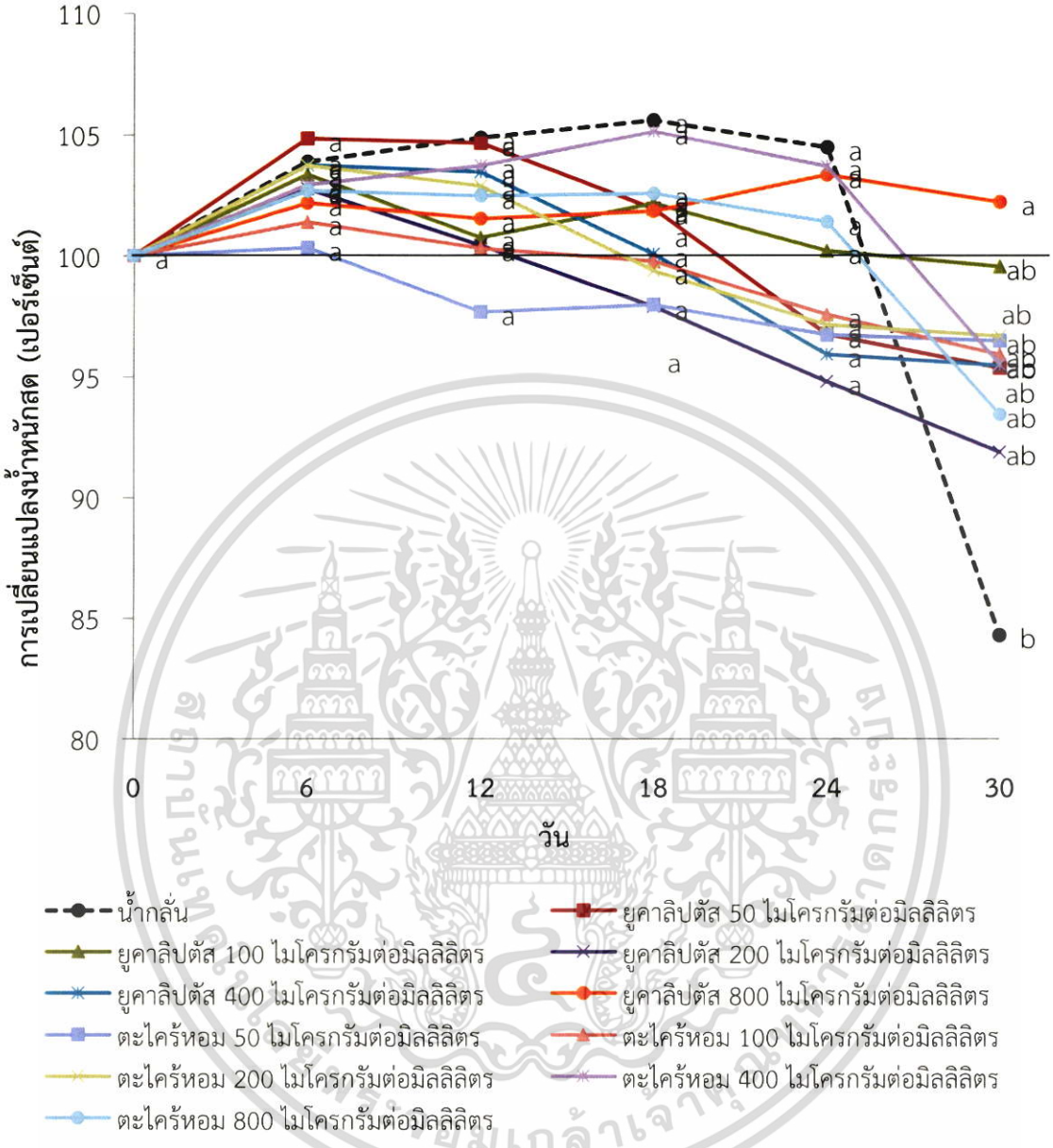
| น้ำมันหอมระเหย (%) | Neopelex (%) | ขนาดอนุภาค (นาโนเมตร) | ค่าศักย์ซีต้า (มิลลิโวลต์) |
|---|---|---|---|
| ยูคาลิปตัส 80 | 20 | 361.6 | - 64.75 |
| ยูคาลิปตัส 60 | 40 | 333.1 | - 57.46 |
| ยูคาลิปตัส 50 | 50 | ไม่พบอนุภาค | - 44.69 |
| ตะไคร้หอม 60 | 40 | 482.8 | - 90.37 |

## 4.4 การทดลองที่ 4 การศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**อายุการปักแจกัน**

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมในรูปอิมัลชันสำหรับพัลซิ่ง ต่อการยืดอายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ นำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมาพัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 50 100 200 400 และ 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม และนำไปปักแจกันต่อในน้ำกลั่นตลอดระยะเวลาของการทดลอง ผลการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 52 วัน รองลงมาคือพัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร คือ 50.86 วัน กรรมวิธีควบคุมซึ่งมีอายุการปักแจกันเฉลี่ยน้อยที่สุดคือ 33.71 วัน เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลอง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันมากกว่ากรรมวิธีควบคุมและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในทางสถิติ ในขณะที่น้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 50 100 200 และ 400 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมในทางสถิติ (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



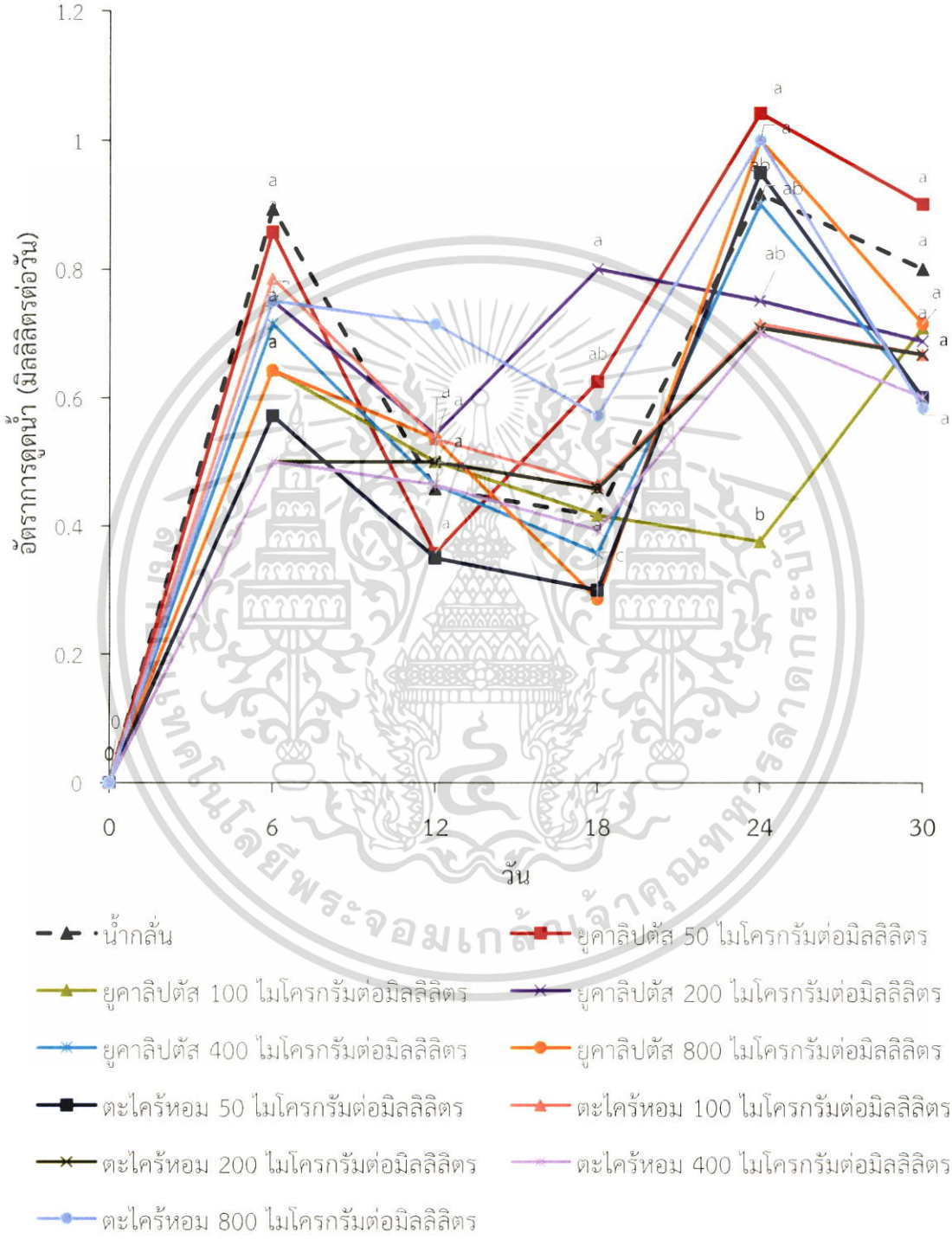

**ภาพที่ 4.4** การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

**อัตราการดูดน้ำ**

จากผลการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (50 ถึง 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นย้ายไปปักแจกันในน้ำกลั่น โดยทำการวัดอัตราการดูดน้ำทุก 2 วัน ในช่วงแรก (0 ถึง 4 วัน) ทุกกรรมวิธีมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้น ยกเว้นใบฟิโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 200 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ที่ลดลงเล็กน้อยและหลักจากนั้นอัตราการดูดน้ำลดลงและเพิ่มขึ้นไม่สม่ำเสมอ แสดงถึงการพัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ (ภาพที่ 4.5)




**ภาพที่ 4.5** อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมเป็นเวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.5 การทดลองที่ 5 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**อายุการปักแจกัน**

การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมต่อการยืดอายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแจกัน ในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และน้ำกลั่นเป็นกรรมวิธีควบคุม ผลการทดลองพบว่า ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 31.40 วัน และมากกว่ากรรมวิธีควบคุมและปักแจในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรในทางสถิติ ส่วนกรรมวิธีที่เหลือไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันรองลงมาคือ 26 และ 25.60 วัน ตามลำดับ และการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุการปักแจกันน้อยที่สุด คือ 21.10 วัน (ตารางที่ 4.5 และ 4.6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ภาพที่ 4.6** การเปลี่ยนแปลงของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.5** อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม

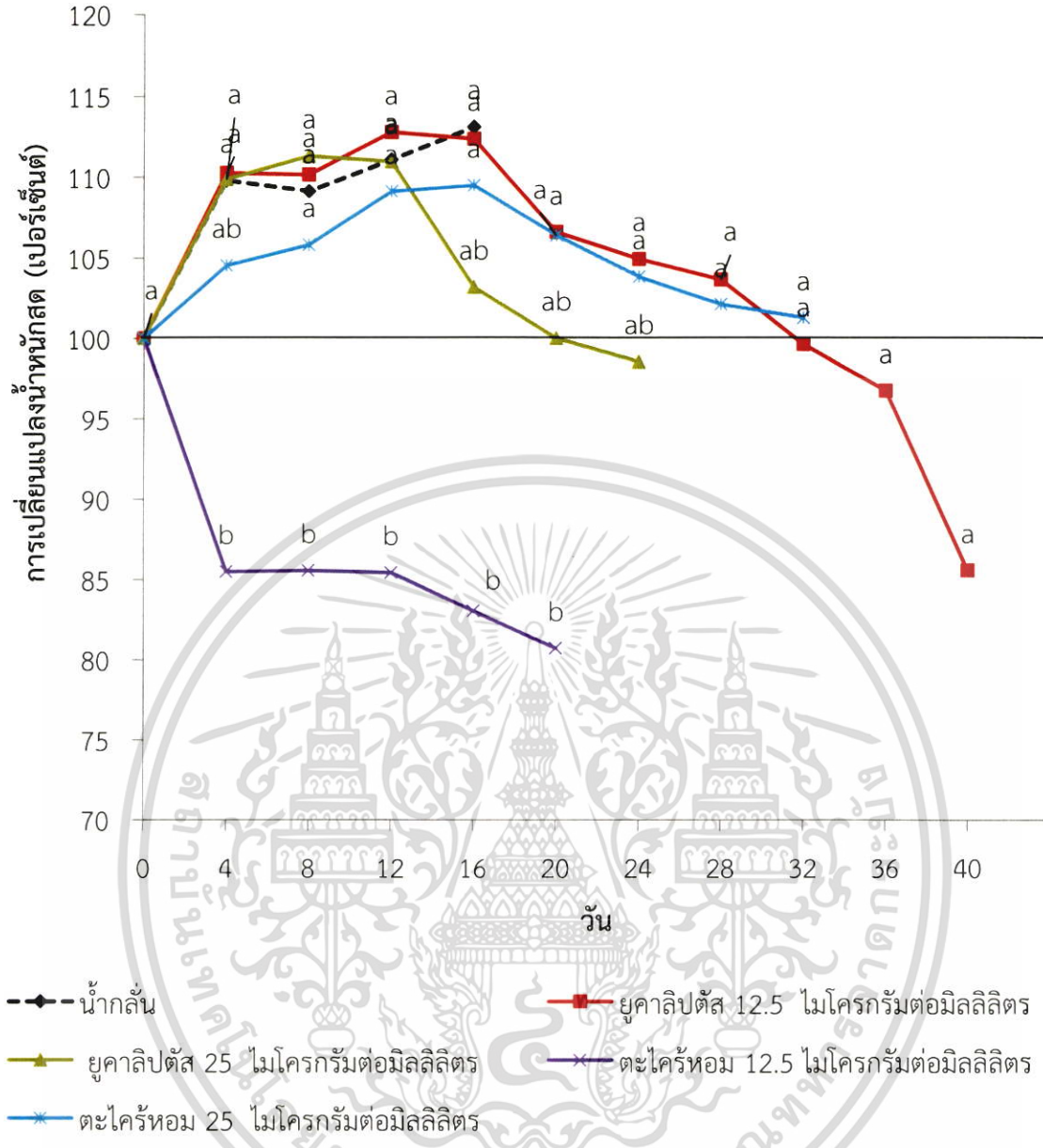
| กรรมวิธีการทดลอง (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) | อายุการปักแจกัน (วัน) (±SD)[1] |
|---|---|
| น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม) | 22.40 ± 11.92 b* |
| น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 12.5 | 31.40 ± 9.89 a |
| น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 25 | 25.60 ± 10.49 ab |
| น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 12.5 | 21.10 ± 8.39 b |
| น้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 25 | 26.00 ± 10.07 ab |

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด**

การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดโดยการกำหนดให้น้ำหนักสดวันแรกของการปักแจกันเท่ากับ 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองพบว่า วันที่ 0 ถึง 32 วัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (ยกเว้นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีน้ำหนักสดสูงกว่าวันแรก โดยน้ำหนักสดที่เพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 104.03 ถึง 115.18 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับน้ำหนักสดเริ่มแรกและหลังจากนั้นเริ่มลดลงอย่างต่อเนื่องจะกระทั่งวันสุดท้ายของการปักแจกัน สำหรับน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องตั้งแต่วันที่สองของการปักแจกันจนหมดอายุการเก็บรักษา (22 วัน) ของการปักแจกัน (ภาพที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



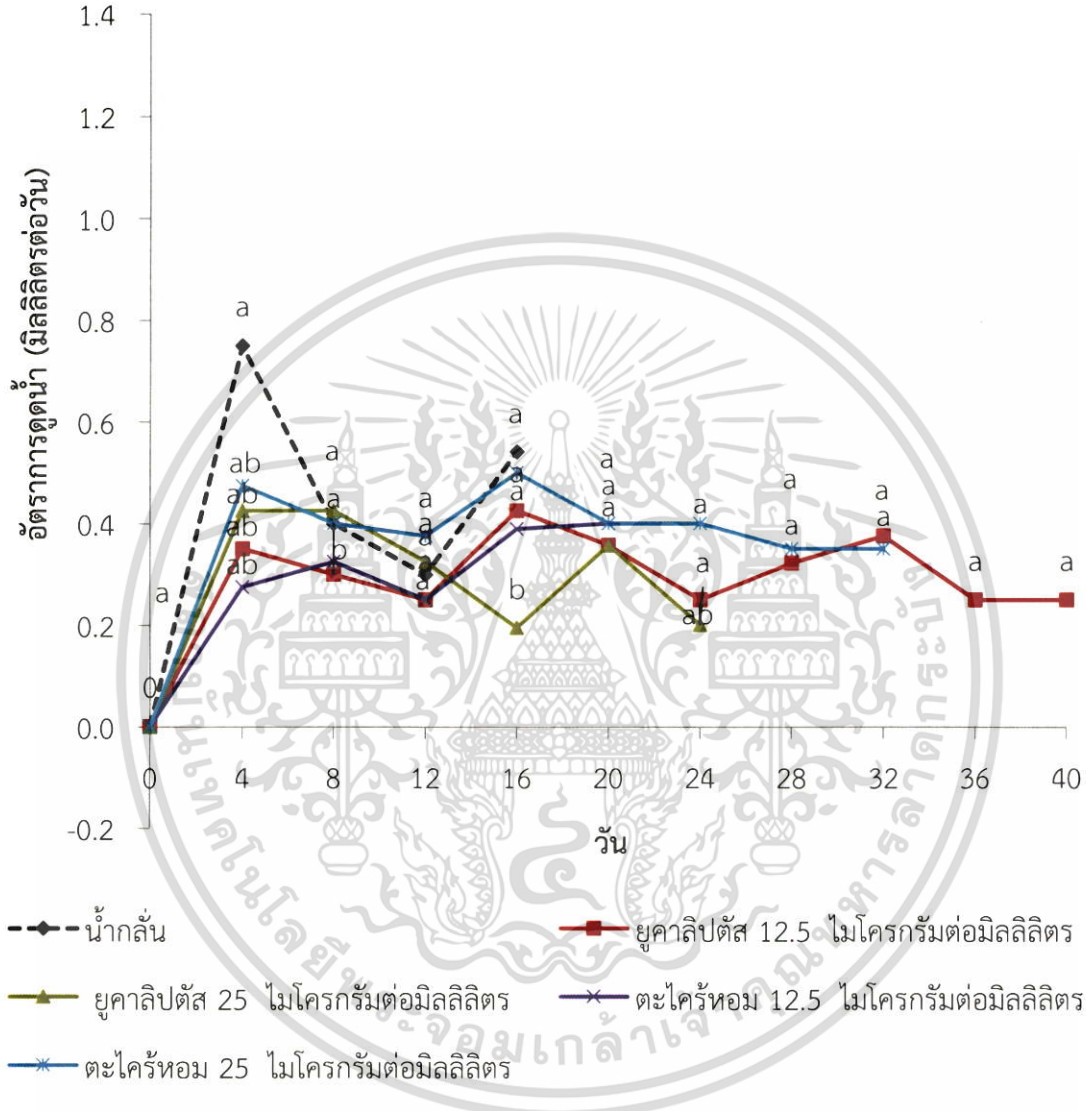

**ภาพที่ 4.7** การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

**อัตราการดูดน้ำ**

ผลการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทุกความเข้มข้น (12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ใน 2 วันแรก มีอัตราการดูดน้ำ 0.78 ถึง 0.93 มิลลิลิตรต่อวัน หลังจากนั้นกรรมวิธีควบคุมมีอัตราการดูดน้ำลดลงเล็กน้อยมีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแจกันมากที่สุดเท่ากับ 0.57 มิลลิลิตรต่อวัน ส่วนใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแจกันเท่ากับ 0.45 และ 0.48 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อวัน ขณะที่กรรมวิธีที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการดูดน้ำค่าเฉลี่ยตลอดอายุปักแจกันน้อยที่สุดเท่ากับ 0.35 มิลลิลิตรต่อวัน และทุกกรรมวิธีทดลองมีอัตราการดูดน้ำเพิ่มขึ้นและลดลงไม่สม่ำเสมอ แสดงถึงการปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยไม่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ (ภาพที่ 4.8)




**ภาพที่ 4.8** อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

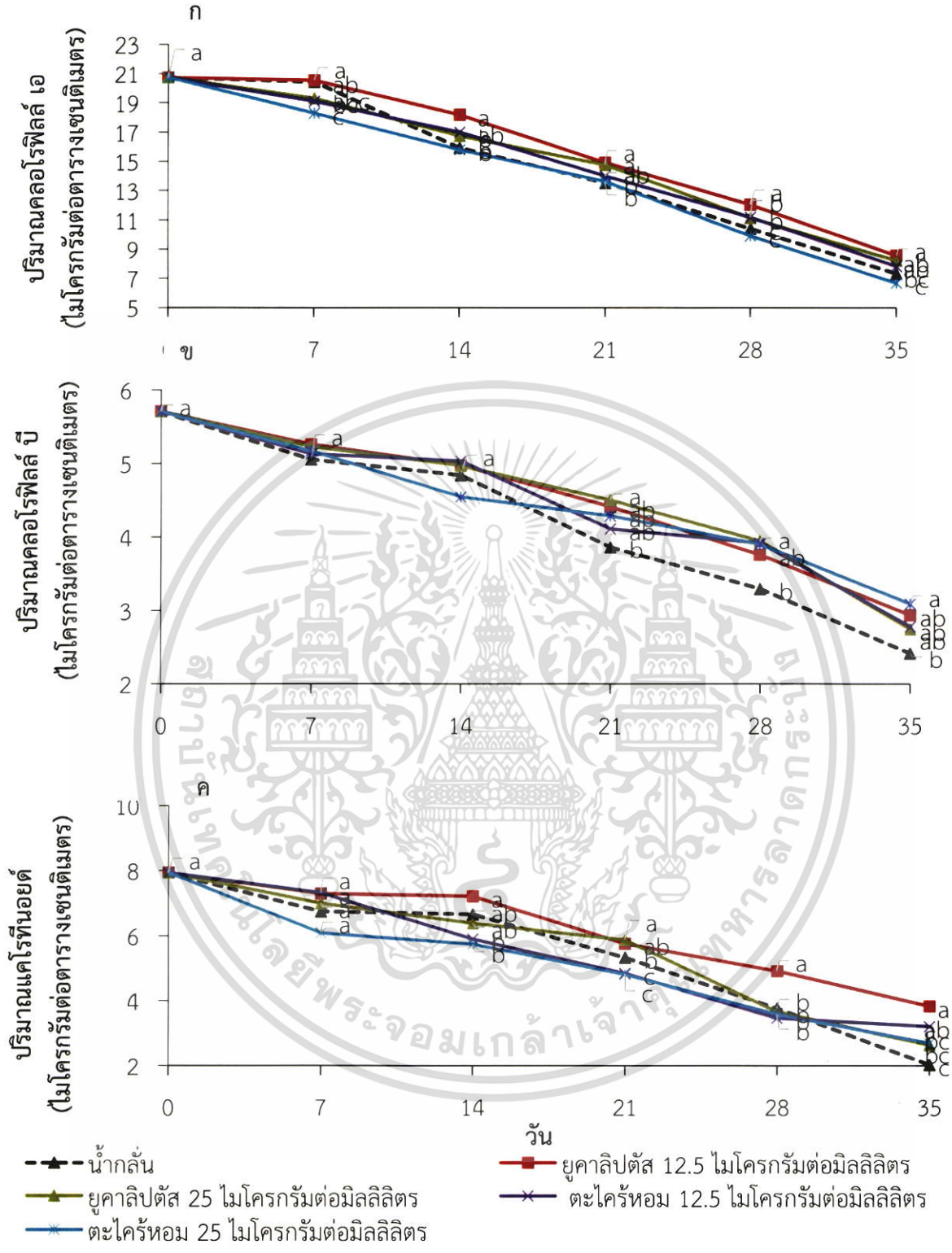
**การหาปริมาณคลอโรฟิลล์เอ บี และแคโรทีนอยด์**

เมื่อศึกษารงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสง ได้แก่ คลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และคลอโรทีนอยด์ ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม พบว่าคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี ลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น การลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่า คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณคลอโรฟิลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของใบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุม และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ที่ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างช้าๆ และลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บปักแจกัน ในวันเริ่มต้นของการปักแจกัน (วันที่ 0) ปริมาณคลอโรฟิลล์เริ่มต้น 20.72 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ลดลงเหลือ 6.64 สำหรับใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกัน 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ 8.53 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ก) ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากสุด ในระยะแรกของการปักแจกันในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติหลังการปักแจกันที่ 21 ถึง 35 วัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณคลอโรฟิลล์ บี เริ่มต้น 5.7 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี ลดลงเหลือ 2.41 สำหรับใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณคลอโรฟิลล์ บี 3.09 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ข) ปริมาณแคโรทีนอยด์มีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วันแรกถึงวันสุดท้ายของการปักแจกัน (0 ถึง 14 วัน) ปริมาณแคโรทีนอยด์ตั้งแต่วันที่ 14 ของการปักแจกัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีความแตกต่างทางสถิติกับที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมทั้งสองความเข้มข้น เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมไม่แตกต่างกันทางสถิติ หลังปักแจกัน 28 วัน ใบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงน้อยกว่าทุกกรรมวิธีการทดลอง ปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น 7.92 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่นพบปริมาณแคโรทีนอยด์ลดลงเหลือ 2.03 สำหรับใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบปริมาณแคโรทีนอยด์ 3.20 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.9 ค) จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถช่วยรักษาความเขียวและชะลอการเกิดสีเหลืองของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



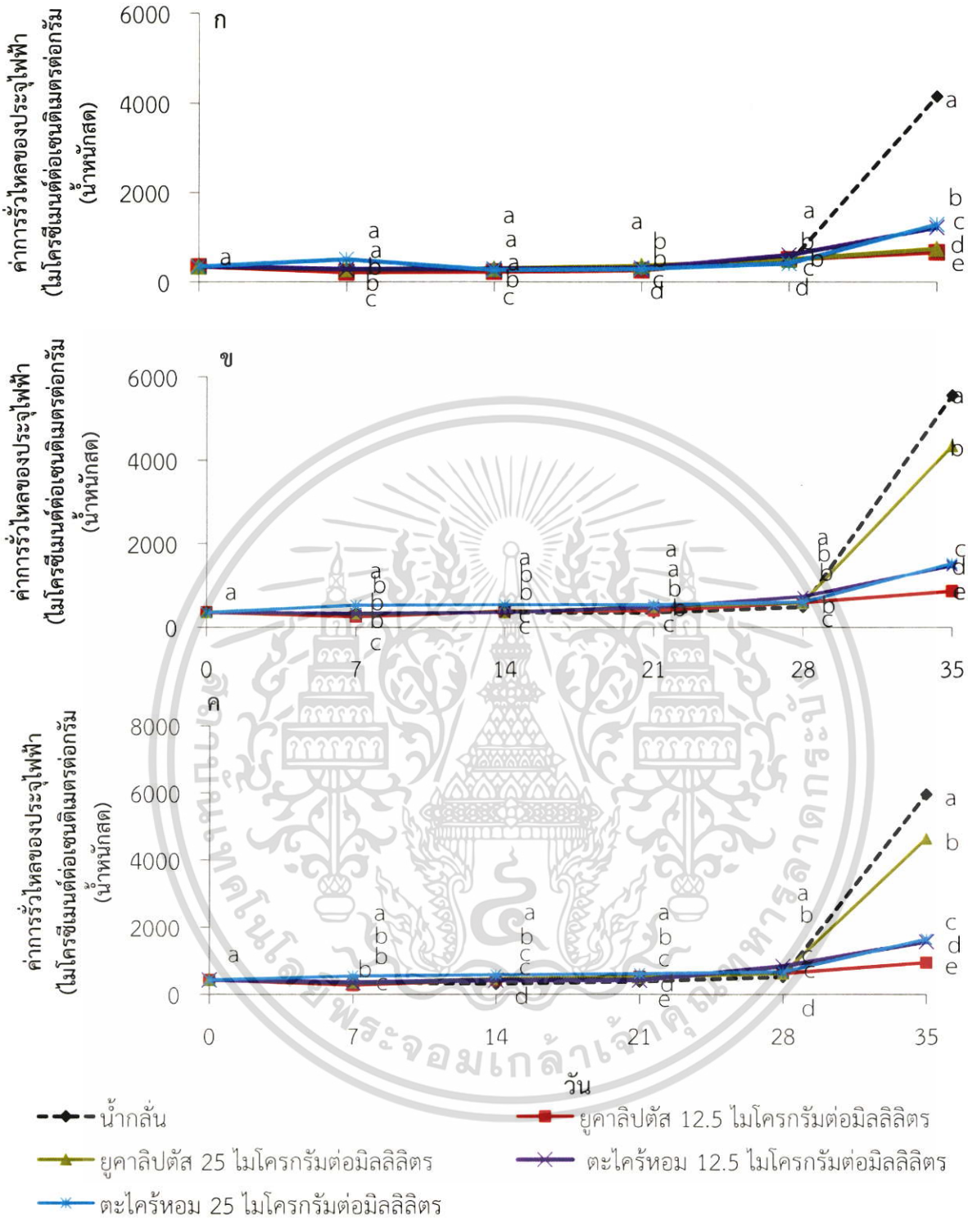

**ภาพที่ 4.9** ปริมาณรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์แสงได้แก่ ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (ข) และปริมาณแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยการตัดใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นวงกลมแล้วนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดเวลา นำน้ำกลั่นไปวัดค่าการนำไฟฟ้าเพื่อประเมินการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ แล้วบันทึกผลการทดลองทุกชั่วโมง พบว่า การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ทุกกรรมวิธีจะเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของการแช่ใบในน้ำกลั่นและเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกัน

ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์จากใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุมและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร หลังปักแจกัน 28 วัน จนถึงวันสุดท้าย (35 วัน) ในชั่วโมงที่ 1 มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ สูงถึง 11 ถึง 14 เท่า ตามลำดับ จากวันแรกที่ค่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์เริ่มต้น เท่ากับ 342.93 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยกรรมวิธีอื่นเพิ่มขึ้นเพียง 2 ถึง 4 เท่า (ภาพที่ 4.9 ก) ส่วนในชั่วโมงที่ 2 และ ชั่วโมงที่ 3 ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในกรรมวิธีควบคุม และน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์สูงสุด ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



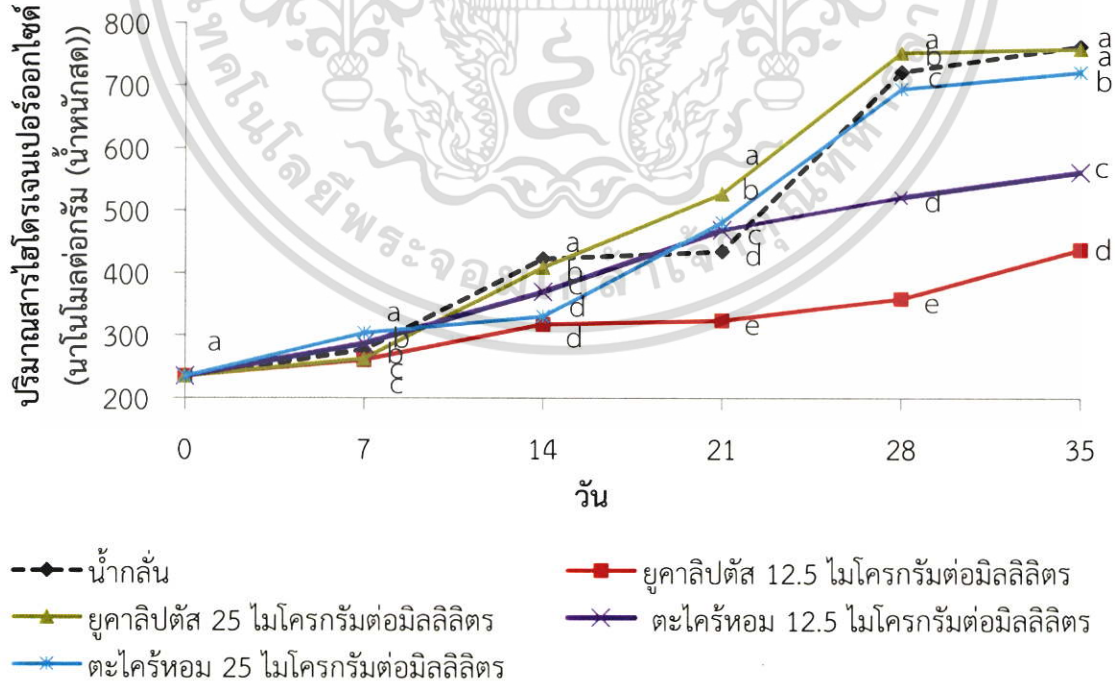

**ภาพที่ 4.10** ปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 1 ชั่วโมง (ก) เมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 2 ชั่วโมง (ข) และเมื่อแช่ใบฟิโลเดนดรอนในน้ำกลั่น 3 ชั่วโมง (ค) หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์**

จากการวัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในทุกกรรมวิธีทดลองเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ เพิ่มขึ้นน้อยกว่ากรรมวิธีอื่นๆ และมีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุมตลอดระยะเวลาของการปักแจกัน

ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุดตั้งแต่ 21 ถึง 28 วันของการปักแจกัน ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เริ่มต้นเท่ากับ 234.57 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน (วันที่ 35) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำกลั่นมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากที่สุด 762.35 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 758.02 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรและปักแจกันด้วยน้ำกลั่น มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ในขณะที่ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสกับน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.11)

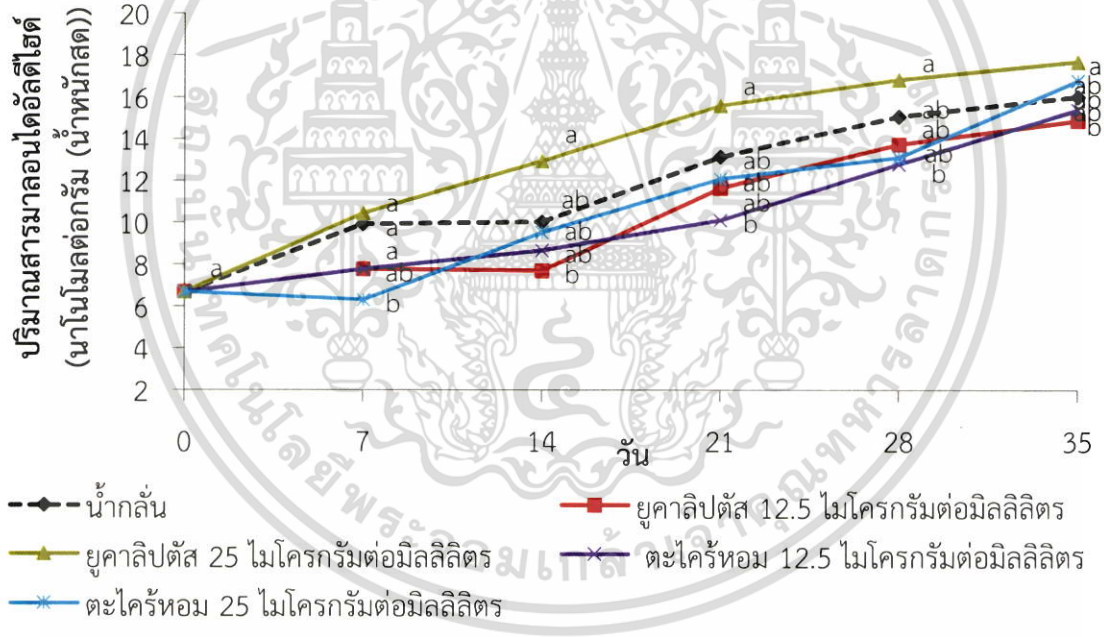



**ภาพที่ 4.11** ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA)**

จากการทดสอบการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชันโดยการวิเคราะห์ปริมาณสารมาสอนไฮอัลดีไฮด์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบว่า ทุกกรรมวิธีการทดลองมีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่ากรรมวิธีควบคุมตลอดอายุการปักแจกัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นมากกว่ากรรมวิธีอื่นๆ ตลอดอายุการปักแจกัน มีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เริ่มต้น 6.67 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการปักแจกัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์มีค่าเท่ากับ 14.86 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) สำหรับใบปักแจกันด้วยน้ำกลั่นมีค่าเท่ากับ 16.01 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ทั้งสองกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับใบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (ภาพที่ 4.12)



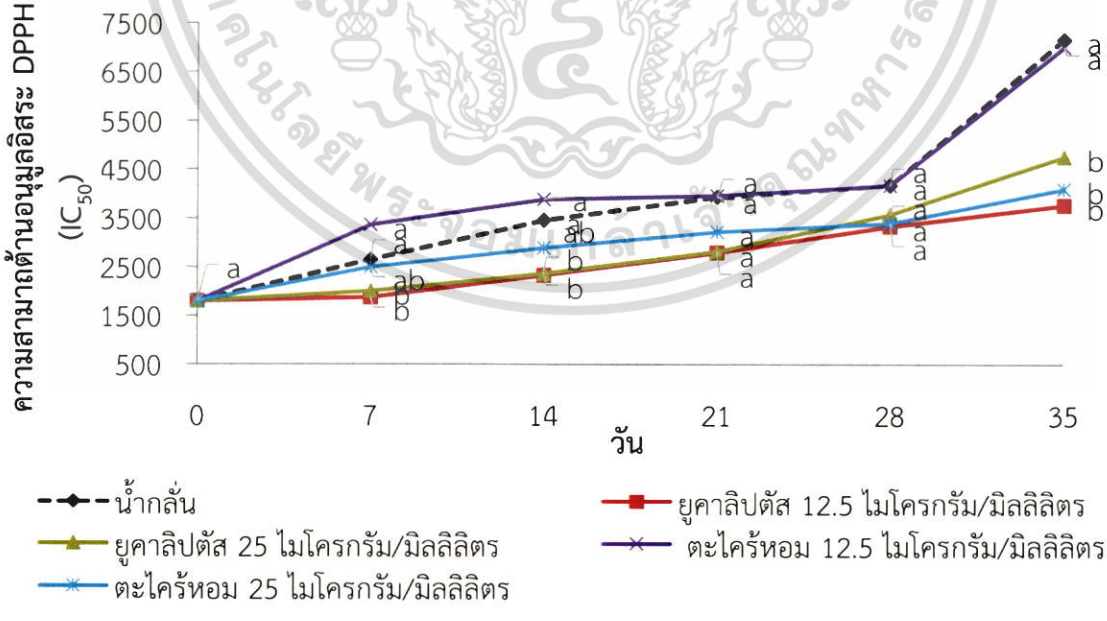

**ภาพที่ 4.12** ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

**การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging assay**

จากการทดสอบฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH Radical Scavenging Assay ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ หลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระและนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระมาคำนวณหาความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ หรือค่า $IC_{50}$ โดยถ้าค่า $IC_{50}$ สูงแสดงว่ามีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระต่ำถ้าค่า $IC_{50}$ ต่ำแสดงว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงทำให้ใช้ความเข้มข้นน้อย พบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบทุกกรรมวิธีทดลอง มีความสามารถในต้านอนุมูลอิสระลดลงตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น (ค่า $IC_{50}$ มีค่าเพิ่มขึ้น) ที่ 7 วันของกรรมวิธีควบคุมมีความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระน้อยกว่าในใบใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมีความแตกต่างกันทางสถิติ ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเริ่มต้นเท่ากับ 1787.65 มิลลิกรัมต่อลิตร การสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระในกรรมวิธีควบคุม และที่ปักแจกันด้วยด้วยตะไคร้หอม 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีมากกว่าในทุกกรรมวิธี ตั้งแต่วันที่ 14 ถึงวันสุดท้ายของการปักแจกัน โดยวันสุดท้าย (35 วัน) ของการปักแจกัน ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยกรรมวิธีควบคุม มีค่า $IC_{50}$ มากที่สุดเท่ากับ 8909.90 มิลลิกรัมต่อลิตร (เพิ่มขึ้น 3 เท่า) รองลงมาคือ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 7000.61 ทั้งสองกรรมวิธีมีแนวโน้มการสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในขณะที่ค่า $IC_{50}$ ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรมีค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 4229.17 (เพิ่มขึ้น 1.4 เท่า) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีค่าเท่ากับ 4308.38 และ 5787.37ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบทางสถิติพบว่าทั้ง 3 กรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน และมีแนวโน้มการสูญเสียความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ ตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 4.13)




**ภาพที่ 4.13** ความสามารถในการทำลายอนุมูลอิสระ DPPH ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมความเข้มข้น 12.5 และ 25 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

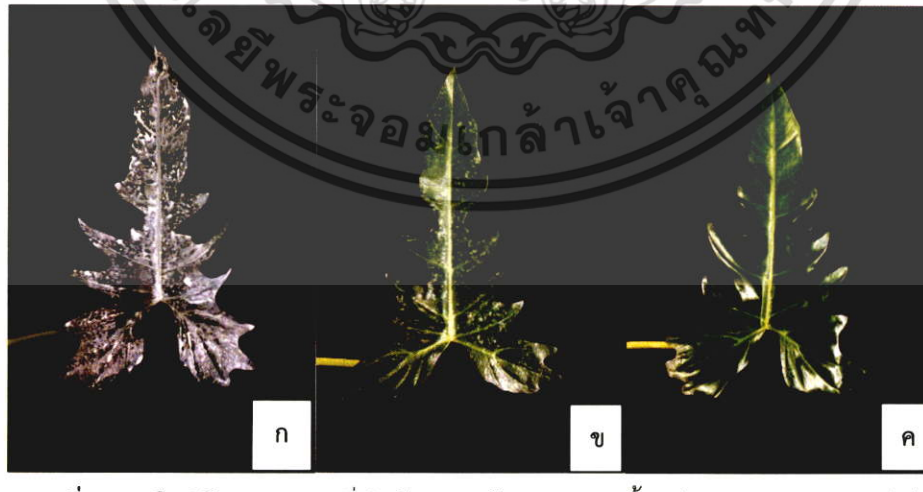
## 4.6 การทดลองที่ 6 การศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

**อายุการปักแจกัน**

จากการศึกษาประสิทธิภาพสารต้านคายน้ำ 3 ชนิด ได้แก่ กลีเซอรอล (glycerol) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ($MgCO_3$) และ โซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ พบว่า ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันมากที่สุด (59.43 วัน) และมีความแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม (42.86 วัน) แต่ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันลดลงแต่ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมทางสถิติ (ตารางที่ 4.6)

ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกัน 56.00 และ 54.00 วัน และแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีควบคุม เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตที่ความเข้มข้น 2 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 4.6) และใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นสารต้านการคายน้ำทั้ง 3 ชนิด และทุกความเข้มข้นพบว่ามีอายุการปักแจกันที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำแมกนีเซียมคาร์บอเนตใบจะเป็นคราบสีขาว (ภาพที่ 4.14 ก) และใบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตใบจะเห็นเป็นคราบเกลือสีขาวทำให้ดูไม่สวยงาม (ภาพที่ 4.14 ข) ต่างจากใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยกลีเซอรอลใบดูเป็นมันวาวดูสวยงาม (ภาพที่ 4.14 ค)




**ภาพที่ 4.14** ใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล (ก) แมกนีเซียมคาร์บอเนต (ข) และโซเดียมคาร์บอเนต (ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.6** อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์

| กรรมวิธี | เปอร์เซ็นต์ | อายุการปักแจกัน (วัน) (±SD)[1] |
|---|---|---|
| **น้ำกลั่น (กรรมวิธีควบคุม)** | | 42.86 ± 9.01 c* |
| กลีเซอรอล | 2 | 59.43 ± 8.62 a |
| | 4 | 48.29± 5.59 bc |
| | 6 | 47.43 ± 6.26 bc |
| | 8 | 49.71 ± 3.73 abc |
| แมกนีเซียมคาร์บอเนต | 2 | 51.43 ± 7.09 abc |
| | 4 | 47.71 ± 2.69 bc |
| | 6 | 56.00 ± 7.39 ab |
| | 8 | 54.00 ± 3.27 ab |
| โซเดียมคาร์บอเนต | 2 | 49.43 ± 7.55 abc |
| | 4 | 52.00 ± 2.31abc |
| | 6 | 53.14 ± 4.14 abc |
| | 8 | 49.71 ± 3.55 abc |

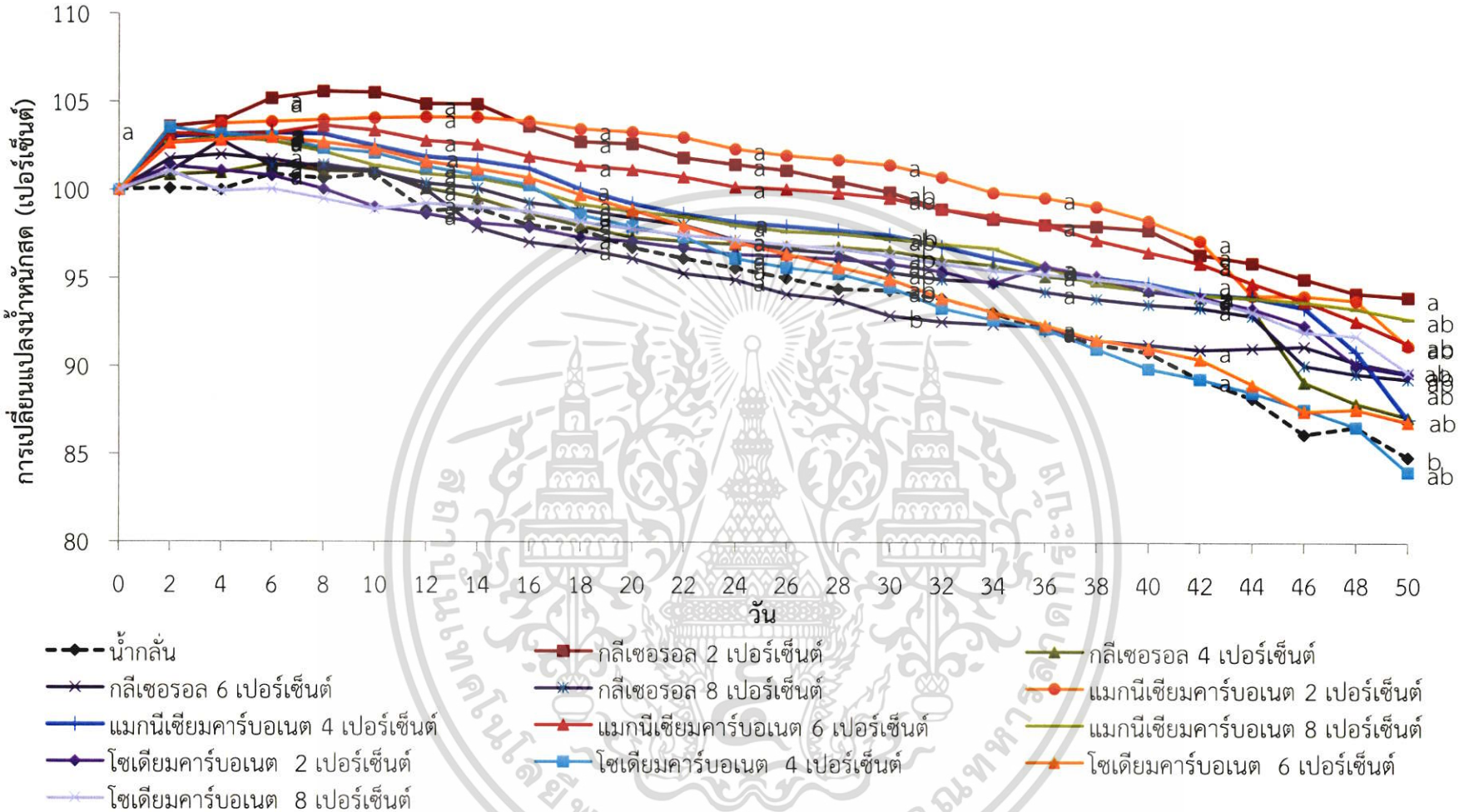
[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด**

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

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



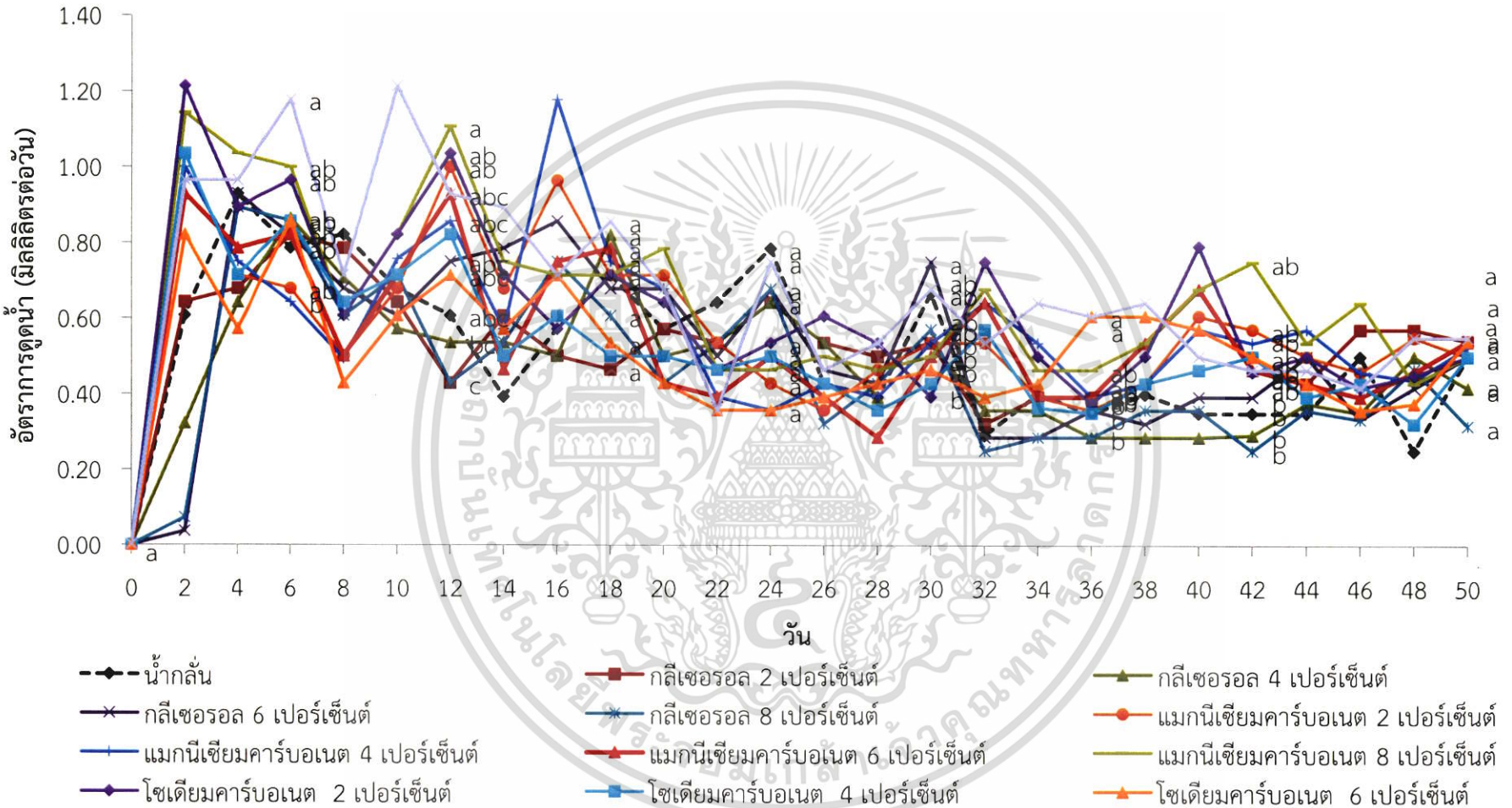

**ภาพที่ 4.15** การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบพิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำ กลีเซอรอล แมกนีเซียมคาร์บอเนต และโซเดียมคาร์บอเนต ที่ระดับความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์

**อัตราการดูดน้ำ**

อัตราการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังได้รับสารต้านการคายน้ำตามกรรมวิธีต่างๆ 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 กรรมวิธีที่มีอัตราการดูดน้ำลดลงเร็วที่สุดคือกรรมวิธีที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตและใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์มีการเปลี่ยนแปลงของอัตราการดูดน้ำน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.6)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




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

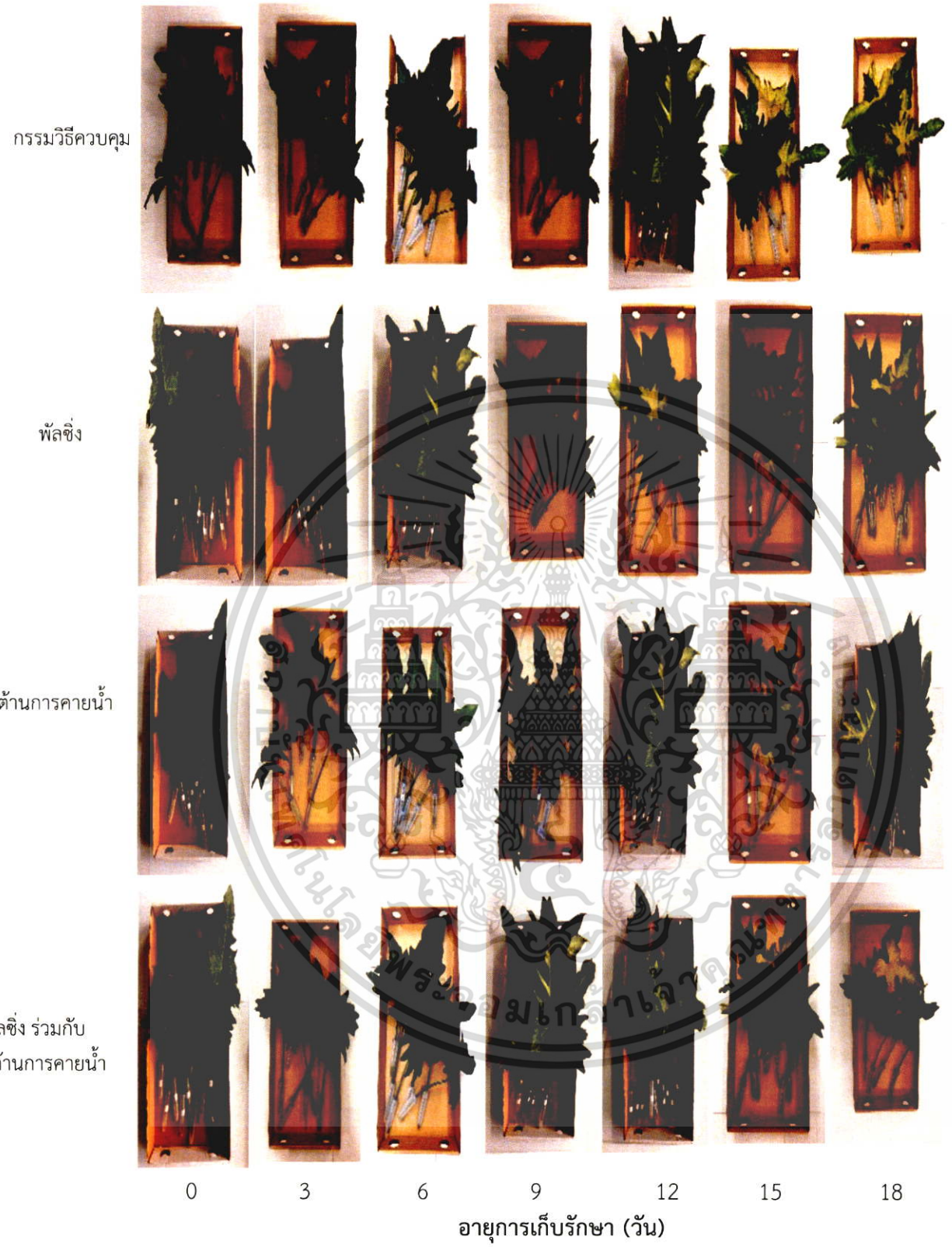
**4.7 การทดลองที่** 7 ศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ โดยการใช้กลีเซอรอลและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อคุณภาพใบหลังการเก็บรักษา

เมื่อศึกษาเปรียบเทียบขั้นตอนการปฏิบัติก่อนการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบจำนวน 4 กรรมวิธี ได้แก่ 1) กรรมวิธีควบคุม (ไม่พัลซิ่งและไม่ใช้สารต้านการคายน้ำ) 2) พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 3) พ่นใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และ 4) พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วจากนั้นเสียบก้านใบในหลอดพลาสติกที่บรรจุน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แล้วบรรจุลงกล่อง นำเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**การประเมินใบฟิโลเดนดรอนที่สามารถใช้งานต่อได้**

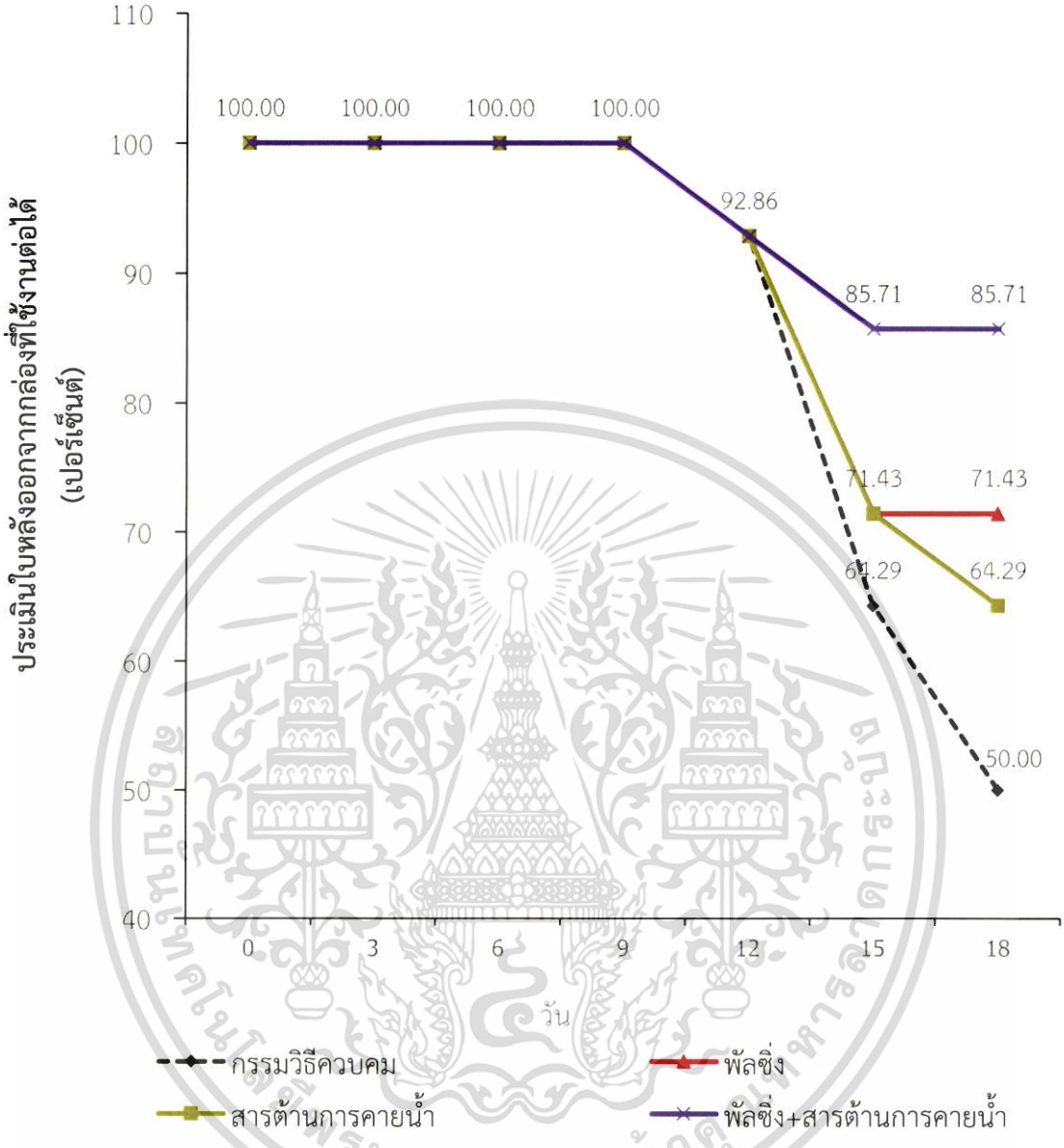
ผลการศึกษาจากการประเมินลักษณะทางกายภาพของใบฟิโลเดนดรอนหลังออกจากกล่อง พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษา (วันที่ 0 ถึง 9) ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบทุกกรรมวิธี ใบยังมีสภาพปกติ สามารถนำไปปักแจกันต่อได้ 100 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษาที่ 12 วัน ใบเริ่มมีการเสื่อมสภาพโดยแสดงลักษณะอาการเหลือง (ภาพที่ 4.17) ทุกกรรมวิธีสามารถนำไปใช้งานต่อได้ 92. 86 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาที่ 15 และ 18 วัน ลดลงอย่างรวดเร็วในทุกกรรมวิธี วันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) พบว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้มากที่สุด คือ 85.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือ พัลซิ่งอย่างเดียว สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การใช้งานต่อได้น้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 71.43 64.29 และ 50.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 4.18)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



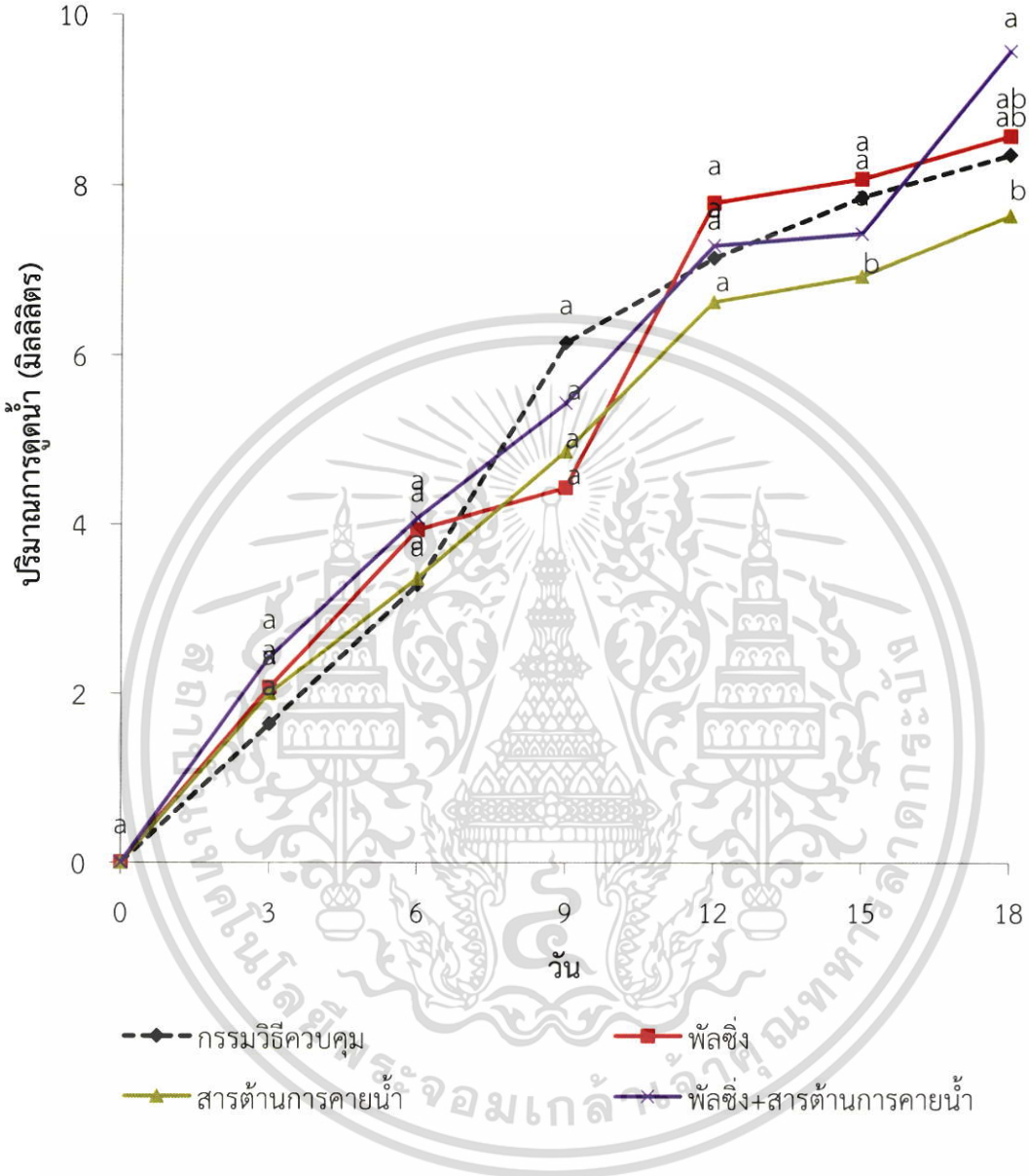

**ภาพที่ 4.18** เปอร์เซ็นต์ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่นำไปใช้งานต่อได้หลังการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**ปริมาณการดูดน้ำ**

ผลการศึกษาพบว่าทุกกรรมวิธีมีปริมาณการใช้น้ำเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีการดูดน้ำอยู่ในช่วง 1.64-9.57 มิลลิลิตร วันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีการใช้น้ำเท่ากับ 0 มิลลิลิตร และวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) กรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำมีการใช้น้ำมากที่สุด คือ 9 มิลลิลิตร รองลงมาคือพัลซิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างเดียว ใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีควบคุมมีการใช้น้ำน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 8.57 8.36 และ 7.64 มิลลิลิตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.19)



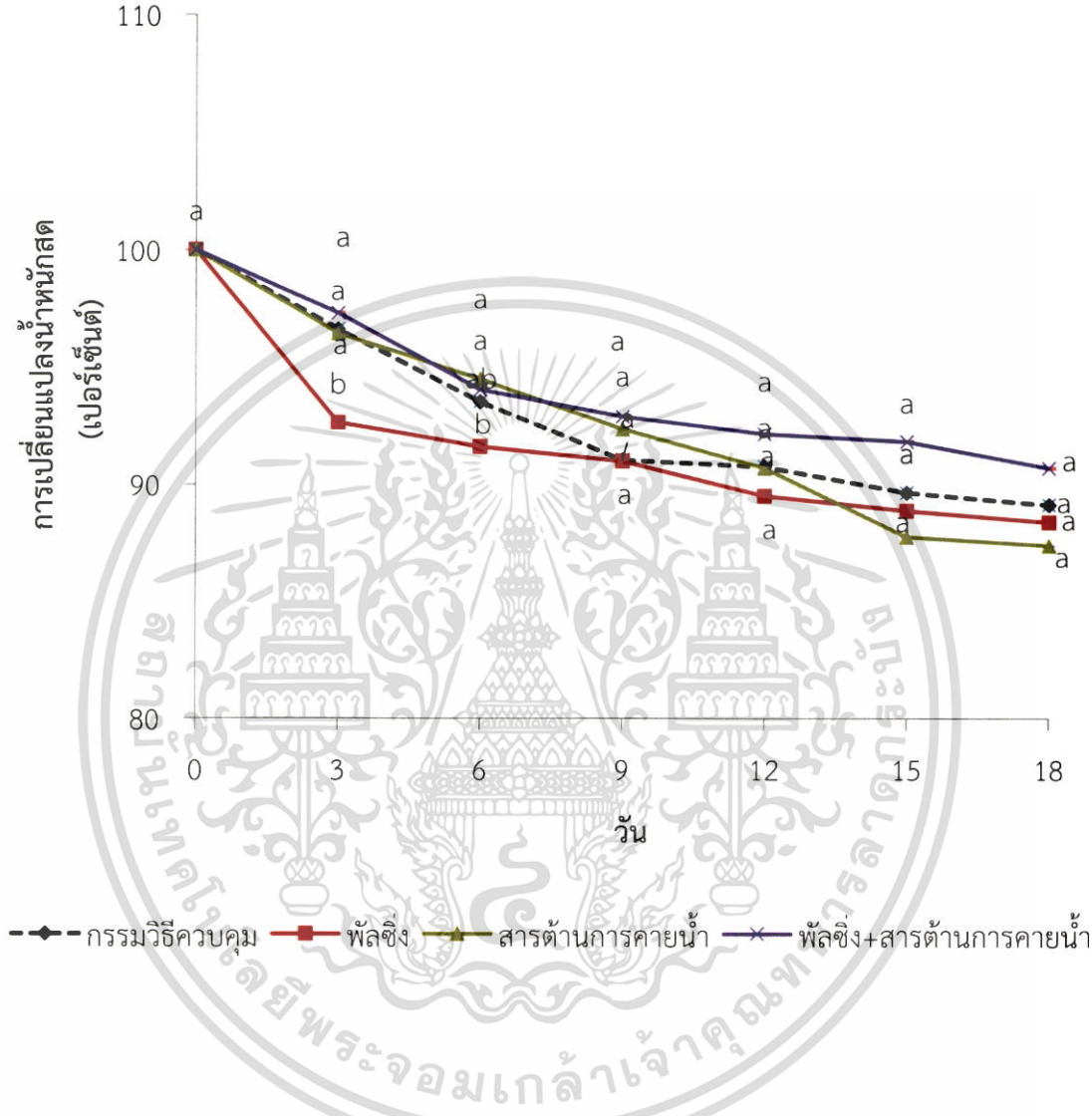

**ภาพที่ 4.19** ปริมาณการดูดน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาที่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด**

เมื่อศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด พบว่าทุกกรรมวิธีน้ำหนักสดลงอย่างต่อเนื่อง ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษา (18 วัน) พบว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับสารต้านการคายน้ำมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดน้อยกว่าทุกกรรมวิธี มีค่าเท่ากับ 90.67 เปอร์เซ็นต์ส่วนกรรมวิธีควบคุม กรรมวิธีที่พัลซิ่งและใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียวมีค่าเท่ากับ 89.12 88.37 และ 87.37 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.20)




**ภาพที่ 4. 20** เปอร์เซ็นต์การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการเก็บรักษาที่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสง ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**การหาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ บี และแคโรทีนอยด์**

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

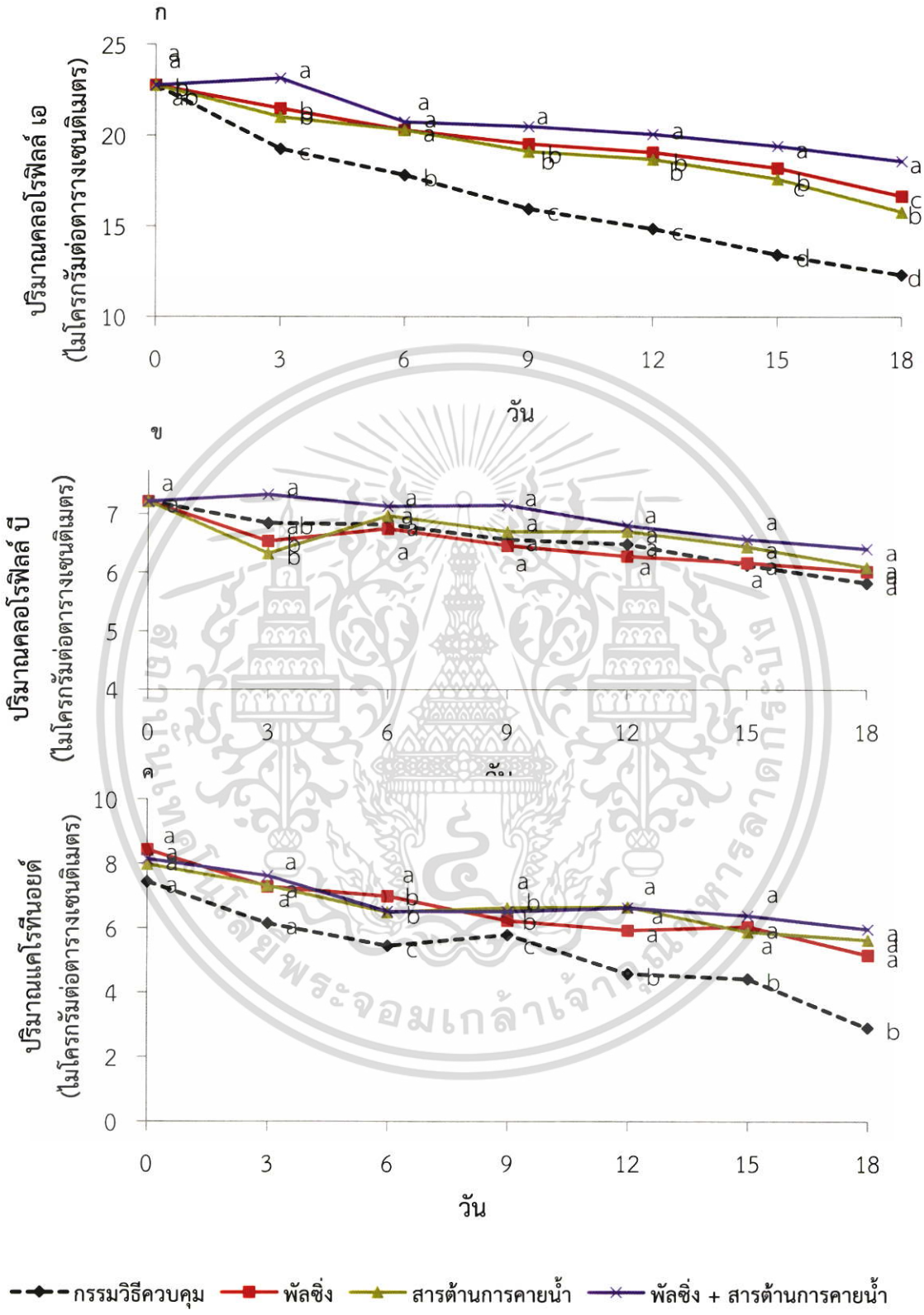
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ พบว่า กรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ลดลงช้าที่สุดและมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มากกว่ากรรมวิธีควบคุมในวันที่ 3 ของการเก็บรักษา และมากกว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียวหรือการใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียวในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา โดยพบว่าในวันที่ 0 ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ เริ่มต้น 22.76 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 18 วัน พบว่ากรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับพ่นด้วยสารต้านการคายน้ำ มีค่ามากที่สุดคือ 18.59 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร รองลงมาคือกรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียว (16.66 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) กรรมวิธีที่ใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว (15.78 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) และกรรมวิธีควบคุมมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ น้อยที่สุด (12.32 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตร) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.21 ก)

เมื่อศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ บี พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ภาพที่ 4.21 ข)

เมื่อศึกษาปริมาณแคโรทีนอยด์ พบว่ากรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำมีปริมาณแคโรทีนอยด์ ลดลงช้าที่สุดและปริมาณแคโรทีนอยด์ในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0 ถึง 3 วัน) ไม่มีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมแต่มีความแตกต่างกันทางสถิติในวันที่ 6 จนถึงวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา โดยปริมาณแคโรทีนอยด์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่า 7.96 ไมโครกรัมต่อตารางเซนติเมตรและสุดท้ายมีค่าเท่ากับ 5.95 ไมโครกรัมต่อตารางและในวันที่ 6-18 ของการเก็บรักษา พบว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว กรรมวิธีที่พ่นสารต้านการคายน้ำ และกรรมวิธีที่พัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำ มีปริมาณแคโรทีนอยด์ไม่แตกต่างกันและมากกว่าชุดควบคุมในทางสถิติ (ภาพที่ 4.21 ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




**ภาพที่ 4.21** ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ก) คลอโรฟิลล์ บี (ข) และแคโรทีนอยด์ (ค) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

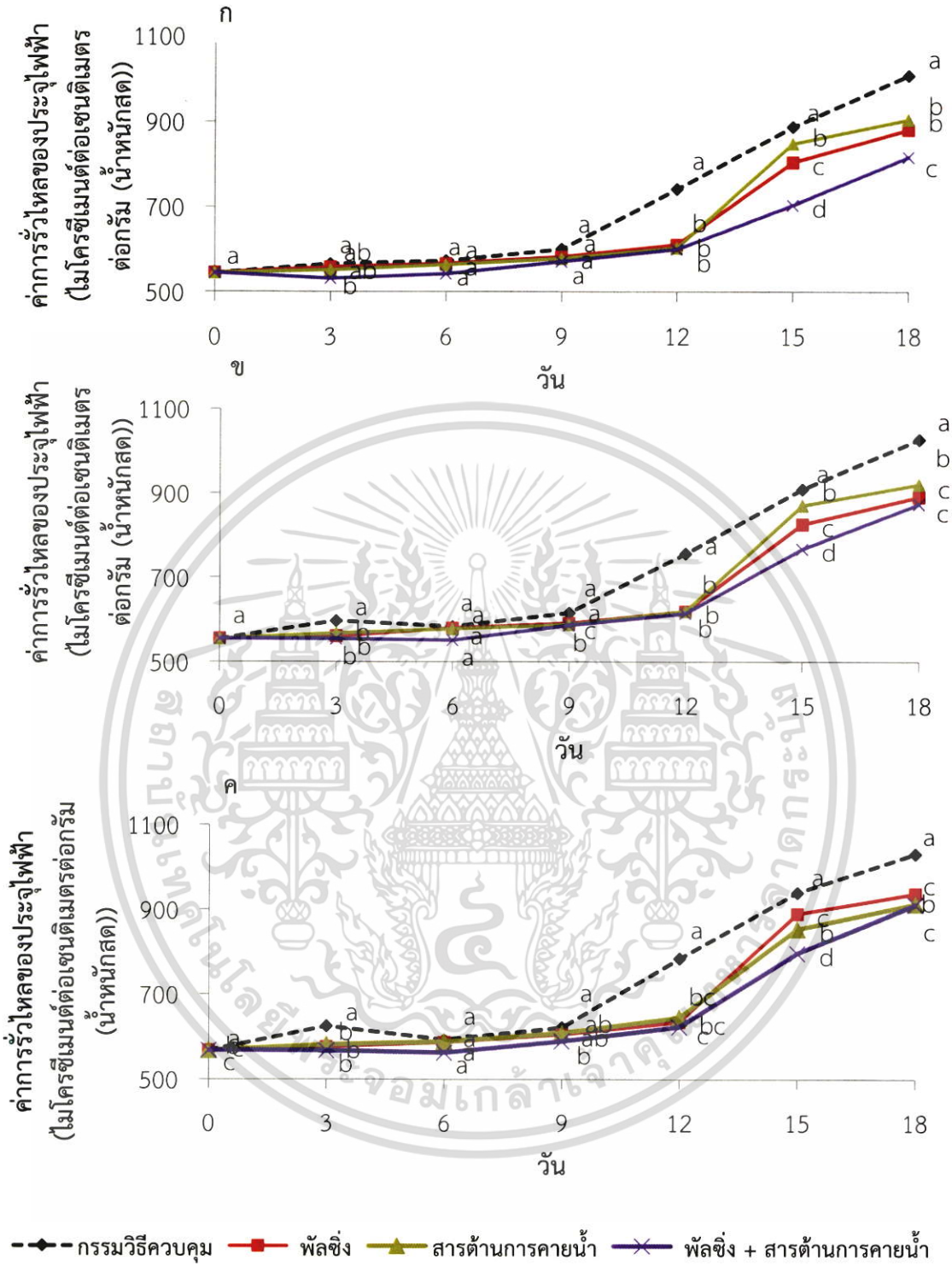
**การหาปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ (electrolyte leakage)**

เมื่อนำใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำไปวัดค่าการนำฟ้า พบว่าในช่วงแรกของการเก็บรักษา (0-12 วัน) สารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์รั่วไหลออกนอกเซลล์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆและเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในวันที่ 15 และ 18 วันหลังการเก็บรักษา ยกเว้นกรรมวิธีควบคุม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่วันที่ 9 ของการเก็บรักษา เมื่อเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบเป็นเวลา 9-18 วัน กรรมวิธีควบคุมมีสารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 544.01 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ 1008.02 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีกรรมวิธีใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซิ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 904.39 880.73 และ 815.62 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ก)

เมื่อนำใบใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 2 ชั่วโมง พบว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับชั่วโมงที่ 1 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 9 วัน กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 550.57 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ 1027.25 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยกรรมวิธีใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซิ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 920.00 889.78 และ 873.09 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ข)

เมื่อนำใบใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เจาะเป็นวงกลมนำไปแช่ในน้ำกลั่นเป็นเวลา 3 ชั่วโมง พบว่าการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์สอดคล้องและเป็นไปในทิศทางเดียวกันกับชั่วโมงที่ 1 และชั่วโมงที่ 2 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 12-18 วัน กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดและมากกว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการน้ำในทางสถิติ สารอิเล็กโทรไลต์รั่วไหลออกนอกเซลล์เริ่มต้น (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 567.47 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในวันสุดท้าย (18 วัน) ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์มากที่สุดเท่ากับ 1030.00 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร โดยมีกรรมวิธีใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว พัลซิ่งอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำ มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ลดลง มีค่าเท่ากับ 936.78 912.22 และ 910.06 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 4.22 ค)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

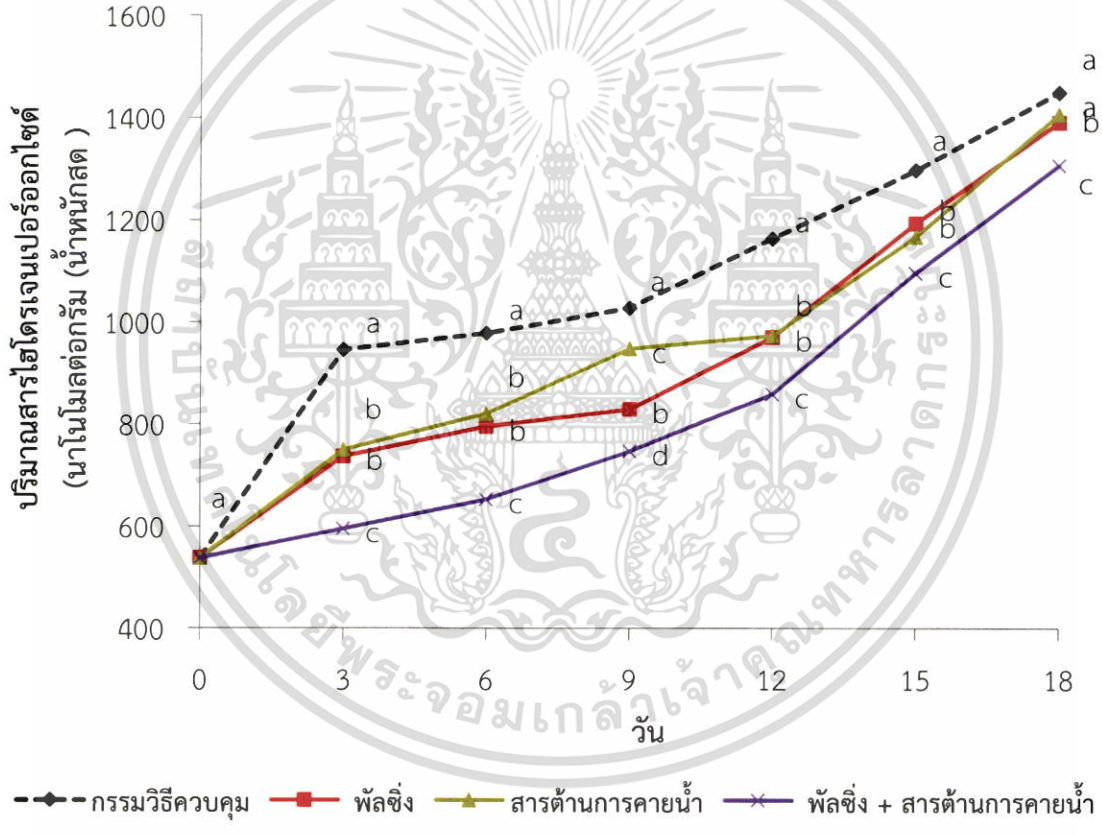



**ภาพที่ 4.22** ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**การหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$)**

ผลการศึกษา พบว่าทุกอายุการเก็บรักษา 3 6 9 12 15 และ 18 วัน (ยกเว้น 0 วัน ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา) ทุกกรรมวิธีมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการน้ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นในทางสถิติด้วย ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีค่าเท่ากับ 537.13 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 1449.07 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียว ใช้สารต้านการน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำจะมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงมีค่าเท่ากับ 1406.16 1389.81 และ 1305.56 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.23)



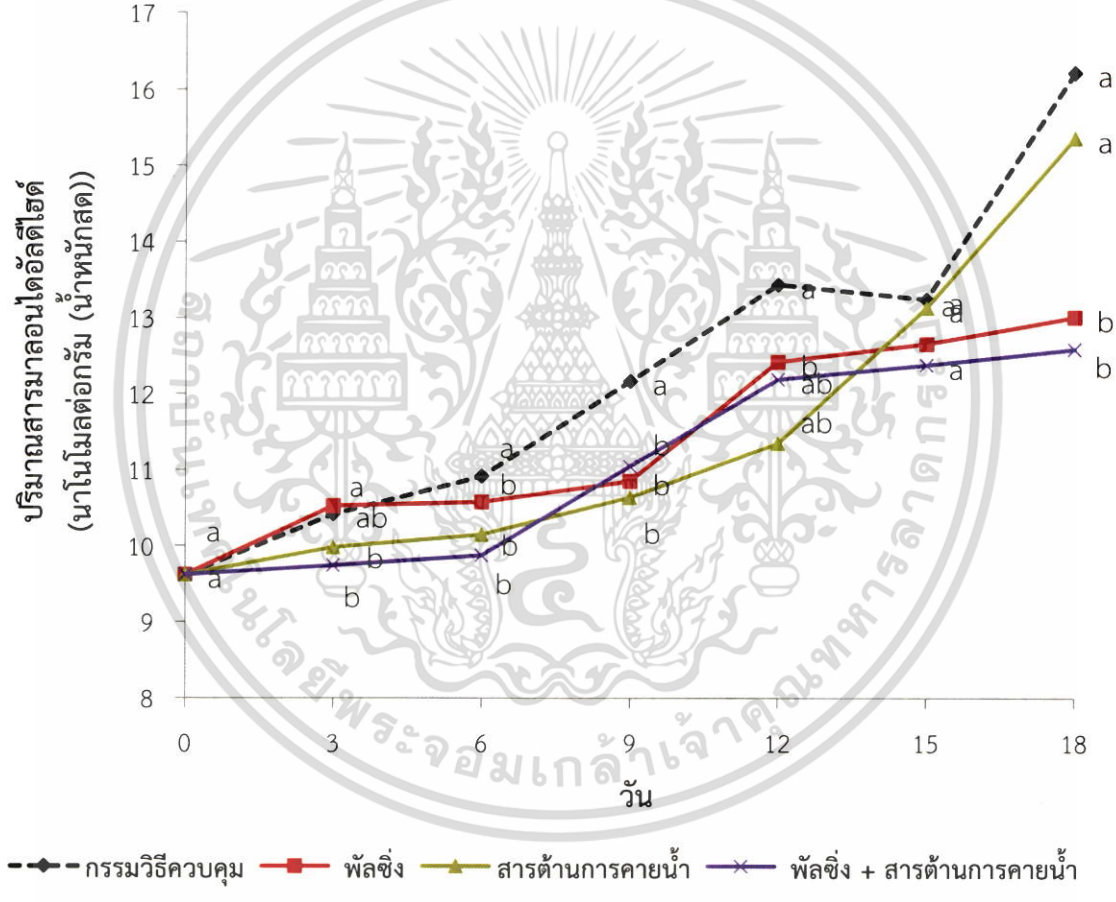

**ภาพที่ 4.23** ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ($H_2O_2$) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**การวัดการเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวัดปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA)**

ผลการศึกษา พบว่าเมื่อเก็บรักษา 3 6 9 12 15 และ 18 วัน (ยกเว้น 0 วัน ที่ไม่ผ่านการเก็บรักษา) การเกิดลิปิดเปอร์ออกซิเดชัน โดยการวิเคราะห์ปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการหาปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกเซลล์ และการหาปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์สูงกว่ากรรมวิธีพัลซิ่งอย่างเดียว การใช้สารต้านการคายน้ำอย่างเดียว และกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการน้ำ ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาและมีความแตกต่างกับกรรมวิธีอื่นในทางสถิติในวันที่ 6 และ 9 ของการเก็บรักษา กรรมวิธีควบคุมมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สูงกว่าทุกกรรมวิธีตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ในวันแรกของการเก็บรักษา (0 วัน) มีปริมาณสารมาลอนไฮอัลดีไฮด์เท่ากับ 9.62 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ในวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเท่ากับ 16.22 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) รองลงมาคือ กรรมวิธีที่พัลซิ่งอย่างเดียว ใช้สารต้านการน้ำอย่างเดียวและกรรมวิธีพัลซิ่งร่วมกับการใช้สารต้านการคายน้ำจะมีปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงมีค่าเท่ากับ 15.35 13.01 และ 12.58 นาโนโมลต่อกรัม (น้ำหนักสด) ตามลำดับ (ภาพที่ 4.24)




**ภาพที่ 4.24** ผลของการใช้สารต้านการคายน้ำร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสต่อปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ (MDA) ของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ระยะเวลาเก็บรักษาที่ 0 3 6 9 12 15 และ 18 วัน

**อายุการปักแจกัน**

ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ทำการส่งเสริมคุณภาพก่อนการเก็บรักษาด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และปัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก้านใบด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร โดยไม่ผ่านการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (0 วัน) มีอายุการปักแจกันนานที่สุด 26.14 วัน และมีความแตกต่างกับกรรมวิธีควบคุมแต่ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีอื่นทางสถิติ เมื่อเก็บรักษา 18 วัน ใบฟิโลเดนดรอนในกรรมวิธีควบคุมแสดงอาการเสื่อมสภาพ แสดงลักษณะสีเหลือง ทุกระยะเวลาการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ไม่ผ่านการเก็บรักษาในทุกกรรมวิธีมีอายุการปักแจกัน 18.00-26.14 วัน เมื่อนำไปเก็บรักษามีผลทำให้มีอายุการปักแจกันลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นและให้ผลการทดลองเป็นไปในทิศทางเดียวกันในทุกกรรมวิธี เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 18 วัน ฟิโลเดนดรอนพลูจีบทุกกรรมวิธีมีอายุการปักแจกันลดลงเหลือ 4.67-8.17 วัน (ตารางที่ 4.7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**ตารางที่ 4.7** ผลของสารพัลซิ่ง สารต้านการคายน้ำ (กลีเซอรอล) ร่วมกับการปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส ต่ออายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ

| กรรมวิธี* | ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน) (±SD)[1] | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0 | 3 | 6 | 9 | 12 | 15 | 18 |
| น้ำกลั่น + น้ำกลั่น + น้ำกลั่น | 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[1] |
| น้ำกลั่น + น้ำกลั่น<br>+ ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | 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 |
| น้ำกลั่น + กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ + น้ำกลั่น | 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 |
| น้ำกลั่น + กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์<br>+ ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | 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 |
| ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร + น้ำกลั่น<br>+ น้ำกลั่น | 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 |
| ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร + น้ำกลั่น<br>+ ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | 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 |
| ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร<br>+ กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ + 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 |
| ยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร + กลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์<br>+ ยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร | 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 : สารพัลซิ่ง + สารต้านการคายน้ำ (พ่น) + สารปักแจกัน

[1] ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (±SD) ที่มีตัวอักษรกำกับเหมือนกันในแนวตั้ง มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Tukey's Studentized Rang Test

# บทที่ 5

# วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของสภาพการเก็บรักษาภายใต้สภาพควบคุมบรรยากาศที่แตกต่างกัน ของใบพัดวี ใบมอนสเตร่าและใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ พบว่า ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง มีอายุการเก็บรักษาได้นานสุดคือ 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 ที่ปักแจกันภายใต้อุณหภูมิต่ำร่วมกับสภาพมีแสง มีอายุการปักแจกันได้นานกว่าการปักแจกันภายใต้อุณหภูมิต่ำเพียงอย่างเดียว แสดงให้เห็นถึงการทำงานร่วมกันแสงกับอุณหภูมิต่ำจะช่วยในการยืดอายุได้ดี สอดคล้องกับการทดลองของ Moneruzzaman *et al*. (2010) พบว่า ดอก Bougainvillea ที่ปักแจกันภายใต้อุณหภูมิต่ำ (10 องศาเซลเซียส) สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานกว่าที่ปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าใบที่ปักแจกันภายใต้สภาพที่ไม่มีแสง แสดงอาการใบเหลืองเร็วกว่าใบที่ปักแจกันที่มีแสง (ตารางที่ 4.1) เนื่องจากคลอโรฟิลล์เป็นโมเลกุลที่ไม่ค่อยเสถียร สลายตัวง่าย เกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ในใบไม้จะเห็นได้ชัดในใบที่อยู่ในที่ทึบแสงใบจะเหลืองในเวลาไม่นาน การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ขึ้นอยู่กับแสง ในที่มีแสงมากจะกระตุ้นให้มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ปริมาณมาก (Behera and Biswal 1990) สอดคล้องกับการทดลองของ Bieleski *et al*. (1992) พบว่า การเก็บรักษาเบญจมาศ หรือพืชอื่นๆ ใบจะมีอาการสีเหลืองถ้าเก็บไว้ในที่มืดหรือมีแสงน้อยและมีอุณหภูมิสูง เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด และอัตราการดูดน้ำของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิด หลังการปักแจกัน พบว่าการปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส สภาพไม่มีแสง มีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำน้อยกว่าการปักแจกันภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสที่มีแสง เนื่องจากในสภาพมืดหรือไม่มีแสงพืชไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ เพื่อป้องกันการสูญเสียน้ำพืชจะปิดปากใบทำให้น้ำหนักสดและอัตราการดูดน้ำลดลงน้อยกว่าในสภาพที่มีแสง ความชื้นสัมพัทธ์ภายในตู้เย็นก็มีผลต่อการยืดอายุเช่นกัน ถ้าอากาศภายนอกมีความชื้นสูง อัตราการคายน้ำก็จะต่ำ ดังนั้นอุณหภูมิตู้เย็นมีความชื้นสัมพัทธ์สูงกว่าที่อุณหภูมิห้อง จึงทำให้ใบที่เก็บรักษาในที่เย็นมีอายุเก็บรักษาที่นานกว่า และลดอัตราการสูญเสียน้ำได้ (Shtein *et al*. 2011) แต่อย่างไรก็ตามอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดไม่มีความสัมพันธ์กัน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของอัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดของไม้ตัดใบทั้ง 3 ชนิดยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ใบที่มีรูปร่างขนาดใหญ่ มีพื้นที่ใบมาก มีโอกาสเกิด

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียน้ำและการคายน้ำมากกว่าใบที่มีขนาดเล็ก จากการทดลองใบมอนสเตอร่ามีขนาดใบใหญ่กว่า ทำให้มีอัตราการดูดน้ำมากกว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ และใบพัดวี รวมถึงก้านใบที่มีขนาดใหญ่กว่า ก็สามารถดูดน้ำได้มากกว่าเช่นกัน แต่ในบางกรณีพืชมีก้านใบขนาดใหญ่ท่อลำเลียงจะมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย เมื่อมีการดูดน้ำฟองอากาศจะสามารถแทรกเข้าไปอยู่ภายในท่อลำเลียงจึงเป็นสาเหตุขัดขวางการดูดน้ำทำให้ดูดน้ำน้อยลงได้ ดังผลการทดลองที่พบว่าใบพัดวีที่มีก้านใบขนาดเล็กแต่มีอัตราการดูดน้ำสูงกว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่มีก้านใบขนาดใหญ่ โครงสร้างภายในของใบพืช เช่น พืชที่ใบมีชั้นผิวใบ (cuticle) หนา หรือมีความมันวาวมาก น้ำก็ยิ่งระเหยออกได้ยากมากกว่าชั้นผิวใบบาง ปัจจัยสำคัญอีกข้อหนึ่งที่มีผลต่อการเสื่อมสภาพของไม้ตัดใบคือ การอุดตันของท่อน้ำภายในก้านเนื่องจากจุลินทรีย์ เซลล์ของใบบางส่วนที่แช่อยู่ในน้ำจะตายไปตามอายุและเป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์ซึ่งจะแบ่งตัวอย่างรวดเร็วและกระจายไปทั่วในสารละลายที่ใช้ปักแจกัน จุลินทรีย์เหล่านี้อาจสร้างสารบางอย่างขึ้นมาและเป็นสาเหตุให้ท่อน้ำอุดตัน และตัวจุลินทรีย์เหล่านี้ ถ้ามีปริมาณมากก็จะขัดขวางทางเดินน้ำได้ จึงมีผลให้ใบดูดน้ำไม่ได้และเหี่ยวอย่างรวดเร็วเนื่องจากการขาดน้ำ (ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545; Van Doorn *et al.* 1990) ในใบที่ปักแจกันที่อุณหภูมิห้องการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะสูงกว่าในสภาพเย็นทำให้เกิดการอุดตันมากกว่า มีการดูดน้ำได้น้อย น้ำหนักสดลดลงเร็วกว่า ดังผลการทดลองของใบทั้งสามชนิดที่พบว่าใบที่ปักแจกันในอุณหภูมิห้อง มีอายุการปักแจกันน้อยกว่าที่ปักแจกภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง ผลจากการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสง แสดงอาการเสื่อมสภาพเร็วกว่าทุกกรรมวิธีคือเกิดสีเหลืองซึ่งอาจเกิดจากการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ ดังนั้นการทดลองต่อไปจึงค้นหาสารส่งเสริมคุณภาพที่ช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบโดยใช้น้ำมันหอมระเหยที่นอกจากจะมีสรรพคุณทางยาแล้วยังมีคุณสมบัติเป็นสารคีเลตสามารถแย่งจับกับโลหะไอออน

เมื่อศึกษาความสามารถในการแย่งจับโลหะไอออนโดยวิธี Metal chelating activity ของน้ำมันหอมระเหย พบว่า น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีความสามารถในการแย่งจับไอออนดีที่สุด รองลงมาเป็นน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม และมีความสามารถในการแย่งจับกับไอออนใกล้เคียงกับกับสารมาตรฐาน EDTA และสารคีเลต 2,2-bipyridyl กับ สาร picolinic acid เป็นสารที่ใช้ในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิล์ในใบไม้หลายชนิด และชะลอการเสื่อมสภาพในดอกไม้ (ตารางที่ 4.2) แสดงให้เห็นน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมมีความสามารถในการแย่งจับไอออนได้ สอดคล้องกับการทดลองของ Guleria *et al.* (2011) และ Olaiya *et al.* (2016) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสและน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม มีความสามารถในการจับกับสารคีเลตยังนำมาใช้ในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบไม้หลายชนิด เช่น สาร 8-hydroxyquinoline เป็นสารที่นิยมใช้ในการยืดอายุไม้ตัดดอกหลาย มีคุณสมบัติหลักในการยับยั้งการเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในสารส่งเสริมคุณภาพ ช่วยป้องกันการอุดตันของท่อน้ำเนื่องจากจุลินทรีย์หรือสารที่จุลินทรีย์ผลิตขึ้น เพื่อให้ก้านดอกไม้ดูดน้ำได้ตามปกติ (Van Doom and Perik, 1990) Tetley and Thimann. (1975) รายงาน สารคีเลต dipyridyl ยับยั้งการเสื่อมสภาพของใบโดยใช้คุณสมบัติการจับกับไอออน $Fe^{2+}$ ที่เกี่ยวข้องในการสังเคราะห์เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการเสื่อมสภาพ ดังนั้น น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส และตะไคร้หอมเป็นสารธรรมชาติที่ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อมและสลายตัวได้ง่าย และมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยการจับกับไอออนเหล็ก อาจมีผลทำให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับยืดอายุใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบต่อไป โดยปกติน้ำมันหอมระเหยไม่สามารถรวมตัวหรือผสมเป็นเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียวกันกับน้ำได้ จึงจำเป็นต้องใช้กลไกการเกิดอิมัลชัน โดยการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (emulsifier) อิมัลซิไฟเออร์ คือสารที่ใช้ลดแรงตึงผิว (surface tension) ของของเหลว โดยช่วยป้องกันอิมัลชันไม่ให้แยกเป็นชั้น เมื่อนำน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอมไปปรุงแต่งเป็นผลิตภัณฑ์ในรูปอิมัลชันด้วยสารลดแรงตึงผิว 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 (ตารางที่ 4.3) ค่าศักย์ซีต้า อยู่ระหว่าง - 40 ถึง -50 มิลลิโวลต์ ระบบจะคงตัวอยู่ได้อย่างน้อย 2 ปี (Washington. 2003) สามารถบ่งชี้ได้ว่ามีแรงป้องกันอนุภาคอื่นเข้ามาได้ ซึ่งจะไม่รวมตัวเกาะกันเป็นกลุ่มและตกตะกอน หรือเกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมันได้

จากการประเมินขนาดอนุภาคและความเสถียรของอิลมัลชัน น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส : neopelex (80 : 20) และน้ำมันหอมระเหยตะไคร้หอม : neopelex (60 : 40) เป็นสูตรที่คัดเลือกโดยประเมินจากขนาดอนุภาคและความเสถียรของระบบอิมัลชัน เพื่อนำไปเป็นส่วนผสมของสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่ง โดยทำการพัลซิ่งใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบด้วยน้ำมันหอมระเหยทั้งสองชนิดความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 6 ชั่วโมง การแช่ก้านใบในสารละลายเพียงระยะหนึ่งก่อนนำไปปักแจกันในน้ำเปล่า หรือที่เรียกว่าการพัลซิ่ง เป็นการเพิ่มอาหารสะสมระหว่างการบรรจุกล่องในกระบวนการขนส่ง โดยทั่วไปในไม้ตัดใบนิยมพัลซิ่งด้วยสารควบคุมการเจริญเติบโตในกลุ่มไซโตไคนิน ซึ่งจะยับยั้งกระบวนการเสื่อมสภาพทั้งกระบวนการสังเคราะห์และการทำงานของเอทิลีน (Rubinstein. 2000) สาร 6-เบนซิลอะมิโนพิวรีน (6-benzylaminopurine, BA) เป็นสารในกลุ่มไซโตไคนินที่มีผลชะลอการหายใจ การเสื่อมสภาพ (การเหลืองของใบ) และการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ (Thimann. 1980) การเติม BA ลงในน้ำยาปักแจกันสามารถชะลอการเสื่อมสภาพของดอกไม้ เช่น ดอกเบญจมาศ และคาร์เนชั่น ดอกซ่อนกลิ่น (Tatmala *et al.* 2012) และการพัลซิ่งเฟิร์นนาคราชด้วยสารในกลุ่มไซโตไคนินสามารถชะลออัตราการดูดน้ำ และชะลอการเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้ (Ngamkham *et al.* 2011) นอกจากไซโตไคนินการพัลซิ่งด้วยน้ำตาลยังเป็นการเพิ่มอาหารให้แก่ไม้ใบ รักษาสมดุลของน้ำภายในใบและก้านใบ ช่วยให้ก้านใบดูดน้ำได้ดีขึ้นและยังป้องกันการระเหยน้ำออกจากใบได้โดยมีผลทำให้ปากใบปิด (สายชล เกตุษา. 2531) รวมทั้งการใช้สารฆ่าจุลินทรีย์ (germicide) เช่น 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน (8-hydroxyquinoline sulphate, HQS) จะช่วยยับยั้งการทำงานของแบคทีเรียและเชื้อรา ซึ่งจะลดการอุดตันของท่อลำเลียงน้ำในก้านใบได้ นฤภร เทพสุวรรณ และคณะ (2561). รายงานว่ากุหลาบที่พัลซิ่งในสารละลายที่มีส่วนผสมของ 8-ไฮดรอกซีควิโนลีน และน้ำตาลซูโครส มีน้ำหนักแห้งมากที่สุด นอกจากนี้ดอกกุหลาบที่ผ่านการพัลซิ่งมีอัตราการดูดน้ำมากกว่า และมีเส้นผ่านศูนย์กลางดอกใหญ่กว่าดอกกุหลาบชุดควบคุม จากผลการทดลองใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 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 วรราษฎร์ และคณะ. 2555; Olaiya *et al.* 2016) และยูคาลิปตัส (Khosravi *et al.* 2016) โดยสารประกอบหลักในน้ำมันหอมระเหยที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น สารจำพวกฟีนอล อัลดีไฮด์ (Beuchat and Gloden. 1989; Khosravi *et al.* 2016) แอลกอฮอล์ คี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โตน และไฮโดรคาร์บอน (Khosravi *et al.* 2016) ดังนั้นการใช้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จึงเป็นทางเลือกใหม่ที่นำไปใช้เป็นสารละลายปักแจกันแทนการใช้สารเคมีได้ เมื่อศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยสำหรับยืดอายุปักแจกันต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ จากการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัม ทำให้ใบอายุการปักแจกันนานที่สุด (ตารางที่ 4.5) อัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดลดลงอย่างช้า (ภาพที่ 4.5 และ 4.6) มีรายงานว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืชชนิดต่างๆ สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกไม้ได้หลายชนิด เช่น คาร์เนชัน (Bayat *et al.* 2011) แอสโตรมีเรีย (Bazaz and Tehranifar. 2011) และแกลดิโอลัส (Marandi *et al.* 2011) รวมถึงอัตราการดูดน้ำลดลงช้าด้วย และ Shanan. (2012) ยังพบว่า น้ำมันหอมระเหยลาเวนเดอร์ เจอราเนียม และโป๊ยกั๊ก สามารถยับยั้งการเกิดเชื้อราและเชื้อแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุในการอุดตันของท่อน้ำของกุหลาบได้และทำให้ก้านกุหลาบดูดน้ำได้ดีขึ้น 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 น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสจึงมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเติบโตของจุลินทรีย์จึงทำให้ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในยูคาลิปตัสมีอัตราการดูดน้ำและการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงช้า (ภาพที่ 4.5 และ 4.6) นอกจากนี้ Rai *et al.* (2003) ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพญาเสือโคร่งมีผลทำให้ปากใบของถั่วปากอ้า (*Vicia* faba L.) ปิดโดยการยับยั้งของ $K^+$ บริเวณเซลล์คุม จึงอาจเป็นไปได้ว่าน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสสามารถลดการคายน้ำโดยการไปยับยั้งการเปิดของปากใบของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้เช่นกัน สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สามารถทำปฏิกิริยากับอนุมูลซุปเปอร์ออกไซด์ทำให้เกิดอนุมูลไฮดรอกซิล ซึ่งอนุมูลไฮดรอกซิลเป็นอนุมูลที่มีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยามากและเป็นอันตรายต่อเซลล์ และเนื้อเยื่อต่างๆ (Thompson *et al.* 1987; Bowler *et al.* 1992) สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำความเสียหายในโมเลกุลขนาดใหญ่ภายในเซลล์ เช่น ไขมัน โปรตีน และสารพันธุกรรม (Halliwell and Gutteridge. 1986) ในกระบวนการกำจัดพิษสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์ประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันระหว่างเอนไซม์ที่เกี่ยวกับการกำจัดสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 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) จากการศึกษาอิทธิพลของน้ำมันหอมระเหยบางชนิดต่อการยืดอายุการเก็บรักษาสตอเบอรี่ (Chanjirakul *et al.* 2007) ในราสเบอรี่ (Jin *et al.* 2012) ในอโวคาโด (Sellamuthu *et al.* 2013) มีผลทำให้เกิดการกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระได้แก่ เอนไซม์ SOD POD และ CAT และนอกจากนี้ยังมีรายงานการใช้สาร chitoligosacharide เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ในดอกกุหลาบพบว่าสามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกุหลาบและพบปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลง (Jing and Li. 2015) จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสมีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ลดลงด้วยเช่นกัน อาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระ จึงส่งผลให้ไปกำจัดปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และลดการเกิดอนุมูลไฮดรอกซิล การเพิ่มขึ้นของอนุมูลอิสระจัดเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดการเร่งการสลายตัวของคลอโรฟิลล์และการสูญเสียความสามารถในการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ (Merzyak and Hendry. 1994) เมื่อเปรียบเทียบปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส พบว่าสูงกว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำกลั่น (ตารางที่ 4.5) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Hashemabadi *et al.* (2013) พบว่าการใช้น้ำมันหอมระเหยจาก artemisia ความเข้มข้น 3 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพในการชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในกุหลาบ ผลการศึกษานี้ยืนยันประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสในการรักษาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ (ภาพที่ 4.7) ดังนั้นน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระและทำหน้าที่กำจัดอนุมูลจึงส่งผลให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ การเหลืองของใบเป็นตัวชี้วัดที่แสดงถึงการเสื่อมสภาพของใบ ในกรรมวิธีปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบการลดของปริมาณแคโรทีนอยด์อย่างช้าๆ (ภาพที่ 4.7) สอดคล้องกับการทดลองของ Saad and Mann (1994) การใช้กรด แอสคอร์บิก (สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์) กับมะม่วง พบปริมาณแคโรทีนอยด์ในระดับสูงระหว่างการเก็บรักษา อาจเนื่องมาจากน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ และนอกจากนี้ แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระด้วยเช่นกันช่วยป้องกันความเสียหายจากการเกิดออกซิเดชั่น (Young and Lowe. 2001) จึงส่งผลให้ช่วยรักษาความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบด้วย (ภาพที่ 4.9 และ 4.10) การสูญเสียการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมสภาพของใบและนำไปสู่การตาย เยื่อหุ้มเซลล์ประกอบด้วยไขมันที่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น จากผลการศึกษาพบว่า การรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลด์ออกนอกเซลล์ ในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันในน้ำมันหอมยูคาลิปตัสอยู่ในระดับต่ำ สอดคล้องกับการศึกษาของ Dareini *et al.* (2014) ศึกษาการใช้น้ำตาลซูโครส 3 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับน้ำมันหอมระเหยจาก *Thymus vulgaris* และ *Cuminum Cyminum* เป็นสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่ง สามารถยืดอายุดอกเยอบีร่า และปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบดอกเพิ่มขึ้น รวมถึงรักษาความสมบูรณ์ของเยื่อหุ้มเซลล์ แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติรักษาความสมบูรณ์เยื่อหุ้มเซลล์โดยป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น นำไปสู่ชะลอการเสื่อมสภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ สำหรับอีกปัจจัยที่ทำให้ใบมีการเสื่อมสภาพคือการคายน้ำ

การแสดงการเหี่ยวของไม้ตัดใบเป็นสาเหตุสำคัญที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพและทำให้การใช้งานของไม้ตัดใบสั้นลง การใช้สารต้านการคายน้ำเป็นหนึ่งวิธีการรักษาคุณภาพไม้ตัดใบ เมื่อศึกษาผลของสารต้านการคายน้ำ 3 ชนิด คือ กลีเซอรอล โซเดียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมคาร์บอเนต ต่ออายุการเก็บรักษาใบฟิโลเดนดรอนพลู พบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันได้มากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Shanan and Shalaby (2011) ได้ทดสอบสารต้านการคายน้ำ 3 ชนิด คือ โซเดียมคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต และกลีเซอรอล ความเข้มข้น 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ กับใบมอนสเตอร่า พบว่า กลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถยืดอายุปักแจกันได้มากกว่า ในกรรมวิธีควบคุม 7 เท่า (กรรมวิธีควบคุมมีอายุการปักแจกัน 7 วัน) กลีเซอรอลเป็นสารต้านการคายน้ำประเภท film forming type ชนิดที่ทำให้เกิดฟิล์มเคลือบบนผิวใบทำให้น้ำไม่สามารถผ่านเข้าออกได้ ส่วน โซเดียมคาร์บอเนต และแมกนีเซียมคาร์บอเนต เป็นประเภท stomatal closing type เป็นสารต้านการคายน้ำชนิดที่ทำให้ปากใบปิด (Ziv and Frederiksen. 1983; Osswald *et al.* 1984) ไม้ตัดดอกและกิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่พ่นด้วยกลีเซอรอล สามารถลดอัตราการสูญเสียของน้ำหนักใบอัตราการดูดน้ำ และสามารถช่วยยืดอายุการปักแจกันได้ (Shanan and Shalaby. 2011; Dubois and Joyce. 1992) แต่การใช้กลีเซอรอลความเข้มข้นสูง 8 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้อายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบลดลง (ตารางที่ 4.6) สอดคล้องกับการทดลองของ Shanan and Shalaby (2011) และ Punetha and Trivedi (2018) เนื่องจากการเคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวสูตรที่ไม่เหมาะหรือมีการเคลือบหนาเกินไป มีผลทำให้ปริมาณก๊าซออกซิเจนภายในต่ำเกินไป เกิดการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจนส่งผลให้เกิดการสะสมแอลกอฮอล์ และอะเซททัลดีไฮด์ ส่งผลให้เกิดความเสียหายแก่เนื้อเยื่อ (จริงแท้ ศิริพานิช. 2541; อภิดา บุญศิริ และคณะ. 2554) เมื่อเปรียบเทียบการพ่นสารลดการคายน้ำทั้ง 3 ชนิดเพื่อนำไปปฏิบัติในขั้นตอนการจัดการหลังเก็บเกี่ยว ในใบที่พ่นด้วยกลีเซอรอลทำให้ใบมันวาวและสวยงาม (ภาพที่ 4.14) เมื่อนำผลการทดลองที่ดีสุดของแต่ละการทดลอง คือ พัลซิ่งด้วยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อลิตร นาน 6 ชั่วโมง พ่นใบด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ และปักแจกันด้วยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อศึกษาขั้นตอนการปฏิบัติเพื่อจำลองการขนส่งทางเรือในตู้ควบคุมอุณหภูมิในสภาพมืด

จากการทดลองผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษาและจากการประเมินใบฟิโลเดนดรอนที่สามารถใช้งานต่อได้พบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ร่วมกับพ่นใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปักก้านใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ก่อนการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบสามารถนำไปใช้งานต่อได้มากที่สุด (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 ส่งผลเชิงบวกต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลด์ออกนอกเซลล์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยการจับกับไอออนเหล็ก ส่งผลทำให้ชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ จากนั้นพ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ โดยสารต้านการน้ำกลีเซอรอลเคลือบบนผิวใบ ทำให้ลดการสูญเสียน้ำในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้ ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด และปริมาณการใช้น้ำในระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ จากนั้นปักก้านใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร เป็นสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับปักแจกันเพื่อเป็นการให้สารอาหารในระหว่างการเก็บรักษา น้ำมันหอมระเหยนอกจากมีคุณสมบัติในการยับยั้งจุลินทรีย์ ยังมีคุณสมบัติในการชะลอการเปลี่ยนแปลงภายในเซลล์ที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพ เช่น คลอโรฟิลล์ได้ ดังนั้นจากผลการทดลองพบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ ปักก้านใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ และในน้ำมันหอมระเหยยังมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยป้องกันการสลายตัวของแคโรทีนอยด์ นอกจากนี้แคโรทีนอยด์มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Young and Lowe. 2001) และป้องกันความเสียหายจากการเกิดออกซิเดชั่นในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบด้วย (ภาพที่ 4.21) เยื่อหุ้มเซลล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยไขมันที่เป็นไขมันชนิดไม่อิ่มตัวมีความว่องไวในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ทำให้เกิดการสูญเสียการเป็นเนื้อเยื่อเลือกผ่านของเยื่อหุ้มเซลล์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการเสื่อมสภาพของใบและนำไปสู่การตาย จากผลการศึกษาพบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วปักก้านใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ระหว่างการเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ มีการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลด์ออกนอกเซลล์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่นตลอดอายุการเก็บรักษา (ภาพที่ 4.22) แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติรักษาความสมบูรณ์เยื่อหุ้มเซลล์โดยป้องกันการเกิดออกซิเดชั่น นำไปสู่ชะลอการเสื่อมสภาพของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถทำปฏิกิริยาแล้วเกิดอนุมูลไฮดอกซิล ซึ่งเป็นอันตรายต่อเซลล์และเนื้อเยื่อเป็นอย่างมาก ในกระบวนการกำจัดปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ภายในเซลล์นั้นประกอบด้วยสารหลายชนิดที่ทำงานร่วมกันรวมถึงสารต้านอนุมูลอิสระด้วย จากการศึกษาพบว่าใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ร่วมกับการพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ แล้วปักก้านใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบในหลอดพลาสติกที่บรรจุในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีปริมาณสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 4.23) น้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติช่วยยับยั้งการเกิดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ พบในใบ *Citrus aurantinum* (Majnooni *et al*. 2012) ในเมล็ดของยี่หร่าและผักชี (Sokovic *et al*. 2010) และยังพบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เสียบก้านใบในหลอดที่มีน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตร มีปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่ากรรมวิธีอื่น (ภาพที่ 4.24) ในการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นสามารถเกิดได้ง่ายกับเยื่อหุ้มเซลล์ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์มีคุณสมบัติที่เปลี่ยนไปและสารสำคัญที่เกิดจากลิปิดเปอร์ออกไซด์ คือสารมาลอนไดอัลดีไฮด์ ปริมาณสารมาลอนไดอัลดีไฮด์เป็นตัวชี้วัดถึงการเสื่อมสภาพของเซลล์จากอนุมูลอิสระได้ ผลจากการทดลองในใบฟิโลเดนดรอนที่พัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตรร่วมกับพ่นด้วยกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และปักก้านใบในน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครลิตรต่อมิลลิลิตรใช้เป็นสารส่งเสริมสำหรับปักแจกันนำไปเก็บรักษาในตู้ควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 0 (ไม่ผ่านการเก็บรักษา) 3 6 9 12 15 และ 18 วัน พบว่าใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันได้นานสุด และใบมีการเปลี่ยนแปลงที่บ่งชี้ว่ามีการเสื่อมสภาพน้อยกว่ากรรมวิธีอื่น อาจเนื่องมาจากสารในน้ำมันหอมระเหยมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลที่มีคุณสมบัติในการลดการคายน้ำของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 6
# สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน สารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลและน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสที่มีคุณสมบัติในการแย่งจับโลหะไอออนเพื่อเป็นส่วนผสมสารส่งเสริมคุณภาพสำหรับพัลซิ่งและปักแจในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบ จากการทดลองสรุปผลดังนี้

1. ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพมีแสงมีอายุการปักแจกันได้นานที่สุด (27.60 วัน) ส่วนใบที่เก็บรักษาภายใต้อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสในสภาพไม่มีแสงมีอายุการปักแจกันสั้นที่สุด (15.60 วัน)

2. น้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส มีฤทธิ์การแย่งจับโลหะไอออนดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอม และไม่มีความแตกต่างกับสารมาตรฐาน EDTA และสารทางการค้า picolinic acid และ 2,2 - bipyridyl

3. น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัสกับสารลดแรงตึงผิว neopelex ที่อัตราส่วน 80 : 20 และน้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมกับสารลดแรงตึงผิว neopelex อัตราส่วน 60 : 40 มีลักษณะเป็นอิมัลชันที่ดีคือมีสีขาวขุ่นคล้ายนมและเมื่อตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่เกิดการแยกชั้นระหว่างน้ำกับน้ำมัน

4. ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พัลซิ่งในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 52 วัน

5. ใบฟิโลเดนดรอนที่ปักแจกันในน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีอายุปักแจกันนานที่สุด คือ 31.40 วัน มีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี มากกว่าทุกกรรมวิธี ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี ในทุกกรรมวิธีทดลองลดลงอย่างต่อเนื่องตามระยะเวลาการปักแจกันที่เพิ่มขึ้น แต่ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่ปักแจกันด้วยน้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ลดลงอย่างช้าๆ และลดลงเพียงเล็กน้อยตลอดอายุการเก็บปักแจกัน นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยจากยูคาลิปตัส 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรช่วยชะลอการเกิดสีเหลืองในใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบได้ ส่งผลให้มีปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์น้อยกว่าทุกกรรมวิธีตลอดอายุการปักแจกัน และมีประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH

6. ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบที่พ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ มีอายุการปักแจกันมากที่สุด (59.43 วัน) และไม่แตกต่างกับโซเดียมคาร์บอเนตและแมกนีเซียมคาร์บอเนตทางสถิติ แต่ใบฟิโลเดนดรอนที่พ่นด้วยแมกนีเซียมคาร์บอเนตเกิดเป็นคราบแป้งสีขาว ส่วนใบที่พ่นด้วยโซเดียมคาร์บอเนตเกิดเป็นคราบเกลือสีขาว ทำให้ดูไม่สวยงาม ซึ่งแตกต่างกับที่พ่นด้วยกลีเซอรอลใบดูเป็นมันวาวดูสวยงาม จึงนำมาใช้ในการทดลองต่อไป

7. ผลของสารส่งเสริมคุณภาพก่อนและหลังการเก็บรักษาพบว่าน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัส 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับพ่นด้วยกลีเซอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ ปักก้านด้วยน้ำมันหอมระเหยยู

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เป็นกรรมวิธีที่ทำให้ใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบมีอายุการปักแจกันได้นานที่สุดในทุกระยะเวลาการเก็บรักษา และพบว่าช่วยชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ เอ คลอโรฟิลล์ บี และปริมาณแคโรทีนอยด์ได้ ส่งผลเชิงบวกต่อปริมาณการรั่วไหลของสารอิเล็กโทรไลต์ออกนอกเซลล์ ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และปริมาณมาลอนไดอัลดีไฮด์ได้

จากผลการทดลองจึงสรุปได้ว่า การยืดอายุการปักแจกันของใบฟิโลเดนดรอนพลูจีบหลังการตัดใบเพื่อการส่งออกนั้น ควรเริ่มต้นด้วยการพัลซิ่งด้วยน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ร่วมกับพ่นด้วยสารต้านการคายน้ำกลีเซอรอลความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์ และปักก้านใบหลอดพลาสติกที่มีน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เพื่อให้สารอาหารระหว่างการขนส่ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ในสภาพมีแสง เมื่อนำมาปักแจกันควรใช้สารละลายน้ำมันหอมระเหยยูคาลิปตัสความเข้มข้น 12.5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งเป็นวิธีการยืดอายุการปักแจกันได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บรรณานุกรม


กาญจนา วรราษฎร์ กฤษณ์ สงวนพวก ผ่องเพ็ญ จิตรอารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารี และ มัณฑนา บัวหนอง. 2555. "ประสิทธิภาพการใช้น้ำมันหอมระเหยในการควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ที่ได้จากสารละลายปักแจกันของกุหลาบตัดดอก." **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 43 : 523-527.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2543. คู่มือสมุนไพรและเครื่องเทศ ชุดที่ 3 พืชสมุนไพรน้ำมันหอมระเหย (Essential Oil). กรงเทพฯ หน้า 12-13

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2549. **ฟิโลเดนดรอน.** โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด. 5 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2541. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้**. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ. 396 น.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2538. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวปักและผลไม้**. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม. 399 น.

จริงแท้ ศิริพินิช. 2544. **สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 396 น.

จริงแท้ ศิริพินิช. 2549. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช.** โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม. 453 น.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ. 2545. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวไม้ตัดดอก.** นักพิมพ์ประดิพัทธ์. กรุงเทพฯ. 194 น.

ช.ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ และภัญชนา มีแก้วกุญชร. 2527. "การปฏิบัติต่อดอกหน้าวัวหลังเก็บเกี่ยวเพื่อการขนส่งระยะไกล." **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า** 2 : 18-23.

นฤภร เทพสุวรรณ์ วุฒิชัย สายเสาร์ พลกฤษณ์ มณีวระ ดนัย บุณยเกียรติ และพิมพ์ใจ สีหะนาม 2561. "อิทธิพลของระยะเวลาพัลซิ่งต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของกุหลาบตัดดอกพันธุ์จิตรา." **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร**. 49 : 567-570.

นฤมล มาแทน. 2550. "สารกันบูดทางธรรมชาติ น้ำมันหอมระเหย."**วารสารอาหาร**. 37 : 127-132.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2526. **การปฏิบัติภายหลังการตัดดอกไม้**. เชียงใหม่ : คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิติยา รัตนาปนนท์ และดนัย บุณยเกียรติ. 2537. **การปฏิบัติภายหลังการเก็บเกี่ยวดอกไม้**. กรุงเทพฯ.

ประภัสสร วีรพันธ์ และวัชรี คุณกิตติ. 2554. "คุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยในหลอดทดลอง." **วารสารเภสัชศาสาตร์อีสาน** 7 : 30-38.


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิศิษฐ์ สิงห์ใจ. 2551. การวัดขนาดอนุภาคระดับนาโนโดยใช้เครื่อง DLS และ Zeta Potential." **วารสารคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่** 2 : 148-153.

ภาคภูมิ พระประเสริฐ. 2550. **สรีรวิทยาของพืช**. โอเดียนสโตร์. กรุงเทพฯ.

มาสุทล สัญพึ่ง และธีรดา หวังสมบูรณ์ดี. 2554. "ผลของนาโนซิลเวอร์ต่อคุณภาพและอายุการปักแจกันของกล้วยไม้สกุลหวาย 'ขาวสนาน'." **การประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย** ครั้งที่ 5 คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลศิริ วีโรทัย. 2540. "ส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ๆ." **วารสารวิทยาศาสตร์** 13 : 67-75.

เย็นจิตต์ ปิยะแสงทอง. 2357. การเก็บเกี่ยวและการจัดการผลิตผล. *ใน* หลักกสิกรรม. ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. หน้า 223 – 239.

สายชล เกตุษา. 2531. **เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวขอกดอกไม้**. บริษัทสารมวลชนจำกัด. กรุงเทพฯ.

สำนักงานข้อมูลสมุนไพร. 2557. ตะไคร้หอม. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ ฯ. [Online]. Available: http://www.Medplant.Mahidol.ac.th/pubbealth/cymbona. html.

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2559. สรรพคุณสมุนไพร 200 ชนิด "**ยูคาลิป**". [Online]. Available: http:// www.rspg.or.th/plants_data/herbs/.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2560. "สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2559." **เอกสารสถิติการเกษตรเลขที่ 403 ศูนย์สารสนเทศการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์** 156 น.

สุรินทร์ ตั้งสิทธะเสรีวงศ์. 2534. "การศึกษาปริมาณความเข้มข้นของสารละลาย BA และ kinetin ที่ช่วยยืดอายุการปักแจกันของใบเฟิร์นมะขาม." **ปัญหาพิเศษปริญญาตรี** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อภิญญา อิทธิเวชชัย. 2558. "การศึกษาศักยภาพทางอัลลิโลพาทีและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยทางพืช." **วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาเกษตรศาสตร์** คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ. 94 น.

อภิดา บุญศิริ โศรดา กนกพานนท์ สีรุ้ง ปรีชานนท์ และศิริพร วิหคโต. 2554. "สารเคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลไม้ คงความสดลดเน่าเสีย." ศูนย์เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม.

โอภา วัชระคุปต์ ปรีชา บุญจูง จันทนา บุณยะรัตน และมาลีรักษ์ อัตต์สินทอง. 2549. **สารต้านอนุมูลอิสระ.** พี.เอส.พริ้นท. กรุงเทพฯ.

Arnold, V. and Fletcher, R.A. 1986. "Stimulation of Chlorophyll Synthesis by Benzyladenine and Potassium in Excised and Intact Cucumber Cotyledons." **Physiologia Plantarum** 68 : 169-174.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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." **Journal of Chemical Health Risks** 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 Physiology** 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Brooker, M.I.H. and 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 Hornbuckle, J.S. 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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, Salycilate, and 5-aminosalycilate) 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** 2 : 145-153.

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, Z.K. 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** 9 : 361-370.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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, California 12-15 Septemper** 349-360.

Harpaz-Saad, S., Azoulay, T., Arazi, T., Ben-Yaakov, E., Mett, A., Shiboleth, 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.

Hassani, R.N., Haghi, D.Z. and Pouya, Z. 2017. "The Effect of Clove oil as Preservative Solution on Vase Life of Cut Rose Flower." **International Journal for Biotechnology and Molecular Biology Research** 4 (8) : 111-118

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Chemisty** 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 Cabolt Ckloride for Silver Nitrate in Holding Solution. **Acta Horticulturae** 543 : 41-45.

Khosravi, L., Rood, N., Danyaei, A. and Babarabie, M. 2016. "The Effect of non-Harmful

Kitts, D.D., Wijewickreme, A.N. and Hu, C. 2000. "Antioxidant Properties of a North American Ginseng Extract." **Molecular and Cellular Biochemistry** 203 : 191-199.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 : Demonstraiion of Mg-Dechelatase 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 Epieppsy." **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 Vulneranilities of *Quercus ilex* L. to Freeze and Summer Droughy-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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Madakadze, R., Masarirambi, M. and Nyakudya E. 2004. "Horticultural Crops in the Tropics." 379-399. in Dris, R. and Jain, S.M. **Production Practices and Quality Assessment of Food Crops.** Netherlands : Kluwer Academic Publishers.

Majnooni, M.B., Mansouri, K., Ghokivand, A., Mostafaie, H.R. Mohammadi, N.S., Afnanzade, M.R. and Piriyaei, 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., Ramezanian, A., Saharkhiz, M.J., Javanmardi, J. and Iraji, 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.

Merzlyak, M.N. and Hendry, G.A.F. 1994. "Free Radical Metabolism Pigment Degradation and Lipid Peroxidation in Leaves during Senescence." **Proceedings of the 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 $Gibberellins_{4+7}$ 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 (*Cympopogon critratus* 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 Duncan, A.A.. Portland Oregon : Timber Press.

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." **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, E.B., Matto, A.K., Murata, T. and Ogata K. 1975. "Chilling Injury." 339-362. in Pantastico, E.B. **Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtroppical Fruits and Vegetables**. Wesport Connectcut : The AVI Publishing Company.

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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. elliottiana*. 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 Scienctiarum 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 (*Aspapragus 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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** 7 : 130-137.

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. 201-213. in *Ziziphus* spp." In Khan, M.A. and Weber, D.J. **Ecophysiology of High Salinity Tolerant Plants** : Netherlands.

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.

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**. Acadcmic Press, San Dicgo.

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; Myrtacese) and its Major Constituents." **Food Science and Technology** 48 : 237-241.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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." 95-105. in Sadler, M.J. Strain J.J. and Cabellero, B. **Encyclopedia of Human Nutrition.** San Diego : Academic Press.

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 Physiblogy** 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 Doom, 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 Phramarcy, Nottingham.

Weiss, J. 1999. "Effect of Mass Transport Processes on Physiochemical 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Postharvest Longevity of Cut Foliage *Ophiopogon japonicas*" **Ceylon Journal of Science** 47 : 195-199.

Will, R.B.H., McGlasson, W.B., Graham, D. and Joyce, D.C. 2007. Postharvest : an introduction to the physiology and handing of fruit, vegetables and ornamentals. Sydney: University of New South Wales Press Ltd.

Wingsle, G. and Hallgren, J.E.1993. "Influence of $SO_2$ and $NO_2$ 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" **Archives of Biochemistry and Biophysics** 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ประวัติผู้เขียน

**ชื่อ-นามสกุล** นางสาวนิภาพร ยลสวัสดิ์

**วัน เดือน ปีเกิด** 13 มีนาคม 2516

**ที่อยู่** 13/2 หมู่ 3 ต.ท่าหลวง อ.มะขาม จ.จันทบุรี 22150

**ประวัติการศึกษา**

2538 วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2543 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพืชสวน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ประสบการณ์การทำงาน**

พ.ศ.2543-ปัจจุบัน ตำแหน่งนักวิชาการเกษตร ศูนย์วิจัยร่วมภาครัฐและเอกชน
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ผลงานวิจัย**

1. ลำแพน ขวัญพูน นิภาพร ยลสวัสดิ์ และ อภิสิทธิ์ แก้วฉา. 2552. การสำรวจสายพันธุ์ ระบบการผลิต และการตลาดของมะละกอที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย.

2. สมชาย กล้าหาญ และนิภาพร ยลสวัสดิ์. 2551. ศึกษาอิทธิพลของภาชนะบรรจุและอัตราการไหลของก๊าซ $CO_2$ : $O_2$ ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษากล้วยเล็บมือนาง. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7 ระหว่าง 26-30 พฤษภาคม 2551 ณ โรงแรมอมรินทร์ลากูน จังหวัดพิษณุโลก

3. บุญลือ กล้าหาญ ภัญชนา มีแก้วกุญชร และนิภาพร ยลสวัสดิ์. 2547. เปรียบเทียบผลผลิตและรายได้ของบัวพันธุ์สัตตบงกชระหว่างการเก็บดอกกับการเก็บเมล็ดจำหน่าย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 35 (พิเศษ 5-6) 529-531.

4. นิภาพร ยลสวัสดิ์ มณทินี ธีรารักษ์ และจำรูญ เล้าสินวัฒนา. 2557. การประเมินความสามารถในการกำจัดอนุมูลอิสระ และการจับโลหะและปริมาณฟินอลิคจากใบทุเรียน 10 พันธุ์. วารสารแก่นเกษตร. 42 (พิเศษ 3) 87-93.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Glahan, S., Pongnak, W. and Yolsawat, N. 1998. The Effect of Kinetin and Fertilizer Rate on Flower Development, Fruit Setting and Quality of Sugar Apple (*Annona squamosa* Linn.). First Session of the Committee on Commodity Problems Sub-Group on Tropical Fruits. Pattaya City, Thailand.

6. Glahan, S., Pongnak, W. and Yolsawat, N. 1998. The Effect of IBA and Fertilizer Rate on Flower Development, Fruit Setting and Quality of Sugar Apple (*Annona squamosa* Linn.). First Session of the Committee on Commodity Problems Sub- Group on Tropical Fruits. Pattaya City, Thailand.

7. 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

8. 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, Chaina

10. Yonsawad, N., Wichittrakarn. P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2013. Effect of Aqeous 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

11. Yonsawad, N., Wichittrakarn. P., Teerarak, M. and Laosinwattana, C. 2012. Antioxidant Activity from Crude Extracts of *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Smith. The Proceedings of 10th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology. Harbin, China.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้