ผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'ขาวสนาน' และ *Dendrobium* 'BOM 17 K'

นางสาวไพบูลย์ หมุ่ยมาศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2550

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECTS OF CHITOSAN ON FLOWERING AND FLOWER QUALITY OF *Dendrobium* 'SANAN WHITE' AND *Dendrobium* 'BOM 17 K'

Miss Paiboon Muymas

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science Program in Botany

Department of Botany

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2007

Copyright of Chulalongkorn University

ชื่อหัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* ‘ขาวสนาน’ และ *Dendrobium* ‘BOM 17 K’
โดย	นางสาวไพบูลย์ หมุ่ยมาศ
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรา ลิมปนะเวช

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

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

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรา ลิมปนะเวช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ศุภจิตรา ชัชวาลย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. อรดี สหวัชรินทร์)

ไพบูลย์ หมุ่ยมาศ : ผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'ขาวสนาน' และ *Dendrobium* 'BOM 17 K' **(EFFECTS OF CHITOSAN ON FLOWERING AND FLOWER QUALITY OF *Dendrobium* 'SANAN WHITE' AND *Dendrobium* 'BOM 17 K')** อ.ที่ปรึกษา: ผศ.ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ อ.ที่ปรึกษาร่วม: ผศ. พัชรา ลิมปนะเวช, 111 หน้า.

การเปรียบเทียบผลการใช้ไคโตซาน O-80 ที่มีต่อการออกดอก คุณภาพของดอก และการหลุดร่วงของดอก ในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ 'ขาวสนาน' และ 'BOM 17 K' โดยให้ไคโตซาน 10 ppm ร่วมกับปุ๋ยสูตร 20-20-20 หรือ 21-21-21 ปริมาณ 5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร พ่นทุก 1 2 และ 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว เป็นเวลา 1 ปี พบว่า กล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกแบบไม้กระถาง การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอก ช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น มีจำนวนช่อดอก/ต้น จำนวนดอกย่อย/ช่อเพิ่มขึ้น และทำให้ดอกย่อยบานครบทั้งช่อเร็วขึ้น ส่วนในกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกแบบไม้กระถาง การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก ขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น และกระตุ้นให้ดอกย่อยบานครบทั้งช่อเร็วขึ้น สำหรับกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว การพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก จำนวนช่อดอก/ต้น จำนวนดอกย่อย/ช่อ และชะลอการสังเคราะห์เอทิลีน โดยแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยดอกแรกได้ การพ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อย 50% โดยแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ สามารถชะลออัตราการสังเคราะห์เอทิลีนออกไปได้อีก 10 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว การพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มการออกดอกให้เร็วขึ้น และชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยได้ การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น มีจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อเพิ่มขึ้น และการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ สามารถกระตุ้นแอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ให้เพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 โดยแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ภาควิชา	พฤกษศาสตร์	ลายมือชื่อนิสิต.....
สาขาวิชา	พฤกษศาสตร์	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ปีการศึกษา	2550	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4872402323 : MAJOR BOTANY

KEYWORD : CHITOSAN / ORCHID

PAIBOON MUYMAS : EFFECTS OF CHITOSAN ON FLOWERING AND FLOWER QUALITY OF *Dendrobium* 'SANAN WHITE' AND *Dendrobium* 'BOM 17 K'. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. KANOGWAN SERAYPHEAP, Ph.D., THESIS COADVISOR. ASST. PROF. PATCHRA LIMPANAVECH., 111 pp.

The comparison of potential effects of preharvest chitosan treatments on *Dendrobium* 'SANAN WHITE' and *Dendrobium* 'BOM 17 K' flowering, flower quality and floret abscission were investigated. Plants were sprayed with 10 ppm chitosan in combination with fertilizer formura (N-P-K) 20-20-20 or 21-21-21 5 g/1 L of water every 1, 2 and 4 weeks for one year compared with only fertilizer treated control. It was found that treatment with chitosan every 2 weeks tended to induce early flowering, promote floret opening and increase floret size, number of inflorescences and florets per plant in *Dendrobium* 'SANAN WHITE' pot plant. *Dendrobium* 'BOM 17 K' treated with chitosan every 4 weeks resulted in significant increases in number of inflorescences and florets per plant and this treatment also tended to increase inflorescence length, floret size and promote floret opening. *Dendrobium* 'SANAN WHITE' cut flower treated with chitosan every 1 week resulted in significant increases in inflorescence length, number of inflorescences and florets per plant and delayed ethylene production. Treatment with chitosan every 2 weeks tended to help retain petal color, prolong postharvest shelf life and induce activites of ascorbate peroxidase in *Dendrobium* 'SANAN WHITE' cut flower. In *Dendrobium* 'BOM 17 K' cut flower, treatments of chitosan at every interval can induce early flowering. Moreover, treatment with chitosan every 2 weeks tended to increase floret size, retain petal color and delay ethylene production, while treatment with chitosan every 1 week tended to prolong postharvest shelf life of *Dendrobium* 'BOM 17 K' cut flower by delaying the floret abscission. Treatment with chitosan every 4 weeks also induced ascorbate peroxidase enzyme activities in *Dendrobium* 'BOM 17 K' cut flower.

Department	Botany	Student's signature……..
Field of Study	Botany	Advisor's signature…….
Academic year	2007	Co- advisor's signature……..

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กนกวรรณ เสรีภาพ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรา ลิมปนะเวช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำต่างๆตลอดระยะเวลาในการทำวิจัย และตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้มีความสมบูรณ์ จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา บุญ-หลง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ศุภจิตรา ชัชวาลย์ และรองศาสตราจารย์ ดร. อรดี สหวัชรินทร์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้วิทยานิพนธ์ให้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัฐ พิชญางกูร ที่เอื้อเฟื้อไคโตซานในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดทั้งคำแนะนำและวิธีการใช้ต่างๆเป็นอย่างดี และอาจารย์ ดร. ธีรดา หวังสมบูรณ์ ที่ให้คำแนะนำในการทำวิจัยเกี่ยวกับการศึกษาแบคทีเรียที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณเจตน์ มีญาณเยี่ยม บริษัท กล้วยไม้ไทย จำกัด ที่กรุณาอนุเคราะห์พันธุ์กล้วยไม้และสถานที่ในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน) หรือ สวก. ที่สนับสนุนเงินทุนในโครงการการผลิตสารเร่งการเจริญและเพิ่มผลผลิตกล้วยไม้ไคโตซาน O-80 และกำหนดแผนการใช้ไคโตซาน O-80 ในกระบวนการผลิตกล้วยไม้ในประเทศไทยอย่างครบวงจร ปี 2550 (โครงการวิจัยย่อยที่ 2 เรื่อง โครงการการพัฒนาแผนการใช้ไคโตซานที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพผลผลิตกล้วยไม้สูงสุด) และภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ทุกท่านแห่งหน่วยงานวิจัยพืชผลหลังการเก็บเกี่ยว ฝ่ายปฏิบัติการวิจัยและเรือนปลูกพืชทดลอง สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์และคำแนะนำต่างๆ ในการใช้เครื่อง Gas Chromatograph

ขอขอบคุณ คุณฐปนา บางยี่ขัน และคุณชัชวาล วงศ์ชัย สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำต่างๆในการใช้เครื่องมือและการทำวิจัย

ขอขอบคุณ คุณสุคิด สืบนาม คุณสุขุมาภรณ์ แสงงาม คุณศรัญญา ยิ้มย่อง คุณนิตยา อัมรัตน์ คุณโยษิตา นะที และทุกท่านในภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับความช่วยเหลือด้านต่างๆ ตลอดระยะเวลาเรียน และการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณครอบครัว ญาติพี่น้อง และ Mr. Mark Costello ที่สนับสนุนในด้านการศึกษา ตลอดจนเป็นกำลังใจ ให้คำปรึกษา และความห่วงใยเสมอมา จนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้ด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย……ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ……จ

กิตติกรรมประกาศ……... ฉ

สารบัญ……..ช

สารบัญรูปภาพ……..ฌ

สารบัญตาราง……....ฎ

บทที่

1 บทนำ.....……....1

2 การตรวจเอกสาร……..……...5

สถานการณ์การผลิตและการส่งออกกล้วยไม้……5

ลักษณะทั่วไปของกล้วยไม้……...8

กล้วยไม้สกุลหวาย……8

การขยายพันธุ์กล้วยไม้……..9

การปลูกและการดูแลรักษา……..10

การเก็บเกี่ยวกล้วยไม้……...11

การวายของดอก……..14

การเปลี่ยนแปลงของสารสี……..15

การเปลี่ยนแปลงในเยื่อหุ้มต่างๆ……..…16

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลีบดอกกับส่วนอื่นๆของดอกไม้ภายหลังการถ่ายเรณูในดอก

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*)……..16

การวายของดอก และการทำงานของระบบแอนติออกซิเดนท์ (antioxidant system)..17

ไคติน-ไคโตซาน……20

วิธีการผลิตไคติน-ไคโตซาน……...22

การประยุกต์ใช้ไคตินและไคโตซาน……...24

3 วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย…...……...……...32

พืชทดลอง……...……32

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี……32

วิธีการทดลอง…….……....35

บทที่ หน้า

4 ผลการทดลอง……..……..……38
1. ผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพของช่อดอกของกล้วยไม้แบบกระถาง……..…38
ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรก……38
ความยาวช่อดอก……...39
ความกว้างของดอกย่อย…….....39
จำนวนช่อดอก/ต้น……40
จำนวนดอกย่อย/ช่อ……..40
ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ……41
2. ผลของไคโตซานต่อการออกดอก คุณภาพของดอก และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไม้แบบไม้ตัดดอก……54
ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรก……54
ความยาวช่อดอก……...54
ความกว้างของดอกย่อย……55
จำนวนช่อดอก/ต้น……55
จำนวนดอกย่อย/ช่อ……..56
การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก……...56
การสังเคราะห์เอทิลีน……...58
ระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย……58
จำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน……...60
ผลการศึกษาของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase……60
ผลการศึกษาของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase……61
5 อภิปรายผลการทดลอง……..89
6 สรุปผลการทดลอง……....96
รายการอ้างอิง……..98
ภาคผนวก……..105
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์……..…111

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	The Halliwell-Asada pathway (Ascorbate-glutathione cycle)……...…	18
2	โครงสร้างทางเคมีของไคติน……...…	21
3	โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน……..…	21
4	การผลิตสารไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง…….	23
5	ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….…..…	42
6	ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...…..…	42
7	ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……	43
8	ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..…….....……	43
9	ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……	44
10	ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……...……..44	
11	จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……...45	
12	จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..…..……...…45	
13	จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……..…….……46	
14	จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……...…46	
15	ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….....…47	

รูปที่ หน้า

16 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถาง หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...…47
17 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...……....….62
18 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..62
19 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..…….…….…63
20 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..……..…..63
21 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน…….…….…….....64
22 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน…….…..…..64
23 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน …….……...……...…65
24 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..……..……...…65
25 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….....…...……66
26 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..…….....……66
27 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……...…….……...…67
28 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..……...…67
29 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..……...…68
30 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……...…68

รูปที่ หน้า

31 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..……..……69

32 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..…...…69

33 ปริมาณเอทธิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...……70

34 ปริมาณเอทธิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..…70

35 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..…..……71

36 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……...……71

37 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...…..……72

38 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……...……73

39 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalaseของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกใน กาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..……75

40 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกใน กาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..……75

41 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……....…76

42 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..…76

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกดอกกล้วยไม้สดรายเดือนในปี 2547-2550……7

2 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถาง หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……48

3 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถาง หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……48

4 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……49

5 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……49

6 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……50

7 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……50

8 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้ รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……51

9 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้ รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……51

10 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้ รับ ไคโตซานที่แตกต่างกัน ……52

11 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ที่ปลูกในกระถางหลังการได้ รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……52

12 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถาง หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……53

13 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถาง หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……53

14 จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องปกติของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 10 และ 20……74

ตารางที่ หน้า

15 จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องปกติของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' วันที่ 0 10 และ 20……..……74

16 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...…...…..…77

17 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..77

18 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..……..……..…78

19 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..……..…..78

20 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….……..…....79

21 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….……..…..79

22 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……...…80

23 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน ……..……..……...…80

24 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน…….....……...……81

25 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……...……81

26 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' วันที่ 0 5 10 15 และ 20…….....…82

27 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' วันที่ 0 5 10 15 และ 20…….....…82

28 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..…...…83

29 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' วันที่ 0 5 10 15 และ 20…….....…83

ตารางที่ หน้า

30 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……..……..……84

31 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20……....……84

32 ปริมาณเอทธิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..…….85

33 ปริมาณเอทธิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……...……85

34 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……...…86

35 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว หลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..86

36 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalaseของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……87

37 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……87

38 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..…....…88

39 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน……..……..……..88

บทที่ 1

บทนำ

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*) เป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของประเทศไทย นิยมปลูกเลี้ยงเพื่อใช้งานทั้งในลักษณะไม้ตัดดอกและไม้กระถาง ปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้นำในการส่งออกดอกกล้วยไม้เมืองร้อนเป็นอันดับหนึ่งของโลก กระทรวงเกษตรและสหกรณ์กำหนดให้กล้วยไม้เป็นหนึ่งในสี่ของพืช Product Champion เนื่องจากเป็นพืชที่ทำรายได้สูงและมีปริมาณเพิ่มขึ้นทุกปี (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2549) กล่าวคือในปี 2547 มีปริมาณ 18,627 ตัน มีมูลค่า 2,136 ล้านบาท ในปี 2548 มีปริมาณ 21,207 ตัน มีมูลค่า 2,538 ล้านบาท ในปี 2549 มีปริมาณ 23,348 ตัน มีมูลค่า 2,490 ล้านบาท และในปี 2550 มีปริมาณ 24,564 ตัน มีมูลค่า 2,544 ล้านบาท (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2550) ตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ญี่ปุ่น อเมริกา และอิตาลี (กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ, 2551) อย่างไรก็ตามพบว่า ประเทศไทยประสบปัญหาในการส่งออกกล้วยไม้คือ บางช่วงฤดู เช่น ฤดูร้อนมีการออกดอกของกล้วยไม้น้อย ทำให้ไม่เพียงพอในการส่งออก มีการปนเปื้อนของเชื้อโรคและแมลงทำให้ผลผลิตมีคุณภาพต่ำ จึงต้องมีการใช้สารเคมีและฮอร์โมนต่างๆเพื่อกระตุ้นการออกดอก กำจัดเชื้อโรคและแมลง สารเคมีบางชนิดเป็นอันตรายทั้งต่อผู้ผลิต ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่งผลให้ต้นทุนในการผลิตสูงขึ้นด้วย

ดังนั้น แนวทางในการทำการเกษตรกรรมเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีปริมาณมาก คุณภาพดี ตรงตามมาตรฐานที่กำหนด คุ้มค่าต่อการลงทุน และมีขบวนการผลิตที่ปลอดภัยต่อเกษตรกรและผู้บริโภค มีการใช้ทรัพยากรที่เกิดประโยชน์สูงสุด เกิดความยั่งยืนทางการเกษตรและไม่ทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งสำคัญ ปัจจุบันมีการนำไคโตซานมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด ไคโตซาน เป็นสารอนุพันธ์ที่ได้จากการนำหมู่ acetyl ออกจากสารประเภทไคติน ซึ่งเป็นสารธรรมชาติที่พบว่าเป็นองค์ประกอบหนึ่งของผนังเซลล์ราและเปลือกสัตว์ประเภทกุ้ง ปู และยังพบได้ในแกนปลาหมึกอีกด้วย (รัฐ พิชญางกูร, 2543) ไคโตซานยังเป็นไบโอโพลิเมอร์ที่มีประจุทำให้มีคุณสมบัติอีกประการที่สำคัญ คือ ความสามารถของการจับกับไอออน (ion) ต่างๆ เช่น โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสเฟต และไนเตรตที่เป็นประโยชน์กับพืช แล้วจะค่อยๆปลดปล่อยสารอาหารเหล่านี้แก่พืช ไคโตซานจึงสามารถลดการชะล้างและช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น คุณสมบัติที่สำคัญอย่างยิ่งอีกประการหนึ่งของไคโตซานคือ คุณสมบัติทางชีวภาพที่สามารถออกฤทธิ์เป็นตัวกระตุ้น (elicitor) ต่อต้นพืชได้ โดยจะกระตุ้นระบบป้องกันตนเอง (defense mechanism) ของพืชทำให้พืชผลิตเอนไซม์และสารเคมีเพื่อป้องกันตนเองหลายชนิดทำให้พืชลดโอกาสที่จะถูกคุกคามโดยศัตรูพืชต่างๆได้ (Bautista–Baños et al., 2006)

จากการศึกษา ผลของไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของข้าว (*Oryza sativa* L. และ *Oryza japonica* cv. Xiushui) พบว่า ไคโตซานสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของข้าวได้ โดยวัดจากการสร้าง H_2O_2 การเพิ่มขึ้นของ phenylalanine ammonia lyase (PAL) และเอนไซม์ chitinase นอกจากนี้ยังพบว่า ไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลเล็กๆสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของข้าวได้ดีกว่าไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลขนาดใหญ่ โดยพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของ dimethylthiourea (DMTU) dihydroxycinnamic acid methyl ester (DHC), catalase และ ascorbate (Lin et al., 2005) โดยสารและเอนไซม์เหล่านี้สามารถกำจัด reactive oxygen species (ROSs) ได้ ซึ่งจะช่วยลดความเสียหายของเซลล์ แต่ในช่วงที่มีการเสื่อมสภาพของดอกไม้นั้นพืชจะมีความสามารถในการกำจัด ROSs ลดลง จึงเป็นสาเหตุให้เกิดภาวะที่เรียกว่า oxidative stress สูงขึ้น ส่งผลให้เกิดการเสื่อมสภาพและการตายของเซลล์ในที่สุด (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549) นอกจากนี้ จากการศึกษาการใช้ไคโตซานเคลือบผิวของแห้วจีน (*Eleochris tuberose* (Roxb.) Roem. & Schult) พบว่า ไคโตซานสามารถลดการเปลี่ยนสีของเปลือกแห้วจีนได้ โดยวัดได้จากการลดลงของอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL), polyphenol oxidase (PPO) และ peroxide (POD) รวมถึงการลดลงของปริมาณสาร phenolic compounds นอกจากนั้นไคโตซานยังช่วยชะลอการลดลงของ วิตามินซี และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) อีกทั้งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาแห้วจีนให้ยาวขึ้น ในขณะที่คุณภาพของผลผลิตยังคงเดิม (Pen and Jing, 2003)

การนำสารไคตินและไคโตซานมาเคลือบเมล็ดพืชช่วยให้เมล็ดพืชสร้างเอนไซม์ไคติเนสที่สามารถป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราได้ ส่งผลให้อัตราการงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นเนื่องจากมีเมล็ดที่รอดพ้นจากการทำลายของเชื้อรามากขึ้น(ภาวดี เมธะคานนท์, 2542) ไคโตซานยังมีผลต่อการเปิดปิดปากใบของพืชอีกด้วย (Lee et al., 1999) มีรายงานว่า ไคโตซานสามารถซึมผ่านเข้าทางปากใบมีผลในการช่วยลดการเกิดโรคโดยยับยั้งการเจริญของเชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัสที่ทำให้เกิดโรคในกลุ่มกล้วยไม้ได้ ไคโตซานสามารถเพิ่มอัตราการงอกของเมล็ดและการรอดชีวิตของต้นกล้าหลายชนิด (Wongchai et al., 2004) ช่วยเพิ่มอัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสม *Paphiopedilum bellatulum* x Paph. ‘Angthong’ ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยไคโตซานสามารถกระตุ้นให้กล้วยไม้งอกราก เกิดใบใหม่ และกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างและความยาวของใบเพิ่มขึ้นมากต่างจากต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างชัดเจน (ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว และคณะ, 2546) จากการศึกษาทดลองพ่นสารละลายไคโตซานที่มี 77.15 %DD สูตรโครงสร้างแบบ Oligomer 4-7 หน่วย ให้แก่กล้วยไม้สกุลแคทลียาลูกผสม *Brassolaeliocattleya* ‘Lucky Strike’ พบว่า เมื่อพ่นไคโตซานที่มีความเข้มข้น 10-20 ppm ทุก 1 สัปดาห์มีผลทำให้กล้วยไม้ชนิดนี้แตกหน่อเพิ่มมากขึ้นกว่าเดิม 2 เท่า (เมษัณฑ์ ปิยะอารีธรรม และคณะ, 2545) ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้น ยังได้มีการศึกษาในพืชกลุ่มดอกหรีด

Eustoma grandiflorum พบว่า หากได้รับไคโตซานความเข้มข้น 1% ด้วยวิธีรดลงดินที่ใช้ปลูกจะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและเร่งการออกดอกให้เร็วขึ้น (Ohta et al., 1999) การทดลองศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของดอกเยอบีร่า *(Gerbera jimesonii* Bolus*)* พบว่า ไคโตซานมีผลทำให้ความยาวของก้านดอก จำนวนใบ ความหนาและความยาวของใบและจำนวนดอกเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ (Wanichpongpan et al., 2000) การให้ไคโตซานแก่กล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'EISKUL' ที่ปลูกเลี้ยงในเรือนทดลองโดยการพ่นไคโตซานทางใบสามารถชักนำให้มีจำนวนช่อดอกต่อต้นและจำนวนดอกย่อยต่อช่อเพิ่มสูงขึ้น (Limpanavech et al., 2003) และยังทำให้เกิดการออกดอกได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอีกด้วย (Limpanavech et al., 2004) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานผลของการใช้ไคโตซานระหว่างการปลูกเลี้ยงต่อคุณภาพของดอก ระยะเวลาการบาน และอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้ ทั้งนี้ การใช้ไคโตซานเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรควรคำนึงถึง คุณภาพของสารไคโตซานที่ใช้ ปริมาณ และระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสม ประกอบกับการทดสอบในภาคสนามที่มีการผลิตตามสภาพจริงของเกษตรกรก็เป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ทราบข้อมูลผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอก ตลอดจนคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวายทั้งแบบไม้กระถางและแบบไม้ตัดดอกที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวายที่ปลูกเลี้ยงในกระถางและในกระบะกาบมะพร้าวเพื่อใช้งานแบบไม้ตัดดอกในสวนของเกษตรกร ซึ่งข้อมูลที่ได้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่การประยุกต์กับการผลิตกล้วยไม้ตลอดจนพืชชนิดอื่นต่อไป เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรนอกเหนือไปจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่มีผลต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภค และสิ่งแวดล้อม ทั้งยังนำไปสู่การส่งเสริมการใช้ไคโตซานที่ผลิตและพัฒนาขึ้นในประเทศไทยเพื่อลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ‘ขาวสนาน’ และกล้วยไม้สกุลหวาย ‘BOM 17 K’

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

1. ได้องค์ความรู้ใหม่เกี่ยวกับผลของการใช้ไคโตซานในระหว่างการปลูกเลี้ยงต่อการออกดอก คุณภาพดอก ระยะเวลาการบาน และอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้
2. ข้อมูลที่ได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการปลูกกล้วยไม้เชิงเศรษฐกิจ เพื่อเพิ่มผลผลิต คุณภาพของดอกกล้วยไม้และลดค่าใช้จ่ายในการลงทุน
3. เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรในการเลือกใช้ไคโตซานนอกเหนือไปจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่อาจมีผลต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้ผลิต และสิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของงานวิจัย

1. การศึกษาผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพของดอกของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกเลี้ยงในกระถาง
2. การศึกษาผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกเลี้ยงในกาบมะพร้าวเพื่อใช้งานแบบไม้ตัดดอก

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

สถานการณ์การผลิตและการตลาดกล้วยไม้

การปลูกกล้วยไม้เพื่อตัดดอกขายทั้งในประเทศและส่งออกไปต่างประเทศยังคงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง สำหรับประเทศไทยกล้วยไม้เป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีความสำคัญมากชนิดหนึ่ง โดยแต่ละปีมีการส่งออกกล้วยไม้คิดเป็นมูลค่าหลายพันล้านบาท (ตารางที่ 1) กล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายเป็นสกุลที่ปลูกมากที่สุด มีพื้นที่ปลูกประมาณ ร้อยละ 80 พันธุ์ที่ปลูกมากได้แก่ โจแดง บอม 17 เอียสกุล แอนนา ซากุระ ขาว 5N ขาวสนาน รองลงมาเป็น สกุลมอคคารา ออนซิเดียมและแวนดา แหล่งผลิตกล้วยไม้ตัดดอกส่วนใหญ่อยู่ในกรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี นนทบุรี พระนครศรีอยุธยา พื้นที่ที่มีการปลูกกล้วยไม้ตัดดอกหนาแน่น ได้แก่ เขตอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกมีประมาณ 2,000 ราย สำหรับการผลิตกล้วยไม้จำหน่ายต้นในปี 2550 มีพื้นที่ปลูกประมาณ 1,200 ไร่ ผลผลิต 48 ล้านต้น กล้วยไม้ที่ปลูกเพื่อจำหน่ายต้นมากที่สุดคือ สกุลหวาย รองลงมาเป็น สกุลแว้นดา สกุลฟาแลนอปซิส สกุลออนซิเดียม และสกุลแคทลียา แหล่งผลิตส่วนใหญ่อยู่ใน กรุงเทพมหานคร นครปฐม สมุทรสาคร ราชบุรี กาญจนบุรี นครราชสีมา และเชียงใหม่ จำนวนเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้จำหน่ายต้นทั่วประเทศมีประมาณ 500 ราย ในด้านการส่งออกปี 2550 ช่วงเดือนมกราคม-พฤศจิกายน ประเทศไทยส่งออกดอกกล้วยไม้ปริมาณ 22,323 ตัน มูลค่า 2,322 ล้านบาท ซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นแต่มูลค่าลดลงเนื่องจากค่าเงินบาทที่แข็งตัว โดยส่งไปประเทศญี่ปุ่นมากที่สุด คิดเป็นมูลค่า 743.9 ล้านบาท รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา 528.3 ล้านบาท อิตาลี 212.3 ล้านบาท สาธารณรัฐประชาชนจีน 205.6 ล้านบาท และอินเดีย 85.8 ล้านบาท ผู้ส่งออกดอกกล้วยไม้ของไทยมีจำนวนประมาณ 100 ราย ส่วนต้นกล้วยไม้ ระหว่างเดือนมกราคม – พฤศจิกายน 2550 ส่งออกปริมาณ 9.6 ล้านต้น มูลค่า 119 ล้านบาท ส่งไปประเทศเนเธอร์แลนด์มากที่สุด รองลงมาคือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่นและเกาหลีใต้ ผู้ส่งออกต้นกล้วยไม้ของไทยมีประมาณ 30 ราย สำหรับปี 2551 ประมาณการว่าพื้นที่ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกจะขยายตัวเพิ่มขึ้นเป็น 21,757 ไร่ เนื่องจากผลผลิตดอกกล้วยไม้ในช่วงเดือนเมษายน–มิถุนายนของปีที่ผ่านมา ยังมีปริมาณไม่เพียงพอกับการส่งออก ทำให้เกษตรกรสามารถขายดอกกล้วยไม้เกรดยาวสุดได้ราคาสูงถึงช่อละ 10 – 14 บาท จึงเป็นแรงจูงใจให้ปลูกเพิ่มขึ้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นการขยายการปลูกไปในพื้นที่ อ.นครชัยศรี อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม อ.โพธาราม อ.บ้านคา จ.ราชบุรี อ.ท่ามะกา จ.กาญจนบุรี และจังหวัดสุพรรณบุรี ขณะที่

พื้นที่ผลิตกล้วยไม้จำหน่ายต้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ส่วนการส่งออกคาดว่าจะขยายตัวเพิ่มขึ้น ทั้งการส่งออกดอกกล้วยไม้และต้นกล้วยไม้ เนื่องจากมีหลายปัจจัยที่เอื้ออำนวย เช่น จีน ซึ่งเป็นตลาดกล้วยไม้ที่สำคัญแห่งหนึ่งของไทยจะมีการจัดกีฬาโอลิมปิคทำให้มีความต้องการไม้ดอกไม้ประดับมากขึ้น ประเทศที่เป็นตลาดใหม่ เช่น อินเดีย และประเทศในยุโรปตะวันตกเริ่มมีความต้องการกล้วยไม้มากขึ้น ขณะที่กล้วยไม้ไทยมีพันธุ์ใหม่ๆ ออกสู่ตลาด และหน่วยงานราชการมีกิจกรรมส่งเสริมตลาดกล้วยไม้มากขึ้นและทำอย่างต่อเนื่องส่วนการปรับตัวของผู้ประกอบการกล้วยไม้ในปี 2551 ซึ่งยังคงเป็นปีที่มีปัญหาน้ำมันมีราคาสูงค่าเงินบาทที่แข็งเมื่อเทียบกับเงินดอลลาร์สหรัฐอเมริกา และเศรษฐกิจของสหรัฐอเมริกาอยู่ในสภาวะถดถอย ผู้ส่งออกกล้วยไม้ของไทยควรมีการปรับตัว โดยส่งออกกล้วยไม้ที่มีคุณภาพสูงขึ้น มีการบรรจุหีบห่อที่ดีขึ้นเพื่อให้ได้ราคาที่สูงคุ้มกับค่าระวางเครื่องบินที่เพิ่มขึ้น และลดความเสียหายระหว่างการขนส่ง รับซื้อกล้วยไม้จากสวนจำนวนน้อยสวนแต่ซื้อปริมาณสวนละมากๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพ มีการจัดการที่สามารถตรวจย้อนกลับสวนกล้วยไม้ได้ ไม่แข่งขันกันในตลาดโดยวิธีการตัดราคา รวมถึงจำหน่ายกล้วยไม้เป็นเงินสกุลบาทหรือสกุลอื่นที่ไม่ใช่เงินดอลลาร์สหรัฐอเมริกา ขณะที่เกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ก็ต้องมีการพัฒนาการผลิตให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพสูงขึ้น ตัดกล้วยไม้ที่มีจำนวนดอกบานตามมาตรฐาน มีการตรวจคุณภาพและการปะปนของศัตรูกล้วยไม้ก่อนส่งให้ผู้ส่งออก และขยายการปลูกกล้วยไม้พันธุ์ใหม่ๆ (กลุ่มส่งเสริมการผลิตไม้ดอกไม้ประดับ, 2551)

พื้นที่ปลูกกล้วยไม้สกุลหวายที่สำคัญของประเทศไทย คือ จังหวัดนครปฐม ราชบุรี สมุทรสาคร กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และพระนครศรีอยุธยา พื้นที่ปลูก ประมาณ 14,500 ไร่ สำหรับพันธุ์ของดอกกล้วยไม้สกุลหวายที่เป็นพันธุ์ส่งเสริม ได้แก่ โซเนีย(Sonia) หรือบอม(Bom) ปอมปาดัวร์(Pompadour) ขาวสนาน(Sanan White) แอนนา(Anna) ซากุระ(Sakura) ซาบิน(Sabin) อินทุวงศ์(Intuwong) ไวปาฮู (Waipahu) และขาว 5 เอ็น (Walter Oumae 5n) (ตลาดกลางสินค้าเกษตรแห่งประเทศไทย, 2551)

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณและมูลค่าการส่งออกดอกกล้วยไม้สดรายเดือนในปี 2547-2550 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2551)

เดือน	2547		2548		2549		2550	
	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า	ปริมาณ	มูลค่า
มกราคม	1,744	180.67	1,801	185.74	1,909	198.26	1,622	156.37
กุมภาพันธ์	1,419	151.38	1,828	189.78	1,838	198.06	1,835	193.94
มีนาคม	1,559	172.28	1,906	241.58	1,968	226.69	2,087	255.49
เมษายน	1,411	159.25	1,573	175.61	1,681	179.40	1,733	190.69
พฤษภาคม	1,218	153.71	1,743	191.42	1,687	206.62	1,961	228.79
มิถุนายน	1,064	132.09	1,310	169.18	1,582	182.93	1,608	180.15
กรกฎาคม	1,018	130.76	1,345	270.14	1,516	171.91	1,524	188.96
สิงหาคม	1,429	181.31	1,666	216.54	1,864	209.15	2,175	221.77
กันยายน	1,819	205.53	1,940	218.80	2,178	233.92	2,676	250.97
ตุลาคม	2,162	241.98	2,253	247.79	2,720	247.48	3,078	261.81
พฤศจิกายน	1,847	206.27	1,956	205.13	2,033	195.96	2,025	193.43
ธันวาคม	1,937	220.83	1,886	226.87	2,372	240.57	2,240	222.45
รวม	**18,627**	**2,136.06**	**21,207**	**2,538.58**	**23,348**	**2,490.95**	**24,564**	**2,544.82**

ปริมาณ : ตัน, มูลค่า: ล้านบาท

ลักษณะทั่วไปของกล้วยไม้

กล้วยไม้ จัดอยู่ในวงศ์ Orchidaceae กล้วยไม้เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยว เส้นใบขนานตามความยาวของใบ กล้วยไม้เป็นพืชที่มีรากกึ่งอากาศ ลำต้นที่เห็นโผล่พ้นจากเครื่องปลูกแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ ลำต้นแท้จริง มีข้อ ปล้อง เหมือนพืชทั่ว ๆ ไป ที่ข้อมีตาซึ่ง สามารถเจริญเป็นหน่อใหม่หรือช่อดอก กล้วยไม้ประเภทนี้ได้แก่ สกุลแวนด้า แมลงปอ ใบมีหลายลักษณะ ได้แก่ ใบแบน ใบกลม และใบร่อง กล้วยไม้อีกประเภทหนึ่งมีลำต้นเทียม เรียกว่า ลำลูกกล้วย (pseudobulbs) ทำหน้าที่สะสมอาหาร ตาที่อยู่ตามข้อบน ๆ ของลำลูกกล้วยสามารถแตกเป็นหน่อหรือช่อดอกได้ ลำต้นที่แท้จริงของกล้วยไม้ประเภทนี้ คือ เหง้า (rhizome) ซึ่งเจริญในแนวนอนไปตามผิวของเครื่องปลูก ลักษณะของเหง้ามีข้อและปล้องถี่ กล้วยไม้ในกลุ่มนี้ได้แก่ สกุลหวาย สำหรับดอกกล้วยไม้ประกอบด้วย กลีบดอก 6 กลีบ โดยเป็นกลีบดอกชั้นนอก 3 กลีบ และกลีบดอกชั้นใน 3 กลีบ กลีบชั้นนอก 2 กลีบที่อยู่ด้านข้างหรือด้านล่าง มีลักษณะเหมือนกันอีก 1 กลีบ อยู่ด้านบน อาจมีลักษณะแตกต่างออกไป ส่วนกลีบชั้นในที่อยู่ด้านข้าง 2 กลีบ มีลักษณะ เหมือนกันอีก 1 กลีบ ที่อยู่ด้านล่างมีลักษณะแตกต่างไปเรียกว่าปากหรือกระเป๋า (lip) ซึ่งมีประโยชน์สำหรับล่อเมลงเพื่อช่วยผสมพันธุ์ ดอกกล้วยไม้เป็นดอก สมบูรณ์เพศ มีส่วนของก้านเกสรตัวผู้รวมกับก้านและยอดเกสรตัวเมียเป็นอวัยวะเดียวกันเรียกว่า เส้าเกสร โดยอับเกสรตัวผู้อยู่ที่ส่วนปลายเส้าเกสรและยอดเกสรตัวเมียอยู่ใต้อับเรณู ลักษณะเป็นแอ่งตื้น ๆ ภายในมีเมือกเหนียวเพื่อช่วยในการผสมพันธุ์ สำหรับรังไข่ของดอกกล้วยไม้อยู่ตรงส่วนของก้านดอก

กล้วยไม้ต้องการสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโต เช่น น้ำที่สะอาด pH ประมาณ 5.2 – 6.2 แสงร้อยละ 40 – 60 อุณหภูมิ 25 – 32 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ ร้อยละ 50 –60 กล้วยไม้ที่ปลูกเป็นการค้าเพื่อตัดดอกมีหลายสกุล หลายชนิด (species) และหลายพันธุ์ (cultivars) กล้วยไม้ส่วนใหญ่เป็นแบบช่อดอก กล้วยไม้ที่ปลูกเพื่อตัดดอกส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium* spp.) (สายชล เกตุษา, 2531)

กล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*)

กล้วยไม้สกุลหวาย เป็นกล้วยไม้สกุลใหญ่ที่สุด มีการแพร่กระจายพันธุ์ออกไปในบริเวณกว้างทั้งในทวีปเอเชียและหมู่เกาะในมหาสมุทรแปซิฟิก นักพฤกษศาสตร์ได้จำแนกออกเป็นหมู่ประมาณ 20 หมู่ และรวบรวมกล้วยไม้ชนิดนี้ที่ค้นพบแล้วได้ประมาณ 1,000 species (พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล, 2551)

กล้วยไม้สกุลหวาย มีลักษณะการเจริญเติบโตแบบ sympodial คือ มีลำลูกกล้วย เมื่อลำต้นเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะแตกหน่อเป็นลำต้นใหม่และเป็นกอ ใบแข็งหนาสีเขียว ดอกมีลักษณะทั่วไปของกลีบชั้นนอกคู่บนและคู่ล่างขนาดยาวพอๆกันโดยกลีบชั้นนอกบนจะอยู่อย่างอิสระเดี่ยวๆ ส่วนกลีบชั้นนอกคู่ล่างจะมีส่วนโคน ซึ่งมีลักษณะยื่นออกไปทางด้านหลังของส่วนล่างของดอก

ประสานเชื่อมติดกับฐานหรือสันหลังของเส้าเกสร และส่วนโคนของกลีบชั้นนอกคู่ล่างและส่วนฐานของเส้าเกสรซึ่งประกอบกันจะปูดออกมา มีลักษณะคล้ายเดือยที่เรียกว่า “เดือยดอก” สำหรับกลีบชั้นในทั้งสองกลีบมีลักษณะต่างๆ กันแล้วแต่ชนิดพันธุ์ของกล้วยไม้นั้นๆ กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และ พันธุ์ ‘บอม 17 เค’ เป็นกล้วยไม้ที่มีการปลูกเลี้ยงเพื่อการค้าอย่างแพร่หลาย กล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์มีลักษณะดังต่อไปนี้

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ (*Dendrobium* ‘Sanan White’) มีลักษณะเด่นคือ มีสีพื้นกลีบดอกเป็นสีขาว ลักษณะดอกกึ่งฟอร์มกลม เป็นพันธุ์ที่ปลูกเลี้ยงง่าย ก้านช่อยาว ให้ผลผลิตดีดอกดก ในช่วงฤดูฝน มีกลิ่นหอมอ่อนๆ เมื่อสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงโดนฝนมักประสบปัญหาเรื่องดอกตูมร่วง/ฝ่อ การแตกหน่อใหม่ค่อนข้างช้า

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘บอม 17 เค’ (*Dendrobium* ‘BOM 17 K’) มีชื่อจดทะเบียนว่า *Dendrobium* Sonia ส่วน BOM เป็นชื่อ Code ที่ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใช้อักษรย่อจาก Bangkok Orchid Mericlone โดยเติมเบอร์ท้ายตัวอักษร เช่น BOM 16 หรือ BOM 17 กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’ มีลักษณะเด่นคือ มีกลีบเลี้ยง 3 กลีบ สีม่วงอมชมพูอ่อน-ขาว กลีบดอก 5 กลีบ มี 3 สีภายใน 1 ดอก สีม่วงอมชมพูเข้ม-ขาว บริเวณปาก (labellum) มีสีเข้มเด่นชัดกว่ากลีบอื่นๆ

การขยายพันธุ์กล้วยไม้

การขยายพันธุ์กล้วยไม้สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้ (ครรชิต ธรรมศิริ, 2547)

การตัดแยกลำหลัง กล้วยไม้ที่จะตัดแยกควรมีลำลูกกล้วยอย่างน้อย 4 ลำ ใช้มีดหรือกรรไกรตัดกิ่งชนิดใบบางสอดเข้าไประหว่างลำลูกกล้วยตัดให้ ขาด และใช้ปูนแดงทาแผลให้ทั่ว ลำหลังที่ถูกตัดขาดจะแตกหน่อเป็นลำใหม่ขึ้น เมื่อลำใหม่นี้เริ่มมีรากโผล่ก็ยกออกปลูกได้

การตัดชำ ใช้กับกล้วยไม้สกุลหวายที่ตาที่โคนลำแห้งตายไปแล้ว โดยนำลำหลังของหวายที่ตัดใบ ตัดรากออกหมดมาปักชำให้โคนลำฝังไปในทรายหยาบประมาณ 2-3 เซนติเมตร ห่างกัน 4-5 เซนติเมตร เก็บในที่มีแสงแดดค่อนข้างจัด รดน้ำให้โชก ตาที่อยู่ใกล้ปลายลำจะแตกเป็นลำใหม่เรียกว่า ตะเกียง เมื่อลำ ตะเกียงเริ่มเกิดรากก็ตัดเอาไปปลูกได้

การตัดแยกลำหน้าใช้มีดหรือกรรไกรตัดแยกลำหน้า 2 ลำติดกันแล้วนำไปปลูกได้เลย ซึ่งต่างจากการตัดแยกลำหลังที่ต้องปล่อยทิ้งไว้ให้แตกหน่อใหม่ จึงจะนำไปปลูกได้ ระยะเวลาที่เหมาะสำหรับตัดแยกลำหน้า คือ เมื่อลำหน้าสุดเริ่มมีรากและรากยาวไม่เกิน 1 เซนติเมตร

การเลี้ยงเนื้อเยื่อ การเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้หรือที่เรียกกันว่า "การปั่นตา" เป็นการขยายพันธุ์กล้วยไม้ที่ทำให้ได้ต้นที่มีลักษณะพันธุ์เหมือนเดิมเป็นปริมาณมากในเวลาอันรวดเร็ว โดยการนำเนื้อเยื่อจากส่วนต่างๆ ของกล้วยไม้ เช่น ตายอด ตาข้าง ปลายใบอ่อน มาเลี้ยงด้วยอาหารสังเคราะห์ในสภาพปลอดเชื้อและมีการควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ ให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโต ต้นที่ได้จากการขยายพันธุ์วิธีนี้ ส่วนใหญ่จะมีลักษณะเหมือนเดิม แต่อาจมีโอกาสกลายพันธุ์ไปในทางที่ดีขึ้นหรือเลวลงได้อยู่บ้าง ระยะเวลาในการเลี้ยงเนื้อเยื่อตั้งแต่เริ่มเลี้ยงจนถึงนำต้นไปปลูกได้ต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 10 เดือน แต่ส่วนใหญ่จะใช้เวลานานกว่านี้ ขึ้นอยู่กับชนิดของกล้วยไม้ ความสมบูรณ์ของหน่อ เทคนิคในการเลี้ยงเนื้อเยื่อ สูตรอาหารสังเคราะห์ และสภาพแวดล้อม การเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ในสภาพปลอดเชื้อเพื่อขยายพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเป็นเทคนิคที่เป็นที่ยอมรับว่ามีประโยชน์อย่างมากในเชิงการค้า

การขยายพันธุ์โดยการผสมเกสรและเพาะเมล็ด การขยายพันธุ์โดยการผสมเกสรนี้อาจทำให้ได้ลักษณะของกล้วยไม้จากการผสมเปลี่ยนไปบ้างแต่ไม่มากนัก การขยายพันธุ์เพื่อเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของกล้วยไม้ให้ดีขึ้น จำเป็นต้องคัดเลือกพันธุ์ที่ดีมาผสมกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อนำกล้วยไม้สกุลหวาย 2 ต้น ต้นหนึ่งดอกใหญ่ แต่สีไม่สด ช่อดอกไม่ยาว ส่วนอีกต้นหนึ่งดอกเล็ก แต่สีสด ก้านช่อยาว นำมาผสมกัน เพื่อให้ได้กล้วยไม้ที่มีลักษณะดีขึ้น ดอกใหญ่ สีสด ก้านช่อยาวและเลี้ยงง่ายขึ้น แต่ผลที่ได้จะสำเร็จตามต้องการหรือไม่ต้องรอจนกระทั่งกล้วยไม้ที่ผสมใหม่นั้นออกดอก

การปลูกและการดูแลรักษา

การปลูกกล้วยไม้สกุลหวายเพื่อการค้า นิยมปลูกในโรงเรือนหลังคาคลุมด้วยตาข่ายพรางแสง 50 –60 % นิยมใช้ต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ การแยกลำหรือแยกหน่อ โดยปลูกบนกาบมะพร้าวที่วางเรียงบนโต๊ะ หรือบนกาบมะพร้าวที่อัดเป็นแท่งสี่เหลี่ยมแล้ววางบน มีระยะปลูก 25 x 25 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้มีจำนวนต้นต่อไร่ ประมาณ 12,000 ต้น/ไร่

การดูแลรักษา ควรมีการให้ปุ๋ยทุก ๆ 7 วัน โดยใช้ปุ๋ยละลายน้ำ ในช่วงที่กล้วยไม้มีการเจริญเติบโตทางลำต้น ใช้สูตร 30-10-10, 20-20- 20 หรือ 21-21-21 ช่วงออกดอก ใช้สูตร 16-21-27 หรือ 10-20-30 สำหรับการให้น้ำ ควรใช้หัวฉีดแบบฝอยละเอียดพ่นละอองทุกเช้า – เย็น หรือเพิ่มช่วงบ่ายในฤดูแล้ง หรือในวันที่อากาศร้อนจัด นอกจากนี้ควรมีการตัดแต่งใบหรือลำที่เป็นโรคและลำที่ให้ดอกแล้วออก

ส่วนโรคกล้วยไม้ที่สำคัญ คือ โรคยอดเน่าหรือโรคเน่าเข้าไส้ (black rot) โรคดอกสนิมหรือจุดสนิม (flower rusty spot) โรคต้นเน่าแห้ง หรือโรคราเมล็ดผักกาด (stem rot, southern blight) โรคใบปื้นเหลือง (leaf spot) โรคใบจุด (leaf spot) โรคแอนแทรกโนส (Anthracnose) โรคราดำ (sooty mold) และ โรคเน่าเละ (soft rot) ซึ่งควรมีการป้องกัน กำจัด เฉพาะโรค สำหรับศัตรูพืชที่

สำคัญได้แก่ เพลี้ยไฟ (thrips) ไรแดง (mites) แมลงวันดอกกล้วยไม้ (orchid fly) เพลี้ยหอย (scale insects) การป้องกันกำจัดได้โดย ทำความสะอาดโรงเรือนเป็นประจำ เผาทำลายต้นที่เป็นโรค และฉีดด้วยสารป้องกันกำจัดแมลงและศัตรูพืช (ครรชิต ธรรมศิริ, 2547)

การเก็บเกี่ยวกล้วยไม้

การเก็บเกี่ยวเป็นขั้นตอนที่สำคัญ ซึ่งเปลี่ยนจากสภาพที่ดอกไม้ติดอยู่บนต้น มาอยู่ในสภาพที่ต้องมีการเก็บรักษาเพื่อส่งให้ถึงมือผู้บริโภคต่อไป อายุที่เหมาะสมในการตัดช่อดอกกล้วยไม้ ควรเป็นอายุที่หลังจากตัดแล้วดอกจะบานเต็มที่เมื่อถึงมือผู้บริโภค ดอกไม้แต่ละชนิดจะมีอายุการบานที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยภายในคือระดับของสารอาหารคาร์โบไฮเดรทที่อยู่ในดอกและก้านดอก และปัจจัยภายนอกที่มีผลต่ออายุการบานของดอกไม้ ได้แก่ ฤดูกาลและสภาพแวดล้อมที่ดอกกำลังบาน สำหรับกล้วยไม้มักจะตัดดอกหลังดอกเริ่มบานแล้วหลายวัน ดอกที่ตูมมักจะไม่บานและมักจะมีอายุการใช้งานสั้น ในรัฐฮาวาย ประเทศสหรัฐอเมริกา ดอกกล้วยไม้สกุลหวายจะเก็บเกี่ยวเมื่อดอกบาน 3 ใน 4 ของช่อ สำหรับประเทศไทย ผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้มักจะตัดดอกกล้วยไม้สกุลหวายเมื่อดอกบาน 3-4 ดอก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนดอกภายในช่อ แต่ส่วนใหญ่แล้วมักจะบานไม่เกินครึ่งช่อ ทำให้ผู้ซื้อตำหนิคุณภาพของดอกกล้วยไม้ไทย เนื่องจากดอกตูมจะร่วงไม่บาน ทำให้แลดูไม่สวยงามและนอกจากนี้อายุการใช้งานค่อนข้างสั้น เมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้จากประเทศสิงคโปร์ สาเหตุที่ผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ไทยตัดดอกกล้วยไม้เมื่อยังบานไม่เต็มที่ เนื่องจากหลายสาเหตุ ได้แก่ ต้องการที่จะขายให้ได้เงินเร็ว เป็นการประหยัดการดูแลรักษา ดอกกล้วยไม้จะมีตำหนิมากขึ้นถ้าให้อยู่กับต้นนานขึ้น โดยเฉพาะดอกสีขาวซึ่งมักจะพบตำหนิจากโรค แมลงและคราบสารเคมี ดังนั้นจึงควรจะหาวิธีการให้ผู้เลี้ยงตัดดอกกล้วยไม้เมื่อมีการบานที่เหมาะสม โดยอาจจะให้ราคาช่อดอกที่มีจำนวนดอกบานมากสูงกว่าช่อดอกที่บานน้อย (ครรชิต ธรรมศิริ, 2547)

นอกจากนี้สีดอกจะเป็นตัวบ่งชี้ถึงอายุที่เหมาะสมในการตัด ตลอดไปจนถึงอายุการใช้งาน บางชนิดสีเข้มขึ้น บางชนิดสีซีดลง การเปลี่ยนแปลงสีของสารกลุ่ม flavonoids โดยเฉพาะ anthocyanins จะเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงระดับ pH ของแวคิวโอล ภายในเซลล์ เช่น pH ต่ำจะเป็นสีแดง pH สูงกว่า 7 จะเป็นสีน้ำเงินหรือม่วง (สายชล เกตุษา, 2531)

สำหรับเวลาที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวไม้ดอก ส่วนใหญ่การตัดดอกไม้ที่มีใบติดมาด้วย เช่น กุหลาบ เบญจมาศ ดาวเรือง คาร์เนชั่น มักตัดในตอนเช้าหรือเย็นเพื่อลดการคายน้ำและการหายใจเนื่องมาจากอากาศที่ร้อนอบอ้าวโดยเฉพาะในฤดูร้อน สำหรับดอกกล้วยไม้ซึ่งไม่มีใบติดมาด้วย จึงสามารถตัดได้ทุกเวลาแล้วแต่สะดวก แต่ก็ควรให้ดอกที่ตัดได้รับความชื้นที่สูงและอุณหภูมิต่ำ การตัดควรใช้มีดหรือกรรไกรที่คมมากหรือสะอาด เพื่อป้องกันก้านดอกบริเวณที่ตัดมาไม่ให้ช้ำจะช่วยให้ดอกไม้ดูดน้ำได้ดี สำหรับกล้วยไม้กลุ่มที่หลังจากตัดดอกแล้ว ต้นยังคงเจริญเติบโตและให้ดอกต่อไป ต้องมีการระวังเป็นพิเศษเกี่ยวกับการติดเชื้อโดยเฉพาะเชื้อไวรัส ดังนั้นหลังจากตัดแต่ละครั้ง

จึงควรจุ่มมีดหรือกรรไกรในแอลกอฮอล์เข้มข้น 95% แล้วลนไฟจนแอลกอฮอล์ระเหยหมด เพื่อป้องกันเชื้อไวรัสกระจายจากน้ำเลี้ยงเซลล์ (cell sap) ของต้นหนึ่งไปยังอีกต้นหนึ่ง แต่การฆ่าเชื้อเครื่องมือทุกครั้งหลังตัดเป็นการไม่สะดวก ผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ส่วนใหญ่มักหักโคนก้านช่อบริเวณข้อด้วยมือมากกว่า 80% ซึ่งทำได้สะดวกแต่จะเกิดรอยช้ำบริเวณเหนือรอยที่หัก ทำให้ดอกกล้วยไม้ดูดน้ำได้น้อย ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวิธีการตัดให้ถูกต้องเพื่อให้ดอกกล้วยไม้มีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้ยังมีปัจจัยต่างๆที่สำคัญเกี่ยวข้องกับคุณภาพและอายุการใช้งานของกล้วยไม้ดังนี้

1. **อุณหภูมิ** เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นอัตราการหายใจของดอกไม้ที่ตัดมาจะสูงขึ้นตามไปด้วย การหายใจของดอกไม้เป็นส่วนหนึ่งของการเจริญเติบโต การแก่และยังให้ความร้อนอีกด้วย เช่น ดอกไม้ที่เก็บรักษาที่ 30 องศาเซลเซียส จะหายใจในอัตราที่เร็วกว่าดอกไม้ที่เก็บรักษาที่ 2 องศาเซลเซียส ถึง 4 องศาเซลเซียส ดังนั้นการแก่ เหี่ยวและร่วงของดอกไม้จะลดลงอย่างมากถ้าให้ความเย็นหรือให้อุณหภูมิต่ำแก่ดอกไม้ การให้ความเย็นอย่างรวดเร็วและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิที่เหมาะสมจะเป็นปัจจัยสำคัญในการรักษาคุณภาพและอายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้

2. **อาหาร** แป้งและน้ำตาลที่สะสมอยู่ในลำต้น ใบ กลีบดอกจะให้อาหารแก่ดอกไม้ที่ตัดมา เพื่อให้ดอกคงทน น้ำตาลเป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้ดอกตูมบาน ทั้งก่อนการจำหน่าย และเมื่อจำหน่ายจนถึงร้านค้าปลีกและผู้บริโภค ปริมาณแป้งและน้ำตาลจะถูกใช้ไปในกระบวนการต่างๆ โดยไม่สามารถได้รับเพิ่มเติมจากส่วนที่สังเคราะห์แสงอื่นๆ ดังนั้นการรักษาคุณภาพและอายุการใช้งานของดอกไม้จึงจำเป็นต้องให้น้ำตาลเติมแก่ดอกไม้

3. **น้ำ** ดอกกล้วยไม้หลังจากตัดจากต้นมีอัตราการสูญเสียน้ำค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับดอกไม้ชนิดอื่นๆ และยังคงความสดได้อีกหลายชั่วโมงแม้ว่าจะไม่ได้รับน้ำเพิ่มเติม อย่างไรก็ตามหลังจากตัดดอกกล้วยไม้หรือระหว่างการขนส่ง ควรเก็บดอกกล้วยไม้ไว้ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์มากว่า 95% เพื่อลดการสูญเสียน้ำ อุณหภูมิต่ำ จะช่วยเสริมในการลดการสูญเสียน้ำ แม้ว่าดอกกล้วยไม้จะสูญเสียน้ำไปมากแต่ก็สามารถที่จะดูดน้ำเข้าไปได้โดยไม่มีการขัดขวางการดูดน้ำในก้านดอก ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดน้ำในช่วงปักแจกันหรือใช้งานของดอกกล้วยไม้ได้แก่

ฟองอากาศ ฟองอากาศจะเกิดขึ้นในช่วงที่ตัดก้านดอก ฟองอากาศนี้จะเคลื่อนที่ขึ้นไปไม่ได้มาก ดังนั้นสารละลายที่ก้านดอกดูดขึ้นไปก็จะถูกขัดขวางไม่ให้เคลื่อนที่ขึ้นไปด้วย ฟองอากาศสามารถที่จะถูกกำจัดได้โดยการตัดปลายก้านดอกทิ้งยาวประมาณ 1 นิ้ว ใต้น้ำหรือสารละลายที่อยู่ในสภาพเป็นกรด (pH 3 ถึง 4) หรือใส่ปลายก้านดอกในสารละลายที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส

การอุดตันจากจุลินทรีย์ เชื้อราและแบคทีเรียจะเจริญเติบโตในน้ำและจะยิ่งเร่งการเจริญเติบโตโดยสารอินทรีย์ที่ปลดปล่อยออกมาจากรอยตัด สารที่จุลินทรีย์สร้างและตัวจุลินทรีย์เองจะปิดกั้นระบบการส่งน้ำในก้านดอก ดังนั้นสารละลายที่ใช้ในการแช่ก้านดอกกล้วยไม้จะต้อง

ป้องกันการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ สารละลายที่มีสภาพเป็นกรดจะยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

คุณภาพน้ำ น้ำกระด้างจะมีแร่ธาตุปะปนอยู่มากทำให้มีสภาพเป็นด่าง น้ำที่มีสภาพเป็นด่างจะไม่เคลื่อนที่เข้าสู่ก้านดอก จึงทำให้อายุการปักแจกันหรืออายุการใช้งานลดลง ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยนำเอาแร่ธาตุออกจากน้ำโดยใช้เครื่อง deionizer หรือทำให้น้ำมีสภาพเป็นกรด ไอออนของแร่ธาตุบางตัวในน้ำประปาจะเป็นพิษต่อไม้ตัดดอกหลายชนิด เช่น โซเดียมเป็นพิษต่อดอกคาร์เนชั่นและดอกกุหลาบ ฟลูออไรด์เป็นพิษต่อดอกเยอบีร่า ฟลูออไรด์ปริมาณความเข้มข้นต่ำแม้เพียง 1 ส่วนในล้าน (ppm) ในน้ำดื่มก็มากเพียงพอที่จะทำลายดอกแกลดิโอลัส ดอกกุหลาบและดอกฟรีเซีย แต่ผลของไอออนต่อดอกกล้วยไม้ยังไม่มีรายงานการศึกษาวิจัยที่ชี้ชัดนัก

4. เอทิลีน เอทิลีนจะถูกปลดปล่อยออกมาจากผลไม้สุกและจากการเผาไหม้ของสารอินทรีย์ เช่น น้ำมันแกสโซลีน ถ่าน ฟืนและยาสูบ ระดับเอทิลีนที่สูงกว่า 100 ส่วนในพันล้าน (ppb) จะเร่งการแก่ของดอกไม้ที่ตอบสนองต่อเอทิลีน ดอกกล้วยไม้ส่วนใหญ่จะเหี่ยวและตายอย่างรวดเร็วถ้าได้รับเอทิลีนแม้เพียงความเข้มข้นที่ต่ำ ซึ่งส่งผลต่อการแก่ของดอกไม้ในวงศ์กล้วยไม้ เอทิลีนเป็นฮอร์โมนพืชที่ทำให้เกิดกระบวนการแก่ตามธรรมชาติของกล้วยไม้ การถ่ายละอองเกสรหรือการเอาก้อนเรณูออกจะทำให้กลีบดอกผลิตเอทิลีนขึ้น มีผลให้สีดอกเปลี่ยนและเหี่ยวอย่างรวดเร็ว กล้วยไม้หลายสกุลตอบสนองต่อเอทิลีนแตกต่างกัน เช่น สกุลแวนด้าตอบสนองมาก สกุลแคทลียา สกุลซิมบิเดียมและสกุลรองเท้านารีตอบสนองเล็กน้อย สกุลออนซีเดียมและสกุลหวายไม่ค่อยตอบสนอง

ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงเอทิลีน โดยออกแบบและจัดพื้นที่ที่คัดแยกบรรจุหีบห่อ เก็บรักษาและขนส่งดอกกล้วยไม้ให้ได้รับแกสนี้น้อยที่สุด และต้องมีการระบายอากาศที่ดีเพื่อขับไล่แก๊สนี้ออกไป การเก็บรักษาดอกกล้วยไม้ในที่เย็นจะช่วยลดการสร้างเอทิลีน ซึ่งทำให้การตอบสนองของดอกกล้วยไม้ลดลงตามไปด้วย

5. ความเสียหายจากอุปกรณ์และเครื่องมือ ดอกกล้วยไม้ที่มีคุณภาพดีจะต้องไม่มีผลหรือร่องรอยที่เกิดจากอุปกรณ์และเครื่องมือ เช่น กลีบดอกและก้านดอกฉีกขาด หักหรือช้ำ รอยแผลเหล่านี้ทำให้โรคเข้าทำลายได้ง่ายและรวดเร็ว การสูญเสียน้ำจะเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะบริเวณรอยตัดจะทำลายผิวที่ช่วยลดการคายน้ำ ก็ยิ่งทำให้สูญเสียน้ำมากขึ้น นอกจากนี้การหายใจและการสร้างเอทิลีนจะเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งจะยิ่งไปลดอายุการเก็บรักษาและการใช้งานของดอกไม้

6. การทำลายของโรคและแมลง การทำลายของโรคและแมลงในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย จะมีความรุนแรงมากกว่าเขตอื่น เนื่องจากสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิและความชื้นสูง ดอกกล้วยไม้มักจะถูกทำลายโดยโรคและแมลงหลายชนิดดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น การย้ายดอกกล้วยไม้จากที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำมายังที่ที่อุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อการขนส่งจะเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำบริเวณดอก ซึ่งทำให้โรคจากเชื้อราเข้าทำลายได้โดยง่าย ดังนั้นจึงควรมีการดูแลรักษาที่ดี

ตั้งแต่ก่อนการเก็บเกี่ยว การทำความสะอาดโรงเรือนให้ถูกต้องและการควบคุมอุณหภูมิให้เหมาะสมไม่ให้เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำที่ดอกไม้มากนัก (ครรชิต ธรรมศิริ, 2547)

การวายของดอก (flower senescence)

ดอก จัดเป็นอวัยวะที่พืชใช้ประโยชน์สั้นที่สุดในบรรดาอวัยวะต่างๆโดยใช้ประโยชน์เพื่อการผสมพันธุ์เท่านั้น ดังนั้นดอกจึงมีกระบวนการวายชัดเจน โดยแสดงอาการเหี่ยวและหลุดร่วงออกจากต้น เมื่อได้รับการถ่ายละอองเรณูแล้ว ระหว่างกระบวนการวายในดอก พบการเปลี่ยนแปลงต่างๆเช่นเดียวกับที่พบในแหล่งอื่นของพืช กล่าวคือ พบการหายใจและการผลิตเอทิลีนสูงขึ้น มีการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ตลอดจนกรดนิวคลิอิก ซึ่งเป็นองค์ประกอบของเซลล์และสารพันธุกรรม และพบการเคลื่อนย้ายโมเลกุลของสารประกอบที่ถูกย่อยเหล่านี้ออกจากส่วนหนึ่งของดอกไปยังอีกส่วนหนึ่ง โดยเฉพาะไปยังรังไข่ในกรณีที่มีการถ่ายละอองเรณู กระบวนการวายในดอกจึงเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเพื่อการสงวนอาหารหรือพลังงานที่พืชสังเคราะห์ขึ้นได้ กระบวนการย่อยต่างๆระหว่างการวายของดอก ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนเอทิลีนเป็นสำคัญและการสื่อสารกันระหว่างส่วนต่างๆของดอกไม้โดยเอทิลีน ทั้งในกรณีที่เกิดหรือไม่เกิดการถ่ายเรณู

ภายหลังการเก็บเกี่ยวมีการเปลี่ยนแปลงภายในดอก เช่นเดียวกับดอกที่ยังอยู่บนต้น แต่กระบวนการวายและการเสื่อมสภาพต่างๆเกิดได้เร็วขึ้น เนื่องจากดอกภายหลังการเก็บเกี่ยวขาดแหล่งอาหารเข้ามาทดแทนส่วนที่ใช้ไปในการเปลี่ยนแปลงต่างๆ การยืดอายุดอกภายหลังการเก็บเกี่ยว จึงต้องใช้สารอาหารทดแทน เช่น น้ำตาล และพยายามลดบทบาทของเอทิลีนลง ไม่ว่าจะโดยการยับยั้งการสร้างเอทิลีน การกำจัดเอทิลีนออกไปตลอดจนการยับยั้งการทำงานของเอทิลีน นอกจากนั้นภายหลังการเก็บเกี่ยวอาจเกิดการอุดตันของท่อน้ำในก้านดอก ทำให้ไม่สามารถลำเลียงน้ำจากก้านดอกขึ้นไปหาตัวดอกได้เพียงพอ เหมือนกับตอนที่ดอกยังอยู่บนต้น ภายหลังการเก็บเกี่ยวต้องพยายามช่วยให้ดอกดูดน้ำขึ้นไปได้ดี โดยการควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในสารละลายปักแจกัน มิให้เพิ่มจำนวนหรือสร้างสารเข้าไปอุดตันท่อน้ำของดอกไม้ จึงจะสามารถมีอายุการใช้งานได้ยาวนาน (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

ดอกไม้หลายชนิด เช่น ดอกฝ้าย ผักบุ้งฝรั่ง ชบา และมะลิลา มีอัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงขึ้นมาก ก่อนที่ดอกจะแสดงอาการเหี่ยว (หรือหลุดร่วง) (กาญจนา บุญเรือง, 2548) ในดอกคาร์เนชั่น พบว่า อัตราการผลิตเอทิลีนเพิ่มสูงสุดถึง 50-200 เท่าของอัตราพื้นฐาน อัตราการผลิตเอทิลีนนี้มีความสัมพันธ์กับอายุของดอก ดอกที่มีการผลิตเอทิลีนมากมีอายุสั้นกว่าดอกที่มีการผลิตเอทิลีนน้อยอย่างเห็นชัดเจน (Van Doorn et al., 1993) แต่สำหรับดอกเบญจมาศไม่พบการเพิ่มขึ้นจากการกระตุ้นของเอทิลีน การเพิ่มขึ้นของการผลิตเอทิลีนในดอกไม้นี้ถูกกระตุ้นได้ด้วยเอทิลีนเอง และจากการทดสอบด้วยโปรไพลีนซึ่งกระตุ้นการผลิตเอทิลีนให้มากขึ้นแสดงว่า การผลิตในช่วงดังกล่าวเป็นการผลิตแบบตัวเอง autocatalytic ethylene production เช่นเดียวกับในระหว่างการสุก

ของผลไม้ประเภท climacteric นอกจากการเพิ่มขึ้นของการผลิตเอทิลีนในกลีบดอกแล้ว ยังพบว่าในส่วนต่างๆของดอกมีการผลิตเอทิลีนเพิ่มมากขึ้นด้วยและอาจมีการตอบสนองต่อเอทิลีนในช่วงเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงสันนิษฐานได้ว่า เอทิลีนน่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการส่งถ่ายสัญญาณในการควบคุมกระบวนการวายในส่วนต่างๆของดอก (Woodson, 1994) การศึกษาในระดับโมเลกุลพบว่า มีการแสดงออกของยีนโดยมีปริมาณ mRNA เพิ่มขึ้นในขณะที่และ/หรือก่อนที่ดอกคาร์เนชั่นจะเหี่ยว และเมื่อวิเคราะห์ยีนเหล่านี้พบว่า ลำดับของเบสใกล้เคียงกับยีนของ ACC synthase (*ACS*) และACC oxidase (*ACO*) ซึ่งกระตุ้นปฏิกิริยาเปลี่ยน SAM เป็น ACC และ ACC เป็นเอทิลีนตามลำดับ การทดลองถ่ายยีน antisense *ACO* ให้กับคาร์เนชั่นทำให้มีการผลิตเอทิลีนต่ำลงและกลีบดอกคาร์เนชั่นก็มีกระบวนการวายช้าลงด้วย

การเปลี่ยนแปลงของสารสี

ระหว่างการวายของกลีบดอก การเปลี่ยนสีเป็นสิ่งที่เห็นได้ชัดเจนที่สุด ดอกไม้หลายชนิดเปลี่ยนสีได้ระหว่างการพัฒนาของดอก จากการศึกษาพบว่ามีดอกไม้อย่างน้อย 77 วงศ์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงของสีดอก และพบว่าการเปลี่ยนสีของดอกไม้เหล่านี้ขึ้นอยู่กับการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของแอนโทไซยานิน แคโรทีนอยด์ และ บีตาเลน รวมทั้งการเคลื่อนที่ของส่วนของดอกก็ทำให้สีของดอกไม้เปลี่ยนไปได้ กลไกการเปลี่ยนสีของกลีบดอกพบมากที่สุดได้แก่ การเพิ่มขึ้นของแอนโทไซยานิน ในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย ‘ปอมปาดัวร์’ ปริมาณแอนโทไซยานินในระยะดอกตูม อายุไม่เกิน 37 วัน มีการสะสมแอนโทไซยานินเพิ่มขึ้นไปจนถึงจุดสูงสุดภายในสัปดาห์เดียว และคงที่อยู่จนถึงระยะดอกแย้ม หลังจากนั้นจึงลดลงเมื่อดอกบาน ภายหลังดอกบานปริมาณแอนโทไซยานินไม่เปลี่ยนแปลงมากนักแม้ว่าดอกเริ่มเหี่ยวแล้ว (เอกวิทย์ ตรีเนตร, 2540)

เชื่อกันว่า การเปลี่ยนสีของดอกไม้ชนิดต่างๆนี้ ช่วยในการนำทางสำหรับแมลงให้สามารถแยกแยะได้ระหว่างดอกไม้ที่เพิ่งบานและดอกไม้ที่บานนานแล้ว การเปลี่ยนแปลงสีของดอกไม้หลังการเก็บเกี่ยว เช่นการเปลี่ยนสีของดอกคาร์เนชั่นและดอกกุหลาบ จากสีแดงเป็นสีม่วงคล้ำทำให้อายุการใช้งานสั้นลง จากการศึกษาพบว่า การเปลี่ยนสีดังกล่าวเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของ pH ภายในแวคิวโอลของเซลล์ในกลีบดอก และพบว่า เอทิลีนสามารถกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีม่วงคล้ำขึ้นได้ ดังนั้นสารละลายที่ใช้ในการปักแจกันซึ่งมีสารยับยั้งการสังเคราะห์เอทิลีนหรือยับยั้งการทำงานของเอทิลีน เช่นไอออนของเงินจึงป้องกันการเกิดการเปลี่ยนสีจากสีแดงเป็นสีม่วงคล้ำได้ ในดอกมะลิลาสีขาว มักพบว่าบางครั้งมีการเปลี่ยนเป็นสีม่วง ทั้งนี้เพราะถูกกระตุ้นด้วยเอทิลีนเช่นกัน ซึ่งแสดงว่าภายในดอกมะลิลา ก็มีสารแอนโทไซยานินอยู่ด้วย (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

การเปลี่ยนแปลงในเยื่อหุ้มต่างๆ

ระหว่างการวายของกลีบดอกพบว่าสารต่างๆรวมทั้งสารสี กรดอะมิโน น้ำตาลรวมทั้งไอออนต่างๆรั่วไหลออกจากเซลล์ การศึกษาทางกายภาพในระยะหลัง ทั้งด้วยกล้วยจุลทรรศน์ธรรมดาและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนต่างพบว่าเยื่อต่างๆเสื่อมสภาพลง ทั้งเยื่อหุ้มเซลล์และเยื่อหุ้มแวคิวโอล (tonoplast) การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเหล่านี้สังเกตได้จากการสร้างถุงเล็ก (vesicle) ขึ้น โดยการตลบเข้า (invaginate) ของเยื่อหุ้มแวคิวโอลเข้าไปในไซโทพลาสซึมจนกระทั่งเยื่อหุ้มแตกสลายลงทั้งหมด ลักษณะการเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มเหล่านี้มักพบเมื่อกลีบดอกเริ่มแสดงอาการเหี่ยวหรือหลุดร่วงออกจากดอกแล้ว การเสื่อมสภาพของเยื่อหุ้มดังกล่าว เป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงในองค์ประกอบทางเคมีของเยื่อหุ้ม ซึ่งประกอบด้วยทั้งการลดลงของการสร้างและการเพิ่มขึ้นของการทำลายไขมันชนิดต่างๆซึ่งเป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้ม การเปลี่ยนแปลงเหล่านี้เกิดขึ้นก่อนการรั่วไหลของสารต่างๆค่อนข้างนาน และก่อนที่จะเห็นการเปลี่ยนแปลงใดๆด้วยตาเปล่าในดอกไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลีบดอกกับส่วนอื่นๆของดอกไม้ภายหลังการถ่ายเรณูในดอกกล้วยไม้สกุลหวาย (*Dendrobium*)

การถ่ายเรณูทำให้ดอกไม้สกุลหวายเสื่อมสภาพลงเร็วกว่าดอกไม้ที่ไม่ได้รับการถ่ายเรณูมาก โดยมีการโค้งงอของก้านดอก ทำให้ดอกคว่ำ กลีบดอกลู่ลง กลีบดอกบริเวณปากอาจเปลี่ยนเป็นสีเหลือง สังเกตเห็นริ้วบนกลีบดอกได้ชัดเจนและมีอาการสีซีดหรือมีอาการฉ่ำน้ำ (สายชล เกตุษา, 2531) อัตราการเสื่อมสภาพของดอกที่ได้รับการถ่ายเรณูขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของเรณู กล่าวคือ ถ้าปริมาณเรณูมากการวายของกลีบดอกก็เกิดได้เร็วขึ้น เรณูจากกล้วยไม้สกุลหวายต่างสายพันธุ์ส่งผลให้อัตราการวายเกิดขึ้นช้าเร็วต่างกัน เรณูที่มีปริมาณ ACC มาก หรือองอกเข้าไปผสมกับไข่ได้จะส่งผลให้เกิดการวายอย่างรวดเร็ว (กนกพร บุญญะอติชาติ, 2541)

การวายของดอก และการทำงานของระบบแอนติออกซิเดนท์ (antioxidant system)

Reactive oxygen species (ROSs) สามารถชักนำให้เกิดการวายของดอกและการหลุดร่วงของใบรวมทั้งการเสื่อมสภาพของผลผลิตสดที่เก็บเกี่ยวมาแล้ว เช่น การเหี่ยวของดอกไม้ ROSs อาจไม่ใช่เพียงของเสียที่มาจากเมเทบอลิซึมของสิ่งมีชีวิตและก่อให้เกิดการชราเท่านั้น แต่อาจถูกสร้างหรือผลิตขึ้นเพื่อประโยชน์ โดยเฉพาะในการเป็นสัญญาณอย่างหนึ่งที่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสิ่งมีชีวิตเพื่อตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อมภายนอกที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ในสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อพืช เช่นอุณหภูมิสูงหรือต่ำเกินไป ภาวะแห้งแล้ง ภาวะเค็ม หรือสารกำจัดวัชพืช พืชมีการสร้าง ROSs ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อเซลล์เพิ่มขึ้น (Allen et al., 1997) เช่น hydrogen peroxide (H_2O_2), hydroxyl radical ($^{\cdot}OH$) และ superoxide anions ($^{\cdot}O_2^-$) เรียกสภาวะที่เซลล์มีปริมาณ ROSs สูงจนทำให้เกิดความผิดปกติของเซลล์นี้ว่า oxidative stress (Inze and Montagu, 1995) กลไกหลักในการกำจัด ROSs ประกอบด้วย non-enzymatic antioxidant system และ enzymatic antioxidant system ซึ่งทำงานรวมกันเป็นระบบต้าน ROSs (antioxidant system) เอนไซม์หลักในระบบต้านประกอบด้วย superoxide dismutase (SOD), ascorbate peroxidase (APX) และ catalase (CAT)

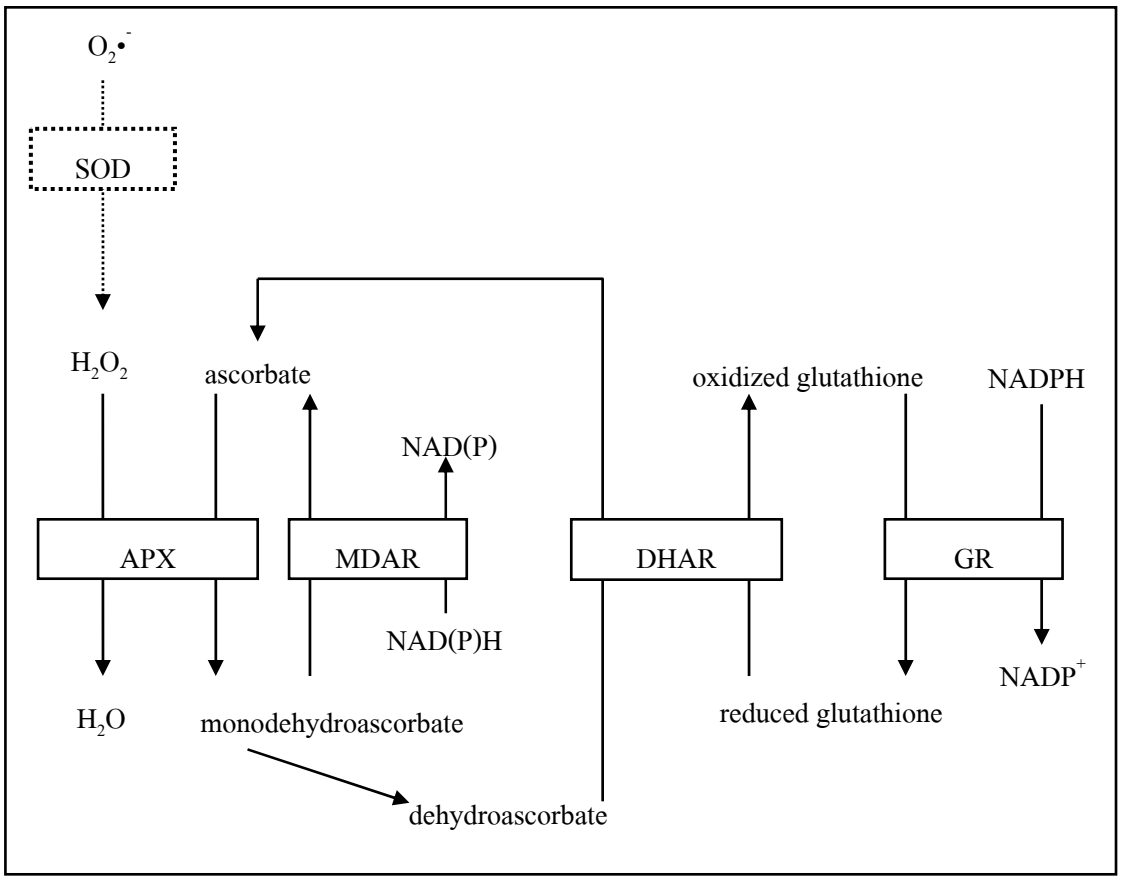
SOD เป็นเอนไซม์ที่มีโลหะเป็นส่วนประกอบ เช่น MnSOD Cu/ZnSOD และ FeSOD และเป็นเอนไซม์ที่พบได้ทั้งในส่วน mitochondria cytoplasm และ chloroplast (Inze and Montagu, 1995) เอนไซม์ SOD สามารถกำจัด superoxide anions ได้ดังสมการ

$$2\ O_2{\bullet}^- + 2H^+ \xrightarrow{SOD} H_2O_2 + O_2$$

CAT เป็นเอนไซม์ที่อยู่ใน peroxisomes (Inze and Montagu, 1995) มีหน้าที่กำจัด H_2O_2ที่เกิดจากการหายใจเชิงแสง (photorespiration) และ ß-oxidation ของกรดไขมันที่ glyoxysome (Inze and Montagu, 1995) โดยสามารถกำจัด H_2O_2 ได้ดังสมการ

$$2H_2O_2 \xrightarrow{CAT} 2H_2O + O_2$$

นอกจากนี้ยังมีเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ขจัด ROSs ที่มีการทำงานเป็นวัฏจักรที่เรียกว่า Halliwell-Asada pathway หรือ ascorbate-glutathione cycle เช่น เอนไซม์ APX เอนไซม์ GR เอนไซม์ DHAR เอนไซม์ MDAR เป็นต้น ซึ่งทำงานร่วมกับสาร antioxidant อื่นๆที่ไม่ได้เป็นเอนไซม์ ได้แก่ สารโมเลกุลเล็กๆเช่น α-tocopherol (vitamin E), β-carotene, ascorbate (ASA), glutathione (GSH) เป็นต้น (Jimenez et al., 2002) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1 แสดง The Halliwell-Asada pathway (Ascorbate - glutathione cycle)
(ดัดแปลงจาก Inze and Montagu, 1995)

จากรูปจะเห็นว่า การกำจัด H_2O_2 นั้นต้องมีการทำงานร่วมกันของสาร antioxidant หลายตัว โดยในสภาวะที่มี ASA เอนไซม์ APX จะสามารถเปลี่ยน H_2O_2 ให้เป็นน้ำและออกซิเจนได้ ซึ่งสามารถกำจัด H_2O_2 ทั้งใน cytoplasm และ chloroplast ส่วนเอนไซม์ GR เป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการหมุนเวียน GSSG หรือ oxidized from ของ glutathione กลับมาใช้ใหม่โดยจะออกซิไดซ์ NADPH แล้วไปรีดิวซ์ GSSG ให้เป็น reduced from (GSH) ซึ่ง GSH นี้ถือเป็นสาร antioxidant ที่สำคัญตัวหนึ่งที่ทำงานร่วมกับเอนไซม์ DHAR เพื่อเปลี่ยน DHA ให้เป็น ASA เพื่อใช้ในการทำงานร่วมกับเอนไซม์ APX

ความเสียหายหรือการเสื่อมถอยของเซลล์ที่เกิดขึ้น สาเหตุหนึ่งเนื่องมาจากการเกิด ROSs ในเซลล์มากเกินไป สารหรือตัวต้านออกซิเดชัน เช่น วิตามินซี และวิตามินอี ตลอดจนเอนไซม์ต้านออกซิเดชันมีปริมาณหรือกิจกรรมลดลงสอดคล้องกับการวายของกลีบดอก อย่างไรก็ตาม การศึกษาในดอกไอริสพบว่า ไม่สอดคล้องกับกระบวนการวายเท่าใดนัก ทั้งนี้เพราะว่าเซลล์มีโซฟิลล์ตายไปตั้งแต่วันที่ 3-4 หลังดอกบาน (Bailly et al., 2001)

การศึกษาเกี่ยวกับการเกิดอนุมูลอิสระในระหว่างการเกิด program cell death ของกลีบดอกไม้จีน (daylily) พบว่า การเสื่อมสภาวะของเยื่อหุ้มเซลล์มีผลต่อการทำงานของ ROSs การเกิดปฏิกิริยา ของCAT และ APX จะลดลงเมื่อดอกไม้เข้าสู่ภาวะเสื่อมถอย การเปลี่ยนแปลงของเยื่อหุ้มเซลล์เมื่อเข้าสู่ภาวะการตายของเซลล์อาจเป็นตัวกระตุ้นให้มีการเกิดปฏิกิริยาการทำงานของเอนไซม์ lipoxygenase และ ROSs ให้เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการทำงานของเอนไซม์ต้านอนุมูลอิสระลดลง (Panavas and Rubinstein, 1998)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาในดอกกล้วยไม้ *Cymbidium pendedulum* (Roxb.) SW และ *Cymbidium aloifolium* (L.) SW. พบว่า หลังจากการถ่ายเรณูจะมีการกระตุ้นให้เกิด oxidative stress ขึ้นในส่วนต่างๆของดอก โดยมีการเพิ่มขึ้นของ malondialdehyde (MDA) และ H_2O_2 สังเกตได้จากการที่ กรดแอสคอร์บิก ลดลง ซึ่งแสดงให้เห็นถึง การเกิดอนุมูลอิสระเพิ่มมากขึ้น (Attri et al., 2008)

ไคติน-ไคโตซาน

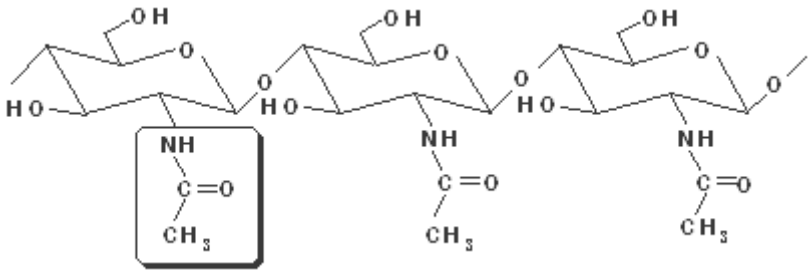
ไคติน (Chitin) มาจากภาษากรีกแปลว่า เยื่อแผ่นที่ห่อหุ้มอวัยวะ (tunic) หรือเครื่องห่อหุ้มและปกคลุม (envelope) ไคตินได้รับการกล่าวถึงครั้งแรกในปี ค.ศ. 1811 โดย Braconnot นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ที่ได้ทำการทดลองต้มเห็ด *Agaricus volvaceus* Bull และเห็ดชนิดอื่น ๆ ด้วยด่าง เพื่อสกัดไคติน ในอดีตการศึกษาเกี่ยวกับไคตินค่อนข้างมีน้อยเนื่องจากไคตินย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ต่อมาในปี ค.ศ. 1859 มีการรายงานถึงไคโตซานเป็นครั้งแรกโดย Rouget จากการนำไคตินไปต้มในสารละลาย Potassium hydroxide ที่มีความเข้มข้นสูง ซึ่งทำให้ไคตินดังกล่าวสามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์ ซึ่ง Rouget เรียกไคตินลักษณะนี้ว่า Modified chitin ซึ่งต่อมาในปี ค.ศ. 1894 Hoppe-Seylerได้ทำการศึกษาซ้ำอีกครั้ง และกำหนดชื่อใหม่แก่ Modified chitin ว่า ไคโตซาน (Chitosan) (ชัชวาล วงศ์ชัย, 2548)

ไคติน เป็นสารชีวภาพซึ่งได้จากการสกัดแยกจากวัตถุดิบที่มีอยู่ในธรรมชาติ จัดอยู่ในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตผสมที่ประกอบด้วยอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่มีธาตุไนโตรเจนติดอยู่ด้วย สารไคติน เป็นสารประกอบในธรรมชาติที่มีปริมาณมากที่สุดตัวหนึ่ง สามารถพบได้ทั่วไปในผนังเซลล์ของจุลินทรีย์จำพวกเห็ดรา และยีสต์ นอกจากนี้ยังพบได้ในเปลือกแข็งภายนอกที่หุ้มตัวของสัตว์ที่มีลักษณะเป็นข้อปล้อง (Arthopod) ทั้งหมด อันได้แก่ แมลง แมง กุ้ง กั้ง ปู ฯลฯ นอกจากนี้สัตว์จำพวกหอยและปลาหมึกก็มีสารไคตินอยู่เช่นกัน โดยพบมากในแกนของปลาหมึก ในส่วนของเปลือกหอยนั้นก็สามารถพบได้บ้างแต่มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก สำหรับสารไคโตซานนั้นในธรรมชาติพบได้น้อย สามารถพบได้ในผนังเซลล์ของเห็ดราและยีสต์บางชนิดเท่านั้น ดังนั้นไคโตซานส่วนใหญ่ที่มีใช้กันอยู่ได้มาจากการผลิตและแปรรูปมาจากสารไคติน (รัฐ พิชญางกูร, 2547)

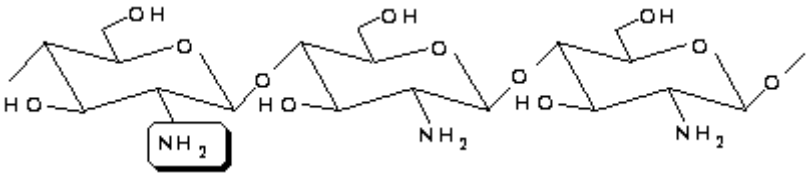
โครงสร้างทางเคมีของสารไคติน คล้ายคลึงกับเซลลูโลส คือเป็นเส้นใยสายยาว ไคตินที่เกิดในธรรมชาติมีลักษณะเป็นโครงสร้างของผลึกที่แข็งแรง โดยแบ่งการจัดเรียงตัวรูปแบบของผลึกออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ แอลฟาไคติน บีต้าไคติน และ แกมมาไคติน ไคตินที่พบในเปลือกปูและกุ้ง ส่วนใหญ่อยู่ในรูปแบบแอลฟาไคติน ส่วนไคตินที่อยู่ในปลาหมึกพบว่าส่วนใหญ่เป็นบีต้าไคติน การจัดเรียงตัวของโครงสร้างตามธรรมชาติพบว่าแอลฟาไคติน มีเสถียรภาพทางเคมีสูงกว่าบีต้าไคติน ดังนั้นถึงมีโอกาสที่บีต้าไคตินสามารถจะเปลี่ยนแปลงรูปแบบไปเป็นแอลฟาไคตินได้ในสารละลายของกรดแก่ เช่น กรดเกลือ เป็นต้น ส่วนแกมมาไคตินเป็นโครงสร้างผสมระหว่างแอลฟาไคตินและบีต้าไคตินนั่นเอง (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2543)

ไคติน(β (1,4)-2-acetamido-2-deoxy-D-glucopyranose) หรือ Poly(N-acetylglucosamine)(รูปที่ 2) (Horton et al., 1993) เป็นพอลิเมอร์สายยาวมีองค์ประกอบของหน่วยย่อยเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคส การกำจัดหมู่อะซิติล (Deacetylation) ออกจากไคตินทำให้ไคตินซึ่งละลายน้ำและกรดอินทรีย์ได้ยากเปลี่ยนเป็นไคโตซาน (β (1, 4)- 2-amino-2-deoxy-D-

glucopyranose) หรือ Poly (N-glucosamine)) (รูปที่ 3) ที่สามารถละลายได้ดีในกรดอินทรีย์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายน้อยกว่า 6 (Li et al., 1997) การลดลงของหมู่อะซิติล (CH_3CO-) ในไคตินจะทำให้จำนวนของหมู่อะมิโน (-NH_2) เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มสมบัติของการเป็นสารที่มีประจุบวก (Polycationic) ให้มีมากขึ้น และมีสมบัติของการเป็นไคโตซานที่เพิ่มขึ้น (chitosan generation) ซึ่งจะวัดได้จากค่าระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (Degree of Deacetylation, DD) โดยคิดเป็นหน่วยร้อยละ (%DD) ซึ่งโดยมากช่วงของ %DD มักอยู่ระหว่าง 70-95% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกรรมวิธีในการแปรรูปไคตินให้เป็นไคโตซาน (ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์ และ สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)



รูปที่ 2 โครงสร้างทางเคมีของไคติน



รูปที่ 3 โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

วิธีการผลิตไคติน-ไคโตซาน (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)

1 กระบวนการกำจัดโปรตีน (Deproteination)

ในการผลิตไคติน-ไคโตซาน จากเปลือกกุ้ง เปลือกปูจำเป็นต้องมีการกำจัดโปรตีนออกเสียก่อน ส่วนใหญ่ใช้โซดาไฟ (NaOH) เป็นตัวทำปฏิกิริยา ซึ่งนอกจากโปรตีนแล้วไขมันและรงควัตถุบางชนิดจะถูกกำจัดออกไปได้ด้วย

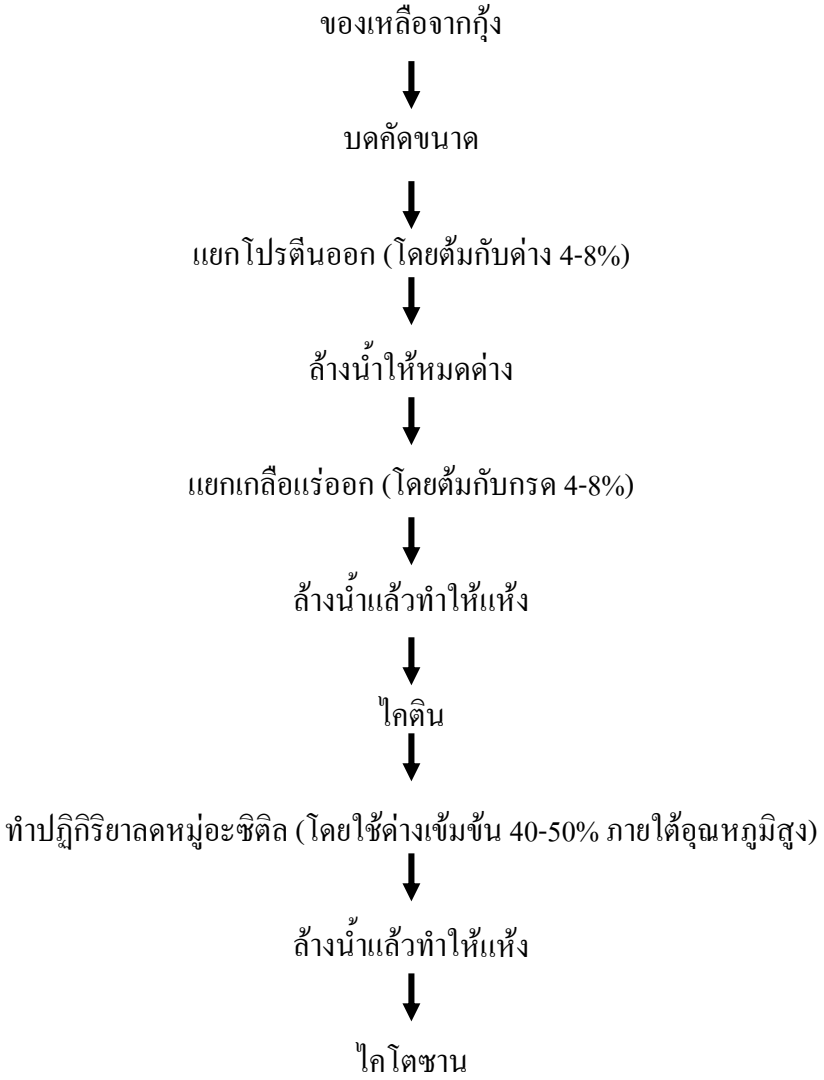
2 กระบวนการกำจัดเกลือแร่ (Demineralization)

นำวัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการกำจัดโปรตีนมาทำปฏิกิริยากับกรดไฮโดรคลอริก (HCl) ซึ่งจะเป็นการกำจัดสารพวกหินปูน ($CaCO_3$) ออกไป รงควัตถุและโปรตีนบางตัวที่เหลืออยู่ก็ถูกกำจัดออกไปด้วย ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ได้ไคตินบริสุทธิ์

3 กระบวนการกำจัดหมู่อะซิติล (Deacetylation)

ทำการต้มไคตินที่ได้หลังการกำจัดเกลือแร่ที่อุณหภูมิสูงโดยใช้ด่าง เช่น NaOH ที่มีความเข้มข้นตั้งแต่ 40% (w/v) ขึ้นไป จะทำให้ได้ไคโตซานที่สามารถละลายได้ในกรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซีติก (CH_3COOH) กรดโพรพานิก (CH_3CH_2COOH) กรดแลกติก ($CH_3CH_2CH_2COOH$) และกรดบิวทีริก ($CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$) เป็นต้น

ในอุตสาหกรรมปัจจุบันการผลิตสารไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง ทำได้โดยการใช้สารเคมีได้แก่ ด่าง และกรด ดังแสดงในแผนภูมิที่ 1 ต่อไปนี้



รูปที่ 4 การผลิตสารไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542)

การประยุกต์ใช้ไคตินและไคโตซาน

ประเทศไทยมีศักยภาพสูงและได้เปรียบในด้านวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตไคตินและไคโตซานเป็นอย่างมาก อันที่จริงแล้วประเทศไทยมีการผลิตสารไคตินและไคโตซานมานานแล้ว ตามใบสั่งซื้อจากต่างประเทศ แต่ไม่ได้มีการเปิดเผยตัวเลขที่แท้จริง จนกระทั่งเมื่อ 2-3 ปีที่ผ่านมา ได้มีการนำเข้าผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนประกอบของสารไคตินและไคโตซานเข้ามาจากต่างประเทศ เป็นสินค้าออกสู่ตลาดบริโภคในประเทศไทยในรูปแบบต่างๆอาทิ อาหารเสริม เครื่องสำอางค์ เป็นต้น จึงทำให้มีการตื่นตัวในการนำเข้าสารนี้มากขึ้น ฝ่ายวิชาการจากสถาบันต่างๆ ซึ่งส่วนหนึ่งได้ดำเนินการวิจัยมานานแล้วก็ได้มีโอกาสในการนำข้อมูลออกมาเผยแพร่ในรูปแบบที่เป็นที่เข้าใจและรู้จัก และยอมรับจากผู้บริโภค ผลที่ติดตามมามีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมในประเทศไทยเรามาก นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างงานในภาคการเกษตรพร้อมกันการส่งออกไปยังประเทศต่างๆ โดยที่ประเทศไทยมีความสามารถในการแข่งขันได้ทั้งทางด้านวัตถุดิบ เทคโนโลยี และราคา ตลอดจนผลิตภัณฑ์ใหม่ๆทั้งในประเทศและต่างประเทศ (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2543)

การศึกษาวิจัยและการพัฒนาไคตินและไคโตซานในประเทศไทยดำเนินการมาเป็นเวลากว่าสิบปีแล้ว ผลิตภัณฑ์จากสารไคตินและไคโตซานก็เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาของเหลือทิ้งจากอุตสาหกรรมการผลิตกุ้งและปูในเมืองไทย ที่ควรจะได้รับการนำมาใช้อย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าและคุณค่าต่อทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม ด้านเศรษฐกิจและสังคม ตลอดจนการทดแทนการนำเข้าสิ่งของฟุ่มเฟือย โดยการเพิ่มขีดความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำของคนในชาติ (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2542) มีการใช้ไคตินและไคโตซานเพื่อการเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในประเทศอย่างต่อเนื่องดังนี้

1. การใช้ไคโตซานในการการเคลือบเมล็ด

ไคโตซาน ถูกนำมาใช้เป็นสารเคลือบป้องการกันการขูดขีด หลุดร่อนของสารเคมีที่ดีเช่นเดียวกับสารเคมีที่ใช้ในเชิงพาณิชย์(Strusczyk et al., 1988) ไคโตซานได้ถูกใช้เป็นสารเคลือบเพื่อป้องกันการขูดขีดของเมล็ดพันธุ์หัวหอม มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มที่มีความยืดหยุ่นแข็งแรง ยึดเกาะบนพื้นผิวของเมล็ดได้ดี กำจัดปัญหาการสูญเสียสารเคมีเคลือบเมล็ดพันธุ์ ที่ใช้ในการป้องกันโรคและแมลงทำให้อัตราการงอกของเมล็ดพันธุ์สูงขึ้น ผลผลิตเพิ่มมากขึ้น นอกจากนี้แผ่นฟิล์มที่ใช้เคลือบเมล็ดพันธุ์ยังช่วยป้องกันความเสียหายจากสารเคมีภายนอกและลดการเกิดฝุ่นในระยะเวลาการเก็บและการหว่านด้วยการทดลองใช้ไคตินและอนุพันธุ์ เคลือบเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ข้าว สน พบว่า สารเคลือบเมล็ดพันธุ์ที่ได้จากไคตินและอนุพันธุ์สามารถยึดติดกับผิวของเมล็ดได้ดีและทำหน้าที่เป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย ตั้งแต่ช่วงการหว่านจนกระทั่งถึงช่วงการเป็นต้นอ่อน ทำให้อัตราการงอกสูงขึ้น 6-20% (Hirano et al., 1988)

2. การใช้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ย ปุ๋ยน้ำโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปที่เข้มข้น ซึ่งมีข้อเสียหลายประการ เช่น แห้งเร็วเกินกว่าที่สารอาหารจะซึมผ่านเข้าทางใบ และง่ายต่อการถูกชะล้างด้วยน้ำฝน

เมื่อใช้ไคโตซานผสมในปุ๋ยน้ำสำหรับพืชไม้ดอก มีข้อดีหลายประการเช่น สามารถยึดติดกับผิวของพืช ผิวดินได้ดี ทนต่อการถูกชะล้าง ลดการละเหยของน้ำ และสามารถเป็นตัวควบคุมการปลดปล่อยสารอาหารและยาให้กับพืช (Struszczyk et al., 1988) นอกจากนี้ พบว่า ไคตินเป็นแหล่งไนโตรเจน (ประมาณ 20%) ที่ได้จากของเหลือจากเปลือกกุ้ง ไนโตรเจนจากไคตินสามารถถูกปลดปล่อยออกมาตามความต้องการของพืช ซึ่งเป็นผลให้เกิดปริมาณไนโตรเจนที่เหมาะสมในการเร่งการเกิดปมรากถั่วและการตรึงไนโตรเจน (Boonkerd et al., 1996) เนื่องจากอนุพันธ์ของไคตินเป็นโพลิเมอร์ชีวภาพโพลีแซคคาร์ไรด์ (Polysaccharide) ซึ่งหลังจากย่อยสลายด้วยเอนไซม์แล้วจะปล่อยไนโตรเจนออกมาอย่างช้ารวมทั้งอนุพันธ์ไคตินยังเป็นตัวตรึงไนโตรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ว่าจะอากาศหรือดินซึ่งส่งผลให้พืชได้รับไนโตรเจนอย่างสมบูรณ์ อนุพันธ์ของไคตินและไคโตซานให้เป็นพาหะนำปุ๋ยและธาตุอาหารในดิน โดยทำให้สารนั้นมีการสลายตัวอย่างช้าๆและต่อเนื่องจึงทำให้มีผลต่อพืชและสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาจากส่วนประกอบทางเคมีของไคตินและไคโตซานแล้วจะเห็นได้ว่าประกอบด้วย ธาตุ ไนโตรเจน (N) เช่นกับ โปรตีน และยูเรีย ซึ่งเมื่อสลายตัวจะช่วยเพิ่มธาตุอาหารไนโตรเจนให้แก่ดินได้ ในส่วนนี้พืชจะสามารถรับประโยชน์ได้โดยตรงทางหนึ่ง และนอกจากที่ไคตินและไคโตซานจะสลายตัวเองและปลดปล่อยธาตุอาหารแก่พืชแล้ว คุณสมบัติอีกประการหนึ่งที่สำคัญคือ ความสามารถของไคตินและไคโตซานในการจับกับไอออนต่างๆ เช่น โปตัสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก ฟอสเฟต และไนเตรต ที่เป็นประโยชน์กับพืช แล้วจะค่อยๆปลดปล่อยสารอาหารเหล่านี้แก่พืช เพราะไคตินและไคโตซานเป็นไบโอพอลิเมอร์ที่มีประจุ ในแง่มุ่งนี้ ไคตินและไคโตซานจึงสามารถลดการชะล้างและช่วยให้การใช้ปุ๋ยมักประสิทธิภาพมากขึ้น

3. การใช้อนุพันธ์ของไคตินเพื่อต้านทานเชื้อรา ป้องกันแมลงและสร้างภูมิต้านทานโรค

ในธรรมชาติเมื่อพืชถูกรุกรานจากจุลินทรีย์ต่างๆ เช่น แบคทีเรีย รา หรือ ไวรัสที่ก่อให้เกิดโรค พบว่า เชื้อโรคเหล่านี้จะกระตุ้นระบบป้องกันตัวเองของพืช ซึ่งประกอบด้วยการสร้างเอนไซม์และสารเคมีในรูปแบบต่างๆ เช่น การสร้างเอนไซม์ phenylalanine ammonialyase (PAL) ที่เกี่ยวกับการสร้างสารทุติยภูมิในกลุ่ม phenolic compounds ได้แก่ lignin และ phytoalexins (Smith, 1996) เพื่อยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การสร้างโปรตีนในระบบภูมิคุ้มกันตัวเองของพืชแบบ symtemic acquired resistance (SAR) ซึ่งได้แก่ pathogenesis-related proteins (PR-proteins) และ proteinase inhibitors รวมถึงการสร้างสารในกลุ่ม reactive oxygen species เพื่อทำลายเชื้อโรคที่เข้ามารุกรานในอยู่ในวงกำจัดด้วยการป้องกันตนเองแบบ local acquired resistance และการเกิด hypersensitive defense reaction เป็นต้น (Agrios, 1997) นอกจากนี้ มีรายงานว่า ไคตินไคโตซานสามารถกระตุ้นระบบป้องกันตัวเองของพืชได้ โดยเซลล์ของพืชที่ได้รับไคติน-ไคโตซาน

จะสร้างเอนไซม์ไคติเนส และเอนไซม์ไคโตซานเนสออกมาย่อยเชื้อราไม่ให้เจริญเติบโตรุกรานเข้าสู่เซลล์ (Hirano et al., 1991; Muzzarelli, 1976)

อนุพันธ์ของไคตินและไคโตซานสามารถกระตุ้นให้พืชเกิดภูมิต้านทานโรค และแทรกซึมสู่เซลล์ของพืชได้อย่างรวดเร็ว ทันทีที่เซลล์พืชได้สัมผัสกับสาร สารจะออกฤทธิ์กระตุ้นการสังเคราะห์ DNA ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเจริญเติบโตและภูมิต้านทานโรค (Disease resistance response gene, DRR) เช่น มีการผลิตสารลิกนิน (lignin) และ แทนนิน (tannin) มากขึ้น เพื่อป้องกันตัวเองจากการกัดทำลายของแมลงและศัตรูพืช จะสังเกตพบว่าต้นไม้ที่ได้รับสารอนุพันธ์ไคตินประมาณ 2-4 สัปดาห์ จะมีความแข็งแรงของลำต้น กิ่งและใบ โดยเฉพาะทางใบพบว่าจะพบ wax เคลือบที่ผิวใบมากขึ้น (สถิตย์ พูลทรัพย์, 2543) โดยพบว่า เมื่อพืชได้รับการฉีดพ่นด้วยไคโตซานที่มีขนาดพอเหมาะที่ซึมผ่านเข้าสู่เซลล์ทำให้มีการแสดงออกของยีน ใน phenylpropanoid pathway ทำให้มีการผลิตสารพวก phytoalexins เพิ่มขึ้น ทำให้พืชสามารถเพิ่มความต้านทานของตนเองได้มากขึ้น โดยการเพิ่มการสังเคราะห์พวก endo-β-glucanase และ endochitinase ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่สามารถย่อยสลายผนังเซลของเชื้อราที่เป็น pathogen ของพืชเหล่านั้นได้ ทำให้พืชนั้นมีความสามารถในการป้องกันตัวเองได้ขั้นหนึ่งโดยการสร้าง resistance response ซึ่งเป็น elicitor ของพืชนั้นเอง (สุวลี จันทร์กระจ่าง, 2546)

ในแง่ของการช่วยกำจัดศัตรูพืชมีรายงานว่า ไคตินและไคโตซานมีฤทธิ์ในการยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรียได้หลายชนิด โดยปริมาณที่ใช้ในการยับยั้งหรือฆ่าแบคทีเรียจะอยู่ในช่วง 100-200 ส่วนในล้านส่วน (ppm) เป็นส่วนใหญ่ (ไคโตซานที่ใช้มีค่า % deacetylation ประมาณ 70%) (Shahidi et al., 1999)

4. การใช้ไคตินและไคโตซานในการยืดอายุผักและผลไม้หลังการเก็บเกี่ยว

ในระหว่างการขนย้ายหรือในกระบวนการผลิตหลังการเก็บเกี่ยว บางครั้งทำให้ผลผลิตเกิดรอยช้ำ รอยแผล ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดเป็นรอยช้ำสีน้ำตาลขึ้น ทำให้สูญเสียคุณภาพทั้งมูลค่าของผลผลิตอย่างยิ่ง สาเหตุของการเกิดรอยช้ำสีน้ำตาลนี้เนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase (PPO) กับสารประกอบพวกฟีนอลเป็นผลให้เกิดสีเข้มของ *O*-quinones ที่เป็นผลิตภัณฑ์ของปฏิกิริยานี้ นอกจากสีแล้วยังมีผลกระทบต่อรสชาติและคุณค่าทางอาหารของผักและผลไม้อีกด้วย ได้มีการทดลองใช้แผ่นฟิล์มไคโตซานเคลือบลิ้นจี่เพื่อป้องกันการเกิด enzymatic browning และพบว่าการเคลือบด้วยไคโตซานทำให้การเปลี่ยนแปลงปริมาณของ anthocyanin flavonoids และ phenolics ช้าลง และยังทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเอนไซม์ polyphenol oxidase ลดลงอีกด้วย (Shahidi et al., 1999)

จากการทดลองพบว่า ไคโตซานมีประสิทธิภาพในการลดอัตราการเจริญเติบโตของเชื้อรา โดยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราโดยตรง และกระตุ้นกระบวนการต่างๆในเนื้อเยื่อพืชให้เกิดภูมิต้านทานเชื้อรา ดังนั้นจึงมีการนำไคโตซานมาใช้ในการเคลือบผลผลิตทางการเกษตร

ซึ่งมีประสิทธิภาพดีกว่ายาฆ่าแมลงบางชนิด และยังปลอดภัยมากกว่า ได้มีการใช้ไคโตซานในการเก็บรักษา ยืดอายุในส้มเวียดนาม ไคโตซาน (70% d.a., 1.6-1.8 % ในกรดอะซิติก) ถูกทดลองในการใช้เคลือบผิวส้ม ด้วยความหนาประมาณ 30-35 ไมครอน พบว่าสามารถเก็บรักษาผลส้มได้ถึง 35-40 วัน โดยคุณภาพ เช่น สีของเปลือกนอกไม่เปลี่ยนแปลง (Dien & Binh., 1996) ผลไม้อื่นเช่น ลูกพีช ลูกแพร์ กีวี และสตรอเบอรี ก็ได้มีการวิจัยในการใช้ไคโตซานเพื่อยืดอายุและควบคุมการเน่าเสียได้ดีขึ้น (Shahidi et al., 1999)

นอกจากผลไม้แล้ว ได้มีการทดลองในการใช้ไคโตซานเคลือบผิวของผักจำพวกมะเขือเทศ แตงกวา และพริกหยวก พบว่าสามารถลดอัตราการหายใจ ลดการสูญเสียน้ำจากการคายน้ำ และลดอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนที่ทำให้ผลไม้สุกเร็ว นอกจากนี้ไคโตซานฟิล์มยังเป็นตัวกั้นการไหลออกของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ผักผลไม้คงความกรอบ ผิวไม่เหี่ยวย่น สีผิวไม่เปลี่ยนแปลง (Ghaouth et al., 1991; ภาวดี เมธะคานนท์, 2543)

ไคโตซานมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์บางชนิด มีผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันตนเองของพืชและช่วยลดการคายน้ำโดยการหรี่ปากใบ จึงมีผู้นำไคโตซานไปประยุกต์ใช้ในการยืดอายุของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว เช่น หากใช้ 0.2% glycolchitosan เคลือบผลส้ม (Washington navel orange) และผลมะนาว (Eureka lemon) จะสามารถยืดอายุของผลผลิตต้นฤดู (El-Ghaouth et al., 2000) นอกจากนี้ยังพบว่า ไคโตซานมีผลช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเงาะ (รุ่งนภา อินทปิ่น, 2547) และข้าวโพดฝักอ่อน (ฉัตรวรุณ พจนการุณ, 2548) เมื่อมีการใช้ร่วมกับ $CaCl_2$ และใช้ในการยืดอายุการเก็บรักษาพริก เมื่อใช้ร่วมกับน้ำมันกานพลูอีกด้วย(สุประวีณ์ นาคภิบาล, 2548)

5. การใช้ไคโตซานในการผลิตและรักษาคุณภาพของดอกไม้

จากการศึกษาพบว่าไคโตซานมีผลต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพดอก *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. ซึ่งจากการแช่เมล็ดของพืชชนิดนี้ในไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% (w/v) เป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนปลูก และใช้ไคโตซานผสมในวัสดุในอัตราส่วน 1% (w/v) พบว่าการผสมไคโตซานในวัสดุปลูกมีผลทำให้ความยาวยอดลำต้น ขนาดของใบ และน้ำหนักแห้งของต้นและรากสูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ ในสัปดาห์ที่ 8 และ 11 ของการเพาะปลูก แต่การแช่เมล็ดในไคโตซานก่อนการปลูกนั้นให้ผลไม่แตกต่างจากชุดการทดลองควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ไคโตซานในวัสดุดังกล่าวมีผลทำให้ Lisianthus ออกดอกเร็วขึ้น มีจำนวนดอก น้ำหนักของดอก และคุณภาพของดอกสูงกว่าการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ (Ohta et al., 1999)

ไคโตซานยังถูกนำไปประยุกต์ใช้ร่วมกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) กาแลกโตส (Galactose) ฟรุกโตส (Fructose) และแรมโนส (Rhamnose) เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเติบโตและการสร้างสีในกลีบดอกของ Lisianthus พันธุ์ Asuka no Asa, Mickey Rose และ

Royal Violet โดยเปรียบกับช่อดอกระยะดอกตูมที่แช่ในไคโตซานและ/หรือน้ำตาลชนิดต่างที่กล่าวมาข้างต้นในหลอดทดลอง และเปรียบเทียบกับดอกตูมที่เติบโตบนต้นที่ให้ไคโตซานทางใบพบว่าชนิดพันธุ์พืชทดลอง และวิธีการให้ไคโตซาน มีผลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงของสีของกลีบดอกแตกต่างกัน เช่นการแช่ดอกตูม Lisianthus พันธุ์ Asuka no Asa ในน้ำตาลเพียงอย่างเดียวมีการเพิ่มขนาดของดอกตูมใหญ่กว่าดอกตูมของชุดการทดลองควบคุม ในขณะที่ดอกตูม Lisianthus พันธุ์ Mickey Rose ที่แช่ในน้ำตาลชนิดต่างๆเพียงอย่างเดียว หรือมีการแช่ในไคโตซานรวมกับน้ำตาลชนิดต่างๆพบว่าขนาดของดอกตูมไม่มีความแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ดีดอกตูมของ Lisianthus พันธุ์ Asuka no Asa ที่แช่ในน้ำตาลกลูโคส หรือน้ำตาลฟรุกโตสเพียงอย่างเดียว หรือที่แช่ในน้ำตาลชนิดต่างๆ (ยกเว้นน้ำตาลกาแลกโตส) ร่วมกับไคโตซาน มีผลชักนำให้มีการสร้างแอนโทไซยานินของกลีบดอกในปริมาณที่สูงกว่าชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ในการทดลองดังกล่าวพบว่า ชุดการทดลองที่แช่ดอกตูมในไคโตซานเพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อการสร้างแอนโทไซยานินอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตรงกันข้ามกับชุดการทดลองที่ให้ไคโตซานทางใบในแปลงทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่ดอกตูมในสารละลายน้ำตาลชนิดต่างๆร่วมกับไคโตซาน และให้ไคโตซานเพียงอย่างเดียวแก่ Lisianthus พันธุ์ Royal Violet ที่ปลูกในแปลงทดลอง พบว่ามีปริมาณแอนโทไซยานินในกลีบดอกเพิ่มขึ้น (Uddin et al., 2004)

การใช้ไคโตซานในกล้วยไม้

การศึกษาผลของไคโตซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อของกล้วยไม้ในอาหารเหลว โดยใช้ไคโตซานที่มีขนาดโมเลกุลต่างกัน เติมลงในอาหารที่ใช้เลี้ยงเนื้อเยื่อ พบว่า มีผลต่อการเจริญที่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่า การใช้ไคโตซานที่ผลิตจากแหล่งวัตถุดิบที่แตกต่างกัน คือ จากเปลือกกุ้ง และจากเชื้อรามีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อแตกต่างกันด้วย โดยพบว่าไคโตซานจากเชื้อรามีประสิทธิภาพในการกระตุ้นดีกว่า (สุวลี จันทร์กรกะจ่าง, 2547)

การศึกษา การใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10-15 ppm พบว่า ไคโตซานมีผลต่อการเพิ่มจำนวนโพรโทคอร์มของเอื้องเงินหลวง (*Dendrobium formosum* Roxb. Ex Lindl) และ *Dendrobium* ‘EISKUL’ และมีผลต่อการเติบโตของต้นอ่อนของเอื้องสามสี (*Dendrobium crystallinum* Rchb.f.) และรองเท้านารี (*Paphiopedium sanderrianum* Rchb.f.) มากไปกว่านั้นไคโตซานที่เข้มข้น 10 ppm ยังมีผลกระตุ้นการเกิดรากของต้นอ่อนกล้วยไม้เอื้องเงินหลวงอีกด้วย ทั้งนี้สูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองมีผลต่อการตอบสนองของกล้วยไม้ต่อไคโตซานด้วยเช่นกัน (พัชรา ลิมปนะเวช, 2548)

สำหรับการแช่ต้นกล้วยไม้รองเท้านารีลูกผสมระหว่าง *P. bellatulum* (Rchb.f.) และ *P. angthong* ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในไคโตซานที่ความเข้มข้น 2.5 5.0 10.0 20.0 และ 40.0 ppm ก่อนทำการเพาะปลูกร่วมกับการฉีดพ่นไคโตซานทางใบทุกๆ 7 วัน เป็นเวลา 2 เดือน

พบว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นให้กล้วยไม้ดังกล่าว งอกราก สร้างใบใหม่ และมีขนาดใบที่ใหญ่และยาวขึ้น อีกทั้งยังทำให้มีการรอดชีวิตสูงกว่ากล้วยไม้ในชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซาน (ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว, สุวลี จันทร์กระจ่าง, และพัลภา เศวตศิลา, 2546) และจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* ด้วยสูตร Vacin and Went ที่มีการเติมไคโตซานแบบ Oligomer ที่ความเข้มข้น 5 10 15 20 และ 25 ppm หลังจากทำการเพาะเลี้ยงไป 6 สัปดาห์ พบว่าโพรโตคอร์มของกล้วยไม้ที่เลี้ยงในอาหารเหลวที่มีไคโตซานที่เข้มข้น 15 ppm จะมีน้ำหนักสดมากที่สุดเมื่อเลี้ยงได้ 3 ถึง 6 สัปดาห์ ในขณะที่การให้ไคโตซานที่มีโมเลกุล 10 kDa และ 100 kDa ให้ผลรองลงมาตามลำดับ สำหรับการทดลองที่เปรียบเทียบเฉพาะการให้ไคโตซานที่มีขนาดโมเลกุล 10 kDa ที่ผลิตจากเปลือกกุ้งและเชื้อรา พบว่าน้ำหนักสดของโพรโตคอร์มที่เลี้ยงในอาหารที่เติมไคโตซานความเข้มข้น 15 ppm ทั้งที่ผลิตจากเปลือกกุ้งและเชื้อรามีน้ำหนักมากขึ้น เมื่อทำการเพาะเลี้ยงผ่านไป 6 สัปดาห์ แต่น้ำหนักสดของโพรโตคอร์มในชุดการทดลองที่เติมไคโตซานที่ผลิตได้จากเปลือกกุ้งไม่แตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่เติมไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ ตรงกันข้ามกับน้ำหนักสดของโพรโตคอร์มในชุดการทดลองที่เติมไคโตซานที่ผลิตจากเชื้อรา ซึ่งพบว่ามากกว่าชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซานที่ความเข้มข้น 10 และ 20 ppm อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ในการทดลองเปรียบเทียบการใช้ไคโตซานที่มีผลจากเปลือกกุ้ง เชื้อรา และ Oligomer chitosan โดยการเติมลงในอาหารเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อที่ความเข้มข้นที่ 15 ppm พบว่า ไคโตซานทั้ง 3 แบบ มีผลทำให้น้ำหนักสดของโพรโตคอร์มของกล้วยไม้สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน ในสัปดาห์ที่ 6 โดยน้ำหนักสดของโพรโตคอร์มกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานจากเชื้อราเพิ่มขึ้นมากที่สุด ในขณะที่การให้ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง มีผลทำให้น้ำหนักสดของโพรโตคอร์มเพิ่มขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งจากการทดลองดังกล่าว แสดงให้เห็นว่า ความเข้มข้น และขนาดโมเลกุลของโคโตซาน และแหล่งของไคโตซานที่แตกต่างกันมีผลต่อน้ำหนักสดของโพรโตคอร์มกล้วยไม้แตกต่างกันออกไป (Nge et al., 2006)

ในการทดลองการย้ายปลูกต้นอ่อนกล้วยไม้สกุลหวาย ‘เอียสกุล’ (*Dendrobium* ‘EISKUL’) ที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อ จำนวน 620 ต้น พบว่านอกจากไคโตซานจะมีผลช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นอ่อนแล้ว ยังมีผลกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นอ่อนกล้วยไม้ด้วย จากการทดลองใช้ไคโตซานแบบพอลิเมอร์ (P) ได้จากการนำไคโตซานจากเปลือกปูซึ่งมี %DD ประมาณ 70 80 และ 90 % ไปละลายใน 1 % (v/v) acetate buffer (pH 4.5) แล้วปรับให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 1 % (w/v) และแบบโอลิโกเมอร์(O) ได้จากการนำไคโตซานแบบพอลิเมอร์ไปผ่านการตัดสายโครงสร้างให้สั้นลงด้วยเอนไซม์ Chitinase จาก *Bacillus licheniformis* SK-1 ความเข้มข้น 100 mU ต่อ สารละลายไคโตซาน (2 %) 100 มิลลิลิตร บ่มภายใต้อุณภูมิ 50 °C ข้ามคืน ซึ่งจะทำให้ได้ไคโตซานสายสั้นแบบโอลิโกเมอร์(O) ที่มี %DD เป็น 70 80 และ 90 และความเข้มข้นต่างๆกัน 5 ระดับ คือ 10 20 40 80 และ 160 ppm รวม 30 ชุดการทดลอง เปรียบเทียบกับการทดลองชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซานโดยการแช่ต้นอ่อนกล้วยไม้ที่นำออกจากขวดในสารละลายไคโต

ซานและพ่นไคโตซานทางใบให้ต้นอ่อนที่ย้ายปลูกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดการทดลอง เพื่อติดตามการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนเป็นเวลา 60 วัน พบว่า ไคโตซานพอลิเมอร์ส่วนใหญ่มีผลช่วยเพิ่มเปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตของต้นอ่อนกล้วยไม้ได้ถึง 100% ส่วนโอลิโกเมอร์ O80 เท่านั้นที่ความเข้มข้นส่วนใหญ่ใช้ได้ผลดี ไคโตซานไม่มีผลต่อจำนวนหน่อต่อกระถาง แต่มีผลต่อจำนวนใบต่อกระถาง และการเจริญเติบโตของยอด ความยาววัดจากโคนต้นถึงปลายใบที่ยาวที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดย P70 ความเข้มข้น 20 ppm ให้ประสิทธิผลสูงที่สุดสำหรับการย้ายปลูกกล้วยไม้หวายพันธุ์เฮียสกุล (รณวิช สิงหสุรศักดิ์, 2549)

การศึกษาผลของไคโตซานต่ออัตราการรอดตาย และการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสม *Paphiopedilum bellatulum* x PAPH. Angthon ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยใช้ไคโตซาน พบว่า การใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0, 2.5, 5, 10, 20 และ 40 ppm สามารถกระตุ้นให้ต้นกล้วยไม้งอกราก เกิดใบใหม่ และกระตุ้นการเจริญเติบโตทางด้านความกว้างและความยาวของใบ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 ppm หลังจากให้สารไปแล้ว 30 วัน สามารถทำให้ใบของกล้วยไม้ ใบที่ 1 ใบที่ 2 และใบที่ 3 มีความกว้างและความยาวเฉลี่ยของใบเพิ่มมากที่สุด โดยที่กลุ่มควบคุมการทดลองมีความกว้างและความยาวเฉลี่ยใบต่ำที่สุด และจากการสังเกตพบว่า ในแต่ละกลุ่มการทดลองนั้นกลุ่มควบคุมการทดลองมีการกัดกินของหนอนและแมลง ใบเหี่ยวแห้ง ขอบใบโดยกัดกิน และต้นตายจำนวนหนึ่งเนื่องจากทนต่อสภาพแวดล้อมได้ไม่ดีเท่ากับกลุ่มที่ใช้สารไคไตซาน (ชมัยพร เกลี้ยงแก้ว และคณะ, 2546) Pornpenpakdee et al. (2547)ได้รายงานว่า การใช้ไคโตซานในรูปแบบของ P70 และ P80 ที่ความเข้มข้น 10 และ 20 ppm ตามลำดับ ให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มจำนวน protocorm-liked bodies ของกล้วยไม้สกุลหวายเอียสกุล แต่การให้ไคโตซานที่ระดับความเข้มสูง เช่น 160 ppm มีผลทำให้เนื้อเยื่อพืชซีดขาว และตายในที่สุด

ไคโตซานสามารถกระตุ้นและชักนำให้เกิดการสร้างดอกในพืชได้ เมื่อใช้ชนิดรูปแบบ และความเข้มข้นที่เหมาะสม จากการศึกษาการทดลองใช้ไคโตซานโดยการพ่นทุก 1 สัปดาห์ กับกล้วยไม้สกุลหวาย ‘เอียสกุล’ (*Dendrobium* ‘EISKUL’) ที่ทำการเพาะเลี้ยงเป็นเวลา 68 สัปดาห์ พบว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นให้เกิดการเพิ่มจำนวนช่อดอกต่อต้นในกล้วยไม้ชนิดนี้ได้ ซึ่งไคโตซานที่แสดงผลดังกล่าวมีชนิดและความเข้มข้นต่างๆกันคือ ชนิด 70 %DD Oligomer chitosan ที่ความเข้มข้น 100 ppm ชนิด 80 %DD Oligomer chitosan ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm ชนิด 90 %DD Polimeric chitosan ที่ความเข้มข้น 10 และ 50 ppm และชนิด 90 Oligomeric chitosan ที่ความเข้มข้น 1 ppm สำหรับไคโตซานชนิด 70 %DD Polimeric chitosan ที่ความเข้มข้น 100 ppm และ 80 %DD Oligomeric chitosan ที่ความเข้มข้น 10 ppm นั้น สามารถกระตุ้นกล้วยไม้ชนิดนี้มีจำนวนดอกต่อช่อเพิ่มขึ้นมากได้ นอกจากนี้ยังพบว่ากล้วยไม้ที่ได้รับไคโต

ซานทุกชนิดและทุกความเข้มข้นที่ทดสอบออกดอกได้เร็วกว่าในชุดการทดลองควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ (Limpanavech et al., 2004)

นอกจากนี้ ยังพบว่าการให้ไคโตซานมีผลทำให้คลอโรพลาสต์ของกล้วยไม้หวายมีขนาดใหญ่ขึ้น และมีการสะสม silica bodies สูงขึ้นด้วย ซึ่งมีรายงานว่า silica bodies นี้มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนทานต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมของพืช อย่างไรก็ดี กล้วยไม้พันธุ์เอียสกุลนี้ตอบสนองต่อไคโตซานที่มีลักษณะโมเลกุลต่างๆแตกต่างกันด้วย (Limpanavech et al., 2008)

สารไคตินและไคโตซานนั้นเป็นสารที่มีคุณสมบัติที่ดีมากและเหมาะที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการเกษตรโดยเฉพาะการเพาะปลูกกล้วยไม้เพื่อช่วยลดการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง โดยที่มีความปลอดภัยในการใช้สูงและไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภค นอกจากนี้แล้วสารไคตินและไคโตซานยังสามารถนำไปใช้ได้ในหลายด้านนับตั้งแต่การเตรียมพื้นที่เพาะปลูก การเคลือบเมล็ด การกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืช การควบคุมโรคแมลงบางชนิด รวมถึงการใช้ในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยวอีกด้วย เราจึงควรหันมาทดลองใช้ไคตินและไคโตซานในการเพิ่มผลผลิตรายได้จากการเกษตร (รัฐ พิชญางกูร, 2547)

บทที่ 3

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. พืชทดลอง

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ 'ขาวสนาน' (*Dendrobium* 'SANAN WHITE') และ 'บอม 17 เค' *(Dendrobium* 'BOM 17 K') อายุ 8 เดือน หลังย้ายออกจากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ละพันธุ์เลือกพืชที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาปลูกในกระถางพลาสติกขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 นิ้ว ที่บรรจุกาบมะพร้าวสำหรับใช้ทดลองเป็นไม้กระถาง และอีกส่วนหนึ่งปลูกในกระบะกาบมะพร้าวขนาด 8 x 12 นิ้ว กระบะละ 4 ต้น เพื่อใช้ทดลองเป็นไม้ตัดดอก ปลูกภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำ ควบคุมให้พืชได้รับแสงประมาณ 50 % ณ สวนกล้วยไม้ บริษัทกล้วยไม้ไทย บ้านเลขที่ 109/1 หมู่ 3 ซ. พระเจดีย์ ต. บัวงาม อ. ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี

2. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

2.1 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาการออกดอกของกล้วยไม้แบบกระถางและแบบตัดดอก

กระบอกตวง

เครื่องชั่งน้ำหนัก

ถังน้ำพลาสติก

ถังสารละลายปุ๋ยแบบอัดอากาศ ขนาด 4 ลิตร

สายวัด

ไม้บรรทัด

ไมโครปิเปตและทิป (micropipette and tip)

Chitosan O80 (chitosan oligomer ที่ได้จากการใช้ chitinase ตัด P80 ซึ่งมี degree of deacetylation ประมาณ 90% (MW = 45,000)

ปุ๋ยสูตร 20-20-20 และ 21-21-21

2.2 วัสดุอุปกรณ์สำหรับการศึกษาอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้

กล้องถ่ายภาพระบบดิจิตอล

ขวดน้ำขนาดปริมาตร 600 มิลลิลิตร และ 1.5 ลิตร

ผ้าดำ

เทอร์โมมิเตอร์

2.3 วัสดุอุปกรณ์สำหรับการศึกษาการวัดการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก

เครื่องวัดสี (Color Reader รุ่น CR-10)

2.4 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาการวัดการสังเคราะห์เอทิลีน

กระบอกฉีดยาและเข็มฉีดยา (syringe and needle)

กล่องเก็บแก๊ส

ขวดน้ำเกลือพร้อมจุกปิด

เครื่องวัด Gas Chromatograph (Shimadzu รุ่น GC-8A)

หม้อต้มน้ำ

เกลือ

2.5 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน

ตะเกียงแอลกอฮอล์

ตู้ฆ่าเชื้อ

ตู้อบความร้อนอุณหภูมิ 180 °C

เครื่อง Autoclave

ไม้ขีดไฟ

ไมโครปิเปตและทิป (micropipette and tip)

วุ้น

หลอดหยด

Peptone (Bacto Peptone)

Yeast extract

2.6 วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีสำหรับการศึกษาผลของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase และ ascorbate peroxidase

กรวยแก้ว

กระติกใส่ไนโตรเจนเหลวชนิดมีฝาปิด

กล่องโฟมรักษาความเย็น

โกร่งบด

ขวดน้ำกลั่น

ขวดรูปชมพู่

คีมคีบ

เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่งของกรัม

เครื่องวัด pH เครื่องเขย่าผสมสาร (vortex mixer)

เครื่องปั่นเหวี่ยงควบคุมอุณหภูมิ (refrigerated centrifuge)

เครื่อง Autoclave

ตู้อบความร้อนอุณหภูมิ 60 °C และ 180 °C

ตู้แช่แข็งสำหรับเก็บตัวอย่าง -80 °C (Deep Freezer)

ตู้เย็นอุณหภูมิ -20 °C

ถุงพลาสติกใส

ถุงมือยาง

เทอร์โมมิเตอร์

บีกเกอร์

บิวเรต

ไมโครปิเปตและทิป (micropipette and tip)

หลอดทดลองขนาดเล็กและขนาดกลาง

หลอด eppendorf ขนาด 1.5 มิลลิลิตร

อลูมิเนียมฟอยล์ (aluminium foil) Petridish

ไนโตรเจนเหลวสำหรับแช่และบดตัวอย่าง

สารตรวจสอบโปรตีน (ชุดทดสอบ total protein ของบริษัท Bio-Red)

สารวิเคราะห์แอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT และ APX (ภาคผนวก ก)

Isopropanol

NaOH

Potassium Phosphate (KH_2PO_4)

Polyvinylpolypyrolidone (PVPP)

DL-Dithiothreitol (DTT)

Phenyl methane sulphonyl fluoride (PMSF)

Hydrogen peroxide (H_2O_2)

Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)

L-ascobic acid

3. วิธีการทดลอง

3.1 ศึกษาผลของไคโตซานต่อการออกดอกและระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้แบบกระถาง

เตรียมพืชทดลอง คือ กล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' และ 'BOM 17 K' อายุ 8 เดือน หลังย้ายออกจากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อ นำมาปลูกในกระถางพลาสติกขนาด 3.5 นิ้ว ที่บรรจุกาบมะพร้าว กระถางละ 1 ต้น ภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำที่ควบคุมให้พืชได้รับแสงประมาณ 50 % ณ สวนกล้วยไม้ บริษัทกล้วยไม้ไทย อ. ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี

ออกแบบการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีจำนวนซ้ำอย่างน้อย 4 ซ้ำ (replicate) และมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 8 ตัวอย่าง ในแต่ละซ้ำ พ่นไคโตซานร่วมกับปุ๋ยเคมี ตรามาสเตอร์ สูตร 20-20-20 และปุ๋ยเคมี ตรากาวิโอต้าฟอเลียร์เฟอริไลเซอร์ สูตร 21-21-21 ปริมาณ 5 กรัม/น้ำ 1 ลิตร เป็นเวลา 12 เดือน แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่พ่นไคโตซาน แต่ดูแลให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 2 3 และ 4

ชุดการทดลองที่ 2 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 1 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 3 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 2 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 4 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 4 สัปดาห์

ติดตามผลโดยเก็บข้อมูลการออกดอกของกล้วยไม้ที่ทำการทดลองทุก 1 สัปดาห์ นับตั้งแต่วันที่เริ่มพ่นไคโตซานดังนี้

3.1.1 บันทึกวันที่เริ่มมีช่อดอก

โดยเริ่มบันทึกวันที่และจำนวนช่อดอกเมื่อมีความยาวมากกว่า 1 เซนติเมตร

3.1.2 วัดความยาวช่อดอก

โดยวัดจากโคนช่อดอกถึงปลายสุดในช่อที่ยังไม่เห็นดอกตูมและวัดจากโคนช่อดอกถึงโคนก้านดอกบนสุดในช่อดอกที่เห็นดอกตูมและดอกบานชัดเจน

3.1.3 วัดขนาดของดอกย่อย

โดยวัดความกว้างของดอกย่อยดอกแรก เมื่อแต่ละช่อมีจำนวนดอกย่อยบานประมาณ 50 %

3.1.4 นับจำนวนช่อดอก / ต้น โดยนับทุกช่อที่แทงช่อดอกในรอบ 1 ปี นำจำนวนช่อดอกที่นับได้ในแต่ละซ้ำ มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละชุดการทดลอง

3.1.5 นับจำนวนดอกย่อย / ช่อ โดยนับทุกช่อที่เกิดในรอบ 1 ปี

3.1.6 บันทึกวันที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ

3.1.7 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างโดย Duncan's multiple range test (DMRT)

3.2 ศึกษาผลของไคโตซานต่อการออกดอก คุณภาพของดอก และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยไม้ตัดดอก

การเตรียมพืชทดลอง ทำการศึกษาในกล้วยไม้ตัดดอก 2 ชนิดที่มีมูลค่าทางการพาณิชย์ คือ กล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' และ 'BOM 17 K' อายุ 8 เดือน หลังย้ายออกจากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อ ปลูกลงกระบะกาบมะพร้าวขนาด 8 x 12 นิ้ว กระบะละ 4 ต้น ซึ่งปลูกเลี้ยงบนโต๊ะภายใต้ตาข่ายพรางแสงสีดำ ควบคุมให้พืชได้รับแสงประมาณ 50 % ณ สวนกล้วยไม้ บริษัทกล้วยไม้ไทย อ. ดำเนินสะดวก จ. ราชบุรี

การออกแบบการทดลองและเตรียมสถานที่ศึกษาวิจัยใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) โดยมีจำนวนซ้ำอย่างน้อย 4 ซ้ำ และมีจำนวนตัวอย่างไม่น้อยกว่า 8 ตัวอย่าง ในแต่ละซ้ำ พ่นไคโตซานร่วมกับปุ๋ยเคมี ตรามาสเตอร์ สูตร 20-20-20 และปุ๋ยเคมี ตรา กาวิโอต้าฟอเลียร์เฟอริไลเซอร์ สูตร 21-21-21 เป็นเวลา 12 เดือน แบ่งการทดลองเป็น 4 ชุดการทดลองดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ไม่พ่นไคโตซาน แต่ดูแลให้ปุ๋ยเช่นเดียวกับชุดการทดลองที่ 2 3 และ 4

ชุดการทดลองที่ 2 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 1 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 3 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 2 สัปดาห์

ชุดการทดลองที่ 4 พ่นไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 10 ppm ทุก 4 สัปดาห์

ติดตามเก็บผลข้อมูลการออกดอกของกล้วยไม้ที่ทำการทดลองทุก 1 สัปดาห์ นับตั้งแต่วันที่เริ่มพ่นไคโตซาน โดยเก็บผลการทดลองเช่นเดียวกันกับขั้นตอนที่ 3.1.1- 3.1.5

ตัดช่อดอกกล้วยไม้เมื่อมีดอกบานประมาณ 50 % นำมาปักในขวดพลาสติกใสขนาดปริมาตร 600 มิลลิลิตร บรรจุน้ำกรอง 500 มิลลิลิตร ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นบันทึกผลการ

เปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาของดอกกล้วยไม้ในวันที่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ของการทดลอง หรือจนกระทั่งดอกย่อยร่วงประมาณ 50 % วัดการเปลี่ยนแปลงต่างๆดังนี้

3.2.1 วัดการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก

วัดการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกย่อยดอกแรก โดยใช้เครื่องมือวัดสี (Color Reader รุ่น CR-10) รายงานผลเป็นค่า L c และ h ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ต่อชุดการทดลอง (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก ข้อ 1)

3.2.2 วัดการสังเคราะห์เอทิลีน

นำกล่องพลาสติกขนาด 15 x 15 x75 เซนติเมตร สำหรับเก็บตัวอย่างแก๊สครอบขวดที่ปักดอกกล้วยไม้ เป็นเวลา 3 ชั่วโมง ใช้หลอดฉีดยาดึงตัวอย่างแก๊ส 10 มิลลิลิตร จากกล่องเก็บแก๊สมาเก็บแทนที่น้ำเกลือในขวดแก้วขนาด 20 มิลลิลิตร แล้วนำไปตรวจวัดปริมาณแก๊สด้วยเครื่อง gas chromatograph เก็บผลการทดลอง 4 ซ้ำ ต่อชุดการทดลอง นำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเอทิลีนต่อน้ำหนักช่อกล้วยไม้ 1 kg (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก ข้อ 2)

3.2.3 นับระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย

โดยนับระยะเวลาที่ดอกย่อยดอกแรกร่วง ดอกย่อยร่วง 50 % และดอกย่อยร่วงทั้งช่อ

3.2.4 นับจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน

เตรียมตัวอย่างเพื่อนับจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกันในวันที่ 0 10 และ 20 ของการทดลอง ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ต่อชุดการทดลอง (รายละเอียดวิธีการระบุในภาคผนวก ก ข้อ 3)

3.2.5 ศึกษาผลของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase และ ascorbate peroxidase

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase และ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้ในระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 0 5 10 และ 15 ของการทดลอง ทำการทดลอง 4 ซ้ำ ต่อชุดการทดลอง โดยนำตัวอย่างของกลีบดอกกล้วยไม้ (ดอกแรกนับจากล่างสุด) ที่ปักแจกันในวันที่ 0 5 10 และ 15 แช่ในไนโตรเจนเหลวและเก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -80 องศาเซลเซียส มาสกัดเอนไซม์และวิเคราะห์หาแอกทิวิตีของเอนไซม์ ด้วยวิธี spectrophotometric assay (Beers and Sizer, 1952) และ (Nakano and Asada, 1981) (อ้างอิงในนิตยา อัมรัตน์, 2548) (รายละเอียดระบุในภาคผนวก ก ข้อ 4)

3.2.6 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยใช้ One-way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

1. ผลของไคโตซานต่อการออกดอกและระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของกล้วยไม้แบบกระถาง

จากการทดลองปลูกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และ ‘BOM 17 K’ อายุ 8 เดือน ใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูก บรรจุในกระถางพลาสติกสีดำ เปรียบเทียบผลการใช้ไคโตซาน O-80 ความเข้มข้น 10 ppm ที่มีการให้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ย โดยการพ่นทุกสัปดาห์ หรือ ทุก 2 สัปดาห์ หรือทุก 4 สัปดาห์ กับการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว โดยติดตามผลทุก 1 สัปดาห์ เก็บข้อมูลการออกดอกของกล้วยไม้ที่ทำการทดลอง นับตั้งแต่วันที่เริ่มพ่นไคโตซานเป็นเวลา 1 ปี ได้ผลการทดลองดังนี้

1.1 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรก

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้นกว่าชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 151 และ 162 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 167 วัน และชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 173 วัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ใช้จนเริ่มมีช่อดอกแรกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 5 และตารางที่ 2)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้นกว่าชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 1 สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาจนเริ่มมีช่อดอกแรกประมาณ 113 และ 125 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 127 วัน และชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาจนเริ่มมีช่อดอกแรกประมาณ 129 วัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ใช้จนเริ่มมีช่อดอกแรกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 6 และตารางที่ 3)

1.2 ความยาวช่อดอก

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ เมื่อได้รับการพ่นไคโตซานในทุกรูปแบบ ไม่ปรากฏผลอย่างชัดเจนต่อการเพิ่มความยาวช่อดอก โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 4 และ 1 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกประมาณ 29 30 และ 31 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความยาวช่อดอกประมาณ 33 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความยาวช่อดอกของชุดการทดลองทั้งหมดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 7 และตารางที่ 4)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกประมาณ 33 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความยาวช่อดอกประมาณ 31 เซนติเมตร ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกประมาณ 29 และ 31 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 8 และตารางที่ 5)

1.3 ความกว้างของดอกย่อย

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ทุกชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานมีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกย่อยให้ใหญ่ขึ้น โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 1 และ 4 สัปดาห์ มีความกว้างของดอกย่อยเท่ากับ 6.80 6.77 และ 6.64 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความกว้างของดอกย่อยเท่ากับ 6.56 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความกว้างของดอกย่อยของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 9 และตารางที่ 6)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ทุกชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานมีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกย่อยให้ใหญ่ขึ้นเช่นเดียวกันกับในกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 1 และ 2 สัปดาห์ มีความกว้างของดอกย่อยเท่ากับ 6.99 6.93 และ 6.93 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความกว้างของดอกย่อยเท่ากับ 6.72 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความกว้างของดอกย่อยของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 10 และตารางที่ 7)

1.4 จำนวนช่อดอก/ต้น

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ชุดการทดลองที่ได้รับการพ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีจำนวนช่อดอก/ต้นเท่ากับ 2.5 ช่อ/ต้น เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนช่อดอก/ต้น เท่ากับ 2.1 ช่อ/ต้น เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามจำนวนช่อดอก/ต้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 11 และตารางที่ 8)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ชุดการทดลองที่ได้รับการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้นได้มากที่สุด คือ มีจำนวนช่อดอก/ต้น ประมาณ 3 ช่อ/ต้น เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนช่อดอก/ต้นประมาณ 1 ช่อ/ต้น ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีจำนวนช่อดอก/ต้น ประมาณ 1 ช่อ/ต้น เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้นมากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 12 และตารางที่ 9)

1.5 จำนวนดอกย่อย/ช่อ

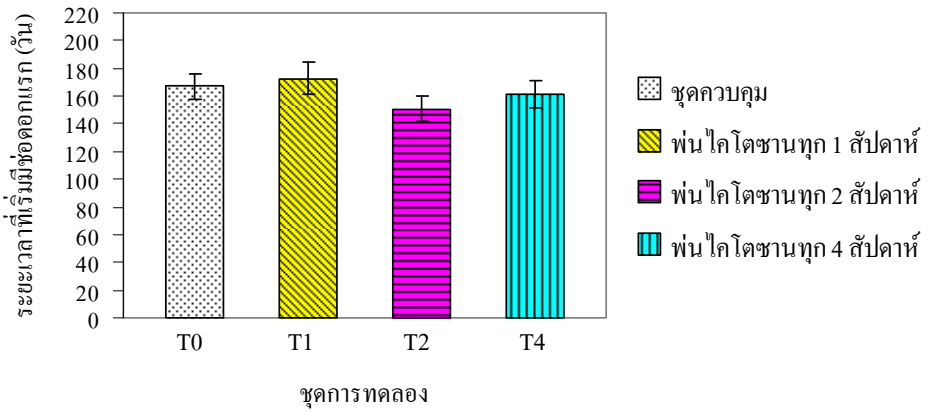
จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ทุกชุดการทดลองที่ได้รับการพ่นไคโตซาน มีแนวโน้มช่วยเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 2 และ 4 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 12 ดอก/ช่อ เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 11 ดอก/ช่อ อย่างไรก็ตามจำนวนดอกย่อย/ช่อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 13 และตารางที่ 10)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อประมาณ 12 ดอก/ช่อ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 7 ดอก/ช่อ ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อประมาณ 6 ดอก/ช่อ เท่ากัน โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อมากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 14 และตารางที่ 11)

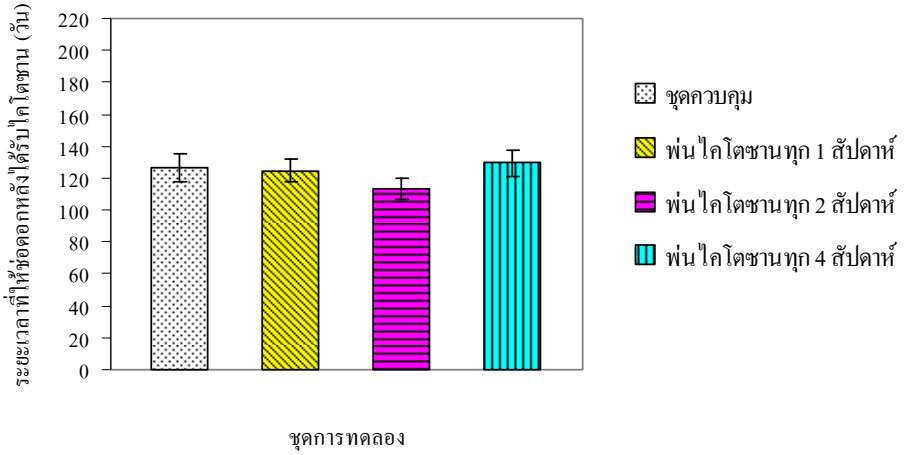
1.6 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ

จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า การพ่นไคโตซานทุกรูปแบบทำให้ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อน้อยกว่าชุดการทดลองที่ไม่พ่นไคโตซาน โดยชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 1 2 และ 4 สัปดาห์ มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อประมาณ 6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อประมาณ 7 สัปดาห์ อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 15 และตารางที่ 12)

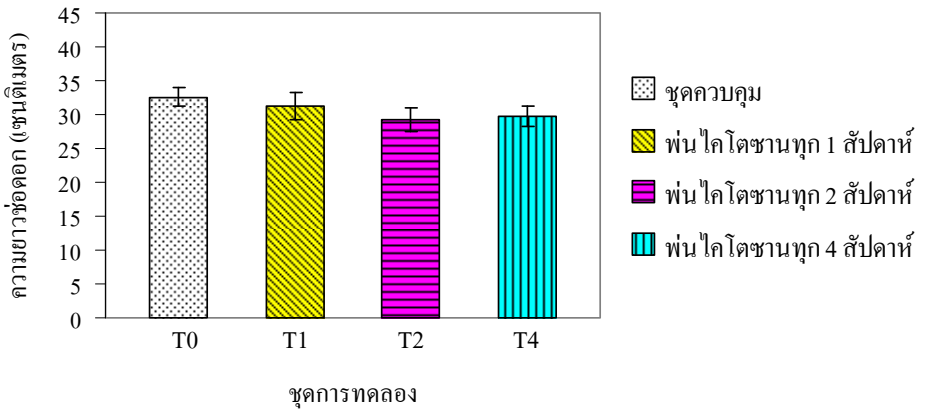
ในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อน้อยกว่าชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อประมาณ 6 สัปดาห์ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อประมาณ 7 สัปดาห์ เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ ที่มีระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อประมาณ 7 สัปดาห์ เท่ากัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 16 และตารางที่ 13)



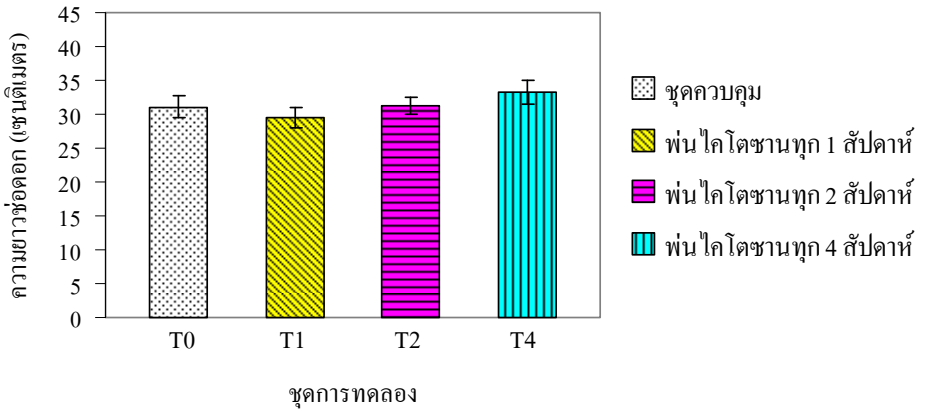
รูปที่ 5 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



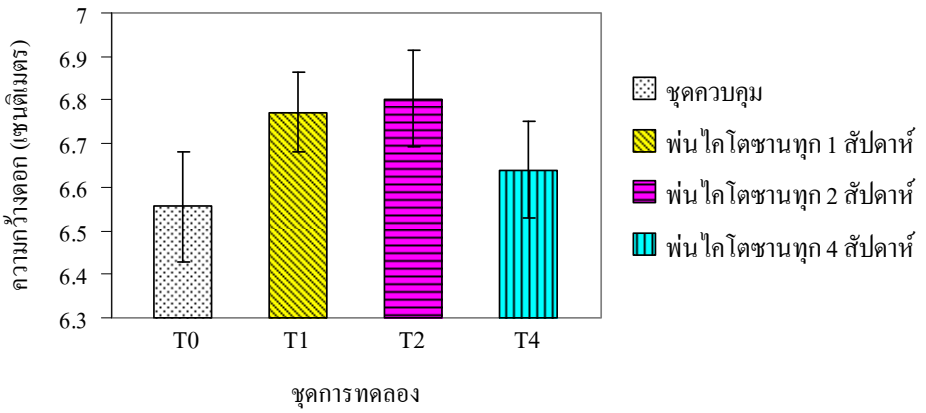
รูปที่ 6 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



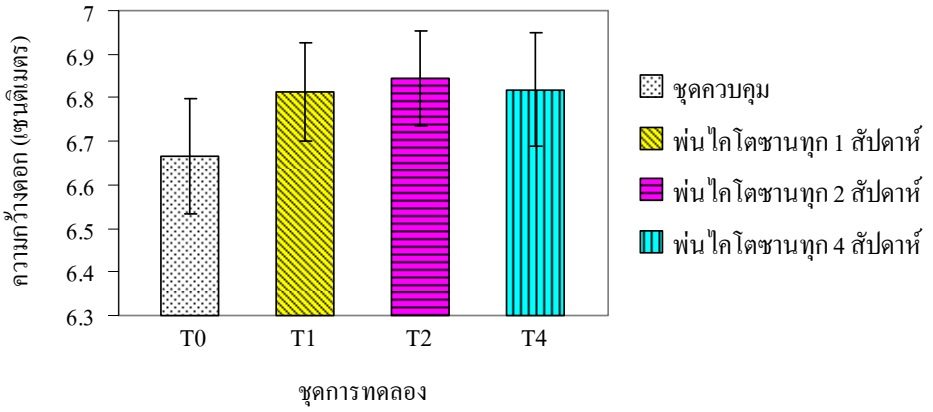
รูปที่ 7 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



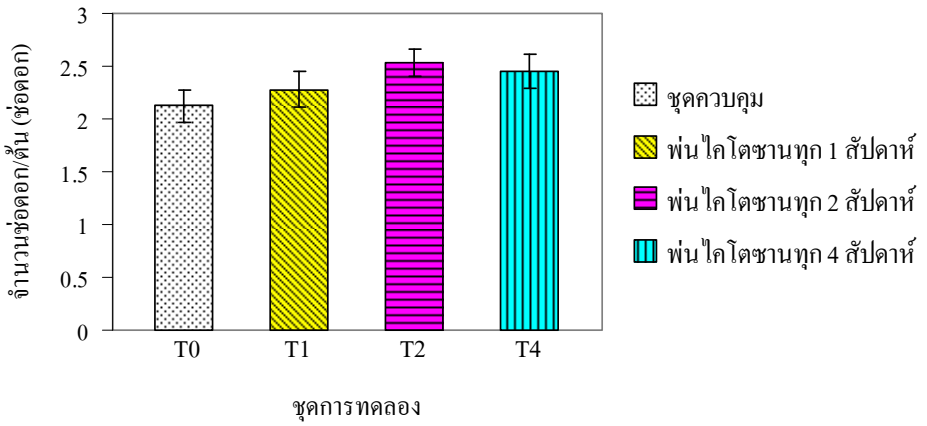
รูปที่ 8 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



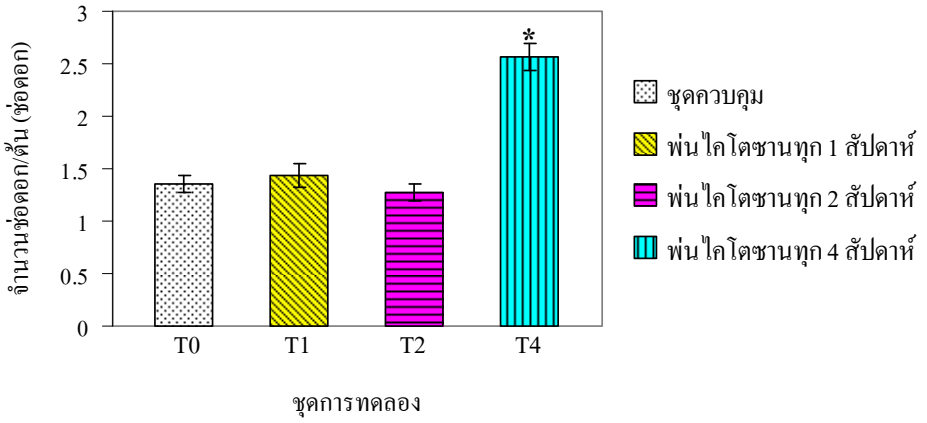
รูปที่ 9 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



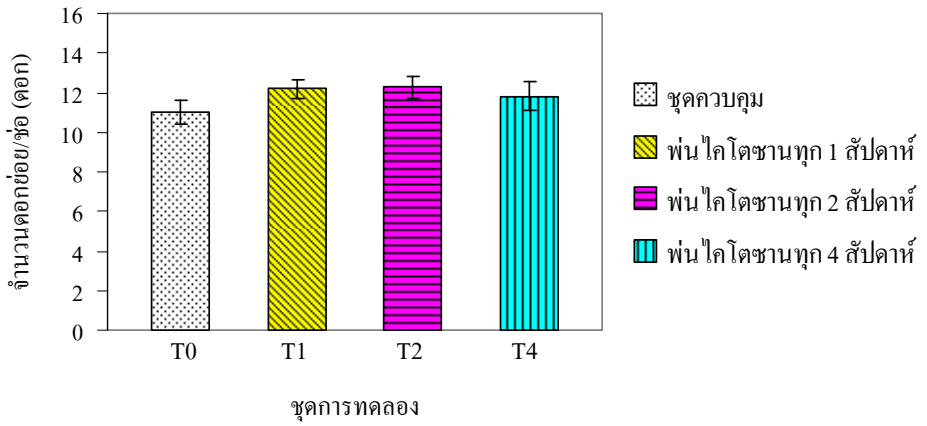
รูปที่ 10 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



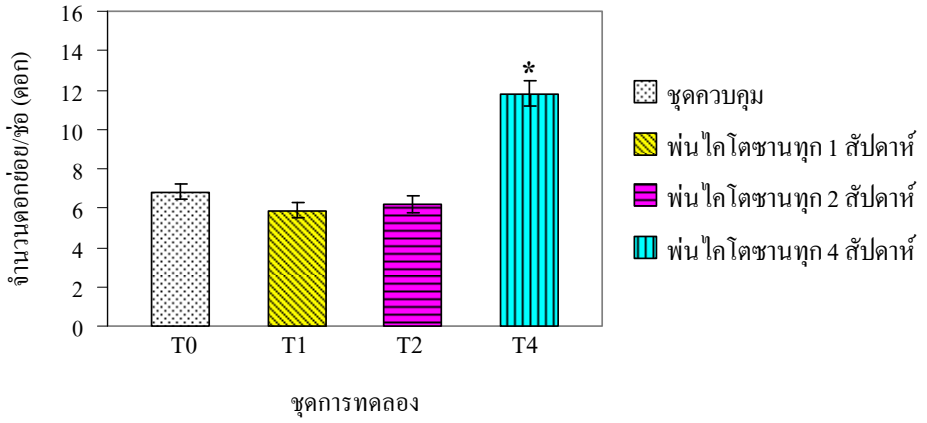
รูปที่ 11 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



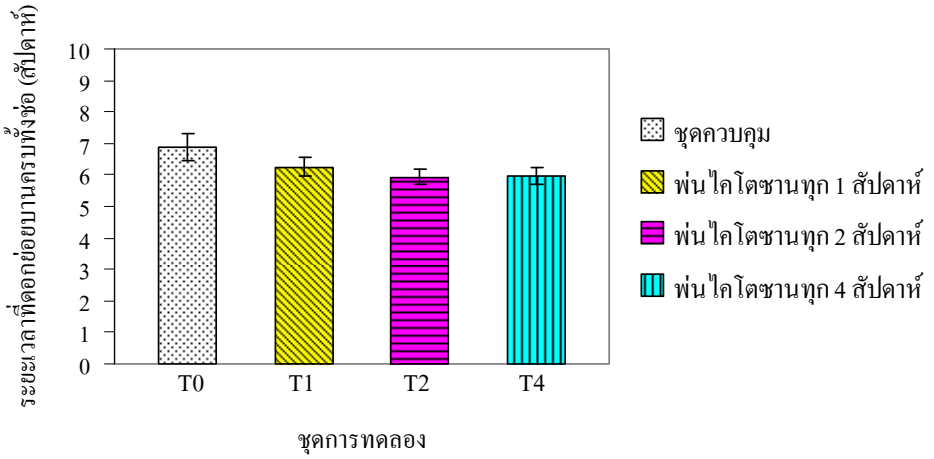
รูปที่ 12 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



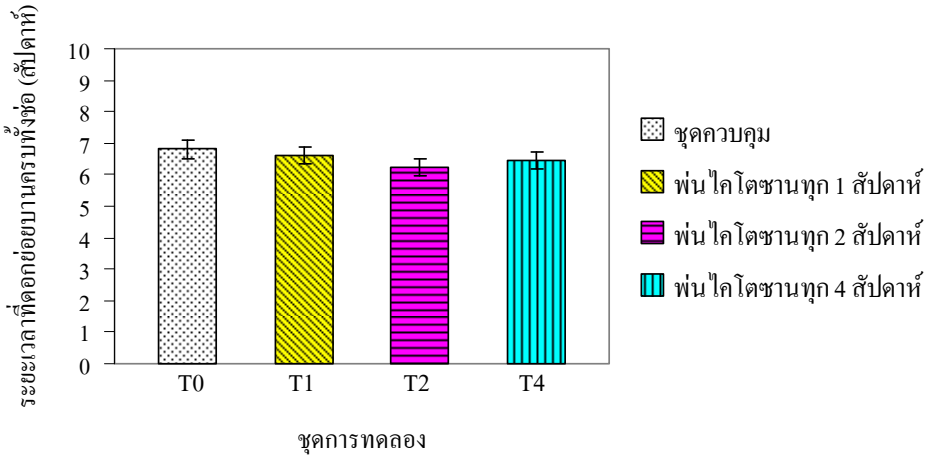
รูปที่ 13 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 14 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 15 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 16 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่เริ่มมีช่อดอกแรก ±SE^{ns}
ชุดควบคุม	166.91±9.16
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	172.81±11.65
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	150.94±9.61
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	161.45±10.21

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่เริ่มมีช่อดอกแรก ±SE^{ns}
ชุดควบคุม	126.59±8.40
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	124.69±7.52
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	112.88±6.62
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	129.28±8.27

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	32.61±1.42
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	31.18±1.95
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	29.17±1.72
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	29.77±1.52

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	31.07±1.66
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	29.48±1.40
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	31.31±1.20
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	33.27±1.79

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความกว้างของดอกย่อย (เซนติเมตร) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	6.55±0.12
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	6.77±0.09
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	6.80±0.11
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	6.63±0.11

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความกว้างของดอกย่อย (เซนติเมตร) ±SE^{ns}
ชุดควบคุม	6.71±0.10
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	6.92±0.10
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	6.92±0.10
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	6.98± 0.10

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอก (ต้น) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	2.12±0.15
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	2.28±0.16
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	2.53±0.12
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	2.45±0.15

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอก (ต้น) ± SE*
ชุดควบคุม	1.35±0.08[b]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	1.43±0.11[b]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	1.28±0.08[b]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	2.56±0.12[a]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอกย่อย (ช่อ) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	11.03±0.60
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	12.18±0.49
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	12.28±0.54
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	11.80±0.72

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 11 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอกย่อย (ช่อ) ± SE*
ชุดควบคุม	6.80±0.38[b]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	5.87±0.38[b]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	6.18±0.41[b]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	11.81±0.64[a]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 12 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ (สัปดาห์) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	6.87±0.42
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	6.25±0.29
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	5.93±0.22
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	5.96±0.28

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 13 ระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระถางหลังการได้รับไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ (สัปดาห์) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	6.80±0.29
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	6.59±0.26
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	6.25±0.26
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	6.46±0.27

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

2. ผลของไคโตซานต่อการออกดอก คุณภาพของดอก และคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวกล้วยไม้ตัดดอก

จากการทดลองปลูกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และ ‘BOM 17 K’ อายุ 8 เดือน หลังย้ายออกปลูกจากขวดเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อการตัดดอก โดยปลูกบนกระบะกาบมะพร้าว เปรียบเทียบผลการใช้ไคโตซาน O-80 ความเข้มข้น 10 ppm ที่มีการให้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ย โดยการพ่นทุกสัปดาห์ หรือ ทุก 2 สัปดาห์ หรือทุก 4 สัปดาห์ กับการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว โดยติดตามผลทุก 1 สัปดาห์ เก็บข้อมูลการออกดอกของกล้วยไม้ที่ทำการทดลอง นับตั้งแต่วันที่เริ่มพ่นไคโตซานเป็นเวลา 1 ปี ได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรก

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้นกว่าชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 155 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 163 วัน ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 1 สัปดาห์ เริ่มมีช่อดอกแรกใช้ระยะเวลาประมาณ 168 และ 194 วัน ตามลำดับ อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 17 และตารางที่ 16)

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานมีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้นกว่าชุดการทดลองควบคุม โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 4 และ 2 สัปดาห์ ใช้ระยะเวลาประมาณ 149 164 และ 168 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่ใช้ระยะเวลาประมาณ 170 วัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 18 และตารางที่ 17)

2.2 ความยาวช่อดอก

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานมีความยาวช่อดอกมากกว่าชุดการทดลองควบคุม ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 4 และ 2 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกประมาณ 40 37 และ 36 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความยาวช่อดอกประมาณ 34 เซนติเมตร โดยที่ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกมากที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 19 และตารางที่ 18)

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ เมื่อมีการพ่นไคโตซานในทุกรูปแบบ ไม่ปรากฏผลต่อการเพิ่มความยาวช่อดอกอย่างชัดเจน โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซาน

ทุก 1 2 และ 4 สัปดาห์ มีความยาวช่อดอกประมาณ 31 33 และ 34 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความยาวช่อดอกประมาณ 34 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 20 และตารางที่ 19)

2.3 ความกว้างของดอกย่อย

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ทุกชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซาน ช่วยเพิ่มขนาดของดอกย่อยให้ใหญ่ขึ้น โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 4 และ 1 สัปดาห์ มีความกว้างของดอกเท่ากับ 6.84 6.82 และ 6.81 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความกว้างของดอกเท่ากับ 6.67 เซนติเมตร อย่างไรก็ตามความกว้างของดอกย่อย จากชุดการทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 21 และตารางที่ 20)

กล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีความกว้างของดอกเท่ากับ 7.32 เซนติเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีความกว้างของดอกเท่ากับ 7.25 เซนติเมตร ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีความกว้างของดอกเท่ากับ 7.13 และ 7.17 เซนติเมตร ตามลำดับ อย่างไรก็ตามความกว้างของดอก จากชุดการทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 22 และตารางที่ 21)

2.4 จำนวนช่อดอก/ต้น

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ทุกชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซาน ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 1 และ 2 สัปดาห์ มีจำนวนช่อดอก/ต้น เท่ากับ 2.16 2.23 และ 2.25 ช่อ/ต้น ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนช่อดอก/ต้นเท่ากับ 1.59 ช่อ/ต้น โดยทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานสามารถช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้นได้อย่างชัดเจนและแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 23 และตารางที่ 22)

จากการทดลองกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' พบว่า การพ่นไคโตซานทุกรูปแบบไม่ปรากฏผลช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้นอย่างชัดเจน โดยทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานมีจำนวนช่อดอก/ต้นประมาณ 2 ช่อ/ต้น เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนช่อดอก/ต้นประมาณ 2 ช่อ/ต้น อย่างไรก็ตามจำนวนช่อดอก/ต้นของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 24 และตารางที่ 23)

2.5 จำนวนดอกย่อย/ช่อ

จากการทดลองพบว่า กล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ทุกชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุกรูปแบบสามารถช่วยเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ ชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 14 ดอก/ช่อ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 11 ดอก/ช่อ เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 9 ดอก/ช่อ โดยชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 4 และ 1 สัปดาห์ สามารถเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อได้มากกว่าชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 25 และตารางที่ 24)

กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ชุดการทดลองที่มีการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 13 ดอก/ช่อ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 12 ดอก/ช่อ ใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวนดอกย่อย/ช่อ ประมาณ 12 ดอก/ช่อ เช่นกัน อย่างไรก็ตามจำนวนดอกย่อย/ช่อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 26 และตารางที่ 25)

2.6 การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก

ค่า L เป็นค่าที่แสดงถึงความสว่างของสี ถ้ามีค่ามากแสดงว่ากลีบดอกไม้มีความสว่างมาก จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่าชุดการทดลองควบคุมมีค่า L ลดลงในวันที่ 5 วันที่ 15 และวันที่ 20 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ ค่า L ลดลงในวันที่ 10 ในวันที่ 15 ค่า L เพิ่มขึ้น และลดลงอีกครั้งในวันที่ 20 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ ค่า L ลดลงในวันที่ 5 15 และวันที่ 20 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ค่า L ลดลงในวันที่ 15 และวันที่ 20 เมื่อเปรียบเทียบทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานกับชุดการทดลองควบคุม การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกระหว่างการปักแจกันในวันที่ 0 ถึงวันที่ 20 พบว่า ในวันที่ 0 10 และ 15 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์มีค่า L มากกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก ในชุดการทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 27 และตารางที่ 26)

ในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ชุดการทดลองควบคุม และชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีค่า L เพิ่มขึ้นในวันที่ 5 หลังจากนั้น ค่า L ลดลงตลอดเวลาอายุการปักแจกัน ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ค่า L ลดลงในวันที่ 5 และวันที่ 25 เมื่อเปรียบเทียบตลอดอายุการปักแจกันชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีค่า L มากกว่าชุดการทดลองควบคุมตั้งแต่วันแรกของอายุการปักแจกันจนกระทั่งถึงวันที่ 20 อย่างไรก็ตามการ

เปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 28 และตารางที่ 27)

ค่า c เป็นค่าที่แสดงถึงความเข้มของสีกลีบดอก ถ้าค่า c เพิ่มขึ้นแสดงว่า สีของกลีบดอกกล้วยไม้เปลี่ยนจากสีขาวเป็นสีเหลือง-สีน้ำตาลหรือดำ จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' พบว่า ในวันที่ 0 5 10 และวันที่ 20 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีค่า c น้อยกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า c น้อยกว่าชุดการทดลองควบคุมในวันที่ 5 และวันที่ 20 อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานกับชุดการทดลองควบคุม ความเข้มสีของกลีบดอกระหว่างการปักแจกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 29 และตารางที่ 28)

ในกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ถ้าค่า c ลดลงแสดงว่า สีของกลีบดอกกล้วยไม้มีสีซีดจางลดลง จากการทดลองพบว่า ในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีค่า c มากที่สุด ในวันที่ 5 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีค่า c มากที่สุด และในวันที่ 15 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีค่า c มากที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานกับชุดการทดลองควบคุม ความเข้มสีของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ระหว่างการปักแจกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 30 และตารางที่ 29)

ค่า h (hue angle) เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนสีของกลีบดอกกล้วยไม้ ถ้าค่า h ลดลงเรื่อยๆ แสดงว่ากลีบดอกกล้วยไม้มีการเปลี่ยนสีจากสีขาวเป็นสีเหลือง-สีน้ำตาลหรือดำเมื่ออายุการปักแจกันนานขึ้นนั่นคือ ค่า h จะลดลงเมื่อกลีบดอกกล้วยไม้เข้าสู่ภาวะเสื่อมถอย จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' พบว่า ชุดการทดลองควบคุมมีค่า h ลดลงในวันที่ 5 10 และ 15 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ ค่า h ลดลงในวันที่ 5 และ 15 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ ค่า h ลดลงในวันที่ 15 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ค่า h ลดลงในวันที่ 10 15 และ 20 เมื่อเปรียบเทียบชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานกับชุดการทดลองควบคุม การเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกระหว่างการปักแจกันในวันที่ 5 และ 10 พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีค่า h มากที่สุด และในวันที่ 20 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีค่า h มากกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 31 และตารางที่ 30)

ในกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ถ้าค่า h ลดลงเรื่อยๆ แสดงว่ากลีบดอกกล้วยไม้มีการเปลี่ยนสีจากสีม่วงอมชมพูเป็นสีเหลือง-สีน้ำตาลหรือดำเมื่ออายุการปักแจกันนานขึ้นนั่นคือ ค่า h จะลดลงเมื่อกลีบดอกกล้วยไม้เข้าสู่ภาวะเสื่อมถอย จากการทดลองพบว่า ตลอดระยะเวลาอายุการปักแจกันชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีค่า h มากกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 32 และตารางที่ 31)

2.7 การสังเคราะห์เอทิลีน

จากการทดลอง ปักแจกันช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่พ่นไคโตซานมีแนวโน้มช่วยชะลอการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้ แม้ว่าการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอก สูงสุด ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน คือมีปริมาณเอทิลีนเท่ากับ 1.1446 L/kg/h และการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 10 ของการปักแจกัน คือมีปริมาณเอทิลีน เท่ากับ 0.8514 L/kg/h เช่นเดียวกับชุดการทดลองควบคุม ที่มีปริมาณเอทิลีน เท่ากับ 1.2621 L/kg/h แต่ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 20 คือมีปริมาณเอทิลีน เท่ากับ 1.0327 L/kg/h ซึ่งมีความแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 33 และตารางที่ 32)

ส่วนการทดลองปักแจกันช่อดอก กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า การพ่นไคโตซานสามารถชะลอการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้ได้ โดยชุดการทดลองควบคุมมีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกสูงสุด ในวันที่ 5 คือ คือ มีปริมาณเอทิลีน เท่ากับ 2.3752 L/kg/h แต่ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดของช่อดอกในวันที่ 10 ของการปักแจกัน คือ มีปริมาณเอทิลีน เท่ากับ 1.8614 และ 2.314 L/kg/h ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มการสังเคราะห์เอทิลีนลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (รูปที่ 34 และตารางที่ 33)

2.8 ระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย

จากการทดลอง ปักแจกันกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ สามารถยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกได้นานที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกได้เช่นกัน ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 4 และ 1 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกแรกประมาณวันที่ 18 15 และ 11 วัน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อยดอกแรกประมาณวันที่ 10 โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ สามารถยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกได้นานที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 35 และตารางที่ 34)

ส่วนการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ สามารถยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกได้นานที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อย 50 % ได้ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 4 และ 2 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ในวันที่ 23 22 และ 20 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ในวันที่ 17 โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 และ 2 สัปดาห์ สามารถ

ยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อย 50 % ได้นานที่สุดและแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 35 และตารางที่ 34)

ส่วนการหลุดร่วงของดอกย่อย 100 % ของกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 29 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 26 เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 25 วัน อย่างไรก็ตามชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยทั้งช่อได้นานที่สุดแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุม (รูปที่ 35 และตารางที่ 34)

จากการทดลองปักแจกันกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกได้ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกแรกประมาณวันที่ 19 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อยดอกแรกประมาณวันที่ 17 ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกแรกประมาณวันที่ 17 เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยดอกแรกของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 36 และตารางที่ 35)

นอกจากนี้ ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ได้ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ประมาณวันที่ 26 เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ประมาณวันที่ 22 ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อย 50 % ในวันที่ 22 เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการหลุดของดอกย่อย 50 % ของทุกการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 36 และตารางที่ 35)

ส่วนการหลุดร่วงของดอกย่อย 100 % ของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยยืดระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยทั้งช่อได้ โดยชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 28 และวันที่ 26 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 23 ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อประมาณวันที่ 23 วัน เช่นเดียวกันกับชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาการหลุดของดอกย่อยทั้งช่อของทุกการทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 36 และตารางที่ 35)

2.9 จำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน

จากการศึกษาจำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องปกติของกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ในวันที่ 0 10 และ 20 พบว่า จำนวนโคโลนีแบคทีเรีย ในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ มีจำนวนโคโลนีน้อยที่สุด เท่ากับ 1.3 x 10^2 CFU/ml เท่ากัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมที่มีจำนวน เท่ากับ 3.6 x 10^2 CFU/ml และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีจำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน เท่ากับ 1.1 x 10^3 CFU/ml อย่างไรก็ตาม จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในวันที่ 10 และ 20 ของการปักแจกัน ไม่พบความแตกต่างของจำนวนโคโลนีแบคทีเรียอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14)

จากการศึกษาจำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องปกติของกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ในวันที่ 0 10 และ 20 พบว่า จำนวนโคโลนี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 15)

2.10 การศึกษาผลของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase

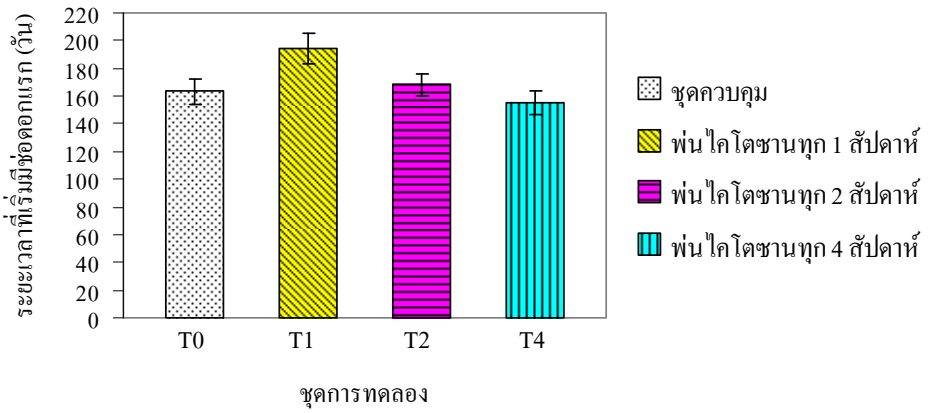
จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' พบว่า ในวันที่ 0 10 และ15 ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานแอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มที่ต่ำกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนในวันที่ 5 พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มที่สูงกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามแอกทิวิตีของเอนไซม์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 37 และตารางที่ 36)

ในกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' พบว่า ในวันที่ 0 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม ในวันที่ 5 ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนในวันที่ 10 ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานแอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มที่ต่ำกว่าชุดการทดลองควบคุม และในวันที่ 15 พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามแอกทิวิตีของเอนไซม์ CAT ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 38 และตารางที่ 37)

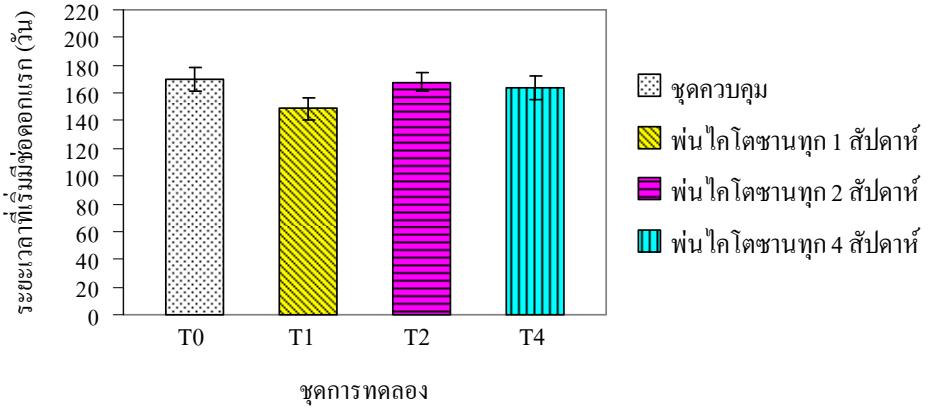
2.11 การศึกษาผลของไคโตซานต่อการเปลี่ยนแปลงแอคติวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase

จากการทดลองในกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า ในวันที่ 0 และ10 ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX มีแนวโน้มต่ำกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนในวันที่ 5 พบว่า ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม และในวันที่ 15 พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ APX มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองควบคุม อย่างไรก็ตามแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 39 และตารางที่ 38)

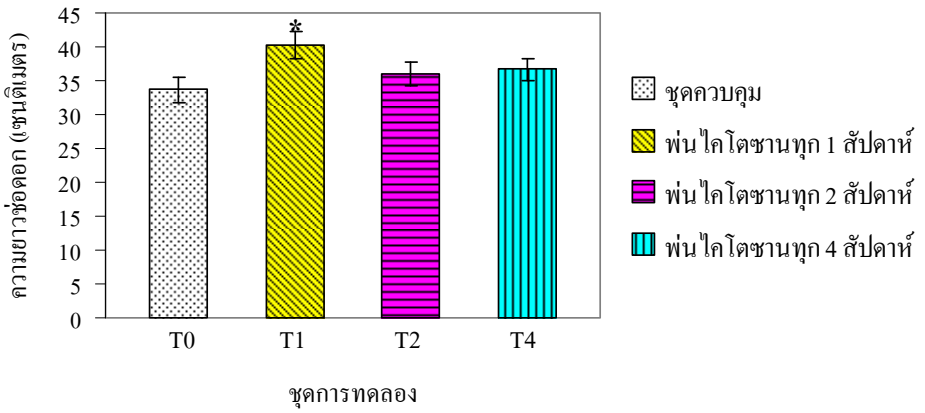
ส่วนในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ในวันที่ 0 10 และ15 ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX ต่ำกว่าชุดการทดลองควบคุม ส่วนในวันที่ 5 พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ APX มากกว่าชุดการทดลองควบคุม ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ แอกทิวิตีของเอนไซม์ เท่ากับ 1.2302 units/mg protein เมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองควบคุมแอกทิวิตีของเอนไซม์ เท่ากับ 0.4388 units/mg protein และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนในวันที่ 15 พบว่า ชุดการทดลองควบคุมแอกทิวิตีของเอนไซม์ APX มากกว่าทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (รูปที่ 40 และตารางที่ 39)



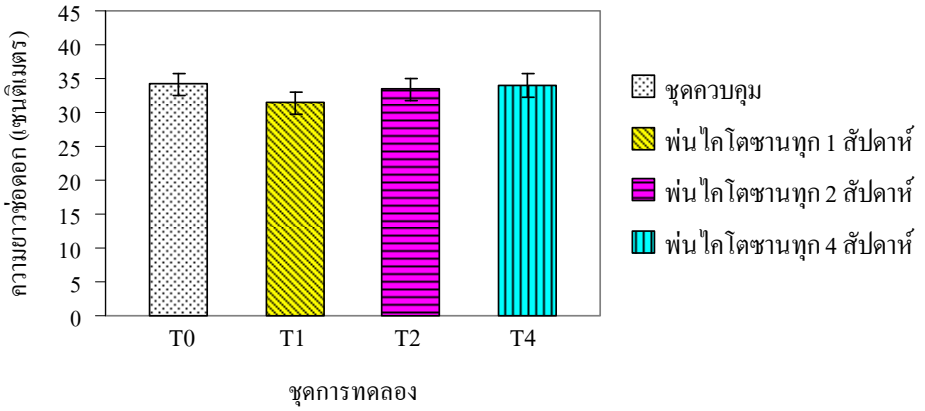
รูปที่ 17 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



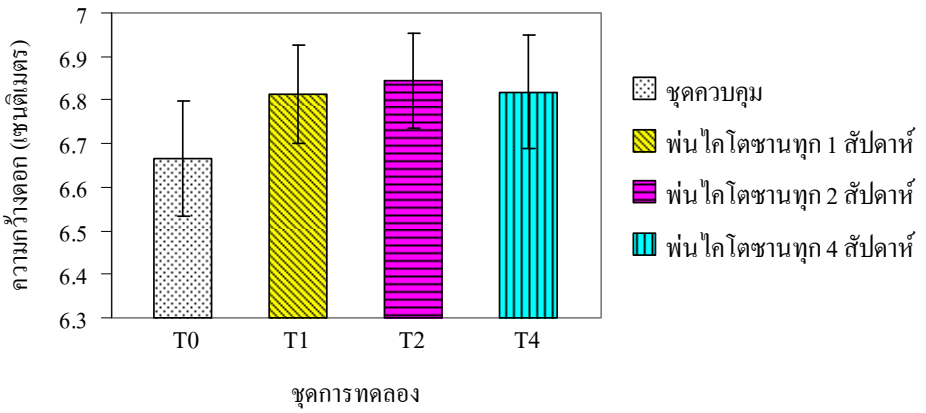
รูปที่ 18 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



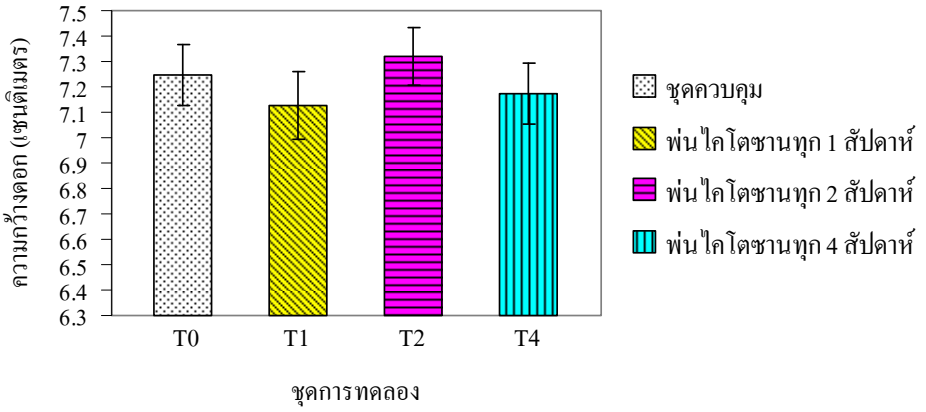
รูปที่ 19 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



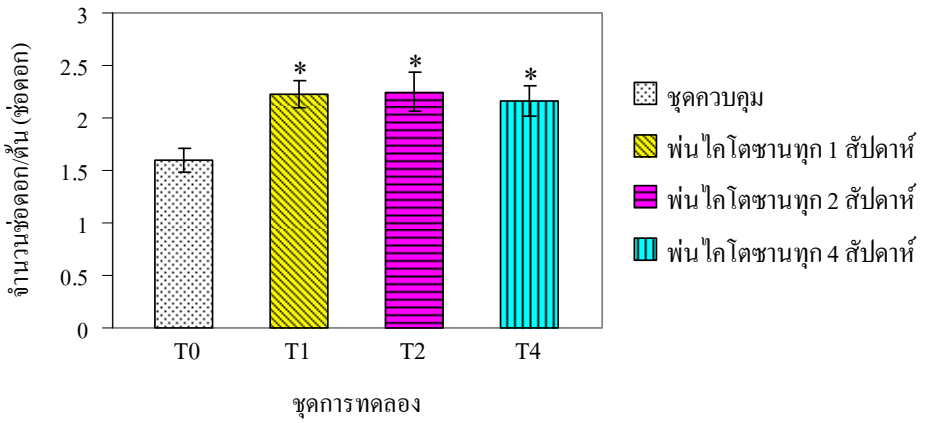
รูปที่ 20 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



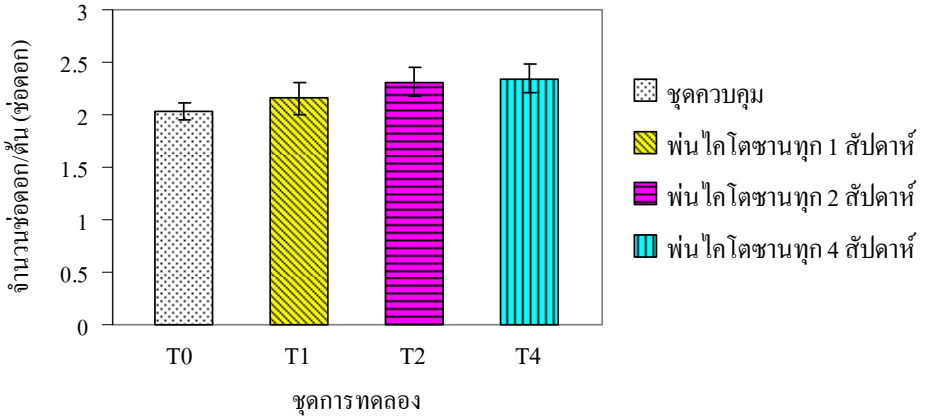
รูปที่ 21 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



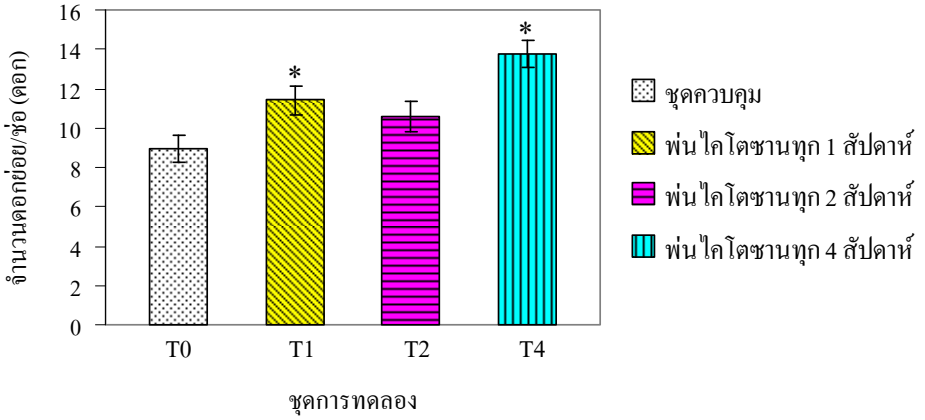
รูปที่ 22 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



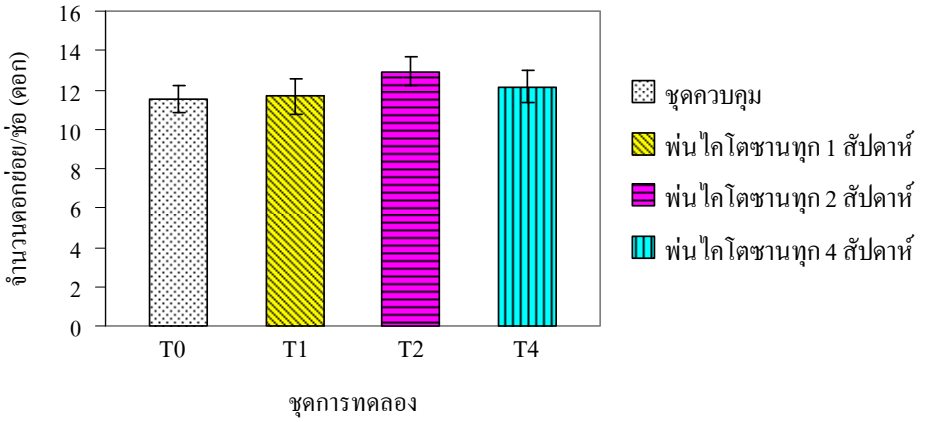
รูปที่ 23 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



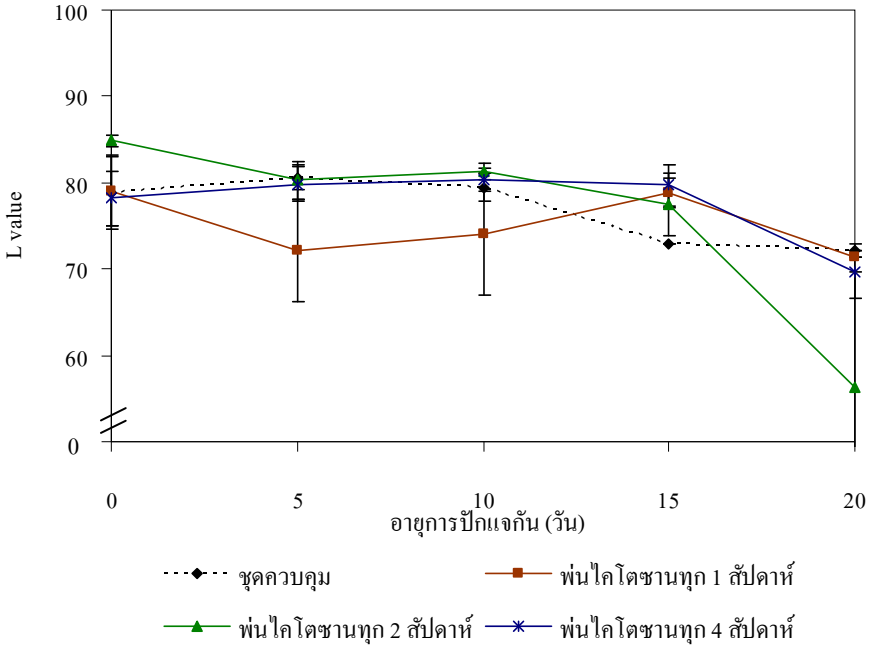
รูปที่ 24 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



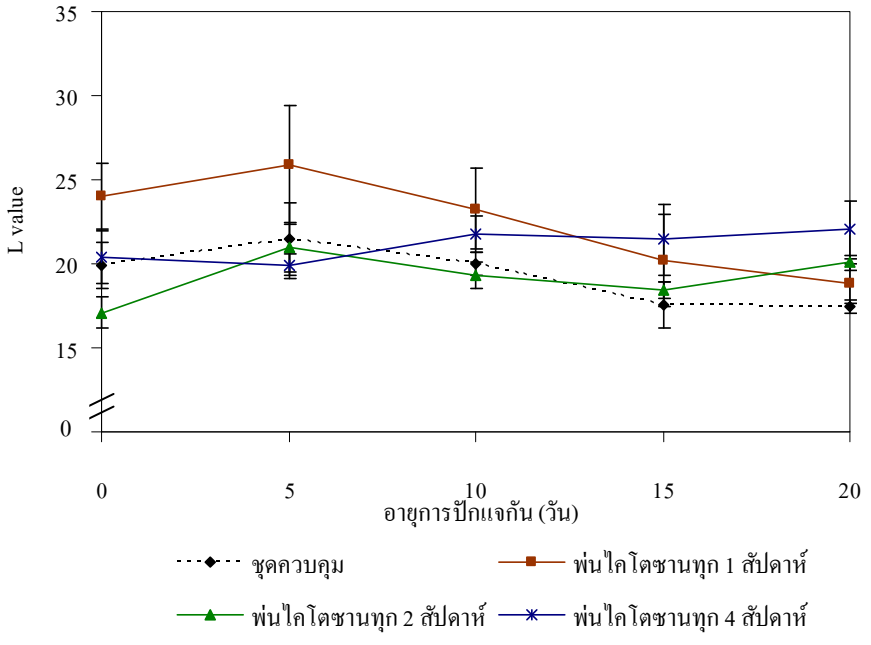
รูปที่ 25 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



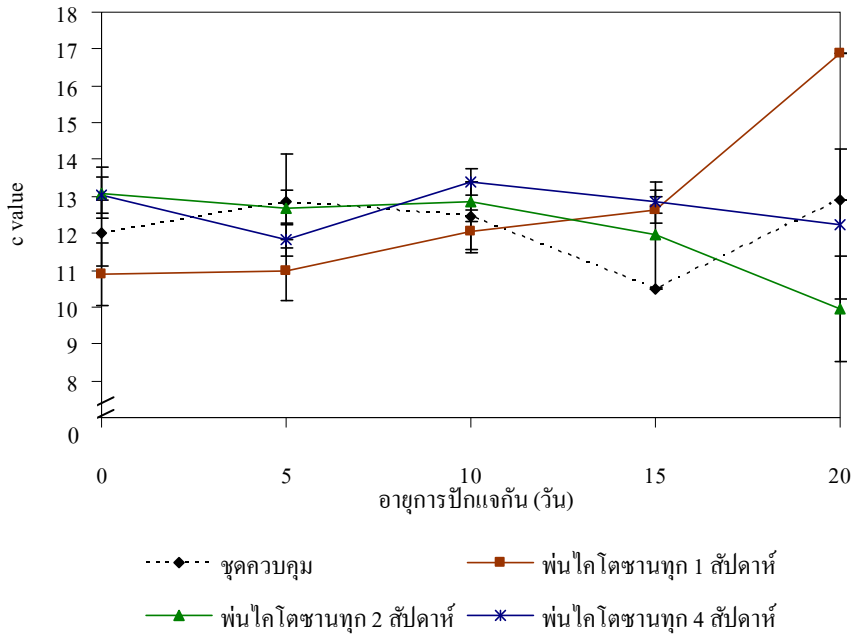
รูปที่ 26 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ 'BOM 17 K' ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



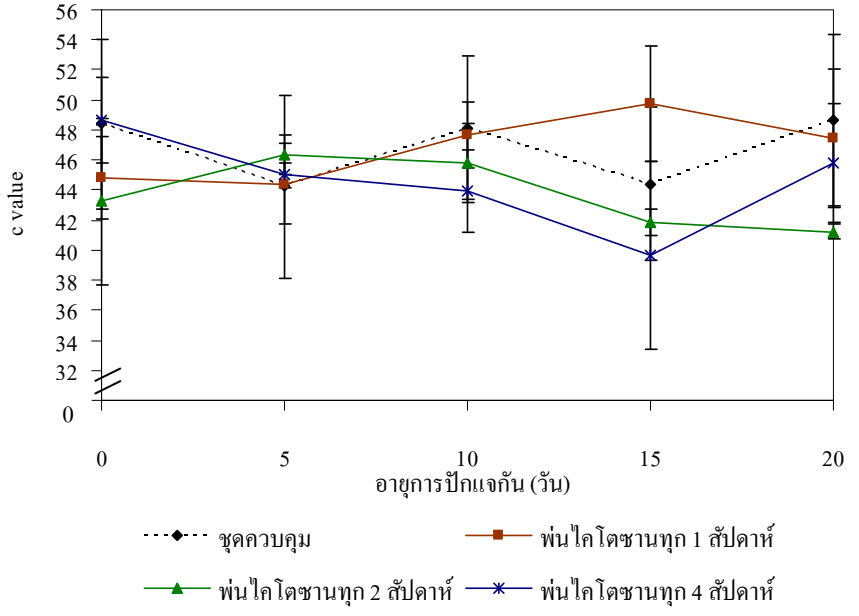
รูปที่ 27 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



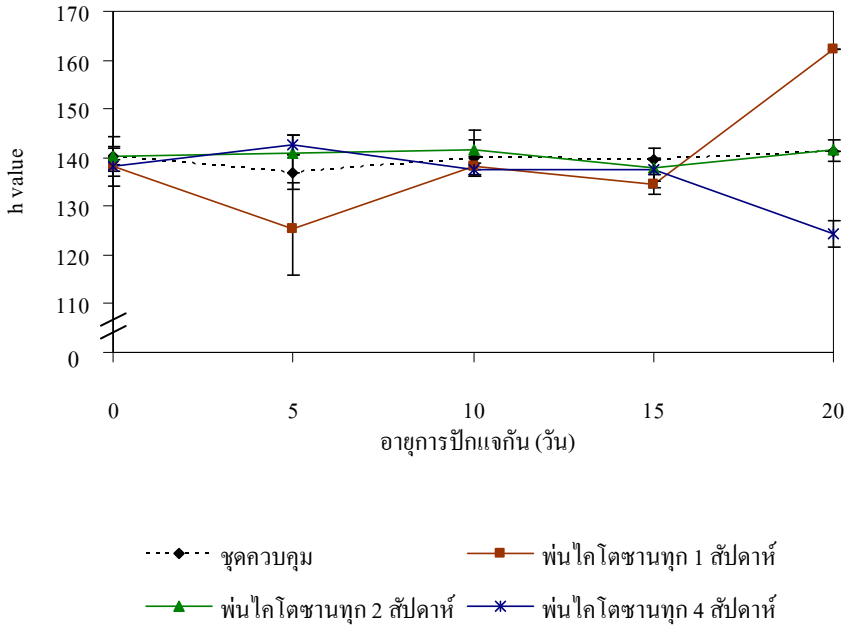
รูปที่ 28 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



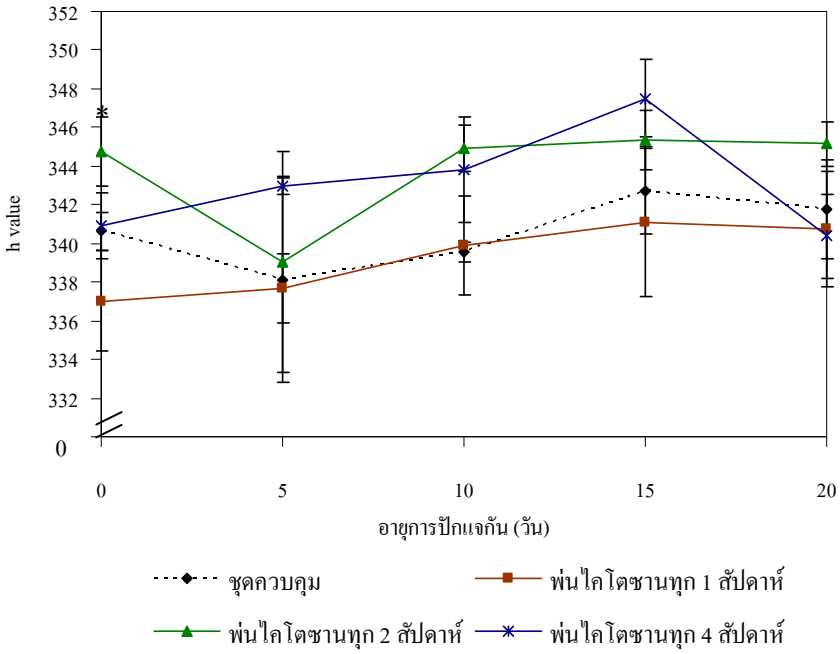
รูปที่ 29 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



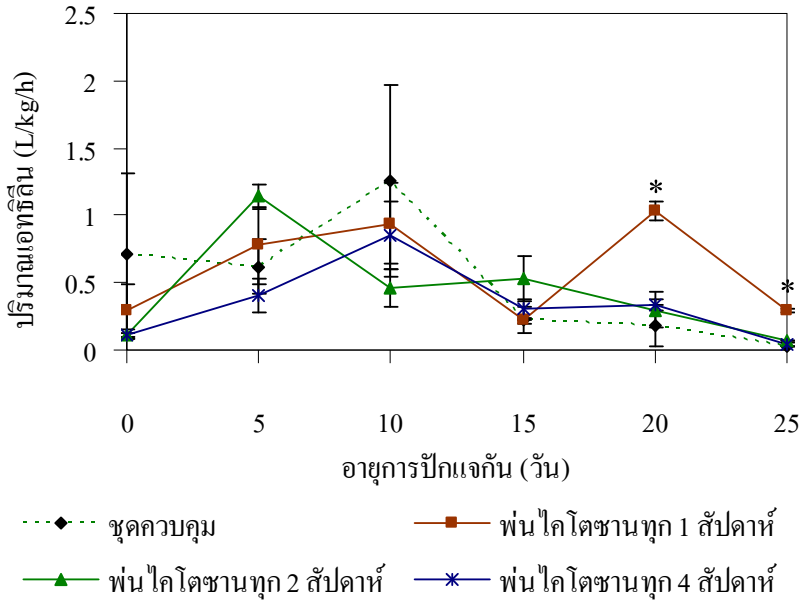
รูปที่ 30 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



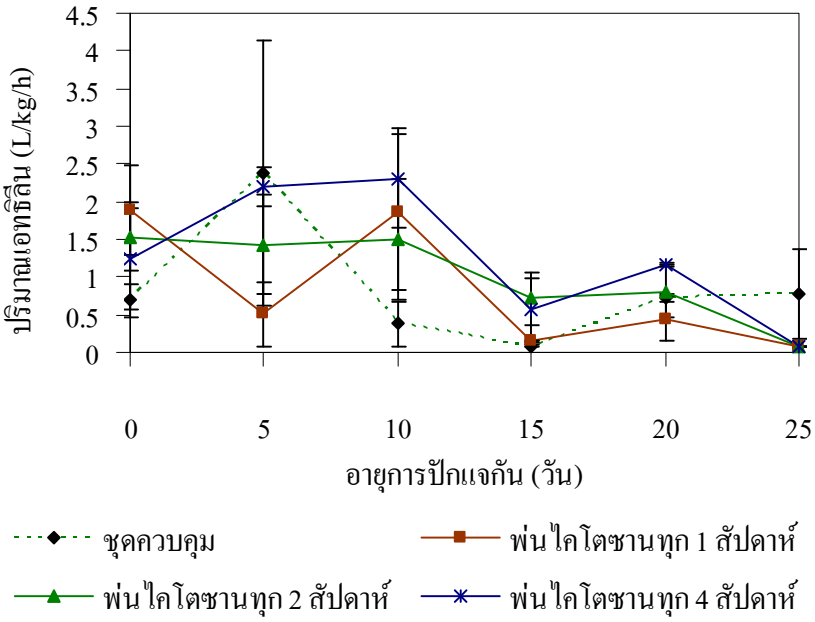
รูปที่ 31 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



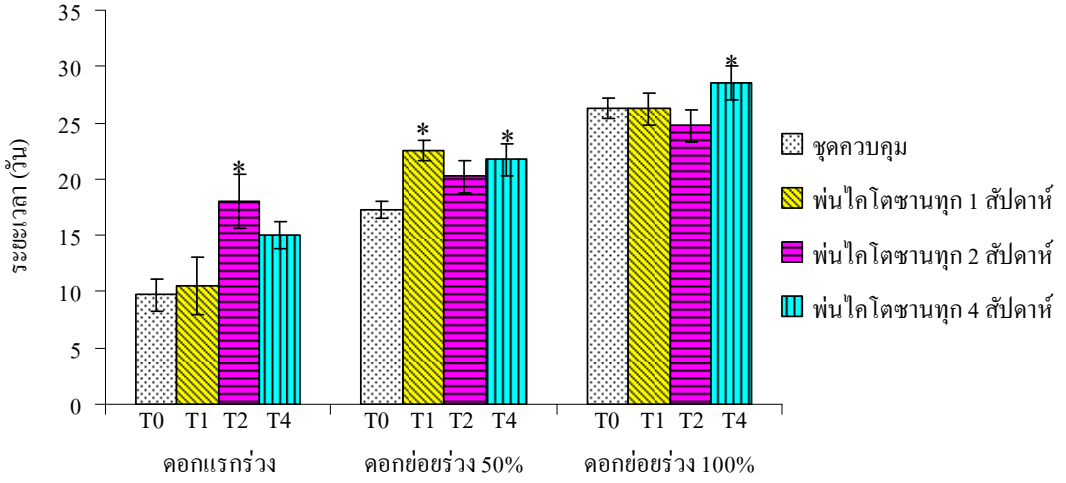
รูปที่ 32 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20



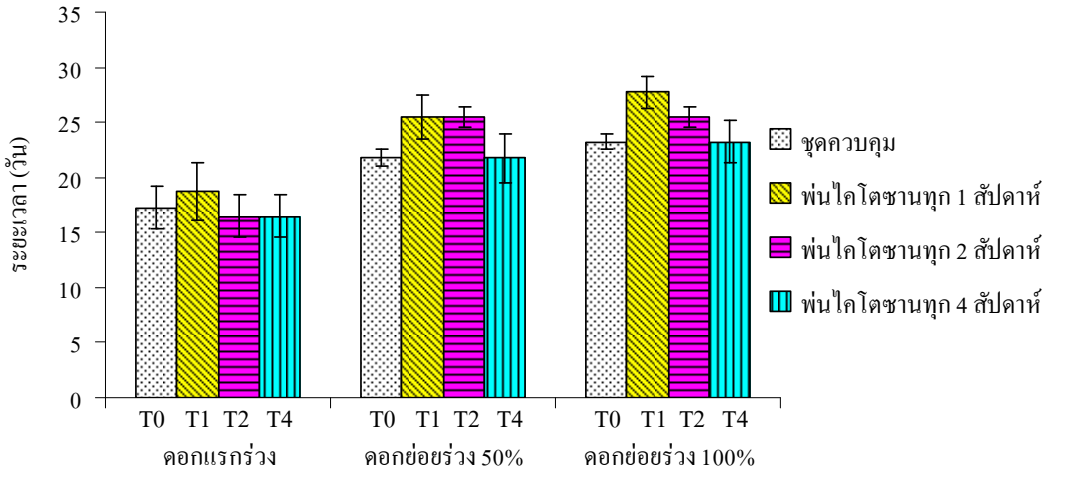
รูปที่ 33 ปริมาณเอทิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



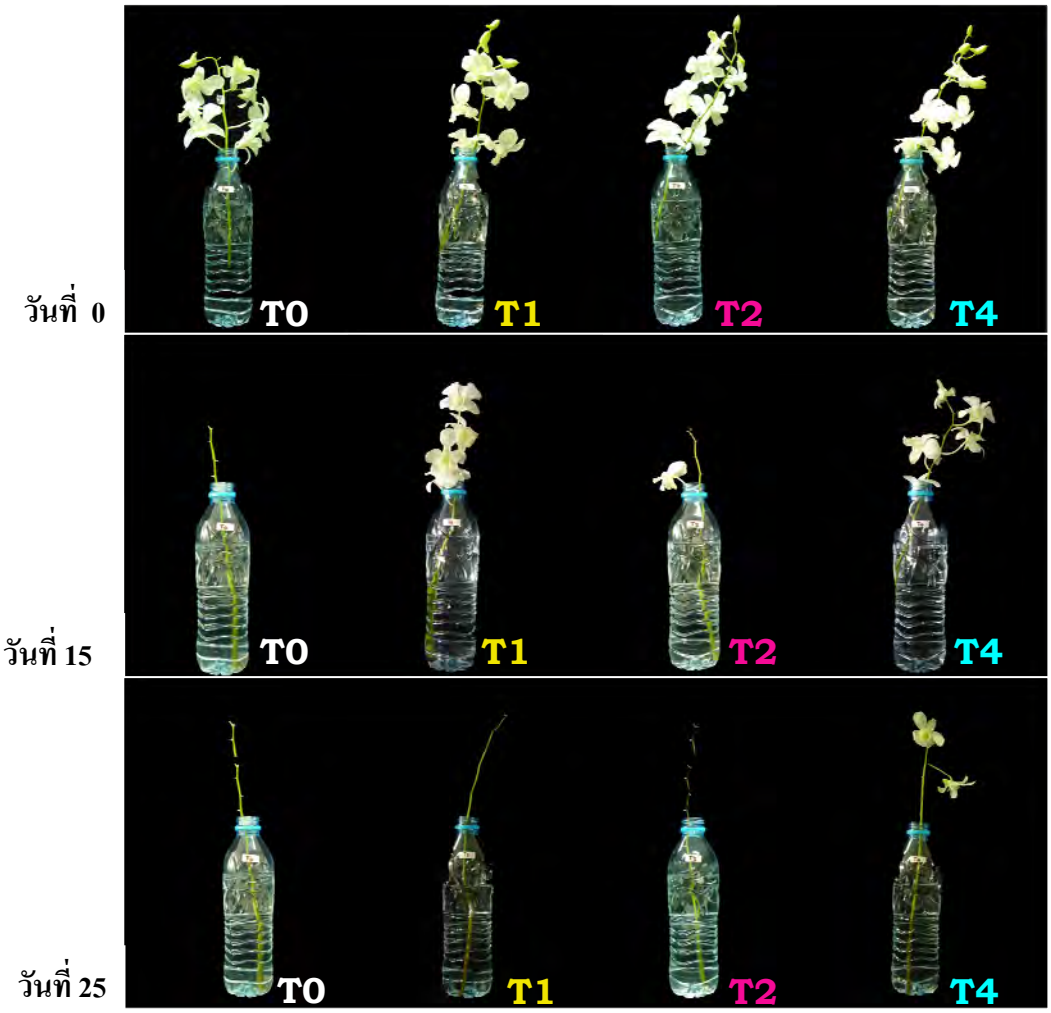
รูปที่ 34 ปริมาณเอทิลีน (L/kg/h) ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



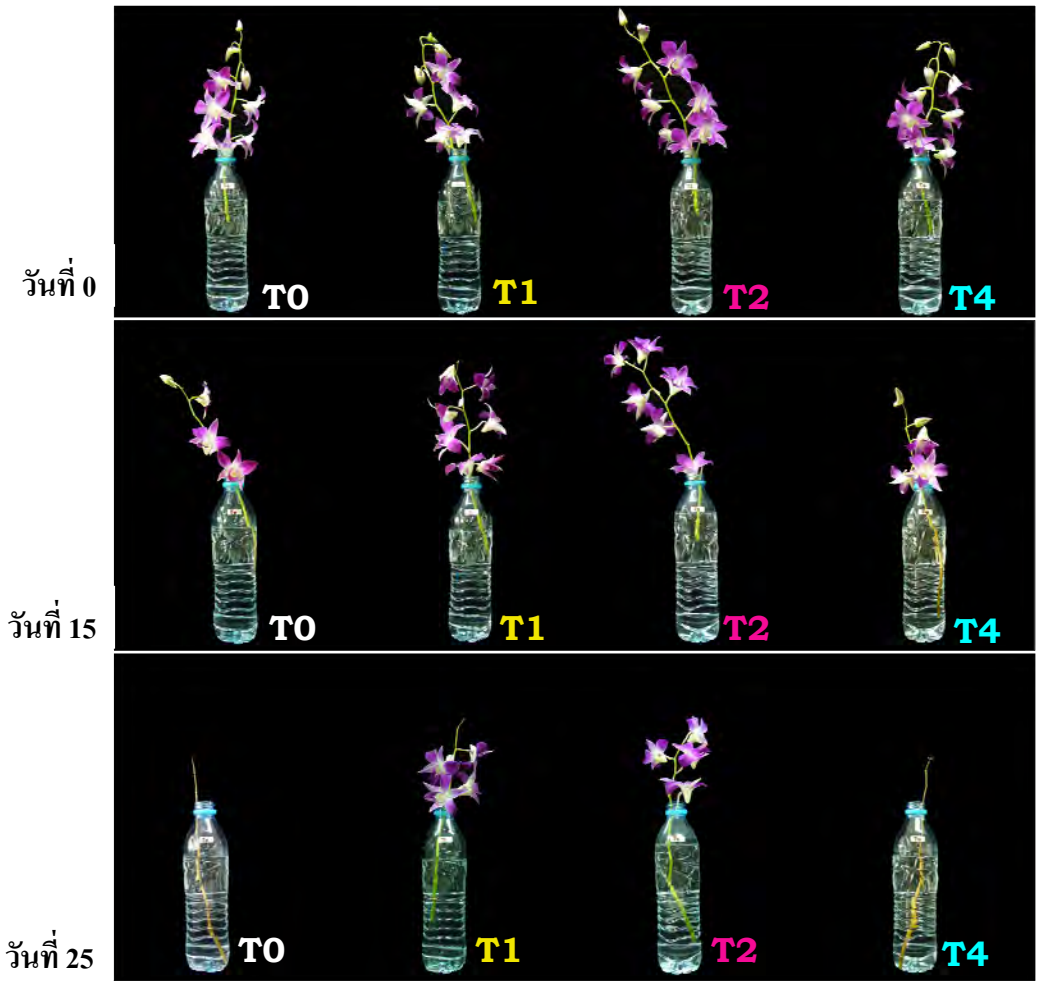
รูปที่ 35 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 36 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 37 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 38 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 14 จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 10 และ 20

ชุดการทดลอง	จำนวนโคโลนีแบคทีเรีย (CFU/ml) $^{*, ns}$		
	วันที่ 0	วันที่ 10	วันที่ 20
ชุดควบคุม	3.6×10^{2ab}	4.5×10^{5ns}	5.0×10^{5ns}
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	1.3×10^{2a}	$1.8 \times 10^{5\ ns}$	$6.3 \times 10^{5\ ns}$
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	1.1×10^{3b}	$3.8 \times 10^{5\ ns}$	$1.1 \times 10^{5\ ns}$
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	$1.3 \times 10^{2\ a}$	$9.6 \times 10^{5\ ns}$	$2.3 \times 10^{5\ ns}$

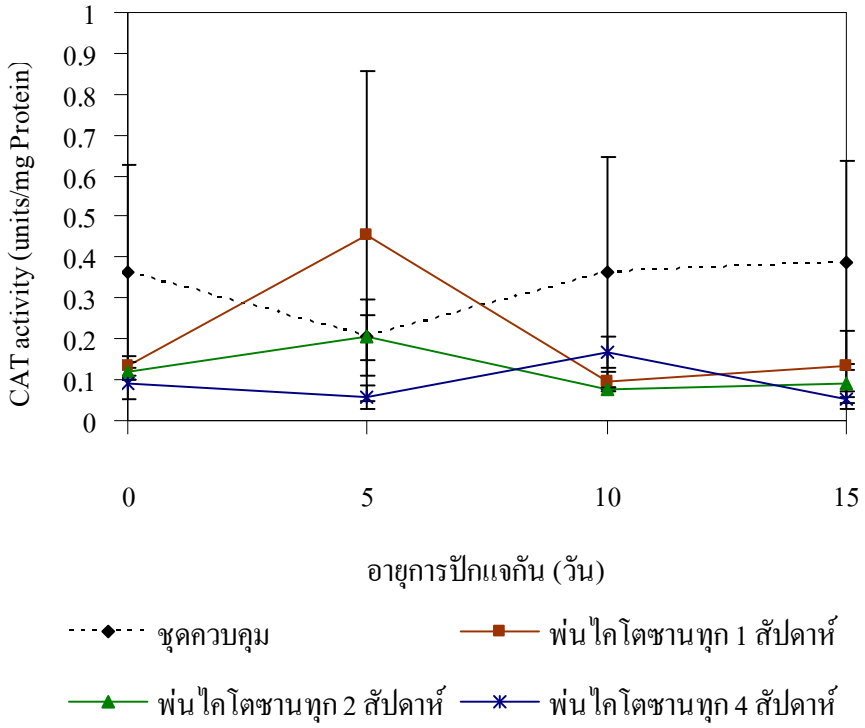
* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

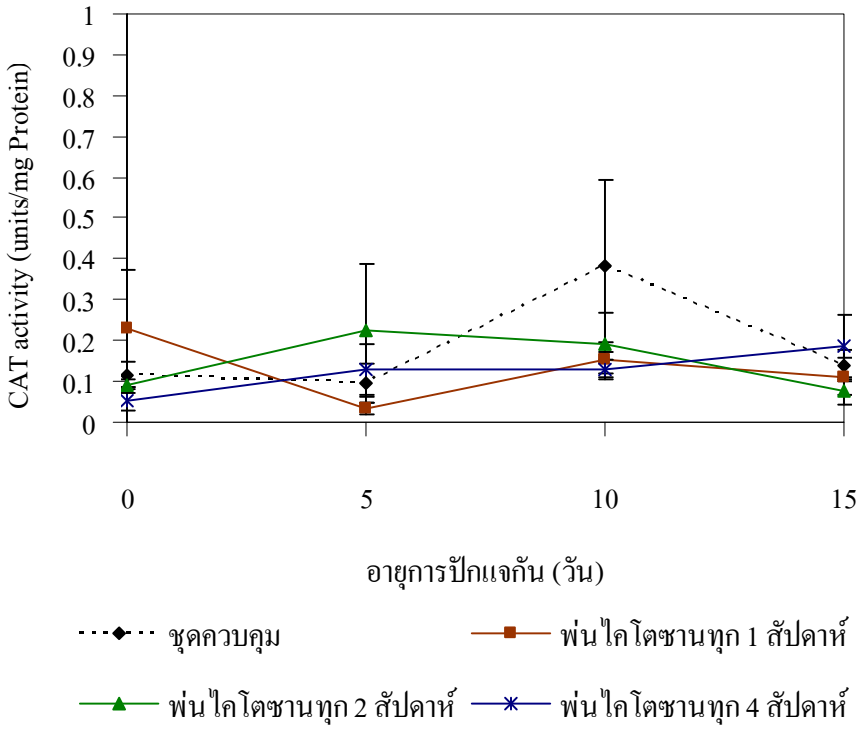
ตารางที่ 15 จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันที่อุณหภูมิห้องของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 10 และ 20

ชุดการทดลอง	จำนวนโคโลนีแบคทีเรีย (CFU/ml) $\pm$ SE^{ns}		
	วันที่ 0	วันที่ 10	วันที่ 20
ชุดควบคุม	1.4×10^{2}	3.8×10^{4}	1.2×10^{5}
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	1.1×10^{2}	4.0×10^{5}	5.3×10^{5}
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	1.4×10^{2}	1.0×10^{5}	1.7×10^{5}
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	1.7×10^{2}	1.9×10^{5}	4.0×10^{5}

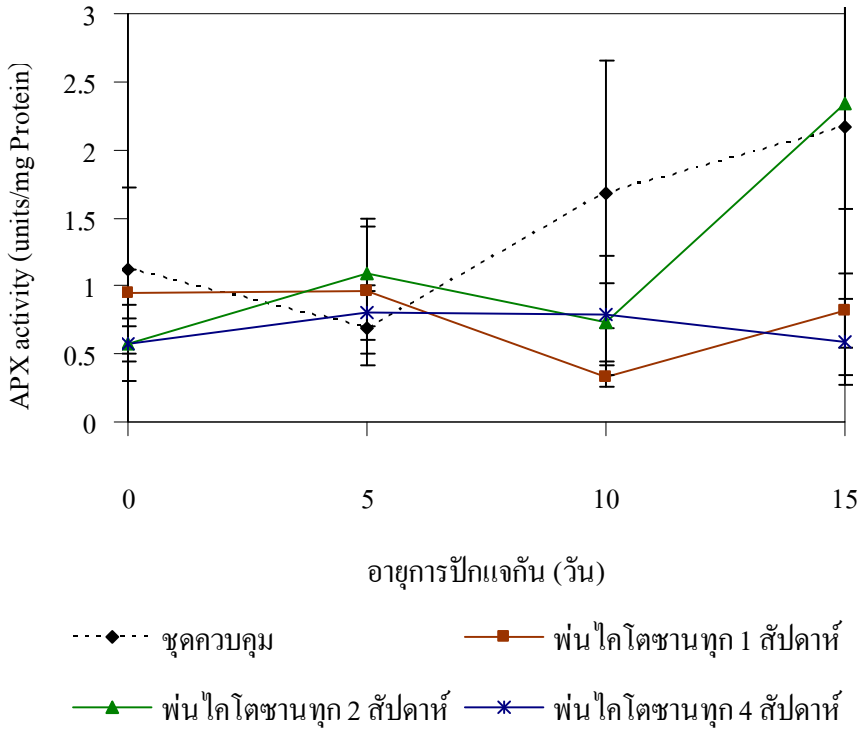
ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



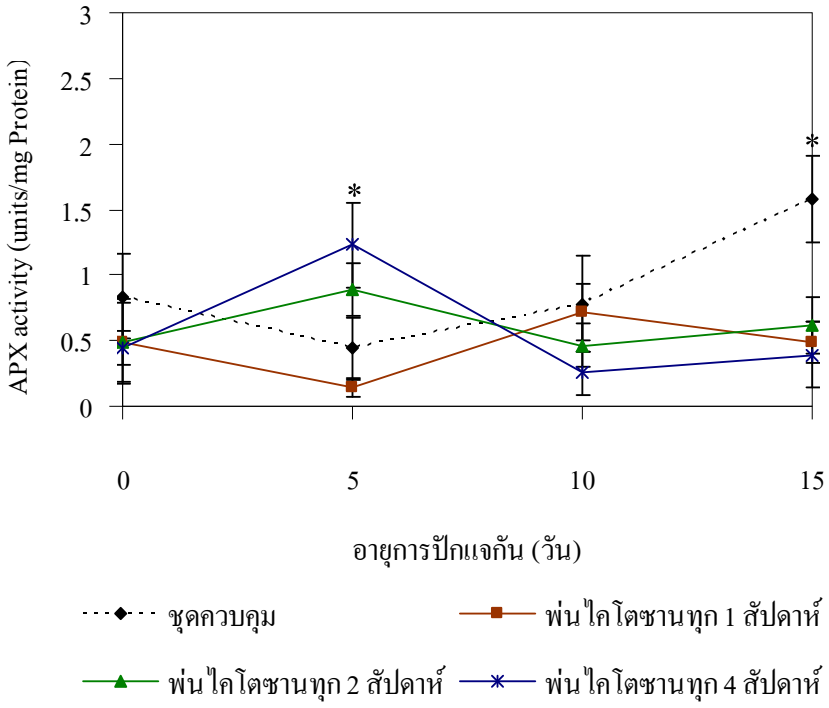
รูปที่ 39 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 40 แอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 41 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน



รูปที่ 42 แอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 16 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่เริ่มมีช่อดอกแรก ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	163.19±9.68
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	194.42±10.99
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	168.22±8.11
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	155.31±8.41

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 17 ระยะเวลาที่เริ่มมีช่อดอกแรกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนวันที่เริ่มมีช่อดอกแรก ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	169.75±8.40
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	148.53±7.52
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	168.00±6.62
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	163.63±8.27

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 18 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ± SE*
ชุดควบคุม	33.65±1.77[b]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	40.34±2.02[a]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	36.01±1.69[ab]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	36.66±1.67[ab]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 19 ความยาวช่อดอกของกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความยาวช่อดอก (เซนติเมตร) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	34.16±1.57
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	31.41±1.63
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	33.44±1.57
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	33.93±1.69

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 20 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความกว้างของดอกย่อย (เซนติเมตร) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	6.66±0.13
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	6.81±0.11
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	6.84±0.10
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	6.81±0.13

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 21 ความกว้างของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยความกว้างของดอกย่อย (เซนติเมตร) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	7.24±0.11
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	7.12±0.13
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	7.31±0.11
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	7.17±0.11

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 22 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอก (ต้น) ± SE*
ชุดควบคุม	1.59±0.11[b]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	2.22±0.13[a]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	2.25±0.18[a]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	2.15±0.14[a]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 23 จำนวนช่อดอก/ต้นของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนช่อดอก (ต้น) ± SE[ns]
ชุดควบคุม	2.03±0.08
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	2.15±0.14
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	2.31±0.13
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	2.34±0.13

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 24 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอกย่อย (ช่อ) ± SE*
ชุดควบคุม	8.93 ± 0.70^{c}
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	11.41 ± 0.74^{ab}
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	10.59 ± 0.74^{bc}
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	13.75 ± 0.69^{a}

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 25 จำนวนดอกย่อย/ช่อของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว หลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยจำนวนดอกย่อย (ช่อ) ± SE^{ns}
ชุดควบคุม	11.53±0.65
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	11.67±0.88
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	12.93±0.72
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	12.15±0.80

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 26 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่า L ± SE^{ns}				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20
ชุดควบคุม	78.85±4.18	72.15±1.39	79.47±1.58	72.90±00	72.20±00
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	79.10±4.04	80.63± 5.85	74.08±7.05	78.8 ±1.77	71.30±00
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	84.90±0.67	80.25±2.10	81.28±0.91	77.55±3.64	56.23±13.42
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	78.18±3.19	79.85±2.00	80.33±1.28	79.70±2.40	69.75±3.15

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 27 การเปลี่ยนแปลงค่า L (L value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่า L ± SE^{ns}					
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20	วันที่ 25
ชุดควบคุม	19.93±1.36	21.43±2.15	20.03±0.66	17.55±1.37	17.45±0.35	20.35±1.35
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	24.03±1.93	25.85±3.51	23.28±2.37	20.20±2.70	18.80±1.20	19.90±3.50
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	17.08±0.93	20.95±1.47	19.33±0.80	18.43±0.52	20.05±0.45	17.35±0.75
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	20.40±1.53	19.88±0.71	21.80±1.08	21.43±2.13	22.03±1.70	19.00±1.50

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 28 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่าc ± SE^{ns}				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20
ชุดควบคุม	12.00±0.89	12.88±1.27	12.47±0.92	10.50± 00	12.90±00
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	10.90±0.83	11.00±0.83	12.05±0.59	12.63±0.34	16.90±00
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	13.10±0.67	12.70±0.46	12.85±0.53	11.98±1.43	9.97±1.43
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	13.05±0.48	11.83±0.45	13.40±0.34	12.88±0.31	12.25±2.05

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 29 การเปลี่ยนแปลงค่า c (c value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่าc ± SE^{ns}					
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20	วันที่ 25
ชุดควบคุม	48.40±5.65	44.23±6.08	48.13±4.77	44.43±5.14	48.65±5.65	50.95±5.95
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	44.80±2.75	44.43±2.71	47.65±2.21	49.73±3.86	47.45±4.65	48.95±5.15
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	43.23±5.58	46.38±1.29	45.80±2.67	41.83±0.85	41.20±0.50	41.75±0.75
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	48.65±2.80	44.98±0.79	43.98±2.74	39.63±6.26	45.80±3.97	43.70±5.10

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 30 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่า h ± SE[ns]				
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20
ชุดควบคุม	140.28±3.99	136.88±3.53	139.87±3.84	139.40±00	141.10±00
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	138.10±4.05	125.33±9.42	138.38±1.70	134.60±1.98	162.20±00
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	140.20±1.70	140.78±4.00	141.60±3.98	137.88±3.93	141.43±2.16
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	138.38±1.23	142.50±2.00	137.60±1.27	137.55±2.35	124.25±2.65

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 31 การเปลี่ยนแปลงค่า h (hue value) ของกลีบดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ วันที่ 0 5 10 15 และ 20

ชุดการทดลอง	ค่า h ± SE[ns]					
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20	วันที่ 25
ชุดควบคุม	340.63±0.96	338.13±5.34	339.55±0.54	342.73±2.24	341.75±2.55	331.75±9.25
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	337.03±2.60	337.65±1.80	339.88±2.57	341.07±3.84	340.75±2.95	340.75±4.95
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	344.78±1.78	339.05±5.73	344.93±1.22	345.33±1.53	345.15±1.15	350.85±3.75
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	340.93±1.71	342.95±0.44	343.83±2.72	347.50±2.01	340.37±2.17	345.85±1.25

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 32 ปริมาณเอทิลีนของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณเอทิลีน (L/kg/h) ± SE*,ns					
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20	วันที่ 25
ชุดควบคุม	0.70±0.60	0.62±0.20	1.26±0.71	0.21±0.02	0.17±0.15[b]	0.02±0.00[c]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	0.29±0.19	0.77±0.28	0.93±0.30	0.22±0.10	1.03±0.07[a]	0.29±0.01[a]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	0.10±0.02	1.14±0.09	0.46±0.13	0.53±0.17	0.30±0.13[b]	0.07±0.00[b]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	0.11±0.03	0.40±0.12	0.85±0.25	0.30±0.07	0.33±0.04[b]	0.04±0.01[ab]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 33 ปริมาณเอทิลีนของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ปริมาณเอทิลีน(L/kg/h) ± SE[ns]					
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15	วันที่ 20	วันที่ 25
ชุดควบคุม	0.68±0.22	2.37±1.76	0.37±0.29	0.08±0.01	0.73±0.05	0.77±0.59
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	1.89±0.59	0.50±0.42	1.86±1.02	0.14±0.00	0.44±0.30	0.08±0.00
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	1.53±0.44	1.43±0.66	1.50±0.79	0.71±0.34	0.81±0.35	0.07±0.00
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	1.23±0.67	2.20±0.26	2.31±0.67	0.57±0.40	1.16±0.02	0.07±0.00

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 34 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย (วัน)± SE*		
	ดอกย่อยดอกแรกร่วง	ดอกย่อยร่วง 50%	ดอกย่อยร่วง 100%
ชุดควบคุม	9.75±1.43^{b}	17.25±0.75^{b}	26.25±0.86^{ab}
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	10.50±2.59^{ab}	22.50±0.86^{a}	26.25±1.43^{ab}
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	18.00±2.44^{a}	20.25±1.43^{ab}	24.75±1.43^{b}
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	15.00±1.22^{ab}	21.75±1.43^{a}	28.50±1.50^{a}

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 35 อายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าวหลังการได้รับการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการหลุดร่วงของดอกย่อย (วัน)± SE^{ns}		
	ดอกย่อยดอกแรกร่วง	ดอกย่อยร่วง 50%	ดอกย่อยร่วง 100%
ชุดควบคุม	17.25± 1.88	21.75±0.75	23.25±0.75
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	18.75±2.56	25.50±1.93	27.75±1.43
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	16.50±1.93	25.50±0.86	25.50±0.86
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	16.50±1.93	21.75±2.25	23.25±1.88

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 36 แอคทิวิตีของเอนไซม์ catalaseของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	แอคทิวิตีของ catalase (units/mg protein) ± SE^{ns}			
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0.36±0.26	0.20±0.05	0.36±0.28	0.38±0.24
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	0.13±0.02	0.45±0.40	0.09±0.02	0.13±0.08
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	0.12±0.02	0.20±0.09	0.07±0.00	0.09±0.03
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	0.09±0.03	0.05±0.02	0.16±0.03	0.05±0.02

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 37 แอคทิวิตีของเอนไซม์ catalase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	แอคทิวิตีของ catalase (units/mg protein) ± SE^{ns}			
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0.11±0.03	0.09±0.04	0.38±0.21	0.13±0.03
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	0.22±0.14	0.03±0.01	0.15±0.04	0.11±0.04
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	0.08±0.01	0.22±0.16	0.19±0.07	0.07±0.03
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	0.05±0.02	0.12±0.06	0.12±0.02	0.18±0.07

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 38 แอคทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	แอคทิวิตีของ ascorbate peroxidase (units/mg protein) ± SE[ns]			
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	1.11±0.6100	0.68±0.2756	1.67±0.9830	2.16±1.8193
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	0.94±0.1797	0.96±0.4641	0.33±0.0781	0.81±0.2757
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	0.57±0.2792	1.09±0.4005	0.73±0.2871	2.34±0.7777
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	0.57±0.1349	0.80±0.2042	0.78±0.4367	0.58±0.3197

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเปรียบเทียบในแนวดิ่ง เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 39 แอคทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ของดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าวที่มีการพ่นไคโตซานที่แตกต่างกัน

ชุดการทดลอง	แอคทิวิตีของ ascorbate peroxidase (units/mg protein) ± SE[*, ns]			
	วันที่ 0	วันที่ 5	วันที่ 10	วันที่ 15
ชุดควบคุม	0.83±0.32[ns]	0.43±0.23[bc]	0.78±0.36[ns]	1.58±0.33[ns]
พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์	0.48±0.32[ns]	0.14±0.07[c]	0.71±0.21[ns]	0.48±0.16[ns]
พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์	0.49±0.29[ns]	0.88±0.19[ab]	0.46±0.16[ns]	0.61±0.21[ns]
พ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์	0.44±0.13[ns]	1.23±0.32[a]	0.25±0.16[ns]	0.39±0.25[ns]

* ตัวอักษรภาษาอังกฤษที่เหมือนกันหลังตัวเลขในแนวดิ่ง แสดงว่าไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ns แสดงถึงผลที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อวิเคราะห์ข้อมูลแบบ One way ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

บทที่ 5
อภิปรายผลการทดลอง

1. ผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้แบบไม้กระถาง

การเปรียบเทียบผลการใช้ไคโตซาน O-80 ความเข้มข้น 10 ppm ในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' และพันธุ์ 'BOM 17 K' อายุ 8 เดือน ที่ปลูกในกระถางที่มีกาบมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกให้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ย โดยการพ่นทุกสัปดาห์ หรือ ทุก 2 สัปดาห์ หรือทุก 4 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับการใช้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียว โดยติดตามเก็บข้อมูลการออกดอกของกล้วยไม้ที่ทำการทดลองทุก 1 สัปดาห์ นับตั้งแต่วันที่เริ่มพ่นไคโตซานเป็นเวลา 1 ปี พบว่า

การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นให้มีการออกดอกเร็วขึ้นทั้งในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' และพันธุ์ 'BOM 17 K' โดยในพันธุ์ 'ขาวสนาน' มีช่อดอกแรกเร็วขึ้นเฉลี่ย 16 วัน (ตารางที่ 4) ส่วนในพันธุ์ 'BOM 17 K' มีช่อดอกเร็วขึ้นเฉลี่ย 14 วัน เมื่อเทียบกับชุดการทดลองควบคุม (ตารางที่ 5) การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มความยาวช่อดอกในพันธุ์ 'BOM 17 K' เฉลี่ยจาก 31.07 เซนติเมตร เป็น 33.27 เซนติเมตร (ตารางที่ 7) การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้นในพันธุ์ 'ขาวสนาน' (ตารางที่ 8) ส่วนในพันธุ์ 'BOM 17 K' พบว่า การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้นได้ (ตารางที่ 9) การพ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ ในพันธุ์ 'ขาวสนาน' มีแนวโน้มช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น จาก 2.12 เป็น 2.53 และ 2.45 ช่อ/ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 10) และเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ ทั้งในพันธุ์ 'ขาวสนาน' และพันธุ์ 'BOM 17 K' ส่วนในพันธุ์ 'BOM 17 K' พบว่า การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 11 และ13) นอกจากนี้ยังพบว่าทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานมีแนวโน้มช่วยให้ดอกย่อยบานครบทั้งช่อเร็วขึ้นในพันธุ์ 'ขาวสนาน' และพันธุ์ 'BOM 17 K'(ตารางที่ 14 และ 15) จากผลการศึกษาพบว่า การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีผลเร่งการออกดอก และเพิ่มคุณภาพของช่อดอก ในพันธุ์ 'ขาวสนาน' ได้ดี และพบว่าการพ่นไคโตซานทุก 2 และ 4 สัปดาห์ มีผลเร่งการออกดอก และเพิ่มคุณภาพของช่อดอก ในพันธุ์ 'BOM 17 K' ได้ดี แสดงว่า พันธุกรรมของพืชมีผลต่อการตอบสนองต่อไคโตซาน ผลของไคโตซานต่อการกระตุ้นระบบการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืชยังไม่เป็นที่แน่ชัด คาดว่า ไคโตซานอาจเป็น signal ไปกระตุ้นระบบการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของพืชให้แสดงออก ส่งผลต่อพืชให้มีการออกดอกเร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน อย่างไรก็ตามผลของไคโตซานต่อการกระตุ้นระบบการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการออกดอกของกล้วยไม้ยังไม่เป็นที่แน่ชัดดังที่กล่าวมาแล้วในข้างต้น แต่มีรายงานที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติของไคโตซานในด้าน

อื่นที่อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของพืชได้ พบว่า การให้ไคโตซานมีผลทำให้คลอโรพลาสต์ของกล้วยไม้ *Dendrobium* 'EISKUL' มีขนาดใหญ่ขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้ประสิทธิภาพของการสังเคราะห์ด้วยแสงของกล้วยไม้เพิ่มสูงขึ้น และสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชได้ นอกจากนี้ยังมีการสะสม silica bodies สูงขึ้นด้วย ซึ่งมีรายงานว่า silica bodies นี้มีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนทานต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมของพืช (Limpanavech et al., 2008)

นอกจากนี้ยังมีรายงาน เกี่ยวกับผลของไคโตซานต่อการงอกของเมล็ด พบว่าไคโตซานสามารถกระตุ้นการงอกในกล้วยไม้เอื้องเงินหลวง (พัชรา ลิมปนะเวช, 2548) และกระตุ้นการเจริญรวมทั้งเพิ่มอัตราการรอดชีวิตในกล้วยไม้รองเท้านารีลูกผสมระหว่าง *Paph bellatulum* (Rchb.f) และ *Paph angthong* (ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว, 2546) ซึ่งหากรากเจริญได้ดี การดูดซึมแร่ธาตุก็จะดีตามไปด้วย และต้นกล้าก็จะปรับตัวเพื่อเริ่มเจริญเติบโตได้เร็วขึ้น (Taiz and Zeiger, 1998) มีรายงานเกี่ยวกับ การใช้ไคโตซานผสมในปุ๋ยน้ำสำหรับไม้ดอกพ่นให้พืชดอกมีข้อดีต่อพืชอีกหลายประการ เช่น สามารถยึดติดกับผิวของพืช ผิวดินได้ดี ทนต่อการถูกชะล้าง ลดการระเหยของน้ำ และสามารถเป็นตัวควบคุมการปลดปล่อยสารอาหารและยาให้กับพืช ซึ่งน่าเป็นประโยชน์ต่อกล้วยไม้ที่ปลูกในกระถางซึ่งมีความจำกัดของเครื่องปลูกซึ่งเป็นแหล่งสะสมน้ำและปุ๋ย ทำให้มีผลชัดเจนกว่าในกล้วยไม้ที่ปลูกในกระบะกาบมะพร้าว(ตารางที่ 23 และ 25)(Struszczyk et al., 1988) ในแง่มุมนี้จึงอาจช่วยให้การใช้ปุ๋ยมีประสิทธิภาพมากขึ้น พืชได้รับปุ๋ยในปริมาณที่เหมาะสม จึงทำให้มีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน ทำให้พืชมีการออกดอกเร็วขึ้น ความยาวช่อดอกเพิ่มขึ้น ขนาดของดอกย่อยใหญ่ขึ้น ช่วยเพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ และจำนวนดอกย่อยต่อช่อได้ ซึ่งผลศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับรายงาน การศึกษาใน *Eustoma grandiflorum* ที่พบว่า หากได้รับไคโตซานความเข้มข้น 1% ด้วยวิธีรดลงดินที่ใช้ปลูกจะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโตและเร่งการออกดอกให้เร็วขึ้น (Ohta et al., 1999) การศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของดอกเยอบีร่า *(Gerbera jimesonii* Bolus*)* พบว่า ไคโตซานมีผลทำให้ความยาวของก้านดอก จำนวนใบ ความหนาและความยาวของใบและจำนวนดอกเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Wanichpongpan et al., 2000) การให้ไคโตซานแก่กล้วยไม้ *Dendrobium* 'EISKUL' ที่ปลูกเลี้ยงในเรือนทดลองโดยการพ่นไคโตซานทางใบสามารถชักนำให้มีจำนวนช่อดอกต่อต้นและจำนวนดอกย่อยต่อช่อเพิ่มสูงขึ้น (Limpanavech et al., 2003) และยังทำให้เกิดการออกดอกได้เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอีกด้วย (Limpanavech et al., 2004) การให้ไคโตซาน O80 ความเข้มข้น 25 ppm มีแนวโน้มดอกสะสมเฉลี่ยต่อต้นสูงกว่าชุดการทดลองควบคุมในกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์อินเดีย 9701 และกระเจี๊ยบเขียวพันธุ์ญี่ปุ่น Yamato Green (ชัชวาล วงค์ชัย, 2548) นอกจากนี้ ยังพบว่า นอกจากนี้ยังมีรายงานเกี่ยวกับ คุณสมบัติของไคโตซานที่ เป็น elicitor ซึ่ง elicitor คือ โมเลกุลที่สามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคพืชได้ (Taiz and Zeiger, 2002) มีการศึกษาพบว่า ไคโตซานสามารถกระตุ้นกลไกการป้องกันตนเองผ่านทาง Octadecanoil signaling

pathway ซึ่งไคโตซานมีผลทำให้เซลล์พืชเกิดการส่งสัญญาณผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ชักนำให้เกิดการเพิ่มขึ้นของ linoleic acid เกิดการสะสม jasmonic acid ภายในเซลล์เพิ่มขึ้น โดย jasmonic acid receptor ที่รับสัญญาณต่อจาก jasmonic acid จะทำให้เกิดการกระตุ้นการแสดงของยีนภายในนิวเคลียส เกิดการสังเคราะห์ proteinase inhibitors (Doares et al., 1995) ดังในรายงาน ที่พบว่า ไคโตซานสามารถชักนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของ mRNA ภายในเซลล์ โดยไปกระตุ้นยีนที่เกี่ยวข้องต่อระบบการป้องกันตัวเองของพืชให้มีการแสดงออก (Mason and Davis, 1997)

2. ผลของไคโตซานต่อการออกดอก คุณภาพของดอก และคุณภาพหลังเก็บเกี่ยวกล้วยไม้ตัดดอก

การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นให้ออกดอกเร็วขึ้นทั้งในกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ และพันธุ์ ‘BOM 17 K’ ที่ปลูกในกาบมะพร้าว ซึ่งผลการทดลองเหมือนกันกับในพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่ปลูกแบบไม้กระถาง ในพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า การพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก โดยแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น ในพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ พบว่า การพ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จากผลการทดลองโดยรวมจะเห็นว่าการพ่นไคโตซานสามารถกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้น ช่วยเพิ่มคุณภาพของดอก ทั้งในด้านความยาวของช่อดอก และจำนวนดอกย่อยต่อช่อ ซึ่งเป็นลักษณะที่สามารถเพิ่มคุณค่าและราคาในการปลูกกล้วยไม้เพื่อขายเป็นไม้ตัดดอกของเกษตรกร

สำหรับการทดลอง ปักแจกันช่อดอกกล้วยไม้พันธุ์ ‘ขาวสนาน’ การพ่นไคโตซานมีแนวโน้มช่วยชะลอการสังเคราะห์เอทิลีนของช่อดอกกล้วยไม้ แม้ว่าการพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ ทำให้มีช่อดอกอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุด ในวันที่ 5 ของการปักแจกัน และการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ทำให้อัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 10 ของการปักแจกัน เช่นเดียวกับชุดการทดลองควบคุม แต่ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนสูงสุดในวันที่ 20 ซึ่งมีความแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ การทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ สามารถชะลอการวายของช่อดอกพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ได้ถึงประมาณ 15 วัน (ตารางที่ 32) การที่มีอัตราการสังเคราะห์เอทิลีนเกิดขึ้นช้า จะส่งผลให้เข้าสู่ภาวะเสื่อมถอยช้าลง เนื่องจากเอทิลีนจะทำให้ดอกไม้เหี่ยว และกลีบดอกร่วงเร็ว การศึกษาในดอก carnation พบว่า การเสื่อมสภาพของดอก ถูกกระตุ้นโดยเอทิลีน จึงมีการทดลองยืดอายุของดอก โดยการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมพืช เช่นเดียวกับในแววมยุรา Torenia (*Torenia fournicri* Lind.) พบว่า การยับยั้งการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง ACC oxidase สามารถยืดอายุของดอกได้นานขึ้น (Aida et al., 1998)

1-methylcyclopropene (1-MCP) ซึ่งเป็นแก๊สและสลายตัวง่าย ใช้รมดอกไม้ก่อนการใช้งาน สามารถยืดอายุดอกไม้ได้หลายชนิดรวมทั้งกล้วยไม้ โดยการไปจับกับตัวเอทิลีนทำให้เอทิลีนไม่สามารถทำงานกระตุ้นการเสื่อมของดอกไม้ (จริงแท้ ศิริพานิช, 2549)) มีรายงานเกี่ยวกับการศึกษาผลของไคโตซานในผักและผลไม้ พบว่า การใช้ไคโตซานเคลือบบนผิวผักและผลไม้ด้วยลักษณะของไคโตซานเป็นฟิลม์บาง ใสปราศจากสีและกลิ่น สามารถช่วยลดอัตราการหายใจ การผลิตเอทิลีน ทำให้บรรยากาศภายในมีการเปลี่ยนแปลงน้อย และมีการเปลี่ยนแปลงสีช้าลง (ภาวดี เมธะคานนท์, 2542; สถิต พลูทรัพย์, 2543) นอกจากนี้ยังพบว่า การทดลองเคลือบผิวของผลมะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้ ด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% (w/v) และ 1.3% (w/v) (วิษณุ นิยมเหลา, 2546) การเคลือบผลฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่ด้วยไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% (w/v) (มนตรี กลิ่นระรวย, 2546) และการเคลือบผลลูกพีชและมะเขือเทศด้วยไคโตซานสามารถลดอัตราการหายใจและลดการผลิตเอทิลีนได้เช่นกัน (Li and Yu, 2000; El Ghaouth et al., 1991) ผลการทดลองมีความสัมพันธ์กับแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ที่พบว่า การทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยกระตุ้นแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase ให้เพิ่มสูงขึ้น (ตารางที่ 36) ซึ่งเอนไซม์ ascorbate peroxidase นี้เป็นเอนไซม์ที่สำคัญตัวหนึ่งที่พืชมักกระตุ้นให้มีแอกทิวิตีสูงขึ้นในสภาวะเครียด เพื่อกำจัด H_2O_2 (Sharma and Dubey, 2004) ในการกำจัด ROSs นั้น เอนไซม์ SOD จะเป็นเอนไซม์ที่ทำหน้าที่ในการกำจัด superoxide anions ได้เป็น H_2O_2 จากนั้นเอนไซม์ catalase และ ascorbate peroxidase จะทำหน้าที่ในการกำจัด H_2O_2 (Inze and Montagu, 1995) ดังนั้น ในกล้วยไม้ที่มีแอกทิวิตีของเอนไซม์แอนติออกซิเดนท์สูงย่อมเกิดความเสียหายของเซลล์จาก ROSs น้อยกว่าในกล้วยไม้ที่มีแอกทิวิตีของเอนไซม์แอนติออกซิเดนท์ต่ำ ได้มีรายงานจากการทดลองใช้ไคโตซานในมะเขือเทศ (*Lycopersicon esculentum* L.) และผักปราบ (*Commelina communis* L.) พบว่า พืชทั้ง 2 ชนิด ถูกชักนำให้มีการสร้าง reactive oxygen species เช่น H_2O_2 สูงขึ้นในเซลล์คุมของปากใบ ซึ่งส่งผลกระทบถึงระดับแคลเซียมไอออนภายในที่สูงขึ้นตามไปด้วยจึงทำให้แรงดันเต่ง (turgor pressure) ภายในเซลล์คุมลดลง ดังนั้นปากใบจึงปิดแคบลง ทำให้โอกาสที่เชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่จะเข้าทำลายพืชโดยผ่านทางใบลดลงด้วยเช่นกัน (McAinsh et al., 1996; Lee et al., 1999) การศึกษาการใช้ไคโตซานเคลือบผิวของแห้วจีน (Eleochris tuberose (Roxb.) Roem. & Schult) พบว่า ไคโตซานสามารถลดการเปลี่ยนสีของเปลือกแห้วจีนได้ โดยวัดได้จากการลดลงของอัตราการเกิดปฏิกิริยาของเอนไซม์ phenylalanine ammonia lyase (PAL) polyphenol oxidase (PPO) และ peroxide dismutase (POD) รวมถึงการลดลงของปริมาณสาร phenolic compounds (Pen and Jing, 2003) ทั้งนี้ไคโตซานสามารถกระตุ้นระบบป้องกันตัวเอง (defense mechanism) ของพืชได้ จากการศึกษาผลของไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลแตกต่างกันในการกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืชในข้าว (*Oryza sativa* L. *japonica* cv. Xiushui) พบว่า ไคโตซานสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืชในข้าวได้ โดยวัดการสร้าง H_2O_2 การเพิ่มขึ้นของ phenylalanine ammonialyase (PAL) และ chitinase นอกจากนี้ยัง

พบว่า ไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลเล็กๆสามารถกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันของพืชในข้าวได้ดีกว่าไคโตซานที่มีมวลโมเลกุลขนาดใหญ่ โดยพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของ dimethylthiourea (DMTU) dihydroxycinnamic acid methyl ester (DHC) catalase และ ascorbate (Lin et al., 2005) นอกจากนี้ยังพบว่า ในชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีจำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกันในวันที่ 0 ของการทดลอง น้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 14) ซึ่งผลการศึกษาในกล้วยไม้พันธุ์ 'ขาวสนาน' สอดคล้องกับรายงาน การศึกษาผลของไคโตซานสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรียชนิดต่างๆ ทั้งแกรมบวกและแกรมลบได้ในวงกว้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไคโตซานที่มีโมเลกุลของธาตุ Zn (CS-Zn complex) จะทำให้ฤทธิ์ในการต้านเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มสูงขึ้นกว่าการใช้ไคโตซานธรรมดาถึง 8 เท่า (Wang, Du and Liu., 2004) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่า ไคโตซานมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ (Struszczyk and Pospieszny, 1997) รวมทั้งเชื้อรา *Botrytis cinerea* ได้อีกด้วย (Ben-Shalom et al., 2003) ซึ่งการที่มีจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกันน้อยจะทำให้อายุการใช้งานของดอกไม้อยู่ได้นานขึ้นมากกว่าในน้ำปักแจกันที่มีจำนวนแบคทีเรียมาก เนื่องจากแบคทีเรียในน้ำปักแจกันอาจเข้าไปอุดตันท่อน้ำของก้านดอก ทำให้ดอกไม้ไม่สามารถดูดน้ำขึ้นไปใช้ได้ส่งผลให้อายุการใช้งานของดอกไม้น้อยลง (Rattanawisalanon et al., 2003)

จากผลการศึกษา จำนวนโคโลนีแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน ในวันที่ 0 ของการทดลอง น้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ส่งผลต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ ทำให้ชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อย (ตารางที่ 34) จากการค้นคว้ายังไม่พบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไคโตซานต่อการยืดอายุการปักแจ หรือการหลุดร่วงในดอกไม้ ดังนั้นผลการศึกษาครั้งนี้จึงเป็นประโยชน์อย่างยิ่งที่ทำให้ทราบถึงผลของไคโตซานที่สามารถยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้ได้ ซึ่งอาจนำไปประยุกต์ใช้กับดอกไม้หรือพืชชนิดอื่น แต่ทั้งนี้ต้องมีการศึกษาเกี่ยวกับชนิดของไคโตซาน ปริมาณและความเข้มข้นที่ใช้เพื่อให้เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิด นอกจากนี้ยัง พบว่า การทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยรักษาความเข้มสีของกลีบดอกได้ (ตารางที่ 28) สอดคล้องกับรายงานการศึกษาก่อนหน้านี้ พบว่า การศึกษาการใช้ไคโตซานร่วมกับน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวเช่น น้ำตาลกลูโคส (Glucose) กาแลกโตส (Galactose) ฟรุกโตส (Fructose) แรมโนส (Rhamnose) เพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเติบโตและการสร้างสีในกลีบดอกของดอก Lisianthus พันธุ์ Asuka no Asa Mickey Rose และ Royal Violet พบว่า ตาดอกของ Lisianthus พันธุ์ Asuka no Asa ที่แช่ในน้ำตาลกลูโคส หรือมีการแช่ในไคโตซานร่วมกับน้ำตาลชนิดต่างๆ (ยกเว้นน้ำตาลกาแลกโตส) ร่วมกับไคโตซาน มีผลชักนำให้มีการสร้าง Anthocyanin อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งตรงกันข้ามกับชุดการทดลองที่ให้ไคโตซานทางใบในแปลงทดลอง นอกจากนี้ยังพบว่า การแช่ตาดอกในสารละลายน้ำตาลชนิดต่างๆร่วมกับไคโตซาน และการให้ไคโตซานเพียงอย่างเดียวแก่ Lisianthus พันธุ์ Royal Violet ที่ปลูกในแปลงทดลอง พบว่า มีปริมาณ Anthocyanin ในกลีบดอกเพิ่มขึ้น (Uddin et al., 2004)

ส่วนในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มการสังเคราะห์เอทิลีนลดลงตลอดระยะเวลาการปักแจกัน (ตารางที่ 33) และมีแนวโน้มช่วยรักษาการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก (ตารางที่ 29 และ 31) สำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันระหว่างชุดการทดลองควบคุมและชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานทุกรูปแบบ อาจเป็นผลเนื่องมาจาก วิธีการวัดที่ไม่มีการควบคุมปริมาณแสงที่ให้ในการวัดแต่ละวันไม่อยู่ในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ชัดเจนขึ้นควรมีการควบคุมปริมาณแสง และช่วงเวลาที่วัดให้อยู่ในช่วงเดียวกัน อีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกในกล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า ไม่มีความแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากวัดตำแหน่งที่กลางกลีบดอกมีสีเข้มและไม่มีการเปลี่ยนมากนักเมื่อดอกไม้เหี่ยวหรือหลุดร่วง ดังนั้นควรวัดที่ขอบกลีบดอก หรือวัดที่กลีบเลี้ยงแทนจึงจะเห็นการเป็นเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอกชัดเจน และทั้งนี้กล้วยไม้พันธุ์ ‘BOM 17 K’ มีสีดอกแบบ two tone จึงทำให้การวัดสียาก ซึ่งผลการทดลองนี้ ไม่สัมพันธ์กับการหลุดร่วงของดอกย่อย ที่พบว่า การทดลองที่พ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มสามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยได้ดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เมื่อเปรียบเทียบการหลุดร่วงของดอกแรก ดอกย่อยร่วง 50% และดอกย่อยร่วงทั้งช่อ (ตารางที่ 35) ส่วนจำนวนโคโลนีแบคทีเรียที่พบในน้ำปักแจกัน ไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับอายุการปักแจกันของกล้วยไม้ทั้งสองพันธุ์

บทที่ 6
สรุปผลการทดลอง

1. ผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้ที่ปลูกเป็นไม้กระถาง

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’

การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้น ช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น จำนวนดอกย่อย/ช่อ และลดระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’

การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก ช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น และลดระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อ ส่วนการพ่นไคโตซานทุก 1 และ 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้น

2. ผลของไคโตซานต่อการออกดอกและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้ที่ปลูกเพื่อตัดดอก

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’

การพ่นไคโตซานทุก 1 และ 4 สัปดาห์ ช่วยเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และจำนวนดอกย่อย/ช่อ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ การพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ยังช่วยเพิ่มความยาวช่อดอก และชะลอการสังเคราะห์เอทิลีน โดยแตกต่างจากชุดการทดลองควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ยังพบว่า การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มคงความสว่างของสีและชะลอการเปลี่ยนสีของกลีบดอก รักษาการเปลี่ยนสีของกลีบดอก ช่วยยืดอายุการปักแจกัน เมื่อเปรียบเทียบที่การหลุดร่วงของดอกแรก และการหลุดร่วงของดอกย่อย 50% นอกจากนั้นยังมีแนวโน้มช่วยลดจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน และกระตุ้นแอกทิวิตีของเอนไซม์ ascorbate peroxidase ให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีทำให้สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกได้

กล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’

ทุกชุดการทดลองที่พ่นไคโตซานมีแนวโน้มกระตุ้นการออกดอกให้เร็วขึ้น การพ่นไคโตซานทุก 2 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยเพิ่มขนาดของดอกให้ใหญ่ขึ้น เพิ่มจำนวนดอกย่อย/ช่อ ช่วยรักษาความเข้มสีของกลีบดอก ชะลอการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก และมีแนวโน้มช่วยชะลอการสังเคราะห์เอทิลีน ส่งผลให้ช่วยยืดอายุการปักแจกัน การพ่นไคโตซานทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วย

รักษาความสว่างของสีกลีบดอก มีแนวโน้มช่วยลดจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน และเพิ่มอายุการปักแจกัน เมื่อเปรียบเทียบที่การหลุดร่วงของดอกย่อย 50% และการหลุดร่วงของดอกย่อยทั้งช่อ ส่วนการพ่นไคโตซานทุก 4 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยกระตุ้นแอกทิวิตีของเอนไซม์ catalase และ ascorbate peroxidase ให้เพิ่มสูงขึ้น ซึ่งมีทำให้สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกได้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรศึกษาเกี่ยวกับการเหี่ยวและการหลุดร่วงของดอกย่อยหลังจากที่ศึกษาเกี่ยวกับระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อในกล้วยไม้ทั้งแบบไม้กระถางและไม้ตัดดอกด้วย เพื่อให้ทราบแน่ชัดถึงการเหี่ยวและการหลุดร่วงของดอกย่อยว่าสอดคล้องกับอายุการปักแจกันในกล้วยไม้แบบตัดดอกหรือไม่ ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถศึกษาเกี่ยวกับการเหี่ยวและการหลุดร่วงของดอกย่อยบนต้นหลังจากศึกษาระยะเวลาที่ดอกย่อยบานครบทั้งช่อในกล้วยไม้ต่อไปอีกได้ เนื่องจาก หากปล่อยให้ดอกกล้วยไม้บานครบทั้งช่อบนต้นแล้วทิ้งไว้ต่อไปอีกจะทำให้ดอกกล้วยไม้เป็นโรคและส่งผลให้ระบาดไปยังกล้วยไม้ทั้งสวนได้

2. ควรศึกษาถึงอายุการปักแจกันของกล้วยไม้แบบไม้กระถางด้วย ในงานวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถนำดอกกล้วยไม้แบบไม้กระถางมาทำการศึกษาอายุการปักแจกันได้ เนื่องจากปริมาณช่อดอกในระยะเวลา 1 ปี ไม่เพียงพอ ดังนั้นหากจะวางแผนศึกษาในโอกาสต่อไปควรมีการเพิ่มปริมาณต้นที่ปลูก

ข้อเสนอแนะสำหรับเกษตรกร

จากผลการศึกษาในครั้งนี้ พบว่า ในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ ที่พ่นไคโตซานแบบ O80 ความเข้มข้น 10 ppm ร่วมกับปุ๋ยสูตร 20-20-20 หรือ 21-21-21 ปริมาณ 5 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร พ่นทุก 1 สัปดาห์ สามารถเพิ่มความยาวช่อดอก จำนวนช่อดอก/ต้น จำนวนดอกย่อย/ช่อ และสามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยที่ครึ่งช่อหรือการหลุดร่วงของดอกย่อยประมาณ 50 % ได้ โดยแตกต่างจากชุดการทดลองที่ไม่พ่นไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นเกษตรกรที่ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘ขาวสนาน’ เพื่อการตัดดอกสามารถนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับตนเองได้

ในการศึกษาครั้งนี้จะพบว่า ในกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ ‘BOM 17 K’ พบว่า การใช้ไคโตซานแบบ O80 ความเข้มข้น 10 ppm ร่วมกับปุ๋ยสูตร 20-20-20 หรือ 21-21-21 ปริมาณ 5 กรัม ต่อ น้ำ 1 ลิตร พ่นทุก 4 สัปดาห์ สามารถเพิ่มจำนวนช่อดอก/ต้น และ จำนวนดอกย่อย/ช่อได้ แต่ไม่สามารถชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยได้ ส่วนการพ่นทุก 1 สัปดาห์ มีแนวโน้มช่วยชะลอการหลุดร่วงของดอกย่อยได้ ดังนั้นเกษตรกรผู้ปลูกเลี้ยงกล้วยไม้จึงควรนำไปปรับใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ในการปลูกของตนเอง

อย่างไรก็ตาม การใช้ไคโตซานเพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรควรคำนึงถึง คุณภาพของสารไคโตซานที่ใช้ ปริมาณ และระยะเวลาการใช้ที่เหมาะสม ประกอบกับต้องมีการทดสอบก่อนนำไปใช้ในสภาพจริง เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดแก่เกษตรกร

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กนกพร บุญญะอติชาติ. 2541. อิทธิพลของละอองเกสรจากดอกไม้ชนิดต่างๆที่มีต่อการผลิตเอทิลีนและการเสื่อมสภาพของดอกกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ภายหลังหารถ่ายละอองเกสร. ปัญหาพิเศษปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรศาสตร์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 45 น.

กล้วยไม้. 2551. กรุงเทพมหานคร: ตลาดกลางสินค้าเกษตรแห่งประเทศไทย. สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2551 จาก http://www.talaadthai.com/web/resource/detail.asp?groupid=6&subjectid=253

กาญจนา บุญเรือง. 2548. สรีรวิทยาและผลของเอทิลีนต่อการหลุดร่วงของกลีบดอกมะลิลา. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม. 84 น.

ครรชิต ธรรมศิริ. 2547. เทคโนโลยีการผลิตกล้วยไม้, กรุงเทพฯ : อัมรินทร์ พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง.

จริงแท้ ศิริพานิช. 2549. ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, พิมพ์ครั้งที่ 1. นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ.

ชนัสพร เกลี้ยงแก้ว สุวลี จันทร์กระจ่าง และ พัลภา เศวตศิลา. 2546. การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการย้ายปลูกและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสม *Paphiopedilum bellatulum* x PAPH. 'Angthong' ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย, หน้า 65-68. 17-18 กรกฎาคม 2546. ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

ชัชวาล วงค์ชัย. 2548. ผลของขนาดพอลิเมอร์และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเติบโตและผลผลิตของกระเจี๊ยบเขียว *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, การติดเชื้อไวรัสเส้นใบเหลือง และการกัดกินของหนอนกระทู้หอม *Laphygma exigua* (Hiibner). วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ดอกไม้สด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. 2551. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, สืบค้นเมื่อ 18 กุมภาพันธ์ 2551 จาก http://www.oae.go.th/statistic/export/1301OC.xls

นิตยา อัมรัตน์. แอคทิวิตีของเอนไซม์แอนติออกซิแดนท์ของผลกล้วยหอมทองที่ผ่านการจุ่มน้ำร้อนในระหว่างการเก็บรักษา. 2548. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปิยบุตร วานิชพงษ์พันธุ์. 2543. การประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการเรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน, หน้า 27-49. 18 กุมภาพันธ์ 2543 ณ ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

พัชรา ลิมปนะเวช. 2548. การใช้ไคโตซานในการเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชบางชนิด. การอบรมเรื่องการใช้ไคโตซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช, หน้า 1-9. 7 กรกฎาคม 2548. ณ สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

พูนศักดิ์ สักกทัตติยกุล. 2551. กล้วยไม้สกุลต่างๆ. กรุงเทพมหานคร. สืบค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2551 จาก
http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/poonsak/orchid/aboutme.html

ภาวดี เมธะคานนท์. 2543. Application of Chitin/Chitosan in Agriculture. การประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการเรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน, หน้า 14-18. 18 กุมภาพันธ์ 2543 ณ ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

มนตรี กลิ่นระรวย วิษณุนิยมเหลา และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. ผลของสารเคลือบ Chitosan ต่อการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและคุณภาพการเก็บรักษาฝรั่งพันธุ์กลมสาลี่. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย, หน้า 152-154. 17-18 กรกฎาคม 2546. ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

เมษัณฑ์ ปิยะอารีธรรม สมพร กมลศิริพิชัยพร และรัฐ พิชญางกูร. 2545. การใช้ไคโตซานในการเร่งการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ตระกูลแคทลียา. วิทยาปฏิบัติ ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัฐ พิชญางกูร. 2543. กลไกการใช้ไคติน-ไคโตซานในการเพิ่มผลผลิตของพืชและสัตว์ : คุณสมบัติและกลไกการทำงานของไคติน-ไคโตซานที่สามารถช่วยเพิ่มผลิตทางการเกษตร. การประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการเรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน, หน้า 20-23. 18 กุมภาพันธ์ 2543 ณ ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

รุ่งนภา อินทปิ่น. 2547. การใช้แคลเซียมคลอไรด์และไคโตซานรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของผลเงาะพันธุ์โรงเรียน *Nephelium lappaceum* L. cv. RONGRIAN. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิษณุ นิยมเหลา หะริน รุ่งเรืองวรรัตน์ และ ศิริชัย กัลยาณรัตน์. 2546. อิทธิพลของสารเคลือบ Chitosan ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษามะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้. การประชุมไคติน-ไค

โตซานแห่งประเทศไทย, หน้า 149-152. 17-18 กรกฎาคม 2546. ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

สถิต พลูทรัพย์. 2543. การใช้ไคติน-ไคโตซานในการเกษตร : เพื่อชีวิตที่ดีกว่าของชาวเกษตร เพื่อชีวิตที่มีค่าของประชาชนกับการใช้ไคโตซาน. การประชุมสัมมนาพร้อมนิทรรศการเรื่องเกษตรยุคใหม่กับไคติน-ไคโตซาน, หน้า 5-13. 18 กุมภาพันธ์ 2543 ณ ห้องสุธรรมอารีกุล อาคาร 50 ปี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน.

สายชล เกตุษา. 2531. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวของดอกไม้. บริษัท สารมวลชน จำกัด, กรุงเทพฯ. 291 น.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2551. ดอกกล้วยไม้สด: ปริมาณและข้อมูลการส่งออกรายเดือน [online].สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรโดยความร่วมมือของกรมศุลกากรแหล่งที่มา: http://www.oae.go.th/statistic/ export/1301 OC.xls [24 มกราคม 2551].

สุกัลยา ภู่ทอง. 2547. การยืดอายุการเก็บรักษาข้าวโพดหวานโดยการลดอุณหภูมิด้วยน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุปะวีณ์ นาคภิบาล. 2548. ผลของน้ำมันก้านพลูและไคโตซานต่อการเกิดโรคแอนแทรกโนสและอายุการเก็บรักษาพริกชี้ฟ้า *Capsicum annuum* L. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. คณะวิทยาศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุวลี จันทร์กระจ่าง เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล และ สมชาย ต่วนต่าย. 2546. ผลของการใช้ไคโตซานในการปลูกพืชผักสวนครัวแบบผสมผสาน. การประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย, หน้า 158-160. 17-18 กรกฎาคม 2546. ณ อาคารสถาบัน 3 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย.

เอกวิทย์ ตรีเนตร. 2540. การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอนโทไซยานิน และสีของดอกกล้วยไม้หวายปอมปาดัวร์ในระหว่างการพัฒนาของดอกและการปักแจกัน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 59 น.

ภาษาอังกฤษ

Aida, R., Yoshida, T., Ichimura, K., Goto, R. and Shibata, M. 1998. Extension of flower longevity in transgenic torenia plants incorporating ACC oxidase transgene. Plant Science 138: 91-101.

Agrois, G.N. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. U.S.A.

Bailly, C., Corbineau, F. and Van Doorn, W.G. 2001. Free radical scavenging and senescence in Iris tepal. Plant Physiology and Biochemistry 39: 649-656.

Bautista-Baños, S., Hernandez-Lauardo, A.N., Velazquez-del Valle, M.G., Hernandez-Lopez, M., Ait Barka, E., Bosquez-Molina, E. and Wilson, C.L. 2006. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities. Crop Protection 25: 108–118.

Beers, R.F. and Sizer, I.W. 1952. A spectrophotometric method for measuring the breakdown of hydrogen peroxide by catalase. Journal of Biological Chemistry 195: 133-140.

Ben-Shalom, N., Ardi, R., Pinto, R., Aki, C. and Fallik, E. 2003. Controlling gray mould caused by *Botrytis cinerea* in cucumber plants by means of chitosan. Crop Protection. 22: 285-290.

El Ghaouth. A., Arul, J., Ponnampalam, R. 1991. Use of chitosan coating to reduce water loss and maintain quality of cucumber and bell pepper fruit. Journal of Food Science. 56(6): 1618-1620.

Fosket, D.E. 1994. Plant Growth and Development. New York, U.S.A.: Academic Press.

Geurts, R., Fedorova, E. and Bisseling, T. 2005. Nod factor signaling genes and their function in the early stages of Rhizobium infection. Current Opinion in Plant Biology. 8: 346-352.

Goh, C.J., Halevy, A.H., R., Kofranek, A.M., 1985. Ethylene evolution and sensitivity in cut orchid flowers. HortScience. 104: 777-783.

Hopkins, W.G. 1999. Introduction to Plant Physiology. New York, U.S.A.: John Wiley & Sons, Inc.

Inze, D. and Montagu, M.V. 1995. Oxidative stress in plant. Current Opinion in Biotechnology 6: 153-158.

Jimenez, A., Creissen, G., Kular, B., Firmin, J., Robinson, S., Verhoeyen, M. and Mullineaux, P. 2002. Changes in oxidative processes and components of the antioxidant system during tomato fruit ripening. Planta 214: 751-758.

Ketsa, S. and Thampitakorn, F. 1995. Characteristics of ethylene production of *Dendrobium* orchid flowers. Acta Horticulral 405: 253-261.

Lee, S., Choi, H., Suh, S., Doo, I.S., Oh, K.Y., Choi, E.J., Taylor, A.T.S., Low, P.S. and Lee, Y. 1999. Oligogalacturonic Acid and Chitosan Reduce Stomatal Aperture by Inducing the Evolution of Reactive Oxygen Species from Guard Cells of Tomato and *Commelina communis*. Plant Physiology 121: 147-152.

Li, H., and Yu, T. 2000. Effect of chitosan on incidence of brown rot, quality and physiological attributes at postharvest peach fruit. Journal of the Science of Food and Agriculture. 81(2): 269-274.

Limpanavech, P., Chaiyasuta, S., Vongpromek, R., Pichayangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P., Banjongrat, R., Chaidee, A. and Bangyeekhun, T. 2008. Chitosan effects on floral production, gene expression, and anatomical change in the *Dendrobium* orchid. Scientia Horticulturae. 116: 65-72.

Limpanavech, P., Pichayangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P., Banjongrat, R. and Akaraeakpanya, T. 2004. Chitosan effects on vegetative growth of *Dendrobium* 'EISKUL'. Utilization of Chitosan in Flora, pp.1-8. 29-30 April 2004 at Metallurgy and Materials Science Research Institute Building Chulalongkorn University. Bangkok, Thailand.

Limpanavech, P., Pichayangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P., Banjongrat, R., Chaidee, A. and Akaraeakpanya, T. 2003. The effect of polymer type, concentration, and % DD of biocatalyst-modified chitosan on floral production of *Dendrobium* 'EISKUL'. The National Chitin-Chitosan Conferenec, pp. 60-64. 17-18 July 2003 At Institute Building III, Chulalongkorn University. Bangkok, Thailand.

Lin, W., Hu, X., Zhang, W., Rogers, W.J. and Cai, W. 2005. Hydrogen peroxide mediates defence responses induced by chitosans of different molecular weights in rice. Journal of Plant Physiology 162: 937-944.

Mason, M.E. and Davis, J.M. 1997. Defense response in Slash Pine: Chitosan treatment alters the abundance of specific mRNAs. Molecular Plant-Microp Interactions. 10: 135-137.

McAinsh, M.R., Clayton, H., Mansfield, T.A. Hetherington, A.M. 1996. Change in stomatal behavior and guard cell cytosolic free calcium in response to oxidative stress. Plant Physilogy. 111: 1031-1042.

Nakano, Y. and Asada, K. 1981. Hydrogen peroxide is scavenged by ascorbate-specific peroxidase in spinach chloroplasts. Plant Cell Physiology 22: 867-880.

Nge, K.L., Nwe, N., Chandrkrachang, S. and Stevens, W.F. 2006. Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture. Plant Science. 170: 1185-1190.

Ohta, K., Taniguchi, A ., Konishi, N. and Hosoki, T. 1999. Chitosan treatment affects plant growth and flower quality in *Eustoma grandiflorum*. Hortscience 34: 233-234.

Pen, L.T. and Jing, Y.M. 2003. Effects of chitosan coting on shelf life and quality of fresh-cut Chinese water chestnut. Lebensmittel-Wissenchaft and Technologic. 36: 359-364.

Prome, J.C., Ferro, M., Debelle, F., Prome, D., and Krisnan, H.B. 2002. The pivotal role of tandem mass spectrometry in structural determinations of Nod factors produced by Rhizobia Nod factors produce by wild-type strains of Mesorhizobium huakii and Rhizobium sp. Mus 10. International Journal of Mass Spectrometry. 219: 703-716.

Rattanawisalanon, C., Ketsa, S. and Van Doorn, W.G. 2003. Effect of aminooxyacetic acid and sugars on the vase life of *Dendrobium* flowers. Postharvest Biology and Technology 29: 93-100.

Schaad, N.W. 1988. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. 2nd ed., U.S.A: The American Phytopathological Society.

Sean, F., Clarke, P.L., Guy, D., Burritt, J. and Jameson, P.E. 2002. Changes in the activities of antioxidant enzymes in response to virus infection and hormone treatment. Physiologia Plantarum 114:157-164.

Struszczyk, H. and Pospieszny, H. 1997. New applications of chitosan and its derivatives in plant protection. In Mattheus F.A. Goosen(ed). Applications of Chitin and Chitosan., pp. 171-184. PA. USA: Technomic Publishing.

Struszczyk, H., Pospieszny, H. and Kotlinski, S. 1988. Some new applications of chitosan in agriculture, Chitin and Chitosan: Proceeding from the 4th International Conference on chitin and chitosan. Elsevier Applied Science. London. pp 733-742.

Taiz, L. and Zeiger, E. 1998. Plant Physiology. 2nded., U.S.A: Sinauer Associates.

Uddin, A.F.M.J., Hashimoto, F., Shimizu, K. and Sakata, Y. 2004. Monosaccharides and chitosan sensing in bud growth and petal pigmentation in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Scientia Horticuturae 100: 127-138.

Van Doorn, W.G., Woltering, E.J., Reid, M.S. and Wu, M.J. 1993. Reduced sensitivity to ethylene and delayed senescence in a group of related canation cultivars, pp 188-194 *In*

J. C. Pech, A. Lathche and C. Balague (eds.). Cellylar and Molecular Aspects of the Plant Hormone Ethylene. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Wang, X., Du, Y., and Liu, H. 2004. Preparation, characterization and antimicrobial activity of chitosan-Zn complex. Carbohydrate Polymer. 56: 21-26.

Wanichpongpan, P., Suriyachan, K. and Chandrkrachang, S. 2000. Effect of chitosan on the growth of Gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*). The 8th International Chitin and Chitosan Conference and 4th Asia Pacific Chitin and Chitosan Symposium, 21-23 September 2000, Yamaguchi, Japan.

Wongchai, C., Lotrakul, P., Chadchawal, S. and Pichayangkura, R. 2004. Effects of polymer size and concentration of chitosan on germination, survival, and growth of cowpea, okra, rice, and soybean seedlings. Biology in Asia International Conference 2004, pp. 98. 7-10 December 2004 At National Institute of Education, Nanyang Technological University,Nanyang, Singapore.

Woodson, W.R. 1994. Molecular biology of flower senescence in canation, pp. 255-267. *In* R.J.Scott and A.D. Stead (eds.). Molecular and Cellular Aspects of Plant Reproduction. Cambridge University Press, Cambridge.

ภาคผนวก

วิธีวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. การวัดการเปลี่ยนแปลงสี

วัดการการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่องวัดสี (Color Reader รุ่น CR-10) โดยวัดค่า L c และ h ซึ่งค่าต่างๆแสดงถึง

ค่า L คือ ค่าความสว่างของสีซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0-100 ถ้าค่า L เท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นวัตถุสีดำ 100 แสดงว่าวัตถุเป็นสีขาว

ค่า c คือ ค่าความเข้มสีของกลีบดอก ถ้า ค่า c เท่ากับ 0 แสดงว่าเป็นวัตถุมีสีซีดจาง 100 แสดงว่าวัตถุเป็นสีเข้ม

ค่า h (hue = arc tan (a/b)) คือ ค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงสีของกลีบดอก นั่นคือ ค่า h จะลดลงเรื่อยๆเมื่อกลีบดอกกล้วยไม้มีสีขาวหรือสีม่วงลดลง

2. วิธีการหาค่าเอทิลีน (C_2H_4) (นิตยา อัมรัตน์, 2548)

เมื่อ A คือ ค่าเอทิลีนที่ได้จากการอ่านค่าของเครื่อง GC (หน่วย ppm)

B คือ น้ำหนักช่อดอกกล้วยไม้ (หน่วย kg)

นั่นคือ ใน 10^6 ลิตร มีเอทิลีน = A ลิตร

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

$$\text{กล่องเก็บแก๊ส } 16.875 \text{ ลิตร} = \frac{16.875*0.001}{10^6*0.001} \text{ ลิตร}$$

$$= \frac{16.875A}{10^6} \text{ ลิตร}$$

ดังนั้น ปริมาณเอทิลีน ต่อ น้ำหนักช่อดอกกล้วยไม้ 1 kg $= \frac{16.875A}{10^6B}$ L/kg/hr

3. วิธีการเตรียมตัวอย่างเพื่อนับจำนวนแบคทีเรียในน้ำปักแจกัน (Schaad, 1988)

1. ละลาย Yeast extract 3 กรัม Peptone 5 กรัม และน้ำตาล 2.5 กรัม ให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร

2. เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงในขวดรูปชมพู่ 2 ขวด ขวดละ 500 มิลลิลิตร ใส่วุ้น ปริมาณ 7.5 กรัม ลงในแต่ละขวด ละลายให้เข้ากันเป็นเนื้อเดียว

3. ปิดฝาด้วยสำลีและอลูมิเนียมฟอยล์ นำไป Autoclave ที่ 121 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

4. เทอาหารเลี้ยงเชื้อลงใน petridish สูงประมาณ 3 มิลลิเมตร ต่อ 1 petridish ปิดฝา นำไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง

5. ดูดน้ำจากขวดปักแจกันดอกไม้ทั้ง 4 ชุดการทดลอง มาชุดการทดลองละ 1 มิลลิลิตร ทำ half dilution 3 ครั้ง

6. นำน้ำที่ได้จากการทำ half dilution 3 ครั้ง มาตัวอย่างละ 100 ไมโครลิตร หยดลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ เกลี่ยให้ทั่ว petridish ปิดฝาด้วยพาราฟิลม์นำไปไว้ที่อุณหภูมิห้อง 48 ชั่วโมง

7. นำตัวอย่างมานับจำนวนโคโลนี จากนั้นนำไปคำนวณหาค่า CFU/ml (colony from unit) โดยในแต่ละซ้ำมีจำนวนซ้ำละ 3 ซ้ำ

4. วิธีการสกัดและวิเคราะห์เอนไซม์

4.1 การสกัดเอนไซม์จากตัวอย่างพืช (Beer and Sizer, 1952 อ้างถึงใน นิตยา อัมรัตน์, 2548)

1) นำตัวอย่างพืชมา 0.1 กรัม ใส่ในโกร่งที่มี liquid nitrogen

2) บดตัวอย่างพืชให้ละเอียด และเติมสารละลายที่ใช้สกัดเอนไซม์ (extraction buffer) ลงไป

สารละลายที่ใช้ในการสกัด ประกอบด้วย

-KH_2PO_4 50 mM pH 7.0

-PVPP 1% (w/v)

-DTT 1 mg/ml

-PMSF 100 mM 100 µl/10 ml

3) บดตัวอย่างพืชและสารสกัดให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเทใส่ใน eppendorf's tube (ระหว่างรอ centrifuge ควรแช่หลอดบรรจุตัวอย่างพืชในกระบะน้ำแข็ง)

4) centrifuge ตัวอย่างพืชที่ผ่านการบดโดยใช้ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที ที่ 4 องศาเซลเซียส

5) แยกส่วนที่เป็นสารละลายใส (supernatant) ใส่ในหลอดใหม่ เพื่อนำไปใช้ในการหา activity ของเอนไซม์ต่างๆต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ activity ของเอนไซม์ ด้วยวิธี Spectrophotometric Assay

4.2.1 การวิเคราะห์ activity ของเอนไซม์ catalase (Beer and Sizer, 1952 อ้างถึงใน นิตยา อัมรัตน์, 2548)

การวิเคราะห์ activity ของเอนไซม์ catalase ด้วย spectrophotometer เป็นการวัดอัตราการลดลงของการดูดกลืนแสงของ H_2O_2 ที่ A_{240} nm ที่เกิดจากการทำงานของเอนไซม์ catalase

1) เตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์

A. KH_2PO_4 50 mM pH 7.0

B. Hydrogen peroxide 100 mM (เตรียมใน reagent A)

C. สารสกัดจากพืช (extract)

2) Pipette (µl) สารละลายที่เตรียมไว้ลงใน quartz cuvette ดังนี้ :

Solutions	Blank (cuvette I)	Test (cuvette II)
Reagent A (buffer)	2,000	1,800
Reagent B (H_2O_2)	-	200
Extract	20	20

อ่านค่า A_{240} nm ที่ลดลงภายในเวลา 1-2 นาที

3) คำนวณหาค่า catalase activity โดยเทียบกับ total mg protein

$$\text{Units/mg protein} = \frac{(\Delta A_{240nm}/\text{min})1000}{(43.6)(\ \mu\text{l extract used})(\text{mg protein}/\ \mu\text{l extract})}$$

4.2.2 การวิเคราะห์ activity ของเอนไซม์ ascorbate peroxidase (AP) ด้วยวิธี Spectrophotometric Assay (Nakano and Asada, 1981 อ้างถึงใน นิตยา อัมรัตน์, 2548)

การวิเคราะห์ activity ของเอนไซม์ AP ด้วย spectrophotometer เป็นการวัดอัตราการลดลงของค่าการดูดกลืนแสงที่ A_{290} nm

1) เตรียมสารละลายที่ใช้ในการวิเคราะห์

A. KH_2PO_4 50 mM pH 7.0

B. H_2O_2 100 mM (เตรียมใน reagent A)

C. EDTA 500 mM pH 7.0

D. Ascobate 10 mM

2) Pipette (µl) สารละลายที่เตรียมไว้ลงใน cuvette ดังนี้ :

Solutions	Blank (cuvette I)	Test (cuvette II)
Reagent A	1760	1560
Reagent B	200	200
Reagent C	20	20
Reagent D	-	200
Extract	40	40

อ่านค่า A_{290} nm ที่ลดลงภายในเวลา 1 นาที

3) คำนวณหาค่า ascorbate peroxidase activity โดยเทียบกับ total mg protein

$$\text{Units/mg protein} = \frac{(\Delta A_{290nm}/\text{min})1000}{(2.8)(\mu\text{l extract used})(\text{mg protein}/\mu\text{l extract})}$$

4.3 วิธีวิเคราะห์หาปริมาณ total protein (อ้างถึงใน นิตยา อัมรัตน์, 2548)

การวิเคราะห์ปริมาณ total protein สามารถหาได้จาก reaction mixture ที่ประกอบด้วย

-สารละลายตัวอย่าง (ที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณเอนไซม์) 50 µl

-สารตรวจสอบโปรตีน (ชุดทดสอบ total protein ของบริษัท Bio-Red) 50 µl

-น้ำกลั่น 100 µl

ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้เกิดปฏิกิริยา 5 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร เทียบกับค่าของสารละลายโปรตีนมาตรฐาน

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวไพบูลย์ หมุ่ยมาศ เกิดเมื่อวันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2522 ที่ จังหวัดยโสธร สำเร็จการศึกษาหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏอุบลราชธานี ในปีการศึกษา 2545 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพฤกษศาสตร์ ภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2548