ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
ปริญญา

พืชสวน
สาขา

พืชสวน
ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสมพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงและอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

Studies on the Appropriate Inflorescence Stage, Photosynthetic Parameters and 1-MCP Affecting Potted *Dendrobium* Orchid Quality for Simulated Shipping

นามผู้วิจัย นายภักดี ทิพย์ไกรลาศ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรียา บุญกอแก้ว, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(รองศาสตราจารย์พูนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
(อาจารย์อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา
(รองศาสตราจารย์อลิศรา มีนะกนิษฐ, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ .... **เดือน** .... **พ.ศ.** ....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

Studies on the Appropriate Inflorescence Stage, Photosynthetic Parameters and 1-MCP Affecting Potted *Dendrobium* Orchid Quality for Simulated Shipping

โดย

นายภักดี ทิพย์ไกรลาศ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน)
พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภักดี ทิพย์ไกรลาศ 2558: การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (พืชสวน) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรียา บุญกอแก้ว, Ph.D. 105 หน้า

การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ โดยใช้กล้วยไม้สกุลหวายกระถางพันธุ์เอมม่าไวท์ ที่มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ คือ ระยะเริ่มแทงช่อดอก (ระยะที่ 1) ระยะดอกตูม (ระยะที่ 2) และระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (ระยะที่ 3) จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ ควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองที่ 1 พบว่า กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความเหมาะสมเพื่อใช้ในการส่งออกทางเรือเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ซึ่งดอกตูมสามารถพัฒนาเป็นดอกบานได้คุณภาพดี ส่วนการทดลองที่ 2 พบว่า กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 2 มีความเหมาะสมที่สุดหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ เช่นกัน ในขณะที่พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบทั้งกลางวันและกลางคืน และมีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำน้อย เช่นเดียวกับค่า F_v/F_m ที่มีค่าลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่ง และเมื่อติดตามการฟื้นตัวหลังผ่านการจำลองการขนส่ง พบว่า กล้วยไม้กระถางมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น ค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงกลับสู่ภาวะปกติ คือ มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวก มีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำเป็นบวกสูงในเวลากลางคืนอีกครั้ง ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM เช่นเดียวกับค่า F_v/F_m ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น และการทดลองที่ 3 ซึ่งศึกษาอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพใบ ดอก และพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ โดยใช้กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 2 พบว่า สาร 1-MCP ความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 1,000 และ 1,500 ppb เนื่องจากทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของใบและดอกน้อย และมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ และค่า F_v/F_m ลดลงน้อยหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ และทำให้กล้วยไม้กระถางมีการฟื้นตัวและการกลับคืนสู่ภาวะปกติของค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังจำลองการขนส่งเร็วที่สุด นอกจากนี้ยังสามารถลดการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจได้อีกด้วย

_______________________ _______________________________ ___ / ___ / ____

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pakdee Tipkrailad 2015: Studies on the Appropriate Inflorescence Stage, Photosynthetic Parameters and 1-MCP Affecting Potted *Dendrobium* Orchid Quality for Simulated Shipping. Master of Science (Horticulture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Assistant Professor Patchareeya Boonkorkaew, Ph.D. 105 pages.

In this study, appropriate inflorescence stage, photosynthetic parameter and the effect of 1-MCP on potted *Dendrobium* orchid quality for simulated shipping were investigated. Three inflorescence stages for *Dendrobium* 'Emma White' namely flower initiation stage (stage 1), bud flower stage (stage 2) and 1-2 open flowers stage (stage 3) were studied. The orchids were simulated for shipping by keeping in a dark container with under 20±1^{o}C and 70% relative humidity condition. The results from the first experiment illustrated that the appropriate inflorescence stages were stage 2 and 3. After spending 2 weeks in simulated shipping, bud flower could develop to good quality open flower. In the second experiment, the results indicated that the appropriate inflorescence stage was stage 2 after spending 2 weeks for simulated shipping. Besides, photosynthetic parameter values of them showed negative CO_2 exchange rate during day and night time, stomatal conductance and transpiration rate were low as F_v/F_m values were decreased after simulated shipping. For assessment on post-shipping performance, leaf greenness increased and the photosynthetic parameter values returned to the usual i.e. positive CO_2 exchange rate during night time, stomatal conductance and transpiration rate were high during night time and F_v/F_m values increased. This indicated that they utilized CAM plant pathway. In the third experiment, the effect of 1-MCP on leaf and flower quality and photosynthetic parameters on potted *Dendrobium* orchid for simulated shipping by using stage 2 of inflorescence stage were carried out. Results showed that the appropriate 1-MCP concentrations were 1,000 and 1,500 ppb which caused low leaf and flower senescence as CO_2 exchange rate, stomatal conductance, transpiration rate and F_v/F_m values slowly decreased after 4 weeks of simulated shipping, and the orchids could return photosynthetic parameter values to normal quickly after simulated shipping. In addition, ethylene production and transpiration rate decreased as well.

____________________ ______________________________ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พัชรียา บุญกอแก้ว อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก รองศาสตราจารย์ ดร.พูนพิภพ เกษมทรัพย์ และอาจารย์ ดร.อัณณ์ชญาน์ มงคลชัยพฤกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำเทคนิควิธีการ ทั้งในเรื่องการเรียนและเรื่องต่างๆ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์จิตราพรรณ เทียมปโยธร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เฌอมาลย์ วงศ์ชาวจันท์ ประธานการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาพืชสวนทุกๆ ท่าน ที่กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ คำปรึกษาทั้งในเรื่องวิทยานิพนธ์และเรื่องต่างๆ ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบพระคุณ บริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด (TOC) ที่เอื้อเฟื้อชั้นวางไม้กระถางที่ใช้ในการส่งออก และสวนกล้วยไม้ปราโมทย์ จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับกล้วยไม้กระถางที่ใช้เป็นพืชทดลองครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณอรอุมา ชูชีพ ที่ช่วยบันทึกภาพถ่ายประกอบผลการทดลองครั้งนี้ ขอขอบคุณ คุณอรวรรณ คำดี คุณธนาวดี สมบุญศิริ และคุณชลิตา ชินพันธ์ ที่คอยช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ และขอขอบคุณภาควิชาพืชสวน รวมถึงคณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ทำการทดลอง ตลอดจนอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ในการทดลอง

ขอขอบคุณสมาชิก POP Laboratory และ Postharvest Laboratory รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ จากภาควิชาพืชสวนทุกท่านที่คอยให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจตลอดการศึกษาและการทำวิจัย จนทำให้การเรียน การทดลอง และการทำวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และทุกคนในครอบครัวที่สนับสนุนค่าเล่าเรียน คอยเป็นกำลังใจ และให้คำแนะนำในทุกๆ เรื่องด้วยดีเสมอมา

ภักดี ทิพย์ไกรลาศ

เมษายน 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	13
ผลและวิจารณ์	19
ผล	19
วิจารณ์	83
สรุปและข้อเสนอแนะ	93
สรุป	93
ข้อเสนอแนะ	94
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	95
ภาคผนวก	102
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	105

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ ที่เวลา 4:00 และ 6:00 น. ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ 71

2 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ ที่เวลา 4:00 และ 6:00 น. ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ 79

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่ | หน้า

ภาพที่		หน้า
1	ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	20
2	คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	21
3	ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	23
4	จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	25
5	ลักษณะกล้วยไม้สกุลหวายกระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	26
6	ลักษณะกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิทเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
7	ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิทเป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	28
8	ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	30
9	จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	32
10	ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	34
11	จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

12 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก 36
13 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก 38
14 คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก 40
15 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก 42
16 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก 44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
17	ลักษณะกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยต้นกล้วยไม้วางบนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	45
18	ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	47
19	จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	49
20	ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	51
21	จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
22	จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	53
23	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	55
24	การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	57
25	อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	59
26	ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
27	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	62
28	การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	63
29	อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอก แตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)	64
30	ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 สัปดาห์ (T2) และ 4 สัปดาห์ (T3) แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก	65
31	ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์	66
32	คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์	67

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
33	คุณภาพดอกของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์	68
34	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (A) การเปิดปิดปากใบ (B) และ อัตราการคายน้ำ (C) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์	70
35	ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์	72
36	ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์	73
37	คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์	74
38	คุณภาพดอกของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์	75
39	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (A) การเปิดปิดปากใบ (B) และอัตราการคายน้ำ (C) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์	78
40	ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์	80

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

41 อัตราการผลิตเอทิลีนของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ 81
42 อัตราการหายใจของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ 82

ภาพผนวกที่

1 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400*XT* (Li-cor Inc., Lincoln, NE, USA) 103
2 เครื่องวัดความเขียวใบ รุ่น SPAD-502, JAPAN 103
3 เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ รุ่น Shimadzu GC-2014, JAPAN 104
4 ชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกจากบริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด (TOC) 104

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

Studies on the Appropriate Inflorescence Stage, Photosynthetic Parameters and 1-MCP Affecting Potted *Dendrobium* Orchid Quality for Simulated Shipping

คำนำ

กล้วยไม้เป็นดอกไม้ที่ได้รับความนิยม เนื่องจากมีลักษณะดอกที่สวยงาม สีสันสดใส และมีความหลากหลายของสายพันธุ์ กล้วยไม้เป็นไม้ดอกเศรษฐกิจชนิดหนึ่งของประเทศไทย ทำรายได้เข้าประเทศไม่ต่ำกว่า 2,500 ล้านบาทต่อปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) โดยมีกล้วยไม้ตัดดอกเป็นรายได้หลัก ส่วนการส่งออกต้นกล้วยไม้มีแนวโน้มได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น (นิยมรัฐ, 2547) เนื่องจากผู้ปลูกบางส่วนและผู้ค้าไม้กระถางในภูมิภาคเอเชียตะวันออกและสหรัฐอเมริกามีความต้องการกล้วยไม้กระถางเพิ่มขึ้น (ปฐพีชล, 2547) โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายซึ่งเป็นกล้วยไม้ที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการผลิตสูงมาก

ประเทศไทยจึงควรมีการส่งออกกล้วยไม้สกุลหวายกระถางเพิ่มมากขึ้น โดยการขนส่งทางเรือซึ่งมีค่าใช้จ่ายในการขนส่งถูกและมีพื้นที่ในการขนส่งมากเมื่อเปรียบเทียบกับการขนส่งทางอากาศ (กมลชนก, 2553) แต่การขนส่งไม้กระถางทางเรือมักพบปัญหาที่สำคัญ คือ ใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง และสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมภายในตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างการขนส่ง เช่น สภาพมืด ขาดน้ำ โดยสภาพดังกล่าวส่งผลให้พืชเกิดสภาวะเครียด ทำให้พืชมีการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น (Tijskens *et al*., 1996) ในขณะที่การอัตราสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (Ariningsun *et al*., 2013) ส่งผลให้ใบและดอกแสดงอาการเหลือง หลุดร่วง นำไปสู่การเสื่อมสภาพของพืช โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลหวายซึ่งมีความไวต่อเอทิลีน โดยมีงานวิจัยในกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพบว่า ดอกตูมแสดงอาการหลุดร่วงหลังได้รับเอทิลีน ในขณะที่ดอกบานไม่หลุดร่วง (Bunya-atichart *et al*., 2011) เป็นเหตุให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการศึกษาและทดลองเพื่อหาระยะช่อดอกที่เหมาะสม และประยุกต์การใช้สาร 1-MCP ซึ่งสามารถช่วยลดผลกระทบของเอทิลีนระหว่างการขนส่ง (Sylvia and Dole, 2003) เพื่อพัฒนาการขนส่งทางเรือและเพิ่มปริมาณการส่งออกกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อหาระยะช่อดอกที่เหมาะสมของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการขนส่งทางเรือ

2. เพื่อศึกษาพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

3. เพื่อหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสาร 1-MCP ในการขนส่งทางเรือในกล้วยไม้สกุลหวายกระถาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

สถานการณ์การผลิตและการตลาดของกล้วยไม้ในประเทศไทย

กล้วยไม้เป็นดอกไม้ที่ได้รับความนิยมจากคนทั่วโลก เนื่องจากมีลักษณะดอกที่สวยงาม สีสันสดใส และมีความหลากหลายของสายพันธุ์ กล้วยไม้เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยที่ทำรายได้เข้าประเทศปีละไม่ต่ำกว่า 2,500 ล้านบาท และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2553) พร้อมกับมีเทคโนโลยีการผลิต การผสมพันธุ์ และการขยายพันธุ์ที่มีความก้าวหน้า ทำให้ธุรกิจการผลิตกล้วยไม้เติบโตและทำรายได้ให้กับผู้ประกอบการอย่างมาก แม้รายได้หลักของการส่งออกกล้วยไม้มาจากกล้วยไม้ตัดดอก แต่การส่งออกต้นกล้วยไม้ก็มีแนวโน้มได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เช่นกัน โดยพบว่ามีการส่งออกต้นกล้าและต้นกล้วยไม้ในปี พ.ศ. 2557 มูลค่ารวมประมาณ 754 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2557)

กล้วยไม้สกุลหวาย

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) มีการแพร่กระจายพันธุ์บริเวณกว้างทั้งในทวีปเอเชียและหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก เจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อน มีการรวบรวมกล้วยไม้สกุลหวายที่ค้นพบแล้วประมาณ 1,000 ชนิด ซึ่งถือว่าเป็นกล้วยไม้ที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมมากที่สุด และเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดในประเทศไทย คือ พบในธรรมชาติมากกว่า 130 ชนิด ในป่าโปร่งและป่าทึบทั่วทุกภาคของประเทศ (นิยมรัฐ, 2547)

ลักษณะทั่วไปของกล้วยไม้สกุลหวาย มีรูปแบบการเจริญเติบโตแบบซิมโพเดียล (sympodial) คือ เจริญเติบโตทางด้านข้าง มีการแตกหน่อและมีลำลูกกล้วย เมื่อลำต้นเจริญเติบโตเต็มที่ จะแตกหน่อเป็นต้นใหม่และเป็นกอ ใบแข็งหนามีสีเขียว ระบบรากเป็นแบบรากกึ่งอากาศ (semi-epiphyte) ดอกมี 6 กลีบ ประกอบด้วยกลีบเลี้ยง 3 กลีบ และกลีบดอก 3 กลีบ ตรงกลางดอกเป็นเส้าเกสร (staminal column) ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของดอกกล้วยไม้ เป็นที่รวบรวมของวงหรือชั้นเกสรเพศผู้และส่วนของเกสรเพศเมียเข้าด้วยกัน มีลักษณะเป็นแท่งอยู่ตรงกลางดอก ส่วนบนสุดมักมีฝาขนาดเล็กปิดเรณูไว้ (อบฉันท์, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การขยายพันธุ์ของกล้วยไม้สกุลหวาย สามารถขยายพันธุ์โดยการตัดแยกลำแก่ การเพาะเมล็ด และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างหลากหลาย พบว่ามีความต้องการกล้วยไม้สกุลหวายอยู่เสมอในรูปไม้ตัดดอก นอกจากนี้ผู้ปลูกที่มีความชอบและผู้ค้าไม้กระถางในภูมิภาคเอเชียตะวันออก และประเทศสหรัฐอเมริกามีความต้องการเพิ่มสูงขึ้น เพื่อนำไปประดับตกแต่งในอาคาร สถานที่ (ปฐพีชล, 2547) อีกทั้งยังใช้เป็นไม้เด็ดดอกสำหรับร้อยพวงมาลัยหรือตกแต่งภาชนะอาหารเพื่อความสวยงาม (นิยมรัฐ, 2547)

การตลาดต้นกล้วยไม้ของโลก

การจำหน่ายกล้วยไม้ในปัจจุบันมีทั้งในลักษณะที่เป็นต้นและช่อดอก จึงสามารถแบ่งตลาดกล้วยไม้ของโลกออกเป็น 2 ตลาด คือ ตลาดต้นกล้วยไม้ และตลาดดอกกล้วยไม้ (จิตราพรรณ และคณะ, 2553) ในที่นี้ขอกล่าวถึงตลาดต้นกล้วยไม้ ซึ่งสามารถแบ่งได้ ดังนี้

1. ตลาดต้นกล้วยไม้ป่า

ผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ส่วนหนึ่งชอบสะสมพันธุ์กล้วยไม้ป่า จึงทำให้เกิดตลาดประเภทนี้ ในอดีตการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้เป็นการปลูกเลี้ยงไว้ดูเล่น และนิยมสั่งซื้อต้นกล้วยไม้ป่าจากทั่วโลกเพื่อนำไปปลูก ทั้งชนิดพันธุ์ที่มีดอกสวยงาม เช่น สกุลแคทลียา ซิมบิเดียม รองเท้านารี แวนด้า หวาย เป็นต้น และชนิดพันธุ์ที่มีดอกขนาดเล็กหรือมีลักษณะแปลก เช่น สกุลสิงโตกลอกตา เป็นต้น ระยะแรกเป็นการสั่งซื้อต้นที่เก็บจากป่า แต่เมื่อต้นกล้วยไม้ป่ามีจำนวนลดลง และหลายประเทศมีการรวมตัวกันออกระเบียบห้ามส่งออกและนำเข้าต้นกล้วยไม้ที่เก็บจากป่า จึงยุติการขายต้นที่เก็บจากป่า ต่อมามีการใช้เทคโนโลยีการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเมล็ดและเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในสภาพปลอดเชื้อ จึงมีการค้าขายต้นกล้วยไม้จากการขยายพันธุ์แทน

2. ตลาดต้นอ่อนกล้วยไม้

เป็นการผลิตต้นอ่อนกล้วยไม้ขายในระบบอุตสาหกรรม เกิดขึ้นหลังจากมีการค้นพบการขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้สามารถเพิ่มการผลิตต้นได้อย่างรวดเร็วและมีความสม่ำเสมอ ซึ่งเหมาะสำหรับการปลูกเลี้ยงเพื่อการตัดดอกและการผลิตต้นกล้วยไม้กระถางเป็นระบบอุตสาหกรรม นับตั้งแต่การผลิตลูกกล้วยไม้ออกสู่ตลาด โดยมีการทำงานประสานกันระหว่างนัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรับปรุงพันธุ์ ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อขยายพันธุ์ ผู้ผลิตต้นขาย และผู้ปลูกตัดดอก เมื่อมีความต้องการผลิตต้นกล้วยไม้เพื่อจำหน่ายเป็นไม้ดอกกระถางในอาคารเพิ่มขึ้น ผู้ผลิตในแต่ละสวนจึงมีความต้องการต้นอ่อนกล้วยไม้พันธุ์ดีจำนวนมากจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อนำไปปลูกตัดดอกหรือขายต้นขนาดออกดอก ผู้ผลิตจึงส่งต้นไปขยายพันธุ์ด้วยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ สำหรับประเทศไทยมีการรับจ้างขยายพันธุ์จากลูกค้าทั้งในและต่างประเทศ เมื่อได้ต้นพันธุ์ครบตามจำนวนแล้ว จะส่งต้นทั้งหมดในสภาพปลอดเชื้อให้ลูกค้าจากต่างประเทศ หรือลูกค้าต่างประเทศบางรายอาจสั่งให้ผู้ผลิตในไทยเลี้ยงต้นอ่อนไประยะหนึ่ง เช่น 6 เดือน 12 เดือน ก่อนส่งออก

3. ตลาดต้นกล้วยไม้ขนาดออกดอก

การผลิตต้นกล้วยไม้ขนาดออกดอก โดยปลูกเลี้ยงตั้งแต่ระยะลูกกล้วยไม้จนต้นออกดอกแล้วจึงส่งขาย หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ากล้วยไม้ดอกกระถาง ซึ่งมีจำหน่ายในตลาดต้นไม้และร้านขายดอกไม้ ผู้ซื้อมักนำไปให้เป็นของขวัญหรือวางประดับในอาคาร สถานที่ ต้นกล้วยไม้ที่นิยม ได้แก่ สกุลฟาแลนนอปซิส หวาย ซิมบิเดียม แคทลียา ออนซิเดียม และสกุลหวายกลุ่มโนบิเล่ สำหรับพันธุ์ต้นกล้วยไม้ดอกกระถางที่ตลาดต้องการ คือ สกุลฟาแลนนอปซิส รองลงมา คือ สกุลหวายลูกผสม ออนซิเดียมลูกผสม และรองเท้านารี

การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวาย

การสังเคราะห์ด้วยแสงเป็นกระบวนการที่พืชสีเขียวใช้พลังงานแสงเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมี มีน้ำและก๊าซ CO_2 เป็นวัตถุดิบ ผลที่ได้จากการสังเคราะห์ด้วยแสง คือ ออกซิเจน และคาร์โบไฮเดรต ในรูปของน้ำตาลที่มีคาร์บอน 6 อะตอม คือ กลูโคส และน้ำ (สมบุญ, 2548)

กล้วยไม้สกุลหวายถูกจัดเป็นพืชที่มีรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ Crassulacean Acid Metabolism (CAM) ซึ่งมีกลไกการตรึงก๊าซ CO_2 ต่างจากพืช C_3 และ C_4 โดยพืชกลุ่มนี้สามารถปรับตัวให้เจริญได้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิสูง ขาดน้ำ โดยปากใบจะเปิดในเวลากลางคืนและปิดในเวลากลางวัน เพื่อลดการสูญเสียน้ำ พืชจะดูดก๊าซ CO_2 เข้าไปมาก เกิดการสร้างกรดอินทรีย์ขึ้นมาก ในขณะที่กลางวันปริมาณกรดลดลงเพราะถูกดึงไปใช้ในกระบวนการเมทาบอลิซึม ส่วนปริมาณน้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรตจะสูงขึ้น (สมบุญ, 2548) ซึ่งที่ผ่านมามีผู้ศึกษา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายมากมาย เพื่อพัฒนาการปลูกเลี้ยงที่เหมาะสม เช่น กรณีการศึกษาของ ดวงพร (2545) พบว่า กล้วยไม้สกุลหวายมีการตรึงก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลากลางคืน และมีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 ออกมาในช่วงเวลากลางวัน โดยมีค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิสูงสุดในช่วงเวลา 4:00 - 8:00 น. นอกจากนี้การศึกษาของ พรรณี (2550) พบว่า กล้วยไม้สกุลหวายมีวิถีการสังเคราะห์ด้วยแสงอยู่ในกลุ่มของพืช CAM เช่นกัน คือ มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และอัตราการคายน้ำเกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืน ซึ่งการที่พืชเปิดปากใบและตรึงก๊าซ CO_2 สะสมในรูปของกรดในตอนกลางคืนที่มีค่าความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศสูง โดยมีปริมาณกรดสูงสุดในช่วงเช้า ขณะที่ช่วงที่มีแสงปากใบปิดแคบและตรึงก๊าซ CO_2 ที่ได้จากการสะสมกรดในเวลากลางคืนแทน เป็นวิธีลดการสูญเสียน้ำของใบในช่วงเวลากลางวันที่มีสภาพอากาศแห้งรุนแรงกว่า ทำให้พืช CAM มีประสิทธิภาพการใช้น้ำหรืออัตราการสร้างอาหารต่อหน่วยอัตราสูญเสียน้ำสูงมากกว่าพืช C_3 และ C_4 หลายเท่า จึงทำให้พืช CAM มีความทนต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าพืช C_3 และ C_4 (พูนพิภพ, 2554)

ปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

1. พืช ใบพืชที่อ่อนหรือแก่เกินไปจะมีความสามารถในการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ และจำนวนใบที่มากเกินไปจะทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง เนื่องจากการซ้อนกันของใบพืช ทำให้ใบที่อยู่ด้านล่างได้รับแสงน้อยหรือไม่ได้รับเลย (ลิลลี่ และคณะ, 2552)

2. แสง มีบทบาทต่อการสร้างอาหารของพืช 3 ลักษณะ คือ

2.1 ความเข้มแสง (light intensity) มีผลต่อการเจริญเติบโตและกระบวนการสร้างอาหารในพืช ถ้าพืชได้รับความเข้มแสงสูงหรือต่ำเกินไป จะมีผลทำให้พืชไม่เจริญเติบโต พืชบางชนิดสามารถปรับตัวให้มีสภาพเหมาะสมในแหล่งที่มีความเข้มแสงสูงได้ โดยเฉพาะพืชในเขตร้อน แต่ถ้าความเข้มแสงมากเกินไปเกินจุดอิ่มตัวแสง อาจทำให้พืชใบไหม้เกรียมและตายได้ ในขณะที่ความเข้มแสงต่ำ พืชจะมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงต่ำ ในขณะเดียวกันพืชไม่สามารถลดอัตราการหายใจให้ต่ำลงไปด้วย ทำให้พืชมีการสังเคราะห์ด้วยแสงเท่ากับอัตราการหายใจ และถ้าพืชได้รับแสงต่ำกว่าจุดนี้พืชจะไม่เจริญเติบโตและตายในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ความยาวนานแสง (light duration) อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนกับความยาวของช่วงวัน พืชที่ได้รับแสงในช่วงวันที่ยาวมีโอกาสได้รับแสงนาน ทำให้มีการสังเคราะห์ด้วยแสงมากขึ้นตามไปด้วย

2.3 คุณภาพแสง (light quality) รังสีจากดวงอาทิตย์ ช่วงแสงที่มองเห็นความยาวคลื่น 400 - 760 นาโนเมตร เท่านั้น ที่พืชสามารถนำไปใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้ นอกจากนี้ พบว่า แสงสีแดงและแสงสีน้ำเงินมีผลต่อกิจกรรมการสังเคราะห์ด้วยแสงมากกว่าแสงในช่วงคลื่นอื่นๆ

3. ปริมาณก๊าซ CO_2 โดยมีผลต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชอย่างมาก พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของก๊าซ CO_2 ให้สูงขึ้น ส่งผลให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้น

4. น้ำ การสังเคราะห์ด้วยแสงจะลดลงหากพืชขาดน้ำ เนื่องจากน้ำเป็นแหล่งอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้น้ำมีผลต่อการเปิดปิดของปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแพร่กระจายของก๊าซ CO_2 เข้าไปในพืช ในสภาพขาดน้ำปากใบจะปิดเพื่อลดการคายน้ำ การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และออกซิเจนที่ปากใบจึงเป็นไปได้ยาก มีผลทำให้ขาดแคลนก๊าซ CO_2 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจึงลดลง

5. อุณหภูมิ โดยทั่วไปพืชแต่ละชนิดมีช่วงอุณหภูมิในการสังเคราะห์ด้วยแสงที่ต่างกัน ตั้งแต่ 5 - 40 องศาเซลเซียส พืชเขตร้อนอุณหภูมิที่เหมาะสมอยู่ในช่วงค่อนข้างสูง ส่วนพืชเขตหนาวหรือเขตอบอุ่นจะสังเคราะห์ด้วยแสงได้ดีในอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และถ้าอุณหภูมิสูงหรือต่ำจนเกินไปจะมีผลต่อการทำงานของเอนไซม์ในปฏิกิริยาต่างๆ นอกจากนี้พบว่าในสภาพที่มีแสงสว่างและปริมาณก๊าซ CO_2 ที่เหมาะสม เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงจะเพิ่มขึ้น 2 เท่า แต่ถ้าอุณหภูมิสูงมากจะมีผลทำให้ปากใบปิด การหายใจสูง และการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (สมบุญ, 2548)

ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II

การศึกษาประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II โดยวัดรังสีฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) นิยมศึกษากับพืชที่ได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น ขาดน้ำ สภาพแสงที่ไม่เหมาะสม การได้รับสารกำจัดวัชพืช เป็นต้น การวัดจะให้ค่า F_v/F_m ที่เป็นตัวบอกได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ว่าระบบแสง II ได้รับความเสียหายหรือไม่ โดยพืชปกติที่ไม่ได้รับความเครียดจะมีค่า F_v/F_m อยู่ในช่วง 0.75 - 0.85 (Bolhar-Nordenkampf *et al.*, 1989) ตัวอย่างการศึกษาค่า F_v/F_m ที่ผ่านมา เช่น Giulio *et al.* (2001) ได้ศึกษาอิทธิพลของระยะเวลาการขาดน้ำที่แตกต่างกัน 0 25 และ 45 วัน ต่อประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้รากอากาศสกุลแคทลียา พบว่า กล้วยไม้มีประสิทธิภาพการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง และมีค่า F_v/F_m ลดลงเหลือ 0.50 และ 0.40 หลังจากได้รับการขาดน้ำ 25 และ 45 วัน ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยไม้ที่ไม่ขาดน้ำมีค่า F_v/F_m อยู่ในช่วง 0.75 - 0.80 นอกจากนี้ยังมีการศึกษาค่า F_v/F_m ในกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสพันธุ์ Sogo Yukidian 'V3' ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 21 วัน พบว่า ค่า F_v/F_m ได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยหลังการขนส่ง และไม่พบความแตกต่างทางสถิติ โดยมีค่า F_v/F_m 0.82 - 0.83 ในกล้วยไม้ที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง และ 0.81 - 0.82 ในกล้วยไม้ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง (Hou *et al.*, 2010)

เอทิลีนและกระบวนการสังเคราะห์เอทิลีน

เอทิลีน (ethylene) เป็นฮอร์โมนพืชชนิดเดียวที่มีสถานะเป็นก๊าซ สามารถแพร่กระจายไปยังส่วนต่างๆ ของพืชได้ง่าย ทำให้มีอิทธิพลค่อนข้างกว้างขวางต่อการพัฒนาของพืช โดยทั่วไปเอทิลีนจะไปเร่งการเสื่อมสภาพของพืช เนื่องจากเอทิลีนสามารถกระตุ้นเนื้อเยื่อทุกชนิดให้มีอัตราการหายใจสูงขึ้น ในใบพืชเอทิลีนกระตุ้นให้เกิดการร่วงของใบ ในดอกเอทิลีนทำให้ดอกไม้หลายชนิดเหี่ยวเร็วขึ้นหรือไม่บานเลย เช่น ดอกคาร์เนชัน โดยการสังเคราะห์เอทิลีนนั้นเริ่มต้นจากสารหรือโมเลกุลที่เป็นต้นกำเนิดของเอทิลีน คือ กรดอะมิโน methionine ซึ่งพืชสังเคราะห์ได้เองจากกรดอินทรีย์ที่มีอยู่ในเซลล์ จัดเป็นกรดอะมิโนที่จำเป็น โดยมีขั้นตอนการสังเคราะห์ในลำดับแรก คือ methionine ถูกเปลี่ยนไปเป็น s-adenosyl methionine (SAM) ในลำดับต่อมา SAM ถูกเปลี่ยนเป็น 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) ด้วย ACC synthase และถูกเปลี่ยนเป็นเอทิลีนในลำดับสุดท้ายด้วย ethylene forming enzyme (EFE) หรือ ACC oxidase หรืออาจถูกเปลี่ยนไปเป็น malonyl ACC (MACC) ซึ่งค่อนข้างเสถียร (จริงแท้, 2550; Serek *et al.*, 2006)

การเสื่อมสภาพของใบ

เมื่อใบพืชเจริญเติบโตเต็มที่ ใบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีแดง และเหี่ยวตายไปพร้อมกับต้นในกรณีที่เป็นพืชล้มลุก หรือหลุดร่วงไปจากต้นในกรณีเป็นพืชยืนต้น ซึ่งการหลุดร่วงของใบนั้นขึ้นอยู่กับสมดุลของออกซินและเอทิลีน ในช่วงแรกหรือระยะที่ใบอายุน้อย เซลล์ในบริเวณการร่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จะไม่ตอบสนองต่อการกระตุ้นจากเอทิลีน เนื่องจากยังมีออกซินซึ่งสังเคราะห์ขึ้นในใบแล้วลำเลียงเข้ามาในบริเวณการร่วง ต่อมาเมื่อใบมีอายุมากขึ้นหรือเมื่อสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม เช่น ฤดูแล้ง อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ปริมาณออกซินจะถูกลำเลียงเข้ามาในบริเวณการร่วงน้อยลง ทำให้เซลล์บริเวณนี้ตอบสนองหรือไวต่อเอทิลีนมากขึ้น จึงกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงได้ง่าย ในขณะเดียวกันเอทิลีนจากภายนอกก็สามารถกระตุ้นให้ใบเกิดเปลี่ยนแปลงในลักษณะดังกล่าวได้เช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจากเอทิลีนสามารถลดการลำเลียงออกซินจากใบ เพิ่มการทำลายออกซิน รวมทั้งทำให้ออกซินอยู่ในรูปที่ไม่มีฤทธิ์ (จริงแท้, 2550) นอกจากสมดุลของออกซินและเอทิลีนแล้ว ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมยังพบการเพิ่มขึ้นของ ABA เช่น กรณีศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำของพืช CAM ในกลุ่ม *Xerosicyos* พบว่า มีการสะสม ABA ระหว่างการขาดน้ำจำนวนมาก ส่งผลให้ปากใบปิด ทำให้พืชมีการคายน้ำและการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง อีกทั้งยังทำให้พืชมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจเพิ่มขึ้น (Bastide *et al.*, 1993) และเมื่อกล่าวถึงการจำลองการขนส่งทางเรือซึ่งใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง ความมืดถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้พืชเสื่อมสภาพ เช่น กรณีการขนส่งต้นกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสในที่มืดเป็นเวลาเพียง 3 - 4 วัน ทำให้ต้นกล้วยไม้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Chang *et al.*, 2009) และจากการทดลองของ Zhang and Zhou (2013) ที่พบว่าการเสื่อมสภาพของใบไม้ดอกไม้ประดับระหว่างการขนส่งในสภาพมืดหรือได้รับแสงไม่เพียงพอทำให้เกิดการสลายตัวและไม่มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ใหม่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นเหตุผลที่นำไปสู่การเสื่อมสภาพและการหลุดร่วงของใบพืช

การเสื่อมสภาพของดอกไม้

ดอกไม้เป็นส่วนของพืชที่มีอายุค่อนข้างสั้นเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ โดยการเสื่อมสภาพนั้นมีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีของพืช เช่น การหายใจ ดอกไม้มีการหายใจทั้งแบบ climacteric ซึ่งเริ่มจากการหายใจในระดับต่ำ เพิ่มสูงขึ้น และลดลงพร้อมๆ กับการเสื่อมสภาพของดอกไม้ เช่น ดอกเบญจมาศ คาร์เนชั่น กล้วยไม้ และการหายใจแบบ non-climacteric ซึ่งมีการหายใจลดลงโดยตลอด เช่น ดอกไอริส (จริงแท้, 2550) กรณีดอกกล้วยไม้ซึ่งถูกจัดให้เป็นดอกไม้ประเภท climacteric คือ มีความไวต่อเอทิลีนและเกิดการหลุดเมื่อได้รับเอทิลีน โดยจากการทดลองที่ผ่านมา พบว่า เอทิลีนจากภายนอกชักนำให้เกิดการหลุดร่วงของดอกตูมในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Miss Teen ในขณะที่ดอกบานไม่หลุดร่วง แสดงให้เห็นว่าความไวต่อการหลุดร่วงของดอกกล้วยไม้จะลดลงเมื่อดอกเข้าสู่การบาน (Bunya-atichart *et al.*, 2011) นอกจากนี้สภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมยังสามารถกระตุ้นให้เกิดการเสื่อมสภาพของดอกกล้วยไม้ได้ เช่น กล้วยไม้สกุลหวาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พันธุ์โซเนียเอียสกุล ที่เจริญเติบโตในสภาพที่มีความเข้มแสงลดลง มีผลทำให้ช่อดอกมีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมเหลืองมากขึ้น และอุณหภูมิสูงในฤดูร้อนทำให้ช่อดอกมีดอกตูมเหลืองมากขึ้นเช่นกัน (วิมลฉัตร, 2543) นอกจากนี้ความมืดยังมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในช่อดอกของกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสลดลง โดยเฉพาะปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกตูมขนาดเล็กที่ลดลงอย่างรวดเร็วส่งผลให้ดอกตูมเกิดการฝ่อ (Chang *et al.*, 2004)

สาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP)

สาร 1-MCP เป็นสารเคมีในรูปก๊าซที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยสาร 1-MCP จะไปแย่งจับกับตัวรับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ ช่วยลดผลกระทบจากเอทลีนที่จะเกิดขึ้นกับพืช (Serek *et al.*, 2006; Sylvia and Dole, 2003) การใช้สาร 1-MCP ใช้ความเข้มข้นที่เหมาะสมตั้งแต่ 2.5 nl L^{-1} ถึง 1µl L^{-1} ที่อุณหภูมิระหว่าง 20 - 25 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการรมประมาณ 4 - 24 ชั่วโมง ก็สามารถได้ผลการตอบสนองต่อพืชที่ดี ทั้งนี้การพิจารณาใช้สาร 1-MCP ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ พันธุ์ของพืช ระยะการพัฒนาของพืช ระยะเวลาการเก็บเกี่ยวของพืช และการใช้งานในรูปแบบต่างๆ ซึ่งการเก็บรักษาพืชด้วยสาร 1-MCP มีอิทธิพลกับพืชหลายด้าน เช่น การผลิตเอทิลีน อัตราการหายใจ การผลิตน้ำมันหอมระเหย การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ การเปลี่ยนแปลงสีต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อและโปรตีน การอ่อนนุ่ม ปริมาณกรดและน้ำตาล เป็นต้น (Sylvia and Dole, 2003)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่า มีการใช้สาร 1-MCP กับไม้ดอกไม้ประดับกระถางหลายชนิด เช่น Philosoph-Hadas *et al.* (2005) พบว่า การใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 200 - 1,000 ppb สามารถรักษาคุณภาพใบของไม้กระถางสกุลไทรพันธุ์ Green island หลังจากได้รับผลกระทบจากเอทิลีนได้ นอกจากนี้ยังนิยมใช้สาร 1-MCP กับเจอราเนียมกระถางเป็นจำนวนมาก โดยพบว่าการใช้สาร1-MCP ความเข้มข้น 100 - 300 ppb สามารถป้องกันการหลุดร่วงของดอกเจอราเนียมกระถางได้ (Arthur and Reid, 2001; Hye-Ji *et al.* 2007; Michelle, 2001)

กรณีการใช้สาร 1-MCP กับกล้วยไม้สกุลหวาย มีรายงานการทดลองของ Uthaichay *et al.* (2007) ที่ศึกษาการใช้สาร 1-MCP ในการป้องกันการหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบานของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์ Karen พบว่า มีการหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบาน 20 - 80 และ 0 - 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แต่เมื่อใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 - 200 ppb ก่อนการขนส่ง สามารถลดการหลุดร่วงของดอกกล้วยไม้ได้ นอกจากนี้ กุลนาถ และคณะ (2550) ยังศึกษาการใช้สาร 1-MCP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ต่ออายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมพันธุ์อรุณไวท์ พบว่า การใช้สาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 ppb ทำให้ดอกกล้วยไม้มีอายุการใช้งานนาน 15 วัน ในขณะที่ชุดควบคุมมีอายุการใช้งานเพียง 11 วัน และจากการทดลองของ Ketsa and Uthaichay (2012) ศึกษาการใช้สาร 1-MCP ในการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกลุหวายตัดดอกพันธุ์ Jacky พบว่า สาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 และ 500 ppb สามารถลดการเหี่ยวและหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบานได้ อีกทั้งยังช่วยลดปริมาณเอทิลีนที่ตรวจพบภายในกล่องที่ใช้ในการจำลองการขนส่งอีกด้วย

การขนส่งสินค้าทางเรือ

การขนส่งทางเรือเป็นส่วนหนึ่งของธุรกิจการขนส่งระหว่างประเทศ หลายประเทศทั่วโลกรวมทั้งประเทศไทยยังคงใช้การขนส่งทางเรือเป็นหลัก จากสถิติขององค์การสหประชาชาติ พบว่าร้อยละ 80 ของการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศเป็นการขนส่งสินค้าทางเรือ ส่วนการขนส่งสินค้าทางอากาศนับเป็นรูปแบบของการขนส่งระหว่างประเทศที่มีบทบาทและความสำคัญเป็นที่สองรองจากการขนส่งทางน้ำ ทั้งนี้เป็นเพราะการขนส่งทางอากาศมีข้อจำกัดด้านน้ำหนักและปริมาณของสินค้า นอกจากนี้สินค้าที่มีราคาต่ำ เช่น สินค้าทางการเกษตร ไม่สามารถใช้การขนส่งสินค้าทางอากาศได้ เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการขนส่งที่มีราคาสูงเมื่อเปรียบเทียบกับราคาของสินค้า

การขนส่งสินค้าทางเรือมี 3 ประเภทหลัก ได้แก่ (1) สินค้าเทกอง เช่น แร่เหล็กและสินแร่ เมล็ดพืช ถ่านหิน (2) สินค้าทั่วไป เช่น สินค้าที่บรรจุลงในถุง กล่อง ลัง ถัง หรือแม้แต่สินค้าที่อยู่รวมกันเป็นมัดหรือเป็นก้อน หรือแยกกันเป็นชิ้น และ (3) สินค้าตู้ ซึ่งเป็นสินค้าทั่วไปหรือสินค้าเทกองที่บรรจุอยู่ในตู้สินค้าหรือตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งเป็นรูปแบบใหม่ของการบรรจุหีบห่อสินค้าเพื่อให้เกิดความสะดวก ประหยัด รวดเร็ว และปลอดภัย (กมลชนก, 2553)

ปัญหาการขนส่งไม้กระถางทางเรือ

การขนส่งไม้กระถางทางเรือ ส่วนใหญ่พืชมักถูกเก็บไว้ในภาชนะปิดและใช้ระยะเวลานานในการขนส่ง ดังนั้นพืชจึงเจริญเติบโตอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือภายใต้สภาวะเครียด เช่น สภาพมืด ขาดน้ำ อุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ทำให้พืชมีการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น (Tijskens *et al.*, 1996) พืชแสดงอาการใบเหลือง เกิดการหลุดร่วงของใบและดอก นำไปสู่การเสื่อมสภาพและการตายของพืช (Ferrante *et al.*, 2015) นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อการสังเคราะห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้วยแสงของพืช เช่น กรณีของ Hou *et al.* (2010) ที่ทำการศึกษาการจำลองการขนส่งทางเรือของกล้วยไม้สกลุฟาแลนนอปซิสพันธุ์ Sogo Yukidian ‘V3’ พบว่า หลังการขนส่งในที่มืดเป็นเวลา 21 วัน กล้วยไม้มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิลดลง และจากการทดลองของ Ariningsun *et al.* (2013) ที่ทำการศึกษาระยะเวลาการจำลองการขนส่งทางเรือในต้นกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Nobile พบว่า หลังจากการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 14 และ 21 วัน กล้วยไม้มีอัตราการตรึงก๊าซ CO_2 ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้ที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง แต่อย่างไรก็ตามกล้วยไม้ถือเป็นพืช CAM ซึ่งมีความทนทานและสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ทำให้กล้วยไม้กระถางใช้เวลาในการฟื้นตัวหลังการจำลองการขนส่งไม่นาน เช่น การทดลองการขนส่งกล้วยไม้ *Doritaenopsis* Tinny Tender ที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ลดลงเมื่อขาดน้ำ แต่สามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วหลังจากการให้น้ำเป็นปกติหลังผ่านการขนส่ง (Cui *et al.*, 2004) และการทดลองการจำลองการขนส่งกล้วยไม้ฟาแลนนอปซิสพันธุ์ Sogo Yukidian ‘V3’ เป็นเวลา 21 วัน พบว่าใช้เวลาเพียง 12 วัน ที่ทำให้ค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 กลับสู่ภาวะปกติไม่แตกต่างจากกล้วยไม้ชุดควบคุมที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (Hou *et al.*, 2010)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

1. พืชทดลอง

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์เอมม่าไวท์ (*Dendrobium* 'Emma White') อายุประมาณ 2 ปี หลังจากย้ายปลูกจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ มีลำลูกกล้วย 2 - 3 ลำลูกกล้วย ต้นมีความสมบูรณ์แข็งแรง ไม่มีโรคและแมลง ใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก ในกระถางขนาด 3 นิ้ว โดยแบ่งต้นกล้วยไม้ออกเป็น 3 ระยะ ตามลักษณะของช่อดอกที่แตกต่างกัน ได้แก่ ระยะที่ 1 ระยะเริ่มแทงช่อดอก ระยะที่ 2 ระยะดอกตูม และระยะที่ 3 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400*XT* (Li-cor Inc., Lincoln, NE, USA) (ภาพผนวกที่ 1)
- เครื่องวัดความเขียวใบ รุ่น SPAD-502, JAPAN (ภาพผนวกที่ 2)
- เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ รุ่น Shimadzu GC-2014, JAPAN (ภาพผนวกที่ 3)
- ตู้คอนเทนเนอร์ ขนาด 1.7 x 3.7 x 2.0 เมตร
- กล่องกระดาษ ขนาด 30 x 30 x 70 เซนติเมตร
- ชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกของบริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด (TOC) (ภาพผนวกที่ 4)
- เครื่องชั่งน้ำหนัก
- อุปกรณ์ในการรมสาร 1-MCP ได้แก่ ถังพลาสติกปริมาตร 100 ลิตร หลอดพลาสติกปริมาตร 3 มิลลิลิตร เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา น้ำกลั่น และเทปกาวติดกล่องกระดาษ
- อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างก๊าซ ได้แก่ น้ำเกลือเข้มข้น เข็มฉีดยา กระบอกฉีดยา ขวดแก้วปริมาตร 25 มิลลิลิตร ฝาปิด และพาราฟิล์ม

3. สารเคมี

- สาร 1-Methylcyclopropene (1-MCP)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. วิธีการทดลอง

แบ่งการทดลองเป็น 3 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสมของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 factorial in completely randomize design มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ ระยะช่อดอกกล้วยไม้ 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก และปัจจัย B คือ สภาพแวดล้อมในการปลูกเลี้ยงและเก็บรักษา 2 สภาพแวดล้อม ได้แก่ 1) การปลูกเลี้ยงในโรงเรือน และ 2) การจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยบรรจุกล้วยไม้กระถางลงกล่องกระดาษปิดสนิทขนาด 30 x 30 x 70 เซนติเมตร จำนวน 5 ต้นต่อกล่อง ก่อนนำไปเก็บภายในตู้คอนเทนเนอร์ มีทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ (ต้น) ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเริ่มแทงช่อดอก ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 2 ระยะดอกตูม ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 3 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเริ่มแทงช่อดอก จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์
สิ่งทดลองที่ 5 ระยะดอกตูม จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์
สิ่งทดลองที่ 6 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์

โดยสิ่งทดลองที่ 1 - 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ 4 - 6 จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์เป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินการฟื้นตัวของกล้วยไม้กระถางหลังผ่านการจำลองการขนส่ง มีการบันทึกข้อมูล ได้แก่ คุณภาพใบและดอก และค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม และพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ

วางแผนการทดลองแบบ 3 x 2 factorial in completely randomize design มี 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัย A คือ ระยะช่อดอกกล้วยไม้ 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก และปัจจัย B คือ สภาพแวดล้อมในการปลูกเลี้ยงและเก็บรักษา 2 สภาพแวดล้อม ได้แก่ 1) การปลูกเลี้ยงในโรงเรือน และ 2) การจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยวางกล้วยไม้กระถางบนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกของบริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด ภายในตู้คอนเทนเนอร์ มีทั้งหมด 6 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 5 ซ้ำ (ต้น) ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 ระยะเริ่มแทงช่อดอก ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 2 ระยะดอกตูม ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 3 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน
สิ่งทดลองที่ 4 ระยะเริ่มแทงช่อดอก จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์
สิ่งทดลองที่ 5 ระยะดอกตูม จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์
สิ่งทดลองที่ 6 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์

โดยสิ่งทดลองที่ 1 - 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเป็นเวลา 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับสิ่งทดลองที่ 4 - 6 จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์เป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนเป็นเวลา 2 สัปดาห์ เพื่อประเมินการฟื้นตัวของกล้วยไม้กระถางหลังการจำลองการขนส่ง มีการบันทึกข้อมูล ได้แก่ คุณภาพใบและดอก และพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงประกอบด้วย ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพใบและดอกของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

วางแผนการทดลองแบบ completely randomize design โดยใช้ระยะช่อดอกที่เหมาะสมที่สุดจากการทดลองที่ 2 นำมารมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ ก่อนทำการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ ที่มีการควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ โดยวางกล้วยไม้กระถางบนชั้นวางที่ใช้สำหรับการส่งออกของบริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด ภายในตู้คอนเทนเนอร์ มีทั้งหมด 5 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 10 ซ้ำ (ต้น) ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 กล้วยไม้กระถางไม่รมสาร 1-MCP (ชุดควบคุม)
สิ่งทดลองที่ 2 กล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb
สิ่งทดลองที่ 3 กล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb
สิ่งทดลองที่ 4 กล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb
สิ่งทดลองที่ 5 กล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb

การเตรียมสาร 1-MCP ทำโดยการชั่งสารผง 1-MCP จำนวน 0.015 0.076 0.152 และ 0.228 กรัม ใส่ในหลอดพลาสติก จากนั้นใช้เข็มฉีดยาดูดน้ำกลั่นปริมาตร 1 มิลลิลิตร หยดลงบนสารผง 1-MCP ปฏิกิริยาเคมีของสาร 1-MCP และน้ำ จะปลดปล่อย 1-MCP ในรูปก๊าซ ในขณะที่ชุดควบคุมใช้เพียงน้ำกลั่นใส่ในหลอดพลาสติก

โดยรมสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ในถังพลาสติกปริมาตร 100 ลิตร สภาพปิดสนิทในขณะรม แต่ส่วนบนของฝาถังมีการดัดแปลงเจาะรูเพื่อเก็บตัวอย่างก๊าซเพื่อนำไปใช้ในการตรวจวัดปริมาณเอทิลีนและก๊าซ CO_2 หลังจากรมเป็นเวลา 4 ชั่วโมง นำกล้วยไม้กระถางออกจากถัง แล้วนำไปวางบนชั้นวางที่ใช้ในการขนส่งภายในตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อจำลองการขนส่งทางเรือ มีการควบคุมอุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อประเมินการฟื้นตัวของกล้วยไม้กระถางหลังจากการจำลองการขนส่ง มีการบันทึกข้อมูล ได้แก่ คุณภาพใบและดอก พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง ประกอบด้วย ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ รวมทั้งบันทึกอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. การบันทึกข้อมูล

5.1 การวัดคุณภาพใบและดอก ได้แก่ บันทึกค่าความเขียวใบด้วยเครื่องวัดความเขียวใบ รุ่น SPAD-502, JAPAN จำนวน 3 ซ้ำต่อใบ นับจำนวนใบปกติ ใบเหลือง ใบร่วง วัดความยาวช่อดอก นับจำนวนดอกตูม ดอกบาน ดอกเหลือง ดอกเหี่ยว และดอกร่วง

5.2 การวัดค่าประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ประเมินได้จากการวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ (chlorophyll fluorescence) ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400*XT* (Li-cor Inc., Lincoln, NE, USA) โดยใช้หัววัดแบบ leaf chamber fluorometer (LCF) ซึ่งเป็นหัววัดที่มีอุปกรณ์เสริมที่ให้แสงที่มีความเข้มแสงสูงมากได้ และมีตัววัดปริมาณรังสีฟลูออ-เรสเซนซ์ (fluorescence detector) ที่เรืองแสงออกมาจากใบได้ วัดในช่วงเวลา 20:00 - 24:00 น. ในใบที่ 3 นับจากยอดของลำลูกกล้วยหลักที่มีช่อดอกกล้วยไม้ โดยก่อนวัดคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์จะใช้ dark adapting clip ที่ออกแบบมาสำหรับใช้งานร่วมกับหัววัดแบบ LCF หนีบใบบริเวณกึ่งกลางใบ เพื่อให้ใบผ่านการปรับตัวในที่มืดอย่างน้อย 20 นาที จากนั้นนำหัววัดแบบ LCF หนีบลงบน dark adapting clip โดยบริเวณที่วัดเป็นรูปวงกลมครอบคลุมพื้นที่ใบ 2 ตารางเซนติเมตร เมื่อระดับรังสีฟลูออเรสเซนซ์เริ่มคงที่ (ค่า $df/dt < 5$) หลังจากนั้นเครื่องจะบันทึกค่าในที่สุด จะได้ค่าประสิทธิภาพการใช้แสงสูงสุดของระบบแสง II ในสภาพมืด หรือ F_v/F_m

5.3 การวัดพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง ได้แก่ การวัดอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (CO_2 exchange rate) การเปิดปิดปากใบ (stomatal conductance) และอัตราการคายน้ำ (transpiration rate) ในรอบวัน ตั้งแต่เวลา 8:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น วัดค่าทุกๆ 2 ชั่วโมง ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400*XT* (Li-cor Inc., Lincoln, NE, USA) โดยใช้หัววัดแบบ sun sky หนีบใบที่ 3 นับจากยอดของลำลูกกล้วยหลักที่มีช่อดอกกล้วยไม้ 3 ค่าต่อใบ

5.4 การวัดอัตราการผลิตเอทิลีน โดยนำต้นกล้วยไม้กระถางชั่งน้ำหนักแล้วนำใส่ถังพลาสติกปริมาตร 100 ลิตร ปิดฝาและใช้เทปกาวปิดให้สนิทนาน 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นใช้เข็มฉีดยาและกระบอกฉีดยาเก็บตัวอย่างก๊าซปริมาตร 5 มิลลิลิตร โดยเก็บในน้ำเกลือเข้มข้น หลังจากนั้นนำตัวอย่างก๊าซไปวิเคราะห์ปริมาณเอทิลีนด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ รุ่น Shimadzu GC-2014, JAPAN ที่ติดตั้งด้วย flame ionization detector (FID) ใช้คอลัมน์แยกก๊าซชนิด Porapak Q ขณะวิเคราะห์คอลัมน์มีอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส โดยปริมาณเอทิลีนที่วัดได้มีหน่วยเป็น ppm แล้วนำปริมาณเอทิลีนที่วัดได้นั้นไปคำนวณหาอัตราการผลิตเอทิลีน ซึ่งมีหน่วยเป็น nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1}

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.5 การวัดอัตราการหายใจ โดยการเก็บตัวอย่างก๊าซเช่นเดียวกับการวัดอัตราการผลิตเอทิลีน แต่นำไปวิเคราะห์หาปริมาณก๊าซ CO_2 ด้วยเครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ รุ่น Shimadzu GC-2014, JAPAN ที่ติดตั้งด้วย thermal conduction detector (TCD) ใช้คอลัมน์แยกก๊าซชนิด Porapak Q ขณะวิเคราะห์คอลัมน์มีอุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เพื่อวัดปริมาณก๊าซ CO_2 มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ แล้วนำปริมาณก๊าซ CO_2 ที่วัดได้นั้นไปคำนวณหาอัตราการหายใจ ซึ่งมีหน่วยเป็น mg CO_2 g^{-1} hr^{-1}

6. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ย โดยวิธี Duncan's multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และ 99 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SAS เวอร์ชั่น 9.1

สถานที่ และระยะเวลาทำการวิจัย

7. สถานที่ทำการวิจัย

1. แปลงทดลอง 1 ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
2. สวนกล้วยไม้ระพี สาคริก ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ
3. ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ

8. ระยะเวลาทำการทดลอง

เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

การทดลองที่ 1 ศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสมของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ

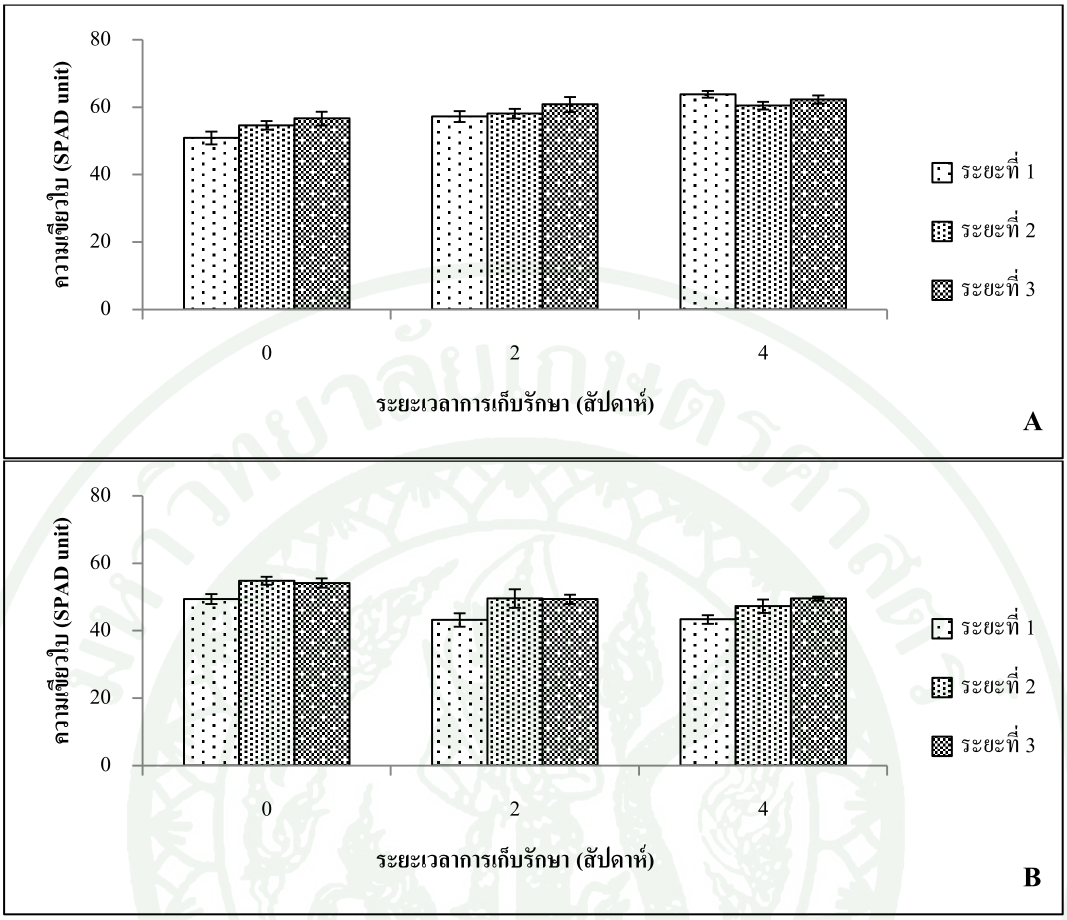
1. คุณภาพใบและดอกหลังจำลองการขนส่ง

1.1 ความเขียวใบ

กล้วยไม้กระถางที่เจริญเติบโตในโรงเรือนทั้ง 3 ระยะ คือ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 50.9 - 56.6 SPAD unit และเมื่อปลูกเลี้ยง 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูกเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 57.2 - 60.8 และ 60.5 - 63.8 SPAD unit ตามลำดับ โดยกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 1 มีค่าความเขียวใบสูงสุดหลังการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ เฉลี่ย 63.8 SPAD unit แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกแตกต่างกันทั้ง 3 ระยะ (ภาพที่ 1A)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งภายในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นในกล่องกระดาษปิดสนิทมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 เฉลี่ย 49.7 - 54.9 SPAD unit และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีค่าความเขียวใบลดลงเฉลี่ย 43.2 - 49.5 และ 43.3 - 47.2 SPAD unit ตามลำดับ โดยกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 1 มีความเขียวใบน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการทดลอง คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 43.2 และ 43.3 SPAD unit หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 1B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



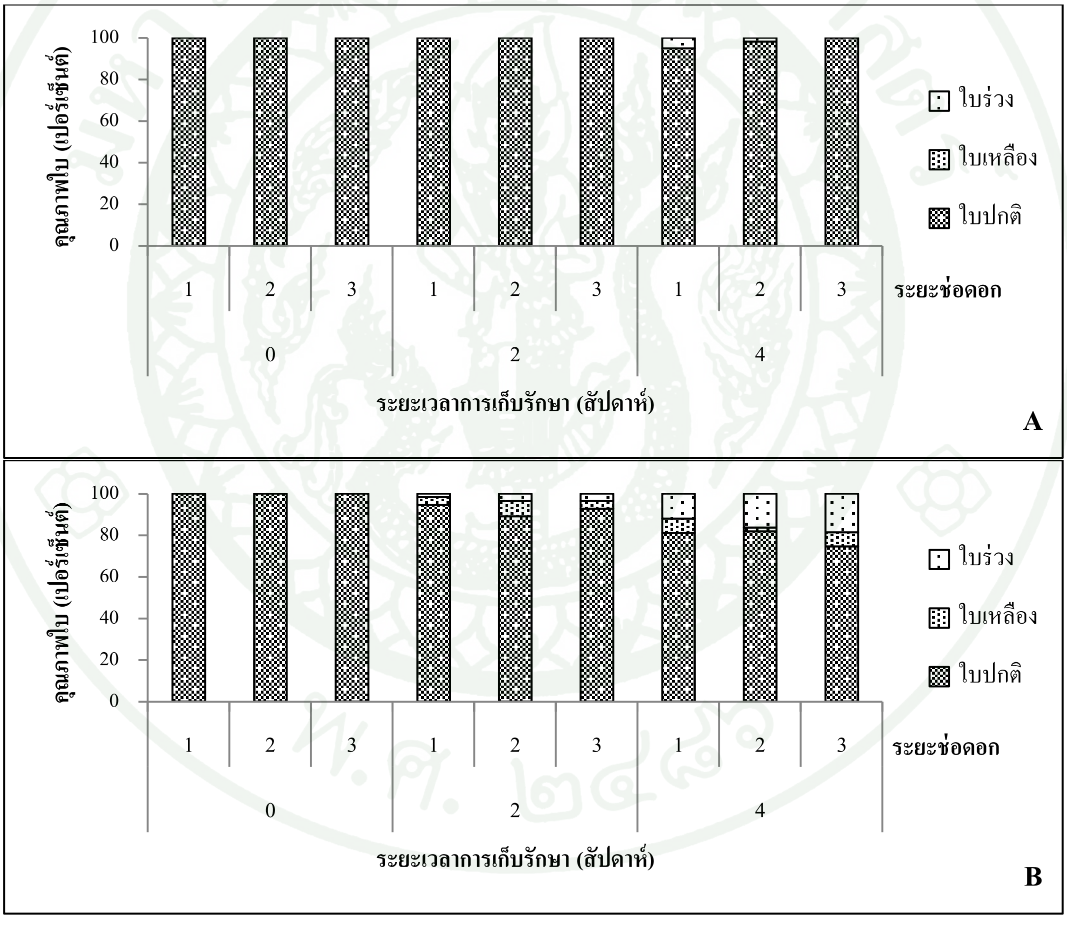
ภาพที่ 1 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

1.2 คุณภาพใบ

กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง มีจำนวนใบเฉลี่ย 10.0 - 11.8 ใบ ไม่พบใบเหลืองและใบร่วง เช่นเดียวกับการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ที่ยังคงไม่แสดงการเหลืองและหลุดร่วงของใบ แต่เมื่อปลูกเลี้ยง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 1 และ 2 เกิดการร่วงของใบล่างของลำลูกกล้วย เฉลี่ย 5.1 และ 1.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2A)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในขณะที่จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า ก่อนการจำลองการขนส่งกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ มีจำนวนใบเฉลี่ย 10.4 - 11.0 ใบ และไม่พบใบเหลืองและใบร่วง แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลง เนื่องจากเกิดการเหลืองและหลุดร่วงของใบล่างของลำลูกกล้วย โดยพบมีใบเหลืองและใบร่วงเฉลี่ย 3.6 - 7.3 และ 1.8 - 3.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หลังจากจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แต่หากจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 และ 3 มีใบเหลืองเพิ่มมากขึ้น เฉลี่ย 6.8 เปอร์เซ็นต์ และกล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีใบร่วงมากที่สุด เฉลี่ย 18.6 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 และ 2 มีใบร่วงเฉลี่ย 12.1 และ 16.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2B)



ภาพที่ 2 คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

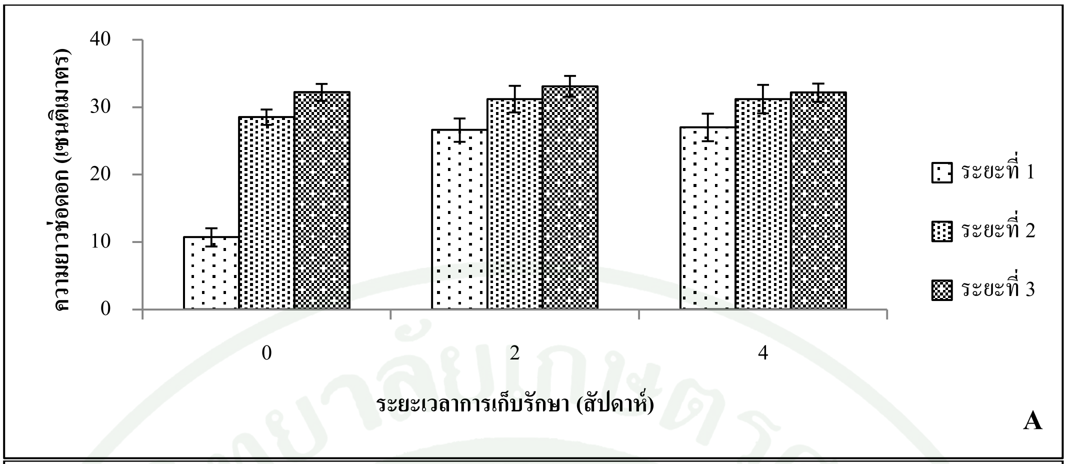
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

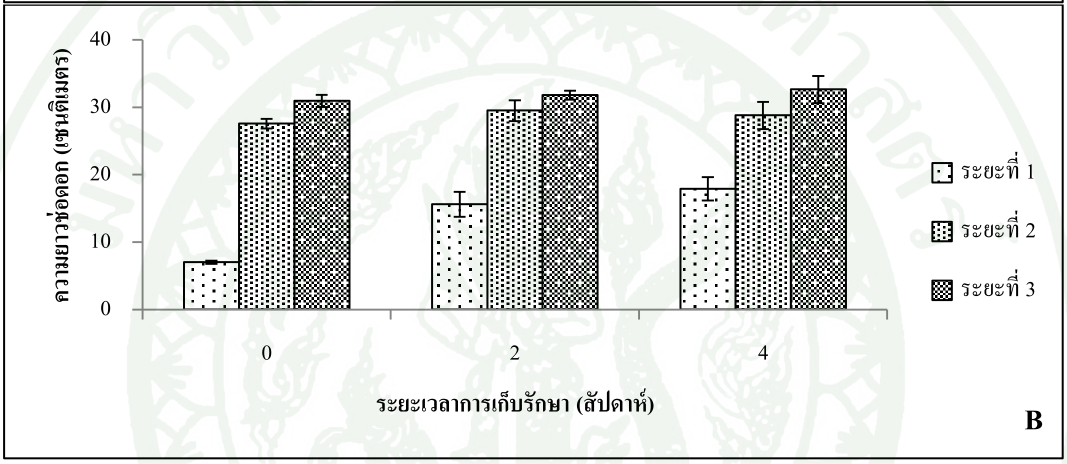
1.3 ความยาวช่อดอก

จากการทดลองเลือกใช้ระยะช่อดอกแตกต่างกัน เพื่อหาระยะช่อดอกที่เหมาะสมในการขนส่งทางเรือ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง ช่อดอกมีความยาวแตกต่างกันตามระยะช่อดอกที่เลือกใช้ คือ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 10.7 เซนติเมตร 2) ระยะดอกตูม มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 28.5 เซนติเมตร และ 3) ระยะดอกบาน 1-2 ดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 32.2 เซนติเมตร และหลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อเฉลี่ย 26.6 เซนติเมตร เช่นเดียวกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 31.2 และ 33.1 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 27.0 เซนติเมตร ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกค่อนข้างคงที่ เนื่องจากช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ยาวเกือบเต็มที่เมื่อเริ่มการทดลองจึงทำให้มีความยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย (ภาพที่ 3A)

ในขณะที่ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งภายในตู้คอน-เทนเนอร์ โดยบรรจุต้นในกล่องกระดาษปิดสนิท มีความยาวช่อดอกแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการจำลองการขนส่ง คือ มีความยาวช่อดอกในระยะที่ 1 2 และ 3 เฉลี่ย 7.1 27.7 และ 30.8 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 15.6 เซนติเมตร ในขณะที่ระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 29.5 และ 31.8 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ย 17.9 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความยาวช่อดอกน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 28.8 และ 32.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 3B) และเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 1 ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ที่มีความยาวช่อดอกมากกว่า เฉลี่ย 27.0 เซนติเมตร (ภาพที่ 3A)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





ภาพที่ 3 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

1.4 จำนวนดอก

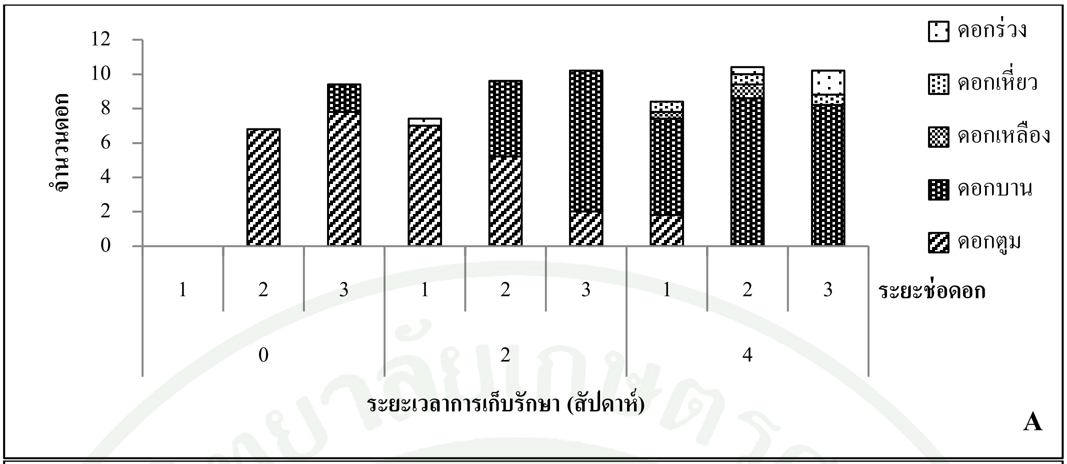
กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง มีจำนวนดอกตูมและดอกบานเริ่มต้นไม่เท่ากัน เนื่องจากมีระยะช่อดอกที่แตกต่างกัน โดยช่อดอกระยะที่ 1 ไม่พบดอกตูมและดอกบาน ในขณะที่ระยะที่ 2 มีเฉพาะดอกตูมเฉลี่ย 6.8 ดอก และระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 7.8 และ 1.6 ดอก ตามลำดับ หลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่าช่อดอกระยะที่ 1 มีการพัฒนาจากเริ่มแทงช่อดอกเป็นดอกตูม โดยมีดอกตูมเฉลี่ย 7.0 ดอก และยังไม่พบการพัฒนาเป็นดอกบาน ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 5.2 และ 4.4 ดอก ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 2.0 และ 8.2 ดอก ตามลำดับ และ

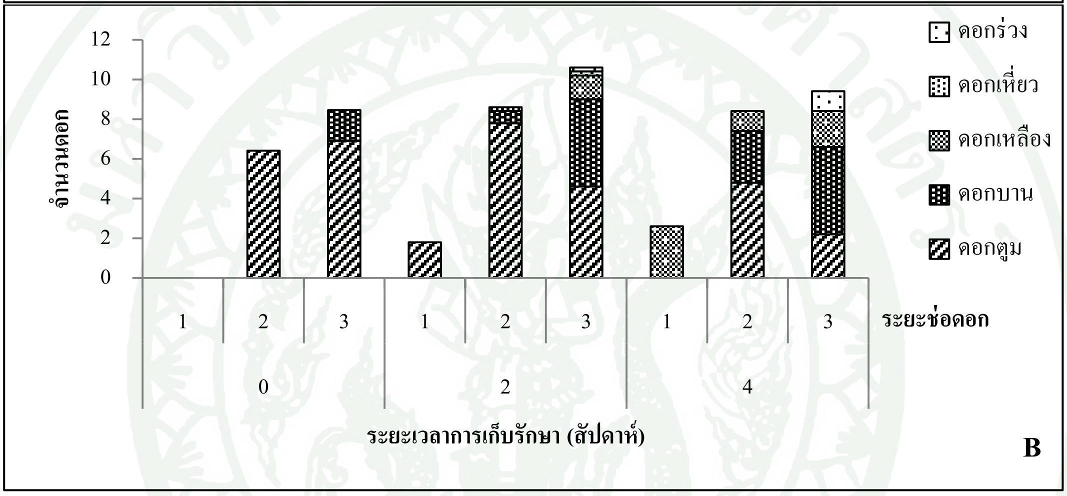
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อเพิ่มระยะเวลาการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเป็น 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 1.8 และ 5.6 ดอก ตามลำดับ ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีเฉพาะดอกบานเฉลี่ย 8.6 และ 8.2 ดอก ตามลำดับ นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 4 ของการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนยังพบการเสื่อมสภาพของดอกทั้ง 3 ระยะ โดยพบดอกเหลืองในช่อดอกระยะที่ 1 และ 2 เฉลี่ย 0.4 และ 0.8 ดอก ตามลำดับ พบดอกเหี่ยวในช่อดอกทั้ง 3 ระยะ เฉลี่ย 0.6 ดอก และพบดอกร่วงมากที่สุดในกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 3 เฉลี่ย 1.4 ดอก (ภาพที่ 4A)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งภายในตู้คอนเทนเนอร์ ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่พบดอกตูมและดอกบาน ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 มีเฉพาะดอกตูมเฉลี่ย 6.4 ดอก และช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 6.9 และ 1.6 ดอก ตามลำดับ แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีการพัฒนาจากเริ่มแทงช่อดอกเป็นดอกตูม มีดอกตูมเฉลี่ย 1.8 ดอก ซึ่งถือว่ามีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนซึ่งมีดอกตูมเฉลี่ย 7.0 ดอก ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีจำนวนดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 7.8 และ 0.6 ดอก ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีจำนวนดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 3.0 และ 5.8 ดอก ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบดอกเหลืองในช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 เฉลี่ย 0.2 และ 1.2 ดอก ตามลำดับ และพบดอกเหี่ยวและดอกร่วงในช่อดอกระยะที่ 3 เฉลี่ย 0.2 ดอก และเมื่อเพิ่มเวลาการจำลองการขนส่งเป็น 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่มีดอกตูมและดอกบาน เนื่องจากเกิดการเสื่อมสภาพดอกแสดงอาการเหลืองทั้งหมด เฉลี่ย 2.6 ดอก ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 4.8 และ 2.6 ดอก ตามลำดับ และมีดอกเหลืองเฉลี่ย 1.0 ดอก ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีจำนวนดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 2.2 และ 4.4 ดอก ตามลำดับ และพบดอกเหลืองและดอกร่วงเฉลี่ย 1.8 และ 1.0 ดอก ตามลำดับ (ภาพที่ 4B)

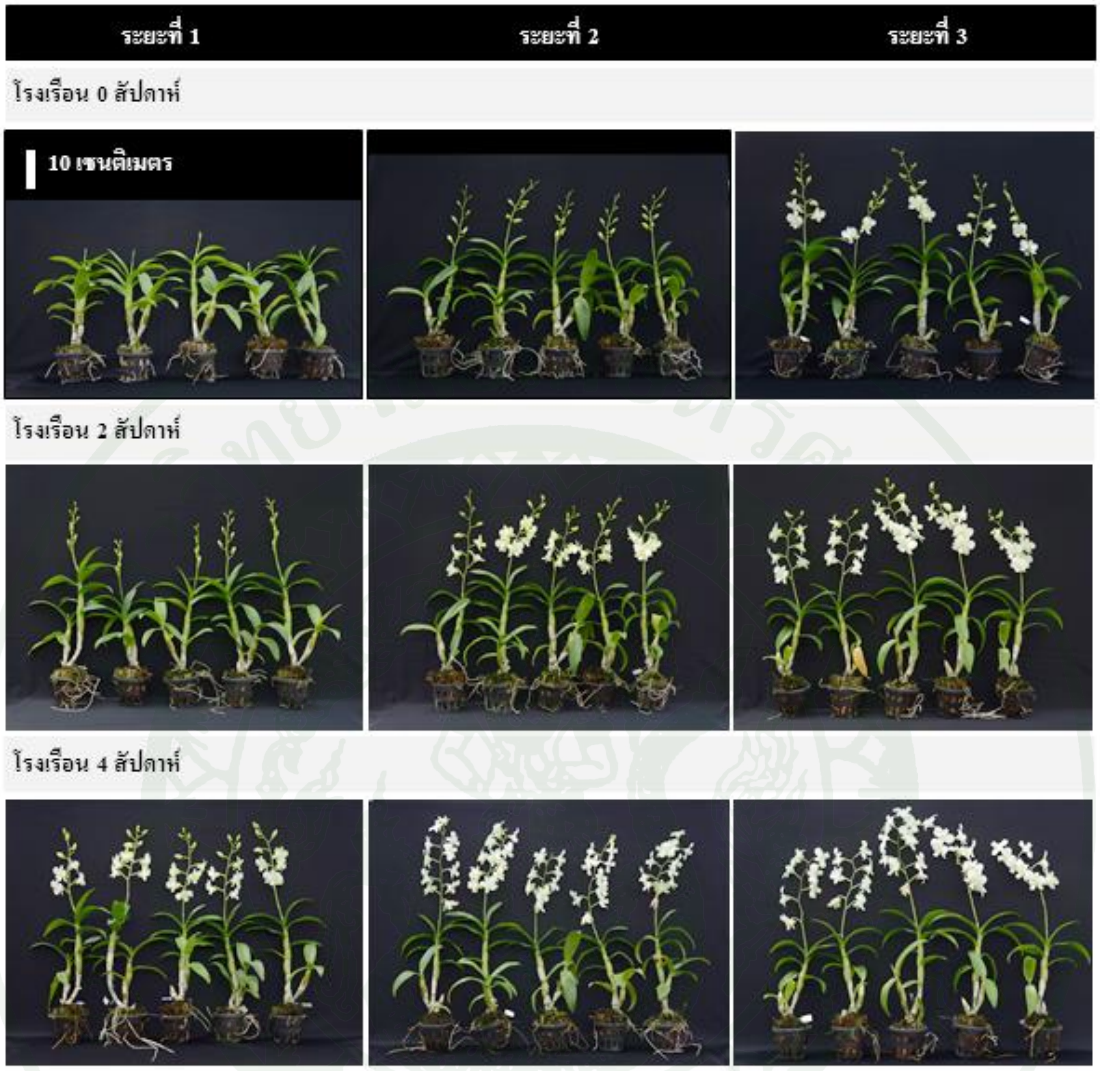
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





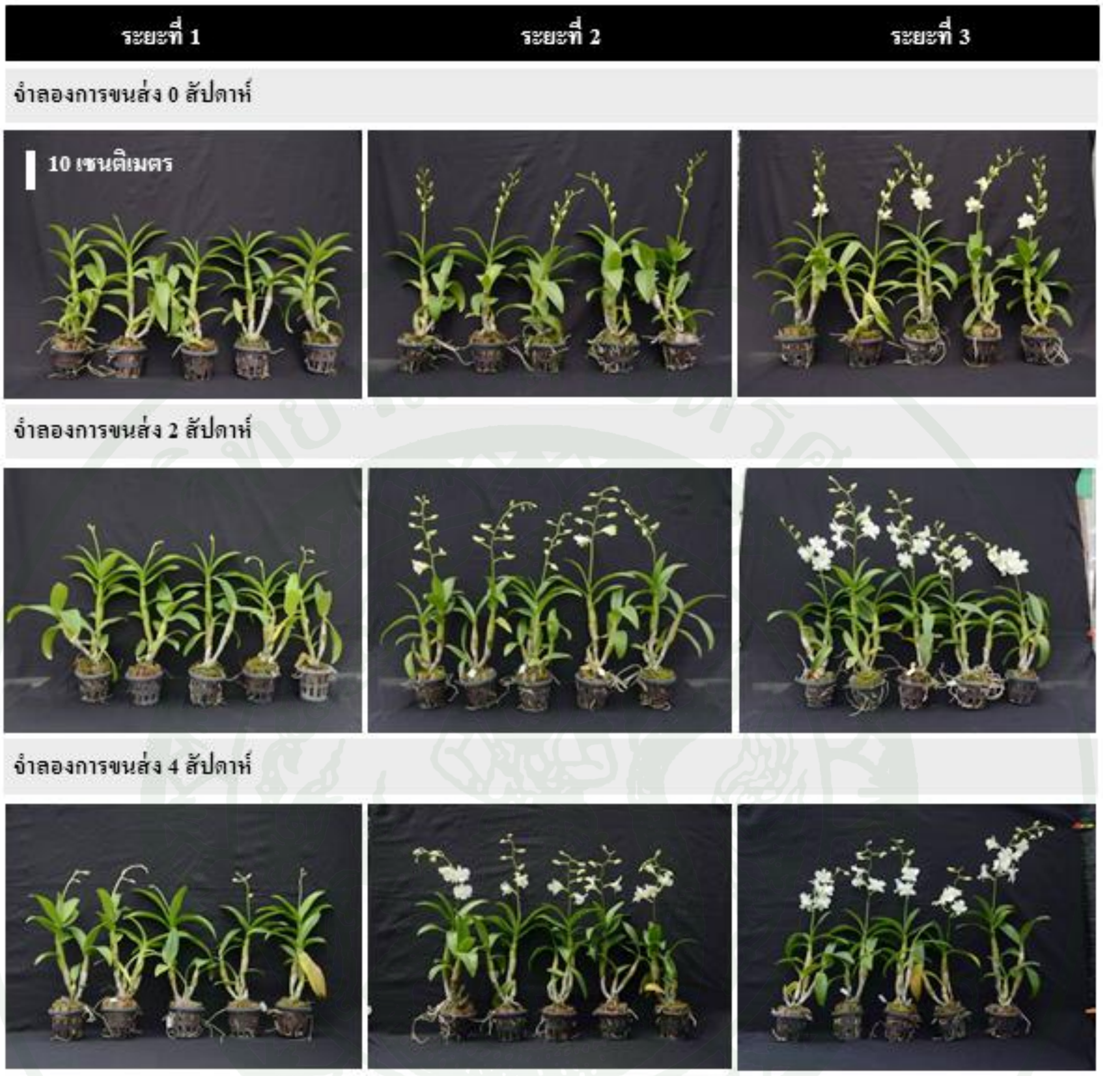
ภาพที่ 4 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 ลักษณะกล้วยไม้สกุลหวายกระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

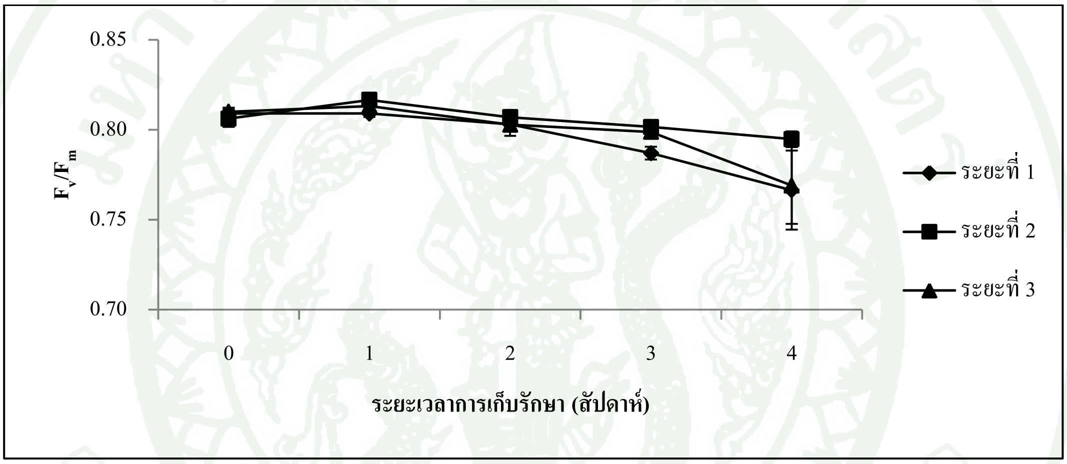


ภาพที่ 6 ลักษณะกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิทเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) หลังจำลองการขนส่ง

พิจารณาประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) โดยประเมินได้จากการวัดค่าคลอโรฟิลล์ฟลูออเรสเซนซ์ ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้ศึกษาพืชที่ได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม พบว่ากล้วยไม้กระถางมีค่า F_v/F_m ก่อนการจำลองการขนส่ง เฉลี่ย 0.81 และลดลงหลังจากการจำลองการขนส่ง โดยกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 2 มีค่า F_v/F_m ลดลงเล็กน้อย เฉลี่ย 0.80 ในขณะกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 1 และ 3 มีค่า F_v/F_m ลดลง เฉลี่ย 0.77 หลังจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ และมีแนวโน้มลดลงมากขึ้นหากมีการจำลองการขนส่งเป็นเวลานานขึ้น (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 7 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิทเป็นเวลา 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การฟื้นตัวของคุณภาพใบและดอกหลังผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน

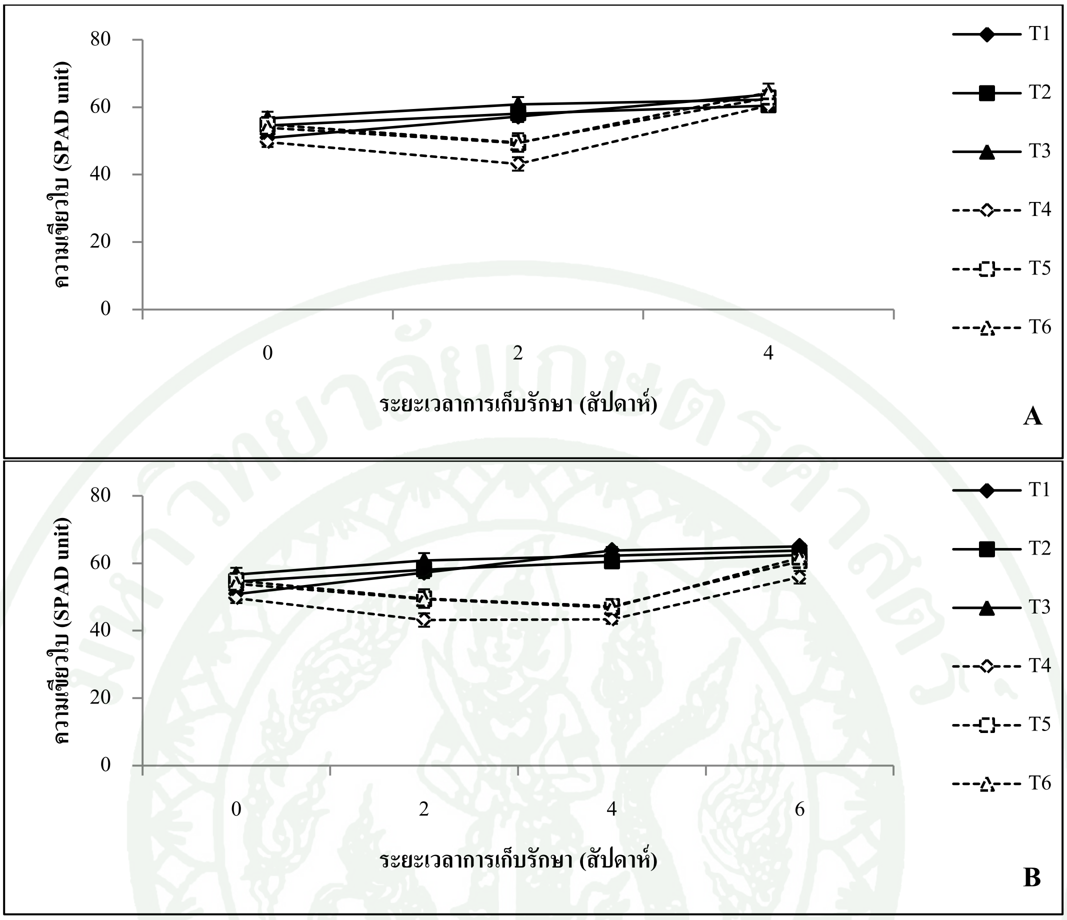
3.1 ความเขียวใบ

กล้วยไม้กระถางที่เจริญเติบโตในโรงเรือนทั้ง 3 ระยะ มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลองเฉลี่ย 50.9 - 56.6 SPAD unit และเมื่อปลูกเลี้ยง 2 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่าค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูกเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 57.2 - 60.8 60.5 - 63.8 และ 63.8 - 65.1 SPAD unit ตามลำดับ (ภาพที่ 8)

ในขณะที่กล้วยไม้ที่จำลองการขนส่งมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 49.7 - 54.9 SPAD unit และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีค่าความเขียวใบลดลง เฉลี่ย 43.2 - 49.5 SPAD unit และเมื่อนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ หลังจำลองการขนส่ง พบว่า กล้วยไม้กระถางมีความเขียวใบเพิ่มขึ้นอีกครั้ง เฉลี่ย 60.4 - 64.4 SPAD unit โดยไม่พบความแตกต่างกับกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ ที่มีความเขียวใบเฉลี่ย 60.5 - 63.8 SPAD unit (ภาพที่ 8A) เช่นเดียวกับกล้วยไม้ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่มีค่าความเขียวใบลดลง เฉลี่ย 43.3 - 47.2 SPAD unit และเมื่อนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ หลังจำลองการขนส่ง พบว่า กล้วยไม้กระถางมีความเขียวใบเพิ่มขึ้นอีกครั้งเช่นกัน เฉลี่ย 55.9 - 61.6 SPAD unit โดยไม่พบความแตกต่างกับกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ ที่มีความเขียวใบเฉลี่ย 62.5 - 65.0 SPAD unit (ภาพที่ 8B)

แสดงให้เห็นว่าหลังการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน กล้วยไม้กระถางสามารถฟื้นตัวได้ดี โดยมีความเขียวใบไม่แตกต่างจากกล้วยไม้กระถางชุดควบคุมที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

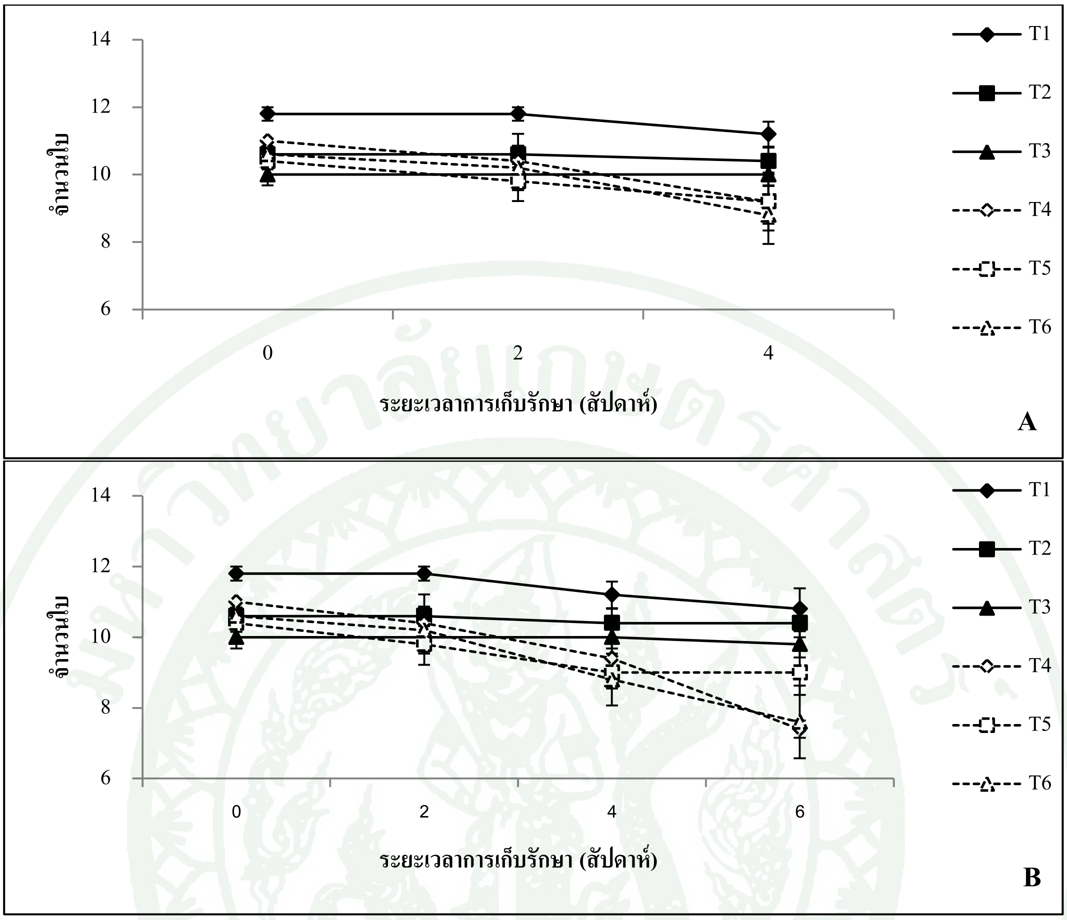
3.2 จำนวนใบ

จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง พบว่า มีจำนวนใบเฉลี่ย 10.0 - 11.8 ใบ ไม่พบใบเหลืองและใบร่วง เช่นเดียวกับการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางยังคงไม่แสดงการเหลืองและหลุดร่วงของใบ แต่เมื่อปลูกเลี้ยง 4 และ 6 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลงเหลือเฉลี่ย 10.0 - 11.2 และ 9.8 - 10.8 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากมีการเหลืองและหลุดร่วงของใบล่างสุดของลำลูกกล้วย (ภาพที่ 9)

ในขณะที่จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งในสัปดาห์ที่ 0 มีจำนวนใบเฉลี่ย 10.4 - 11.0 ใบ แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลงเหลือเฉลี่ย 9.8 - 10.4 และ 8.8 - 9.4 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการเหลืองและหลุดร่วงของใบล่างของลำลูกกล้วย (ภาพที่ 9) โดยหลังจากจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลงเหลือเฉลี่ย 8.8 - 9.2 ใบ (ภาพที่ 9A) ซึ่งถือว่ามีจำนวนมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ซึ่งมีจำนวนใบเหลือเฉลี่ย 7.4 - 9.0 ใบ (ภาพที่ 9B)

แสดงให้เห็นว่าระยะเวลาในการจำลองการขนส่งที่นานกว่า มีผลทำให้ใบมีการเสื่อมสภาพเพิ่มมากขึ้น และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน ใบล่างของกล้วยไม้กระถางยังคงหลุดร่วงเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

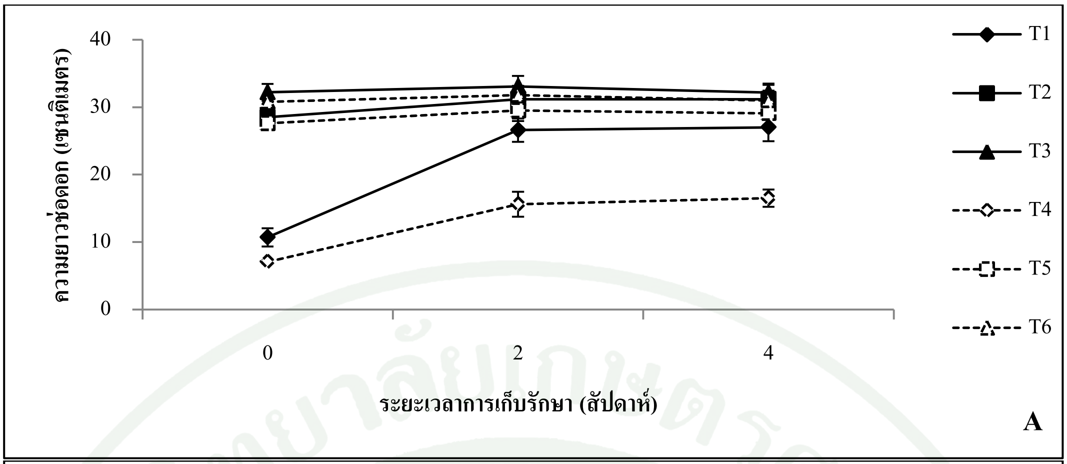
3.3 ความยาวช่อดอก

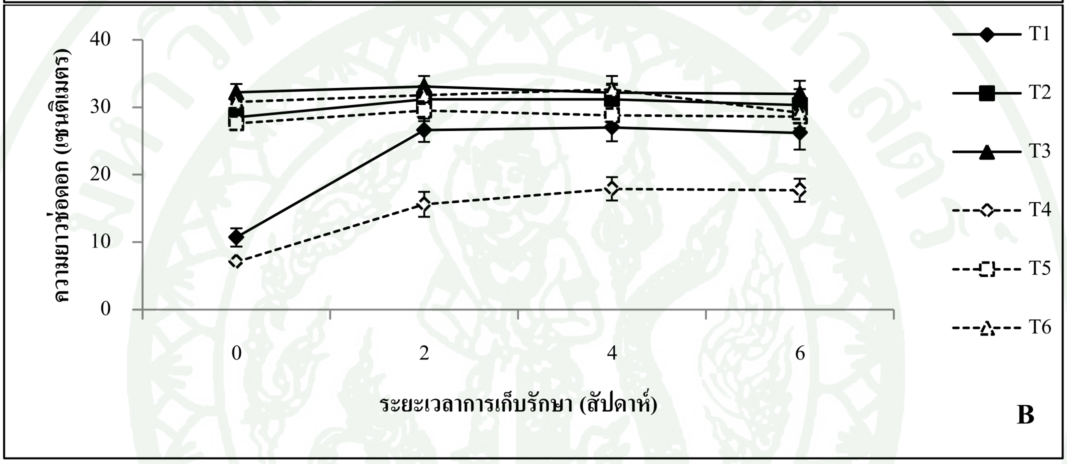
กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง ช่อดอกมีความยาวแตกต่างกันตามระยะช่อดอกที่เลือกใช้ในการทดลอง คือ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 10.7 เซนติเมตร 2) ระยะดอกตูม มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 28.5 เซนติเมตร และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 32.2 เซนติเมตร และหลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 26.6 เซนติเมตร เช่นเดียวกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 31.2 และ 33.1 เซนติเมตร ตามลำดับ และช่อดอกระยะที่ 1 ยังคงมีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นหลังปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 27.0 และ 26.2 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 10)

ในขณะที่ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่ง ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง พบว่า กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกแตกต่างกันเฉลี่ย 7.1 27.6 และ 30.8 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 15.6 เซนติเมตร ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 29.5 และ 31.8 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 10A) และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ย 17.9 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความยาวช่อดอกน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 28.8 และ 32.6 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 10B)

พิจารณาการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้ คือ มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 16.5 และ 17.7 เซนติเมตร ตามลำดับ หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง ยังคงมีความยาวช่อดอกไม่แตกต่างจากกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ ช่อดอกยังคงมีการพัฒนาต่อ โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 27.0 และ 26.2 เซนติเมตร หลังการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





ภาพที่ 10 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

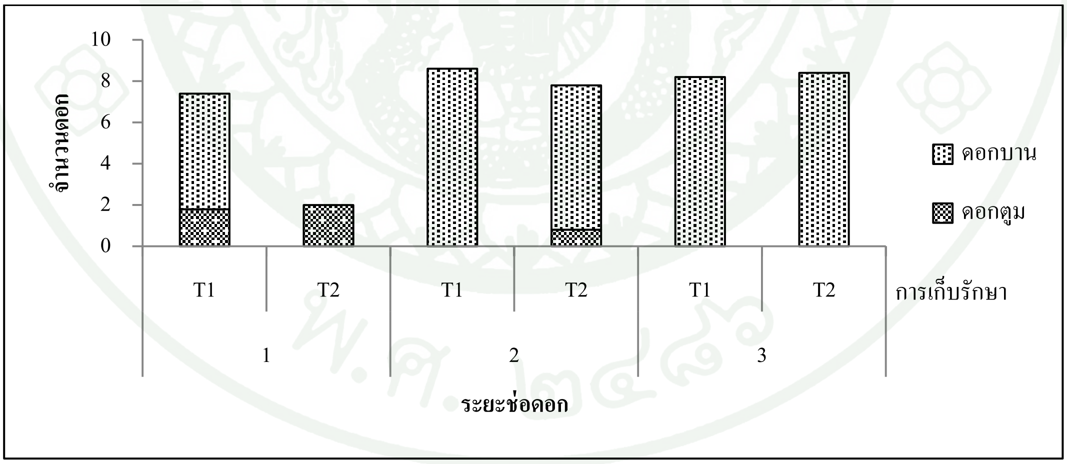
T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.4 จำนวนดอก

หลังจากปลูกเลี้ยงกล้วยไม้กระถางในโรงเรือน 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกทั้ง 3 ระยะ สามารถพัฒนาต่อได้ คือ พัฒนาเป็นดอกตูมและดอกบาน โดยช่อดอกระยะที่ 1 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 1.8 และ 5.6 ดอก ตามลำดับ ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ดอกพัฒนาเป็นดอกบานทั้งหมด โดยมีดอกบานเฉลี่ย 8.6 และ 8.2 ดอก ตามลำดับ ในทางกลับกันกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีเพียงดอกตูม 2 ดอก เนื่องจากช่อดอกไม่พัฒนา ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ดอกมีการพัฒนาได้ คือ ช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 0.8 และ 7.0 ดอก ตามลำดับ และช่อดอกระยะที่ 3 มีเฉพาะดอกบานเฉลี่ย 8.4 ดอก (ภาพที่ 11)

แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน ส่งผลให้ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้คุณภาพดี ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 สามารถพัฒนาต่อได้ คือ มีการพัฒนาเป็นดอกตูมและพัฒนาต่อเป็นดอกบานหลังจากการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์

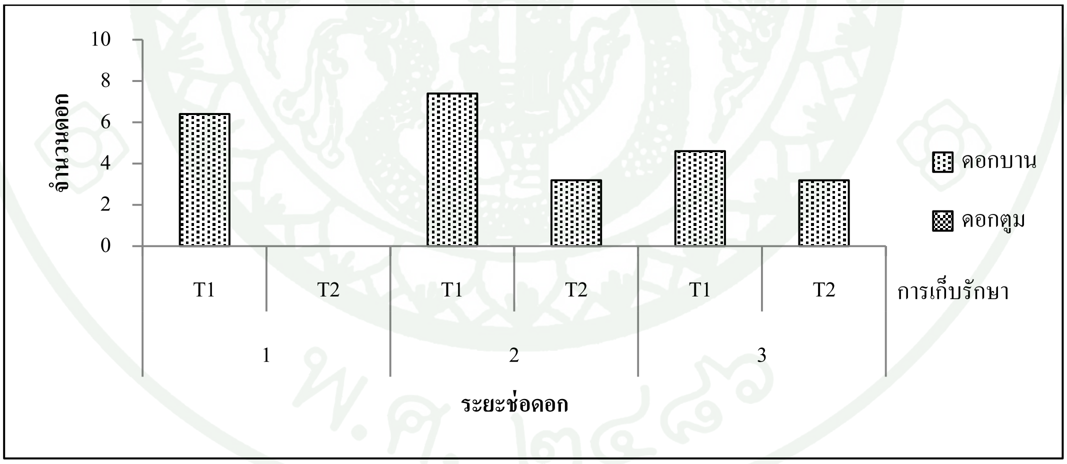


ภาพที่ 11 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้กระถางในโรงเรือน 6 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกทั้ง 3 ระยะ สามารถพัฒนาเป็นดอกบานทั้งหมด โดยมีดอกบานเฉลี่ย 6.4 และ 7.4 และ 4.6 ดอก ในกล้วยไม้ระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ในทางกลับกันกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่มีการพัฒนาของดอก คือ ไม่มีจำนวนดอกตูมและดอกบาน ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ดอกมีการพัฒนาน้อย โดยมีดอกบานเฉลี่ย 3.2 ดอก ทั้งในกล้วยไม้กระถางระยะที่ 2 และ 3 (ภาพที่ 12)

แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน ส่งผลให้ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้ ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 สามารถพัฒนาต่อได้ แต่มีดอกตูมและดอกบานน้อยหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งเพียง 2 สัปดาห์ (ภาพที่ 11) และเมื่อเปรียบเทียบกับปลูกเลี้ยงในโรงเรือนโดยไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ากล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีจำนวนดอกบานน้อยลงหลังจากการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ เนื่องจากดอกเหี่ยวและหลุดร่วงตามธรรมชาติ (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยบรรจุต้นกล้วยไม้ในกล่องกระดาษปิดสนิท 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม และพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ

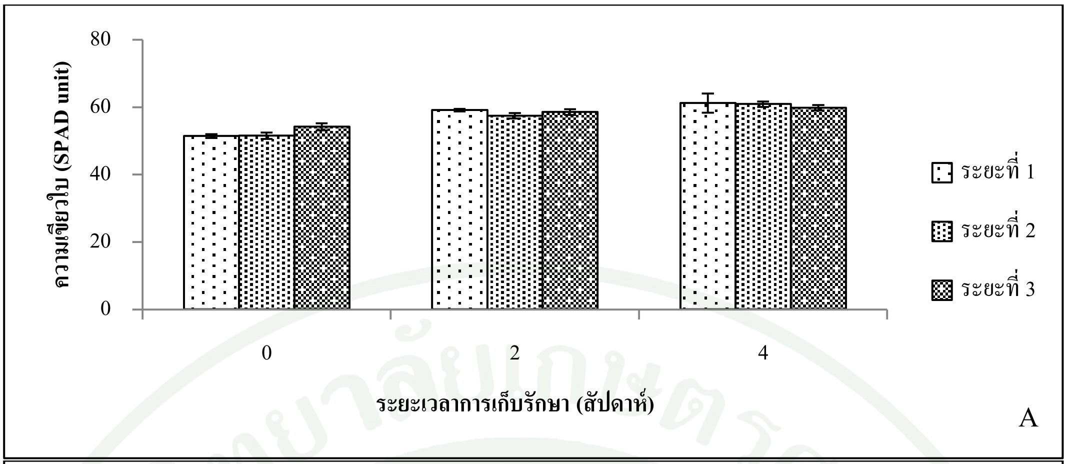
1. คุณภาพใบและดอกหลังจำลองการขนส่ง

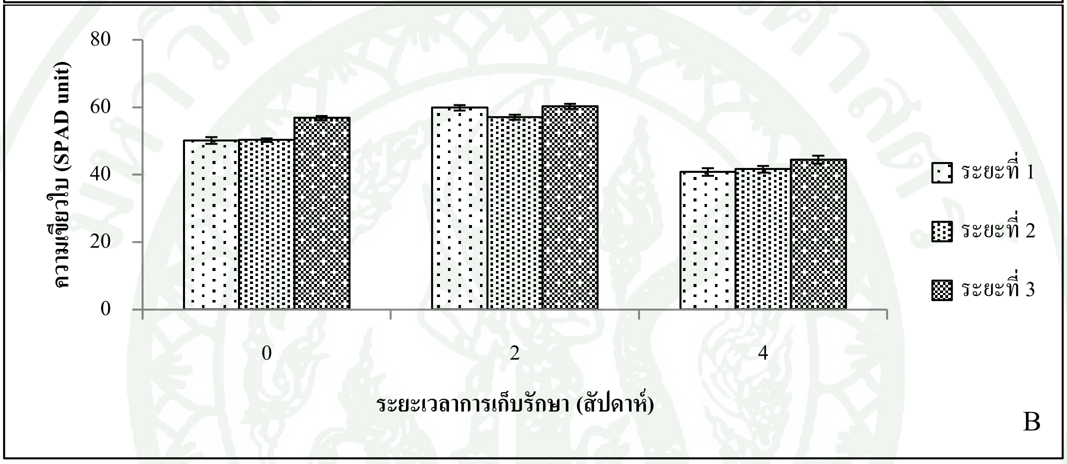
1.1 ความเขียวใบ

กล้วยไม้กระถางที่เจริญเติบโตในโรงเรือนทั้ง 3 ระยะ มีความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 51.4 - 54.2 SPAD unit โดยกล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีค่าความเขียวใบมากที่สุด เฉลี่ย 54.2 SPAD unit และเมื่อปลูกเลี้ยง 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่า ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูกเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 57.4 - 59.1 และ 59.8 - 61.2 SPAD unit ตามลับดับ โดยกล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 3 มีค่าความเขียวใบน้อยที่สุดเฉลี่ย 59.8 SPAD unit หลังปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 13A)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ มีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 50.1 - 56.8 SPAD unit โดยกล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีค่าความเขียวใบมากที่สุด เฉลี่ย 56.8 SPAD unit และหลังจากจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 57.0 - 60.3 SPAD unit แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการขนส่งเป็น 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้มีค่าความเขียวใบลดลงอย่างมาก คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 40.8 - 44.4 SPAD unit (ภาพที่ 13B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์





ภาพที่ 13 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

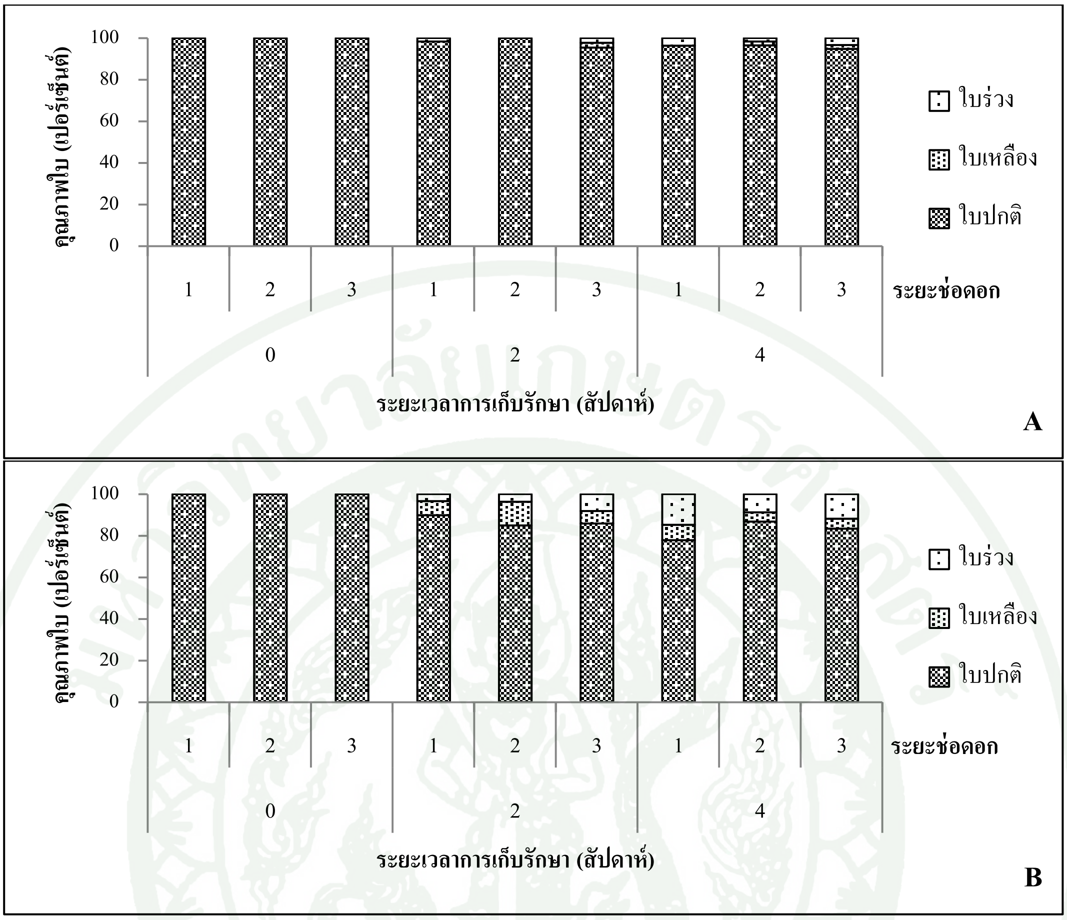
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 คุณภาพใบ

กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนทั้ง 3 ระยะ มีใบปกติในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 8.6 - 11.2 ใบ และยังไม่พบใบเหลืองและใบร่วง แต่เมื่อผ่านการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีใบปกติลดลงเล็กน้อย เนื่องจากใบล่างเกิดการเหลืองและหลุดร่วงตามอายุการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าหลังการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 เกิดใบร่วงเฉลี่ย 1.8 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 เกิดใบเหลืองและใบร่วงเฉลี่ยอย่างละ 2.3 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ พบว่ากล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 เกิดใบร่วง 3.7 เปอร์เซ็นต์ ระยะที่ 2 เกิดใบเหลืองและใบร่วงเฉลี่ยอย่างละ 1.8 เปอร์เซ็นต์ และระยะที่ 3 เกิดใบเหลืองและใบร่วงเฉลี่ย 1.8 และ 3.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 14A)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งภายในตู้คอนเทนเนอร์ มีจำนวนใบปกติในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 9.8 - 11.8 ใบ และยังไม่พบใบเหลืองและใบร่วง แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีใบปกติลดลง เนื่องจากเกิดใบล่างเหลืองและใบร่วงเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 6.1 - 11.3 และ 3.4 - 8.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การร่วงหลังจากจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ มากที่สุด เฉลี่ย 8.2 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเพิ่มเวลาการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีใบเหลืองและใบร่วงเพิ่มมากขึ้น เฉลี่ย 4.4 - 7.4 และ 8.9 - 14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยกล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองและใบร่วงมากที่สุด เฉลี่ย 7.4 และ 14.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 14B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

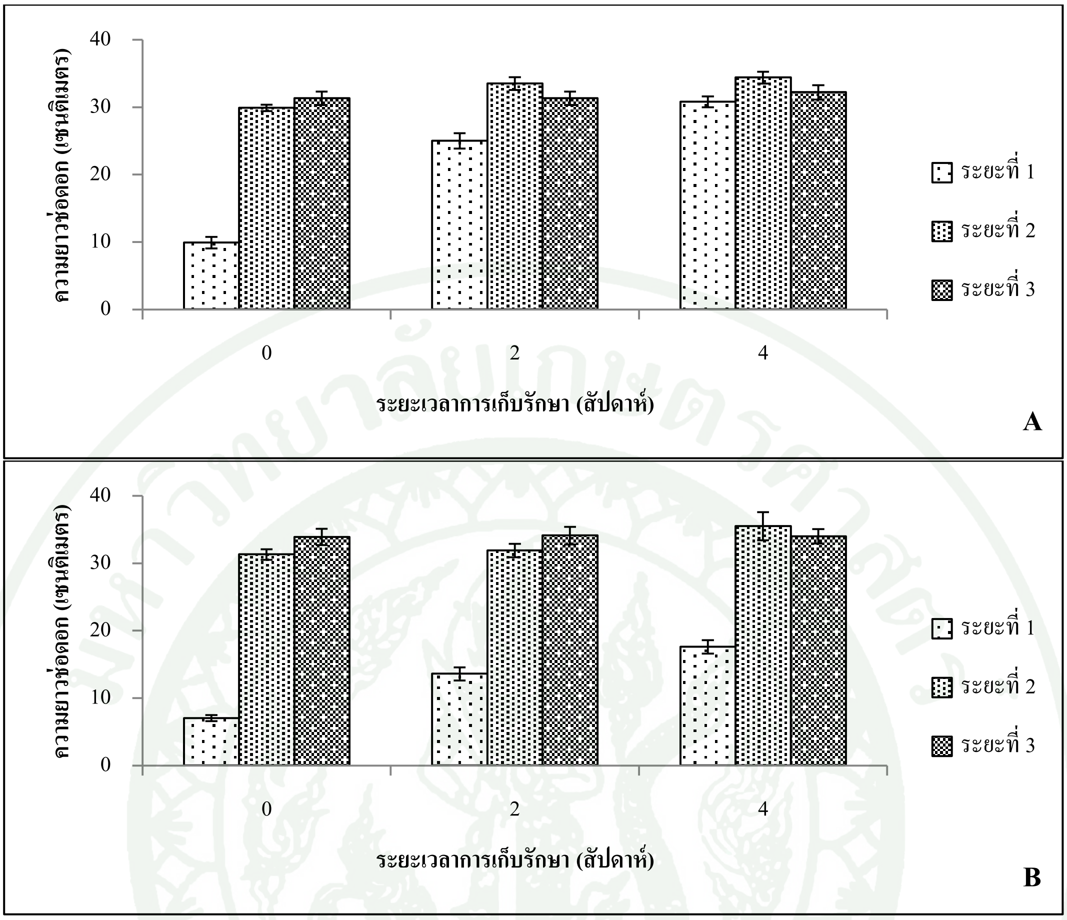
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ความยาวช่อดอก

จากการทดลองเลือกใช้ระยะช่อดอกที่แตกต่างกัน พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง มีความยาวช่อดอกแตกต่างกันตามระยะช่อดอกที่เลือกใช้ในการทดลอง โดยช่อดอกระยะที่ 1 ระยะเริ่มแทงช่อดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 9.9 เซนติเมตร ระยะที่ 2 ระยะดอกตูม มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 29.9 เซนติเมตร และระยะที่ 3 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 31.3 เซนติเมตร และหลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 25.0 เซนติเมตร เช่นเดียวกับช่อดอกระยะที่ 2 ที่มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 33.5 เซนติเมตร ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 3 มีความยาวค่อนข้างคงที่ เฉลี่ย 31.3 เซนติเมตร และเมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 ความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 30.8 เซนติเมตร ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเฉลี่ย 34.4 และ 32.2 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 15A)

ในขณะที่ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งภายในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง กล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 7.0 31.3 และ 33.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 13.6 เซนติเมตร ในขณะระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกค่อนข้างคงที่ เฉลี่ย 31.9 และ 34.1 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวเพิ่มขึ้นเล็กน้อย เฉลี่ย 17.6 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความยาวน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่ความยาวช่อดอกเฉลี่ย 35.5 และ 34.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 15B) และเมื่อเปรียบเทียบช่อดอกระยะที่ 1 ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนที่มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 30.8 เซนติเมตร (ภาพที่ 15A)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 15 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

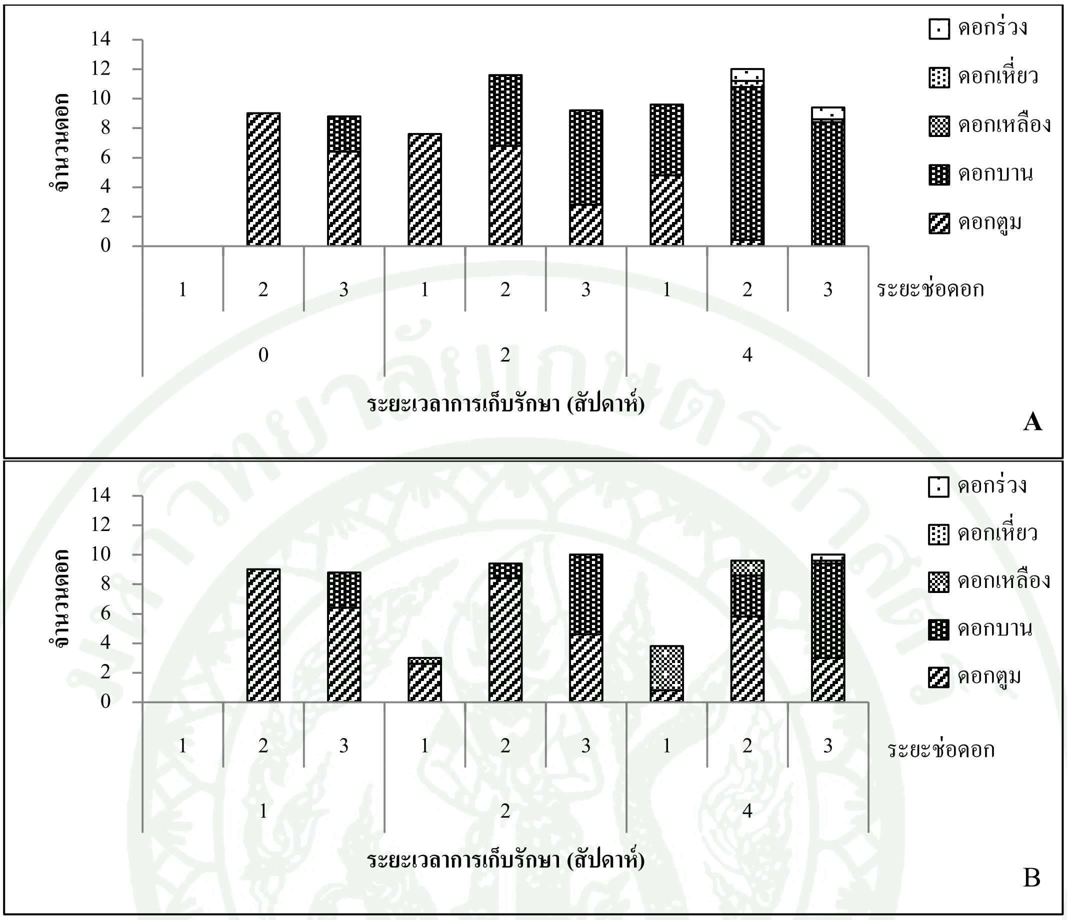
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.4 จำนวนดอก

กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนมีดอกตูมและดอกบานเริ่มต้นในสัปดาห์ที่ 0 ไม่เท่ากัน เนื่องจากระยะช่อดอกที่แตกต่างกัน โดยช่อดอกระยะที่ 1 ไม่พบดอกตูมและดอกบานเลย ในขณะที่ระยะที่ 2 มีเฉพาะดอกตูมเฉลี่ย 9.0 ดอก และระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 6.4 และ 2.4 ดอก ตามลำดับ และหลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีการพัฒนาจากเริ่มแทงช่อดอกเป็นดอกตูม โดยมีดอกตูมเฉลี่ย 7.6 ดอก และยังไม่พบการพัฒนาเป็นดอกบาน ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 4.8 และ 6.8 ดอก ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 2.8 และ 6.4 ดอก ตามลำดับ และเมื่อเพิ่มระยะเวลาการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ยอย่างละ 4.8 ดอก ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีเฉพาะดอกบานเฉลี่ย 10.4 ดอก ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีเฉพาะดอกบานเช่นกัน เฉลี่ย 8.4 ดอก นอกจากนี้ในสัปดาห์ที่ 4 ของการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน ยังพบการเสื่อมสภาพของดอกกล้วยไม้กระถางในช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 โดยพบการเหี่ยวของดอกบานเล็กน้อย และพบดอกร่วงเฉลี่ย 0.8 ดอก (ภาพที่ 16A)

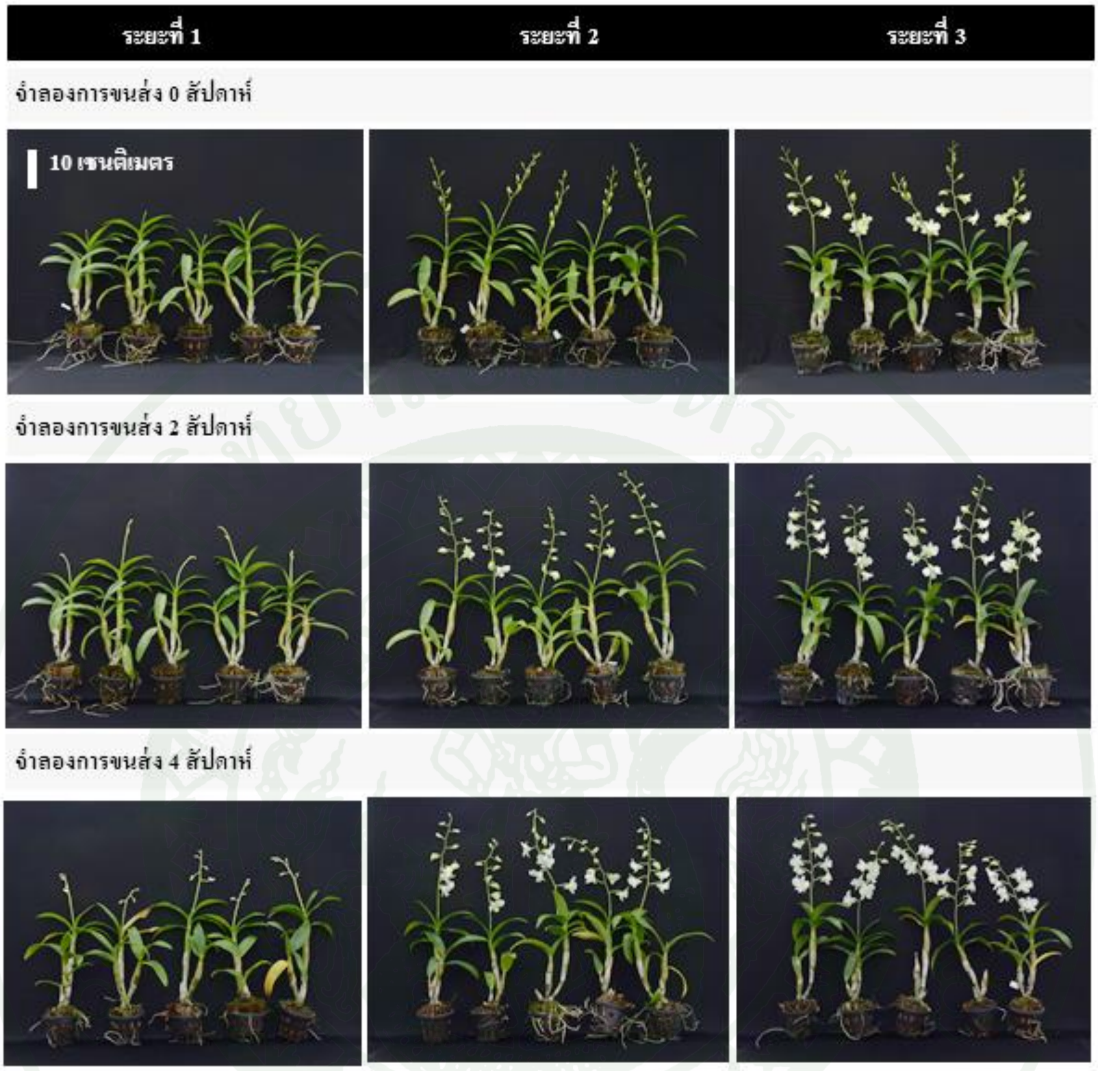
ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่พบดอกตูมและดอกบาน ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 มีเฉพาะดอกตูมเฉลี่ย 9.0 ดอก และช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 6.4 และ 2.4 ดอก ตามลำดับ แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีการพัฒนาจากเริ่มแทงช่อดอกเป็นดอกตูม โดยมีดอกตูมเฉลี่ย 2.6 ดอก ซึ่งถือว่ามีปริมาณน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกเลี้ยงในโรงเรือนซึ่งมีดอกตูมเฉลี่ย 7.6 ดอก และยังพบการเหลืองของดอกตูม ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 8.4 และ 1.0 ดอก ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 4.6 และ 5.4 ดอก ตามลำดับ ซึ่งในช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์นี้ ยังไม่พบการเสื่อมสภาพของดอก แต่เมื่อเพิ่มเวลาการจำลองการขนส่งเป็น 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีดอกตูมน้อยมาก เฉลี่ย 0.8 ดอก เนื่องจากเกิดการเหลืองของช่อดอก โดยมีดอกเหลืองเฉลี่ย 3.0 ดอก และไม่พบดอกบาน ในขณะที่ระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 5.8 และ 2.8 ดอก ตามลำดับ และพบดอกเหลืองเฉลี่ย 1.0 ดอก ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 3.0 และ 6.4 ดอก ตามลำดับ และพบว่ามีดอกเหลืองและดอกร่วงเล็กน้อยหลังจากจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 16B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 16 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ลักษณะกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. การฟื้นตัวของคุณภาพใบและดอกหลังผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน

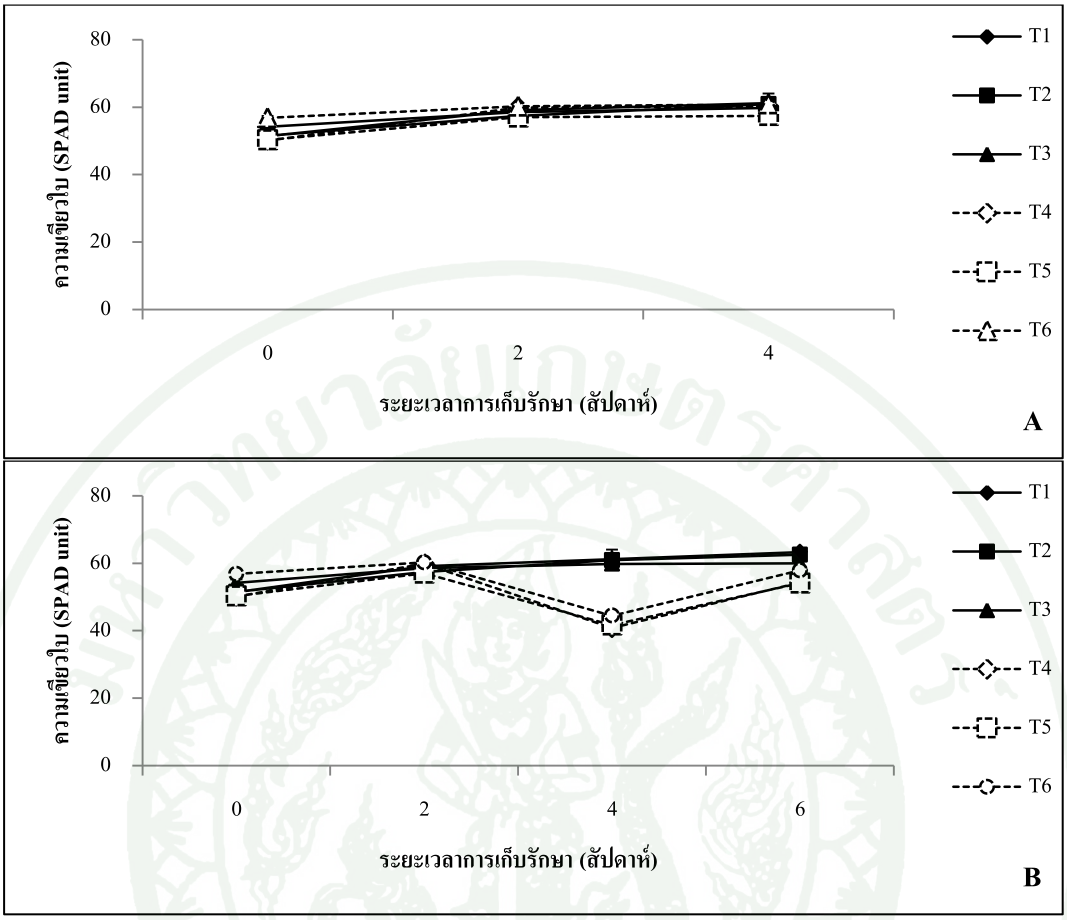
2.1 ความเขียวใบ

กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนทั้ง 3 ระยะ มีค่าความเขียวใบไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 51.4 - 54.2 SPAD unit และเมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่า ค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการปลูกเลี้ยงที่เพิ่มขึ้น คือ มีค่าความเขียวใบเฉลี่ย 57.4 - 59.1 59.8 - 61.2 และ 59.9 - 63.3 SPAD unit ตามลำดับ (ภาพที่ 18)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่จำลองการขนส่งมีค่าความเขียวใบในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 50.1 - 56.8 SPAD unit และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 57.0 - 60.3 SPAD unit และเมื่อนำออกไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ หลังจำลองการขนส่ง พบว่า ความเขียวใบยังคงมีค่าเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 57.4 - 60.9 SPAD unit โดยไม่พบความแตกต่างกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ ที่มีความเขียวใบเฉลี่ย 59.8 - 61.2 SPAD unit (ภาพที่ 18A) แต่เมื่อเพิ่มระยะเวลาการจำลองการขนส่งนานขึ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ทำให้ความเขียวใบลดลงอย่างมากเฉลี่ย 40.8 - 44.4 SPAD unit และหลังจากจำลองการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำออกไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า ความเขียวใบกลับมามีค่าเพิ่มขึ้นอีกครั้ง เฉลี่ย 54.1 - 57.9 SPAD unit แต่ยังคงมีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ ที่มีความเขียวใบเฉลี่ย 59.9 - 63.3 SPAD unit (ภาพที่ 18B)

แสดงให้เห็นว่าหลังการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน กล้วยไม้กระถางสามารถฟื้นตัวได้ดี โดยมีความเขียวใบไม่แตกต่างจากกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการทดลอง ทั้งนี้การจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ ไม่มีผลต่อการลดลงของความเขียวใบ แต่หากจำลองการขนส่งนานขึ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ ความเขียวใบยังคงฟื้นตัวได้ แต่อยู่ในระดับที่น้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน ซึ่งอาจต้องใช้ระยะเวลามากกว่า 2 สัปดาห์ ในการฟื้นตัวของความเขียวใบให้เป็นปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 18 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

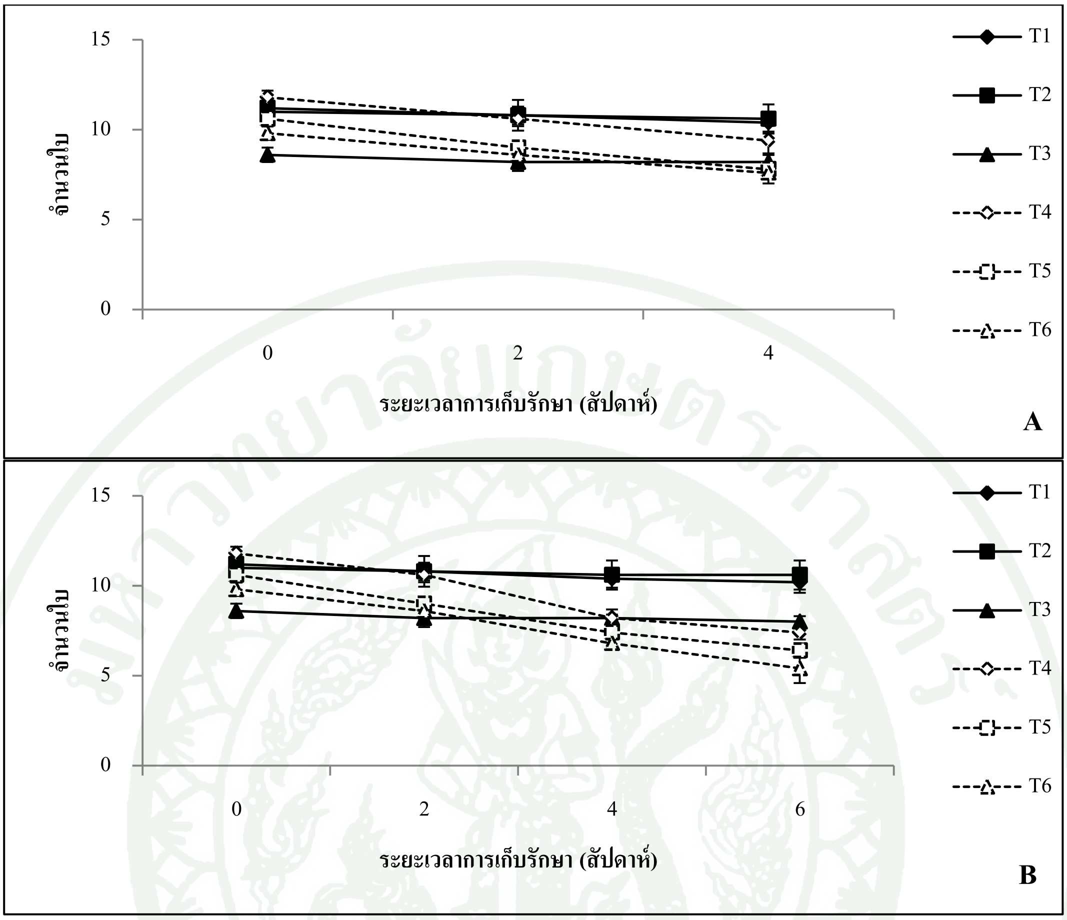
2.2 จำนวนใบ

จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง มีจำนวนใบเฉลี่ย 8.6 - 11.2 ใบ ไม่พบใบเหลืองและใบร่วง แต่เมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 4 และ 6 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลงเหลือ เฉลี่ย 8.2 - 10.8 8.2 - 10.6 และ 8.0 - 10.6 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการเหลืองและหลุดร่วงตามธรรมชาติของใบ โดยเฉพาะใบล่างสุดของลำลูกกล้วย ตามอายุการปลูกเลี้ยงของกล้วยไม้กระถางที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 19)

ในขณะที่จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่ง ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง มีจำนวนใบเฉลี่ย 9.8 - 11.8 ใบ ไม่พบใบเหลืองและใบร่วงเช่นกัน แต่เมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีใบลดลงเหลือ เฉลี่ย 8.6 - 10.6 และ 6.8 - 8.3 ใบ ตามลำดับ เนื่องจากเกิดการเหลืองและหลุดร่วงของใบล่าง โดยหลังการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางมีจำนวนใบลดลงเหลือ เฉลี่ย 7.6 - 9.4 ใบ (ภาพที่ 19A) ซึ่งถือว่ามีปริมาณมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ที่มีจำนวนใบเหลือ เฉลี่ย 5.4 - 7.4 ใบ (ภาพที่ 19B)

แสดงให้เห็นว่าการจำลองการขนส่งเป็นเวลานาน มีผลทำให้ใบมีการเสื่อมสภาพเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาการขนส่งที่นานขึ้น และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน ใบกล้วยไม้กระถางยังคงหลุดร่วงเพิ่มขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 19 จำนวนใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

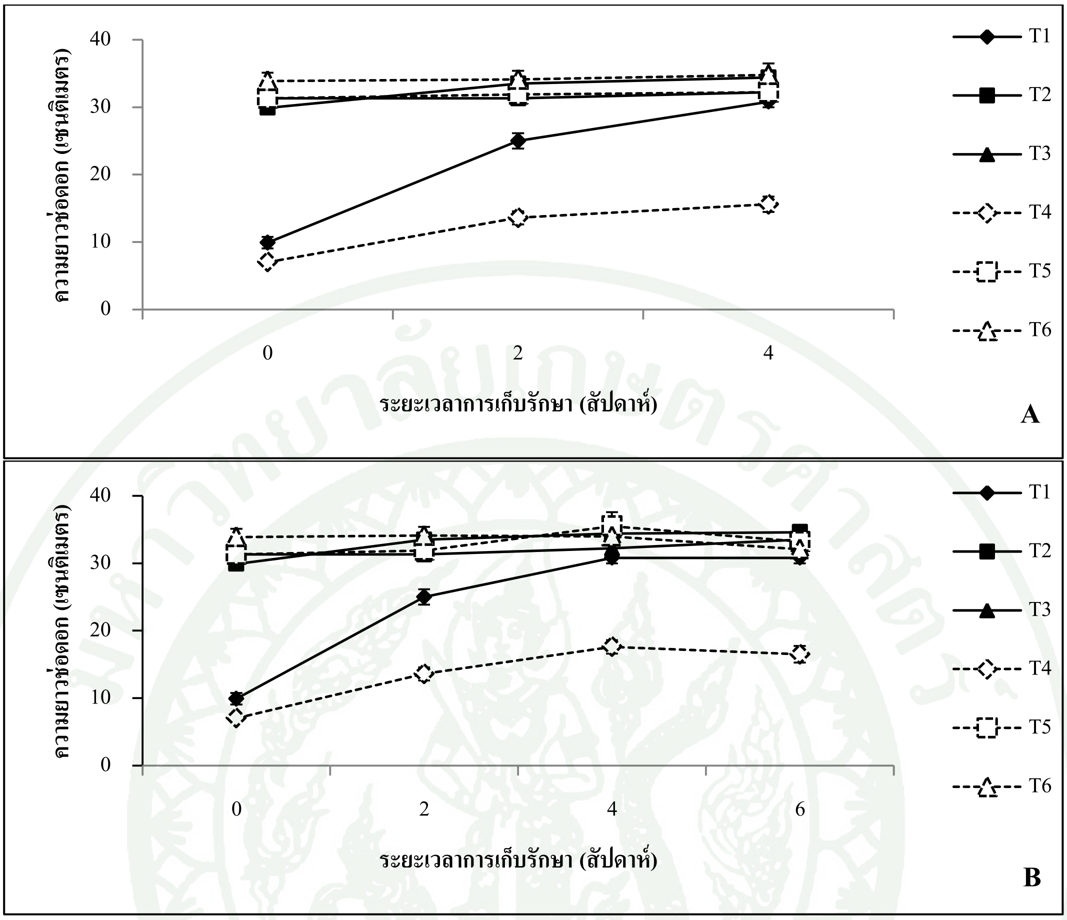
2.3 ความยาวช่อดอก

กล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง ช่อดอกมีความยาวแตกต่างกันตามระยะช่อดอกที่เลือกใช้ในการทดลอง โดยช่อดอกระยะที่ 1 ระยะเริ่มแทงช่อดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 9.9 เซนติเมตร ระยะที่ 2 ระยะดอกตูม มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 29.9 เซนติเมตร และระยะที่ 3 ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 31.9 เซนติเมตร และหลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 25.0 เซนติเมตร เช่นเดียวกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 33.5 และ 33.3 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 ความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 30.8 เซนติเมตร ส่วนช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกค่อนข้างคงที่ (ภาพที่ 20)

ในขณะที่ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่ง พบว่า ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการจำลองการขนส่ง กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกแตกต่างกัน เฉลี่ย 7.0 31.3 และ 33.9 เซนติเมตร ตามลำดับ และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น เฉลี่ย 17.6 เซนติเมตร ในขณะที่ระยะที่ 2 และ 3 มีความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยมีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 35.5 และ 34.0 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 20A) และเมื่อผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกระยะที่ 1 มีความยาวลดลงเหลือ เฉลี่ย 16.5 เซนติเมตร ซึ่งถือว่ามีความยาวช่อดอกน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ที่มีความยาวช่อดอกเฉลี่ย 33.2 และ 32.1 เซนติเมตร ตามลำดับ (ภาพที่ 20B)

แสดงให้เห็นว่าหลังการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้เมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 เช่นเดียวกันเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ ที่ช่อดอกยังคงสามารถพัฒนาต่อได้ตามปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 20 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 และ 6 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก โดย

T1 - T3 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (A) และ 6 สัปดาห์ (B)

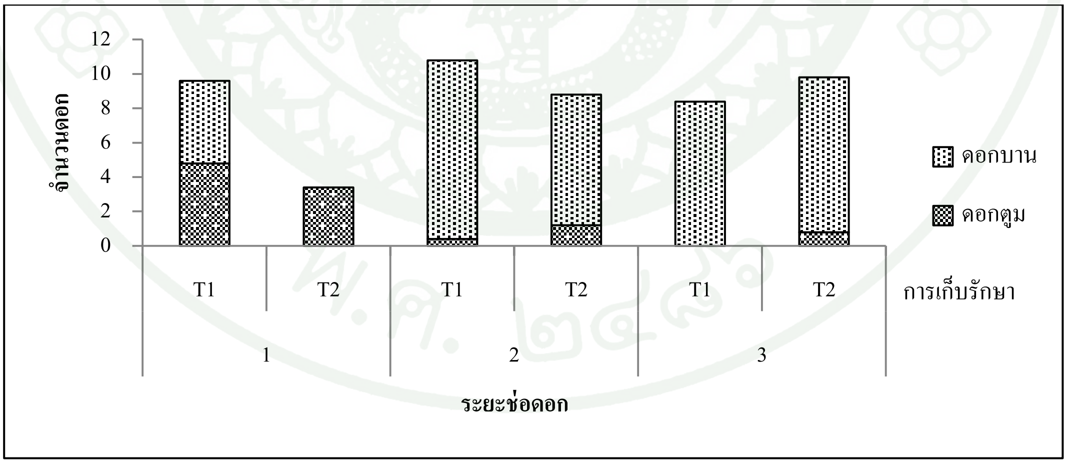
T4 - T6 = ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (A) และ เก็บในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 จำนวนดอก

หลังจากปลูกเลี้ยงกล้วยไม้กระถางในโรงเรือน 4 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ สามารถพัฒนาต่อได้ คือ เริ่มจากการพัฒนาเป็นดอกตูมและพัฒนาต่อเป็นดอกบาน โดยช่อดอกระยะที่ 1 มีจำนวนดอกตูมและดอกบานเฉลี่ยอย่างละ 4.8 ดอก ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 ดอกพัฒนาเป็นดอกบานเกือบทั้งหมด โดยมีจำนวนตูมและดอกบานเฉลี่ย 0.4 และ 10.4 ดอก ตามลำดับ ส่วนช่อดอกระยะที่ 3 ดอกพัฒนาเป็นดอกบานทั้งหมด เฉลี่ย 8.4 ดอก ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 มีเพียงดอกตูมเฉลี่ย 3.4 ดอก เนื่องจากช่อดอกไม่พัฒนา ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ดอกสามารถพัฒนาได้ โดยช่อดอกระยะที่ 2 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 1.2 และ 7.6 ดอก ตามลำดับ และ ช่อดอกระยะที่ 3 มีดอกตูมและดอกบานเฉลี่ย 0.8 และ 9.0 ดอก ตามลำดับ (ภาพที่ 21)

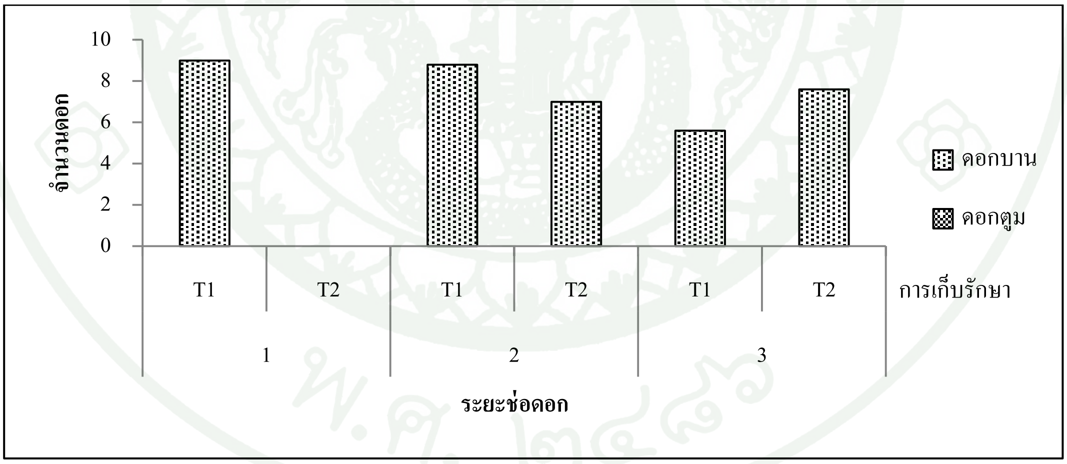
แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน ทำให้ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้ ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 สามารถพัฒนาต่อได้ โดยมีการพัฒนาเป็นดอกตูมและพัฒนาต่อเป็นดอกบาน



ภาพที่ 21 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกเป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

การปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ พบว่า ช่อดอกทั้ง 3 ระยะ พัฒนาเป็นดอกบานทั้งหมด โดยมีดอกบานเฉลี่ย 9.0 และ 8.8 และ 5.6 ดอก ในช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่มีการพัฒนาของดอก ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ดอกมีการพัฒนาเป็นดอกบานทั้งหมด โดยมีดอกบานเฉลี่ย 7.0 และ 7.6 ดอก ตามลำดับ (ภาพที่ 22)

แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ทำให้ช่อดอกระยะที่ 1 ไม่สามารถพัฒนาต่อได้ ในขณะที่ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 สามารถพัฒนาต่อได้ แต่มีดอกตูมและดอกบานน้อยหลังจากจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งเพียง 2 สัปดาห์ (ภาพที่ 21) และเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามจะเห็นได้ว่ากล้วยไม้กระถางระยะที่ 3 มีจำนวนดอกบานน้อยลงหลังจากการปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่จำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน เนื่องจากดอกเกิดการเหี่ยวและหลุดร่วงตามธรรมชาติจากอายุของช่อดอกที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 22)



ภาพที่ 22 จำนวนดอกของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน 4 สัปดาห์ (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ (T2) มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังจำลองการขนส่ง

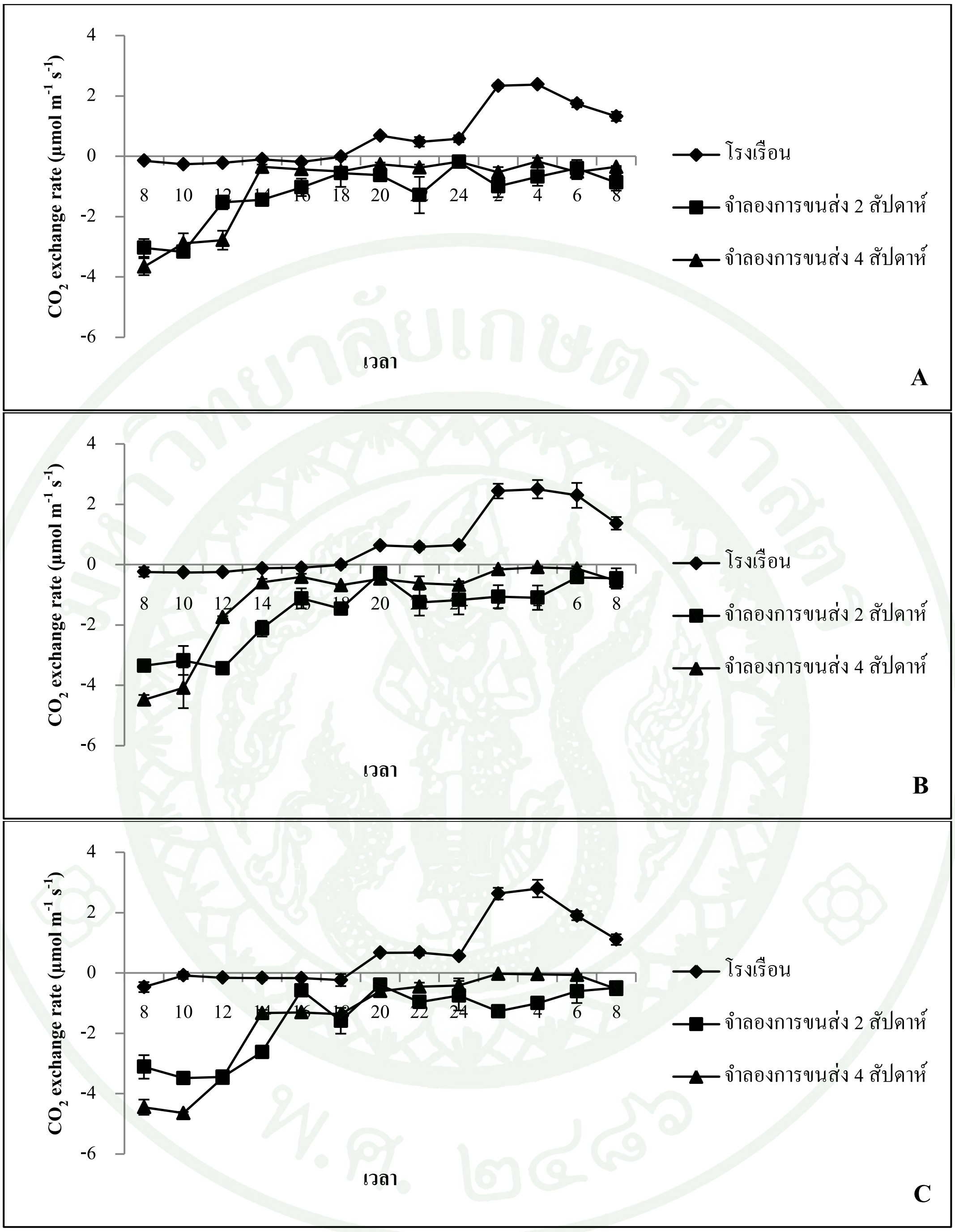
3.1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (CO_2 exchange rate)

อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในรอบวันของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน โดยเริ่มบันทึกค่าในช่วงเวลา 8:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ มีรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ CAM คือ มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวกในเวลากลางคืน ช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น โดยมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เริ่มเป็นบวกในเวลา 20:00 น. เฉลี่ย 0.68 0.64 และ 6.60 µmol m^{-1} s^{-1} ในช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และค่อยๆ มีค่าเพิ่มขึ้นจนมีค่าสูงสุดในเวลา 4:00 น. เฉลี่ย 2.38 2.50 และ 2.80 µmol m^{-1} s^{-1} ในระยะช่อดอกที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และหลังจากนั้นอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เริ่มลดลงอีกครั้งในช่วงเวลา 6:00 - 8:00 น. (ภาพที่ 23)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ โดยบันทึกค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ภายในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า มีค่าเป็นลบทั้งกลางวันและกลางคืน โดยมีค่าเป็นลบมากในช่วงแรกของการบันทึกค่า คือ ในเวลา 8:00 และ 10:00 น. เฉลี่ย -3.04 และ -3.17 µmol m^{-1} s^{-1} ตามลำดับ ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 (ภาพที่ 23A) ขณะที่กล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 มีค่าเป็นลบมากในเวลา 8:00 10:00 และ 12:00 น. เฉลี่ย -3.35 -3.18 และ -3.44 µmol m^{-1} s^{-1} ตามลำดับ ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 2 (ภาพที่ 23B) และมีค่าเฉลี่ย -3.11 -3.48 และ -3.44 µmol m^{-1} s^{-1} ตามลำดับ ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 3 (ภาพที่ 23C) และค่อยๆ มีค่าเป็นลบน้อยลงจนถึงเวลา 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ในกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ (ภาพที่ 23)

เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบทั้งกลางวันและกลางคืนเช่นกัน โดยมีค่าเป็นลบมากในช่วงแรกของการบันทึกค่า คือ ในเวลา 8:00 และ 10:00 น. โดยกล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 มีค่าเฉลี่ย -3.66 และ -2.88 µmol m^{-1} s^{-1} ตามลำดับ (ภาพที่ 23A) และกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 2 มีค่าเฉลี่ย -4.48 และ -4.08 µmol m^{-1} s^{-1} ตามลำดับ (ภาพที่ 23B) ในขณะที่กล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 3 มีค่าเป็นลบมากในเวลา 8:00 10:00 และ 12:00 น. เฉลี่ย -4.45 -4.64 และ -3.48 ตามลำดับ (ภาพที่ 23C) หลังจากนั้นอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ค่อยๆ มีค่าเป็นลบน้อยลงจนถึงเวลา 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ในกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ (ภาพที่ 23)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 23 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

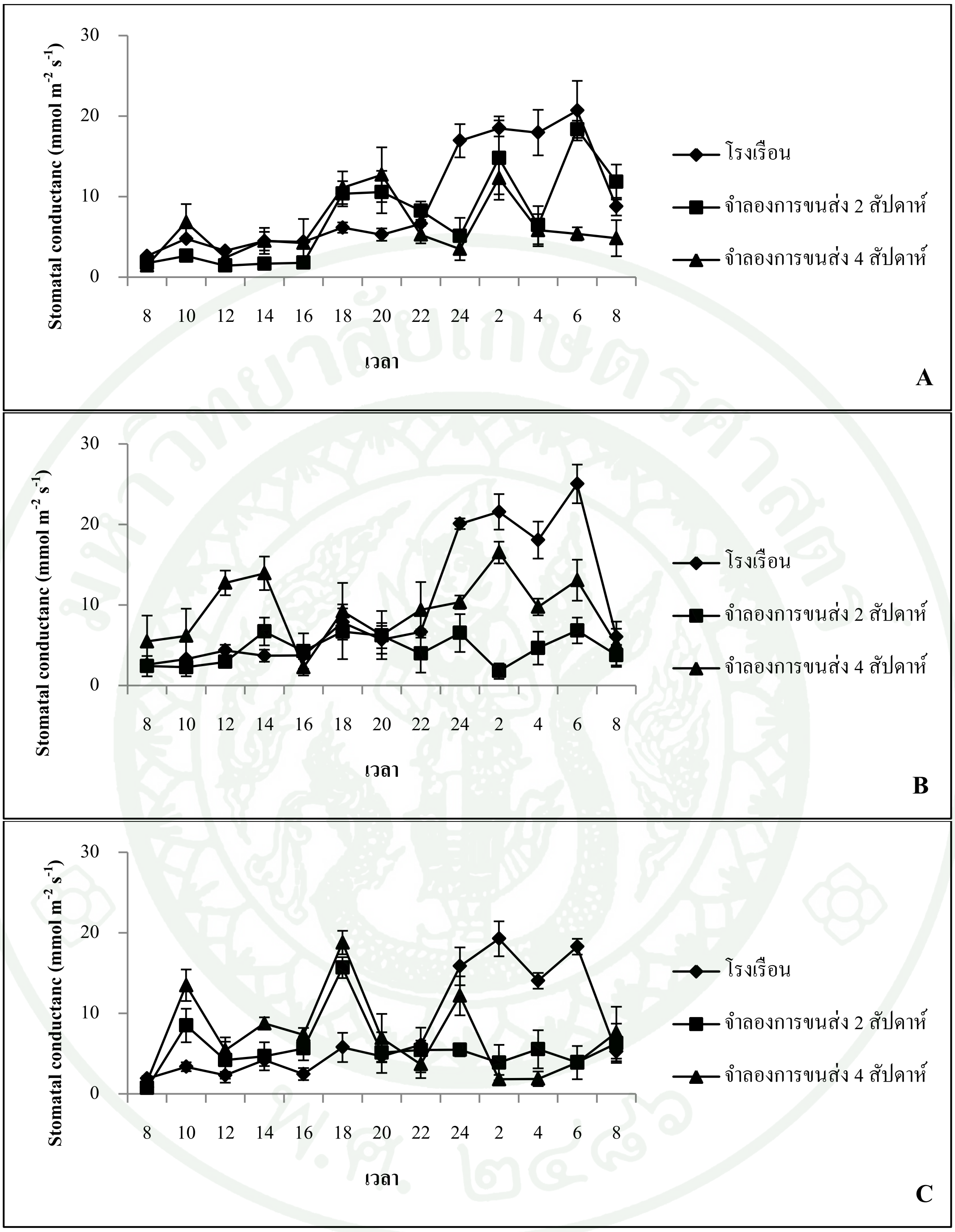
3.2 การเปิดปิดปากใบ (stomatal conductance)

การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนสอดคล้องกับอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ที่เป็นรูปแบบของพืช CAM คือ กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ มีการเปิดปิดปากใบน้อยในเวลากลางวัน และค่อยๆ มีค่าเพิ่มขึ้นในเวลากลางคืนซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กล้วยไม้กระถางมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 สูง โดยเฉพาะหลังจากเวลา 24:00 น. ซึ่งมีการเปิดปิดปากใบเฉลี่ย 16.95 20.09 และ 15.84 mmol m^{-2} s^{-1} ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ และมีค่าสูงสุดในช่วงเวลา 2:00 - 6:00 น. เฉลี่ย 20.69 25.03 และ 19.26 mmol m^{-2} s^{-1} ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงในเวลากลางวันหลังเวลา 8:00 น. (ภาพที่ 24)

ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ โดยบันทึกค่าการเปิดปิดปากใบภายในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า มีค่าไม่สม่ำเสมอตลอดการบันทึกค่า โดยเมื่อพิจารณาช่วงเวลากลางคืนในเวลาหลัง 24:00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่กล้วยไม้กระถางมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในรูปแบบของพืช CAM พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ มีค่าการเปิดปิดปากใบน้อยกว่ากล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนในช่วงเวลา 24:00 - 6:00 น. โดยมีค่าการเปิดปิดปากใบสูงสุดในเวลา 6:00 น. ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 และ 2 เฉลี่ย 18.36 และ 6.81 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ส่วนกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 3 มีค่าสูงสุดในเวลา 4:00 น. เฉลี่ย 5.54 mmol m^{-2} s^{-1} ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (ภาพที่ 24)

เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบไม่สม่ำเสมอตลอดการบันทึกค่า โดยเมื่อพิจารณาช่วงเวลากลางคืนซึ่งเป็นเวลาที่กล้วยไม้กระถางมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ มีค่าการเปิดปิดปากใบน้อยกว่ากล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน โดยมีค่าสูงสุดในเวลา 2:00 น. ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 และ 2 เฉลี่ย 12.29 และ 16.52 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ส่วนกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 3 มีค่าสูงสุดในเวลา 24:00 น. เฉลี่ย 12.17 mmol m^{-2} s^{-1} ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (ภาพที่ 24)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 24 การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 อัตราการคายน้ำ (transpiration rate)

อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนสอดคล้องกับการเปิดปิดปากใบที่เป็นรูปแบบของพืช CAM คือ กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ มีอัตราการคายน้ำน้อยในเวลากลางวัน และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในเวลากลางคืน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่กล้วยไม้กระถางมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 สูง โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังเวลา 24:00 น. และมีอัตราการคายน้ำสูงสุดในเวลา 6:00 น. เฉลี่ย 0.26 0.34 และ 0.24 mmol m^{-2} s^{-1} ในกล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ หลังจากนั้นมีแนวโน้มลดลงในเวลากลางวันหลังเวลา 8:00 น. (ภาพที่ 25)

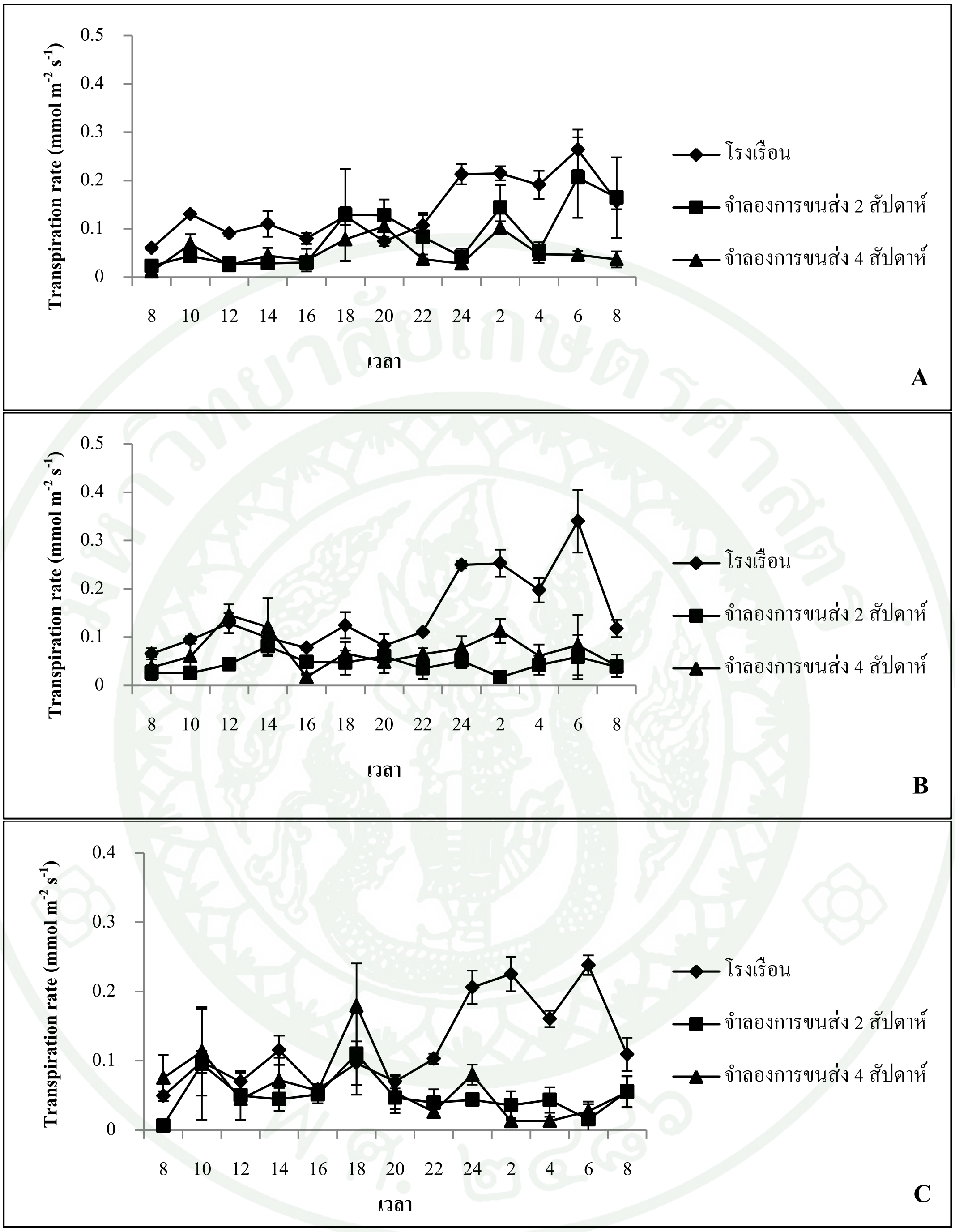
ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ โดยวัดอัตราการคายน้ำภายในตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า มีค่าน้อยในช่วงเวลากลางคืนเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน โดยมีค่าการเปิดปิดปากใบในเวลากลางคืนช่วงเวลา 24:00 - 6:00 น. มากที่สุด เฉลี่ย 0.21 0.06 และ 0.06 mmol m^{-2} s^{-1} ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า มีค่าน้อยในช่วงเวลากลางคืนเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเช่นกัน โดยมีค่าการเปิดปิดปากใบในเวลากลางคืนในช่วงเวลา 20:00 - 6:00 น. มากที่สุด เฉลี่ย 0.11 0.11 และ 0.08 mmol m^{-2} s^{-1} ในกล้วยไม้ช่อดอกระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 25)

2.4 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m)

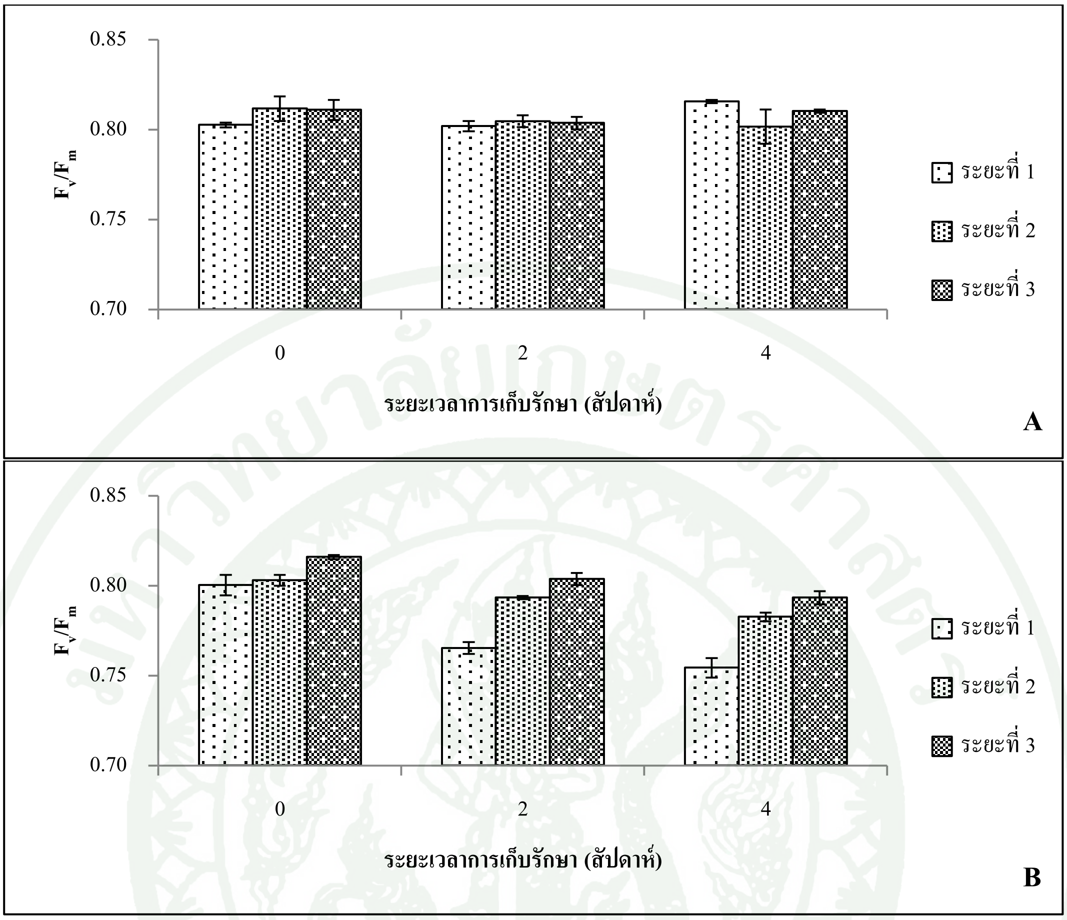
พิจารณาค่า F_v/F_m พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนมีค่า F_v/F_m ในสัปดาห์ที่ 0 ก่อนการทดลอง เฉลี่ย 0.80 - 0.81 และยังคงมีค่าเฉลี่ย 0.80 - 0.81 หลังจากปลูกเลี้ยงในโรงเรือนเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 26A)

ในขณะที่ค่า F_v/F_m ของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่ง โดยมีค่า F_v/F_m ในสัปดาห์ที่ 0 เฉลี่ย 0.80 - 0.81 เช่นเดียวกับกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน และมีค่าลดลงเหลือ เฉลี่ย 0.77 0.79 และ 0.80 ในกล้วยไม้ระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ และมีค่าลดลงมากขึ้นหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ โดยมีค่าเฉลี่ย 0.75 0.78 และ 0.79 ในกล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 26B)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 25 อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)



ภาพที่ 26 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (A) 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก (B) 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4. การกลับคืนสู่ภาวะปกติของค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน

4.1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (CO_2 exchange rate)

จากการนำกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ทำให้กล้วยไม้กระถางกลับมามีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวกในเวลากลางคืนอีกครั้ง โดยเริ่มมีค่าเป็นบวกในเวลา 20:00 น. และค่อยๆ มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจนมีค่าสูงสุดในเวลา 6:00 น. และเมื่อพิจารณาอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ส่วนใหญ่ตลอดระยะเวลาการบันทึกค่า พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง (ภาพที่ 27)

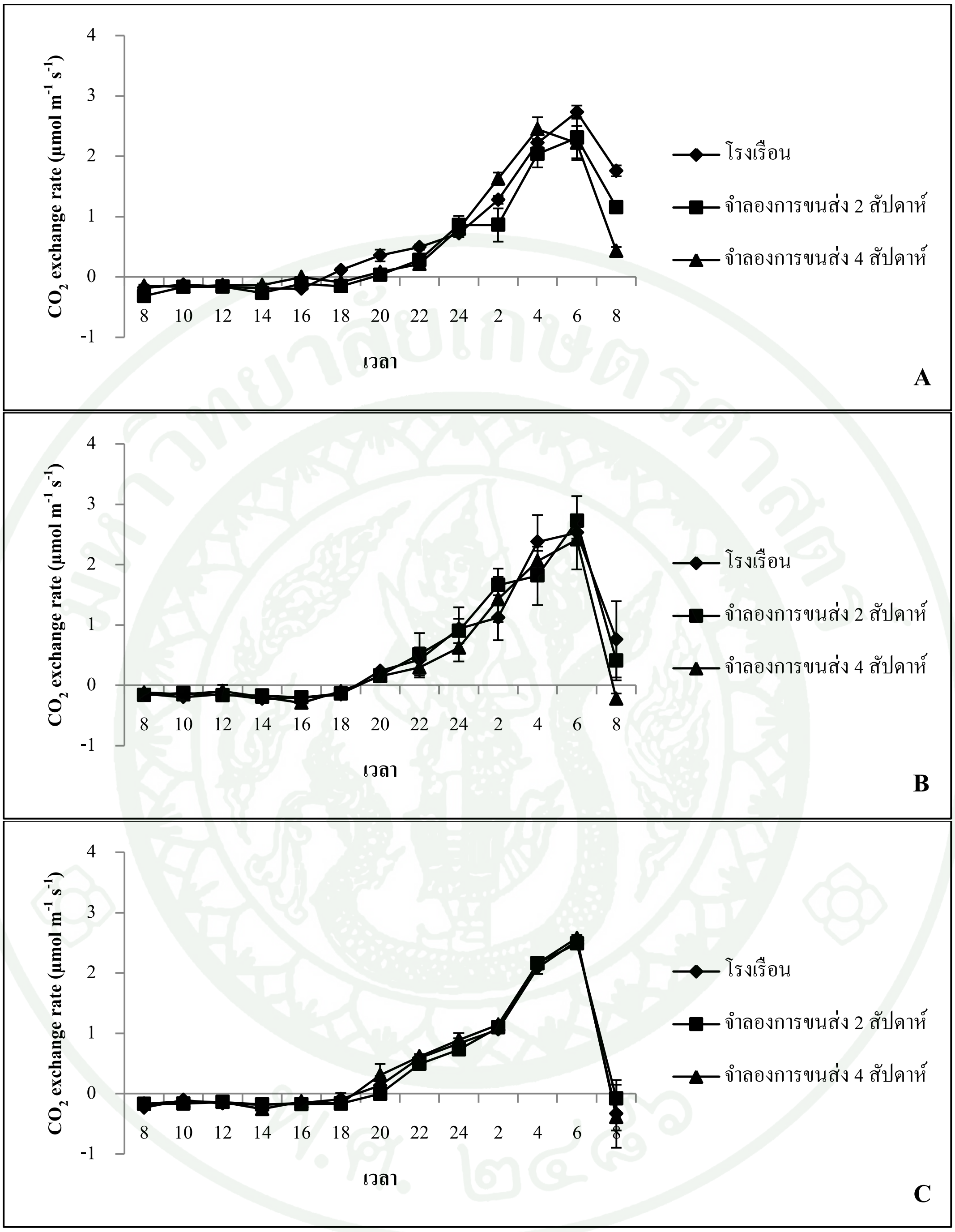
4.2 การเปิดปิดปากใบ (stomatal conductance)

การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางกลับมามีการเปิดปิดปากใบสูงในเวลากลางคืนอีกครั้ง เช่นเดียวกับกล้วยไม้ที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง และเมื่อพิจารณาแนวโน้มการเปิดปิดปากใบส่วนใหญ่ตลอดระยะเวลาการบันทึกค่า พบว่า ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่ง (ภาพที่ 28)

4.3 อัตราการคายน้ำ (transpiration rate)

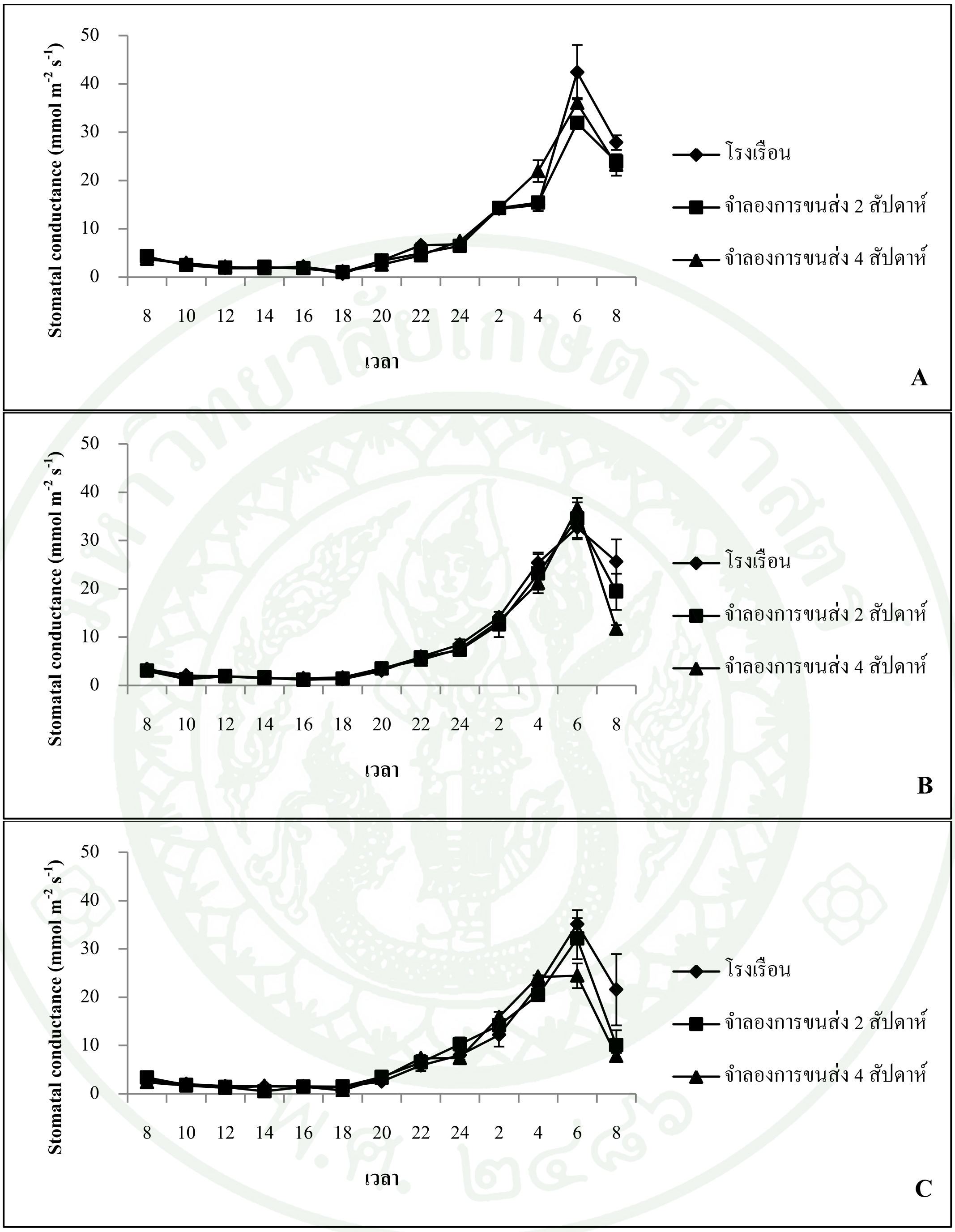
อัตราการคายน้ำ พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ทำให้กล้วยไม้กระถางกลับมามีอัตราการคายน้ำสูงในเวลากลางคืนอีกครั้ง และเมื่อพิจารณาการเปิดปิดปากใบส่วนใหญ่ พบว่า ไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ผ่านการจำลองการขนส่งเช่นกัน (ภาพที่ 29)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



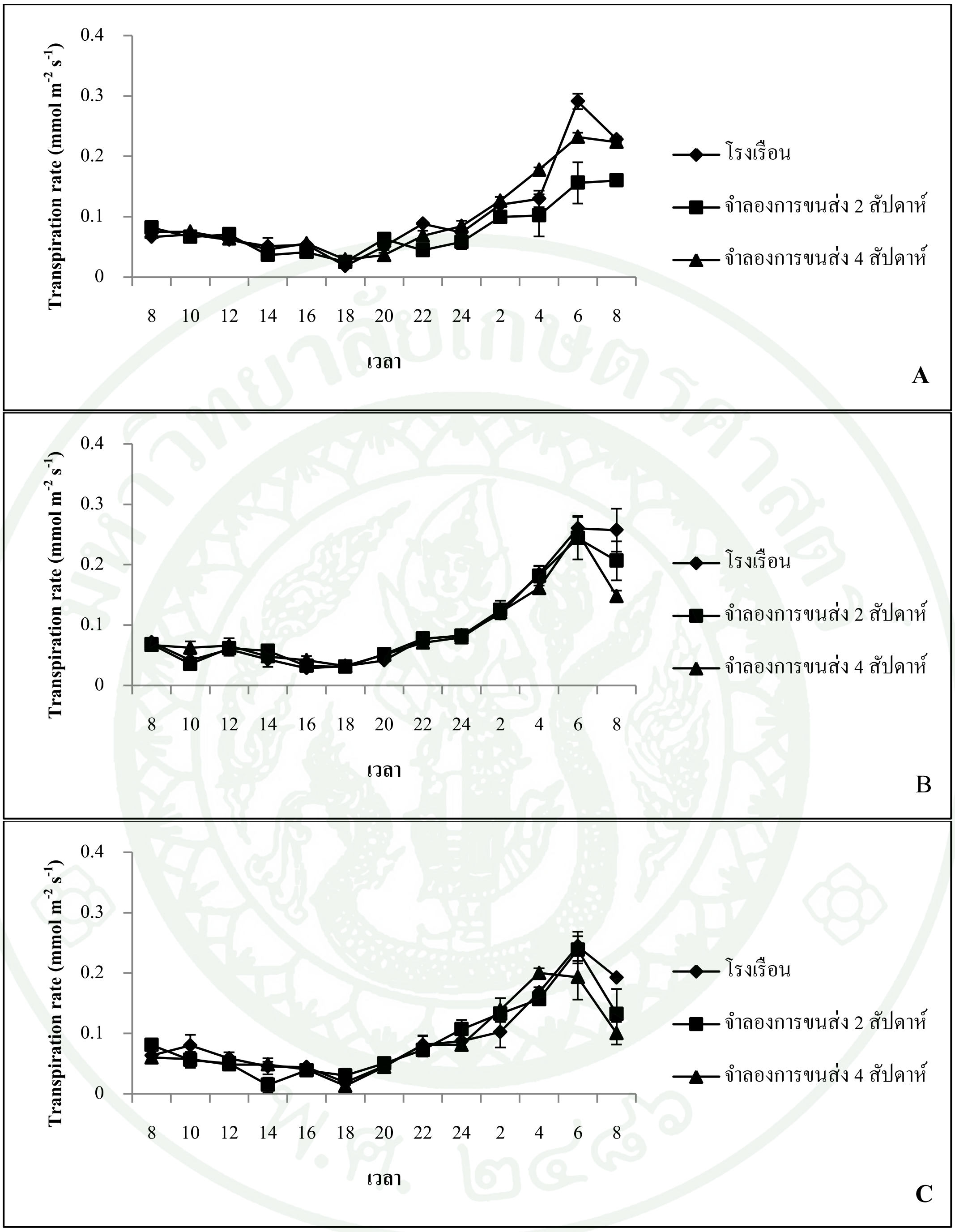
ภาพที่ 27 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอก แตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 28 การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอก แตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

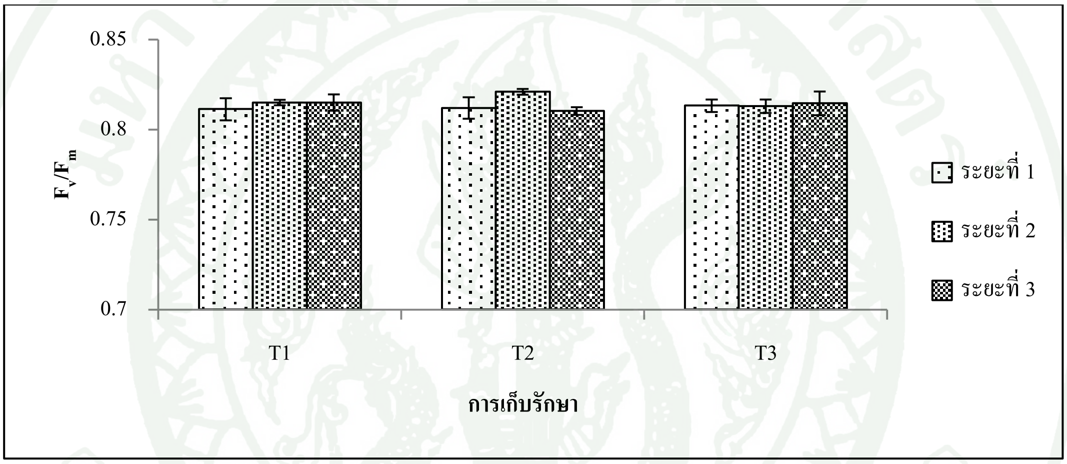


ภาพที่ 29 อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอก แตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก (A) 2) ระยะดอกตูม (B) และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก (C)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m)

กล้วยไม้กระถางทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนมีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.81 ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ แล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.81 - 0.82 และ 0.81 ตามลำดับ ซึ่งไม่พบความแตกต่างระหว่างกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือนและกล้วยไม้ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง แสดงให้เห็นว่ากล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งแล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนสามารถฟื้นตัวกลับมามีค่า F_v/F_m เป็นปกติได้ (ภาพที่ 30)



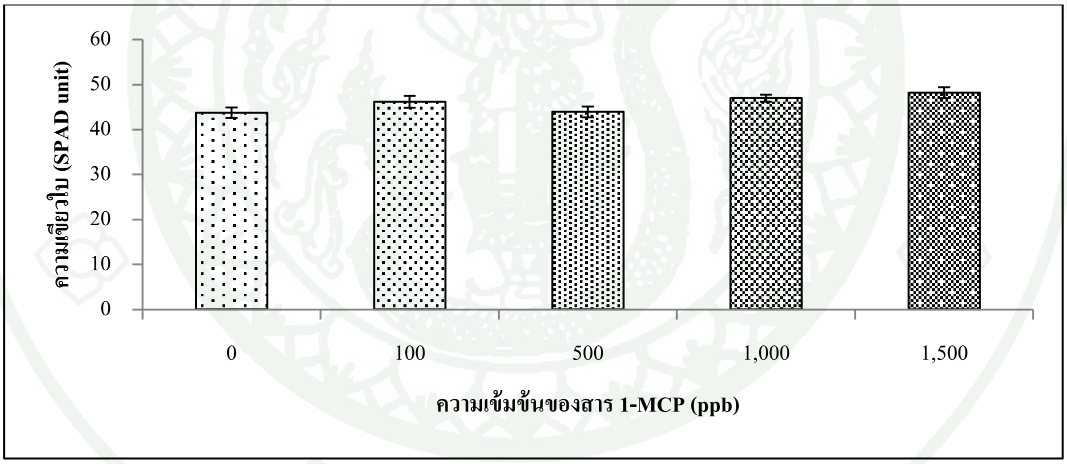
ภาพที่ 30 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (T1) เปรียบเทียบกับการจำลองการขนส่งในตู้คอนเทนเนอร์ โดยวางต้นกล้วยไม้บนชั้นวางที่ใช้ในการส่งออก 2 สัปดาห์ (T2) และ 4 สัปดาห์ (T3) แล้วนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ มีระยะช่อดอกแตกต่างกัน 3 ระยะ ได้แก่ 1) ระยะเริ่มแทงช่อดอก 2) ระยะดอกตูม และ 3) ระยะดอกบาน 1 - 2 ดอก

การทดลองที่ 3 อิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพใบ ดอก และพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการขนส่งทางเรือ

1. คุณภาพใบและดอกหลังได้รับสาร 1-MCP และผ่านการจำลองการขนส่ง

1.1 ความเขียวใบ

จากการทดลองนำกล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 2 หรือระยะดอกตูม ซึ่งเป็นระยะที่เหมาะสมจากการทดลองที่ 2 รมสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีความเขียวใบน้อยที่สุด เฉลี่ย 43.7 SPAD unit ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีความเขียวใบมากที่สุด เฉลี่ย 48.2 SPAD unit (ภาพที่ 31)



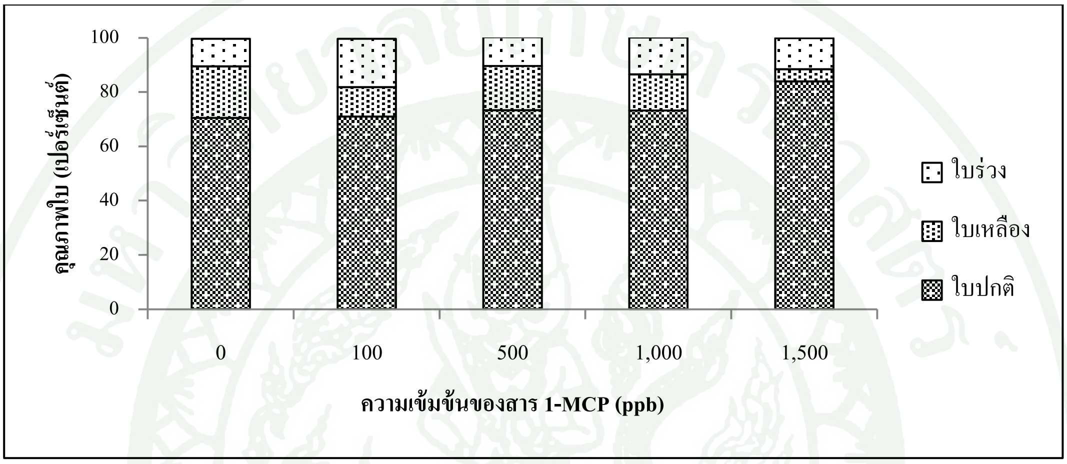
ภาพที่ 31 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

1.2 คุณภาพใบ

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีเปอร์เซ็นต์ใบปกติลดลง เนื่องจากใบเกิดการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ใบล่างเหลืองและร่วง โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีเปอร์เซ็นต์ใบปกติน้อยที่สุด เฉลี่ย 70.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีใบปกติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

มากที่สุด เฉลี่ย 83.9 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองที่พบมากในกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP โดยมีใบเหลืองเฉลี่ย 18.9 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองน้อยที่สุด เฉลี่ย 4.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีเปอร์เซ็นต์ใบร่วงมากที่สุด เฉลี่ย 17.7 เปอร์เซ็นต์ หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ (ภาพที่ 32)

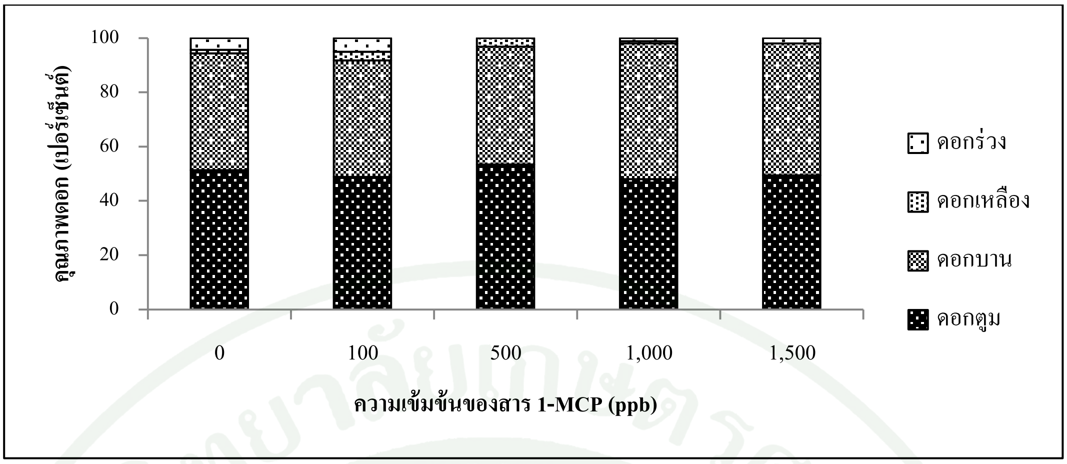


ภาพที่ 32 คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

1.3 คุณภาพดอก

หลังจากผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมและดอกบานลดลง เนื่องจากดอกเกิดการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ดอกตูมเหลืองและดอกร่วง โดยกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมมากที่สุด เฉลี่ย 53.4 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมน้อยที่สุด เฉลี่ย 47.9 เปอร์เซ็นต์ แต่มีเปอร์เซ็นต์ดอกบานมากที่สุด เฉลี่ย 49.9 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาดอกเสื่อมสภาพ ได้แก่ ดอกตูมเหลืองและดอกร่วง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ไม่พบเปอร์เซ็นต์ดอกตูมเหลืองเลย ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 และ 500 ppb มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมเหลืองมากที่สุด เฉลี่ย 3.3 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ดอกร่วง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงมาก เฉลี่ย 4.4 และ 5.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 33)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 33 คุณภาพดอกของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

2. พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังได้รับสาร 1-MCP และผ่านการจำลองการขนส่ง

2.1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (CO_2 exchange rate)

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ และบันทึกค่าทันทีหลังนำกล้วยไม้กระถางออกจากตู้คอนเทนเนอร์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 น้อยมาก โดยมีค่าเป็นลบทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 2:00 น. แต่ยังคงมีค่าเป็นบวกเล็กน้อยในเวลากลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 4:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM (ภาพที่ 34) และเมื่อเปรียบเทียบอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่กล้วยไม้กระถางมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 น้อยที่สุด เฉลี่ย 0.04 และ 0.16 μmol m^{-2} s^{-1} ในเวลา 4:00 และ 6:00 น. ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 - 1,000 ppb แต่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ซึ่งมีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 0.14 และ 0.54 μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และเป็นกล้วยไม้กระถางที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 สูงสุดอีกด้วย (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

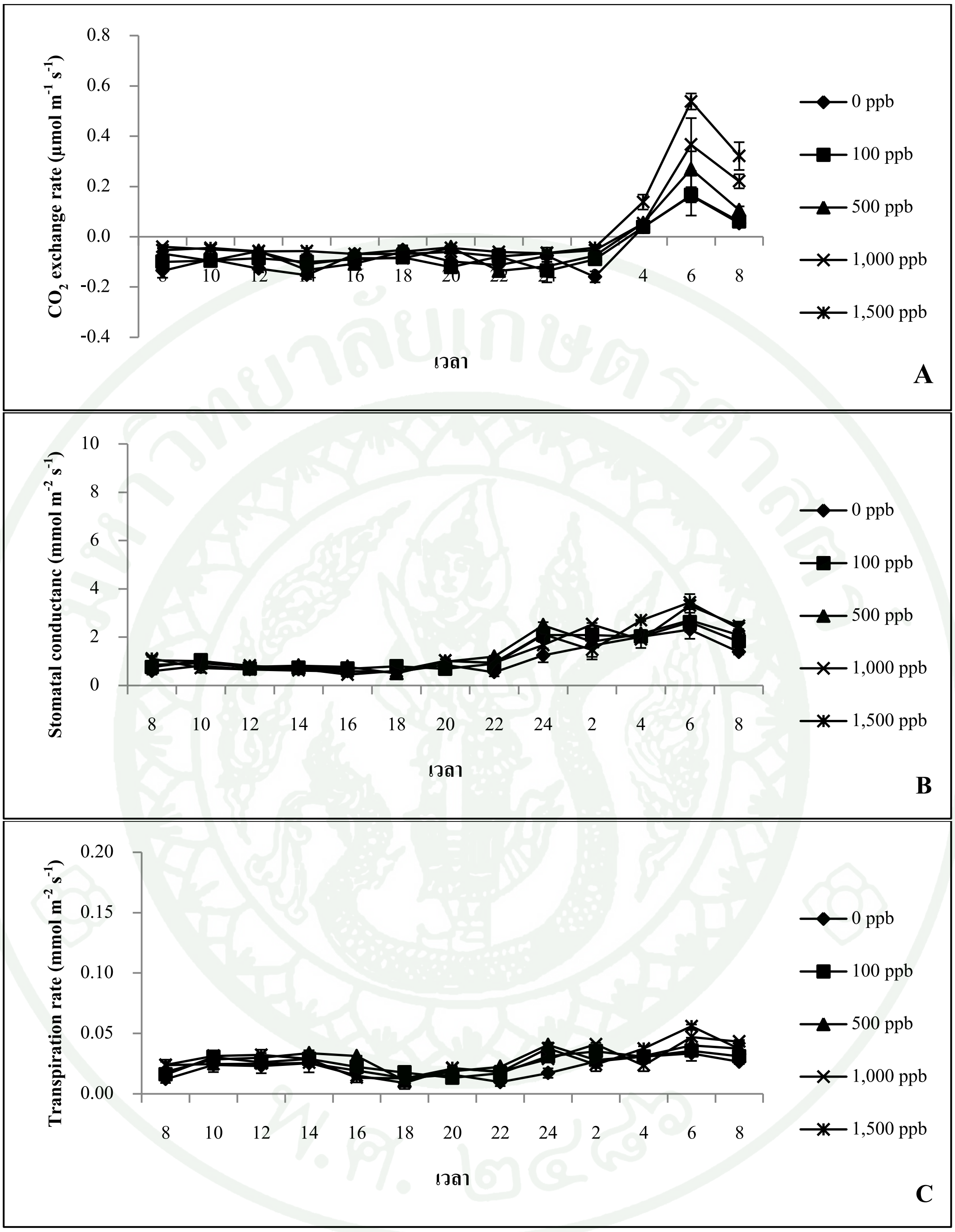
2.2 การเปิดปิดปากใบ (stomatal conductance)

การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่ามีค่าเป็นบวกน้อย โดยมีค่าเป็นบวกต่ำทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 22:00 น. และมีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเวลากลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 24:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM เช่นกัน (ภาพที่ 34) โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าการเปิดปิดปากใบช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่กล้วยไม้กระถางมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 - 1,000 ppb มีการเปิดปิดปากใบไม่แตกต่างกันทางสถิติในเวลา 4:00 น. แต่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีค่าการเปิดปากใบมากที่สุดในเวลา 4:00 น. เฉลี่ย 2.69 mmol m^{-2} s^{-1} แต่ไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ ในเวลา 6:00 น. (ตารางที่ 1)

2.3 อัตราการคายน้ำ (transpiration rate)

อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่มีค่าเป็นบวกน้อย โดยมีค่าเป็นบวกต่ำในเวลากลางวันและกลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 22:00 น. และมีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในเวลากลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 24:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM เช่นกัน (ภาพที่ 34) โดยเมื่อเปรียบเทียบค่าอัตราการคายน้ำช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่กล้วยไม้กระถางมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 พบว่าไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น ในเวลา 4:00 น. แต่มีความแตกต่างทางสถิติในเวลา 6:00 น. เมื่อเปรียบเทียบระหว่างกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ที่มีอัตราการคายน้ำน้อยที่สุด เฉลี่ย 0.03 mmol m^{-2} s^{-1} และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีอัตราการคายน้ำมากที่สุด เฉลี่ย 0.06 mmol m^{-2} s^{-1} (ตารางที่ 1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 34 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (A) การเปิดปิดปากใบ (B) และ อัตราการคายน้ำ (C) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ ที่เวลา 4:00 และ 6:00 น. ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

ความเข้มข้นสาร 1-MCP (ppb)	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (μmol m^{-2} s^{-1})		การเปิดปิดปากใบ (mmol m^{-2} s^{-1})		อัตราการคายน้ำ (mmol m^{-2} s^{-1})	
	4:00	6:00	4:00	6:00	4:00	6:00
0	0.04±0.01$^{b1/}$	0.16±0.18^{b}	2.02±0.20^{b}	2.31±0.83	0.03±0.00^{ab}	0.03±0.01^{b}
100	0.04±0.01^{b}	0.17±0.06^{b}	2.02±0.20^{b}	2.61±0.89	0.03±0.00^{ab}	0.04±0.01^{b}
500	0.05±0.02^{b}	0.27±0.16^{b}	2.13±0.37^{b}	2.70±1.01	0.03±0.00^{ab}	0.04±0.01^{ab}
1,000	0.05±0.02^{b}	0.37±0.24^{ab}	1.90±0.79^{b}	3.31±1.07	0.02±0.01^{b}	0.05±0.01^{ab}
1,500	0.14±0.06^{a}	0.54±0.07^{a}	2.69±0.05^{a}	3.43±0.13	0.04±0.00^{a}	0.06±0.00^{a}
F-test	**	**	*	ns	*	*
CV (%)	51.2	51.9	19.0	29.9	17.9	27.5

ns ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

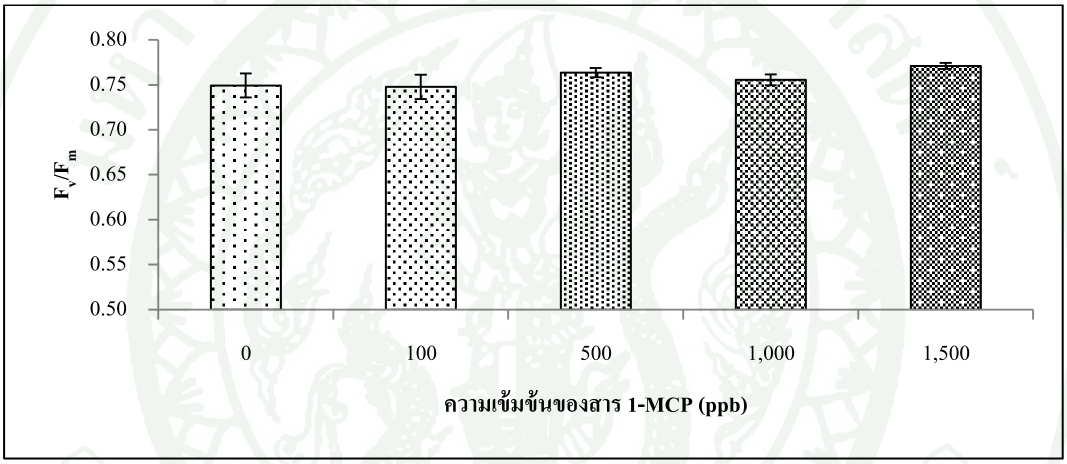
** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.4 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m)

จากการทดลองนำกล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ แล้วนำไปจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ และบันทึกค่าทันทีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีค่า F_v/F_m น้อยที่สุด เฉลี่ย 0.75 ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb มีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.76 และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีค่า F_v/F_m มากที่สุด เฉลี่ย 0.77 (ภาพที่ 35)



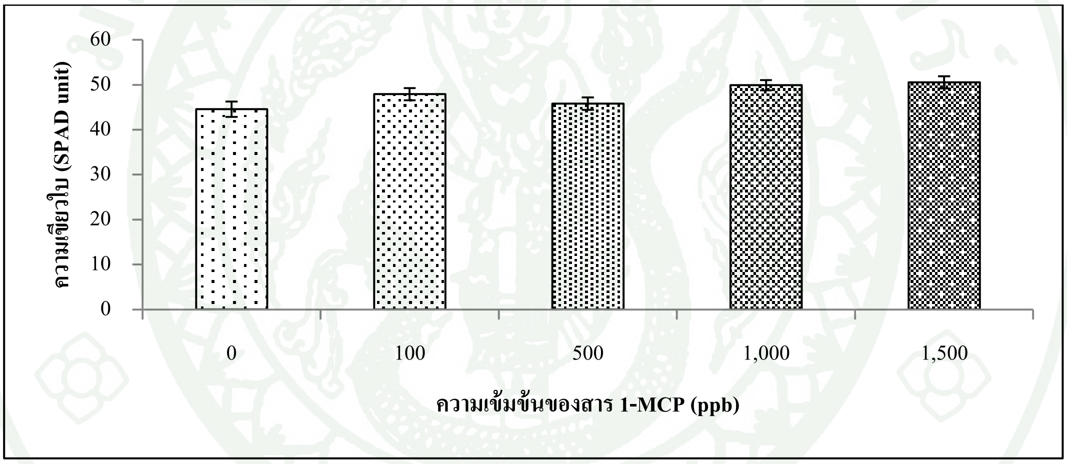
ภาพที่ 35 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การฟื้นตัวของคุณภาพใบและดอกหลังได้รับสาร 1-MCP และผ่านการจำลองการขนส่ง แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน

3.1 ความเขียวใบ

จากการนำกล้วยไม้กระถางรมสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางทั้งหมดมีการฟื้นตัวมีความเขียวใบเพิ่มขึ้น โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ยังคงมีความเขียวใบน้อยที่สุด เฉลี่ย 44.6 SPAD unit ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีความเขียวใบมากที่สุด เฉลี่ย 50.5 SPAD unit (ตารางที่ 36)



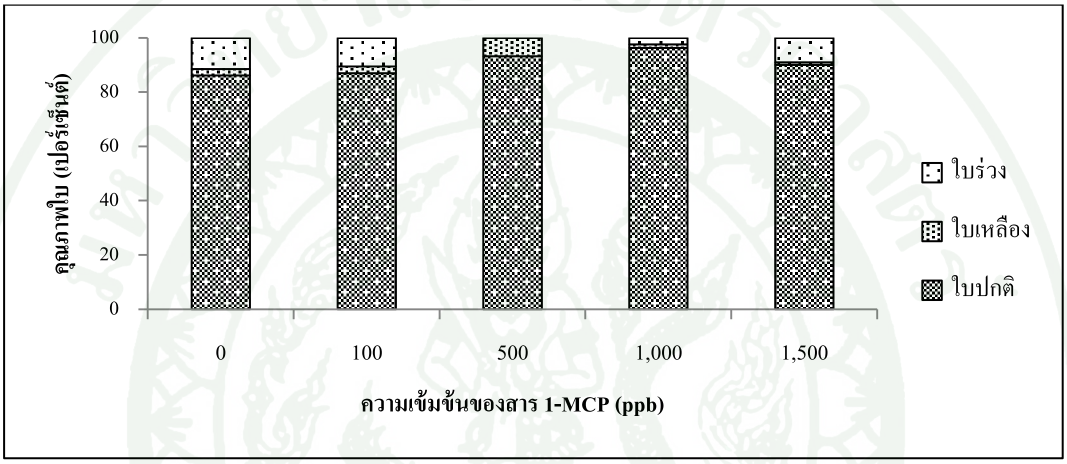
ภาพที่ 36 ความเขียวใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

3.2 คุณภาพใบ

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้และได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์ใบปกติลดลง เนื่องจากใบยังคงเกิดการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ใบเหลืองและใบร่วง โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีเปอร์เซ็นต์ใบปกติเหลือน้อยที่สุด เฉลี่ย 86.1 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 - 1,500 ppb มีเปอร์เซ็นต์ใบปกติเฉลี่ย 90.0 - 96.3 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

และเมื่อพิจารณาใบเหลือง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 - 1,500 ppb มีเปอร์เซ็นต์ใบเหลืองน้อยมาก เฉลี่ย 1.0 - 1.3 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ใบร่วง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีเปอร์เซ็นต์ใบร่วงมากที่สุด เฉลี่ย 11.5 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ไม่เกิดใบร่วงเลย และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb มีเปอร์เซ็นต์ใบร่วงน้อย เฉลี่ย 2.4 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 37)



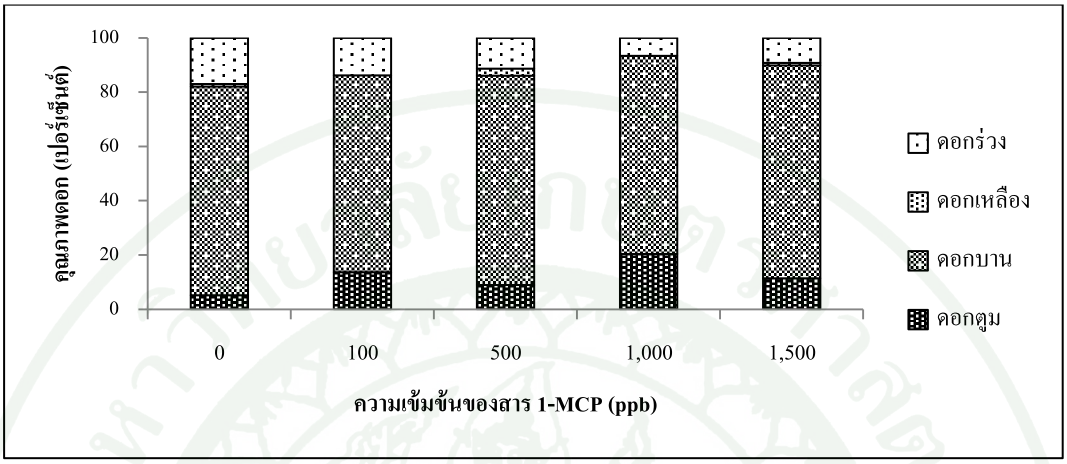
ภาพที่ 37 คุณภาพใบของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

3.3 คุณภาพดอก

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น ยังคงมีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมและดอกบานลดลง เนื่องจากดอกเกิดการเสื่อมสภาพ ได้แก่ ดอกตูมเหลืองและดอกร่วง โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมน้อยที่สุด เฉลี่ย 5.1 เปอร์เซ็นต์ ต่างจากกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมมากที่สุด เฉลี่ย 20.3 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีเปอร์เซ็นต์ดอกบานมากที่สุด เฉลี่ย 78.4 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อพิจารณาเปอร์เซ็นต์ดอกตูมเหลือง พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีเปอร์เซ็นต์ดอกตูมเหลืองน้อยมาก แต่พบเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงจำนวนมากในกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP เฉลี่ย 17.0 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งแตกต่างจากกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ppb ที่มีเปอร์เซ็นต์ดอกร่วงเพียง 6.7 และ 9.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 38)



ภาพที่ 38 คุณภาพดอกของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

4. การกลับคืนสู่ภาวะปกติของพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงหลังได้รับสาร 1-MCP และผ่านการจำลองการขนส่ง แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน

4.1 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (CO_2 exchange rate)

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่มีการบันทึกค่าทันทีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ โดยมีค่าเป็นลบในเวลากลางวัน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 18:00 น. และมีค่าเป็นบวกในเวลากลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM ตามปกติ โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีแนวโน้มมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 น้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการบันทึกค่า (ภาพที่ 39) โดยมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 1.24 และ 1.82 μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 2.61 และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.64 μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 2.78 และ 3.02 μmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และเป็นกล้วยไม้กระถางที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 สูงสุดอีกด้วย (ตารางที่ 2)

4.2 การเปิดปิดปากใบ (stomatal conductance)

การเปิดปิดปากใบของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า มีค่าเป็นบวกสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่มีการบันทึกค่าทันทีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ โดยมีค่าเป็นบวกต่ำในเวลากลางวัน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 18:00 น. และมีค่าเป็นบวกสูงในเวลากลางคืน ในช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM (ภาพที่ 39) โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีแนวโน้มมีการเปิดปิดปากใบน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการบันทึกค่า โดยมีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 2.67 และ 7.58 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และไม่พบความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 2.67 และ 9.89 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 7.68 และ 10.69 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 8.91 และ 11.73 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และเป็นกล้วยไม้กระถางที่มีค่าการเปิดปิดปากใบสูงสุดอีกด้วย (ตารางที่ 2)

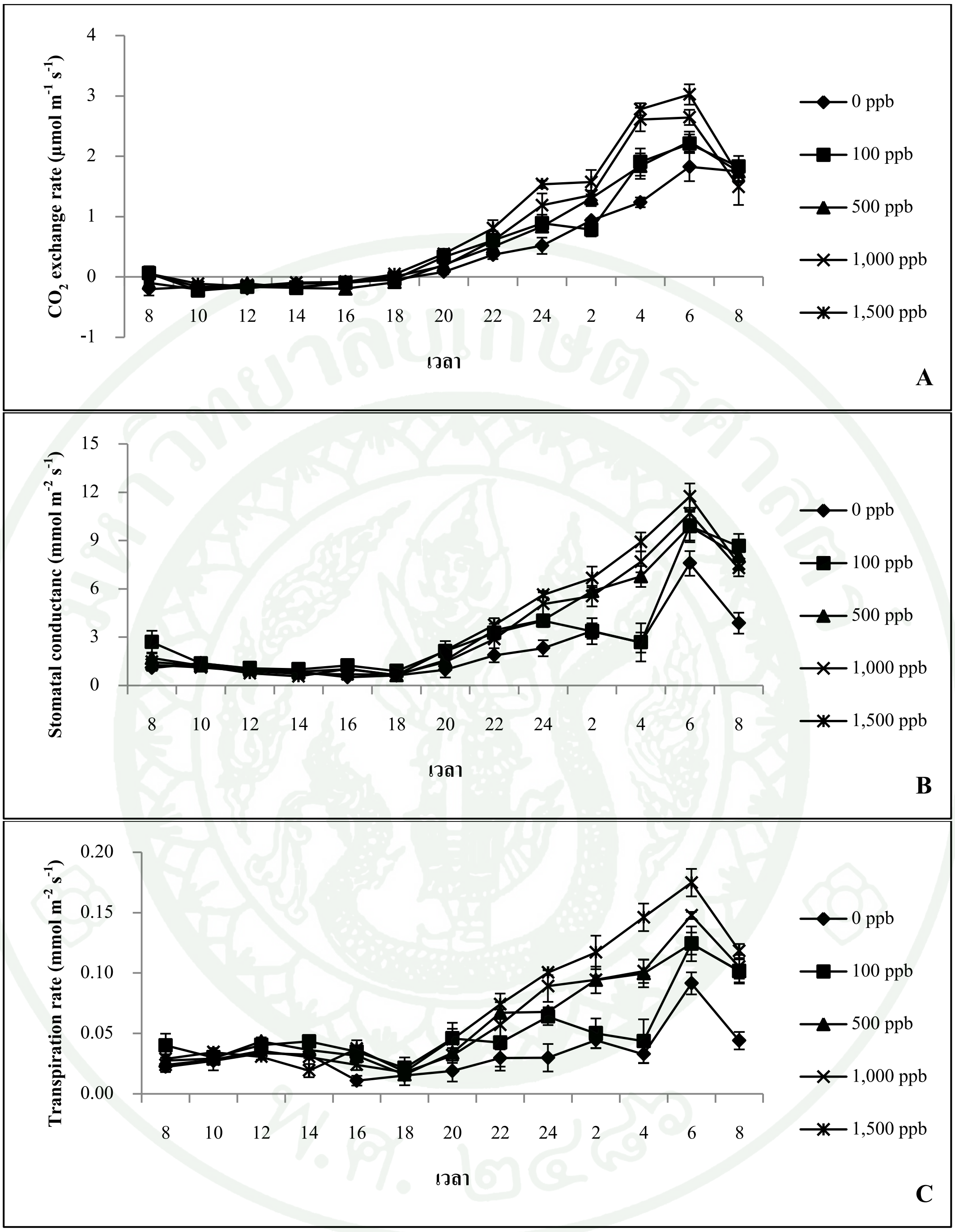
4.3 อัตราการคายน้ำ (transpiration rate)

อัตราการคายน้ำของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า มีค่าเป็นบวกสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่มีการบันทึกค่าทันทีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ โดยมีค่าเป็นบวกต่ำในเวลากลางวัน ในช่วงเวลาประมาณ 8:00 - 18:00 น. และมีค่าเป็นบวกสูงในเวลากลางคืนในช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น เช่นเดียวกับอัตราการเปิดปิดปากใบ ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM (ภาพที่ 39) โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีแนวโน้มมีอัตราการคายน้ำน้อยที่สุดตลอดระยะเวลาการบันทึกค่า โดยมีอัตราการคายน้ำในช่วงเวลา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 0.09 และ 0.04 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และมีความแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb ที่มีอัตราการคายน้ำในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 0.12 และ 0.10 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ เช่นเดียวกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 0.15 และ 0.11 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb ที่มีค่าการเปิดปิดปากใบในช่วงเวลา 4:00 และ 6:00 น. เฉลี่ย 0.17 และ 0.12 mmol m^{-2} s^{-1} ตามลำดับ ซึ่งเป็นกล้วยไม้กระถางที่มีอัตราการคายน้ำสูงสุดอีกด้วย (ตารางที่ 2)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 39 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (A) การเปิดปิดปากใบ (B) และอัตราการคายน้ำ (C) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 2 อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำ ที่เวลา 4:00 และ 6:00 น. ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

ความเข้มข้นสาร 1-MCP (ppb)	อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (μmol m^{-2} s^{-1})		การเปิดปิดปากใบ (mmol m^{-2} s^{-1})		อัตราการคายน้ำ (mmol m^{-2} s^{-1})	
	4:00	6:00	4:00	6:00	4:00	6:00
0	1.24±0.18[c1/]	1.82±0.52[c]	2.67±1.39[b]	7.58±1.71[b]	0.09±0.02[c]	0.04±0.01[b]
100	1.90±0.50[b]	2.21±0.34[bc]	2.67±2.64[b]	9.89±1.99[ab]	0.12±0.02[b]	0.10±0.02[a]
500	1.84±0.46[b]	2.24±0.37[bc]	6.77±1.44[a]	9.88±2.22[ab]	0.12±0.03[b]	0.10±0.02[a]
1,000	2.61±0.43[a]	2.64±0.27[ab]	7.68±1.45[a]	10.69±0.79[a]	0.15±0.01[ab]	0.11±0.02[a]
1,500	2.78±0.22[a]	3.02±0.37[a]	8.91±1.31[a]	11.73±1.82[a]	0.17±0.02[a]	0.12±0.01[a]
F-test	**	**	**	*	**	**
CV (%)	18.6	16.2	30.1	17.9	17.1	20.6

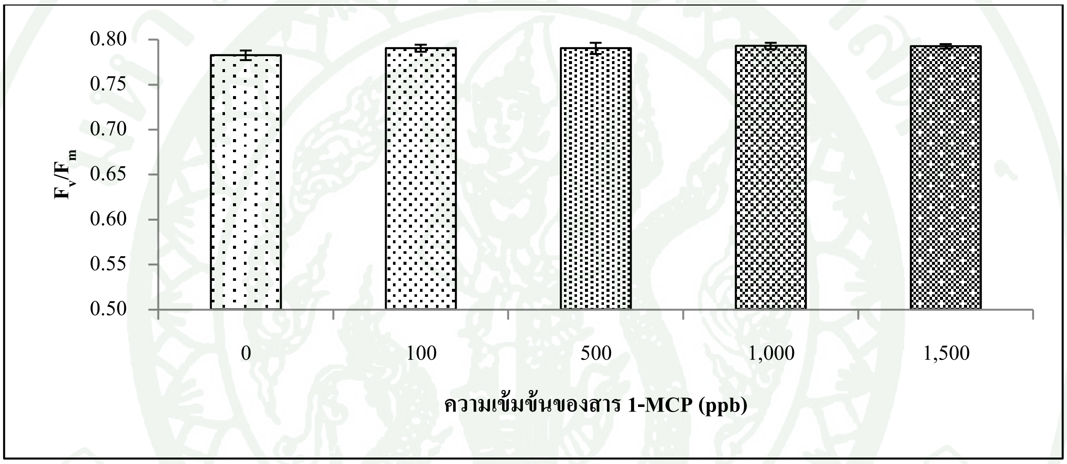
* มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

** มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99 เปอร์เซ็นต์

[1/] ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 และ 99 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบค่าโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

4.4 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m)

หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับ และได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีค่า F_v/F_m เพิ่มสูงขึ้นหลังนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีค่า F_v/F_m น้อยที่สุด เฉลี่ย 0.78 ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.79 โดยไม่พบความแตกต่างเมื่อเปรียบเทียบระหว่างกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น (ภาพที่ 40)



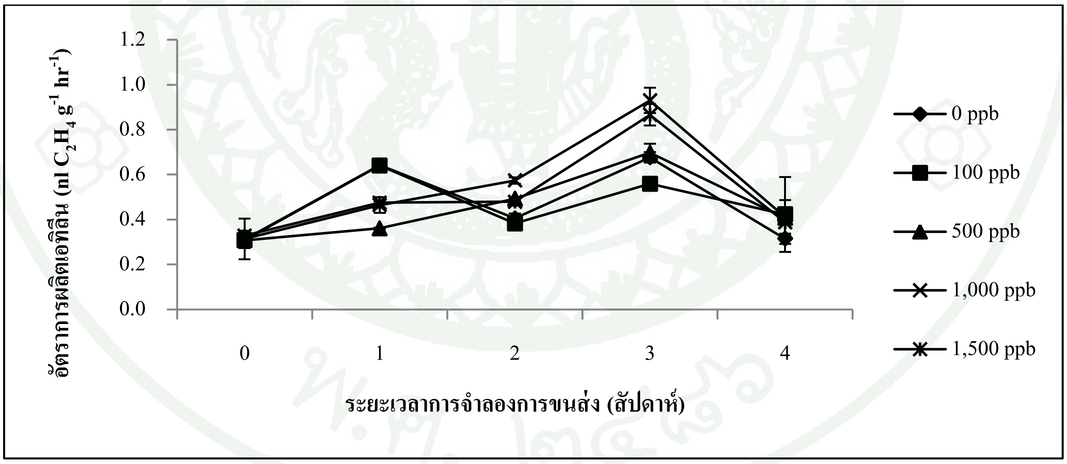
ภาพที่ 40 ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) ของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์ แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์

5. อัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจหลังได้รับสาร 1-MCP และผ่านการจำลองการขนส่ง

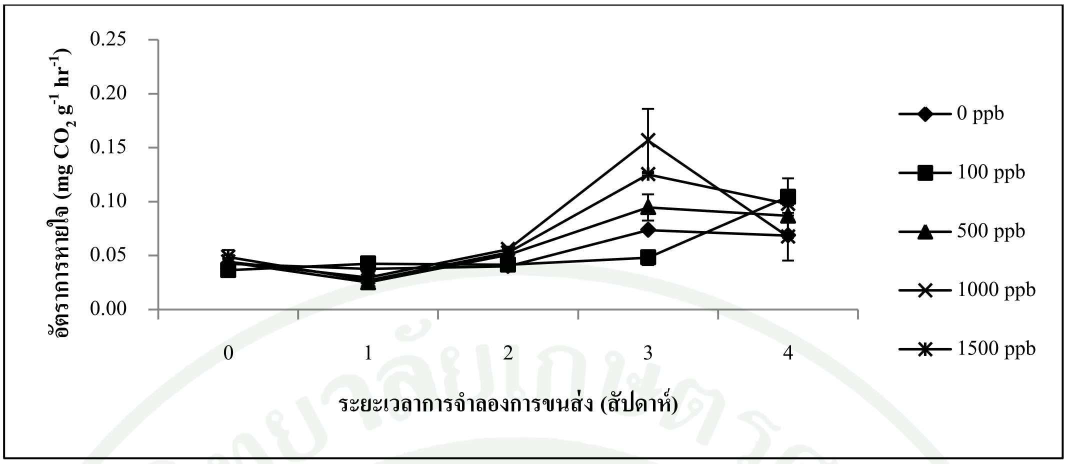
จากการทดลองโดยการเก็บตัวอย่างก๊าซและนำไปวิเคราะห์ทุกสัปดาห์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้สกุลหวายกระถางพันธุ์เอมม่าไวท์ มีอัตราการผลิตเอทิลีนและอัตราการหายใจจากระดับต่ำในสัปดาห์ที่ 0 และค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจสูงสุดในสัปดาห์ที่ 3 ของการจำลองการขนส่ง แต่หลังจากจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจลดลง พร้อมๆ กับการเสื่อมสภาพของใบและดอก ซึ่งเป็นรูปแบบของดอกไม้ประเภท climacteric (ภาพที่ 41 และ 42)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่ออัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจ พบว่า หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 1 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด เฉลี่ย 0.64 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} ในขณะที่กล้วยไม้ที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ppb มีอัตราการผลิตเอทิลีนเฉลี่ย 0.46 และ 0.48 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} ตามลำดับ และกล้วยไม้ที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb มีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด เฉลี่ย 0.36 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} แต่เมื่อผ่านการขนส่ง 3 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb กลับมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด เฉลี่ย 0.93 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีอัตราการผลิตเอทิลีนน้อยที่สุด เฉลี่ย 0.56 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} และหลังผ่านการขนส่ง 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีอัตราการผลิตเอทิลีนลดลง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.31 - 0.42 nl C_2H_4 g^{-1} hr^{-1} (ภาพที่ 41) ในขณะที่อัตราการหายใจมีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกับอัตราการผลิตเอทิลีน แต่หลังการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb กลับมีอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้น โดยมีอัตราการหายใจสูงที่สุด เฉลี่ย 0.10 mg CO_2 g^{-1} hr^{-1} (ภาพที่ 42)



ภาพที่ 41 อัตราการผลิตเอทิลีนของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์



ภาพที่ 42 อัตราการหายใจของกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่างๆ และผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ 4 สัปดาห์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากการศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ สามารถแบ่งการวิจารณ์ผลการทดลองได้ ดังนี้

คุณภาพใบและดอกหลังจำลองการขนส่ง

จากการทดลองหาระยะช่อดอกที่เหมาะสมในการจำลองการขนส่งทางเรือ พบว่า ระยะช่อดอกที่เหมาะสม คือ ระยะดอกตูม (ระยะที่ 2) และ ระยะดอกบาน 1-2 ดอก (ระยะที่ 3) เมื่อจำลองการขนส่งเป็นเวลา 2 สัปดาห์ ช่อดอกมีการพัฒนาต่อได้ คุณภาพใบและดอกยังเป็นที่ยอมรับ แต่ถ้าเพิ่มระยะเวลาการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ จะส่งผลทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของใบและดอกมากขึ้น ในขณะที่ช่อดอกระยะเริ่มแทงช่อดอก (ระยะที่ 1) ช่อดอกไม่สามารถพัฒนาต่อได้ ถึงแม้จะมีการขนส่งเป็นเวลา 2 สัปดาห์

เนื่องจากกล้วยไม้สกุลหวายกระถางอยู่ภายในตู้คอนเทนเนอร์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ซึ่งมีสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโต ได้แก่ สภาพมืด ขาดน้ำ ทำให้พืชเกิดความเครียด ส่งผลให้พืชมีการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้น (Tijskens *et al.*, 1996) เช่น กรณีการขนส่งต้นกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสในที่มืดเป็นเวลาเพียง 3 - 4 วัน ทำให้ต้นกล้วยไม้มีอัตราการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Chang *et al.*, 2009) นอกจากนี้ยังทำให้ใบเกิดการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ และไม่มีการสังเคราะห์คลอโรฟิลล์ใหม่เกิดขึ้น (Zhang and Zhou, 2013) ลดกระบวนการเมทาบอลิซึมต่างๆ รวมทั้งยับยั้งการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช (Chang *et al.*, 2010) ส่งผลให้ใบและดอกแสดงอาการเหลืองและหลุดร่วง นำไปสู่การเสื่อมสภาพและการตายในที่สุด ทั้งนี้ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมยังทำให้ปริมาณออกซินถูกลำเลียงเข้ามาในบริเวณที่เกิดการร่วงน้อยลง ทำให้เซลล์ตอบสนองหรือไวต่อเอทิลีนมากขึ้น จึงกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงได้ง่าย (จริงแท้, 2550) และยังส่งผลให้มีปริมาณ ABA เพิ่มขึ้น ทำให้ปากใบปิด ส่งผลให้พืชมีอัตราการคายน้ำลดลง (Mittelheuser and Steveninck, 1969) เช่น กรณีการศึกษาอิทธิพลของการขาดน้ำของพืช CAM ในกลุ่ม *Xerosicyos* พบว่า มีการสะสม ABA ระหว่างการขาดน้ำจำนวนมาก ส่งผลให้ปากใบปิด ทำให้พืชมีการคายน้ำและการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง อีกทั้งยังทำให้พืชมีการหายใจเพิ่มขึ้น (Bastide *et al.*, 1993) และนอกจากนี้กล้วยไม้สกุลหวายจัดเป็นดอกไม้ประเภท climacteric คือ มีอัตราการหายใจสูง และมีความไวต่อเอทิลีน โดยเฉพาะดอกตูมที่แสดงอาการเหลืองและหลุดร่วง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ได้ง่ายเมื่อได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (Bunya-atichart *et al*., 2011) สอดคล้องกับงานทดลองการให้เอทิลีนความเข้มข้น 400 ppb จากภายนอก ที่มีผลกระตุ้นให้เกิดการหลุดร่วงในดอกตูมของกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์ Miss Teen, Wonder และ Wanna โดยเฉพาะพันธุ์ Miss Teen ที่มีความไวต่อเอทิลีนมากที่สุด ดอกตูมเกิดการหลุดร่วงมากกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ หลังจากได้รับเอทิลีนเป็นเวลา 7 วัน (Bunya-atichart *et al*., 2006)

เมื่อเปรียบเทียบการเสื่อมสภาพของใบ พบว่า กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 และ 3 มีการเสื่อมสภาพของใบมากกว่ากล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 2 เนื่องจากความแตกต่างของอายุใบ กล่าวคือ ใบกล้วยไม้กระถางระยะที่ 1 ใบอาจมีอายุน้อยหรือใบอ่อนกว่า ซึ่งต้องใช้พลังงานสูงในการเจริญเติบโตและมีอัตราการหายใจสูง (พูนพิภพ, 2554) แต่ถูกจำกัดด้วยสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม ส่วนใบกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 3 ซึ่งใบมีความแก่มากกว่ากล้วยไม้กระถางระยะอื่นๆ ทำให้ใบมีการหายใจเพิ่มขึ้น เพื่อซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของเซลล์ (พรรณี, 2550) หรือเตรียมตัวเข้าสู่ระยะการวาย ทำให้เซลล์หยุดการเจริญเติบโต จึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์และอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงลดลง (จริงแท้, 2550) และมีความสัมพันธ์กับฮอร์โมนภายในพืช เช่น การลดลงของปริมาณไซโตไคนิน การเพิ่มขึ้นของปริมาณเอทิลีน และ ABA โดยเฉพาะในสภาพที่พืชขาดน้ำที่มีผลกระตุ้นการเสื่อมสภาพของใบมากขึ้น (Pourtau *et al*., 2004)

การเสื่อมสภาพของดอก พบว่า กล้วยไม้กระถางช่อดอกระยะที่ 1 มีการพัฒนาของช่อดอกได้น้อยเมื่อเปรียบเทียบกับช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 เนื่องจากในสภาพมืดและขาดน้ำ พืชไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ อีกทั้งช่อดอกยังเป็นส่วนที่ไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงเองได้ และจำเป็นต้องใช้อาหารจากส่วนอื่นๆ ที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ โดยเฉพาะจากใบ (พูนพิภพ, 2554) สอดคล้องกับ Hew and Yong (2004) ที่กล่าวว่าช่อดอกของกล้วยไม้ *Oncidium goldiana* ที่กำลังเจริญเติบโต เป็นแหล่งใช้อาหารที่รุนแรงและจำเป็นต้องใช้อาหารจากใบและลำลูกกล้วย เพราะฉะนั้นเมื่อใบพืชไม่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้แล้ว ช่อดอกจึงไม่สามารถพัฒนาได้เช่นกัน และสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณอาหารสะสมในกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสที่ได้รับความเข้มแสงน้อยเป็นเวลา 3 สัปดาห์ ส่งผลให้ปริมาณซูโครสในใบลดลง (Kataoka, 2004) และการศึกษาใน *Arabidopsis* ที่ได้รับแสงไม่เพียงพอ ส่งผลกระทบต่อกระบวนการเมทาบอลิซึมภายในใบพืช ทำให้มีปริมาณน้ำตาลลดลง 10 - 15 เปอร์เซ็นต์ (Trivellini *et al*, 2012) ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดที่ทำให้ปริมาณอาหารสะสมในพืชลดลง และส่งผลในการพัฒนาต่อในส่วนต่างๆ ของพืช ในทางกลับกันช่อดอกระยะที่ 2 และ 3 ยังคงสามารถพัฒนาต่อได้ เนื่องจากอาศัยน้ำและอาหารสะสมในใบและลำลูกกล้วย (Goh and Kluge, 1989) หรือปริมาณอาหารสะสมที่มีเพียงพอในก้านช่อดอก ซึ่งสอดคล้องกับการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทดลองของ Zheng *et al.* (1992) ที่พบว่าลำลูกกล้วยของกล้วยไม้ *Cymbidium sinense* ทำหน้าที่เป็นแหล่งสะสมน้ำ สามารถช่วยลดการขาดน้ำ ทำให้ใบร่วงน้อยลงในช่วงฤดูแล้งได้ และกรณีศึกษาของ Paull *et al.* (1995) ที่พบว่ากล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Jaquelyn Thomas ในช่วงที่ช่อดอกมีความยาวน้อยที่สุดเป็นช่วงที่มีจำนวนดอกร่วงมากที่สุด ในขณะที่ก้านช่อดอกยาวกว่ามีดอกร่วงน้อย เพราะก้านช่อดอกยาวทำให้มีปริมาณอาหารสะสมมากและสามารถส่งไปให้ดอกที่อยู่ในก้านได้มาก แต่ยังคงพบดอกเสื่อมสภาพในช่อดอกระยะ 2 และ 3 บ้างเช่นกัน หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 2 สัปดาห์ เนื่องจากความมืดมีผลทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในใบและช่อดอกลดต่ำลง ซึ่งทำให้ปริมาณคาร์โบไฮเดรตในดอกตูมขนาดเล็กลดลงอย่างรวดเร็ว ส่งผลให้ดอกฝ่อและร่วงได้ (Chang *et al.*, 2004) แต่หากเพิ่มระยะเวลาการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้แสดงอาการเหลืองและหลุดร่วงของดอกมากขึ้น เนื่องจากระยะเวลาการจำลองการขนส่งมีผลต่อการเสื่อมสภาพของดอก สอดคล้องกับการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Lan Tarn Beauty เป็นเวลา 21 วัน ย่อมส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพของดอกมากกว่าการจำลองการขนส่งเพียง 7 วัน (Ariningsun *et al.*, 2013)

การฟื้นตัวของคุณภาพใบและดอกหลังผ่านการจำลองการขนส่ง

การประเมินคุณภาพใบและดอกหลังผ่านการจำลองการขนส่ง โดยบันทึกค่าหลังนำกล้วยไม้กระถางไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกทั้ง 3 ระยะมีการฟื้นตัวโดยมีความเขียวใบเพิ่มขึ้นเป็นปกติ ไม่แตกต่างจากกล้วยไม้กระถางชุดควบคุมที่ปลูกเลี้ยงภายในโรงเรือนอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากกล้วยไม้กลับมาได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต โดยเฉพาะแสง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง โดยพืชดูดซับพลังงานแสงและเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเก็บไว้รูปของ ATP และ NADPH และเก็บสะสมในรูปสารประกอบคาร์โบไฮเดรต เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและพัฒนา (พูนพิภพ, 2554) รวมทั้งการได้รับน้ำ ซึ่งน้ำถือเป็นองค์ประกอบสำคัญของเซลล์พืช ช่วยในการรักษาความเต่งของเซลล์ทำให้พืชไม่เหี่ยว และที่สำคัญน้ำยังเป็นตัวกลางสำหรับปฏิกิริยาชีวเคมีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมทา-บอลิซึมของพืช โดยเฉพาะการสังเคราะห์ด้วยแสง เนื่องจากน้ำเป็นแหล่งอิเล็กตรอนที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง นอกจากนี้น้ำมีผลต่อการเปิดปิดปากใบ ซึ่งมีผลกระทบต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ในใบพืช (สมบุญ, 2548) อย่างไรก็ตาม พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ และนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ ยังคงมีการเสื่อมสภาพของใบและดอก เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมอย่างฉับพลันหลังจากย้ายกล้วยไม้กระถางออกจากตู้คอนเทนเนอร์แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน สอดคล้องกับ Sarntinoranont and

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Wannakrairoj (2010) ที่กล่าวว่าอาการดอกฝ่อและการหลุดร่วงของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์โซเนียเอียสกุล เกิดจากการได้รับสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณแสงที่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน และยังสอดคล้องกับการศึกษาอิทธิพลของสภาพแสงที่แตกต่างกันต่อการสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิส ที่พบว่าหลังจากการขนส่งทางเรือแล้วย้ายไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน มีผลทำให้เกิดอาการใบเหลืองได้ง่าย เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงอย่างฉับพลัน (Lin and Hsu, 2004) และจากการศึกษาสาเหตุของดอกตูมเหลืองในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์โซเนียเอียสกุล พบว่า ช่วงที่อากาศเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน เช่น มีฝนตกหนักในเวลากลางวันของฤดูร้อน ทำให้อุณหภูมิลดลงมากอย่างกะทันหัน ส่งผลให้มีดอกร่วงจำนวนมาก (วิมลฉัตร, 2543) ทั้งนี้อาจเกิดร่วมกับปริมาณออกซินบริเวณ abscission zone ที่มีปริมาณน้อยลง ทำให้เกิดการหลุดร่วงของใบและดอกได้ง่าย (Roberts *et al.* 2000) โดยเฉพาะการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่มีใบและดอกเสื่อมสภาพมากกว่า เนื่องจากระยะเวลาการจำลองการขนส่งที่นานกว่าย่อมส่งผลให้พืชมีการเสื่อมสภาพมากกว่าตามไปด้วย

พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง

พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้กระถางที่มีช่อดอกทั้ง 3 ระยะ ที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน พบว่า อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 มีค่าเป็นลบในเวลากลางวัน และเป็นบวกในเวลากลางคืนในช่วงเวลาประมาณ 20:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น สอดคล้องกับการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำที่มีค่าสูงขึ้นในเวลากลางคืน ซึ่งเป็นรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชกลุ่ม CAM (ดวงพร, 2545; พรรณี, 2550)

ในขณะที่พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์เป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน นอกจากนี้มีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำน้อยในเวลากลางคืนด้วย เนื่องจากในสภาพมืดหรือสภาพความเข้มแสงต่ำ ทำให้กล้วยไม้มีการปลดปล่อยก๊าซ CO_2 มากกว่าการตรึงก๊าซ CO_2 หรือพืชมีการหายใจเกิดขึ้นมากกว่าการสังเคราะห์ด้วยแสง (พรรณี, 2550) สอดคล้องกับการทดลองการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสพันธุ์ Sogo Yukidian ‘V3’ เป็นเวลา 21 วัน พบว่า พืชมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และการเปิดปิดปากใบลดลง โดยมีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบในกล้วยไม้ที่ผ่านการจำลองการขนส่ง (Hou *et al.*, 2010) และการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Nobile เป็นเวลา 21 วัน มีผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ลดลงเช่นกัน (Ariningsun *et al.*, 2013) เนื่องจากในสภาพ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขาดน้ำทำให้พืชปรับตัวโดยการปิดปากใบ นำไปสู่การลดลงของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 (Medrano *et al.*, 2001) เช่น กรณีการขนส่งต้นเทียนฝรั่งเป็นเวลา 5 วัน มีผลทำให้อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ลดลงจาก 10.60 µmol m^{-2} s^{-1} เหลือเพียง 2.40 µmol m^{-2} s^{-1} และนอกจากนี้ยังพบว่ามีปริมาณก๊าซ CO_2 และอัตราการหายใจเพิ่มสูงขึ้นอีกด้วย (Lopez and Runkle, 2008)

ประสิทธิภาพการใช้แสงของระบบแสง II (F_v/F_m) มีค่าลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 2 และ 4 สัปดาห์ แต่มีค่าอยู่ในช่วงที่พืชไม่แสดงอาการเครียด คือ อยู่ในช่วง 0.75 - 0.85 (Bolhar-Nordenkampf *et al.*, 1989) เนื่องจากกล้วยไม้สกุลหวายเป็นพืชที่มีรูปแบบการสังเคราะห์ด้วยแสงแบบ CAM (ดวงพร, 2545; พรรณี, 2550) สามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพขาดน้ำ โดยปากใบจะเปิดในเวลากลางคืนและปิดในเวลากลางวัน เพื่อลดการสูญเสียน้ำ (สมบุญ, 2548) อีกทั้งกล้วยไม้สกุลหวายเป็นกล้วยไม้ประเภทอิงอาศัย ซึ่งมีใบหนาและลำลูกกล้วยขนาดใหญ่เป็นแหล่งสะสมน้ำและอาหารในรูปคาร์โบไฮเดรต (Goh and Kluge, 1989) จึงทำให้มีผลกระทบต่อค่า F_v/F_m น้อย สอดคล้องกับการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซีสพันธุ์ Sogo Yukidian 'V3' พบว่า ค่า F_v/F_m ได้รับผลกระทบเพียงเล็กน้อยหลังผ่านการขนส่งเป็นเวลา 21 วัน โดยมีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.81 - 0.82 ในกล้วยไม้ที่ผ่านการขนส่ง ในขณะที่กล้วยไม้ชุดควบคุมซึ่งปลูกเลี้ยงในโรงเรือนอย่างต่อเนื่องมีค่า F_v/F_m เฉลี่ย 0.82 - 0.83 (Hou *et al.*, 2010) และการจำลองการขนส่งกล้วยไม้ *Phalaenopsis equestris* ทางเรือเป็นเวลา 30 วัน ไม่ส่งผลทำให้ค่า F_v/F_m ของกล้วยไม้ชนิดนี้อยู่ในสภาวะเครียดเช่นกัน (Su *et al.*, 2001) แต่หากมีการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลหวายกระถางมากกว่า 4 สัปดาห์ คาดว่าค่า F_v/F_m ของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางอาจมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ จนพืชอยู่ในสภาวะเครียดได้ เช่น กรณีศึกษาระยะเวลาการขาดน้ำในกล้วยไม้สกุลแคทลียา พบว่า ค่า F_v/F_m ลดลงเหลือ 0.50 หลังจากได้รับสภาพการขาดน้ำเป็นเวลา 45 วัน ซึ่งเป็นค่าที่พืชอยู่ในสภาวะเครียด (Giulio *et al.*, 2001) จากการทดลองจึงสามารถพิสูจน์ให้เห็นว่าการศึกษาค่า F_v/F_m โดยการวัดค่า chlorophyll fluorescence ไม่มีความเหมาะสมในการใช้เป็นตัวชี้วัดการศึกษาหรือค้นคว้าอิทธิพลของการเก็บรักษาในสภาพมืดระหว่างการขนส่งทางเรือต่อพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์เอมม่าไวท์ แต่อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวมีแนวโน้มลดลงมากขึ้นหากมีการจำลองการขนส่งเป็นเวลานานขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การกลับคืนสู่ภาวะปกติของพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง

เมื่อติดตามการกลับคืนสู่ภาวะปกติของพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยบันทึกค่าหลังนำกล้วยไม้กระถางไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 2 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่ง 2 และ 4 สัปดาห์ มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำเป็นปกติอีกครั้ง คือ มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวก มีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำเป็นบวกสูงในเวลากลางคืน เนื่องจากกล้วยไม้กระถางกลับมาได้รับสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตอีกครั้ง โดยเฉพาะแสงและน้ำซึ่งมีความความจำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (พูนพิภพ, 2554; สมบุญ, 2548) อีกทั้งกล้วยไม้สกุลหวายเป็นพืชกลุ่ม CAM (ดวงพร, 2545; พรรณี, 2550) ซึ่งสามารถปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม (พูนพิภพ, 2554) และมีใบหนา ลำลูกกล้วยขนาดใหญ่เป็นแหล่งสะสมน้ำและอาหาร (Goh and Kluge, 1989) จึงทำให้มีการฟื้นตัวหลังการจำลองการขนส่งได้ดี สอดคล้องกับการจำลองการขนส่งกล้วยไม้ *Doritaenopsis* Tinny Tender ที่มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ลดลงเมื่อขาดน้ำ แต่สามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วหลังจากการให้น้ำเป็นปกติหลังผ่านการขนส่ง (Cui *et al*., 2004) และการจำลองการขนส่งกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิสพันธุ์ Sogo Yukidian 'V3' ที่พบว่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ลดลงหลังจากผ่านการจำลองการขนส่ง 21 วัน แต่เมื่อนำมาปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 12 วัน กล้วยไม้สามารถกลับมามีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นปกติไม่ต่างจากกล้วยไม้ชุดควบคุมที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (Hou *et al*., 2010) และการทดลองในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ Lan Tarn Beauty ที่ผ่านการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 14 - 21 วัน ทำให้ค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิลดลงต่ำกว่า 0 μmol m^{-2} s^{-1} และใช้เวลาในการฟื้นตัวเพียง 6 - 12 วัน ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิกลับมาสู่ภาวะปกติ มีค่าไม่แตกต่างกับกล้วยไม้ชุดควบคุมที่ปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (Ariningsun *et al*., 2013) และกรณีศึกษาการขาดน้ำ 15 วัน ในกล้วยไม้สกุล *Doritaenopsis* ทำให้การสังเคราะห์ด้วยแสง การเปิดปิดปากใบ และการคายน้ำลดลง แต่หลังจากมีการให้น้ำ 3 - 6 วัน ทำให้กล้วยไม้มีการฟื้นตัวจากความเครียดได้อย่างรวดเร็ว โดยมีการเปิดปากใบและมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นอีกครั้ง ส่งผลให้พืชมีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงเพิ่มขึ้นตามไปด้วย (Cui *et al*., 2004)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อิทธิพลของสาร 1-MCP หลังจำลองการขนส่ง

คุณภาพใบและดอก

กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีความเขียวใบมากที่สุด ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP และได้รับสาร 1-MCP เพียง 100 ppb มีความเขียวใบน้อย เนื่องจากสาร 1-MCP เป็นสารที่มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยแย่งจับกับตัวรับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ จึงสามารถช่วยลดผลกระทบจากเอทลีนที่จะเกิดขึ้นกับพืชได้ (Serek *et al*., 2010; Sylvia and Dole, 2003) สอดคล้องกับงานทดลองการใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 200 - 1,000 ppb ที่สามารถรักษาคุณภาพใบหลังจากได้รับผลกระทบจากเอทิลีนในไม้กระถางสกุลไทรพันธุ์ Green island (Philosoph-Hadas *et al*., 2005) เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ใบและดอกที่มีปริมาณลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่ง โดยกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP มีใบและดอกเสื่อมสภาพมากที่สุด ในขณะที่กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,500 ppb มีจำนวนใบเสื่อมสภาพน้อยที่สุด และกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ppb ทำให้มีดอกเสื่อมสภาพน้อยที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยหลายๆ งาน ที่พบว่าการให้สาร 1-MCP ความเข้มข้นที่เหมาะสมสามารถลดการเสื่อมสภาพของใบและดอกได้ เช่น การศึกษาการใช้สาร 1-MCP กับกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์ Karen พบว่ากล้วยไม้ชุดควบคุมมีการหลุดร่วงของดอกตูมและดอกบาน 20 - 80 และ 0 - 20 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ แต่เมื่อใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 - 200 ppb ก่อนการขนส่ง สามารถช่วยลดการหลุดร่วงของดอกกล้วยไม้ได้ (Uthaichay *et al*., 2007) และการให้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 ppb สามารถลดการหลุดร่วงของดอกกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์ Wonder และ Wanna (Bunya-atichart *et al*., 2006)

พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง

เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง โดยบันทึกค่าทันทีหลังจากผ่านการจำลองการขนส่งในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบตลอดทั้งกลางวันและกลางคืน อย่างไรก็ตามยังคงมีค่าเป็นบวกเล็กน้อยในช่วงเวลา 4:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น แต่มีค่าไม่เกิน 0.50 μmol m^{-2} s^{-1} ซึ่งถือว่ามีค่าน้อยมาก สอดคล้องกับการเปิดปิดปากใบและอัตราการคาย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

น้ำที่มีค่าเป็นบวกน้อยทั้งกลางวันและกลางคืน และมีค่าเป็นบวกเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงเวลา 4:00 - 8:00 น. ของวันรุ่งขึ้น เนื่องจากการบันทึกค่าทันทีหลังจากผ่านการจำลองการขนส่ง โดยกล้วยไม้กระถางทั้งหมดยังไม่ได้รับน้ำ ซึ่งน้ำถือเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการเมทาบอลิซึมของพืช โดยเฉพาะการสังเคราะห์ด้วยแสง (สมบุญ, 2548) นอกจากนี้น้ำมีผลต่อการเปิดปิดปากใบ โดยเฉพาะกล้วยไม้ที่ถูกเก็บไว้ในสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น การขาดน้ำระหว่างการจำลองการขนส่ง ที่ทำให้กล้วยไม้กระถางมีการปรับตัวโดยการปิดปากใบ ส่งผลให้พืชมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และการคายน้ำลดลง (Mittelheuser and Steveninck, 1969) แต่ยังคงมีการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวก มีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในช่วงท้ายของกลางคืน ในช่วงเวลา 4:00 - 8.00 น. ของวันรุ่งขึ้น เนื่องจากในสภาพบรรยากาศในเวลากลางคืนมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ทำให้ปากใบเปิด ส่งผลให้พืชมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และการคายน้ำเพิ่มสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาการตอบสนองของอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 ต่อความชื้นสัมพัทธ์ พบว่า ความชื้นสัมพัทธ์สูงในเวลากลางคืนทำให้พืชมีการตรึงก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (Matin and Siedow, 1981) ส่วนค่า F_v/F_m ของกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น ยังคงอยู่ในช่วง 0.75 - 0.77 ซึ่งเป็นช่วงที่พืชไม่แสดงอาการเครียดหลังจากผ่านการจำลองการขนส่ง (Bolhar-Nordenkampf *et al*., 1989)

อัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจ

พิจารณาอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางพันธุ์เอ็มม่าไวท์ระหว่างการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่า มีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจต่ำในช่วงแรกของการจำลองการขนส่ง และค่อยๆ เพิ่มสูงขึ้นจนมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจสูงสุด และลดลงในช่วงท้ายพร้อมๆ กับการเสื่อมสภาพของใบและดอก ซึ่งเป็นรูปแบบของพืชประเภท climacteric (จริงแท้, 2550) และเมื่อพิจารณาอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่ออัตราการผลิตเอทิลีน พบว่า หลังผ่านการจำลองการขนส่ง 1 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 100 ppb มีอัตราการผลิตเอทิลีนมาก ในขณะที่กล้วยไม้ที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 1,000 และ 1,500 ppb มีอัตราผลิตเอทิลีนน้อย เนื่องจากคุณสมบัติของสาร 1-MCP ที่สามารถยับยั้งการทำงานของเอทิลีน โดยแย่งจับกับตัวรับเอทิลีน ทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานได้ (Serek *et al*., 2010; Sylvia and Dole, 2003) สอดคล้องกับการทดลองการใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 300 และ 500 ppb ที่สามารถลดปริมาณเอทิลีนที่ตรวจพบภายในกล่องที่ใช้ในการขนส่งกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอกพันธุ์ Jacky (Ketsa and Uthaichay, 2012) และการใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 800 ppb ในกล้วยไม้ *Phalaenopsis amabilis* ที่สามารถลดการผลิตเอทิลีนได้เช่นกัน (Hou

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

et al., 2012) แต่เมื่อผ่านการขนส่ง 3 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb กลับมีอัตราการผลิตเอทิลีนมากที่สุด อาจเป็นเพราะฤทธิ์ของสาร 1-MCP หมดไปหลังจากผ่านการจำลองขนส่งเป็นเวลานาน 3 สัปดาห์ เนื่องจากมีการรมสาร 1-MCP เพียงครั้งเดียวก่อนการจำลองการขนส่งเท่านั้น จึงทำให้กล้วยไม้กระถางมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจเพิ่มสูงขึ้น และหลังผ่านการขนส่ง 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีอัตราผลิตเอทิลีนและมีอัตราการหายใจลดลง ซึ่งเป็นไปตามรูปแบบการผลิตเอทิลีนและการหายใจของพืชประเภท climacteric (จริงแท้, 2550)

การฟื้นตัวของคุณภาพใบและดอกหลังผ่านการจำลองการขนส่ง

ประเมินคุณภาพใบและดอกของกล้วยไม้กระถางหลังผ่านการจำลองการขนส่ง แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีการฟื้นตัวโดยมีความเขียวใบเพิ่มขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากกล้วยไม้กระถางถูกปลูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ได้รับแสงและน้ำตามปกติ โดยกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 - 1,500 ppb มีความเขียวใบเป็นปกติเร็วกว่ากล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP เนื่องจากคุณสมบัติของสาร 1-MCP ที่สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ (Sylvia *et al.*, 2003) เพราะฉะนั้นกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP จึงมีการสลายตัวของคลอโรฟิลล์น้อยระหว่างการขนส่ง ซึ่งส่งผลให้มีการฟื้นตัวที่เร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ในขณะที่เปอร์เซ็นต์ใบและดอกยังคงลดลงหลังจากผ่านการปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ เนื่องจากใบและดอกเกิดการเสื่อมสภาพจากสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันหลังจากนำกล้วยไม้กระถางออกจากตู้คอนเทนเนอร์แล้วนำไปปลูกเลี้ยงในโรงเรือน (Lin and Hsu, 2004) แต่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ใบร่วงและดอกเสื่อมสภาพระหว่างความเข้มข้นของสาร 1-MCP ที่แตกต่างกัน คือ กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP เกิดใบร่วงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 500 และ 1,000 ppb และมีดอกเสื่อมสภาพมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ppb ทั้งนี้เนื่องจากต้นกล้วยไม้กระถางที่ถูกเก็บไว้ในสภาพมืดและขาดน้ำ มีผลทำให้พืชมีการหายใจและการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้น (Tijskens *et al.*, 1996) และจากสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมเหล่านั้นที่กระตุ้นให้พืชมีการสร้างเอนไซม์ ACC synthase เพิ่มขึ้น (จริงแท้, 2550) ซึ่งส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณ abscission zone ที่อยู่บริเวณก้านโคนใบและดอกของพืช ทำให้ผนังเซลล์เสื่อมสภาพโดยถูกย่อยด้วยเอนไซม์ cellulase และ pectinase ทำให้เซลล์แยกออกจากกันและเกิดการร่วงในที่สุด (พูนพิภพ, 2554) เพราะฉะนั้นกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เหมาะสมย่อมทำให้มีการสะสมของเอนไซม์เหล่านั้นน้อย และมีความเสียหายจากกิจกรรมของเอนไซม์เหล่านั้นน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ในระหว่างการจำลองการขนส่ง

การกลับคืนสู่ภาวะปกติของพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง

เมื่อพิจารณาการกลับคืนสู่ภาวะปกติของพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้กระถางหลังผ่านการจำลองการขนส่ง แล้วนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือน 1 สัปดาห์ พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการจำลองการขนส่งเป็นเวลา 4 สัปดาห์ แล้วบันทึกค่าทันที โดยมีค่าเป็นลบในเวลากลางวันและเป็นบวกในเวลากลางคืน โดยมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 สูงสุดในเวลา 6:00 น. เฉลี่ย 3.02 μmol m^{-2} s^{-1} ซึ่งถือว่ามีค่ามากกว่าการบันทึกค่าทันทีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่มีค่าเพียง 0.50 μmol m^{-2} s^{-1} สอดคล้องกับการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำที่มีค่าเป็นบวกน้อยในเวลากลางวัน และค่อยๆ มีค่าเป็นบวกเพิ่มสูงขึ้นในเวลากลางคืน ซึ่งถือเป็นวิถีการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช CAM ตามปกติ เป็นเพราะกล้วยไม้กระถางถูกปลูกเลี้ยงในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ได้รับแสงและน้ำตามปกติ และด้วยลักษณะของกล้วยไม้สกุลหวายที่มีความสามารถในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม และสามารถฟื้นตัวได้อย่างรวดเร็วหลังผ่านการจำลองการขนส่งดังที่ได้กล่าวข้างต้น แต่เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของสาร 1-MCP พบว่า กล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 และ 1,500 ppb ทำให้กล้วยไม้กระถางมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ และอัตราการคายน้ำมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเขียวใบ เนื่องจากสาร 1-MCP สามารถชะลอการสลายตัวของคลอโรฟิลล์ได้ (Sylvia and Dole, 2003) ลดปริมาณเอทิลีนและกิจกรรมของเอนไซม์ ACC synthase (จริงแท้, 2550) และที่สำคัญ คือ ลดการสังเคราะห์ ABA ที่มีส่วนในการควบคุมการเปิดปิดปากใบ (Mittelheuser and Steveninck, 1969) ช่วยให้พืชมีการเปิดปิดปากใบ การแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 และการคายน้ำได้ตามปกติ เพราะฉะนั้นกล้วยไม้กระถางที่ได้รับสาร 1-MCP ความเข้มข้นที่เหมาะสมจึงมีการฟื้นตัวเร็วกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP ในระหว่างการจำลองการขนส่ง ส่วนค่า F_v/F_m ของกล้วยไม้กระถางที่ไม่ได้รับและได้รับสาร 1-MCP ทุกความเข้มข้น มีค่าเพิ่มขึ้นหลังนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนเช่นกัน และยังคงมีค่าอยู่ในช่วงที่พืชไม่แสดงอาการเครียด (Bolhar-Nordenkampf *et al.*, 1989)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสม พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสง และอิทธิพลของสาร 1-MCP ต่อคุณภาพของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางพันธุ์เอมม่าไวท์ในการจำลองการขนส่งทางเรือ สรุปได้ดังนี้

1. ระยะช่อดอกที่เหมาะสมของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางในการจำลองการส่งออกทางเรือ ได้แก่ ระยะดอกตูม และระยะดอกบาน 1-2 ดอก สามารถขนส่งในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 2 สัปดาห์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการบานของดอกตูม ทำให้ดอกตูมสามารถพัฒนาเป็นดอกบานได้คุณภาพดี ในขณะที่กล้วยไม้กระถางระยะเริ่มแทงช่อดอก ช่อดอกไม่สามารถพัฒนาต่อหลังผ่านการจำลองการขนส่ง เช่นเดียวกับการจำลองการขนส่ง 4 สัปดาห์ ที่ทำให้กล้วยไม้กระถางทุกระยะมีการเสื่อมสภาพของใบและดอกจำนวนมาก ส่วนค่า F_v/F_m มีค่าลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่ง แต่ยังคงอยู่ในช่วงที่พืชไม่แสดงอาการเครียด

2. การจำลองการขนส่งในสภาพมืด ที่อุณหภูมิ 20±1 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 70 เปอร์เซ็นต์ ทำให้กล้วยไม้สกุลหวายกระถางทั้ง 3 ระยะ มีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นลบทั้งกลางวันและกลางคืน อีกทั้งทำให้มีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำน้อย เช่นเดียวกับค่า F_v/F_m ที่มีค่าลดลงหลังผ่านการจำลองการขนส่ง แต่กล้วยไม้กระถางสามารถฟื้นตัวได้ดีหลังผ่านการจำลองการขนส่ง โดยมีค่าความเขียวใบเพิ่มขึ้นเป็นปกติ แต่ยังคงพบว่ามีการเสื่อมสภาพของใบและดอก โดยเฉพาะกล้วยไม้กระถางที่ผ่านการขนส่ง 4 สัปดาห์ ในขณะที่พารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงสามารถกลับสู่ภาวะปกติหลังผ่านการจำลองการขนส่ง โดยมีค่าอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 เป็นบวกในเวลากลางคืน รวมทั้งมีการเปิดปิดปากใบและอัตราการคายน้ำเป็นบวกสูงในเวลากลางคืนอีกครั้ง เช่นเดียวกับค่า F_v/F_m ที่มีค่าเพิ่มสูงขึ้น

3. ความเข้มข้นของสาร 1-MCP ที่เหมาะสม คือ 1,000 และ 1,500 ppb ทำให้กล้วยไม้สกุลหวายกระถางที่มีช่อดอกระยะที่ 2 มีความเขียวใบลดลงน้อยที่สุด เกิดการเสื่อมสภาพของใบและดอกน้อย และมีอัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ CO_2 การเปิดปิดปากใบ อัตราการคายน้ำ และ ค่า F_v/F_m ลดลงน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยไม้สกุลหวายกระถางที่ไม่ได้รับสาร 1-MCP หรือได้รับสาร 1-MCP

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้มข้นอื่นๆ และสามารถทำให้กล้วยไม้สกุลหวายกระถางมีการฟื้นตัวและมีการกลับคืนสู่ภาวะปกติของค่าพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงเร็วที่สุดอีกด้วย นอกจากนี้ยังสามารถลดการทำงานของเอทิลีนในช่วงแรกของการจำลองการขนส่งได้ แต่หากขนส่งเป็นเวลานาน 3 - 4 สัปดาห์ กล้วยไม้กระถางยังคงมีอัตราการผลิตเอทิลีนและการหายใจเพิ่มสูงขึ้น

ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสมและพารามิเตอร์การสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางเพื่อใช้ในการขนส่งทางเรือในสภาพมืดภายในตู้คอนเทนเนอร์ ทำให้ทราบว่ากล้วยไม้กระถางช่อดอกตูมทั้งช่อมีความเหมาะสมที่สุด โดยใช้ระยะเวลาในการขนส่งได้เพียง 2 สัปดาห์ แต่หากมีการใช้สาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 หรือ 1,500 ppb พบว่าสามารถเพิ่มระยะเวลาในการขนส่งได้มากขึ้นเป็นเวลา 4 สัปดาห์ เนื่องจากคุณสมบัติของสาร 1-MCP ที่สามารถลดผลกระทบจากเอทิลีนระหว่างการขนส่ง แต่หากพิจารณาการนำไปใช้จริงในระบบอุตสาหกรรม สาร 1-MCP ความเข้มข้น 1,000 ppb มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากสามารถลดต้นทุนในการเก็บรักษาได้มากกว่า และนอกจากนี้กล้วยไม้สกุลหวายกระถางจัดเป็นพืชประเภท CAM ซึ่งมีความทนทานหรือปรับตัวได้ดีในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม อีกทั้งยังสามารถฟื้นตัวเป็นปกติหลังนำไปปลูกเลี้ยงต่อในโรงเรือนได้ดี ซึ่งอาจมีการประยุกต์นำการขนส่งทางเรือในลักษณะนี้ไปใช้ในการขนส่งไม้กระถางชนิดอื่นๆ ที่เป็นพืชประเภท CAM ได้ ทั้งนี้การขนส่งกล้วยไม้สกุลหวายกระถางทางเรือยังคงทำให้ใบและดอกเสื่อมสภาพระหว่างการขนส่ง แต่อยู่ในระดับที่รับได้และสามารถลดต้นทุนในการขนส่งเมื่อเปรียบเทียบกับการขนส่งทางอากาศ อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณการส่งออกกล้วยไม้สกุลหวายกระถาง ซึ่งถือเป็นกล้วยไม้สกุลหลักที่ประเทศไทยมีศักยภาพสูงในการผลิตให้มีปริมาณมากขึ้นในอนาคต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ. 2553. **การขนส่งสินค้าทางทะเล**. สำนักพิมพ์ท้อป, กรุงเทพฯ.

กรมศุลกากร. 2557. **สถิติการนำเข้าและส่งออกกล้วยไม้**. แหล่งที่มา: http://www.customs.go.th/wps/wcm/connect/Library+cus501th/InternetTH/11/, 13 เมษายน 2558.

กุลนาถ อบสุวรรณ สุภาพร สังข์ขาม และอภิรดี อทัยรัตนกิจ. 2550. ผลของความเข้มข้น 1-MCP ต่ออายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้สกุลหวายลูกผสมพันธุ์อรุณไวท์. **วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร** 38(6): 263-266.

ครรชิต ธรรมศิริ. 2550. **เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้**. พิมพ์ครั้งที่ 2. อัมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

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

ดวงพร บุญชัย. 2545. **ศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิของใบกล้วยไม้สกุลหวายตัดดอก**. ปัญหาพิเศษปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นิยมรัฐ ไตรศรี. 2547. **เอกสารวิชาการกล้วยไม้**. สถาบันวิจัยพืชสวน, กรมวิชาการเกษตร. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.

ปฐพีชล วายุอัคคี. 2547. **คู่มือกล้วยไม้**. เพ็ท-แพล้น พับลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

จิตราพรรณ เทียมปโยธร, พัชรียา บุญกอแก้ว และ ปราโมทย์ ไตรบุญ. 2553. **บัญชีรายการทรัพย์สินชีวภาพกล้วยไม้ไทย**. สำนักงานพัฒนาเศรษฐกิจจากฐานชีวภาพ, กรุงเทพฯ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พรรณี ชื่นนคร. 2550. **ศักยภาพการสังเคราะห์แสงและอัตราแลกเปลี่ยนก๊าซในรอบวันของใบกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์บอมโจ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2554. **ชีววิทยา 2**. โครงการตำราวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มูลนิธิ สอวน. พิมพ์ครั้งที่ 5. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

ลิลลี่ กาวีต๊ะ, มาลี ณ นคร, ศรีสม สุวรรณวงศ์ และ สุรียา ตันติวิวัฒน์. 2552. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

วิมลฉัตร สันตินรนนท์. 2543. **สาเหตุและแนวทางแก้ไขปัญหาดอกตูมเหลืองในกล้วยไม้หวายโซเนีย ‘เอียสกุล’**. วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมบุญ เตชะภิญญาวัฒน์. 2548. **สรีรวิทยาของพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 4. จามจุรีโปรดักท์, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2553. **สถิติการส่งออกกล้วยไม้**. แหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/oae_report/export_import.php, 27 มีนาคม 2557.

อบฉันท์ ไทยทอง. 2544. **กล้วยไม้เมืองไทย.** พิมพ์ครั้งที่ 2. บ้านและสวน, กรุงเทพฯ.

Ariningsun, P.C., F. Chen and Y.A. Chang. 2013. Effects of duration and temperature in simulated dark shipping on the subsequent performance of the Nobile-type *Dendrobium*. **HortScience** 48: 216-221.

Arthur, C.C. and M.S. Reid. 2001. 1-MCP blocks ethylene-induced petal abscission of *Pelargonium peltatum* but the effect is transient. **Postharvest Biology and Technology** 22: 169-177.

Bastide, B., D. Sipes, J. Hann, and I.P. Ting. 1993. Effect of severe water stress on aspects of crassulacean acid metabolism in *Xerosicyos*. **Plant Physiology** 103: 1089-1096.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bolhar-Nordenkampf, H.R., S.P. Long, N.R. Baker, G. Oquist, U. Schreiber, and E.G. Lechner. 1989. Chlorophyll fluorescence as a probe of the photosynthetic competence of leaves in the field: A review of current instrumentation. **Functional Ecology** 3: 497-514.

Bunya-atichart, K., S. Ketsa and W. G. van Doorn. 2006. High floral bud abscission and lack of open flower abscission in *Dendrobium* cv. Miss Teen: rapid reduction of ethylene sensitivity in the abscission zone. **Functional Plant Biology** 33: 539-546.

________________________. 2011. Ethylene-sensitive and ethylene-insensitive abscission in *Dendrobium*: correlation with polygalacturonase activity. **Postharvest Biology and Technology** 60: 71-74.

Chang, C.H., L. Nean and T.H. Chang. 2004. Flower and flower bud wilting in pot *Phalaenopsis* caused by ethylene and darkness, pp. 409-420 *In* **Proceeding s of 8th Asia Pacific Orchid Conference**. Thinan, Taiwan.

Chang, M.Y., W. Fang, P.H. Wu and C.C. Chen. 2009. Effect of artificial light supplement in transcontinental sea cargo on the flowering of young spiking *Phalaenopsis*. **ISHS Acta Horticulturae** 11: 16-19.

Cui, Y.Y., D.M. Pandey, E.J. Hahn and K.Y. Paek. 2004. Effect of drought on physiological aspects of crassulacean acid metabolism in *Doritaenopsis.* **Plant Science** 167: 1219-1226.

Ferrante, A., A. Trivellini, D. Scuderi, D. Romano and P. Vernieri. 2015. Post-production physiology and handling of ornamental potted plants. **Postharvest Biology and Technology** 100: 99-108.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Giulio, C. S., P. Mazzafera and M.S. Buckeridge. 2001. Effect of a drought period on the mobilization of non-structural carbohydrates, photosynthetic efficiency and water status in an epiphytic orchid. **Plant Physiology Biochemical** 39: 1009-1016.

Goh, C.J. and M. Kluge. 1989. Gas exchange and water relations in epiphytic orchids. **Vascular Plants as Epiphytes** 76: 139-166.

Hew, C.H. and J.W.H. Yong. 2004. **The physiology of tropical orchids in relation to the industry**. World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd, Singapore.

Hou, J.Y., T.L. Setter, and Y.C.A. Chang. 2010. Effects of simulated dark shipping on photosynthetic status and post-shipping performance in *Phalaenopsis* Sogo Yukidian 'V3'. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 135: 183-190.

Hou, J.Y., W.L. Lin, N. Lee, and Y.A. Chang. 2012. The residual effect of 1-MCP on protecting *Phalaenopsis* flowers against ethylene injury. **HortScience** 47: 1484-1489

Hye-Ji, K., R. Craig and K.M. Brown. 2007. Ethylene resistance of *Regal Pelargonium* is complemented but not replaced by 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology** 45: 66-72.

Kataoka, K. 2004. Change in sugar content of *Phalaenopsis* leaves before floral transition. **Scientia Horticultureae** 102: 121-132.

Ketsa, S. and N. Uthaichay. 2012. Effect of 1-MCP on senescence of *Dendrobium* flowers in simulated shipment for export. **ISHS Acta Horticulturae** 945: 375-380.

Lin, M.J. and B.D. Hsu. 2004. Photosynthetic plasticity of *Phalaenopsis* in response to different light environments. **Plant Physiology** 161: 1259-1268.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lopez, R.G. and E.S. Runkle. 2008. Low-temperature storage in fluences morphological and physiological characteristics of non-rooted cuttings of New Guinea impatiens (*Impatiens hawkeri*). **Postharvest Biology and Technology** 50: 95-102.

Martin, C.E. and J.N. Siedow. 1981. Crassulacean acid metabolism in the epiphyte *Tillandsia usneoides* L. (Spanish Moss). **Plant Physiology** 68: 335-339.

Medrano, H., J.M. Escalona, J. Bota, J. Gulias, and J. Flexas. 2001. Regulation of photosynthesis of C_3 plants in response to progressive drought: Stomatal conductance as a reference parameter. **Annals of Botany** 89: 895-905.

Michelle, L.J., E. Kim and S.E. Newman. 2001. Role of ethylene and 1-MCP in flower development and petal abscission in *Zonal Geraniums*. **HortScience** 36: 1305-1309.

Mittelheuser, C.J. and R.F.M. van Steveninck.1969. Stomatal closure and inhibition of transpiration induced by (RS)-abscisic acid. **Nature** 221: 281-282.

Paull, R.E., K.W. Leonhardt, T. Higaki and J. Imamura. 1995. Seasonal flowering of *Dendrobium* 'Jaquelyn Thomas' in Hawaii. **Scientia Horticultureae** 61: 263-272.

Philosoph-Hadas, S., O. Golan, I. Rosenberger, S. Salim, B. Kochanek and S. Meir. 2005. Efficiency of 1-MCP in neutralizing ethylene effects in cut flowers and potted plants following simultaneous or sequential. **Acta Horticulturae** 669: 321-328.

Pourtau, N., M. Mares, S. Purdy, N. Quentin, A. Ruel, and A. Wingler. 2004. Interactions of abscisic acid and sugar signaling in the regulation of leaf senescence. **Planta** 219: 765-772.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Roberts, J.A., Whitelaw C.A., Gonzalez-Carranza Z.H. and McManus M.T. 2000. Cell separation processes in plants models, mechanisms and manipulation. **Annals of Botany** 86: 223-235.

Sarntinoranont, V. and S. Wannakrairoj. 2010. The relationship between environment factors during the rain season and un-open floret yellowing in *Dendrobium* Sonia 'Ear Sakul". **Kasetsart Journal (Natural Sciences)** 44: 1016-1025.

Serek, M., E.J. Woltering, E.C. Sisler, S. Frello amd S. Sriskandarajah. 2006. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances** 24: 368-81.

Su, V., B.D. Hsu, and W.H. Chen. 2001. The photosynthetic activities of bare rooted *Phalaenopsis* during storage. **Scientia Horticulturae** 87: 311-318.

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

Tijskens, L.M.M., M. Sloof, E.C. Wilkinson and W.G. van Doom. 1996. A model of the effects of temperature and time on the acceptability of potted plants stored in darkness. **Postharvest Biology and Technology** 8: 293-305.

Trivellini, A., R. Jibran, L.M. Watson, E.M. O'Donoghue, A. Ferrante, K.L. Sullivan, P.P. Dijkwel and D.A. Hunter. 2012. Carbon deprivation-driven transcriptome reprogramming in detached developmentally arresting Arabidopsis imflorescences. **Plant Physiology** 60: 1357-1372.

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

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Zhang, H. and C. Zhou, 2013. Signal transduction in leaf senescence. **Plant Molecular Biology** 82: 539-545.

Zheng, X.N., Z.Q. Wen, R.C. Pan and C.S Hew.1992. Response of *Cymbidium* sinense to drought stress. **HortScience** 67: 295-299.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสง รุ่น LI-6400*XT* (Li-cor Inc., Lincoln, NE, USA)

ภาพผนวกที่ 2 เครื่องวัดความเขียวใบ รุ่น SPAD-502, JAPAN

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 3 เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ รุ่น Shimadzu GC-2014, JAPAN

ภาพผนวกที่ 4 ชั้นวางที่ใช้ในการส่งออกจากบริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด (TOC)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ - นามสกุล	นายภักดี ทิพย์ไกรลาศ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	20 กันยายน พ.ศ. 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดนครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต (พืชสวน) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	1. โล่เกียรติคุณ นิสิตที่มีผลการเรียนดีและบำเพ็ญประโยชน์ให้ภาควิชาพืชสวน 2556 2. รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 2 การนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ เรื่อง การศึกษาระยะช่อดอกที่เหมาะสมของกล้วยไม้สกุลหวายกระถางเพื่อจำลองการขนส่งทางเรือ ในการประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 53 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	1. ทุนนิสิตแลกเปลี่ยนโครงการ “Plant Environment Designing Program, 2014” Chiba University ประเทศญี่ปุ่น จากองค์การสนับสนุนนักศึกษาแห่งประเทศญี่ปุ่น (JASSO) 2. ทุนอบรม SEARCA Summer School, 2014 ภายใต้หัวข้อ “Food and Nutrition Security for Sustainable Development in Southeast Asia” จากศูนย์การศึกษาและวิจัยทางด้านเกษตรกรรมของชนชาติตะวันออกเฉียงใต้ (SEARCA) ประเทศฟิลิปปินส์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์