ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพีนต่อการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน *Dendrobium* ‘Khao Sanan’ และพันธุ์บูรณะเจตน์ *Dendrobium* ‘Burana Jade’

นายภูมิพงษ์ ชูช่วยสุวรรณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2555

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย
The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository(CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the Graduate School.

EFFECTS OF 1-METHYLCYCLOPROPENE ON CHANGES OF ASCORBATE-GLUTATHIONE CYCLE IN *Dendrobium* 'Khao Sanan' AND *Dendrobium* 'Burana Jade' INFLORESCENCES

Mr. Poompong Chuchouisuwan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Botany
Department of Botany
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2012
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของ 1-เมทิลไซโคโพรพีนต่อการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน *Dendrobium* 'Khao Sanan' และพันธุ์บูรณะเจตน์ *Dendrobium* 'Burana Jade'
โดย	นายภูมิพงษ์ ชูช่วยสุวรรณ
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(อาจารย์ ดร.ภาสันต์ ศารทูลทัต)

ภูมิพงษ์ ชูช่วยสุวรรณ : ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพีนต่อการเปลี่ยนแปลงของวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน *Dendrobium* 'Khao Sanan' และพันธุ์บูรณะเจตน์ *Dendrobium* 'Burana Jade'. (EFFECTS OF 1-METHYLCYCLOPROPENE ON CHANGES OF ASCORBATE-GLUTATHIONE CYCLE IN *Dendrobium* 'Khao Sanan' AND *Dendrobium* 'Burana Jade' INFLORESCENCES) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร.กนกวรรณ เสรีภาพ, อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม : ผศ.ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ, 141 หน้า.

ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ พบว่าการรมด้วย 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกัน ชะลอการเสื่อมสภาพของช่อดอก การร่วงของดอกตูมและการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก (C value) ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน สำหรับช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ การรมด้วย 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกัน ชะลอการเสื่อมสภาพของช่อดอก การร่วงของดอกตูมและการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก (L, C, h และ DE) ในขณะที่ช่อดอกที่รมด้วยเอทิลีนแสดงถึงคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวที่ลดลงและมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้น การรมด้วย 1-MCP ไม่มีผลช่วยลดการสร้างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานที่รมด้วยเอทิลีนมีความเข้มข้นของไฮโดรเจนเปอร์ต่ำสุด ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานที่รมด้วย1-MCP มีแอกทิวิตีของ dehydroascorbate reductase (DHAR) และ ascorbate peroxidase (APX) สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 0 และ 2 ตามลำดับ ส่วนในช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์ที่รมด้วย 1-MCP พบแอกทิวิตีของเอนไซม์เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 8 และการรมด้วยเอทิลีนไม่มีผลต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ในระบบดังกล่าว ดังนั้นการใช้ 1-MCP สามารถรักษาคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้และสามารถกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในดอกกล้วยไม้ได้ 1-MCP จึงมีผลต่อการชะลอการเสื่อมสภาพของช่อดอกกล้วยไม้ผ่านวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน

ภาควิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา พฤกษศาสตร์ ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2555 ลายมือชื่อ อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

5373856623 : MAJOR BOTANY

KEYWORDS : ASCORBATE-GLUTATHIONE CYCLE / *Dendrobium* ORCHID / 1-MCP.

POOMPONG CHUCHOUISUWAN : EFFECTS OF 1-METHYLCYCLO-PROPENE ON CHANGES OF ASCORBATE-GLUTATHIONE CYCLE IN *Dendrobium* 'Khao Sanan' AND *Dendrobium* 'Burana Jade' INFLORES-CENCES. ADVISOR : ASST. PROF. KANOGWAN SERAYPHEAP, Ph.D., CO-ADVISOR : ASST. PROF. KULLANART OBSUWAN, Ph.D., 141 pp.

The effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on changes of postharvest qualities and the ascorbate-glutathione cycle in *Dendrobium* 'Khao Sanan' and *Dendrobium* 'Burana Jade' were investigated. The results showed that 1-MCP treatment extended vase life, delayed flower senescence, bud abscission and color change (C value) in *Dendrobium* 'Khao Sanan' inflorescences. *Dendrobium* 'Burana Jade' inflorescences treated with 1-MCP also exhibited extended vase life, delayed flower senescence bud abscission and color changes (L, C, h and DE value). Congruently, ethylene treatment showed reduction in postharvest qualities and enhanced ethylene production in 'Khao Sanan' and 'Burana Jade' inflorescences. Hydrogen peroxide regeneration was not suppressed by 1-MCP treatment when compared to control; and ethylene treatment showed the lowest concentration in *Dendrobium* 'Khao Sanan'. In the ascorbate-gluthione cycle, 1-MCP treatment significant increased dehydroascorbate reductase (DHAR) and ascorbate peroxidase (APX) activities on day 0 and 2 respectively in *Dendrobium* 'Khao Sanan'. APX, DHAR, monodehydroascorbate reductase (MDHAR) and glutathione reductase (GR) activities in *Dendrobium* 'Burana Jade' with 1-MCP treatment rose on day 8. Ethylene treatment did not affect enzyme activity in both cultivars. These results suggested that 1-MCP can maintain postharvest quality of *Dendrobium* inflorescences and can stimulate some antioxidant enzymes activities in ascorbate-glutathione cycle in orchid flowers inflorescences. Thus delaying flower senescence via ascorbate-glutathione cycle.

Department : Botany Student's Signature .....

Field of Study : Botany Advisor's Signature .....

Academic Year : 2012 Co-advisor's Signature .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กุลนาถ อบสุวรรณ ที่มีส่วนทำให้เกิดหัวข้อวิทยานิพนธ์นี้ขึ้น รวมถึงการให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ข้อเสนอแนะที่มีประโยชน์อย่างยิ่งตลอดระยะเวลาทำวิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องและสมบูรณ์จนวิทยาพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ อาจารย์ ดร.ธีรดา หวังสมบูรณ์ดี และอาจารย์ ดร.ภาสันต์ ศารทูลทัต กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวิน เทนคำเนาว์ คุณวาลุกา พลายงาม ภาควิชาเคมีคลินิก คณะสหเวชศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์และคำแนะนำในการใช้เครื่อง microplate reader

ขอขอบพระคุณ ทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต ครั้งที่ 3 ปีงบประมาณ 2555 บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และหน่วยปฏิบัติการวิจัยสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาคพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนและห้องปฏิบัติการวิจัยในการทำวิทยาพนธ์

ขอขอบพระคุณ คุณเจริญ ขุนพรม และเจ้าหน้าที่ทุกท่านของศูนย์วิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว สถาบันวิจัยและพัฒนา กำแพงแสน แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม สำหรับคำแนะนำและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่อง Gas Chromatograph

ขอขอบพระคุณ คุณมิตร ปานเจริญ ที่จัดหาพันธุ์กล้วยไม้สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้องสาว และญาติพี่น้อง สำหรับการสนับสนุน ตลอดจนเป็นกำลังใจ และให้ความช่วยเหลือตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณฐปนา บางยี่ขัน คุณศิโรรัตน์ เขียนแม้น คุณไพบูลย์ หมุ่ยมาศ คุณวาสินีย์ พงษ์ประยูร คุณเพทาย จรูญนารถ คุณจักรี เหล็กกล้า คุณหนึ่งฤทัย คณานนท์ คุณกานต์สินีย์ หังสพฤกษ์ คุณบุษรินทร์ วรรณบุษปวิช คุณปริยากร เพ็ชรัตน์ และนิสิตทุกท่านในหน่วยปฏิบัติการวิจัยวิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืชทุกท่าน รวมถึงเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ทุกคน สำหรับความช่วยเหลือ คำแนะนำ และกำลังใจตลอดมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญ..... ช

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฒ

บทที่

1 บทนำ..... 1

2 การตรวจเอกสาร..... 5

3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีการทดลอง..... 15

4 ผลการทดลอง..... 26

1 ผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์..... 26

2 การเปรียบเทียบการสังเคราะห์แก๊สเอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์..... 58

3 การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์..... 62

4 การเปรียบเทียบแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์..... 66

5 อภิปรายผลการทดลอง..... 77

6 สรุปผลการทดลอง..... 83

รายการอ้างอิง..... 85

ภาคผนวก..... 93

ภาคผนวก ก..... 94

ภาคผนวก ข..... 103

ภาคผนวก ค..... 136

หน้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์..... 141

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน	27
2	การร่วงของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการ 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	34
3	การร่วงของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	35
4	อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	42
5	การร่วงของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	49
6	การร่วงของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	50

ตารางที่		หน้า
7	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	104
8	การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….....	105
9	การเสื่อมสภาพของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….	106
10	การเสื่อมสภาพของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน……	107
11	การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	108
12	ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	109

ตารางที่		หน้า
13	ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	110
14	ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	111
15	ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	112
16	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	113
17	การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	115
18	การเสื่อมสภาพของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	116

ตารางที่		หน้า
19	การเสื่อมสภาพของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	117
20	การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	118
21	ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	119
22	ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	120
23	ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	121
24	ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	123
25	การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	124

ตารางที่ หน้า

26 การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 125

27 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 126

28 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 127

29 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 128

30 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 129

31 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 130

ตารางที่ หน้า

32 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 131

33 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 132

34 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 133

35 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 134

36 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 135

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	วัฏจักร Yang และการสังเคราะห์เอทิลีน	8
2	วัฏจักร Asada-Halliwell หรือ ascorbate-glutathione…….....	12
3	การทำงานของ 1-MCP ที่สัมพันธ์กับ ethylene receptor….....	13
4	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน……	28
5	การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน……...	29
6	การเสื่อมสภาพของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….	31
7	การเสื่อมสภาพของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน……	32
8	การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน……	36

ภาพที่		หน้า
9	ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	38
10	ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	39
11	ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	40
12	ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	41
13	การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	43
14	การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	44

ภาพที่		หน้า
15	การเสื่อมสภาพของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	46
16	การเสื่อมสภาพของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	47
17	การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลัง ผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	52
18	ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	54
19	ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	55
20	ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	56
21	ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุม อุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	57

ภาพที่		หน้า
22	การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	59
23	การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	61
24	ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	63
25	ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	65
26	แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	67
27	แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน.....	69

ภาพที่ หน้า

28 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 71

29 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 72

30 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลบูรณะเจตน์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 73

31 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 74

32 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 75

ภาพที่ หน้า

33 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 76

ค-1 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 0 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 137

ค-2 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 4 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 137

ค-3 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 8 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 138

ค-4 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 12 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 138

ค-5 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 0 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน..... 139

ภาพที่ หน้า

ค-6 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 4 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….. 139

ค-7 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 8 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….. 140

ค-8 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 12 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน…….. 140

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กล้วยไม้เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทย มีการส่งออกทั้งในรูปแบบของไม้ตัดดอกและไม้กระถาง มีมูลค่าการส่งออกมากกว่าพันล้านบาทต่อปี จากรายงานเศรษฐกิจการส่งออกของกล้วยไม้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2553 พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งกล้วยไม้ตัดดอก สำหรับกล้วยไม้ตัดดอกเพื่อการส่งออกที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก คือ กล้วยไม้ลูกผสมสกุลหวาย เนื่องจากลักษณะของสี รูปทรงดอกที่สวยงาม รวมถึงอายุการใช้งานที่ยาวนาน ด้วยลักษณะดังกล่าวจึงทำให้กล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายของไทยเป็นที่นิยมของตลาดต่างประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น อิตาลี ซึ่งเป็นประเทศคู่ค้าที่สำคัญสำหรับกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทย (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2555)

เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่มีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเสื่อมตามอายุของดอกไม้ ทั้งนี้ดอกไม้หลายชนิดตอบสนองต่อเอทิลีนโดยการเร่งกระบวนการเสื่อมตามอายุ ในขณะเดียวกันเอทิลีนจากภายนอกยังสามารถกระตุ้นให้มีการสร้างเอทิลีนภายในเซลล์เพิ่มมากขึ้น (จริงแท้ ศิริพานิช, 2550) ในดอกกล้วยไม้สกุลหวายปอมปาดัวร์ พบว่าหลังจากการผสมเกสรจะมีการชักนำให้สร้างเอทิลีนขึ้นภายในเซลล์ ซึ่งเอทิลีนที่ถูกสร้างขึ้นนี้จะชักนำให้เกิดกระบวนการเสื่อมตามอายุของกลีบเลี้ยงและกลีบดอก (Ketsa and Rugkong, 1999) และการให้เอทิลีนจากภายนอกแก่ดอกกล้วยไม้สามารถชักนำให้เกิดการเสื่อมตามอายุของดอกได้เช่นเดียวกับที่เกิดจากการถ่ายละอองเกสร (Ketsa and Rugkong, 2000) นอกจากนี้ยังพบว่าในระหว่างการขนส่ง ดอกกล้วยไม้ที่บรรจุอยู่ในกล่องจะมีการสร้างเอทิลีนขึ้นและสะสมอยู่ภายในกล่องบรรจุ ซึ่งปริมาณของเอทิลีนที่สะสมนี้สามารถส่งเสริมให้เกิดกระบวนการเสื่อมตามอายุของดอกตูมและดอกบานในกล้วยไม้สกุลหวายสายพันธุ์คาเรน (Uthaichay, Ketsa, and van Doorn, 2007)

กระบวนการเสื่อมตามอายุของดอกไม้นอกจากมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านสรีระ เช่น การสูญเสียน้ำ การรั่วไหลของไอออน และการเคลื่อนย้ายสารเมแทบอไลท์แล้ว ยังมีการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีที่สำคัญ คือ การสร้าง reactive oxygen species (ROSs) ภายในเซลล์ซึ่งทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มีความเกี่ยวข้องกับการตายของเซลล์พืชตามปกติ รวมถึงในกลีบดอกไม้

เช่นกัน โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) เป็น ROSs ที่พบว่ามีบทบาทสำคัญในการเสื่อมตามอายุของดอก (Tripathi and Tuteja, 2007) จากการศึกษาการเสื่อมตามอายุของดอก เช่น แกลดิโอลัส (Hossain et al., 2006) และ day lilly (Chakrabarty, Verma, and Datta, 2009) พบว่ามีการสร้าง H_2O_2 เพิ่มสูงมากขึ้นเมื่อเข้าสู่ระยะการเสื่อมตามอายุของดอกโดย ROSs เหล่านี้สามารถเกิดปฏิกิริยากับเซลล์ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายกับดีเอนเอ โปรตีน รวมถึงการเกิดออกซิเดชันของไขมัน (lipid peroxidation) (Halliwell and Gutteridge, 1999) พืชมีการตอบสนองต่อ ROSs โดยการสร้างเอนไซม์และสารต้านออกซิเดชันขึ้น เพื่อกำจัด ROSs วัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน จัดเป็นวัฏจักรหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการป้องกันการสะสม ROSs ในพืช (Mittler, 2002) ซึ่งมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในวัฏจักรคือ ascorbate peroxidase (APX), monodehydroascorbate reductase (MHAR), dehydroascorbate reductase (DHAR), glutathione reductase (GR) และสารรีดิวซ์ 2 ตัว คือ ascorbate (ASA) และ glutathione (GSH)

1-เมทิลไซโคลโพรพีน (1-MCP) เป็นสารยับยั้งการทำงานของเอทิลีน มีการนำ 1-MCP มาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและรักษาคุณภาพของผลผลิต โดย 1-MCP สามารถจับกับตัวรับเอทิลีน (ethylene receptor) ทำให้เอทิลีนไม่สามารถเข้าไปจับกับตัวรับได้ โดยที่ 1-MCP มีแรงยึดเหนี่ยวกับตัวรับเอทิลีนมากกว่าเอทิลีนเองถึง 10 เท่า และยังสามารถทำงานได้ดีที่ความเข้มข้นต่ำ และเป็นสารสำคัญที่ช่วยทำให้เกิดความเข้าใจในบทบาทและการป้องกันของเอทิลีนในพืชที่มีประโยชน์อย่างมากในการจัดการผัก ผลไม้ และไม้ดอกสำหรับทางการค้า (Blankenship and Dole, 2003)

มีการศึกษาการใช้ 1-MCP กับกล้วยไม้ตัดดอกเพื่อยืดอายุการปักแจกันในดอกกล้วยไม้หลายชนิด เช่น กล้วยไม้สกุลแคทลียา (Yamane, Yamaki, and Fujishige, 2004) สกุลหวาย (Uthaichay et al., 2007; Lerslerwong, Ketsa, and van Doorn, 2009) เป็นต้น จากการศึกษาของ Uthaichay et al. (2007) พบว่าการใช้ 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันของกล้วยไม้สกุลหวายสายพันธุ์คาเรนได้ โดยป้องกันการร่วงของดอกตูมและดอกบาน เมื่อมีการให้เอทิลีนจากภายนอก ก็ยังคงสามารถป้องกันการร่วงของดอกได้ นอกจากนี้ยังพบว่า 1-MCP ยังมีผลต่อการยับยั้งการสร้างเอทิลีนของช่อดอกโดยลดแอกทิวิตีของเอนไซม์ ACC synthase ในดอกบาน และ ACC oxidase ในดอกตูม สำหรับกล้วยไม้สกุลหวายสายพันธุ์ขาวสนานพบว่าเมื่อให้ 1-MCP

สามารถยืดอายุของดอกได้นานกว่าในชุดควบคุมและชุดที่มีการให้เอทิลีนจากภายนอก และช่วยป้องกันผลของเอทิลีนต่อการเสื่อมตามอายุของดอกได้อีกด้วย (Lerslerwong et al., 2009)

สำหรับผลของ 1-MCP ต่อวัฏจักรต้านอนุมูลอิสระแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในบรอคโคลี่ (Ma et al., 2010) พบว่าสามารถยับยั้งการลดลงของปริมาณ ASA และเมื่อตรวจสอบระดับการแสดงออกของยีนในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ด้วยเทคนิค real-time PCR แสดงให้เห็นถึงระดับการแสดงออกของยีนในกลุ่ม *APX* ลดลงและมีระดับการแสดงออกของยีนในกลุ่ม *DHAR* เพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม จึงทำให้เห็นว่า 1-MCP มีบทบาทต่อการแสดงออกของยีนซึ่งไปมีผลยับยั้งการลดลงของปริมาณ ASA จึงส่งผลทำให้บรอคโคลี่มีอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น อย่างไรก็ตามยังไม่เคยมีการศึกษาผลของ 1-MCP ต่อวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนที่สัมพันธ์กับการยืดอายุของดอกกล้วยไม้

เนื่องจากการศึกษาผลของ 1-MCP ในกล้วยไม้โดยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นในด้านการยืดอายุการเก็บรักษาและการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีน แต่ยังไม่มีการศึกษาผลของ 1-MCP ต่อการกระตุ้นการทำงานของวัฏจักรต้านอนุมูลอิสระ ที่ช่วยป้องกันความเครียดจากออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมตามอายุของดอก ดังนั้นในงานวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของ 1-MCP ต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ เพื่อเข้าใจกลไกของ 1-MCP ที่ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน เพื่อป้องกันความเครียดจากออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในระหว่างการเสื่อมตามอายุของดอกไม้ ซึ่งมีผลต่อการยืดอายุของดอกกล้วยไม้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาผลของ1-เมทิลไซโคลโพรพีนต่อการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ในวัฏแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์
2. ศึกษาผลของ 1-MCP ต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เข้าใจบทบาทของ 1-MCP ต่อการกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ซึ่งมีความสำคัญต่อการกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดจากความเครียดจากออกซิเดชันภายในเซลล์ในกระบวนการเสื่อมตามอายุ และการประยุกต์ใช้เพื่อยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

1. การสูญเสียคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของไม้ตัดดอก

ดอกไม้แต่ละชนิดเมื่อตัดออกจากต้นแล้วมีอายุการใช้งานหรืออายุการปักแจกันที่แตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นกับปัจจัยภายในของดอกไม้เอง และปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สามารถเร่งหรือชะลอการเสื่อมตามอายุของดอกได้ อย่างไรก็ตาม สาเหตุที่ดอกไม้เสื่อมคุณภาพหรือหมดอายุการใช้งานอย่างรวดเร็วนั้นมีสาเหตุที่คล้ายกับการเสื่อมตามอายุของผักและผลไม้ ถึงแม้ว่าดอกไม้จะมีวิธีการปฏิบัติหลังการเก็บเกี่ยวที่แตกต่างจากผักและผลไม้ ซึ่งสาเหตุที่สำคัญของการเสื่อมตามอายุของดอกไม้มีดังนี้

1. การหายใจ อาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรทที่ถูกสะสมไว้ภายในเนื้อเยื่อดอกไม้หรือไม้ตัดดอกถูกนำไปใช้โดยกระบวนการหายใจ และมักพบว่าอายุการใช้งานของดอกไม้ขึ้นกับอัตราการหายใจหรือถูกควบคุมโดยการใช้อาหารหรือน้ำตาลที่มีอยู่ ดอกไม้จะหมดสภาพการใช้งานหรือตายไปเมื่ออาหารที่สะสมเหล่านั้นถูกนำไปใช้จนหมด จากการศึกษาในดอกลิลลี่พบว่าการให้น้ำตาลจากภายนอกสามารถยืดอายุการปักแจกันได้โดยเพิ่มระดับของกลูโคสของกลีบดอก และเกสรตัวผู้ระหว่างการบานและการเสื่อมตามอายุของดอก ซึ่งเป็นผลทำให้ช่วยเพิ่มแหล่งพลังงานที่จำเป็นต่อการหายใจสำหรับดอกลิลลี่ (Arrom and Munné-Bosch, 2012)

2. โรค ดอกไม้ที่มีเชื้อโรคเข้าทำลายจะทำให้มีอายุการใช้งานสั้นลง เชื้อโรคอาจติดมากับดอกตั้งแต่ในแปลงปลูกหรือติดมาหลังการเก็บเกี่ยว ซึ่งเชื้อโรคอาจจะเข้าทำลายโดยผ่านปากใบและบาดแผล พบว่าราก่อโรคจุดสนิม *Curvularia eragrostidis* (P. Henn.) Meyer. ได้ทำความเสียหายให้กับกล้วยไม้ตัดดอกเป็นอย่างมาก โดยราก่อโรคเข้าทำลายดอกกล้วยไม้เสียหายภายใน 8-24 ชั่วโมงและอาการของโรคจะรุนแรงเมื่อความชื้นในอากาศสูง ผลการระบาดของโรคจุดสนิมบนกลีบดอกทำให้ดอกกล้วยไม้พันธุ์สีชมพูถึงแดงแสดงอาการจุดเซลล์ตายสีส้มถึงสีน้ำตาลแดงคล้ายสนิม และกล้วยไม้ตัดดอกพันธุ์สีขาวพบจุดสีเทาถึงสีน้ำตาลเทาบนกลีบดอก จุดสนิมหรือ

แผลสีเทาอาจขยายตัวกว้างและรวมกับแผลข้างเคียง เกิดลักษณะเซลล์ตายเป็นกลุ่ม (พิบูลย์ มงคลสุด, 2549)

3. การเสื่อมตามอายุ (senescence) การเปลี่ยนแปลงภายในดอกที่เกิดตามกระบวนการธรรมชาติจะนำไปสู่การเสื่อมตามอายุหรือสิ้นอายุการใช้งานของดอกไม้ ซึ่งเป็นการจำกัดอายุการใช้งานและอายุการเก็บรักษาของดอกไม้ การถ่ายละอองเกสรเป็นปัจจัยเร่งการเสื่อมตามอายุของดอกกล้วยไม้สกุลหวายปอมปาดัวร์ภายหลังจากการถ่ายละอองเกสรมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะ ovary, lip และ pedicel ที่พบว่ามีระดับของ ACC และแอกทิวิตีของเอนไซม์ ACC synthase สูงขึ้นมากกว่าในกลีบเลี้ยงและกลีบดอก มีผลทำให้เกิดการเสื่อมตามอายุของดอกกล้วยไม้ และการถ่ายละอองเกสรยังเป็นการเพิ่มการตอบสนองต่อเอทิลีนอีกด้วย (Ketsa and Rugkong, 2000)

4. การเหี่ยว การสูญเสียน้ำของดอกไม้มากเกินไปอาจจะจำกัดอายุการใช้งานหรืออายุการเก็บรักษาของดอกไม้ ดอกไม้ที่มีการสูญเสียน้ำมากเกินไปจะทำให้กลีบดอกและใบไม่สด ดอกไม้ที่ขาดน้ำระหว่างการขนส่งมีผลทำให้การบานของดอกผิดปกติ รวมถึงดอกตูมไม่บาน ในการศึกษาของ Jin et al. (2006) พบว่ากุหลาบตัดดอกพันธุ์ Samantha ที่อยู่ในภาวะสูญเสียน้ำมีผลทำให้อายุการปักแจกันลดลง ชะลอการบานของดอกและยังทำให้ขนาดของดอกลดลงอีกด้วย

5. อุณหภูมิต่ำ การใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาไม้ตัดดอกเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไป อย่างไรก็ตาม ดอกไม้แต่ละชนิดทนต่อสภาพอุณหภูมิต่ำได้แตกต่างกัน ห้องเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำเกินไปทำให้เกิดความเสียหายที่เรียกว่า chilling injury ซึ่งมีผลทำให้ดอกตูมไม่บานเมื่อนำออกมาใช้งาน หรือสีของดอกเกิดการเปลี่ยนแปลง ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ซากุระ และพันธุ์ปริ้นเซสที่ผ่านการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส แล้วนำมาปักแจกันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่าดอกตูมบนช่อดอกไม่สามารถบานได้ และช่อดอกกล้วยไม้เกิดอาการ chilling injury คือ อาการฉ่ำน้ำ (water-soaking) ที่ดอกตูมและกลีบดอกบาน ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญที่ปรากฏอย่างชัดเจน (Phetsirikoon, Ketsa, and van Doorn, 2012)

6. เอทิลีน เอทิลีนทั้งจากที่ดอกสร้างขึ้นเองและจากสิ่งแวดล้อมมีผลเร่งการเสื่อมตามอายุของดอกไม้ ถ้าห้องที่เก็บรักษาดอกไม้ มีเอทิลีนสะสมอยู่มาก เอทิลีนจะเร่งการบานหรือการเหี่ยวของดอกไม้ และทำให้อายุการเก็บรักษาของดอกไม้สิ้นสุดอย่างรวดเร็ว เอทิลีนสามารถทำให้กลีบดอกและใบร่วงหรือทำให้เกิดอาการที่บานแล้วฟุบ ดอกไม้สามารถสร้างเอทิลีนได้เองเมื่อเริ่มมีอายุ

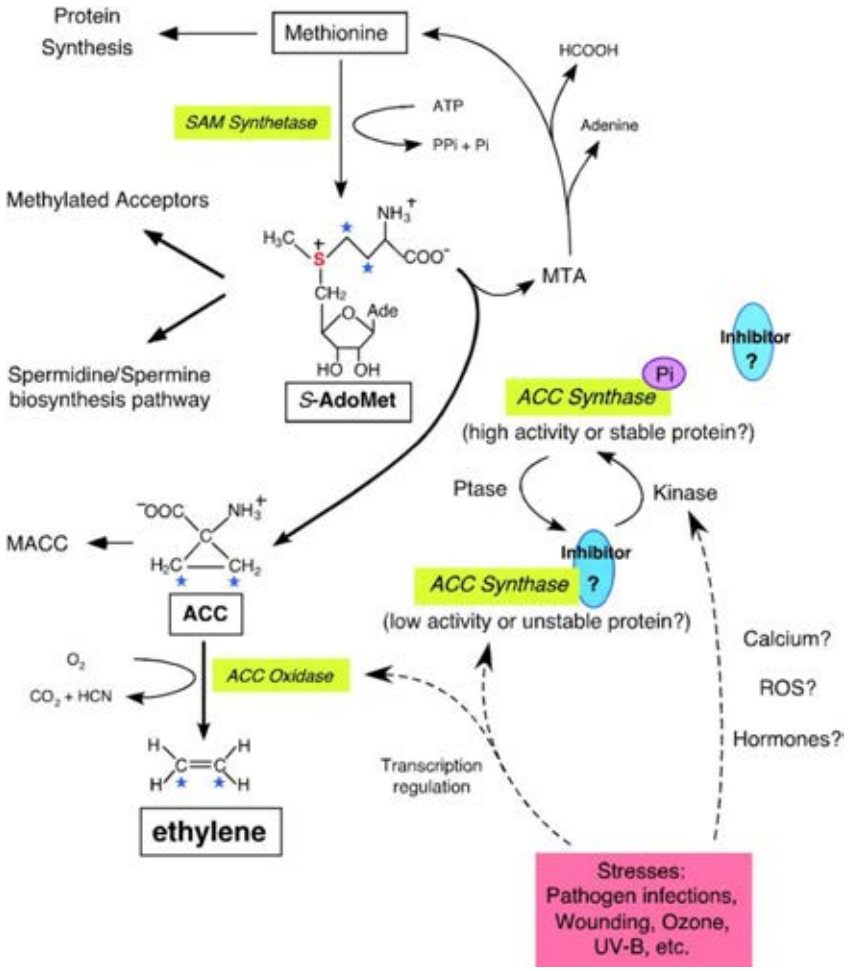
มาก ในดอกคาร์เนชันพบว่าการสังเคราะห์เอทิลีนมีความสัมพันธ์กับอายุของดอก โดยเมื่อมีอายุมากขึ้นการสังเคราะห์เอทิลีนจึงเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าดอกไม้ที่มีการสังเคราะห์เอทิลีนสูงมีอายุการปักแจกันสั้นกว่าดอกไม้ที่มีการสังเคราะห์เอทิลีนต่ำ (van Doorn, 1997)

2. เอทิลีน

เอทิลีนจัดเป็นฮอร์โมนพืชชนิดหนึ่งที่มีสถานะเป็นแก๊สซึ่งเกี่ยวข้องกับการเจริญและพัฒนาของพืช เอทิลีนสามารถสังเคราะห์ได้จากทุกส่วนของพืช ซึ่งการสังเคราะห์จะขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อเยื่อและระยะของการพัฒนา โดยในช่วงของการร่วงของใบ การเสื่อมตามอายุของดอกและการสุกของผลไม้ พบว่ามีการสร้างเอทิลีนเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเกิดบาดแผลก็สามารถชักนำให้เกิดการสร้างเอทิลีนได้ รวมถึงความเครียดจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น น้ำท่วม โรค อุณหภูมิ หรือแม้กระทั่งความเครียดที่เกิดจากภาวะแล้ง เป็นต้น (Taiz and Zeiger, 2006)

2.1 การสังเคราะห์เอทิลีน

สารตั้งต้นในกระบวนการสังคราะห์เอทิลีน คือ กรดอะมิโนเมทไทโอนีน (methionine) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนไปเป็น S-adenosyl-L-methionine (AdoMet หรือ SAM) ด้วยเอนไซม์เร่งปฏิกิริยา SAM synthetase จากนั้นจึงถูกเปลี่ยนไปเป็น 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ด้วยเอนไซม์ ACC synthase และท้ายที่สุดก็ถูกเปลี่ยนไปเป็นเอทิลีนด้วยเอนไซม์ ACC oxidase นอกจาก ACC ที่ถูกสร้างขึ้นมาแล้วยังสร้าง 5-methylthioadenosine ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการสร้างเมทไทโอนีนขึ้นมาใหม่ผ่านวัฏจักร methionine หรือที่เรียกกันว่าวัฏจักร Yang (ภาพที่ 1) จึงทำให้พืชสามารถที่จะสร้างเอทิลีนได้ในปริมาณที่มาก ถึงแม้ว่าจะมีปริมาณของกรดอะมิโนเมทไทโอนีนเพียงเล็กน้อยก็ตาม (จริงแท้ ศิริพานิช, 2550)



ภาพที่ 1 วัฏจักร Yang และการสังเคราะห์เอทิลีน

(Kevin, L. C., Wang, H. L., and Joseph, R. E., 2002)

2.2 บทบาทของเอทิลีนต่อการเสื่อมตามอายุในดอกไม้

เอทิลีนมีบทบาทสำคัญต่อกระบวนการเสื่อมตามอายุของดอกไม้ เนื่องจากดอกไม้หลายชนิดตอบสนองต่อเอทิลีนโดยการเร่งกระบวนการเสื่อมตามอายุและแสดงอาการผิดปกติต่างๆ เช่น อาการไม่บาน (sleepiness) ในดอกคาร์เนชัน การโค้งงอของก้านดอก (bent neck) ในกุหลาบ ในขณะเดียวกันดอกไม้เหล่านี้มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มมากขึ้นก่อนระยะการเสื่อมตามอายุ นอกจากนี้เอทิลีนยังกระตุ้นให้มีการสร้างเอทิลีนมากขึ้นเช่นเดียวกับผลไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2550)

ในดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ปอมปาดัวร์พบว่าการถ่ายละอองเกสรสามารถชักนำให้เกิดการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นและรวดเร็วกว่าดอกกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับการถ่ายละอองเกสร ซึ่งส่งผลให้เกิดการพัฒนาการเสื่อมตามอายุของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกตามมา การถ่ายละอองเกสรยังทำให้มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักสดและการดูดน้ำของช่อดอก (Ketsa and Rugkog, 1999) นอกจากนี้ยังพบว่าการให้เอทิลีนจากภายนอกยังชักนำให้เกิดการเสื่อมตามอายุของกลีบดอกกล้วยไม้เหมือนกับการถ่ายละอองเกสรที่ทำให้มีลักษณะ ethylene-sensitivity เพิ่มขึ้น (Ketsa and Rugkog, 2000)

ได้มีการศึกษาการแสดงออกของยีนที่ควบคุมการสังเคราะห์เอทิลีนต่อการพัฒนาของดอกไม้ เช่นในพิทูเนีย กลุ่มยีน ACC oxidase (*ACO*) เช่น *ACO1* มีการแสดงออกจำเพาะต่อการเสื่อมตามอายุของชั้นกลีบดอก และเนื้อเยื่อดอกชั้นอื่นๆ ภายหลังที่ได้รับเอทิลีน ในขณะที่ *ACO3* และ *ACO4* ถูกชักนำในช่วงที่มีการพัฒนาของเนื้อเยื่อเกสรเพศเมีย (Tang et al., 1994) สำหรับกล้วยไม้พบว่าการถ่ายละอองเกสรมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มจำนวนการแสดงออก ของ *ACO* ในส่วนของยอดเกสรเพศเมียและกลีบดอก (Nadeau et al., 1993) ในการศึกษาการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับ ethylene receptor และ signalling cascade มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาให้เกิดการเสื่อมตามอายุ ในดอกคาร์เนชั่นพบว่า *DC-ERS2* และ *DC-ETR1* เป็น ethylene receptor genes ที่เกี่ยวข้องกับการรับเอทิลีนและมีการแสดงออกในระหว่างที่เกิดการเสื่อมตามอายุของดอกอย่างความจำเพาะต่อเนื้อเยื่อของดอกไม้ (Shibuya et al., 2002) การเสื่อมตามอายุของกลีบดอกกุหลาบมีความสัมพันธ์กับระดับของ *ETR3* ที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ว่าการเสื่อมตามอายุของดอกอาจถูกกระตุ้นด้วยเอทิลีนจากภายในโดย ethylene receptor (Müller et al., 2002)

3. reactive oxygen species (ROSs)

3.1 การเกิด reactive oxygen species (ROSs) ในระหว่างการเสื่อมตามอายุของดอกไม้

oxidative stress เกิดจากความไม่สมดุลของการสร้างและเมทาบอลิซึมของ ROSs ซึ่งมีสาเหตุมาจากการที่ ROSs ถูกสร้างขึ้นมากกว่าถูกเมทาบอไลท์ (Neil et al., 2002) และ ROSs เหล่านี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับออร์แกแนลภายในเซลล์ มีผลทำให้ DNA และโปรตีนถูกทำลาย รวมถึงการเกิด lipid peroxidation (Halliwell and Gutteridge, 1999) ROSs ประกอบด้วยโมเลกุลที่ได้มาจากออกซิเจน ได้แก่ singlet oxygen ($^1O_2$), superoxide radical ($O_2^{\bullet-}$), hydroxyl radical ($OH^{\bullet-}$), hydroperoxyl radical ($HO_2^{\bullet-}$) และ hydrogen peroxide (H_2O_2) โมเลกุลเหล่านี้สามารถ oxidized macromolecule ได้หลากหลายด้วยความจำเพาะต่อโมเลกุลสูง ในขณะที่ $OH^{\bullet}$ มีความเป็น reactive และจำเพาะต่อโมเลกุลเป้าหมายมากที่สุด (Dat et al., 2000) การสร้าง H_2O_2 พบได้จากกระบวนการภายในเซลล์ เช่น การถ่ายทอดอิเล็กตรอนผ่านการทำงานของเอนไซม์ oxidases และ peroxidases (PODs) ที่มีการสร้างมาจาก compartment ที่แตกต่างกัน (Ape and Hirt, 2004) เช่นใน chloroplast peroxisome และ apoplast ในเซลล์ของกลีบดอกที่พัฒนาเต็มที่แล้วพบว่า chloroplast ส่วนใหญ่หายไปหรือเปลี่ยนไปเป็น chromoplast ที่ไม่สามารถสังเคราะห์แสงได้ (Marano et al., 1993) จึงเป็นที่เข้าใจว่าแหล่งในการสร้าง H_2O_2 อยู่ที่ peroxisome และ apoplast แต่อย่างไรก็ตามพบว่า H_2O_2 มีความเป็นพิษน้อยมากและมีอายุนานกว่า (ครึ่งชีวิตประมาณ 1 ms) เมื่อเปรียบเทียบกับ ROSs ชนิดอื่น ดังนั้น H_2O_2 จึงสามารถที่จะแพร่ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปยัง compartment อื่นได้ ซึ่งตัวมันเองอาจทำตัวเป็นโมเลกุล signal หรือถูกกำจัดออกไป นอกจากนี้ H_2O_2 ยังสามารถไปทำปฏิกิริยากับ $O_2^{\bullet-}$ ในภาวะที่มีเหล็กหรือทองแดงโดยปฏิกิริยา Fenton/Haber Weiss (Dat et al., 2000) ทำให้เกิดการสร้าง $OH^{\bullet}$ ที่มีความเป็น reactive มากขึ้น ระดับของ ROSs อาจมีความแตกต่างกันไปในแต่ละ compartment ซึ่งขึ้นอยู่กับแอกทิวิตีของเซลล์ (Rogers, 2012)

การศึกษาระดับของ ROSs ในระหว่างการเสื่อมตามอายุของกลีบดอกพบว่าการวัดปริมาณ ROSs ที่เกิดขึ้นไม่มีความสัมพันธ์ที่ชัดเจนกับตัว marker ของการเสื่อมตามอายุ เช่น malondialdehyde (MDA), การรั่วไหลของไอออน, cyctochrome c เป็นต้น หรือระดับของ ROSs ที่เพิ่มขึ้นได้ อย่างไรก็ตามระดับของ H_2O_2 ที่สูงขึ้นในดอกทิวลิปมีความเกี่ยวข้องกับการเสื่อมตามอายุที่แน่ชัดกับ marker เช่น protease และการปลดปล่อย cytochrome c จาก mitochondria

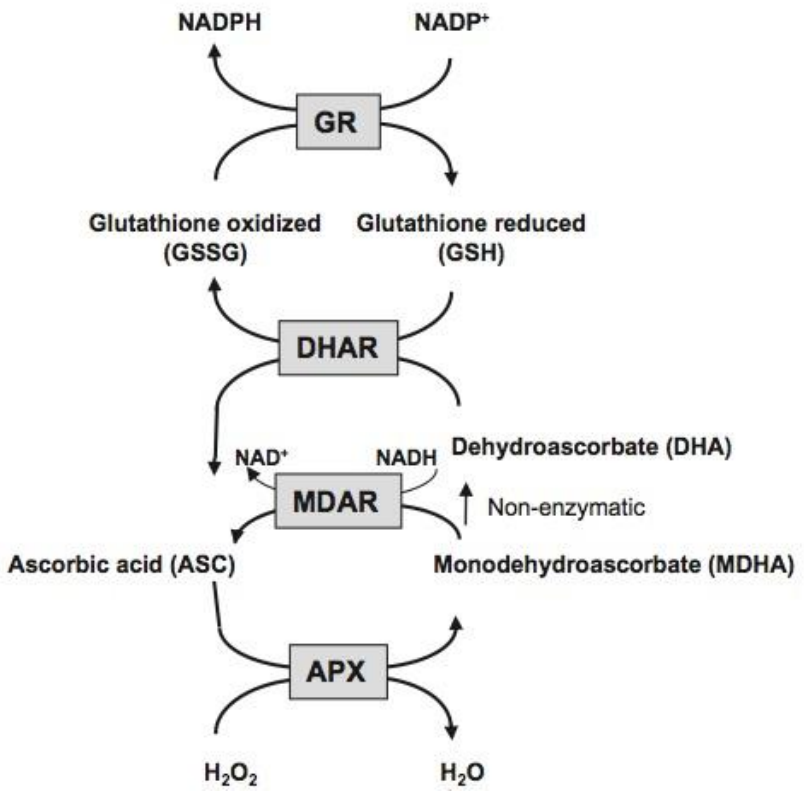
เพิ่มขึ้น (Azad et al., 2008) เช่นเดียวกับในดอก day lily ซึ่งพบว่าระดับของ H_2O_2 สูงเกิดขึ้นภายหลังจากมีการรั่วไหลของไอออนเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นจุดเริ่มต้นของการเสื่อมตามอายุของดอกไม้หลายชนิด (Panavas and Rubinstein, 1998) ระดับ ROSs ที่เพิ่มขึ้นไม่ได้จำกัดแค่ในกลีบดอกเพียงอย่างเดียว ในดอกกล้วยไม้ 4 species พบว่านอกจากระดับของ H_2O_2 เพิ่มสูงขึ้นในส่วน lip และ perianth แล้วยังพบในส่วนของ column และ ovary มีระดับของ H_2O_2 เพิ่มขึ้นหลังจากการถ่ายละอองเกสรอีกด้วย (Attri et al, 2008)

3.2 การทำงานของวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน

พืชยังมีระบบกำจัด ROSs ผ่านวัฏจักร Asada-Halliwell หรือ วัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ซึ่งพบใน chloroplast และ cytoplasm โดยวัฏจักรนี้เกี่ยวข้องกับการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและรีดักชันของแอสคอร์เบต และกลูทาไทโอนซึ่งเป็นตัวหลักของการรักษาระดับ redox ภายในเซลล์โดยมีเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับวัฏจักร คือ ascorbate peroxidase (APX) monodehydroascorbate reductase (MDHAR) dehydroascorbate reductase (DHAR) และ glutathione reductase (GR) (Gill and Tuteja, 2010) กลไกการกำจัด H_2O_2 ในเซลล์เกิดขึ้นจากเอนไซม์ APX เปลี่ยน H_2O_2 เป็น H_2O และ O_2 โดยมี ascorbate (ASA) เป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาของเอนไซม์ จากนั้น ASA จะเปลี่ยนเป็น monodehydroascorbate (MDHA) หรือเปลี่ยนเป็น dehydroascorbate (DHA) แบบ non-enzymatic และมีการสังเคราะห์ ASA กลับมาอีกครั้ง โดยอาศัยการทำงานของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase (MDAR) และ dehydroascorbate reductase (DHAR) สำหรับการทำงานของเอนไซม์ GR เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนกลูทาไทโอน oxidized form (GSSG) เป็น reduced form (GSH) ซึ่ง GSH จัดเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ทำงานร่วมกับเอนไซม์ DHAR เพื่อสังเคราะห์ ASA ที่นำกลับมาหมุนเวียนเป็นสารตั้งต้นของวัฏจักรนี้อีกครั้ง (ภาพที่ 2)

การเสื่อมตามอายุของดอกไม้และการทำงานของเอนไซม์ในระบบดังกล่าวมีความสำคัญอย่างยิ่ง มีการศึกษาพบว่าแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX ที่ลดลงส่งผลทำให้ระดับของ H_2O_2 ภายใน

เซลล์เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงจุดเริ่มต้นของกระบวนการเสื่อมตามอายุของกลีบดอก gladiolus (Hossain et al., 2006) และ day lily (Chakrabarty et al., 2009)



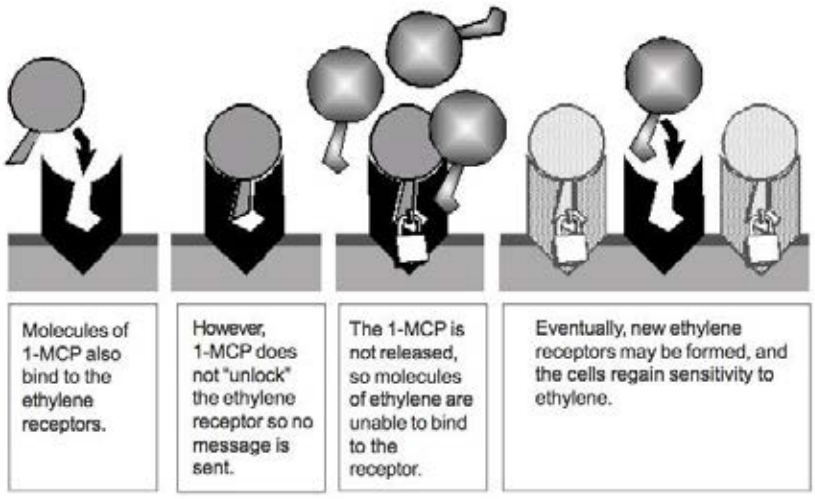
ภาพที่ 2 วัฏจักร Asada-Halliwell หรือวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน (Rogers, 2012)

4. 1-Methylcyclopropenec (1-MCP)

สาร 1-methylcyclopropene (1-MCP) มีสถานะเป็นแก๊สที่มีความสามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีน ถูกนำมาใช้เพื่อยับยั้งการทำงานของเอทิลีนในไม้ตัดดอก ไม้กระถาง และผลผลิตทางพืชสวน โดยมีบริษัท Floralife Inc. เป็นผู้พัฒนา 1-MCP เพื่อนำไปใช้กับไม้ดอก โดยเฉพาะภายใต้ชื่อทางการค้า EthylBloc® ซึ่ง 1-MCP ที่ผลิตออกมาเพื่อใช้ในทางการค้าอยู่ในรูปแบบผงโดยการนำเอา 1-MCP ไปตรึงกับ cyclodextrin เกิดเป็นสารประกอบที่เป็นรูปแบบผง และเมื่อทำการผสมกับน้ำหรือ buffer จะปลดปล่อย 1-MCP ในรูปแบบของแก๊สออกมา (Serek et al., 2006)

4.1 การทำงานของ 1-MCP

Sisler and Serek (1997) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับทำงานของ 1-MCP ที่สัมพันธ์กับ ethylene receptor โดย 1-MCP สามารถจับกับ ethylene receptor ส่งผลให้เอทิลีนไม่สามารถเข้ามาจับได้ จากการศึกษาพบว่า 1-MCP มีค่า affinity กับ receptor ของเอทิลีนสูงกว่าเอทิลีนถึง 10 เท่า แสดงว่า 1-MCP สามารถทำงานได้ดีที่ความเข้มข้นต่ำกว่าเอทิลีน โมเลกุลของ 1-MCP มีการจับกับตัว ethylene receptor แบบไม่สามารถเปลี่ยนแปลงกลับได้เหมือนเอทิลีน จึงไม่เกิดการถ่ายทอดสัญญาณขึ้น และสามารถป้องกันเอทิลีนที่จะมาเข้าจับได้จนกว่าจะมีการสังเคราะห์ receptor ขึ้นมาใหม่ซึ่งจะทำให้สามารถจับกับเอทิลีนที่เข้ามาใหม่ได้แล้วเกิดการถ่ายทอดสัญญาณเพื่อตอบสนองต่อเอทิลีน (ภาพที่ 3) (Blankenship, 2001)



ภาพที่ 3 การทำงานของ 1-MCP ที่สัมพันธ์กับ ethylene receptor (Blankenship, 2001)

4.2 ผลของ 1-MCP ต่อการยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้

มีการศึกษาผลของการใช้ 1-MCP เพื่อยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้หลายสกุลด้วยกัน เช่น ในสกุล *Catleya* (Yamane et al.,2004) สกุล *Cymbidium* (Heyes and Johnson, 1998) สกุล *Dendrobium* (กุลนาถ อบสุวรรณ สุภาพร สังข์งาม และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ, 2550; ศิโรรัตน์ เขียนแม้น, 2554; Uthaichay et al., 2007; Lerslerwong et al., 2009) สำหรับในกล้วยไม้สกุลหวายนอกจากอายุการปักแจกันของช่อที่เพิ่มขึ้น 1-MCP ยังมีผลต่อคุณภาพของช่อ

ดอกอีกด้วย เช่น ในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์อรุณไวท์พบว่าการใช้ 1-MCP ทำให้มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสดและการดูดน้ำของช่อดอกดีกว่าชุดควบคุม ซึ่งส่งผลทำให้มีอายุการปักแจกันเพิ่มขึ้น (กุลนาถ อบสุวรรณ และคณะ, 2550) นอกจากนี้ยังพบว่ากล้วยไม้สกุลหวายตอบสนองต่อเอทิลีนได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งการการหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบาน จากการทดลองของ Uthaichay et al. (2007) พบว่าการรมช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์คาเรนด้วย 1-MCP ที่ความเข้มข้น 100-500 nl/l เป็นเวลา 4 ชั่วโมงแล้วตามด้วยการรมเอทิลีนที่ความเข้มข้น 1 µl/l เป็นเวลา 3 วัน สามารถช่วยป้องกันการหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบานจากบนช่อดอกกล้วยไม้ได้ นอกจากนี้ยังมีผลต่อการสังเคราะห์เอทิลีนโดยทำให้มีปริมาณของเอทิลีนของช่อดอกลดลงและยังไปมีผลทำให้แอกทิวิตีของเอนไซม์ ACC synthase ในดอกบาน และแอกทิวิตีของเอนไซม์ ACC oxidase ในดอกตูมลดลง

4.3 ผลของ 1-MCP ต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์แอนติออกซิแดนท์

จากการศึกษาพบว่า 1-MCP มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในกลุ่มแอนติออกซิแดนท์ในพืช เช่น ในมะม่วง (M. *Indica*) พบว่าการรม 1-MCP สามารถลดระดับของ H_2O_2 และ lipid peroxidation ได้โดยการเพิ่มแอกทิวิตีและ isozymes ของเอนไซม์ในกลุ่ม catalase และ superoxide dismutase (SOD) (Singh and Dwivedi, 2008) ผลของ 1-MCP ต่อเมทาบอลิซึมของแอสคอร์เบตในบรอคโคลี่สองสายพันธุ์ คือ Haitsu และ Ryokurei พบว่า 1-MCP สามารถยับยั้งการลดลงของ ASA ได้และเมื่อทำการตรวจสอบระดับการแสดงออกของยีนด้วยวิธี real-time PCR พบว่าเกี่ยวข้องกับการแสดงออกของยีนในกลุ่ม *APX* ที่ลดลง และมีการเพิ่มการแสดงออกของยีนในกลุ่ม *DHAR* และ *GLDH* ซึ่งการทำงานของยีนเหล่านี้ส่งผลให้เกิดการยับยั้งการลดลงของ ASA ในบรอคโคลี่ทั้งสองสายพันธุ์ (Ma et al., 2010)

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. พืชทดลอง

ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน (*Dendrobium* 'Khao Sanan') และพันธ์บูรณะเจตน์ (*Dendrobium* 'Burana Jade') เกรดส่งออกขนาดยาวพิเศษ (พันธุ์ขาวสนานยาว 55-60 เซนติเมตร และพันธุ์บูรณะเจตน์ยาว 60-65 เซนติเมตร) จากสวนกล้วยไม้อำเภอนครชัยศรี จ. นครปฐม ช่อดอกกล้วยไม้ที่นำมาทดลองเก็บเกี่ยวในช่วงตอนเช้าและห่อด้วยถุงพลาสติกที่แห้งเพื่อขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศมายังห้องปฏิบัติการภายในเวลา 3 ชั่วโมง สำหรับพันธุ์ขาวสนานทำการทดลองในระหว่างเดือนมกราคม-เมษายน 2555 พันธุ์บูรณะเจตน์ทำการทดลองในช่วงมิถุนายน-พฤศจิกายน 2555

2. วัสดุอุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์สำหรับการรมช่อดอกกล้วยไม้

ถังพลาสติกขนาด 26 แกลลอน

ไม้บรรทัด

กรรไกรตัดกิ่ง

เทปกาวย่น

กระดาษทิชชู่

เชือก

ถังน้ำ

หลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 15 มิลลิลิตร

หลอดพลาสติก

กะละมังพลาสติก

โฟม

บีกเกอร์

ขวดน้ำกลั่น

เข็มฉีดยา

นาฬิกาจับเวลา (Casio, Japan)

2.2 อุปกรณ์สำหรับศึกษาอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้

เทอร์โมมิเตอร์

เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง (Sartorius, Germany)

กระบอกน้ำกลั่น

กล้องถ่ายภาพระบบดิจิตอล Pentax K-r (Pentax Ricoh Imaging, Japan)

ผ้าดำ

2.3 อุปกรณ์สำหรับศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก

เครื่องวัดสี Konica Minolta รุ่น CR-10 (Konica Minolta, Japan)

ชุดคอมพิวเตอร์

โปรแกรมวัดสี astro colorRIGHT

2.4 อุปกรณ์สำหรับศึกษาการสังเคราะห์เอทิลีน

เครื่องชั่งน้ำหนัก 2 ตำแหน่ง (Sartorius, Germany)

เครื่อง gas chromatograph Shimadzu GC-8A (Shimadzu, Japan)

กระบอกฉีดยาขนาด 5 และ 20 มิลลิลิตร

เข็มฉีดยาเบอร์ 18 และ 24 ยาว 1.5 นิ้ว

กระบอกเก็บแก๊ส

ขวดพลาสติกขนาด 1.5 และ 5 ลิตร

ขวดเก็บน้ำเกลือขนาด 20 มิลลิลิตร พร้อมจุกยาง

พาราฟิล์ม

2.5 อุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และแอกทิวิตีของเอนไซม์

เครื่องอ่าน microplate EnSpire Enspire® Multimode Plate Reader

(PerkinElmer, USA)

โปรแกรม EnSpire version 3.0

96 well microplate (Sterilin, UK)

96 well UV-transparent microplate (Nunc, Denmark)

ไมโครปิเปตขนาด 10, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร

ไมโครปิเปตแบบ 8 แชนแนลขนาด 200 ไมโครลิตร

ไมโครปิเปตทิปขนาด 20, 200 และ 1,000 ไมโครลิตร

กระติกน้ำเก็บความเย็นแบบอลูมิเนียม

กล่องโฟม

ตู้เย็น

ตู้แช่เย็นที่อุณหภูมิ -20 และ -80 องศาเซลเซียส

เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ Hettich universal 32R (Hettich, Germany)

เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโรค (autoclave)

หลอด eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

แท่นวาง eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

เครื่องชั่งน้ำหนัก 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo, Switzerland)

บีกเกอร์ขนาด 100, 250, 500 และ 2,000 มิลลิลิตร

กระบอกตวงขนาด 10, 25, 50, 100, 250 และ 500 มิลลิลิตร

มีด

ถุงมือยาง

ชุดโกร่งบด

แผ่นอลูมิเนียมฟอยด์

ปากกา marker

ขวดบรรจุสารเคมีขนาด 100, 250, 500 และ 1,000 มิลลิลิตร

ถุงพลาสติกแบบมีซิบขนาด 8x10 และ 12x18 นิ้ว

ถุงพลาสติกร้อนขนาด 8x12 นิ้ว

3. สารเคมี

3.1 สารเคมีสำหรับการรมซ่อดอกกล้วยไม้

น้ำกลั่น

1-methylcyclopropene (1-MCP) (EthylBloc®, FloraLife, USA)

1% ethylene

3.2 สารเคมีสำหรับศึกษาการสังเคราะห์เอทิลีน

น้ำเกลืออิ่มตัว

3.3 สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ปริมาณไฮโดเจนเปอร์ออกไซด์

ไนโตรเจนเหลว

sodium phosphate buffer (pH 6.5)

titanium sulphate

sulfuric acid

3.4 สารเคมีสำหรับสกัดเอนไซม์จากตัวอย่างพืช

ไนโตรเจนเหลว

MES

potassium hydroxide

potassium chloride

calcium chloride

L-ascorbic acid

3.5 **สารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอกทิวิตี** ascorbate peroxidase

potassium phosphate buffer (pH 7.0)

L-ascorbic acid

hydrogen peroxide

3.6 **สารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอกทิวิตี** dehydroascorbate reductase

HEPES (pH 7.0)

ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

glutathione (reduced form)

dehydroascorbic acid

3.7 **สารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอกทิวิตี** monodehydroascorbate reductase

HEPES buffer (pH 7.6)

L-ascorbic acid

β-nicotinamide adenine dinucleotide (NADH)

ascorbate oxidase

sodium phosphate buffer (pH 5.6)

bovine serum albumin

3.8 **สารเคมีสำหรับวิเคราะห์แอกทิวิตี** glutathione reductase

HEPES (pH 8.0)

ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA)

β-nicotinamide adenine dinucleotide phosphate (NADPH)

glutathione (oxidized form)

3.9 **สารเคมีสำหรับวิเคราะห์ total protein**

bovine serum albumin

สารทดสอบโปรตีนของบริษัท Bio-Rad

4. วิธีการทดลอง

4.1 การเตรียมช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

คัดเลือกช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายที่มีความสม่ำเสมอทั้งขนาดและสี โดยพันธุ์ขาวสนานใช้ช่อดอกความยาวประมาณ 55-60 เซนติเมตร มีดอกบานเริ่มต้น 5-6 ดอก และพันธุ์บูรณะเจตน์ใช้ช่อดอกความยาวประมาณ 60-65 เซนติเมตร มีดอกบานเริ่มต้น 6-8 ดอก นำช่อดอกกล้วยไม้มาตัดก้านช่อดอกใต้น้ำให้มีความยาว 15 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์ขาวสนาน และ 12 เซนติเมตร สำหรับพันธุ์บูรณะเจตน์ จากนั้นนำไปปักในหลอดเซนตริฟิวจ์ที่บรรจุน้ำกลั่นปริมาตร 10 มิลลิลิตร เพื่อเตรียมพร้อมสำหรับการทดลองขั้นต่อไป

4.2 ศึกษาผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

การทดลองแบ่งออกเป็น 4 ชุดทดลอง ชุดทดลองละ 4 ซ้ำ และแต่ละซ้ำมีจำนวนกล้วยไม้ 10 ช่อ โดยมีชุดทดลอง ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 ชุดควบคุม ที่ไม่มีการรมด้วย 1-MCP และเอทิลีน

ชุดทดลองที่ 2 รมด้วยเอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l

ขุดทดลองที่ 3 รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l

ชุดทดลองที่ 4 รมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l และเอทิลีน 0.4 µl/l

โดยรมช่อดอกกล้วยไม้ในถังพลาสติกปิดสนิทด้วย 1-MCP นาน 3 ชั่วโมง และในชุดทดลองที่ 4 รมต่อด้วยเอทิลีนนาน 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำช่อดอกกล้วยไม้ทั้งหมดมาวางในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาสเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 80±10% ภายใต้สภาพแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 50% (65.6 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$) เป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงทุก 2 วัน ในวันที่ 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 หลังจากได้รับการรมด้วย 1-MCP และเอทิลีนหรือจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกันดังนี้

4.2.1 อายุการปักแจกัน

กำหนดให้เมื่อดอกบานเริ่มต้นเกิดการเสื่อมตามอายุมากกว่า 50% ถือว่าหมดอายุการปักแจกัน ลักษณะของดอกบานเสื่อมตามอายุ คือ ดอกบานมีลักษณะคว่ำลง สังเกตเห็นเส้น vein ทั่วทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอก กลีบเลี้ยงและกลีบดอกเปลี่ยนสี ดอกเหี่ยวหรือร่วง (นริสา อุทัยฉาย, 2546) (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.2.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

ชั่งช่อดอกกล้วยไม้ด้วยเครื่องชั่งทศนิยม 2 ตำแหน่ง และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักสด ดังนี้

$$\text{น้ำหนักสดของช่อดอก (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักของวันที่เก็บผล} - \text{น้ำหนักของวันแรก})}{\text{น้ำหนักของวันแรก}} \times 100$$

4.2.3 การดูดน้ำของช่อดอก

วัดการดูดน้ำของช่อดอกโดยสังเกตจากระดับน้ำในหลอดพลาสติก แล้วบันทึกค่าของระดับน้ำที่ได้ในหน่วยมิลลิลิตร และทำการเติมระดับน้ำในหลอดให้มีปริมาตร 10 มิลลิลิตรทุกครั้งภายหลังการบันทึก

4.2.4 การเสื่อมตามอายุของดอกบานและดอกตูม

นับจำนวนดอกบานและดอกตูมที่เสื่อมตามอายุ และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุ ดังนี้

การเสื่อมตามอายุของดอกบาน (%) = จำนวนดอกบานที่เสื่อมสะสมจนถึงวันที่เก็บผล x 100
จำนวนดอกบานเริ่มต้น

การเสื่อมตามอายุของดอกตูม (%) = จำนวนดอกตูมที่เสื่อมสะสมจนถึงวันที่เก็บผล x 100
จำนวนดอกตูมเริ่มต้น

4.2.5 การร่วงของดอกบานและดอกตูม

นับจำนวนดอกบานและดอกตูมที่ร่วงจากช่อดอก และคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุ ดังนี้

การร่วงของดอกบาน (%) = จำนวนดอกบานที่ร่วงสะสมจนถึงวันที่เก็บผล x 100
จำนวนดอกบานเริ่มต้น

การร่วงของดอกตูม (%) = จำนวนดอกตูมที่ร่วงสะสมจนถึงวันที่เก็บผล x 100
จำนวนดอกตูมเริ่มต้น

4.2.6 การบานเพิ่มของดอกตูม

นับจำนวนดอกตูมที่บานเพิ่มขึ้น แล้วคำนวณออกมาในรูปของเปอร์เซ็นต์การการบานเพิ่ม ดังนี้

การบานเพิ่มของดอกตูม (%) = จำนวนดอกตูมที่บานเพิ่มสะสมจนถึงวันที่เก็บผล x 100
จำนวนดอกตูมเริ่มต้น

4.2.7 การเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก

วัดการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบโดยใช้เครื่องวัดสี (Konica Minolta รุ่น CR-10) โดยวัดกลีบดอกของดอกบานย่อยตำแหน่งที่ 3 นับจากดอกบานย่อยล่างสุดของช่อดอกกล้วยไม้ รายงานผลเป็นค่า L, C, h และ DE (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.3 เปรียบเทียบการสังเคราะห์แก๊สเอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ทำการทดลอง 4 ชุดทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 4.2 เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 8 และ 12 หลังจากได้รับการรมด้วย 1-MCP และเอทิลีนหรือจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน นำช่อดอกกล้วยไม้จำนวน 1 ช่อที่ปักอยู่ในหลอดเซนตริฟิวจ์มาใส่ในท่อพลาสติกปริมาตร 1,520 ลูกบาศก์เซนติเมตร เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้หลอดฉีดยาดูดอากาศตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรจากท่อพลาสติกมาเก็บแทนที่น้ำเกลือในขวดแก้วขนาด 20 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปเก็บไว้ที่ตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปตรวจวิเคราะห์หาปริมาณแก๊สเอทิลีนด้วยเครื่อง gas chromatograph Shimadzu GC-8A แต่ละชุดทดลองทำ 4 ซ้ำ นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณเอทิลีนต่อน้ำหนักช่อดอกกล้วยไม้ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.6 เปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ทำการทดลอง 4 ชุดทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 4.2 เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 8 และ 12 หลังจากได้รับการรมด้วย 1-MCP และเอทิลีนหรือจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน โดยเก็บดอกบานย่อยตำแหน่งที่ 3 นับจากดอกบานย่อยล่างสุดของช่อดอกน้ำหนักประมาณ 200 มิลลิกรัมในแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว ก่อนนำไปเก็บในตู้แช่เย็นอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส แต่ละชุดทดลองทำ 4 ซ้ำและแต่ละซ้ำมีช่อดอกกล้วยไม้ 3 ช่อ นำตัวอย่างที่เก็บไว้ไปสกัด H_2O_2 ตามวิธีของ Singh and Dwivedi (2008) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาปริมาณ H_2O_2 (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.5 เปรียบเทียบแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ทำการทดลอง 4 ชุดทดลอง เช่นเดียวกับข้อ 4.2 เก็บตัวอย่างในวันที่ 0, 2, 4, 8 และ 12 หลังจากได้รับการรมด้วย 1-MCP และเอทิลีนหรือจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน โดยเก็บดอกบานย่อยตำแหน่งที่ 3 นับจากดอกบานย่อยล่างสุดของช่อดอกน้ำหนักประมาณ 200 มิลลิกรัมในแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์ แล้วนำไปแช่ในไนโตรเจนเหลว ก่อนนำไปเก็บในตู้แช่เย็นอุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส แต่ละชุดทดลองทำ 4 ซ้ำและแต่ละซ้ำมีช่อดอกกล้วยไม้ 3 ช่อ นำตัวอย่างที่เก็บไว้มาสกัดเอนไซม์และวิเคราะห์แอกทิวิตีของเอนไซม์ด้วยวิธีของ Murshed, Lopez-

Lauri, and Sallanon (2008) นำค่าที่ได้มาคำนวณหาการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ (รายละเอียดในภาคผนวก ก)

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) และวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วยวิธี one-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.7 สถานที่ทำการทดลอง

ห้องไฟโตตรอน ห้องปฏิบัติการของหน่วยวิจัยสิ่งแวดล้อมและสรีรวิทยาของพืช ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4
ผลการทดลอง

1. ผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

1.1 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน

1.1.1 อายุการปักแจกัน

อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานในแต่ละชุดทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยช่อดอกกล้วยไม้ที่รมด้วย 1-MCP และ 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีอายุการปักแจกันสูงสุดคือ 11.5 และ 11.4 วัน ตามลำดับ ในขณะที่ช่อดอกกล้วยไม้ที่รมด้วยเอทิลีนเพียงอย่างเดียวมีอายุการปักแจกันลดลงครึ่งหนึ่ง คือ 3.5 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีอายุการปักแจกัน 8 วัน (ตารางที่ 1)

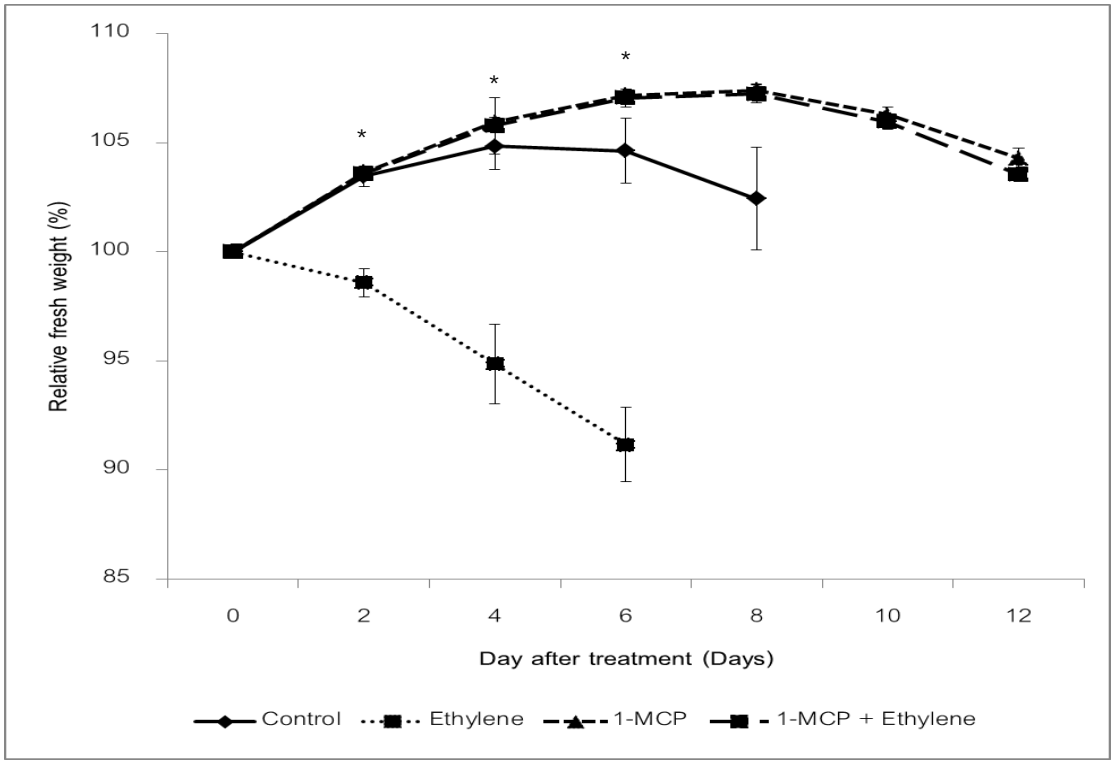
ตารางที่ 1 อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Vase life (Days±SE)
Control	8.0 ± 0.4 [b]
Ethylene	3.5 ± 0.7 [c]
1-MCP	11.5 ± 0.2 [a]
1-MCP + Ethylene	11.4 ± 0.3 [a]
	*

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.1.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

จากการทดลองพบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีการลดลงของน้ำหนักสดของช่อดอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น และลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน โดยมีแนวโน้มของน้ำหนักเพิ่มขึ้นก่อนแล้วจึงค่อยลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 4, ตารางที่ 7)

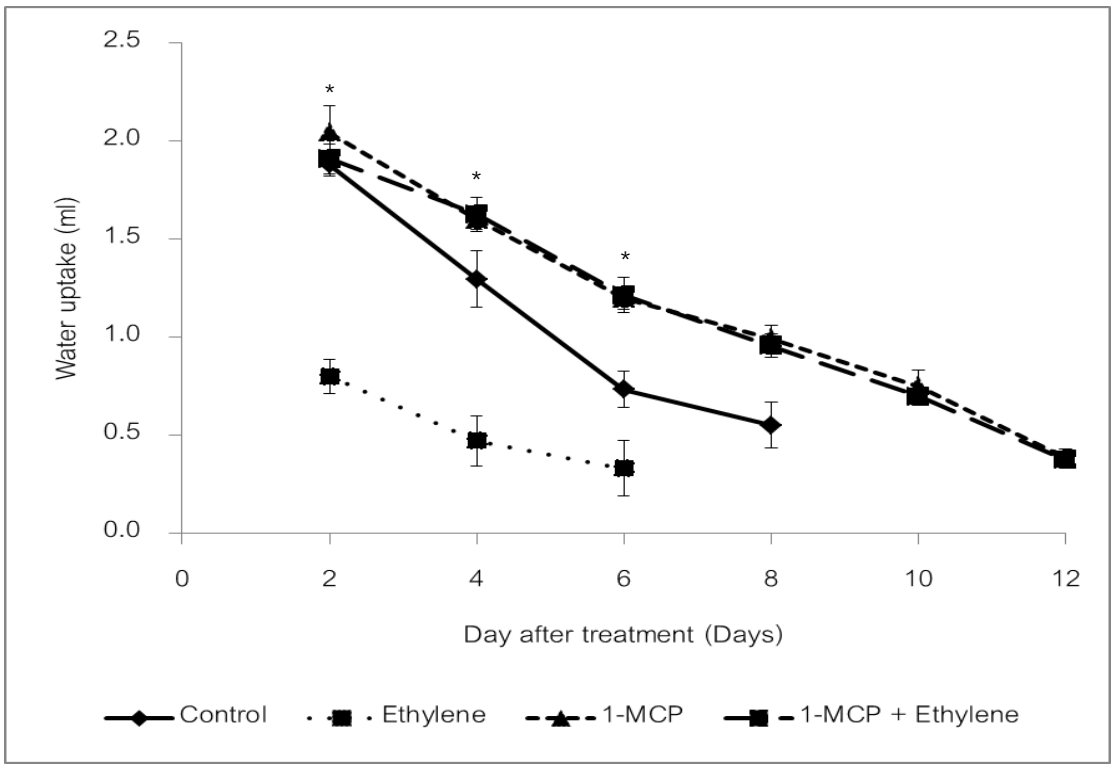


ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.1.3 การดูดน้ำของช่อดอก

จากการทดลองพบว่าเมื่ออายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นช่อดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำน้อยลง โดยชุดทดลองที่รมด้วยด้วยเอทิลีนมีการดูดน้ำแตกต่างอย่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 4 ในวันที่ 6 พบว่าชุดควบคุมมีการดูดน้ำแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน แต่ไม่มีความแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน (ภาพที่ 5, ตารางที่ 8)



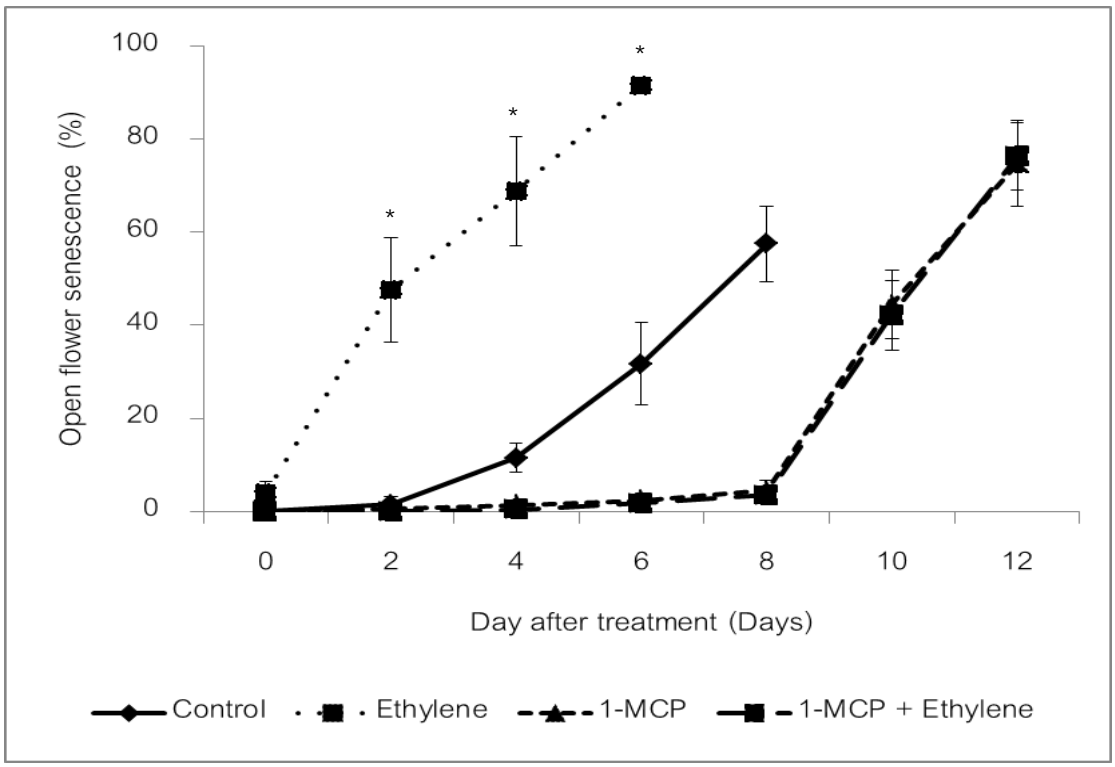
ภาพที่ 5 การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.1.4 การเสื่อมตามอายุของดอกบานและดอกตูม

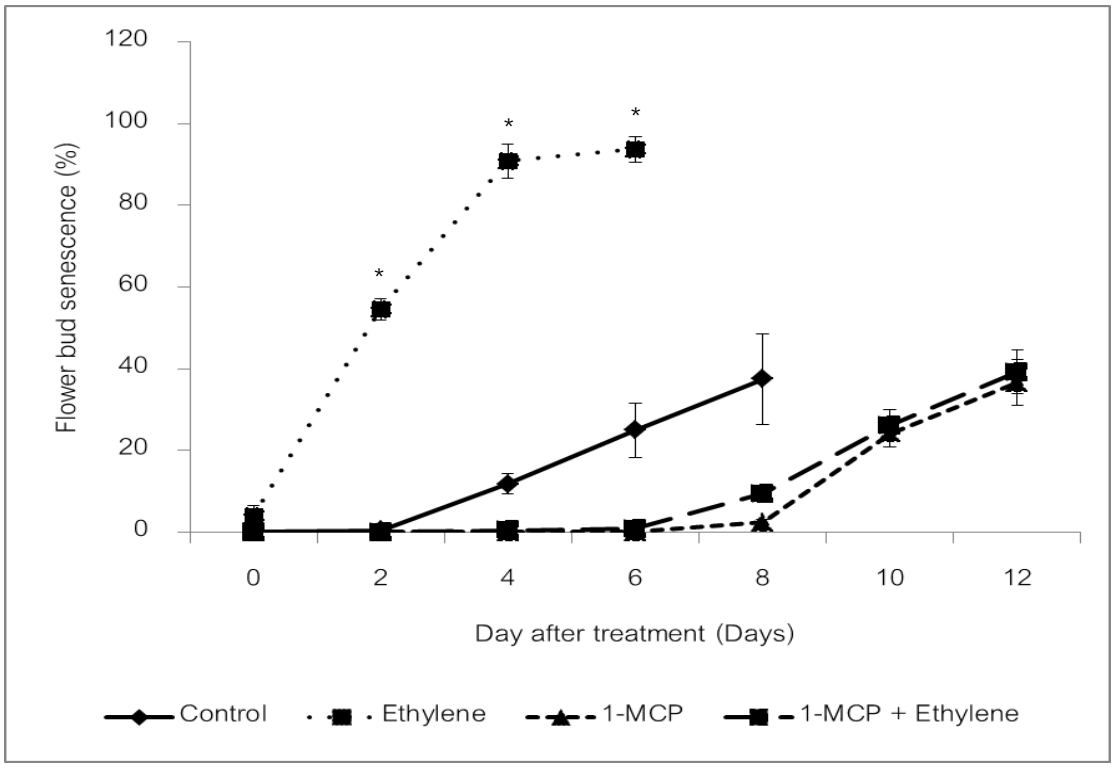
การเสื่อมตามอายุของดอกบาน พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานสูงสุด และชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานต่ำสุด สำหรับชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่วันที่ 2 จนหมดอายุการปักแจกัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์เสื่อมตามอายุแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวันที่ 6 (ภาพที่ 6, ตารางที่ 9)

การเสื่อมตามอายุของดอกตูม พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกตูมสูงสุด และชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานต่ำสุด โดยในวันที่ 2 ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4 และวันที่ 6 (ภาพที่ 7, ตารางที่ 10)



ภาพที่ 6 การเสื่อมตามอายุของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 7 การเสื่อมตามอายุของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.1.5 การร่วงของดอกบานและดอกตูม

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกบานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดทดลอง แต่ในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกบานก่อนชุดทดลองอื่นคือวันที่ 6 ขณะที่ชุดควบคุมพบการร่วงในวันที่ 8 และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนพบการร่วงของดอกบานในวันที่ 10 และ 12 ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

เปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกตูมในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์สูงกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 6 ในขณะที่ชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การร่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน โดยพบการร่วงของดอกบานครั้งแรกของชุดควบคุมในวันที่ 6 ส่วนชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนพบการร่วงของดอกบานครั้งแรกในวันที่ 10 และ 12 ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 การร่วงของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Open flower abscission (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.3 ± 0.8	N/A	N/A
Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.4	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.4	0.4 ± 0.4
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.9 ± 0.5
	ns	ns	ns	ns	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 3 การร่วงของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud abscission (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[b]	0.4 ± 0.2[b]	1.0 ± 0.4	N/A	N/A
Ethylene	0.6 ± 0.4	1.2 ± 0.3[a]	1.7 ± 0.4[a]	12.5 ± 2.9[a]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[c]	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.2	0.2 ± 0.2
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[c]	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.6
	ns	*	*	*	-	-	-

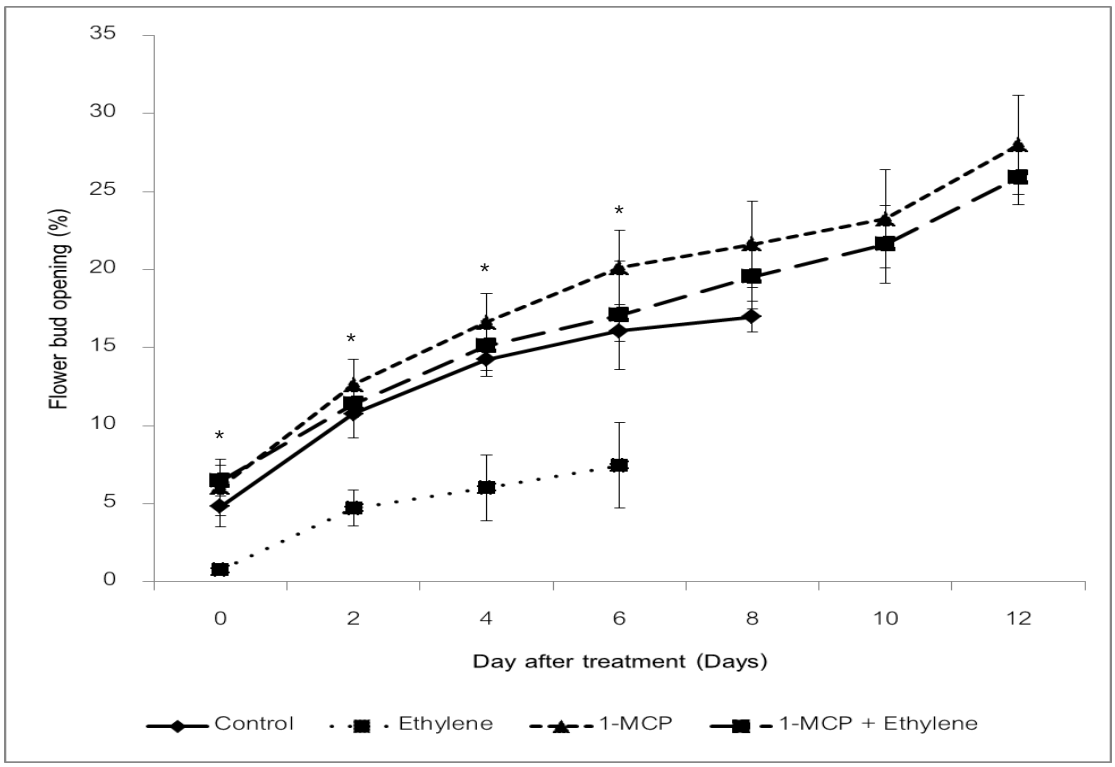
* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

1.1.6 การบานเพิ่มของดอกตูม

ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนพบเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมลดลงแตกต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ยกเว้นในวันที่ 0 ที่ไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มจากชุดควบคุม ในขณะที่เปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการปักแจกันในชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน (ภาพที่ 8, ตารางที่ 11)



ภาพที่ 8 การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.1.7 การเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก

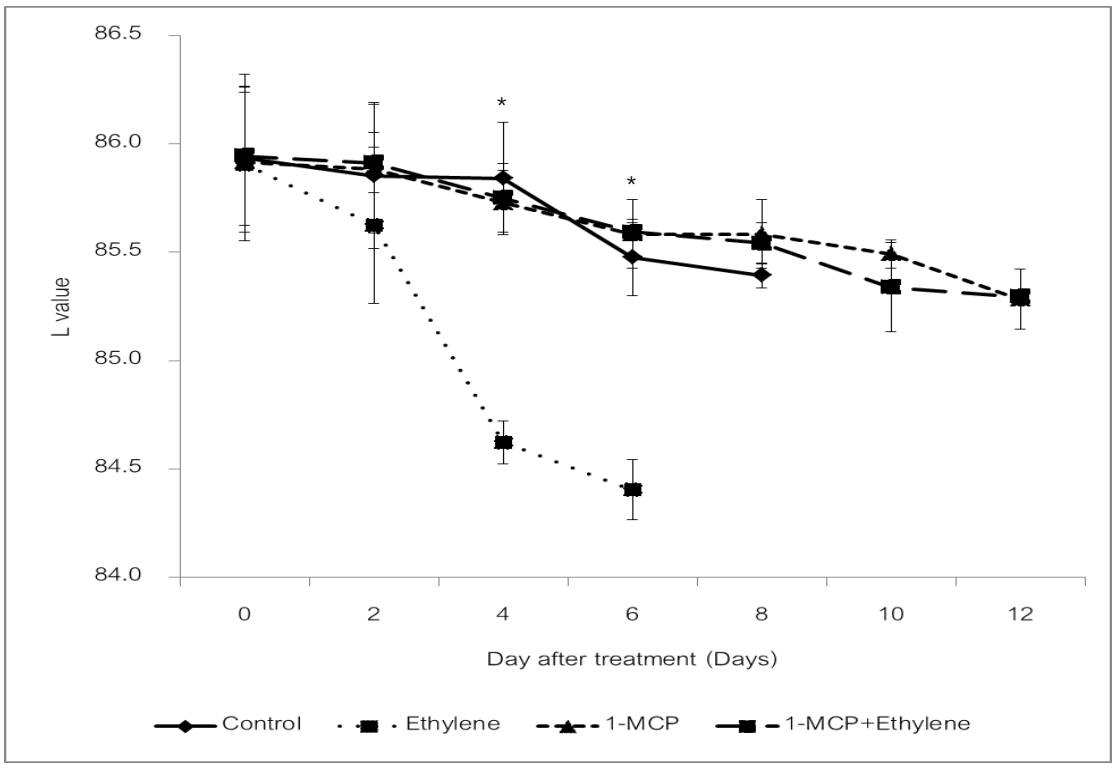
การเปลี่ยนแปลงของค่า L หรือค่าความสว่างของสีกลีบดอกทุกชุดทดลองมีแนวโน้มลดลง หรือกลีบดอกมีสีคล้ำขึ้นตลอดอายุการปักแจกัน โดยพบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่าลดลงมากสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น ซึ่งพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4 และวันที่ 6 ในขณะที่ชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีการเปลี่ยนแปลงไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 9, ตารางที่ 12)

การเปลี่ยนแปลงของค่า C หรือค่าความเข้มของสีกลีบดอกทุกชุดทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นซึ่งแสดงว่ากลีบดอกมีสีเข้มขึ้นตลอดอายุการปักแจกัน ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่า C เพิ่มมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น โดยวันที่ 0 และวันที่ 2 ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนไม่มีความแตกต่างของค่า C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่มีความแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน สำหรับวันที่ 4 และวันที่ 6 จะพบว่าในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่า C เพิ่มขึ้นซึ่งแตกต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับชุดควบคุมมีค่า C ลดลงแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวันที่ 8 (ภาพที่ 10, ตารางที่ 13)

การเปลี่ยนแปลงของค่า h หรือค่าสีที่เปลี่ยนไปของกลีบดอกทุกชุดทดลองพบว่ามีค่า h เพิ่มขึ้นหรือสีของกลีบดอกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการปักแจกัน โดยพบว่าในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่า h เพิ่มขึ้นมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 6 ในขณะที่ชุดควบคุมมีแนวโน้มที่ค่า h มีความแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ในวันที่ 8 (ภาพที่ 11, ตารางที่ 14)

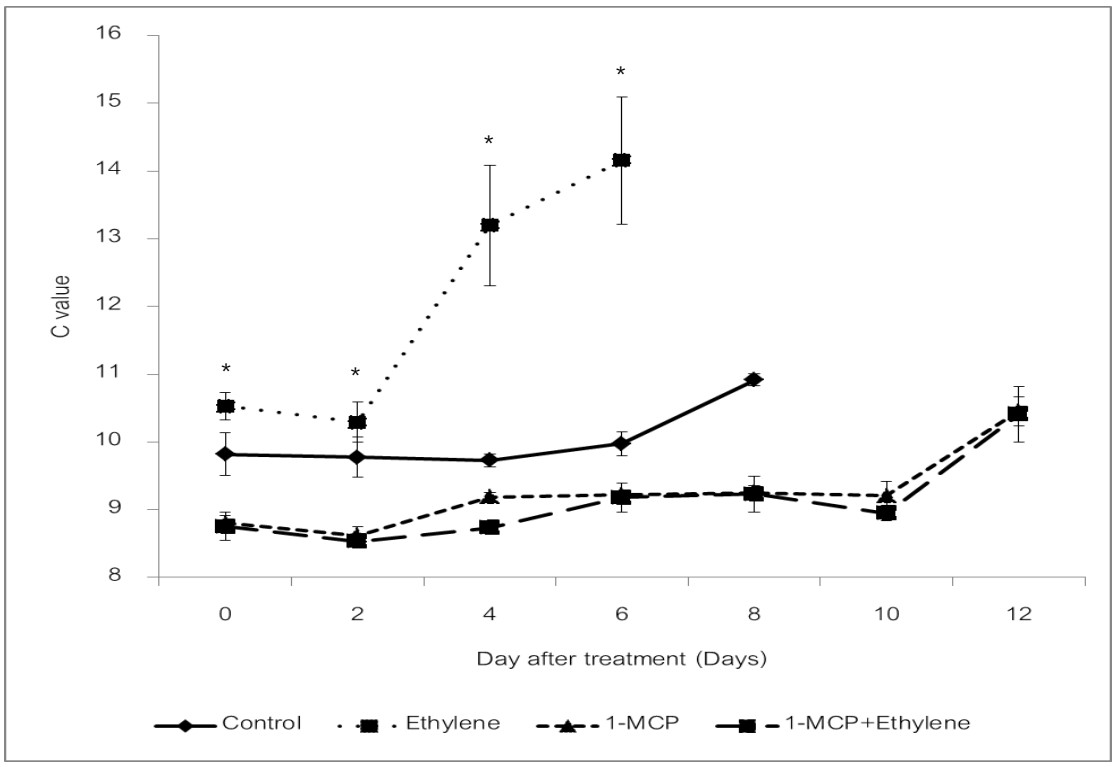
การเปลี่ยนแปลงของค่า DE หรือค่าของสีกลีบดอกที่เปลี่ยนแปลงไปจากสีกลีบดอกก่อนการทดลอง พบว่าทุกชุดทดลองมีค่าการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอกเพิ่มขึ้นตลอดอายุการปักแจกัน แต่พบการเปลี่ยนแปลงของค่า DE สูงสุดในชุดทดลองที่รมด้วยด้วยเอทิลีนซึ่งค่า DE จากชุดทดลองดังกล่าวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น

ตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 6 สำหรับชุดควบคุมมีค่า DE สูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ในวันที่ 8 (ภาพที่ 12, ตารางที่ 15)



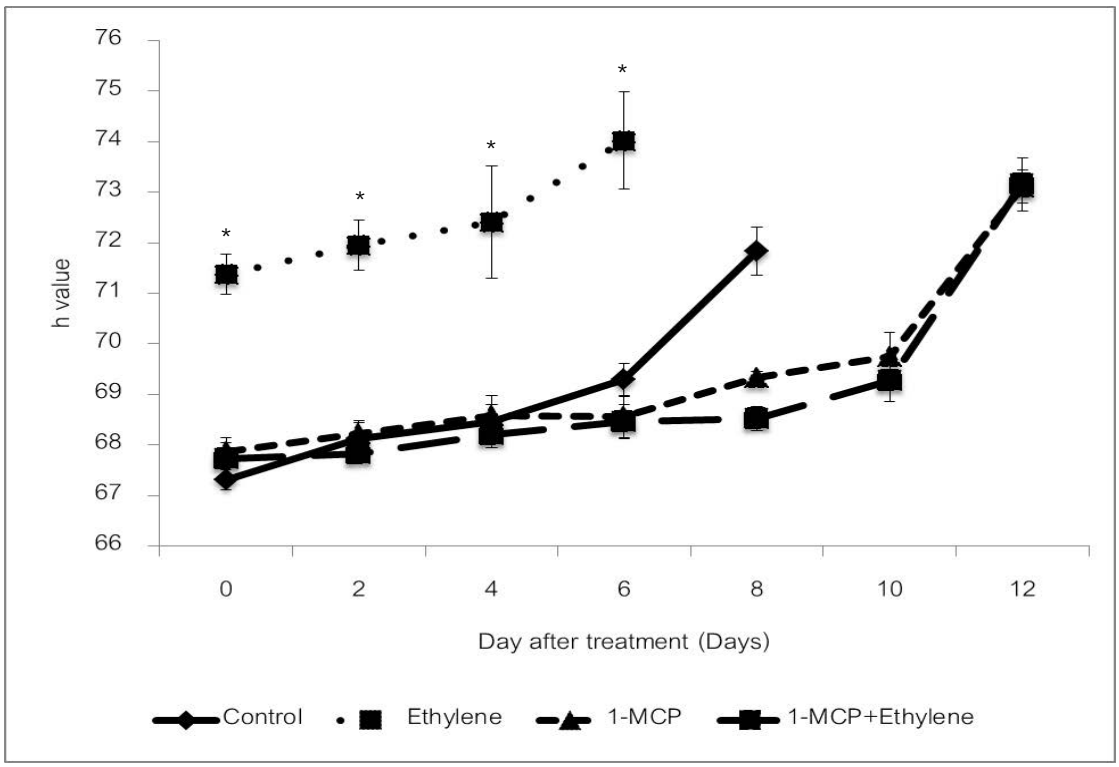
ภาพที่ 9 ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



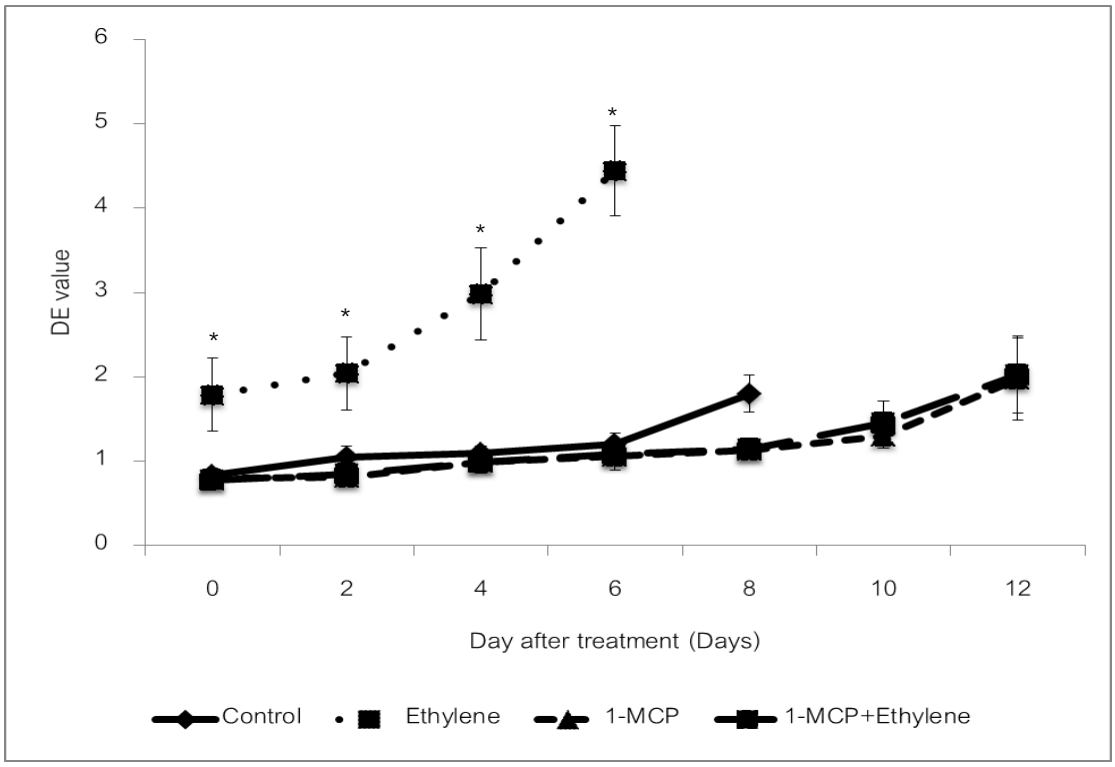
ภาพที่ 10 ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 11 ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 12 ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์

1.2.1 อายุการปักแจกัน

อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์แต่ละชุดทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยช่อดอกกล้วยไม้ที่รมด้วย 1-MCP และ 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีอายุการปักแจกันสูงสุดคือ 12.8 และ 12.7 วัน ตามลำดับ ส่วนช่อดอกกล้วยไม้ชุดควบคุมมีอายุการปักแจกัน คือ 9 วัน ในขณะที่กล้วยไม้ที่รมด้วยเอทิลีนเพียงอย่างเดียวมีอายุการปักแจกันลดลงเหลือ 2.4 วัน (ตารางที่ 4)

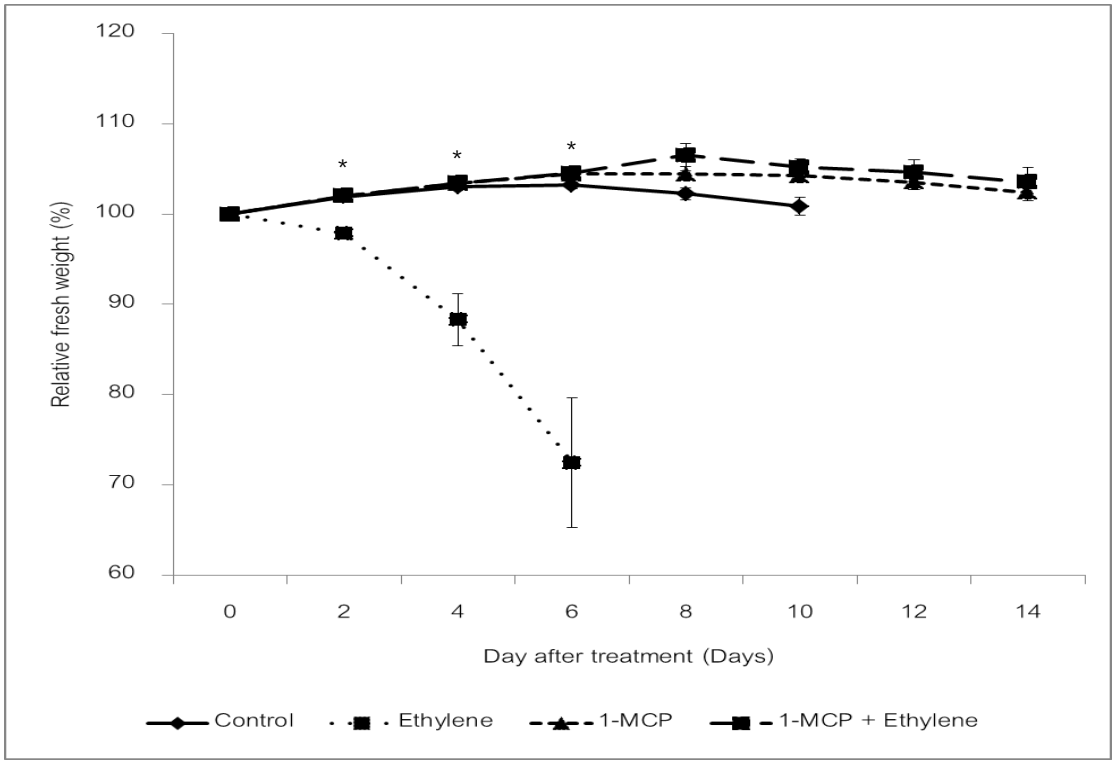
ตารางที่ 4 อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l. เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l. เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Vase life (Days±SE)
Control	9.0 ± 0.3 [b]
Ethylene	2.4 ± 0.2 [c]
1-MCP	12.8 ± 0.7 [a]
1-MCP + Ethylene	12.7 ± 0.4 [a]
	*

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.2 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด

จากการทดลองพบว่าน้ำหนักสดของช่อดอกที่รมด้วยเอทิลีนมีการลดลงสูงสุด โดยมีค่าลดลงตั้งแต่วันที่ 2 จนกระทั่งหมดอายุการปักแจกันและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ในวันที่ 2 ถึงวันที่ 6 โดยมีแนวโน้มของน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นแล้วจึงลดลงตามลำดับ (ภาพที่ 13, ตารางที่ 16)

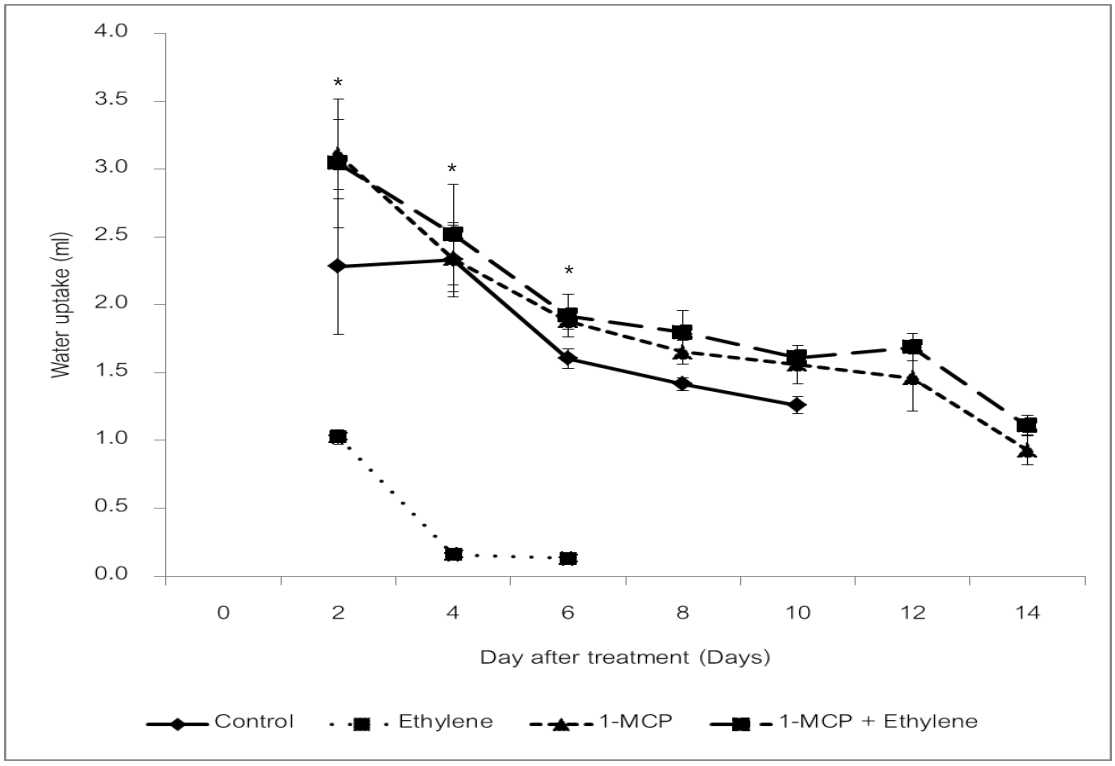


ภาพที่ 13 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.3 การดูดน้ำของช่อดอก

จากการทดลองพบว่าเมื่ออายุการปักแจกันเพิ่มขึ้นช่อดอกกล้วยไม้มีการดูดน้ำน้อยลง โดยชุดทดลองที่รมด้วยด้วยเอทิลีนมีการดูดน้ำน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากชุดทดลองอื่นตั้งแต่วันที่ 2 จนถึงวันที่ 6 สำหรับชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ไม่มีความแตกต่างของการดูดน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตลอดอายุการปักแจกัน (ภาพที่ 14, ตารางที่ 17)



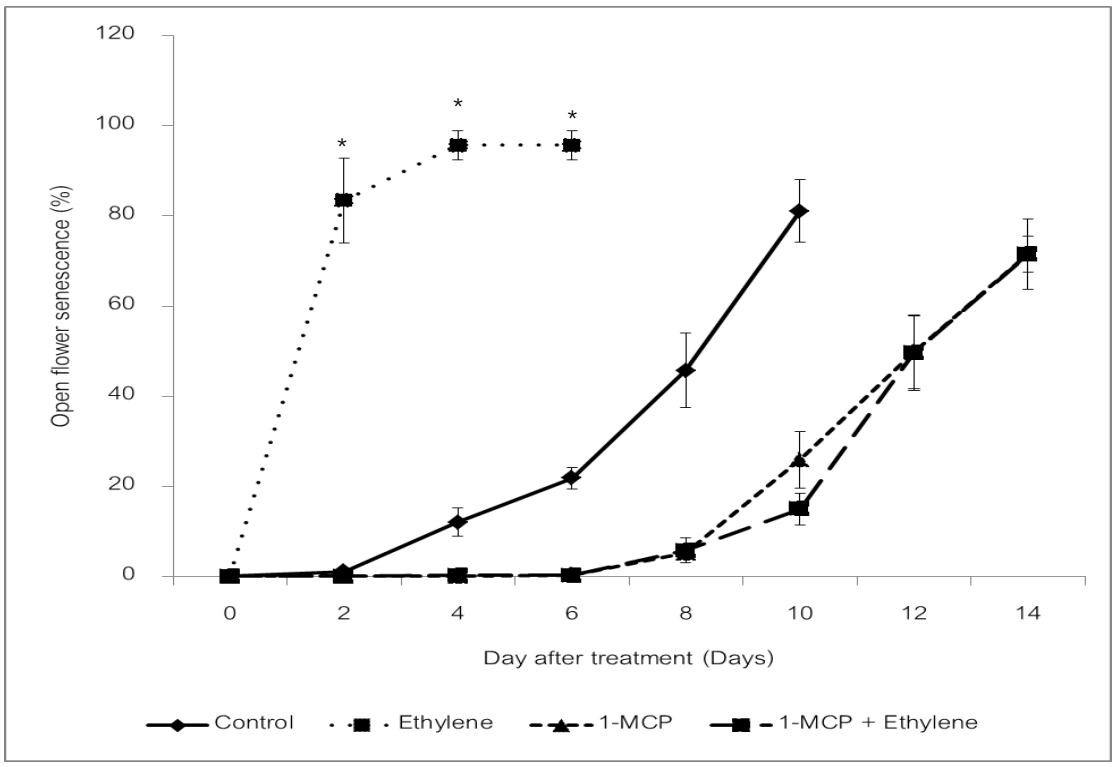
ภาพที่ 14 การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.4 การเสื่อมตามอายุของดอกบานและดอกตูม

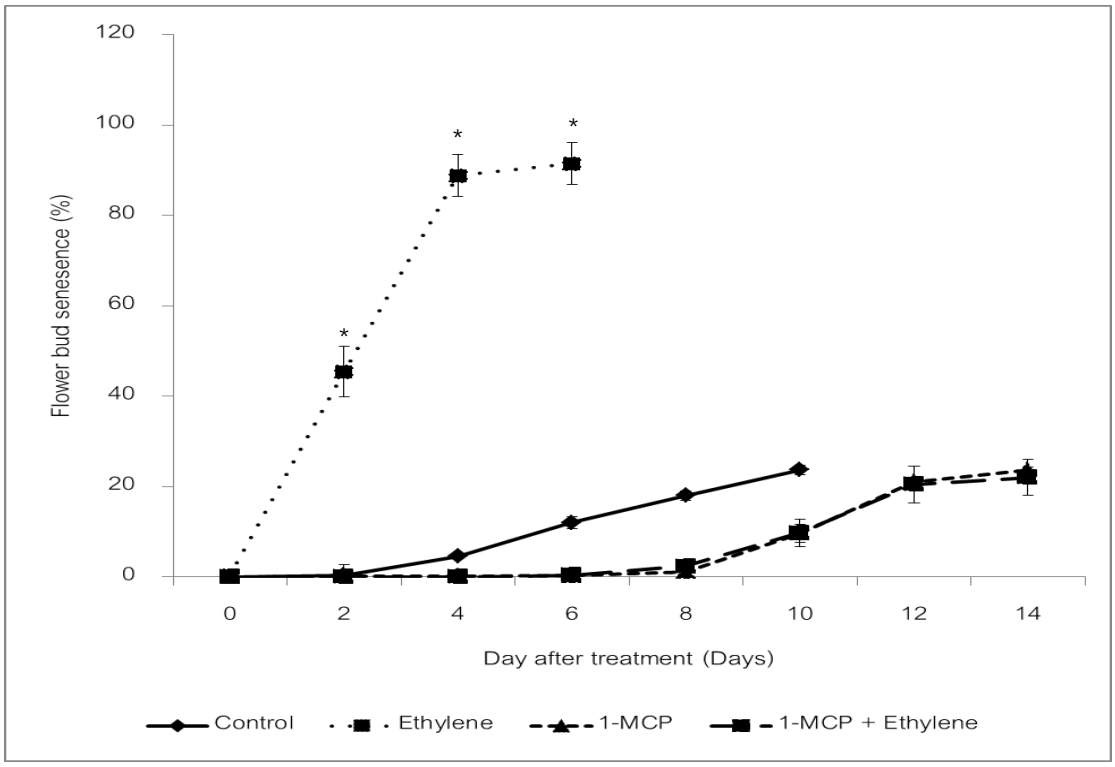
การเสื่อมตามอายุของดอกบาน พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานสูงสุด ส่วนชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานต่ำสุด สำหรับชุดทดลองที่รมเอทิลีนพบเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงกว่าชุดการทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญตั้งแต่วันที่ 2 จนหมดอายุการปักแจกัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์เสื่อมสภาพสูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวันที่ 4 และวันที่ 6 (ภาพที่ 15, ตารางที่ 18)

การเสื่อมตามอายุของดอกตูม พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกตูมสูงสุด ในขณะที่ชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุของดอกบานต่ำสุด ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 2 จนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การเสื่อมตามอายุสูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6 (ภาพที่ 16, ตารางที่ 19)



ภาพที่ 15 การเสื่อมตามอายุของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 16 การเสื่อมตามอายุของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.5 การร่วงของดอกบานและดอกตูม

จากการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกบานไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในทุกชุดทดลอง ในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนพบการร่วงของดอกบานก่อนชุดทดลองอื่นในวันที่ 4 ในขณะที่ชุดควบคุมพบการร่วงในวันที่ 6 และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนพบการร่วงของดอกบานในวันที่ 12 และ 14 ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

การร่วงของดอกตูมในชุดควบคุมและชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนพบการร่วงของดอกตูมในวันที่ 0 ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การร่วงสูงกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติตั้งแต่วันที่ 4 และวันที่ 6 ในขณะที่ชุดควบคุมมีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การร่วงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนในวันที่ 6 และชุดทดลองควบคุมไม่มีความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การร่วงของดอกตูมจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนตลอดอายุปักแจกัน ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนพบการร่วงของดอกตูมครั้งแรกในวันที่ 10 และ 12 ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 5 การร่วงของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Open flower abscission (%±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[a]	0.4 ± 0.4	7.6 ± 3.1	15.0 ± 3.4	N/A	N/A
Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	1.4 ± 0.7[a]	6.9 ± 4.1	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[a]	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[a]	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.4	0.6 ± 0.4
	ns	ns	*	ns	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 6 การร่วงของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud abscission (%±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.3	0.6 ± 0.3^{ab}	0.9 ± 0.4^{b}	1.8 ± 0.7	4.1 ± 0.8	N/A	N/A
Ethylene	2.0 ± 1.6	2.5 ± 1.6	9.8 ± 4.5^{a}	40.9 ± 11.5^{a}	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0^{b}	0.0 ± 0.0^{b}	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0^{b}	0.0 ± 0.0^{b}	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
	ns	ns	*	*	-	-	-	-

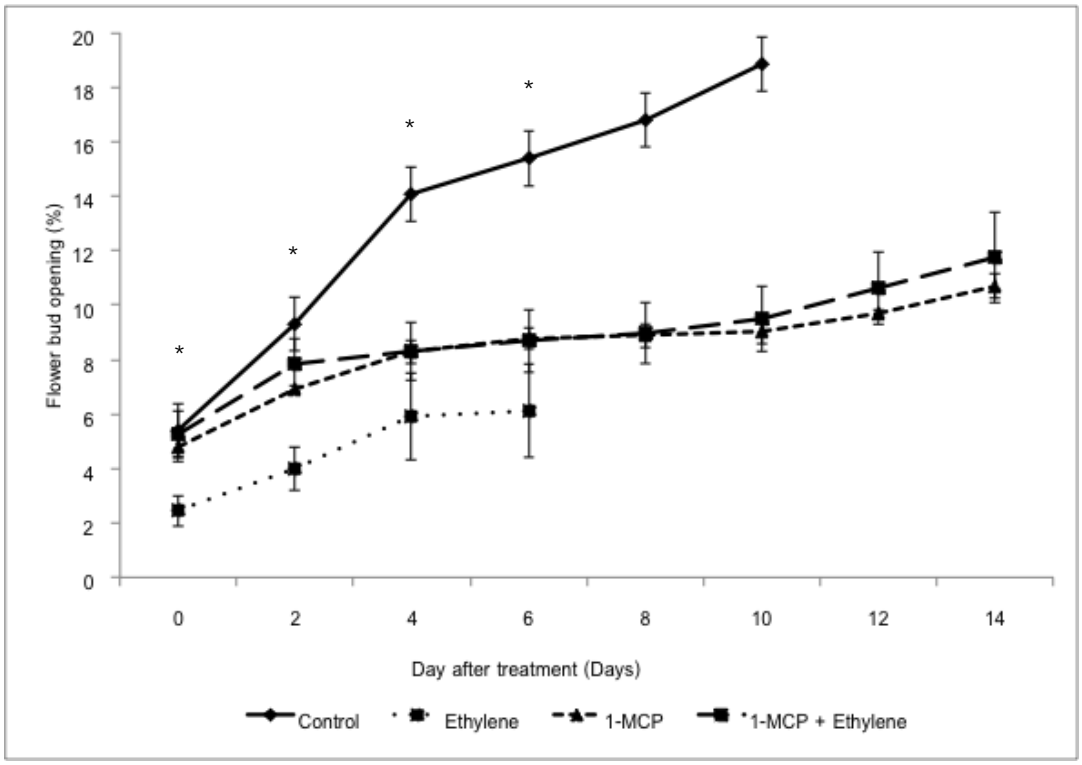
* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

1.2.6 การบานเพิ่มของดอกตูม

ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน มีเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มของดอกตูมน้อยกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 0 พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญจากชุดควบคุม และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ยกเว้นชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ที่มีเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ในวันที่ 2 พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มน้อยที่สุดซึ่งแตกต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่วันที่ 4 และวันที่ 6 พบว่าชุดควบคุมมีเปอร์เซ็นต์การบานเพิ่มขึ้นแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 17, ตารางที่ 20)



ภาพที่ 17 การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

1.2.7 การเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก

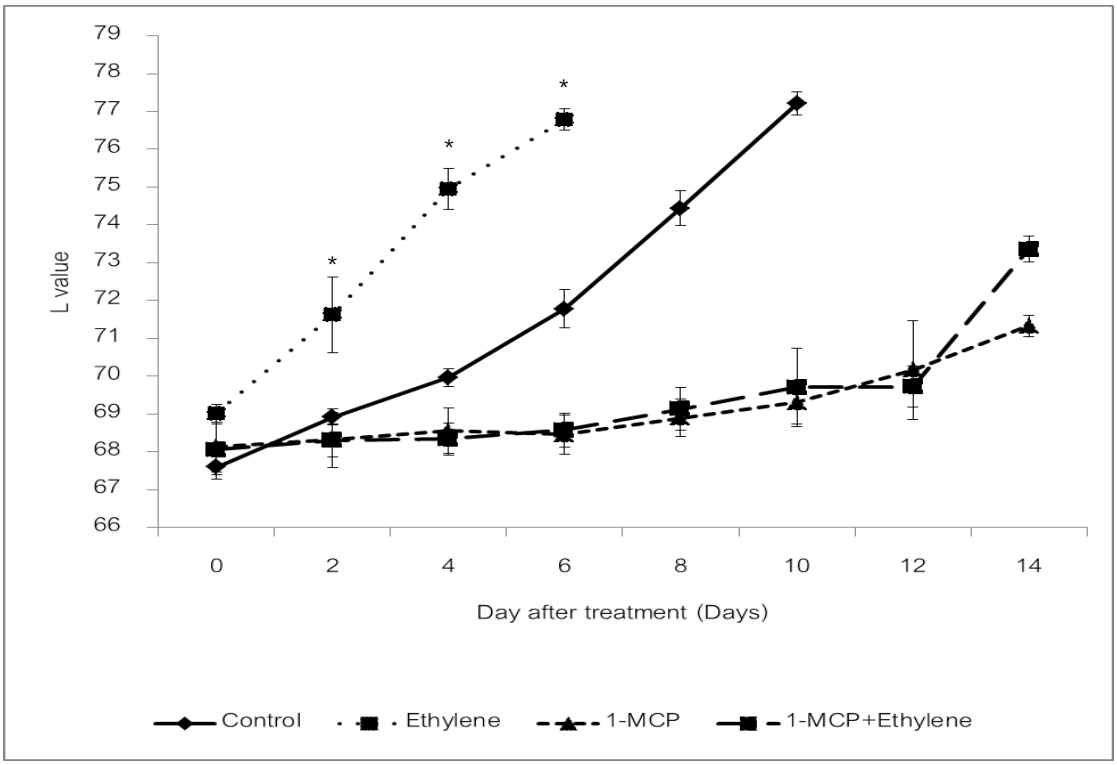
การเปลี่ยนแปลงของค่า L หรือค่าความสว่างของสีกลีบดอกทุกชุดทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น หรือกลีบดอกมีความสว่างเพิ่มขึ้นตลอดอายุการปักแจกัน โดยพบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่าเพิ่มขึ้นมากสุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น ซึ่งพบค่า L เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 จนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า L แตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีในวันที่ 6 (ภาพที่ 18, ตารางที่ 21)

การเปลี่ยนแปลงของค่า C หรือค่าความเข้มของสีกลีบดอกทุกชุดทดลองมีแนวโน้มลดลงซึ่งแสดงว่ากลีบดอกมีสีอ่อนลงตลอดอายุการปักแจกัน ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนและชุดควบคุมมีค่า C ลดลงแตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวันที่ 6 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ภาพที่ 19, ตารางที่ 22)

การเปลี่ยนแปลงของค่า h หรือค่าสีที่เปลี่ยนไปของกลีบดอกทุกชุดทดลองพบว่ามีค่า h ลดลง หรือสีของกลีบดอกมีการเปลี่ยนแปลงตลอดอายุการปักแจกัน โดยพบว่าวันที่ 4 ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่า h น้อยกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน ในขณะที่ชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างจากชุดทดลองอื่น ในวันที่ 6 พบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่า h น้อยที่สุด ส่วนชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีค่า h สูงที่สุด (ภาพที่ 20, ตารางที่ 23)

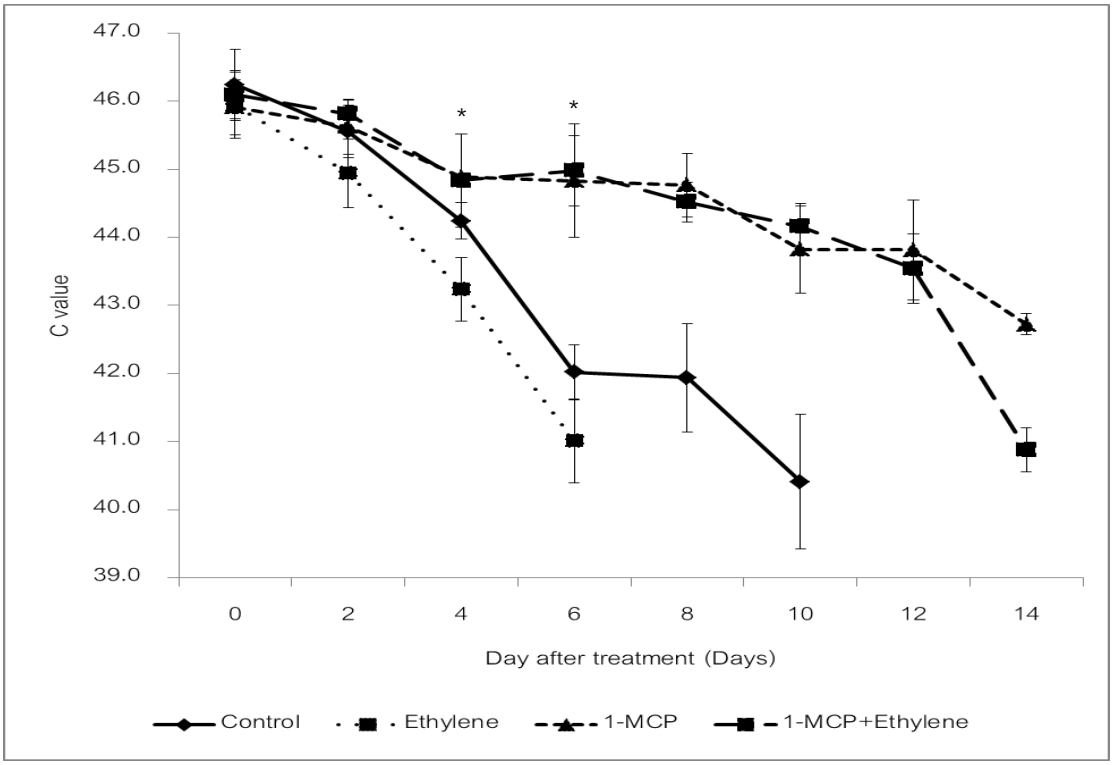
การเปลี่ยนแปลงของค่า DE หรือค่าของสีกลีบดอกที่เปลี่ยนแปลงไปจากสีกลีบดอกก่อนการทดลอง พบว่าทุกชุดทดลองมีค่า DE เพิ่มขึ้นตลอดอายุการปักแจกันแสดงว่าสีกลีบดอกมีการเปลี่ยนไปมากขึ้นจากสีกลีบดอกก่อนการทดลอง โดยพบค่า DE สูงสุดในชุดทดลองที่รมด้วยด้วยเอทิลีนซึ่งมีค่า DE มากกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 6 และมีค่าสูงกว่าชุดควบคุมในวันที่ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในขณะที่ชุดควบคุมมีค่า DE สูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 6 (ภาพที่ 21, ตารางที่ 24)



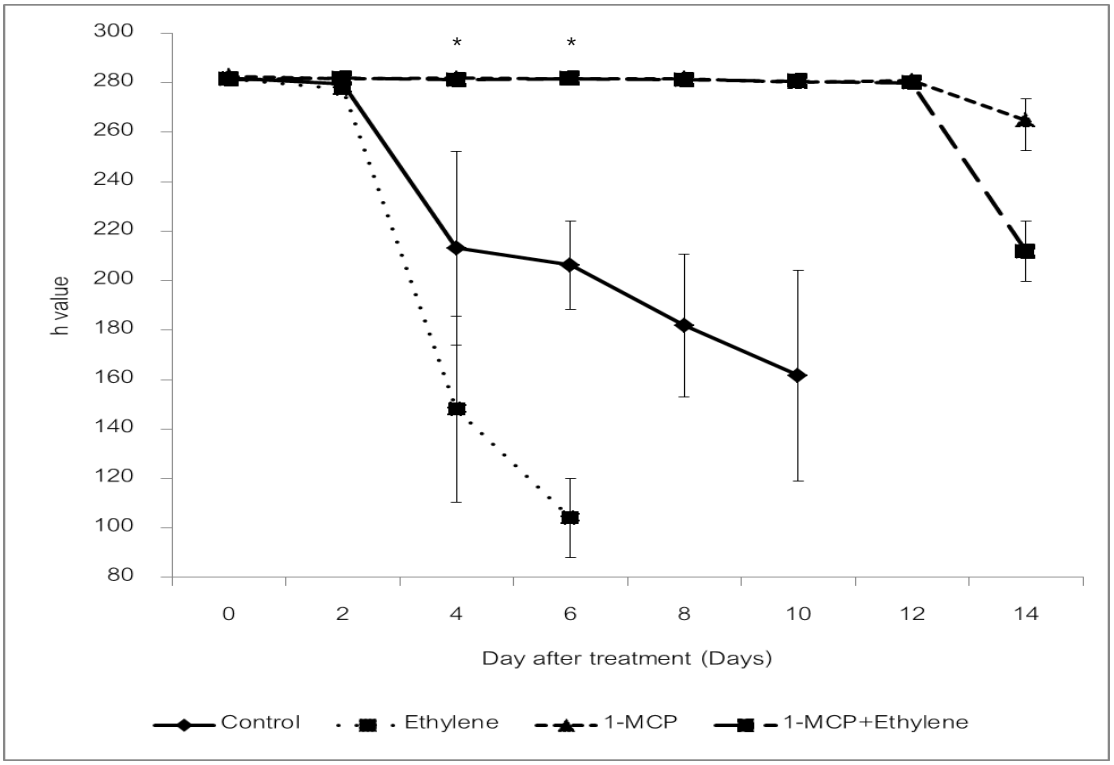
ภาพที่ 18 ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



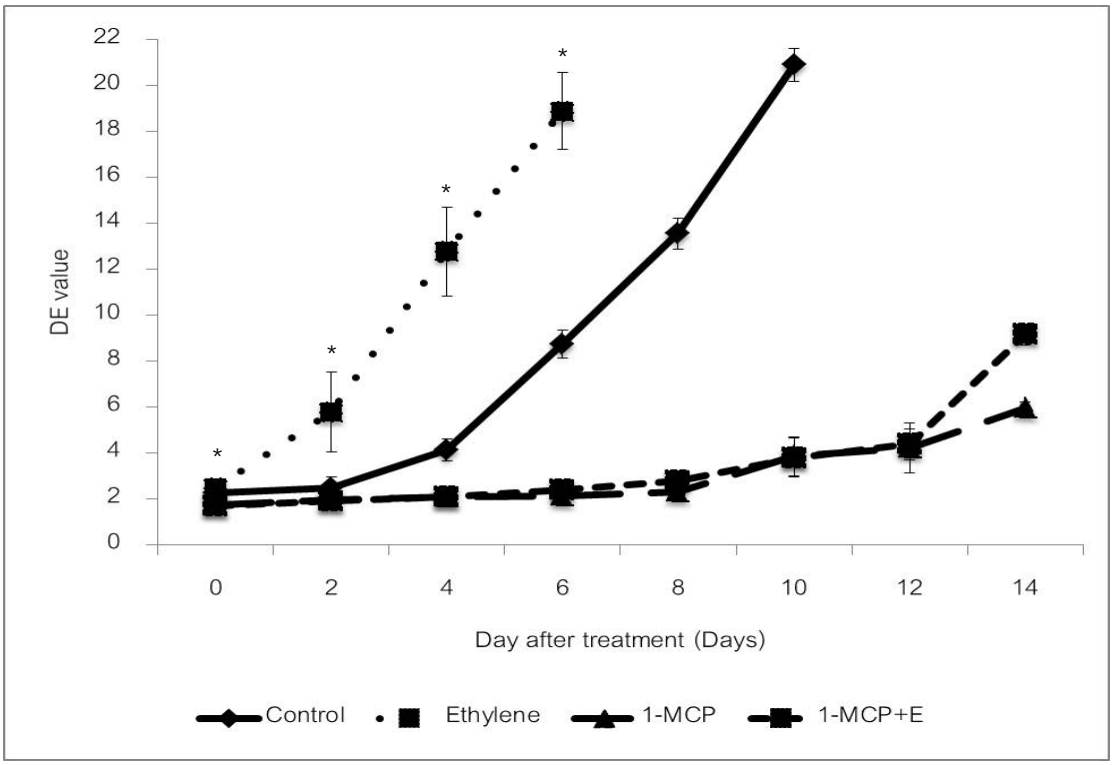
ภาพที่ 19 ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



ภาพที่ 20 ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



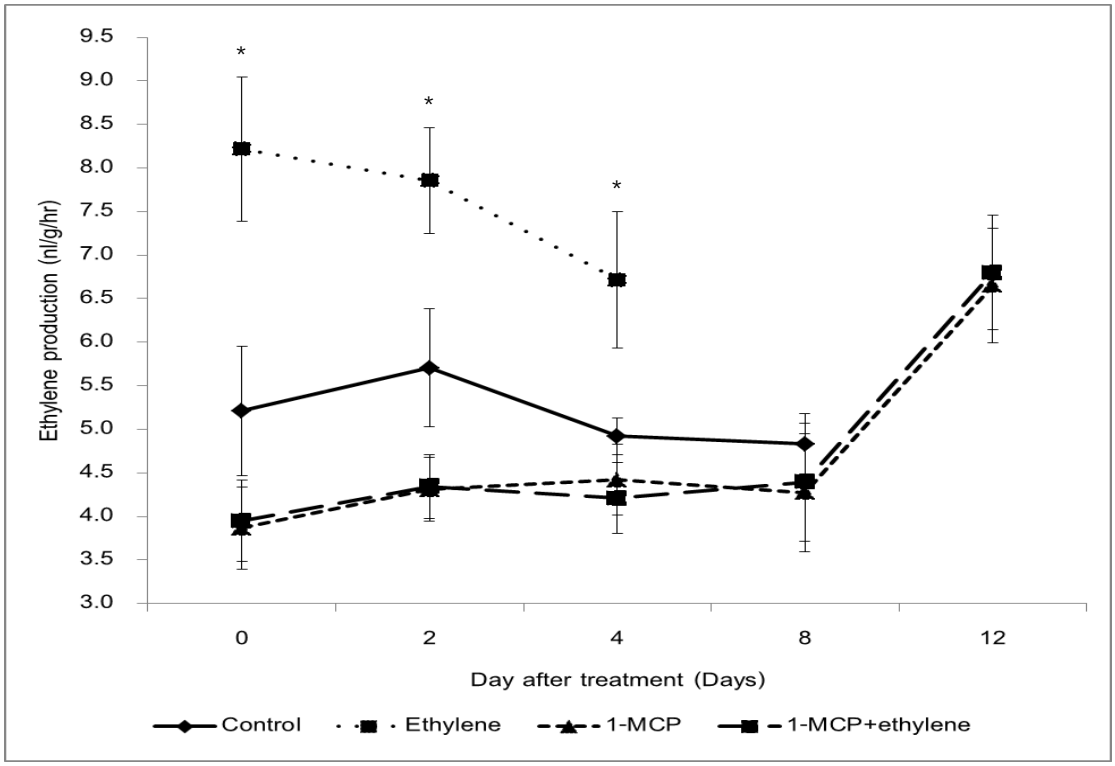
ภาพที่ 21 ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. การเปรียบเทียบการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

2.1 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน

จากการทดลองพบว่าการสังเคราะห์เอทิลีนในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่น โดยมีการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 0 จากนั้นการสังเคราะห์เอทิลีนจึงลดลง ในขณะที่ชุดควบคุมมีการสังเคราะห์เอทิลีนไม่แตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดควบคุมมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นในวันที่ 2 แล้วจึงลดลงในวันที่ 4 ส่วนในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นและเอทิลีนสูงสุดในวันที่ 12 (ภาพที่ 22, ตารางที่ 25)

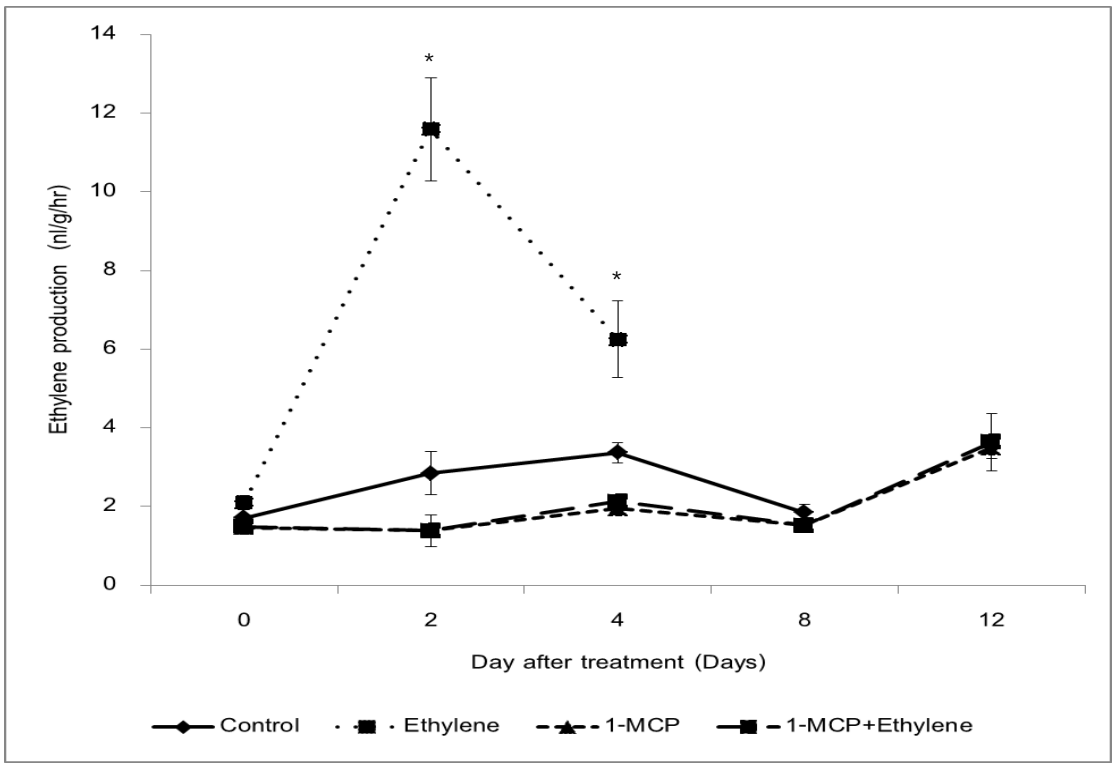


ภาพที่ 22 การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2.2 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์

จากการทดลองพบว่าทุกชุดทดลองมีการสังเคราะห์เอทิลีนไม่แตกต่างกันในวันที่ 0 จากนั้นชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนจึงมีการสังเคราะห์เอทิลีนสูงต่างจากชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยชุดที่ผ่านการรมเอทิลีนมีการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 2 จากนั้นการสังเคราะห์เอทิลีนจึงลดลง ในขณะที่ชุดทดลองควบคุมมีการสังเคราะห์เอทิลีนไม่แตกต่างจากชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลอง 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน โดยชุดควบคุมมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เช่นเดียวกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่วันที่ 0 จนถึงวันที่ 8 และมีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 12 (ภาพที่ 23, ตารางที่ 26)



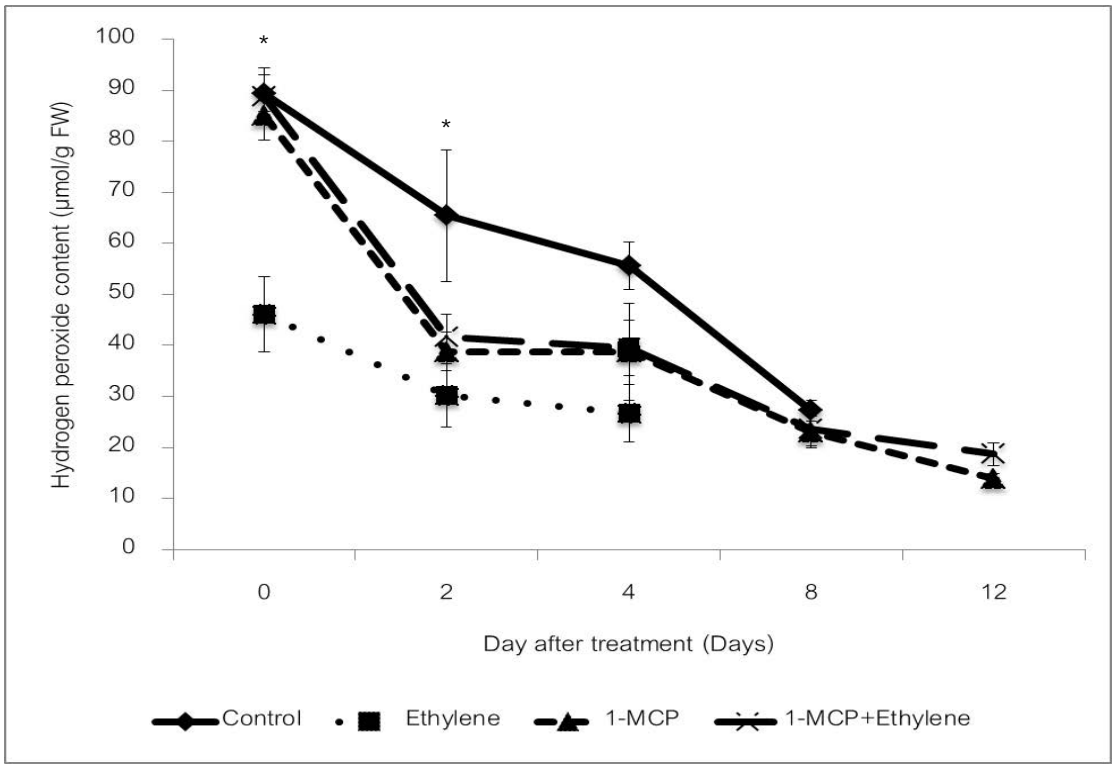
ภาพที่ 23 การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

3.1 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน

จากการทดลองพบว่าปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกทุกชุดลองมีแนวโน้มลดลง โดยพบว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีปริมาณ H_2O_2 น้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นในวันที่ 0 โดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับชุดควบคุมในวันที่ 0 จนถึงวันที่ 4 แต่ไม่มีความแตกต่างกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และ 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวันที่ 2 และ 4 ในขณะที่ชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างของปริมาณ H_2O_2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนในวัน 0 จนถึงวันที่ 4 (ภาพที่ 24, ตารางที่ 27)

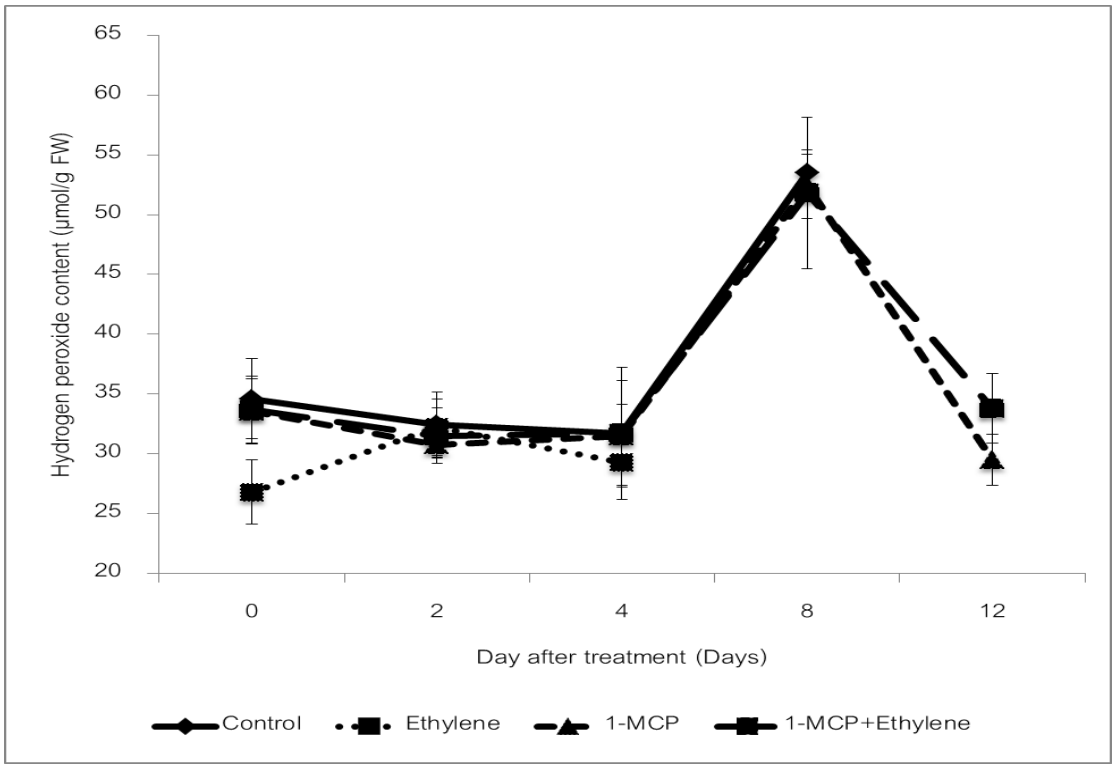


ภาพที่ 24 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3.2 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์

จากการทดลองพบว่าปริมาณ H_2O_2 ทุกชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพบว่าในชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแนวโน้มของปริมาณ H_2O_2 เหมือนกันตลอดอายุการปักแจกัน คือ ในช่วงวันที่ 0 ถึง 4 มีปริมาณ H_2O_2 ลดลงเล็กน้อยแล้วจึงมีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 8 สำหรับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนพบว่าในวันที่ 12 มีปริมาณของ H_2O_2 ลดลง ในขณะที่ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นในวันที่ 2 และลดลงในวันที่ 4 (ภาพที่ 25, ตารางที่ 28)



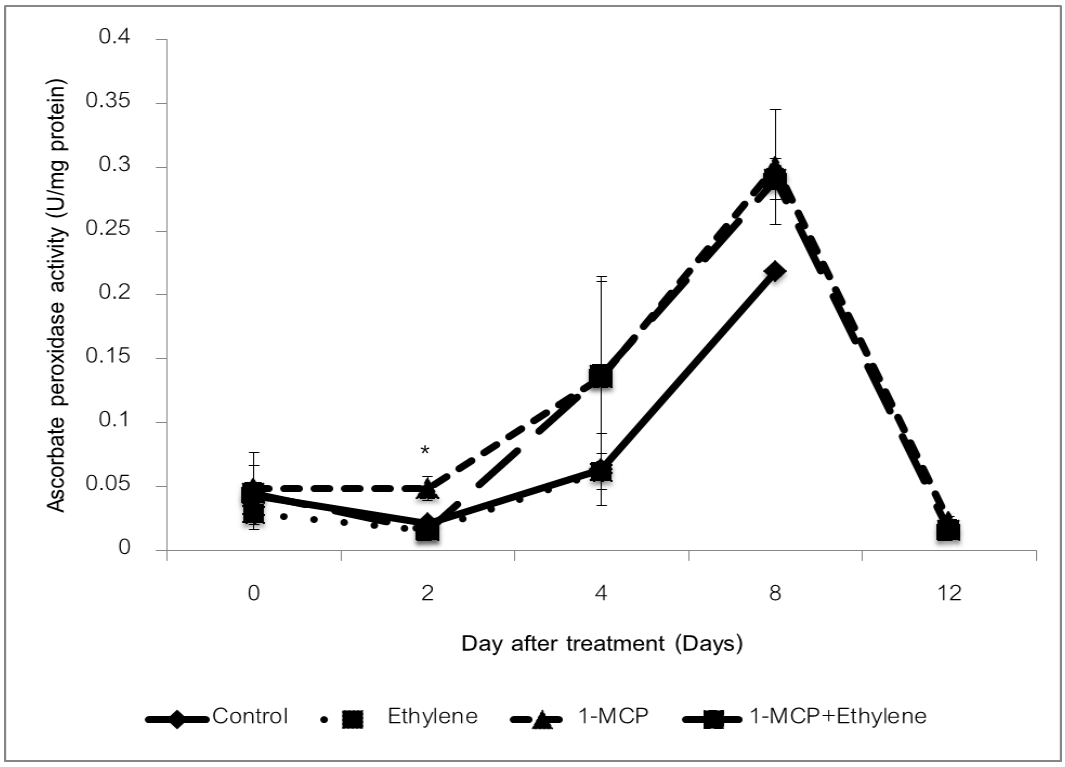
ภาพที่ 25 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

4. การเปรียบเทียบแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนของซ่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

4.1 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน

4.1.1 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

จากการทดลองพบว่าดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานทุกชุดทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX ในทิศทางเดียวกันตลอดอายุการปักแจกัน โดยพบชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX สูงกว่าชุดทดลองอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 2 นอกจากนี้ยังพบว่าในชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงสุดในวันที่ 8 (ภาพที่ 26, ตารางที่ 29)

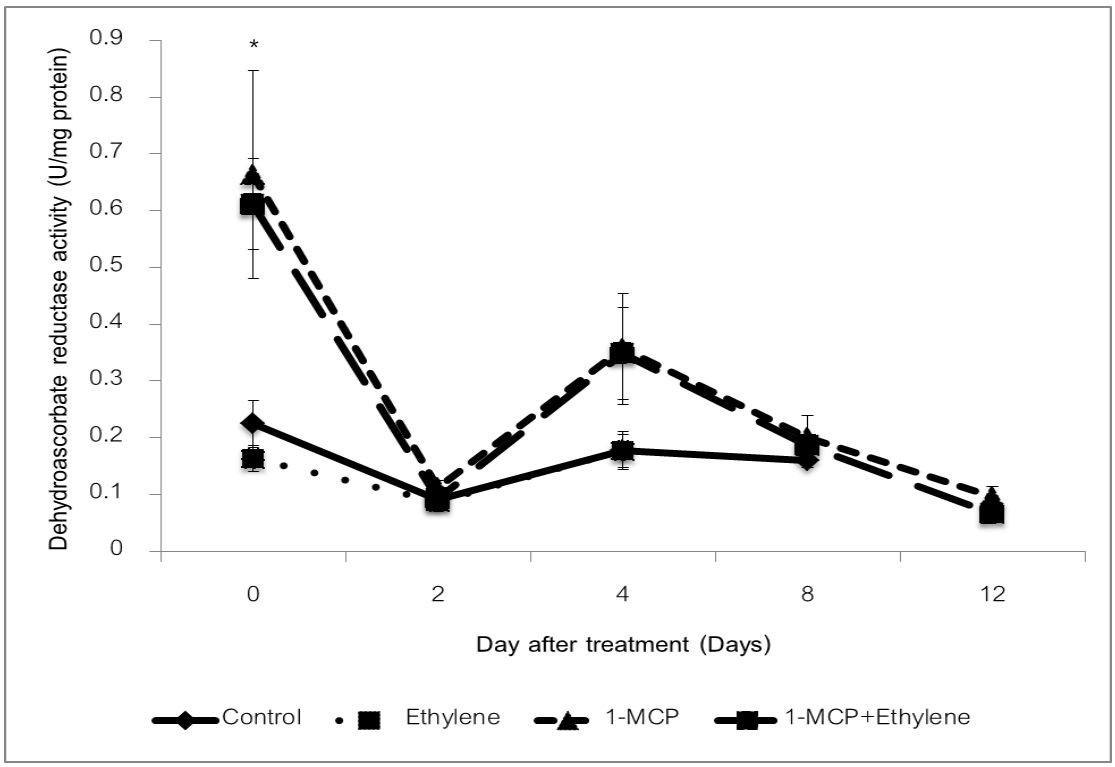


ภาพที่ 26 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.1.2 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase (DHAR)

จากการทดลองพบว่าแอกทิวิตีของ DHAR ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานในทุกชุดทดลองมีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน โดยในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และ ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงสุดในวันที่ 0 หลังผ่านการรมด้วย 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือเอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมงซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน และในวันที่ 4 ทุกชุดทดลองมีแอกทิวิตีเพิ่มขึ้นโดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงกว่าในชุดควบคุมและชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน ในวันที่ 8 และ 12 ทุกชุดทดลองมีแอกทิวิตีลดลง (ภาพที่ 27, ตารางที่ 30)

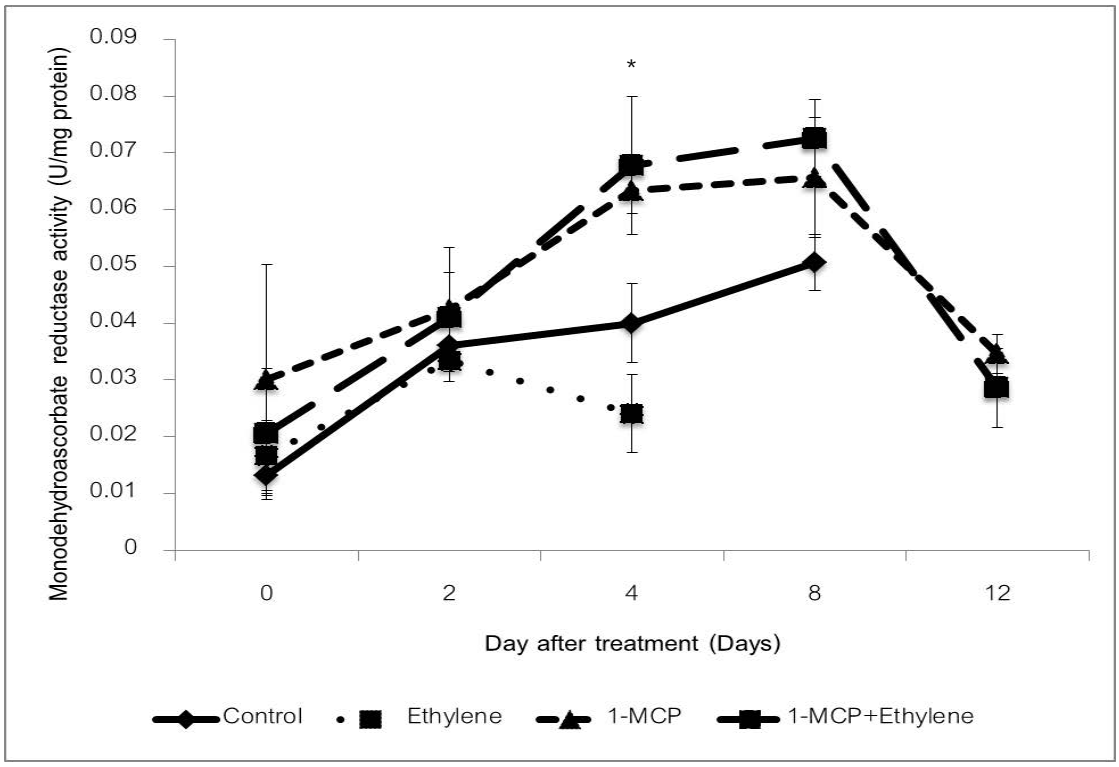


ภาพที่ 27 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.1.3 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase (MDHAR)

จากการทดลองพบว่าแอกทิวิตีของ MDHAR ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน ทุกชุดทดลองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลงในช่วงหมดอายุการปักแจกันยกเว้นชุดควบคุมที่ในวันที่ 8 ยังคงมีแอกทิวิตีเพิ่มขึ้น โดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงกว่าในชุดควบคุม และชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนตลอดอายุการปักแจกัน ในวันที่ 4 ชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีแอกทิวิตีลดลงซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ชุดทดลองอื่นมีค่าเพิ่มขึ้น ชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีค่าแอกทิวิตีสูงสุดในวันที่ 8 และในวันที่ 12 ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีลดลง (ภาพที่ 28, ตารางที่ 31)

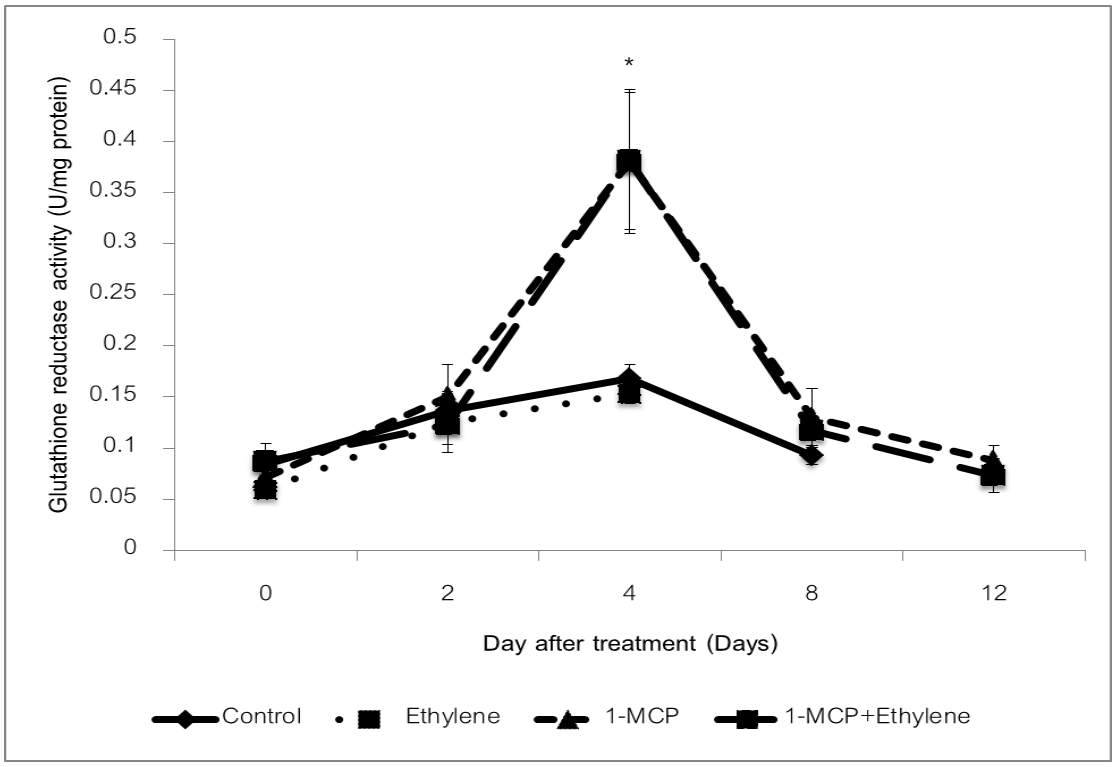


ภาพที่ 28 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือเอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.1.4 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase (GR)

จากการทดลองพบว่าแอกทิวิตีของเอนไซม์ GR ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานทุกชุดทดลองมีค่าสูงสุดในวันที่ 4 โดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีค่าสูงสุดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม (ภาพที่ 29, ตารางที่ 32)



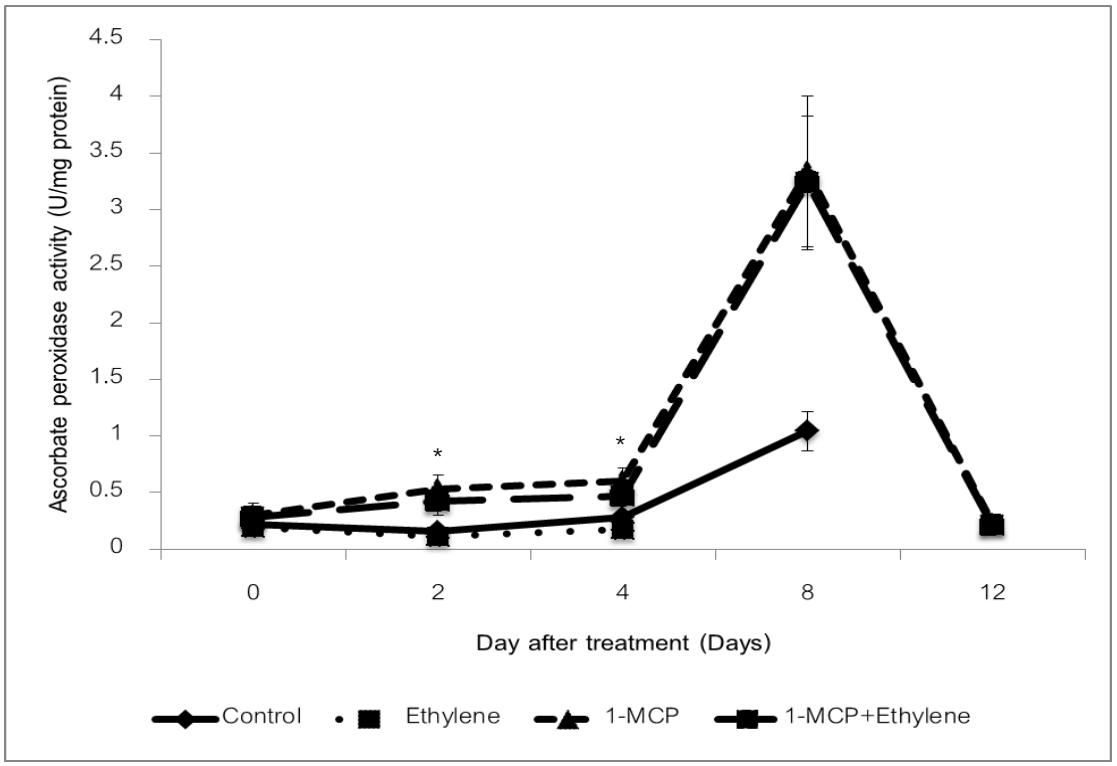
ภาพที่ 29 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์

4.2.1 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase (APX)

จากการทดลองพบว่าช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์ในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX สูงกว่าชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนในวันที่ 2 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่ไม่พบความแตกต่างระหว่างชุดควบคุมและชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน นอกจากนี้ยังพบว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงสุดวันที่ 8 จากนั้นแอกทิวิตีจึงลดลงในวันที่ 12 (ภาพที่ 30, ตารางที่ 33)

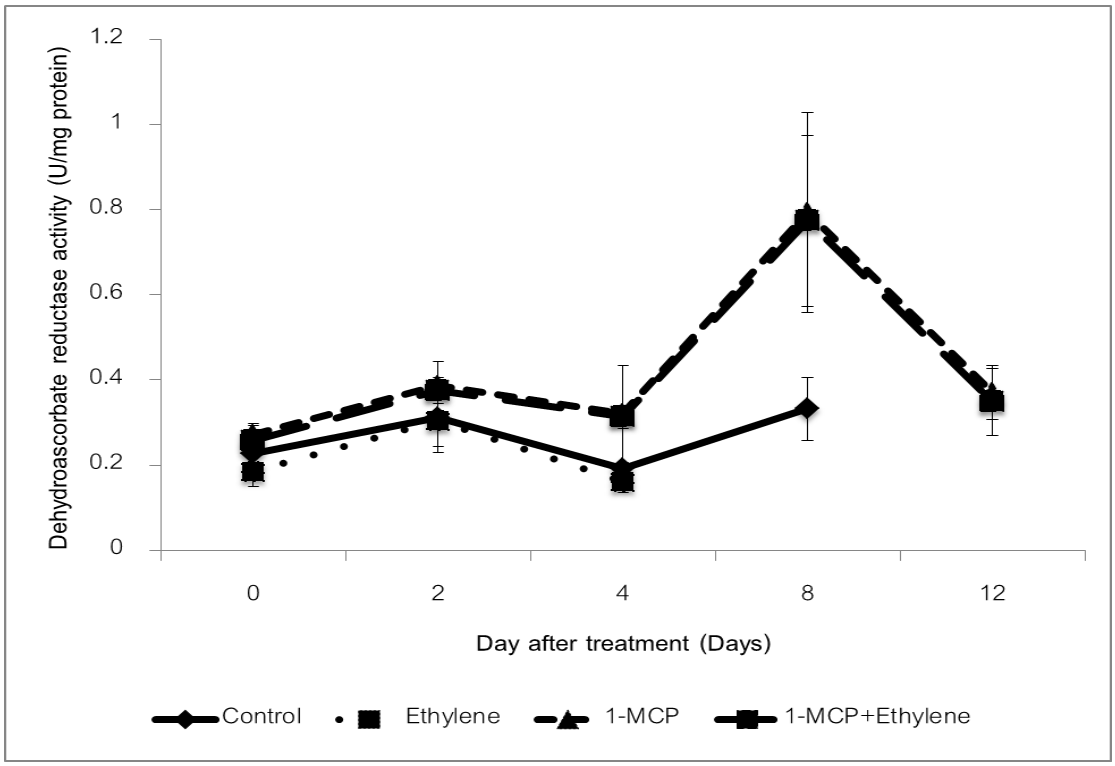


ภาพที่ 30 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2.2 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase (DHAR)

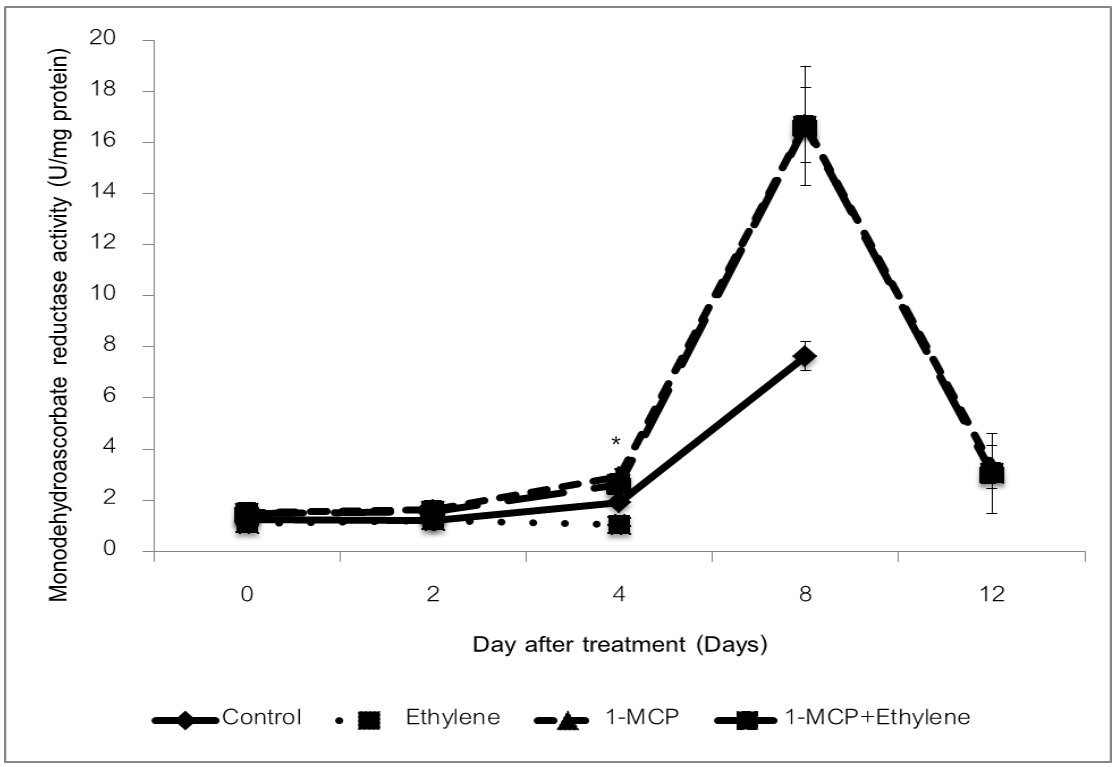
จากการทดลองพบว่าช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์แอกทิวิตีของเอนไซม์ในทุกชุดทดลองมีแนวโน้มคล้ายคลึงกัน โดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีของเอนไซม์ DHAR สูงกว่าชุดทดลองอื่นตลอดอายุการปักแจกันแต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยในวันที่ 8 พบว่ามีแอกทิวิตีของเอนไซม์ DHAR สูงสุดในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีน (ภาพที่ 31, ตารางที่ 34)



ภาพที่ 31 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

4.2.3 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase (MDHAR)

จากการทดลองพบว่าช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์ในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีแอกทิวิตีของ MDHAR ต่ำกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4 และในวันที่ 8 พบว่าชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีของเอนไซม์ MDHAR เพิ่มขึ้นสูงสุดโดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงกว่าชุดควบคุม จากนั้นชุดทดลองทั้งสองจึงมีแอกทิวิตีลดลงในวันที่ 12 (ภาพที่ 32, ตารางที่ 35)

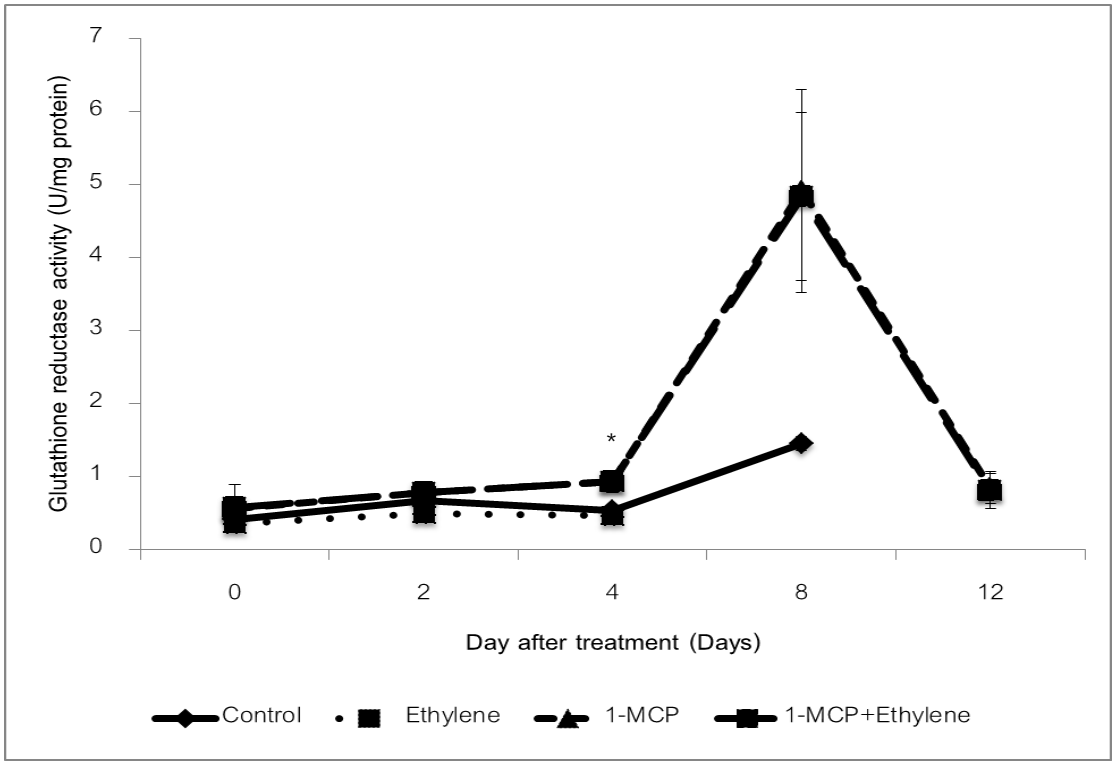


ภาพที่ 32 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

4.2.4 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase (GR)

จากการทดลองพบว่าช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์ในชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีค่าแอกทิวิตีของ GR ต่ำกว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 4 และในวันที่ 8 พบว่าชุดควบคุม ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีเพิ่มขึ้นสูงสุด โดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP ร่วมกับเอทิลีนมีแอกทิวิตีสูงกว่าชุดควบคุม จากนั้นชุดทดลองทั้งสองจึงมีแอกทิวิตีลดลงในวันที่ 12 (ภาพที่ 33, ตารางที่ 36)



ภาพที่ 33 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน (mean±standard error)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง

1. การศึกษาผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์ (ตารางที่ 1 และ 4) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิโรรัตน์ เขียนแม้น (2554) ที่รายงานว่า 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ได้ โดยการยืดอายุการปักแจกันนี้มีความสัมพันธ์กับคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของช่อดอกกล้วยไม้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเรื่องของการเสื่อมตามอายุของดอกตูมและดอกบาน ซึ่งการเสื่อมตามอายุของดอกบานนั้นได้ถูกนำมากำหนดเป็นปัจจัยสำหรับพิจารณาถึงอายุการปักแจกันโดยในการทดลองครั้งนี้ได้อ้างอิงเกณฑ์ดังกล่าวมาจาก Uthaichay (2007) ซึ่งการเสื่อมตามอายุของดอกตูมและดอกบานมีความแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างเห็นได้ชัด (ภาพที่ 6-7, 15-16, และตารางที่ 9-10, 19-20) ส่วนการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด (ภาพที่ 4, 13 และตารางที่ 7, 16) การดูดน้ำ (ภาพที่ 5 , 14 และตารางที่ 8, 17) และการบานเพิ่มของดอกตูม (ภาพที่ 8,17 และตารางที่ 11, 20) พบว่าชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม แต่สามารถรักษาคุณภาพได้ยาวนานกว่าในชุดควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของกุลนาถ อบสุวรรณและคณะ (2550) ที่รายงานว่าช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์อรุณไวท์ที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสดช้ากว่า มีการดูดน้ำมากกว่า แต่ไม่มีผลต่อการบานเพิ่มของดอกตูมเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมเช่นกัน รวมถึง ศิโรรัตน์ เขียนแม้น (2554) ที่ทำการทดลองในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ก็ได้ผลในทิศทางเดียวกัน สำหรับการร่วงของดอกในการทดลองนี้พบว่า 1-MCP ไม่มีผลต่อการช่วยป้องกันการร่วงของดอกตูมและดอกบานจากเอทิลีนในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในขณะที่กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์พบว่า 1-MCP มีผลช่วยป้องกันการร่วงของดอกตูมจากเอทิลีนได้ ซึ่งการร่วงของดอกตูมเป็นผลมาจากการสลาย cell wall ของเซลล์บริเวณ

abscission layer โดยมีเอทิลีนเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของ cell wall-hydrolyzing enzymes ทำให้ cell wall middle lamella เกิดการย่อยสลายและเกิดการแยกตัวออกจากกัน (Taiz and Zeiger, 2004) สำหรับการเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอกพบว่ากล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานมีการเปลี่ยนแปลงค่า C (ตารางที่ 10 และภาพที่ 13) โดยมีความแตกต่างจากชุดทดลองควบคุมตั้งแต่วันที่ 0 แสดงว่า 1-MCP สามารถป้องกันการเข้มขึ้นของสีกลีบดอกได้ สำหรับพันธุ์บูรณะเจตน์พบว่าชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP สามารถป้องกันเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอกได้เช่นกัน ไม่ว่าเป็นค่า L ค่า C และค่า DE (ภาพที่ 18, 19, 21 และตารางที่ 21, 22, 24) มีความแตกต่างจากชุดควบคุมในวันที่ 6 ซึ่งแสดงให้เห็นว่า 1-MCP สามารถป้องกันการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกกล้วยไม้ได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าช่อดอกกล้วยไม้ที่รมด้วยเอทิลีนทั้งสองพันธุ์มีผลทำให้อายุการปักแจกันลดลง โดยเร่งการเสื่อมตามอายุของดอก การหลุดร่วงของดอกตูม มีคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวลดลง เช่นการสูญเสียน้ำหนักสด การดูดน้ำลดลง การเปลี่ยนแปลงของสี ซึ่งพบว่า 1-MCP สามารถช่วยป้องกันการเสื่อมตามอายุที่เกิดขึ้นจากเอทิลีนได้ ดังเช่นที่เคยมีรายงานมาแล้วในดอกกล้วยไม้ (ศิโรรัตน์ เขียนแม้น, 2554; Uthaichay, 2007; Lerslerwong; 2009) ทั้งนี้แสดงให้เห็นว่าช่อดอกกล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์มีความสามารถในการตอบสนองต่อการทำงานของ 1-MCP จึงทำให้อายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์ยาวนานขึ้นแม้อยู่ในสภาวะที่ได้รับเอทิลีนร่วมด้วย โดย 1-MCP เข้าไปจับกับ ethylene receptor ทำให้ดอกกล้วยไม้ไม่ตอบสนองต่อ เอทิลีนที่ได้รับหลังจากนั้น

2. การเปรียบเทียบการสังเคราะห์เอทิลีนในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ที่ผ่านการรมด้วย 1-MCP มีแนวโน้มของการสังเคราะห์เอทิลีนที่ในทิศทางเดียวกัน (ภาพที่ 22, 23 และตารางที่ 25, 26) คือมีอัตราการสังเคราะห์ต่ำในระหว่างวันที่ 0-8 ซึ่งเป็นผลมาจากการที่ 1-MCP สามารถเข้าไปจับ ethylene receptor แล้วมีผลทำให้ยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนเช่นเดียวกับช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์คาเรน (Uthaichay et al., 2007) ซึ่งพบว่า 1-MCP มีผลทำให้การ

สังเคราะห์เอทิลีนที่ลดลงเนื่องจากมีผลต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีน คือ ACC synthase และ ACC oxidase โดยมีผลทำให้แอกทิวิตีของ ACC synthase ในดอกบานและแอกทิวิตีของ ACC oxidase ในดอกตูมลดลง ส่วนการสังเคราะห์เอทิลีนที่เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 12 นั้นอาจเป็นเพราะเซลล์ของพืชเริ่มมีการสร้าง ethylene receptor ขึ้นมาใหม่ทำให้เอทิลีนที่ถูกสร้างขึ้นสามารถเข้ามาจับแล้วกระตุ้นให้มีการสร้างเอทิลีนได้ (Blankenship, 2001) สำหรับช่อดอกกล้วยไม้ที่ผ่านการรมด้วยเอทิลีนมีการสังเคราะห์เอทิลีนสูงกว่าชุดทดลองอื่น โดยพันธุ์ขาวสนานพบว่ามีการสังเคราะห์สูงตั้งแต่วันที่ 0 ในขณะที่พันธุ์บูรณะเจตน์พบว่าการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มสูงสุดในวันที่ 2 เมื่อสิ้นสุดอายุการปักแจกันของกล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์มีการสังเคราะห์เอทิลีนจึงต่ำลง ซึ่งแสดงให้เห็นว่าพันธุ์ขาวสนานมีความไวต่อเอทิลีนมากกว่าพันธุ์บูรณะเจตน์เพราะเมื่อช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์ขาวสนานได้รับเอทิลีนจากภายนอกแล้วจึงเกิด autocatalytic ในช่วงระหว่างการรม ในขณะที่พันธุ์บูรณะเจตน์เกิด autocatalytic ขึ้นภายหลังจากการรมจึงทำให้ปริมาณเอทิลีนของพันธุ์ขาวสนานสูงกว่าพันธุ์บูรณะเจตน์ในวันที่ 0 ในกล้วยไม้สกุลออนซิเดียมพบว่าการได้รับเอทิลีนจากภายนอกมีผลทำให้มีการสังเคราะห์เอทิลีนเพิ่มขึ้นโดยเอทิลีนจากภายนอกสามารถชักนำให้เกิดการแสดงของยีน *OgERS1* ที่เป็น response sensor ซึ่งนำไปสู่กระบวนการสังเคราะห์เอทิลีนภายในเซลล์ได้ (Huang et al., 2007)

3. การเปรียบเทียบปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และแอกทิวิตีของเอนไซม์แอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์

ปริมาณ H_2O_2 ในดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน (ภาพที่ 24 และตารางที่ 7) ในชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP และชุดควบคุมพบว่ามีแนวโน้มในทิศทางเดียวกัน คือ มีปริมาณของ H_2O_2 ที่สูงสุดในวันที่ 0 หลังจากนั้นปริมาณ H_2O_2 จึงลดลงจนกระทั่งหมดอายุการปักแจกัน ซึ่งให้ผลขัดแย้งกับการทดลองที่มีศึกษาการเกิด oxidative stress กับการเสื่อมตามอายุในระหว่างการสุกของผลและอายุการปักแจกันของดอกไม้ ที่พบว่ามีปริมาณของ H_2O_2 เพิ่มขึ้น เช่นในมะม่วงที่พบว่าปริมาณของ H_2O_2 ในชุดควบคุมและชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP มีการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2

แต่ในชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP มีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับชุดควบคุมในระหว่างการสุก (Singh and Dwivedi, 2008) และในดอกไม้มีการศึกษาพบว่าปริมาณ H_2O_2 ในดอก gladiolus (Hossain et al., 2006) และ day lily (Chakrabarty et al., 2009) เพิ่มขึ้นตามระยะของการเสื่อมตามอายุดอก เนื่องจากในการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกดอกบานย่อยตำแหน่งที่ 3 ของช่อดอกซึ่งจากการสังเกตพบว่าถึงแม้ว่าช่อดอกหมดอายุการใช้งานในช่วงเวลาดังกล่าวแต่ลักษณะการเสื่อมตามอายุของดอกของแต่ละช่อดอกมีไม่เท่ากันซึ่งอาจมีผลทำให้ค่าที่ได้ไม่สอดคล้องกับงานทดลองก่อนหน้านี้ที่มีการศึกษาในระยะการเสื่อมตามอายุของดอก และควรเลือกศึกษาจำเพาะกับวงชั้นของดอก เช่น sepal petal column แทนที่จะเป็นทั้งดอกเพราะว่าในแต่ส่วนของดอกมีการเสื่อมตามอายุไม่พร้อมกัน จากการศึกษาของ Attri et al. (2008) พบว่าปริมาณ H_2O_2 ในแต่ละส่วนของดอกกล้วยไม้ *Aerides multiflora* คือ column, ovary, lip และ perianth มีปริมาณไม่เท่ากันทั้งในระยะก่อนและหลังการถ่ายละอองเกสร แต่อย่างไรก็ตามพบว่าแนวโน้มของปริมาณ H_2O_2 ในการทดลองครั้งนี้มีคล้ายคลึงกับการทดลองของ Vilaplana et al. (2006) ซึ่งทำการศึกษาในแอบเปิ้ล 'Golden Smoothee' ที่พบว่าชุดควบคุมและชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีแนวโน้มเหมือนกัน โดยในช่วงแรกของการเก็บรักษามีปริมาณ H_2O_2 สูงจากนั้นปริมาณ H_2O_2 จึงลดลง โดยที่ 1-MCP มีปริมาณน้อยกว่าชุดควบคุม ซึ่งการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 ในช่วงแรกเป็นผลมาจากแอกทิวิตีของ superoxide dismutase (SOD) เพิ่มขึ้น หลังจากนั้นจึงมีแอกทิวิตีของ peroxidase (POD) เพิ่มขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ทำให้ปริมาณของ H_2O_2 ลดลง โดยที่ชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีแอกทิวิตีมากกว่าถึง 20 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม และการลดลงของ H_2O_2 ส่งผลทำให้เกิดการสะสมของ malondialdehyde เพิ่มสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ในการศึกษาของ Singh and Dwivedi (2008) ยังเสนอว่าการลดงลง H_2O_2 ในระหว่างการสุกเป็นผลมาจากแอกทิวิตีของ catalase (CAT) ที่เพิ่มขึ้น โดยชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP มีแอกทิวิตีเพิ่มขึ้นถึง 24 เท่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม ในการทดลองนี้พบว่าวันที่ 2 มีปริมาณของ H_2O_2 ลดลงโดยในชุดทดลองที่รมด้วย1-MCP ซึ่งลดลงมากกว่าชุดควบคุมเนื่องจากมีการทำงานของเอนไซม์แอนติออกซิแดนท์ โดยเฉพาะเอนไซม์ APX ที่พบว่ามีแอกทิวิตีที่เพิ่มสูงขึ้นสอดคล้องกับปริมาณ H_2O_2 ที่ลดลง ส่วนในช่อดอกกล้วยไม้ที่ผ่านการรมด้วยเอทิลีนมีปริมาณ H_2O_2 ต่ำที่สุดและมีแนวโน้มเช่นเดียวกับชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดควบคุม

สำหรับปริมาณ H_2O_2 ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ (ภาพที่ 25 และตารางที่ 28) พบว่าในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP และชุดควบคุมมีแนวโน้มในทิศทางเดียวกันคือมีปริมาณ H_2O_2 เพิ่มขึ้นตามอายุการปักแจกัน ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในมะม่วง (Singh and Dwivedi, 20008) gladiolus (Hossain et al., 2006) และ day lily (Chakrabarty et al., 2009) อีกทั้งยังพบว่าการเพิ่มขึ้นของ H_2O_2 ในชุดทดลองที่รมด้วย 1-MCP อาจมีผลต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ในระบบแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอน ส่วนชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนมีปริมาณ H_2O_2 สูงขึ้นในระยะเสื่อมสภาพของช่อดอก ปริมาณของ H_2O_2 ที่เพิ่มสูงขึ้นมีความสัมพันธ์กับเอนไซม์ SOD โดยพบว่ากลีบดอก daylily (*Hemerocallis* hybrid) มีการสร้าง H_2O_2 เพิ่มสูงตลอดอายุการปักแจกัน ซึ่งเป็นผลมาจากแอกทิวิตีของเอนไซม์ SOD ที่เพิ่มสูงทำให้เกิดการเปลี่ยน $O_2^{\cdot-}$ เป็น H_2O_2 ได้มากขึ้นเช่นกัน จึงมีการสะสมของปริมาณ H_2O_2 ที่สูงขึ้นในระหว่างการเสื่อมตามอายุ (Panavas and Rubistein, 1998) นอกจากนี้ปริมาณ H_2O_2 ที่เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในช่วงแรกของการอายุปักแจกันอาจถูกควบคุมโดยการทำงานของเอนไซม์ CAT จากการศึกษาในใบ coriander พบว่าช่วงแรกของการเก็บรักษามีแอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT เพิ่มขึ้น โดย CAT ทำหน้าที่เปลี่ยน H_2O_2 เป็น H_2O ช่วยรักษาระดับ H_2O_2 ในเซลล์ไม่ให้เพิ่มสูงขึ้น (Hassan and Mahfouz, 2012)

ช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานที่รมด้วย 1-MCP (ภาพที่ 26-29 และตารางที่ 29-32) พบว่าในวันที่ 0 มีแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX ต่ำและ DHAR สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ma et al. (2010) ที่รายงานว่า 1-MCP มีผลยับยั้งการลดลงของ ASA ซึ่งเป็นผลมาจากการแสดงของยีน *BO-APX1* และ *BO-APX2* ที่ลดลงและเพิ่มการแสดงออกของยีน *BO-DHAR* ซึ่งมีผลทำให้มีการสะสมของ ASA ในเซลล์เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับในวันที่ 2 ที่พบว่าแอกทิวิตีของ APX เพิ่มขึ้น จากนั้นวันที่ 4 พบว่ามีแอกทิวิตีของ DHAR, MDHAR และ GR เพิ่มขึ้น มีความสอดคล้องกับวันที่ 2 พบว่าแอกทิวิตีของ APX เพิ่มขึ้นซึ่ง ASA จะถูกเปลี่ยนไปเป็น MDHA แล้วมีการเปลี่ยนกลับไปเป็น ASA ด้วย MDHAR ในขณะเดียวกัน MDHA ก็ถูกเปลี่ยนไปเป็น DHA ด้วยวิธี non-enzymatic และมีเอนไซม์ DHAR มาเปลี่ยนกลับให้เป็น ASA เหมือนเดิม ขณะเดียวกันเอนไซม์ DHAR ต้องอาศัย GSH เป็นแหล่ง reducing power โดยอาศัยเอนไซม์ GR เข้ามาช่วย ในวันที่ 8 ยังพบว่าแอกทิวิตี APX ยังคงสูงอยู่ โดยเอนไซม์ที่ทำหน้าที่เข้ามาช่วยในการ

รีไซเคิล ASA กลับมาใช้ใหม่คือ MDHAR ส่วนในวันที่ 12 ซึ่งเป็นช่วงระยะการเสื่อมตามอายุพบว่าแอกทิวิตีของเอนไซม์ทั้งระบบลดลงอย่างมาก ซึ่งตรงข้ามกับการสังเคราะห์เอทิลีนที่เพิ่มขึ้น สำหรับในชุดทดลองที่ผ่านการรมเอทิลีนพบว่ามีผลทำให้แอกทิวิตีของเอนไซม์ DHAR ในวันที่ 0 และ MDHAR ในวันที่ 4 ลดลงแสดงให้เห็นว่าเอทิลีนจากภายนอกอาจมีบทบาทต่อการทำงานของเอนไซม์ดังกล่าว

สำหรับช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์บูรณะเจตน์ที่รมด้วย 1-MCP (ภาพที่ 31-33 และตารางที่ 33-36) พบว่ามีแนวโน้มของแอกทิวิตีทิศทางเดียวกับชุดควบคุม แต่ในวันที่ 8 มีปริมาณของ H_2O_2 เพิ่มสูงขึ้นและมีผลทำให้แอกทิวิตีของเอนไซม์ APX, DHAR, MDAHR และ GR เพิ่มสูงขึ้นกว่าชุดควบคุม ในวันที่ 12 ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาการเสื่อมตามอายุพบว่าการสังเคราะห์เอทิลีนที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้แอกทิวิตีของเอนไซม์ในระบบลดลงอย่างมากเช่นเดียวกับในพันธุ์ขาวสนาน สำหรับชุดทดลองที่รมด้วยเอทิลีนพบว่าไม่มีความแตกต่างของแอกทิวิตีของเอนไซม์เมื่อเปรียบเทียบกับชุดทดลองอื่นๆ ในวันที่ 0-6 แสดงว่าเอทิลีนจากภายนอกไม่มีผลต่อการทำงานของเอนไซม์แอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในกล้วยไม้สายพันธุ์นี้ สาร 1-MCP นอกจากเพิ่มแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนแล้ว ยังพบว่า 1-MCP ยังสามารถเพิ่มแอกทิวิตีของเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดอนุมูลอิสระตัวอื่นได้เช่นกัน เช่น ช่วยเพิ่มแอกทิวิตีของ SOD CAT และ POD ให้สูงขึ้นตลอดอายุการเก็บรักษา ซึ่งเป็นการป้องกันอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นทำให้ช่วยชะลอการเสื่อมตามอายุได้ (Chiriboga et al., 2013; Hassan and Mahfouz, 2012; Singh and Dwivedi, 2008) ซึ่งในการทดลองครั้งนี้เป็นไปได้ว่าในช่วงแรกของอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ปริมาณของ H_2O_2 อาจถูกควบคุมด้วยการทำงานของเอนไซม์ SOD CAT และ POD ซึ่งเอนไซม์ทั้งสามมีการทำงานโดยการปกป้องซึ่งกันและกันจากอนุมูลอิสระ เช่น SOD ป้องกัน CAT ที่จะถูกยับยั้งการทำงานจากอนุมูลอิสระ superoxide ในขณะที่ CAT และ glutathione peroxidase ป้องกัน SOD ที่จะถูกยับยั้งการทำงานจากอนุมูลอิสระ hydroperoxide (Blum and Fridovich, 1985)

บทที่ 6

สรุปผลการทดลอง

1. ผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้

1.1 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน โดยมีผลช่วยรักษาคุณภาพของช่อดอก ได้แก่ น้ำหนักสด การดูดน้ำ ความเข้มของกลีบดอก รวมทั้งลดการเสื่อมตามอายุของดอกตูมและดอกบาน และลดการหลุดร่วงของดอกตูม แต่ไม่มีผลต่อการบานเพิ่มของดอกตูม การหลุดร่วงของดอกบาน ความสว่าง สี และการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก

1.2 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ โดยมีผลช่วยรักษาคุณภาพของช่อดอก ได้แก่ น้ำหนักสด การดูดน้ำ รวมทั้งลดการเสื่อมตามอายุของดอกตูมและดอกบาน การเปลี่ยนแปลงของสีกลีบดอก (ความสว่าง ความเข้ม สี และการเปลี่ยนแปลงสี) แต่ไม่มีผลต่อการร่วงของดอกตูม และการบานเพิ่มของดอกตูม

2. ผลของ 1-MCP ต่อการสังเคราะห์เอทิลีนในช่อดอกกล้วยไม้

การใช้ 1-MCP สามารถลดการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานและพันธุ์บูรณะเจตน์ได้

3. ผลของ 1-MCP ต่อปริมาณของโฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในช่อดอกกล้วยไม้

การใช้ 1-MCP มีผลช่วยลด H_2O_2 ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน แต่ไม่มีผลในการช่วยลด H_2O_2 ในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ได้

4. ผลของ 1-MCP ต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์วัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูตาไทโอนในช่อดอกกล้วยไม้

4.1 1-MCP มีผลต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน โดยหลังจากการรม ทำให้มีแอกติวิตีของ DHAR (วันที่ 0) APX (วันที่ 2) DHAR และ GR (วันที่ 4) เพิ่มขึ้นและระยะก่อนการเสื่อมตามอายุมีแอกติวิตีของ APX และ MDHAR (วันที่ 8) เพิ่มขึ้น

4.2 1-MCP มีผลต่อแอกทิวิตีของเอนไซม์ในวัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนในช่อดอกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ โดยทำให้แอกทิวิตีของเอนไซม์ APX, DHAR, MDHAR และ GR เพิ่มขึ้นในวันที่ 8 ซึ่งเป็นระยะก่อนการเสื่อมตามอายุของช่อดอก

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กุลนาถ อบสุวรรณ สุภาพร สังข์งาม และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ. 2550. ผลของความเข้มข้น 1-MCP ต่ออายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้หวายลูกผสมสายพันธุ์อรุณไวท์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 38: 263-266.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2550. **ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการเสื่อมสภาพของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม.

นริสา อุทัยฉาย. 2546. **ผลของ 1-methylcyclopropene ที่มีต่ออายุการปักแจกันและคุณภาพดอกกล้วยไม้สกุลหวาย**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พิบูลย์ มงคลสุด. 2549. ลักษณะอาการของโรคดอกจุดสนิมหวายมาดาม ปอมปาดัวร์และหวายลูกผสม. **วารสารรามคำแหง** 23: 85-94.

ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ. 2550. **ผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย** Dendrobium '**ขาวสนาน**' **และ** Dendrobium 'BOM 17 K'. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิโรรัตน์ เขียนแม้น. 2554. **ผลของ 1-เมทิลไซโคลโพรพีนต่อแอกทิวิตีของเซลลูเลสและบีตา-กาแล็กโทซิเดส และอายุการปักแจกันของกล้วยไม้สกุลหวาย 'บูรณะเจตน์' 'ขาวสนาน' และ 'สุรีย์พืช'**. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, สาขาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2555. **สถิติการค้าสินค้าการเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2554**. สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพมหานคร.

ภาษาอังกฤษ

Arrom, L., and Munné-Bosch, S. 2012. Sucrose accelerates flower opening and delays senescence through a hormonal effect in cut lily flower. **Plant Science** 41-47.

Ape, K., and Hirt, H. 2004. Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annual Review of Plant Biology** 55: 373–399.

Attri, L. K., Nayyar, H., Bhanwra, R .K., and Pehwal, A. 2008. Pollination-induced oxidative stress in floral organs of *Cymbidium pendulum* (Roxb.) Sw. and *Cymbidium aloifolium* (L.) Sw. (Orchidaceae): a biochemical investigation. **Scientia Horticulturae** 116: 311–317.

Azad, A. K., Ishikawa, T., Ishikawa, T., Sawa, Y., and Shibata, H. 2008. Intracellular energy depletion triggers programmed cell death during petal senescence in tulip. **Journal of Experimental Botany** 59: 2085–2095.

Blankenship, S. M. 2001. Ethylene effects and the benefits of 1-MCP. **Perishables handling quarterly**. 108: 2-4.

Blankenship, S. M., and Dole, J. M. 2003. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology** 28: 1-25.

Blum, J., and Fridovich, I. 1985. Inactivation of glutathione peroxidase by superoxide radical. **Archives of Biochemistry Biophysics** 240: 500-508.

Chiriboga, M. A., Bordonaba, J. G., Schotsmans, W. O., Larigaudière, C., and Recasens, I. 2013. Antioxidant potential of 'Conference' pear during cold storage and shelf life in response to 1-methylcyclopropene. **LWT - Food Science and Technology** 51: 170-176

Chakrabarty, D., Verma, A. K., and Datta, S. K. 2009. Oxidative stress and antioxidant activity as the basis of senescence in Hemerocallis (day lily) flowers. **Journal of Horticulture and Forestry** 1: 113-119.

Dat, J. F., Vandenabeele, S., Vranová, E., Van Montagu, M., Inzé, D. and Van Breusegem, F. 2000. Dual action of the active oxygen species during plant stress responses. **Cellular and Molecular Life Science** 57: 779–795.

Gill, S. S. and Tuteja, N. 2010. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiology and Biochemistry** 48: 909-930.

Halliwell, B., and Gutteridge, J. M .C. 1999. **Free Radicals in Biology and Medicine**. Oxford: Oxford University Press.

Hassan, F. A. S., and Mahfouz, S. A. 2012. Effects of 1-methylcyclopropene (1-MCP) on the postharvest senescence of coriander leaves during storage and its relation to antioxidant enzyme activity. **Scientia Horticulturae** 141: 69-75.

Hossain, Z., Mandal, A. K. A., Datta, A. K., and Biswas, A. K. 2006. Decline in ascorbate peroxidase activity – A prerequisite factor for tepal senescence in gladiolous. **Journal of Plant Physiology** 163: 186-194.

Heyes, J. A., and Johnson, J. W., 1998. 1-Methylcylclopropene extends *Cymbidium* orchid vase life and prevents damaged pollinia from accelerating senescence. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science** 26: 319-324.

Huang, W. F., Huang, P. L., and Do, Y. Y. 2007. Ethylene receptor transcript accumulation patterns during flower senescence in *Oncidium* 'Gower Ramsey' as affected by exogenous ethylene and pollinia cap dislodgement. **Postharvest Biology and Technology** 44: 87-94.

Inzé, D., and Montagu, M. V. 1995. Oxidative stress in plants. **Current Opinion in Biotechnology** 6: 153-158.

Jin, J., Shan, N., Ma, N., Bai, J., and Gao, J. 2006. Regulation of ascorbate peroxidase at the transcript level is involved in tolerance to postharvest water deficit stress in the cut rose (*Rosa hybrida* L.) cv. Samantha. **Postharvest Biology and Technology** 40: 236-243.

Ketsa, S., and Rugkong, A. 1999. Senescence of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers following pollination. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology** 74: 608-613.

Ketsa, S., and Rugkong, A. 2000. Ethylene production, senescence and ethylene sensitivity of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers following pollination. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology** 75: 149-153.

Kevin, L. C., Wang, H. L., and Joseph, R. E. 2002. Ethylene biosynthesis and signaling networks. **The Plant Cell** s131-s151.

Lerslerwong, L., Ketsa, S., and van Doorn, W. G. 2009. Protein degradation and peptidase activity during petal senescence in *Dendrobium* cv. Khao Sanan. **Postharvest Biology and Technology** 52: 84-90.

Ma, G., et al. 2010. Effect of 1-methylcyclopropene on the expression of genes for ascorbate metabolism in postharvest broccoli. **Postharvest Biology and Technology** 58: 121-128.

Marano, M. R., Serra, E. C., Orellano, E. G., and Carrrillo, N. 1993. The path of chromo-plast development in fruits and flowers. **Plant Science** 94: 1–17.

Mittler, R. 2002. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance. **Trends in Plant Science** 7: 405-410.

Müller, R., Lind-Iversen, S., Stummann, B. M., and Serek, M. 2000. Expression of genes for ethylene receptors in senescing flowers of miniature potted roses. **The Journal of Horticultural Science & Biotechnology** 75: 12-18.

Murshed, R., Lopez-Lauri, F., and Sallanon, H. 2008. Microplate quantification of enzymes of the plant ascorbate-glutathione cycle. **Analytical Biochemistry** 383: 320-322.

Nadeau, J. A., Zhang, X. S., Nair, H., and O'Neil, S. D. 1993. Temporal and spatial regulation of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase in the pollination-induced senescence of orchid flowers. **Plant Physiology** 103: 31-39.

Neil, S. J., Desikan, R., Clarke, A., Hurst, R. D., and Hancock, J. 2002. Hydrogen peroxide and nitric oxide as signaling molecules in plants. **Journal of Experimental Botany** 53: 1237-1247.

Panavas, T., and Rubinstein, B. 1998. Oxidative events during programmed cell death of daylily (Hemerocallis hybrid) petals. **Plant Science** 133: 125–138.

Phetsirikorn, S., Ketsa, S., and van Dorn, W. G. 2012. Chilling injury in Dendrobium inflorescences is alleviated by 1-MCP treatment. **Postharvest Biology and Technology** 67: 144-153

Reid, M. S., and Celikel, F. G. 2008. Use of 1-methylcyclopropene in ornamentals: carnations as a model system for understanding mode of action. **HortScience** 43: 95-98.

Rogers, H. J. 2012. Is there an important role for reactive oxygen species and redox regulation during floral senescence?. **Plant, Cell & Environment** 35(2): 217-233.

Sisler, E. C., and Serek, M. 1997. Inhibition of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments. **Plant Physiology** 100: 577-582.

Serek, M., Woltering, E. J., Sisler, E. C., Frello, S., and Sriskandarajah, S. 2006. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances** 24: 368-381.

Shibuya, K., Nagata, M., Tanikawa, N., Yoshioka, T., Hashiba, T., and Satoh, S. 2002. Comparison of mRNA levels of three ethylene receptors in senescing flowers of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.). **Journal of Experimental Botany** 53: 399-406.

Singh, S., and Choudhuri, M. A. 1990. Effect of salinity (NaCl) on H_2O_2 metabolism in *Vigna* and *Oryza* seedlings. **Biochemical Physiology Pflanz** 186: 69-74.

Singh, R., and Dwivedi, U. N. 2008. Effects of ethrel and 1-methylcyclopropene (1-MCP) on antioxidants in mango (*Mangifera indica* var. Dashehari) during fruit ripening. **Food Chemistry** 111: 951-956.

Tang, X., Gomes, A. M. T. R., Bhatia, A., and Woodson, W. R. 1994. Pistil-specific and ethylene-regulated expression of 1-aminocyclopropane-1-carboxylate oxidase genes in Petunia flowers. **Plant Physiology** 6: 1227-1239.

Taiz, L., and Zeiger, E. 2006. **Plant Physiology**. 4th edition. Massachusetts: Sinaure Associate.

Tripathi, S. K., and Tuteja, N. 2007. Integrated signaling in flower senescence an overview. **Plant Signaling & Behavior** 2(6): 437-445.

Uthaichay, N., Ketsa, S., and van Doorn, W. G. 2007. 1-MCP pretreatment prevents bud and flower abscission in *Dendrobium* orchids. **Postharvest Biology and Technology** 43: 374-380.

van Doorn, W. G. 1997. Effects of pollination on floral attraction and longevity. **Journal of Experimental Botany** 48: 1615-1622.

Vilaplana, R., Valentines, M. C., Toivonen, P., and Larrigaudière, C. 2006. Antioxidant potential and peroxidative state of 'Golden Smoothe' apples treated with 1-methylcyclopropene. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 131(1): 104-109

Woltering, E. J., and van Doorn, W. G. 1988. Role of ethylene in senescence of petals morphological and taxonomical relationships. **Journal of Experimental Botany** 39: 1605-1616.

Yamane, K., Yamaki, Y., and Fujishige, N. 2004. Effects of exogenous ethylene and 1-MCP on ACC oxidase activity, ethylene production and vase life in *Cattleya* alliances. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science** 73: 128-133

ภาคผนวก

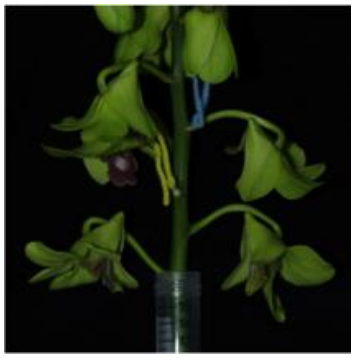
ภาคผนวก ก

1. อายุการปักแจกัน

อายุการปักแจกันสิ้นสุดลงเมื่อดอกบานเริ่มต้นเกิดการเสื่อมตามอายุมากกว่า 50% ลักษณะของดอกบานที่พิจารณาว่าเป็นการเสื่อมตามอายุมีดังนี้ (นริสา อุทัยฉาย, 2546)

1.1 สังเกตเห็นเส้นเวน (vein) ชัดเจนตลอดทั้งกลีบเลี้ยงและกลีบดอก

1.2 ดอกบานเกิดอาการคว่ำ โดยสังเกตจากก้านดอกย่อยที่โค้งลงทำมุมมากกว่า 90 องศากับก้านช่อดอก



1.3 สีของกลีบเลี้ยงและกลีบดอกเปลี่ยนไป เช่น สีซีดลงหรือเหลือง

1.4 ดอกเหี่ยวหรือหลุดร่วงจากช่อดอก

2. ระบบการวัดสี

ค่าวัดสีที่ใช้ในการทดลองครั้งคือ CIELCH notation ซึ่งประกอบด้วยค่า Lightness (L) Chroma (C) และ Hue (h) และ Color difference (DE)

2.1 Lightness (L) คือค่าความสว่างของกลีบดอก มีค่าอยู่ระหว่าง 0-100 โดยค่า 0 หมายถึงสีกลีบดอกเป็นสีดำ และ 100 หมายถึงสีกลีบดอกเป็นสีขาว

2.2 Chroma (C) คือค่าความอิ่มตัวหรือความเข้มของสีกลีบดอก ถ้ามีค่า 0 แสดงว่าสีกลีบดอกซีดจาง แต่ถ้ามีค่ามากแสดงว่าสีกลีบดอกมีความเข้ม

คำนวนได้จาก $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$

2.3 Hue (h^0) คือค่าสีของกลีบดอก นั่นคือถ้าสีกลีบดอกเปลี่ยนไปค่า h ก็จะเปลี่ยนไปด้วย

คำนวนได้จาก $h^0 = \arctan(b/a)$ เมื่อ $a > 0 , b > 0 ; h = h$

$a < 0 , b > 0 ; h = 180+h$

$a < 0 , b < 0 ; h = 180+h$

$a > 0 , b < 0 ; h = 360+h$

2.4 Color difference (DE) คือค่าของสีกลีบดอกที่เปลี่ยนไปจากสีกลีบดอกก่อนเริ่มทำการทดลอง ถ้ามีค่ามากแสดงว่าสีกลีบดอกมีการเปลี่ยนจากเดิมมาก

คำนวนได้จาก $DE = [(L^*-L_0)^2+(a^*-a_0)^2+(b^*-b_0)^2]^{1/2}$

โดยที่ L^*,a^*,b^* คือ ค่าของกลีบดอกในวันที่วัด

L_0,a_0,b_0 คือ ค่าของกลีบดอกก่อนเริ่มการทดลอง

3. **วิธีปริมาณหาเอทิลีน** (ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ, 2550)

เมื่อ A คือ ค่าเอทิลีนที่อ่านได้จากเครื่อง GC (หน่วย ppm)

B คือ น้ำหนักช่อดอกกล้วยไม้ (หน่วย g)

นั่นคือ ใน 10^6 สิตร มีเอทิลีน = A ลิตร

0.001 ลิตร มี = $\frac{0.001A}{10^6}$ ลิตร

ท่อเก็บแก๊ส 1.52 ลิตร = $\frac{1.52 \times 0.001A}{10^6 \times 0.001}$ ลิตร

= $\frac{1.52A}{10^6}$ ลิตร

ดังนั้น ปริมาณเอทิลีน ต่อ น้ำหนักช่อดอกกล้วยไม้ 1 g

= $\frac{1.52A}{10^6B}$ nl/g/hr

3. **วิธีวิเคราะห์ปริมาณไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)** (Singh and Dwivedi, 2008)

เตรียมสารละลายที่ใช้สกัด (extraction buffer) ประกอบด้วย

- phosphate buffer (pH 6.5)

- 0.1% $Ti_2(SO_4)_3$ ใน 20% H_2SO_4 (v/v)

a) นำตัวอย่างดอกกล้วยไม้ 0.2 กรัม ใส่ด้วยโกร่งสะอาดที่เติมไนโตรเจนเหลวทันทีบดจนตัวอย่างละเอียดเป็นผง เติม extraction buffer และเทใส่ eppendorf tube เก็บตัวอย่างที่บดแล้วไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

b) ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

c) เก็บส่วนที่เป็นสารละลายใส (supernatant) ปริมาตร 0.75 มิลลิลิตร

d) เติม 0.1% $Ti_2(SO_4)_3$ ที่เตรียมใน 20% H_2SO_4 (v/v) ปริมาตร 0.25 มิลลิลิตร

e) ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 8,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

f) เก็บ supernatant ที่ได้ไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตรด้วยเครื่อง microplate reader

g) นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณ H_2O_2 จากค่า extinction coefficient 0.28 $mM^{-1}\ cm^{-1}$ โดยใช้สมการของ Beer-Lambert law

$$A = \varepsilon cd$$

โดยที่ A คือ ค่าการดูดกลืนแสง (nm)

ε คือ extinction coefficient (L $mol^{-1}\ cm^{-1}$)

c คือ ความเข้มข้นของสาร (M)

d คือ path length ของตัวอย่าง (cm)

4. วิธีสกัดเอนไซม์จากตัวอย่างพืชและการวิเคราะห์แอกทิวิตีเอนไซม์

4.1 การสกัดเอนไซม์จากตัวอย่างพืช (Murshed et al., 2008)

a) นำตัวอย่างดอกกล้วยไม้ 0.2 กรัม ใส่ด้วยโกร่งสะอาดที่เติมไนโตรเจนเหลวทันทีบดจนตัวอย่างละเอียดเป็นผงแล้วใส่ eppendorf tube เก็บผงตัวอย่างที่บดแล้วไว้ที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

b) เตรียมสารละลายที่ใช้สกัด (extraction buffer) ประกอบด้วย

- MES/KOH buffer (pH 6.0)
- 40 mM KCl
- 2 mM $CaCl_2$
- 1 mM L-ascorbaic acid (เตรียมจาก Stock 1 M ASA ใหม่ทุกครั้งที่ทำการสกัด)

c) ปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

d) เก็บส่วนที่เป็นสารละลายใส (supernatant) ใส่ eppendorf tube ใหม่เพื่อนำไปใช้วัดแอกทิวิตีของเอนไซม์ต่าง ๆ และปริมาณโปรตีนทั้งหมดต่อไป

4.2 การวิเคราะห์แอกทิวิตีของเอนไซม์วัฏจักรแอสคอร์เบต-กลูทาไทโอนด้วยวิธี microplate technique (Murshed et al., 2008)

	APX	DHAR	MDHAR	GR
Reaction buffer	50 mM potassium phosphate buffer (pH 7.0) 0.25 mM ASA	50 mM HEPES buffer (pH 7.0) 0.1 mM EDTA 2.5 mM GSH	50 mM HEPES buffer (pH 7.6) 2.5 mM ASA 0.25 mM NADH	50 mM HEPES buffer (pH 8.0) 0.5 mM EDTA 0.25 mM NADPH
Volume/well	170 µl	170 µl	170 µl	170 µl
Extract volume	10 µl	10 µl	10 µl	10 µl
Substrate (Stock solution)	50 mM H_2O_2	20 mM DHA	ascorbate oxidase (5U/ml)	20 mM GSSG
Substrate volume (Final concentration)	20 µl (5 mM)	20 µl (0.2 mM)	20 µl (0.5 U/well)	20 µl (0.5 mM)
OD	290 nm	265 nm	340 nm	340 nm
Extinction coefficient	2.8 mM^{-1} cm^{-1}	14 mM^{-1} cm^{-1}	6.22 mM^{-1} cm^{-1}	6.22 mM^{-1} cm^{-1}

a) ปิเปต reaction buffer และ extract ตามตารางข้างบนลงใน well ของ microplate แล้วจึงปิเปต substrate ใส่เป็นอย่างสุดท้าย

b) อ่านค่าการดูดกลืนแสงแบบ kinetic เป็นเวลา 5 นาที โดยตั้งโปรแกรมให้เครื่องเขย่าทุกครั้งก่อนการอ่าน

c) คำนวณค่าแอกทิวิตีของเอนไซม์โดยเทียบกับปริมาณโปรตีนทั้งหมด

Units / mg protein

$$= \frac{(\Delta \text{ A/min}) \times (\text{extract test volume})}{(\text{extinction coefficient}) \times (\text{extract volume}) \times (\text{mg protein/ ml extract})}$$

4.3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนทั้งหมด (total protein) (ดัดแปลงวิธีจาก Bio-Rad Protein assay)

ปิเปตสารละลายดังต่อไปนี้ลงใน 96 well microplate

reaction mixture	sample well(µl)
crude extract	160
Biorad protein assay	40

ผสมสารทั้งหมดให้เข้ากันทิ้งให้เกิดปฏิกริยา 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปเทียบกับสมการที่ได้จากกราฟมาตรฐานของ bovine serum albumin (BSA)

5. ตารางการใช้ EthylBloc® สำหรับอัตราการให้สารความเข้มข้นระดับ nl/l/ปริมาตรและปริมาตรน้ำกลั่น

ความเข้มข้นของ 1-MCP (nl/l)	ต่อลูกบาศก์เมตร	
	สาร EthylBloc® (mg)	น้ำกลั่น (ml)
100	160	3
500	800	7
1000	1600	25

(อัตราส่วนของ EthylBloc® : น้ำกลั่น = 1 : 16)

ภาคผนวก ข

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Relative fresh weight (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	100.00	103.46 ± 0.47[a]	104.83 ± 1.06[a]	104.62 ± 1.49[a]	102.43 ± 2.36	N/A	N/A
Ethylene	100.00	98.58 ± 0.6[b]	94.85 ± 1.80[b]	91.16 ± 1.71[b]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	100.00	103.64 ± 0.24[a]	105.93 ± 0.23[a]	107.16 ± 0.27[a]	107.41 ± 0.30	106.28 ± 0.35	104.28 ± 0.47
1-MCP + Ethylene	100.00	103.58 ± 0.22[a]	105.78 ± 1.2[a]	107.05 ± 0.4[a]	107.23 ± 0.40	105.95 ± 0.34	103.54 ± 0.06
	-	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 8 การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Water uptake (ml±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.00	1.88 ± 0.06[a]	1.30 ± 0.14[a]	0.73 ± 0.09[b]	0.55 ± 0.12	N/A	N/A
Ethylene	0.00	0.80 ± 0.09[b]	0.47 ± 0.13[b]	0.33 ± 0.14[b]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.00	2.04 ± 0.13[a]	1.60 ± 0.05[a]	1.20 ± 0.05[a]	0.99 ± 0.07	0.75 ± 0.08	0.38 ± 0.05
1-MCP + Ethylene	0.00	1.91 ± 0.08[a]	1.63 ± 0.09[a]	1.21 ± 0.09[a]	0.96 ± 0.06	0.70 ± 0.04	0.37 ± 0.02
	-	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 9 การเสื่อมตามอายุของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Open flower senescence (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.0 ± 0.0	1.5 ± 1.5^{b}	11.5 ± 3.2^{b}	31.7 ± 8.9^{b}	57.5 ± 8.1	N/A	N/A
Ethylene	4.0 ± 2.4	47.6 ± 11.2^{a}	68.8 ± 11.8^{a}	91.5 ± 1.8^{a}	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.5 ± 0.5^{b}	1.4 ± 0.8^{b}	2.4 ± 1.5^{c}	4.5 ± 2.3	44.5 ± 7.4	74.8 ± 9.3
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0^{b}	0.4 ± 0.4^{b}	1.7 ± 0.6^{c}	3.5 ± 1.2	42.2 ± 7.5	76.3 ± 7.3
	ns	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 10 การเสื่อมตามอายุของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud senescence (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.4[b]	11.7 ± 2.5[b]	25.0 ± 6.6[b]	37.4 ± 11.1	N/A	N/A
Ethylene	3.9 ± 2.6	54.5 ± 2.7[a]	90.8 ± 4.1[a]	93.7 ± 3.2[a]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[c]	0.0 ± 0.0[c]	2.4 ± 0.7	24.1 ± 3.2	36.5 ± 5.6
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.4 ± 0.4[c]	0.8 ± 0.4[c]	9.4 ± 1.8	26.1 ± 3.8	39.2 ± 5.4
	ns	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 11 การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud opening (%±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	4.8 ± 1.3[ab]	10.8 ± 1.6[a]	14.2 ± 1.1[a]	16.1 ± 0.7[a]	17.0 ± 1.0	N/A	N/A
Ethylene	0.8 ± 0.3[b]	4.7 ± 1.2[b]	6.0 ± 2.1[b]	7.5 ± 2.7[b]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	6.1 ± 1.8[a]	12.6 ± 1.6[a]	16.6 ± 1.9[a]	20.1 ± 2.4[a]	21.6 ± 2.8	23.3 ± 3.1	28.0 ± 3.2
1-MCP + Ethylene	6.5 ± 1.0[a]	11.4 ± 0.9[a]	15.1 ± 1.6[a]	17.1 ± 3.5[a]	19.6 ± 2.1	21.6 ± 2.5	25.9 ± 1.7
	*	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 12 ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	L value (mean±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	85.94 ± 0.38	85.85 ± 0.34	85.84 ± 0.26[a]	85.48 ± 0.18[a]	85.39 ± 0.06	N/A	N/A
Ethylene	85.91 ± 0.36	85.62 ± 0.36	84.62 ± 0.10[b]	84.40 ± 0.14[b]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	85.92 ± 0.32	85.89 ± 0.30	85.73 ± 0.15[a]	85.58 ± 0.16[a]	85.58 ± 0.16	85.49 ± 0.07	85.28 ± 0.14
1-MCP + Ethylene	85.94 ± 0.32	85.91 ± 0.14	85.75 ± 0.16[a]	85.59 ± 0.04[a]	85.54 ± 0.09	85.34 ± 0.21	85.29 ± 0.02
	ns	ns	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 13 ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	C value (mean±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	9.82 ± 0.32[a]	9.77 ± 0.30[a]	9.73 ± 0.09[b]	9.97 ± 0.17 [b]	10.92 ± 0.08	N/A	N/A
Ethylene	10.53 ± 0.20[a]	10.29 ± 0.30[a]	13.20 ± 0.89[a]	14.15 ± 0.95 [a]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	8.80 ± 0.12[b]	8.62 ± 0.13[b]	9.19 ± 0.06[b]	9.22 ± 0.05 [b]	9.25 ± 0.11	9.21 ± 0.22	10.45 ± 0.22
1-MCP + Ethylene	8.75 ± 0.21[b]	8.53 ± 0.07[b]	8.73 ± 0.07[b]	9.18 ± 0.22 [b]	9.23 ± 0.26	8.95 ± 0.11	10.41 ± 0.41
	*	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 14 ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	h value (mean±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	67.31 ± 0.20[b]	68.12 ± 0.35[b]	68.45 ± 0.35[b]	69.29 ± 0.33[b]	71.83 ± 0.47	N/A	N/A
Ethylene	71.38 ± 0.40[a]	71.95 ± 0.50[a]	72.41 ± 1.11[a]	74.02 ± 0.96[a]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	67.87 ± 0.27[b]	68.21 ± 0.22[b]	68.58 ± 0.40[b]	68.56 ± 0.42[b]	69.33 ± 0.13	69.76 ± 0.46	73.11 ± 0.33
1-MCP + Ethylene	67.73 ± 0.32[b]	67.82 ± 0.1 [b]	68.20 ± 0.26[b]	68.46 ± 0.34[b]	68.53 ± 0.24	69.26 ± 0.40	73.16 ± 0.53
	*	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 15 ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	DE value (mean±SE)						
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day 10	Day 12
Control	0.84 ± 0.08[b]	1.05 ± 0.13[b]	1.09 ± 0.09[b]	1.20 ± 0.13[b]	1.80 ± 0.22	N/A	N/A
Ethylene	1.79± 0.43[a]	2.04 ± 0.43[a]	2.98 ± 0.55[a]	4.44 ± 0.53[a]	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.80 ± 0.05[b]	0.82 ± 0.09[b]	0.98 ± 0.13[b]	1.06 ± 0.17[b]	1.13 ± 0.07	1.30 ± 0.14	1.98 ± 0.49
1-MCP + Ethylene	0.78 ± 0.09[b]	0.85 ± 0.06[b]	0.99 ± 0.05[b]	1.08 ± 0.04[b]	1.45 ± 0.04	1.45 ± 0.27	2.03 ± 0.46
	*	*	*	*	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 16 การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Relative fresh weight (%±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Control	100.00	101.91 ± 0.07[a]	103.03 ± 0.41[a]	103.17 ± 0.37[a]	102.24 ± 0.64
Ethylene	100.00	97.87 ± 0.52[b]	88.29 ± 2.92[b]	72.46 ± 7.21[b]	N/A
1-MCP	100.00	102.03 ± 0.10[a]	103.39 ± 0.14[a]	104.41 ± 0.15[a]	104.44 ± 0.32
1-MCP + Ethylene	100.00	102.02 ± 0.32[a]	103.43 ± 0.23[a]	104.51 ± 0.43[a]	106.53 ± 1.26
	-	*	*	*	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 16 (ต่อ) การเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Relative fresh weight (%±SE)		
	Day10	Day 12	Day 14
Control	100.75 ± 1.01	N/A	N/A
Ethylene	N/A	N/A	N/A
1-MCP	104.25 ± 0.56	103.52 ± 0.82	102.39 ± 0.93
1-MCP + Ethylene	105.19 ± 0.94	104.60 ± 1.39	103.51 ± 1.67
	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 17 การดูดน้ำของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Water uptake (ml±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	0.00	2.28 ± 0.50[a]	2.33 ± 0.27[a]	1.61 ± 0.07[a]	1.42 ± 0.05	1.26 ± 0.06	N/A	N/A
Ethylene	0.00	1.03 ± 0.06[b]	0.16 ± 0.03[b]	0.13 ± 0.02[b]	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.00	3.11 ± 0.26[a]	2.34 ± 0.25[a]	1.88 ± 0.03[a]	1.65 ± 0.09	1.56 ± 0.14	1.46 ± 0.24	0.93 ± 0.11
1-MCP + Ethylene	0.00	3.04 ± 0.47[a]	2.52 ± 0.37[a]	1.92 ± 0.15[a]	1.80 ± 0.16	1.61 ± 0.09	1.69 ± 0.10	1.11 ± 0.08
	-	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 18 การเสื่อมตามอายุของดอกบานของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Open flower senescence (%±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	0.0 ± 0.0	1.1 ± 0.7[b]	12.1 ± 3.2[b]	21.8 ± 2.4[b]	45.7 ± 8.2	81.1 ± 7.0	N/A	N/A
Ethylene	0.0 ± 0.0	83.4 ± 9.4[a]	95.7 ± 3.3[b]	95.7 ± 3.3[a]	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[c]	0.3 ± 0.3[c]	5.2 ± 0.8	25.9 ± 6.2	49.7 ± 8.2	71.5 ± 7.9
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.3 ± 0.3[c]	0.3 ± 0.3[c]	5.8 ± 2.8	15.0 ± 3.5	49.6 ± 8.4	71.5 ± 3.9
	ns	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 19 การเสื่อมตามอายุของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud senescence (%±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	0.0 ± 0.0	0.4 ± 0.2[b]	4.6 ± 0.5[b]	12.0 ± 1.3[b]	18.0 ± 1.1	23.7 ± 1.0	N/A	N/A
Ethylene	0.3 ± 0.2	45.4 ± 5.6[a]	88.8 ± 4.6[a]	91.4 ± 4.6[a]	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.2[b]	0.2 ± 0.2[b]	0.3 ± 0.2[c]	1.1 ± 0.2	9.7 ± 2.0	21.0 ± 1.0	23.6 ± 0.6
1-MCP + Ethylene	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0[b]	0.0 ± 0.0[b]	0.4 ± 0.2[c]	2.4 ± 0.5	9.8 ± 3.0	20.5 ± 4.0	22.0 ± 4.0
	ns	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 20 การบานเพิ่มของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Flower bud opening (%±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	5.4 ± 0.6[a]	9.3 ± 0.5[a]	14.1 ± 0.6[a]	15.4 ± 0.9[a]	16.8 ± 1.3	18.9 ± 1.8	N/A	N/A
Ethylene	2.4 ± 0.6[b]	4.0 ± 0.8[b]	5.9 ± 1.6[b]	6.1 ± 1.7[b]	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	4.8 ± 0.5[ab]	6.9 ± 0.1[a]	8.3 ± 0.4[b]	8.8 ± 0.4[b]	8.9 ± 0.4	9.0 ± 0.4	9.7 ± 0.4	10.7 ± 0.4
1-MCP + Ethylene	5.3 ± 0.8[a]	7.8 ± 0.9[a]	8.3 ± 1.0[b]	8.7 ± 1.2[b]	9.0 ± 1.1	9.5 ± 1.2	9.5 ± 1.2	11.7 ± 1.7
	*	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 21 ค่า L value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	L value (mean±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	67.60 ± 0.31	68.92 ± 0.22^{ab}	69.96 ± 0.24^{b}	71.78 ± 0.51^{b}	74.44 ± 0.46	77.21 ± 0.31	N/A	N/A
Ethylene	69.02 ± 0.23	71.92 ± 1.01^{a}	74.96 ± 0.54^{a}	76.78 ± 0.29^{a}	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	68.13 ± 0.66	68.31 ± 0.72^{b}	68.56 ± 0.60^{b}	68.46 ± 0.52^{c}	68.90 ± 0.50	69.31 ± 0.57	70.17 ± 1.31	71.33 ± 0.29
1-MCP + Ethylene	68.06 ± 0.67	68.30 ± 0.43^{b}	68.35 ± 0.42^{b}	68.58 ± 0.45^{c}	69.14 ± 0.56	69.70 ± 1.04	69.72 ± 0.54	73.36 ± 0.34
	ns	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 22 ค่า C value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	C value (mean±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	46.24 ± 0.53	45.55 ± 0.38	44.24 ± 0.27[a]	42.02 ± 0.40[b]	41.94 ± 0.80	40.41 ± 0.99	N/A	N/A
Ethylene	45.94 ± 0.49	44.94 ± 0.50	43.24 ± 0.47[a]	41.01 ± 0.62[b]	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	45.91 ± 0.40	45.63 ± 0.40	44.89 ± 0.36[a]	44.83 ± 0.84[a]	44.77 ± 0.46	42.82 ± 0.64	43.82 ± 0.74	42.72 ± 0.16
1-MCP + Ethylene	46.10 ± 0.35	45.81 ± 0.20	44.84 ± 0.68[a]	44.98 ± 0.52[a]	44.52 ± 0.29	44.16 ± 0.34	43.54 ± 0.51	40.88 ± 0.33
	ns	ns	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 23 ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	h value (mean±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8
Control	282.01 ± 0.01	279.41 ± 1.41	213.18 ± 39.23^{ab}	206.34 ± 17.81^{b}	181.89 ± 28.96
Ethylene	281.79 ± 0.06	277.63 ± 1.86	148.16 ± 37.61^{b}	104.05 ± 15.82^{c}	N/A
1-MCP	282.70 ± 0.22	281.70 ± 0.09	281.85 ± 0.03^{a}	281.71 ± 0.14^{a}	281.67 ± 1.57
1-MCP + Ethylene	281.42 ± 1.42	281.93 ± 0.11	281.13 ± 0.81^{a}	281.79 ± 0.16^{a}	281.28 ± 0.35
	ns	ns	*	*	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 23 (ต่อ) ค่า h value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	h value (mean±SE)		
	Day10	Day 12	Day 14
Control	161.58 ± 42.74	N/A	N/A
Ethylene	N/A	N/A	N/A
1-MCP	280.39 ± 0.93	280.86 ± 0.21	264.91 ± 8.78
1-MCP + Ethylene	280.65 ± 0.82	279.98 ± 0.61	211.88 ± 12.19
	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 24 ค่า DE value ของกลีบดอกของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์ หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	DE value (mean±SE)							
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 6	Day 8	Day10	Day 12	Day 14
Control	2.24 ± 0.13^{ab}	2.49 ± 0.47^{ab}	4.12 ± 0.48^{b}	8.73 ± 0.62^{b}	13.55 ± 0.67	20.90 ± 0.72	N/A	N/A
Ethylene	2.45 ± 0.19^{a}	5.77 ± 1.74^{a}	12.76 ± 1.92^{a}	18.89 ± 1.68^{a}	N/A	N/A	N/A	N/A
1-MCP	1.72 ± 0.14^{b}	1.94 ± 0.05^{b}	2.10 ± 0.26^{b}	2.12 ± 0.36^{c}	2.32 ± 0.46	3.85 ± 0.86	4.21 ± 1.09	5.97 ± 0.24
1-MCP + Ethylene	1.71 ± 0.21^{b}	1.91 ± 0.20^{b}	2.07 ± 0.21^{b}	2.40 ± 0.31^{c}	2.78 ± 0.43	3.80 ± 0.84	4.37 ± 0.68	9.16 ± 0.46
	*	*	*	*	-	-	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 25 การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Ethylene production (nl/g/hr±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	5.2115 ± 0.7437[b]	5.7045 ± 0.6769[b]	4.9216 ± 0.2113[ab]	4.8322 ± 0.3457	N/A
Ethylene	8.2182 ± 0.8259[a]	7.8564 ± 0.6045[a]	6.7181 ± 0.7809[a]	N/A	N/A
1-MCP	3.8651 ± 0.4687[b]	4.3105 ± 0.3678[b]	4.4207 ± 0.4046[b]	4.2733 ± 0.6781	6.6531 ± 0.6574
1-MCP + Ethylene	3.9477 ± 0.5883[b]	4.3445 ± 0.1724[b]	4.2089 ± 0.4427[b]	4.3933 ± 0.9994	6.7988 ± 0.6953
	*	*	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 26 การสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Ethylene production (nl/g/hr±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	1.7128 ± 0.2145	2.8393 ± 0.5479[b]	3.3745 ± 0.2579[b]	1.8459 ± 0.2102	N/A
Ethylene	2.1024 ± 0.1659	11.5904 ± 1.3172[a]	6.2538 ± 0.9695[a]	N/A	N/A
1-MCP	1.4701 ± 0.1850	1.3819 ± 0.4066[b]	1.9504 ± 0.1114[b]	1.5161 ± 0.1641	3.4933 ± 0.2770
1-MCP + Ethylene	1.4826 ± 0.1449	1.3883 ± 0.1063[b]	2.1306 ± 0.1805[b]	1.5161 ± 0.1218	3.6389 ± 0.7277
	ns	*	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 27 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนาน หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือเอทิลีน ความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Hydrogen peroxide content (µmol/g FW±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	89.41 ± 3.60[a]	65.40 ± 12.91[a]	55.59 ± 4.68[a]	27.22 ± 2.01	N/A
Ethylene	46.08 ± 7.30[b]	30.26 ± 6.18[b]	26.72 ± 4.54[b]	N/A	N/A
1-MCP	84.98 ± 4.78[a]	38.83 ± 3.76[ab]	38.75 ± 9.53[ab]	23.03 ± 3.10	13.99 ± 0.92
1-MCP + Ethylene	88.81 ± 5.58[a]	41.69 ± 4.36[ab]	39.44 ± 5.43[ab]	23.71 ± 3.33	18.68 ± 2.28
	*	*	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 28 ปริมาณ H_2O_2 ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Hydrogen peroxide content (µmol/g FW±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	34.58 ± 3.35	32.44 ± 2.74	31.69 ± 4.46	53.51 ± 1.93	N/A
Ethylene	26.79 ± 2.67	32.19 ± 3.37	29.23 ± 1.88	N/A	N/A
1-MCP	33.56 ± 2.67	30.72 ± 1.12	31.48 ± 2.63	52.38 ± 2.68	29.49 ± 2.13
1-MCP + Ethylene	33.66 ± 2.83	31.51 ± 2.35	31.69 ± 5.50	51.82 ± 6.33	33.79 ± 2.94
	ns	ns	ns	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 29 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.043 ± 0.023	0.021 ± 0.005[b]	0.063 ± 0.028	0.218 ± 0.003	N/A
Ethylene	0.029 ± 0.013	0.015 ± 0.002[b]	0.062 ± 0.014	N/A	N/A
1-MCP	0.048 ± 0.028	0.048 ± 0.009[a]	0.135 ± 0.079	0.300 ± 0.045	0.022 ± 0.004
1-MCP + Ethylene	0.045 ± 0.022	0.016 ± 0.001[b]	0.137 ± 0.074	0.291 ± 0.016	0.016 ± 0.007
	ns	*	ns	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 30 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Dehydroascorbate reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.224 ± 0.042 [bc]	0.090 ± 0.004	0.177 ± 0.033	0.160 ± 0.012	N/A
Ethylene	0.164 ± 0.023 [c]	0.087 ± 0.017	0.177 ± 0.029	N/A	N/A
1-MCP	0.664 ± 0.183 [a]	0.113 ± 0.012	0.356 ± 0.098	0.200 ± 0.038	0.096 ± 0.017
1-MCP + Ethylene	0.612 ± 0.080 [ab]	0.092 ± 0.009	0.349 ± 0.081	0.186 ± 0.018	0.066 ± 0.003
	*	ns	ns	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 31 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Monohydroascorbate reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.013 ± 0.004	0.036 ± 0.004	0.040 ± 0.007[ab]	0.051 ± 0.005	N/A
Ethylene	0.017± 0.006	0.033 ± 0.004	0.024 ± 0.007[b]	N/A	N/A
1-MCP	0.030 ± 0.020	0.042 ± 0.011	0.063 ± 0.004[a]	0.066 ± 0.011	0.035 ± 0.003
1-MCP + Ethylene	0.020 ± 0.012	0.041 ± 0.008	0.068 ± 0.012[a]	0.073 ± 0.007	0.029 ± 0.007
	ns	ns	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 32 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานหลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Glutathione reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.084 ± 0.011	0.137 ± 0.016	0.168 ± 0.013 [ab]	0.093 ± 0.009	N/A
Ethylene	0.060 ± 0.009	0.125 ± 0.030	0.154 ± 0.010 [b]	N/A	N/A
1-MCP	0.071 ± 0.011	0.150 ± 0.032	0.381 ± 0.070 [a]	0.130 ± 0.029	0.088 ± 0.015
1-MCP + Ethylene	0.086 ± 0.018	0.123 ± 0.020	0.381 ± 0.067 [a]	0.117 ± 0.008	0.073 ± 0.017
	ns	ns	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 33 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Ascorbate peroxidase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.221 ± 0.041	0.159 ± 0.018^{ab}	0.279 ± 0.019^{bc}	1.045 ± 0.172	N/A
Ethylene	0.191 ± 0.019	0.116 ± 0.005^{b}	0.178 ± 0.016^{c}	N/A	N/A
1-MCP	0.300 ± 0.058	0.530 ± 0.129^{a}	0.602 ± 0.115^{a}	3.337 ± 0.666	0.233 ± 0.053
1-MCP + Ethylene	0.285 ± 0.126	0.422 ± 0.122^{ab}	0.464 ± 0.060^{ab}	3.236 ± 0.589	0.212 ± 0.052
	ns	*	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 34 แอกทิวิตีของเอนไซม์ dehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Dehydroascorbate reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.227 ± 0.033	0.312 ± 0.069	0.192 ± 0.008	0.332 ± 0.073	N/A
Ethylene	0.185 ± 0.035	0.304 ± 0.075	0.162 ± 0.027	N/A	N/A
1-MCP	0.272 ± 0.025	0.386 ± 0.058	0.320 ± 0.113	0.794 ± 0.235	0.370 ± 0.064
1-MCP + Ethylene	0.258 ± 0.034	0.375 ± 0.030	0.313 ± 0.028	0.774 ± 0.201	0.349 ± 0.078
	ns	ns	ns	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 35 แอกทิวิตีของเอนไซม์ monodehydroascorbate reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Monohydroascorbate reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	1.245 ± 0.337	1.213 ± 0.222	1.900 ± 0.154[ab]	7.631 ± 0.566	N/A
Ethylene	1.088 ± 0.088	1.212 ± 0.200	1.045 ± 0.186[b]	N/A	N/A
1-MCP	1.497 ± 0.223	1.638 ± 0.184	2.923 ± 0.307[a]	16.703 ± 1.476	3.291 ± 0.833
1-MCP + Ethylene	1.468 ± 0.171	1.565 ± 0.248	2.601 ± 0.600[a]	16.652 ± 2.320	3.031 ± 1.567
	ns	ns	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ตารางที่ 36 แอกทิวิตีของเอนไซม์ glutathione reductase ของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Treatment	Glutathione reductase activity (U/mg protein±SE)				
	Day 0	Day 2	Day 4	Day 8	Day 12
Control	0.404 ± 0.133	0.670 ± 0.091	0.535 ± 0.041[ab]	1.451 ± 0.096	N/A
Ethylene	0.351 ± 0.074	0.493 ± 0.065	0.456 ± 0.061[b]	N/A	N/A
1-MCP	0.561 ± 0.113	0.782 ± 0.129	0.925 ± 0.143[a]	4.913 ± 1.388	0.841 ± 0.222
1-MCP + Ethylene	0.575 ± 0.314	0.772 ± 0.127	0.921 ± 0.142[a]	4.837 ± 1.153	0.798 ± 0.241
	ns	ns	*	-	-

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Tukey honest significant difference (HSD) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns คือ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

N/A คือ ไม่มีข้อมูลเนื่องจากช่อดอกกล้วยไม้หมดอายุการปักแจกัน

ภาคผนวก ค

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-1 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 0 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-2 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 4 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

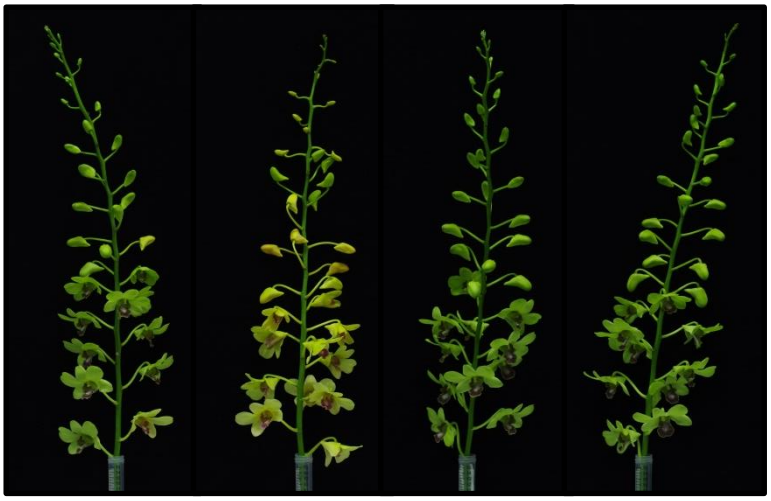
ภาพ ค-3 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 8 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-4 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานวันที่ 12 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-5 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 0 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

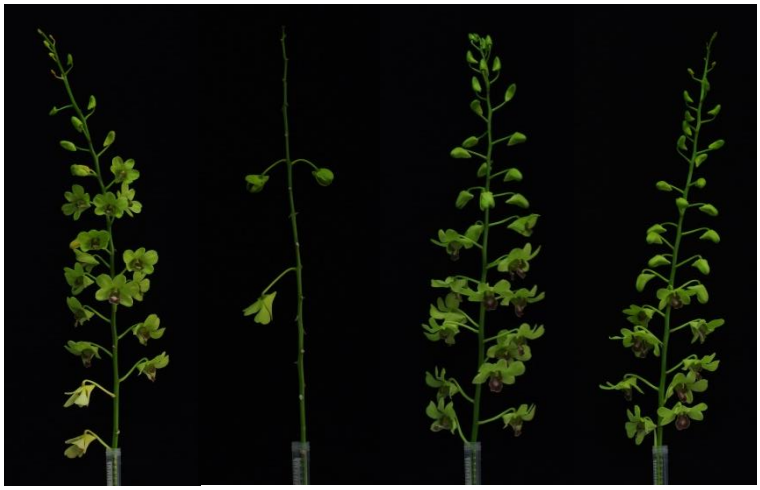


Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-6 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 4 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-7 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 8 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน



Control Ethylene 1-MCP 1-MCP+ethylene

ภาพ ค-8 ลักษณะของช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บูรณะเจตน์วันที่ 12 หลังผ่านการรม 1-MCP ความเข้มข้น 500 nl/l เป็นเวลา 3 ชั่วโมง และ/หรือ เอทิลีนความเข้มข้น 0.4 µl/l เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เก็บรักษาในห้องควบคุมอุณหภูมิ 25±1 องศาเซลเซียส และให้แสงเป็นเวลา 12 ชั่วโมงต่อวัน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายภูมิพงษ์ ชูช่วยสุวรรณ เกิดวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ. 2524 ที่จังหวัดสระบุรี สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวภาพ จากภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ในปีการศึกษา 2547 และเข้าศึกษาในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาพฤกษศาสตร์ ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2553

การนำเสนอผลงาน

- นำเสนอผลงานแบบบรรยายในหัวข้อเรื่อง 1-เมทิลไซโคลโพรพีนป้องกันการเสื่อมสภาพในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานที่เกิดจากการได้รับเอทิลีนจากภายนอก ที่งานประชุมวิชาการพฤกษศาสตร์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 7 ระหว่างวันที่ 3-5 เมษายน 2556 ณ มหาวิทยาลัยรามคำแหง กรุงเทพมหานคร

การตีพิมพ์บทความวิชาการ

ภูมิพงษ์ ชูช่วยสุวรรณ, กุลนาถ อบสุวรรณ และ กนกวรรณ เสรีภาพ. 2556. 1-เมทิลไซโคลโพรพีนป้องกันการเสื่อมสภาพในช่อดอกกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ขาวสนานที่เกิดจากการได้รับเอทิลีนจากภายนอก. **วารสารพฤกษศาสตร์ไทย** 5(พิเศษ)