จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัย

กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช

รายงานวิจัย

การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์ ความเข้มข้น และ % degree of deacetylation ของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'เอียสกุล'

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดย

พัชรา ลิมปนะเวช

และคณะ

ธันวาคม 2548

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทุนวิจัย

กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช

รายงานผลการวิจัย

การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์ ความเข้มข้น และ % degree of deacetylation ของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* ‘เอียสกุล’

The effects of polymer sizes, concentration, and % degree of deacetylation of chitosan on growth and floral production of *Dendrobium* ‘Eiskul’

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พัชรา ลิมปนะเวช และคณะ

ธันวาคม พ.ศ. 2548

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณกองทุนรัชดาภิเษกสมโภช ซึ่งได้สนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ การวิจัยในครั้งนี้มิอาจสำเร็จได้หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์จัดหาแหล่งพืชทดลองกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” โดยคุณสมาน คิดประเสริฐ และความอนุเคราะห์ ในการแนะนำการถ่ายภาพจากกล้องจุลทรรศน์ โดยคุณสหัช จันทนาอรพินท์

นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาพฤกษศาสตร์ และ ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนิสิตระดับปริญญาบัณฑิต และบัณฑิตศึกษา ที่ให้ความช่วยเหลือในการเก็บผลการทดลองอย่างสม่ำเสมอ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อภาษาไทย

ชื่อโครงการวิจัย การศึกษาผลของขนาดพอลิเมอร์ ความเข้มข้น และ % degree of deacetylation ของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium*'เอียสกุล'

ชื่อผู้วิจัย พัชรา ลิมปนะเวช และคณะ

เดือนและปีที่ทำวิจัยเสร็จ ธันวาคม พ.ศ. 2548

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อกล้วยไม้หวาย "เอียสกุล" ใช้ไคโตซาน 6 แบบ ได้แก่ P-70 O-70 P-80 O-80 P-90 และ O-90 ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 400,000 30,000 530,000 45,000 450,000 และ 110,000 ตามลำดับ พบว่า รูปแบบของโมเลกุล และความเข้มข้นของไคโตซานมีผลต่อการเติบโตแบบไม่อาศัยเพศในบางช่วงที่ทำการทดลอง เมื่อให้ไคโตซานเป็นเวลา 24 สัปดาห์ รูปแบบและความเข้มข้นของไคโตซานมีผลทำให้กล้วยไม้มีน้ำหนักแห้งของลำต้นแตกต่างกัน และเมื่อเวลาผ่านไป 36 สัปดาห์ ก็มีผลต่อพื้นที่ใบต่อต้น น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งใบ ไคโตซานไม่มีผลต่อปริมาณรงควัตถุ และการเติบโตที่เกี่ยวกับเพศ ได้แก่ จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวช่อดอก เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก แต่มีข้อยกเว้นคือ ไคโตซานทุกแบบที่ทุกระดับความเข้มข้น ทำให้กล้วยไม้หวาย "เอียสกุล" เริ่มออกดอกเร็วกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน นอกจากนี้ไคโตซานยังส่งผลต่อขนาดของคลอโรพลาสต์ทั้งในใบอ่อนและในใบแก่ เมื่อทำการศึกษาโดยใช้ไคโตซาน O-80 ที่ระดับความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 พีพีเอ็ม พบว่าคลอโรพลาสต์ในใบอ่อนมีขนาดใหญ่ขึ้นเมื่อได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 10 และ 50 พีพีเอ็ม ส่วนในใบแก่ เฉพาะ O-80 ที่ระดับความเข้มข้น 50 พีพีเอ็ม ที่มีผลต่อการเพิ่มขนาดของคลอโรพลาสต์ให้มีขนาดใหญ่กว่าคลอโรพลาสต์ที่ได้จากใบของต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน ไคโตซาน O-80 นี้ยังมีผลชักนำการสร้าง silica bodies ทั้งในใบแก่และใบอ่อน การเพิ่มขึ้นของ silica bodies นี้มีรายงานว่ามีความเกี่ยวข้องกับความสามารถในการทนต่อภาวะเครียดของพืช นอกจากนี้ข้อมูลเหล่านี้ยังชี้ให้เห็นว่าไคโตซานอาจมีบทบาทเกี่ยวข้องกับ silica metabolism ของพืช อย่างไรก็ดีเป็นที่น่าประหลาดใจว่า ไคโตซานทุกรูปแบบและทุกระดับความเข้มข้นที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ไม่มีผลต่อความสามารถในการต้านทานโรคของกล้วยไม้หวาย "เอียสกุล" ทั้งนี้อาจเนื่องจากจุลินทรีย์ก่อโรคที่คัดแยกและนำมาใช้ในการศึกษานี้มีความรุนแรงต่ำ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ

Project Title The effects of polymer sizes, concentration, and % degree of deacetylation of chitosan on growth and floral production of *Dendrobium* 'Eiskul'

Name of the Investigators Patchra Limpanavech *et al*.

Year December 2005

Abstract

Six types of chitosan molecules, P-70, O-70, P-80, O-80, P-90, and O-90, which had different molecular weights, 400,000, 30,000, 530,000, 45,000, 450,000, and 110,000 respectively, were used to determine the effects on *Dendrobium* 'Eiskul'. Chitosan types and concentrations significantly showed effects on *Dendrobium* 'Eiskul' vegetative growth at some time points of our experiment. After 24 weeks of the treatment, the significant difference in trunk dry weight was detected, while after 36 weeks of the treatment, the significant difference was detected in leaf area/plant, leaf fresh weight, and leaf dry weight. However, the data did not show statistical difference from the non-chitosan treated ones. No chitosan effects could be detected in pigment content and reproductive growth e.g. number of inflorescence, number of flower per inflorescence, flora diameter, inflorescence length, and inflorescence stem diameter, except that every chitosan type and concentration could induce early flowering when compared to the non-chitosan treated plants. Chitosan showed interesting effects on leaf anatomy of *Dendrobium* by enlarging the chloroplasts in both old and young leaves. Chloroplast size determination was done in plants treated with chitosan O-80 at various concentrations, 1, 10, 50 and 100 ppm, in comparison with the chloroplasts of plants without chitosan treatment. Chloroplasts in young leaves of plants treated with 10 and 50 ppm O-80 chitosan were significantly larger than the chloroplasts in the young leaves of non-treated plants. However, the chloroplast enlargement effect was detected only within the old leaves of plants treated with 50 ppm O-80 chitosan. Chitosan O-80 also induced silica bodies in both young and old leaves of *Dendrobium*. The number of silica bodies was reported for the effects on stress tolerance. These also suggest the role of chitosan on silica metabolism in orchid. Surprisingly, chitosan at all types and concentrations showed no effects on the disease resistance in *Dendrobium* 'Eiskul'. This may be due to the low virulence of the isolated pathogen strain in our experiment.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
สารบัญ	จ
รายการตารางประกอบ	ฉ
รายการรูปประกอบ	ฌ
บทนำ	1
การสำรวจแนวคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
วิธีการวิจัย	3
ผลของการวิจัย	6
อภิปรายผลการวิจัย	49
สรุปผลการวิจัย	51
ข้อเสนอแนะ	51
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	52
เอกสารอ้างอิง	53

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 1 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 10

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ…….. 11

ตารางที่ 3 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน……. 12

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน…….. 13

ตารางที่ 5 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน……. 14

ตารางที่ 6 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน…….. 15

ตารางที่ 7 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน ……..... 16

ตารางที่ 8 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน…….. 17

ตารางที่ 9 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 18

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 19

ตารางที่ 11 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 20

หน้า

ตารางที่ 12 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 21
ตารางที่ 13 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 22
ตารางที่ 14 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 23
ตารางที่ 15 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 24
ตารางที่ 16 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 25
ตารางที่ 17 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 26
ตารางที่ 18 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 27
ตารางที่ 19 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 28
ตารางที่ 20 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 29
ตารางที่ 21 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 30
ตารางที่ 22 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 31
ตารางที่ 23 สัปดาห์แรกที่มีการเกิดช่อดอก ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน..... 41

หน้า

ตารางที่ 24 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 6 สัปดาห์..... 42

ตารางที่ 25 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 7-12 สัปดาห์..... 43

ตารางที่ 26 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 13-18 สัปดาห์..... 44

ตารางที่ 27 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 19-24 สัปดาห์..... 45

ตารางที่ 28 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 25-36 สัปดาห์..... 46

ตารางที่ 29 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 37-48 สัปดาห์..... 47

ตารางที่ 30 ผลของไคโตซานที่มีต่อการเกิดโรคใบจุดจากเชื้อรา เมื่อทำการตรวจสอบด้วยวิธี detached leaf assay ภายหลังจากลงเชื้อเป็นเวลา 10 วัน..... 48

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 1 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-70 และ O-70 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm……. 32
รูปที่ 2 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-80 และ O-80 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm…… 33
รูปที่ 3 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-90 และ O-90 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm…… 34
รูปที่ 4 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อไม่ได้รับไคโตซาน…….. 35
รูปที่ 5 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-70 และ O-70 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm..... 36
รูปที่ 6 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-80 และ O-80 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm..... 37
รูปที่ 7 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-90 และ O-90 ที่ความเข้มข้น 1 10 50 และ 100 ppm……. 38
รูปที่ 8 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อไม่ได้รับไคโตซาน..... 39
รูปที่ 9 ผลของไคโตซานชนิด O-80 ที่มีต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคลอโรพลาสต์..... 39
รูปที่ 10 ผลของไคโตซาน O-80 ที่มีต่อการสะสม silica bodies 40

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

กล้วยไม้สกุลหวายโดยเฉพาะอย่างยิ่ง *Dendrobium* ‘เอียสกุล’ เป็นไม้ตัดดอกทางเศรษฐกิจในกลุ่มหวายบอมที่มีมูลค่าการส่งออกสูงสุด คิดเป็นมูลค่าปีละหลายล้านบาท (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2543) แต่ในการปลูกกล้วยไม้ตัดดอกของไทยในปัจจุบัน เกษตรกรจำเป็นต้องใช้สารเคมีเป็นปริมาณมากในการเร่งการเจริญ กระตุ้นการออกดอก และป้องกันโรค ซึ่งทำให้ต้นทุนการผลิตสูง สารเคมีเหล่านี้ส่วนใหญ่ถูกนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียเงินเป็นจำนวนมากในแต่ละปี นอกจากนี้การใช้สารเคมีในปริมาณที่สูงอย่างสม่ำเสมอยังส่งผลเสียต่อสุขภาพของเกษตรกร และทำลายสิ่งแวดล้อม ในระยะหลังได้มีความตื่นตัวในการนำเอาสารที่สกัดได้จากวัตถุดิบในธรรมชาติมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรทดแทนสารเคมี ด้วยตระหนักถึงความปลอดภัยต่อสุขภาพตลอดจนความเป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม และพบว่าเกษตรกรผู้ปลูกกล้วยไม้ตัดดอกหลายรายได้เปลี่ยนมาใช้ไคโตซานในการกระตุ้นการเจริญและเพิ่มผลผลิต แต่อย่างไรก็ดียังไม่มีการศึกษาที่เป็นระบบทางวิทยาศาสตร์ ที่พิสูจน์สมบัติของไคโตซานในการเร่งการเจริญ ส่งเสริมการต้านทานโรคและเพิ่มผลผลิตโดยเฉพาะอย่างยิ่งในกล้วยไม้

เป็นที่ทราบกันโดยทั่วไปว่าไคติน และไคโตซานเป็นพอลิเมอร์ชีวภาพที่มีสมบัติทางชีวภาพและกายภาพที่ดีหลายประการ และได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางในด้านต่างๆ ทั้งทางด้านวิทยาศาสตร์การแพทย์ อุตสาหกรรมสิ่งทอ และทางด้านเกษตรกรรม ด้วยเล็งเห็นว่าไคตินเป็นสารที่ได้จากธรรมชาติ ในขณะที่ไคโตซานก็เป็นอนุพันธ์ของสารจากธรรมชาติ ซึ่งมีความปลอดภัยสูงต่อผู้ใช้ ปัจจุบันมีบริษัทเคมีภัณฑ์การเกษตรหลายบริษัทมีการผลิตและจัดจำหน่ายสารเร่งการเจริญเติบโตโดยระบุว่ามีไคโตซานเป็นองค์ประกอบหลักในการกระตุ้นการเจริญเติบโต และยังช่วยในการกระตุ้นให้พืชมีความสามารถในการต้านทานโรคสูงขึ้นอีกด้วย เพื่อเป็นทางเลือกใหม่สำหรับเกษตรกรนอกเหนือไปจากการใช้สารเคมีสังเคราะห์ที่อาจมีผลต่อสุขภาพของผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ดี การศึกษาวิจัยเพื่อแสดงถึงผลของไคติน/ไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชและการให้ผลผลิตยังมีน้อยมาก รวมทั้งยังไม่มีผลงานใดที่ได้มีการแสดงอย่างชัดเจนว่าโมเลกุลของไคโตซานในลักษณะใดที่มีผลต่อการตอบสนองของพืชได้ดีที่สุด เช่น ขนาดหรือความยาวของสายของพอลิเมอร์ % degree of deacetylation หรือ %DD และความเข้มข้นที่เหมาะสม

งานวิจัยนี้จึงมุ่งที่จะศึกษาผลของไคโตซานที่มีขนาดของพอลิเมอร์ % DD และ ความเข้มข้น ที่แตกต่างกันในกล้วยไม้หวาย ‘เอียสกุล’ ว่ามีผลต่อการเจริญเติบโต การต้านทานโรค และการให้ผลผลิตของพืชแตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อหาขนาดของพอลิเมอร์ % degree of deacetylation (%DD) และความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายไคโตซานที่ผลิตได้จากการใช้ตัวเร่งทางชีวภาพหรือเอนไซม์ในการปรับขนาดของสายไคโตซาน ในการส่งเสริมการเจริญเติบโต การต้านทานโรค และการเพิ่มผลผลิตของกล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวาย *Dendrobium* ‘เอียสกุล’

การสำรวจแนวความคิดและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในช่วงประมาณ 10 ปีที่ผ่านมา การศึกษาผลของไคติน/ไคโตซานที่มีต่อพืชมุ่งเน้นศึกษาการตอบสนองของพืชในเชิงการป้องกันตัวเองของพืชจากการเข้าทำลายของจุลินทรีย์ศัตรูพืช (Bhaskara Reddy et al., 1999; La, 1999; La et al., 1994; Mason and Davis, 1997; Doares et al., 1995; Bell et al., 1998) เนื่องจากโมเลกุลของไคโตซานซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของรามีสมบัติเป็น plant elicitor สามารถชักนำให้พืชมีการแสดงออกของ plant defensive genes เช่น proteinase inhibitor proteins (Doares et al., 1995) และ pathogenesis related protein (La, 1999) เป็นต้น อีกทั้งยังกระตุ้นให้พืชสามารถสร้างสารกลุ่มฟีนอลและ ลิกนินเพิ่มมากขึ้นซึ่งเชื่อว่ากระบวนการตอบสนองดังกล่าวนั้นทำให้พืชสามารถต้านทานโรคได้ดีขึ้น นอกจากนี้ ไคโตซานยังสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชอีกด้วย (Bell et al., 1998; La et al., 1994) La และคณะ (1994) ได้ทำการสังเคราะห์ไคโตซานจากเปลือกปู พบว่าพอลิเมอร์ของไคโตซานขนาดต่างๆมีผลต่อการแสดงออกของ defensive genes ในถั่ว pea แตกต่างกัน แสดงให้เห็นว่าขนาดของพอลิเมอร์ของไคโตซานนี้มีฤทธิ์ทางชีวภาพแตกต่างกันด้วย

Ohta และคณะ (1999) ได้ทำการทดลองแช่เมล็ด *Eustoma grandiflorum* (พืชกลุ่มดอกหรีด) ใน ไคโตซานความเข้มข้น 0.1% ก่อนปลูก และการให้ไคโตซานทางดินที่ระดับความเข้มข้น 1 % พบว่ามีผลทำให้ *E. grandiflorum* เจริญเติบโตดีขึ้นกว่าชุดควบคุม และออกดอกเร็วกว่าพืชชุดควบคุมถึง 15 วัน แต่การแช่เมล็ดก่อนปลูกนั้นเห็นผลไม่ชัดเจนนัก นอกจากนี้ยังมีรายงานการทดลองที่พบว่า หากแช่เมล็ดข้าวด้วยไคโตซาน ก่อนทำการหว่านข้าว จะทำให้ได้ผลผลิตสูงขึ้นถึง ร้อยละ 30 (Goosen, 1997)

ผลของไคโตซานที่มีต่อพืชอีกประการหนึ่งคือการกระตุ้นการปิดปากใบของพืช Lee และคณะ (1999) พบว่าไคโตซานสามารถยับยั้งการเปิดปากใบของมะเขือเทศ เมื่อได้รับแสงซึ่งเชื่อว่ากลไกนี้จะช่วยป้องกันการเข้าทำลายของราผ่านทางช่องเปิดทางปากใบ การปิดของปากใบนี้อาจทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืชและการคายน้ำลดลงซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของพืชด้วย จากผลการทดลองในพริกหวาน (Bittelli et al., 2001) พบว่า ไคโตซานมีผลกระตุ้นการปิดปากใบและทำให้อัตราการคายน้ำลดลง แต่ไม่ส่งผลถึงการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต จึงเสนอให้มีการใช้ไคโตซานเป็นสารควบคุมการคายน้ำ ซึ่งจะช่วยทำให้มีการใช้น้ำเพื่อการเกษตรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ประเทศไทยมีการผลิตและส่งออกไคติน/ไคโตซานโดยเริ่มจากอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่ต่อเนื่องจากอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ ทั้งนี้เพราะวัตถุดิบของการผลิตไคติน/ไคโตซานได้มาจากผลพลอยได้จากอุตสาหกรรมห้องเย็นและอาหารกระป๋อง ซึ่งมีการผลิตไม่ต่ำกว่า 25-30 ตันต่อเดือน สารไคติน/ไคโตซานที่ผลิตได้มีการนำไปใช้เพื่อเพิ่มผลผลิตกันอย่างกว้างขวาง แต่ยังไม่มีรายงานที่ชัดเจนถึงลักษณะโมเลกุลของไคโตซาน และปริมาณที่เหมาะสมที่จะให้ผลดีที่สุดในการเพิ่มผลผลิตของพืช การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาถึงผลของขนาดพอลิเมอร์ และ % degree of deacetylation ของไคโตซาน ที่ได้จากการเตรียมโดยวิธีมาตรฐานโดยใช้เปลือกปูมากำจัดเกลือแร่และโปรตีนออกโดยแช่ในสารละลาย 0.1 M HCl และ 0.1 M NaOH จากนั้น นำไคตินที่ได้มากำจัดหมู่ acetamido โดยการแช่ในสารละลาย 40% NaOH และใช้ความร้อน เพื่อให้ได้ไคโตซานที่มี % degree of deacetylation ต่างๆ จากนั้นจึงนำไคโตซานที่ได้มาละลาย และปรับขนาดโดยการย่อยด้วยเอนไซม์ไคติเนสที่โคลนได้จาก *Bacillus licheniformis* SK-1 วัตถุดิบในการผลิตไคโตซานและจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตล้วนมาจากวัตถุดิบภายในประเทศ ในการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมในการใช้สำหรับกล้วยไม้นี้จะเป็นการให้โดยวิธีการฉีดพ่น ซึ่งเป็นวิธีการที่สะดวกต่อการให้กับกล้วยไม้ เพื่อจะได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในทางการเกษตรอย่างถูกต้องเหมาะสม และเกิดประโยชน์มากที่สุดต่อไป อันจะเป็นการสร้างทางเลือกใหม่ให้เกษตรกรในการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตรลง ซึ่งจะช่วยลดมลภาวะและรักษาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนลดการนำเข้าสารเคมีทางการเกษตรจากต่างประเทศ และนำไปสู่การลดต้นทุนการผลิตทางการเกษตรได้

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมพืชทดลองและโรงเรือน

1. 1 จัดหาพืชทดลอง ได้แก่ *Dendrobium* 'เอียสกุล' กล้วยไม้ตัดดอกสกุลหวายที่ได้จากการปั่นตาเพื่อให้ได้พืชทดลองทั้งหมดที่มี genetic background และ อายุพืชใกล้เคียงกันให้มากที่สุด

1.2 ปรับปรุงโรงเรือนปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ให้พืชทดลองได้รับความเข้มแสงประมาณ 40 % ของความเข้มแสงตามธรรมชาติโดยใช้ saran สีดำ

2. การเตรียมไคโตซาน

เตรียมไคโตซานที่มี % DD แตกต่างกันโดยวิธีมาตรฐาน ซึ่งในการทดลองนี้ ใช้ ไคโตซานที่มี % DD 3 ระดับคือ 70 80 และ 90 % และมีขนาดพอลิเมอร์ต่างกัน คือ ไคโตซานที่ยังเป็นพอลิเมอร์ P ซึ่งเป็นไคโตซานที่ไม่ได้ผ่านการย่อยจึงมีโมเลกุลเป็นสายยาว (polymer) และ O ซึ่งเป็นไคโตซานที่ผ่านการย่อยโดยไคติเนสแล้ว เป็นสายสั้นๆ (short chains and/or mixture of oligomers) ซึ่งการย่อยโดยไคติเนสนี้จะเป็นการย่อยอย่างจำเพาะโดยไคติเนสจะย่อยเฉพาะบริเวณของสายไคโตซานที่ยังคงเป็นน้ำตาล เอ็นอะซิทิล-ดี-กลูโคซามีน อยู่ แต่จะไม่ย่อยส่วนที่เป็น ดี-กลูโคซามีน

ไคโตซานที่ใช้ในโครงการนี้เตรียมโดยกระบวนการ Deacetylation ไคตินจากเปลือกปูด้วยสารละลาย NaOH 50% (W/W) โดยการนำไคตินมาแช่ในสารละลาย NaOH 50% ที่อุณหภูมิห้อง(28-30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 24, 48, 72, และ 96 ชม. ตามลำดับโดยมีการเปลี่ยนสารละลาย NaOH 50% ทุกๆ 24 ชั่วโมงเพื่อให้ได้ไคโตซานที่มี % Degree of Deacetylation (%DD) ที่มีค่าในช่วง 75-80, 80-85 และมากกว่า 90 ไคโตซานที่เตรียมได้ถูกนำไปวิเคราะห์ %DD โดยการใช้ H-NMR หรือ UV spectroscopy เรานำเฉพาะไคโตซานที่มีค่า %DD ในช่วงที่ต้องการมาใช้ในการทดลองนี้

อนึ่งสำหรับกระบวนการผลิตโอลิโกไคโตซานนั้น เราจะนำไคโตซานที่มีค่า %DD ในช่วง 75-80, 80-85 และมากกว่า 90 มาย่อยโดยเอนไซม์ไคติเนสที่ผลิตจาก *Bacillus licheniformis* SK-1 จนสมบูรณ์ ดังนั้นไคโตซานเหล่านี้จะมีขนาดเล็กลงและมีการกระจายตัวของขนาดโอลิโกเมอร์ที่จะแปรผันตาม %DD ของไคโตซานที่นำมาใช้ อย่างไรก็ดี %DD ของโอลิโกเมอร์ที่ได้จะมีค่าสูงขึ้น (มากกว่า 90) เนื่องจากเอนไซม์ได้ตัดเอาส่วนของน้ำตาล *N*-acetyl-D-glucosamine ออกจากสายของไคตินำให้อัตราส่วนของ glucosamine ต่อ *N*-acetyl-D-glucosamine เพิ่มขึ้น

หลังจากการเตรียม ไคโตซาน แล้ว จะทำการวัดขนาดโมเลกุลโดยวิธี gel permeation chromatography (GPC) ทำให้ทราบน้ำหนักโดยเฉลี่ยของโมเลกุล

3. การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองโดยพิจารณา 3 ปัจจัย ได้แก่

ปัจจัยที่ 1 ขนาดของพอลิเมอร์ มี 2 ขนาด คือ O และ P

ปัจจัยที่ 2 % DD มี 3 ระดับ คือ 70 80 และ 90 %

ปัจจัยที่ 3 ความเข้มข้นของสารมี 4 ระดับ คือ 1 10 50 และ 100 ppm และชุดควบคุม (control)

จึงจัดแผนการทดลองเป็น 2 x 3 x 4 +1 Factorial มี 25 combinations และใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ในช่วงแรกเนื่องจากพื้นที่ที่ใช้ในการทดลองได้รับแสงไม่สม่ำเสมอเนื่องจากมีเงาของตึกสูงในบางส่วนของพื้นที่ในบางช่วงเวลา โดยมีจำนวนซ้ำ 4 ซ้ำ (replicate) แต่หลังจากทำการเก็บผลการทดลองในช่วง 12 สัปดาห์แรกและวิเคราะห์ผลการทดลองแล้วพบว่า พื้นที่ที่ทำการศึกษาไม่มีผลต่อการเติบโตของกล้วยไม้ จึงออกแบบการทดลองเป็นแบบ CRD แทน ในช่วงการทดลองที่เหลือ

4. การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการเติบโต และการให้ผลผลิต

4.1 ย้ายปลูกพืชทดลองที่มีอายุหลังจากออกจากขวดเพาะเลี้ยงประมาณ 1 เดือน จำนวนไม่ต่ำกว่า 800 ต้น โดยจัดวางตามแผนการทดลองที่กำหนดไว้ โดยเพาะเลี้ยงภายใต้โรงเรือนกลางแจ้งที่คลุมด้วย saran ที่กรองแสงประมาณ 60% ให้น้ำและปุ๋ยเคมีตามปกติตลอดเวลาของการทดลอง

4.2 ภายหลังการย้ายปลูกประมาณ 1 เดือน ทำการให้ไคโตซานโดยการฉีดพ่นร่วมกับปุ๋ยเคมีตาม treatment ที่กำหนด สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ตลอดการทดลอง

4.3 เก็บผลการทดลองเพื่อศึกษาการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิต ดังนี้

การเก็บผลการทดลองเพื่อศึกษาการเติบโต ได้แก่ จำนวนหน่อ จำนวนราก พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของส่วนต้นและใบ ที่เปลี่ยนแปลงไป ในสัปดาห์ที่ 6 12 18 24 36 และ 48 หลังจากการให้ไคโตซานครั้งแรก และวัดปริมาณรงควัตถุที่ใช้ในการสังเคราะห์ด้วยแสง ตามวิธีของ Zhang and Kirkham (1996) ศึกษาเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคใบของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานใน treatment ต่างๆ

ส่วนการเก็บผลการทดลองเพื่อศึกษาด้านการให้ผลผลิต จะเก็บข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพทุกสัปดาห์ หลังจากการให้ไคโตซานครั้งแรก ได้แก่ จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก

5. การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อความสามารถในการต้านทานโรคของกล้วยไม้

5.1 การเตรียมตัวอย่างใบพืช

เก็บใบกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* 'Eiskul' จากทุกชุดการทดลอง โดยเก็บทั้ง 4 ซ้ำๆ ละ 1 ใบ ทั้งนี้เลือกใบที่แผ่เต็มที่แล้วจากลำลูกกล้วยที่อ่อนที่สุดอย่างสุ่ม นำมาเก็บในกล่องพลาสติกใสมีฝาปิด ขนาด 19x28x6 เซนติเมตร ที่ภายในรองด้วยกระดาษทิชชู 2 ชั้น และทำให้ชุ่มน้ำโดยเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร วางใบกล้วยไม้อย่างสุ่ม 4 ใบต่อกล่อง เก็บที่อุณหภูมิห้อง

5.2 การแยกเชื้อราและการเตรียม spore suspension

แยกราจากเนื้อเยื่อ necrotic spot ของใบกล้วยไม้สกุลหวาย เลี้ยงราที่แยกได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง จนได้ pure culture ทำการลงเชื้อราที่แยกได้บนใบกล้วยไม้แล้วแยกเชื้อซ้ำอีกครั้งจาก necrotic spot ที่เกิดขึ้น ทำการเลี้ยงเชื้อราบน PDA เป็นเวลา 7 วัน เพื่อให้มีการสร้าง conidia เตรียม conidial suspension ตามวิธีของ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ เฉลิมชัย วงษ์อารีย์ และ ธิติมา วงษ์ชีรี (2542) ให้ได้จำนวนเซลล์ประมาณ $2x10^7$ spore ต่อ มิลลิลิตร

5.3 การเพาะเชื้อลงในเนื้อเยื่อพืช

เจาะใบกล้วยไม้ให้เป็นแผลยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร ด้วยใบมีดผ่าตัดที่สะอาด จำนวน 4 แผล โดย 2 แผล เรียงกันตามความยาวของใบ ห่างกันประมาณ 5 เซนติเมตร ส่วนอีก 2 แผลเรียงในแนวขนานกับ 2 แผลแรก ห่างกันประมาณ 3 เซนติเมตร ทำการ inoculate spore suspension โดยจุ่มกระดาษกรองรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร ที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วลงใน spore suspension จนชุ่ม วางลงบนแผลๆ ละ 1 ชิ้น เก็บใบในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิห้อง ภายใต้แสงธรรมชาติ เป็นเวลา 10 วัน ก่อนเก็บผลที่ได้

5.4 การเก็บผลการก่อโรค

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นบนใบกล้วยไม้โดยรวม และการเกิด necrotic spot หรือการเจริญของเส้นใยราบริเวณรอบๆ แผลที่ลงเชื้อ โดยกำหนด disease severity rating ดังนี้

Disease severity 1 = ใบสีเขียว หรือใบสีเขียวที่แสดงอาการ chlorosis ไม่เกิน 25 % ของพื้นที่ใบ แต่ไม่พบเส้นใยเชื้อราบริเวณแผล และไม่มี necrotic tissue

Disease severity 2 = ใบสีเขียวที่แสดงอาการ chlorosis มากกว่า 25 % ของพื้นที่ใบ แต่ไม่พบเส้นใยเชื้อราบริเวณแผลและไม่มี necrotic tissue

Disease severity 3 = ใบที่พบเส้นใยราบริเวณรอบๆ แผลไม่เกิน 2 แผล แต่ไม่พบ necrotic tissue

Disease severity 4 = ใบที่พบเส้นใยราบริเวณรอบๆ แผลมากกว่า 2 แผล แต่ไม่พบ necrotic tissue

Disease severity 5 = ใบที่พบเส้นใยราบริเวณรอบๆ แผล และพบ necrotic tissue รอบๆ แผลตั้งแต่ 1 แผลขึ้นไป

5.5 การวิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติและสรุปผลการทดลอง

วิเคราะห์ทางสถิติหาความแตกต่างระหว่าง disease severity ของแต่ละชุดการทดลองด้วย Kruskal-Wallis test (SPSS 13.0 for Window Evaluation version) ตามแผนการทดลองที่ได้วางไว้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลของการวิจัย

1. สมบัติทางกายภาพของไคโตซานที่เตรียมได้

เมื่อนำไคโตซานที่เตรียมได้ไปวิเคราะห์ด้วย gel permeation chromatography โดยศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ พบว่า ไคโตซานที่เตรียมทั้ง 6 ชนิด มีขนาดแตกต่างกัน โดยที่ไคโตซานแบบ Oligomer (O) มีขนาดเล็กกว่าไคโตซานแบบ Polymer (P) ที่เตรียมให้มี degree of deacetylation เท่ากัน โดยแสดงผลดังนี้

P-70 มี M_w = 400,000 O-70 มี M_w = 30,000

P-80 มี M_w = 530,000 O-80 มี M_w = 45,000

P-90 มี M_w = 450,000 O-90 มี M_w = 110,000

2. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเติบโตของกล้วยไม้ในด้าน vegetative growth

การเจริญเติบโตของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซาน 6 ชนิด คือ P70 (polymeric form with 70% DD), O70 (oligomeric form with 70% DD), P80 (polymeric form with 80% DD), O80 (oligomeric form with 80% DD), P90 (polymeric form with 90% DD), และ O90 (oligomeric form with 90% DD) ที่ระดับความเข้มข้น 1 10 50 และ 100ppm ซึ่งเก็บผลการทดลองในสัปดาห์ที่ 6 12 18 24 36 และ 48 หลังจากการฉีดพ่นไคโตซาน เป็นดังตารางที่ 1-12

จากผลการทดลอง จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น พื้นที่ใบต่อต้นน้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น ในแต่ละชุดทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในช่วง 12 สัปดาห์แรกภายหลังการให้ไคโตซาน(ตารางที่ 1-4) แต่ในสัปดาห์ที่ 18 หลังการพ่นไคโตซาน จำนวนรากต่อต้น ของแต่ละชุดทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 5) โดยมี 3 ชุดการทดลองที่พบว่ามีผลทำให้มีจำนวนราก/ต้น แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญจากการทดลองชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซาน คือ กล้วยไม้ที่ได้รับ ไคโตซานแบบ O80 ที่ความเข้มข้น 1 และ 50 ppm (ชุดการทดลองที่ 13 และ 15) และชุดการทดลองของกล้วยไม้ที่ได้รับ ไคโตซานแบบ O70 ที่ความเข้มข้น 100 ppm (ชุดการทดลองที่ 8) นอกจากนี้ยังสามารถเห็นแนวโน้มการตอบสนองของจำนวนรากต่อต้นที่มีต่อความเข้มข้นของไคโตซานในแต่ละรูปแบบ คือ P70 ที่ความเข้มข้นสูงขึ้นทำให้มีจำนวนรากต่อต้นสูงขึ้น ซึ่งตรงกันข้ามกับผลของ O90 ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆซึ่งการให้ไคโตซาน O90 ที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้จำนวนรากต่อต้นน้อยกว่าการให้ O90 ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ การให้ O90 ที่ความเข้มข้น 100 ppm ทำให้จำนวนรากต่อต้นต่ำกว่าชุดทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซานแต่ค่าดังกล่าวไม่แตกต่างกันทางสถิติ เมื่อพิจารณาผลของไคโตซานที่มีต่อจำนวนรากต่อต้นในสัปดาห์ที่ 24 (ตารางที่ 7) 36 (ตารางที่ 9) และ 48 (ตารางที่ 11) ที่ให้ไคโตซาน ไม่พบแนวโน้มในทำนองเดียวกับที่พบในสัปดาห์ที่ 18 ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 36 ที่พบว่า O90 ที่ความเข้มข้นสูงมีผลทำให้กล้วยไม้มีจำนวนรากต่อต้นต่ำกว่าต้นที่ได้รับ O90 ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ อย่างไรก็ดี จำนวนรากต่อต้นของกล้วยไม้ในชุดทดลองต่างๆไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ในสัปดาห์ที่ 36 การให้ไคโตซานในรูปแบบต่างๆมีผลทำให้พื้นที่ใบต่อต้นของกล้วยไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 9) โดยพบว่า O70 ที่ระดับความเข้มข้น 1 ppm ทำให้กล้วยไม้มีพื้นที่ใบสูงสุด และไคโตซาน O90 ที่ความเข้มข้น 50 ppm มีผลทำให้มีพื้นที่ใบต่ำสุด อย่างไรก็ดี O90 ที่ความเข้มข้น 10 ppm มีแนวโน้มทำให้พื้นที่ใบสูงกว่าชุดที่ไม่ได้รับไคโตซาน สำหรับกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซาน O70 ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้นกลับมีผลทำให้มีพื้นที่ใบต่อต้นต่ำลง แนวโน้มในลักษณะนี้ยังพบในชุดทดลองที่ได้รับไคโตซานแบบ P80 และ P90 ส่วน P70 และ O80 นั้นพบว่าที่ความเข้มข้นสูงขึ้นมีผลทำให้มีพื้นที่ใบต่อต้นเพิ่มขึ้นด้วย

ในสัปดาห์ที่ 48 การให้ไคโตซานในรูปแบบต่างๆไม่มีผลทำให้พื้นที่ใบต่อต้นของกล้วยไม้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 11) แต่ยังมีแนวโน้นบางประการที่คล้ายคลึงกับผลที่สังเกตได้ในสัปดาห์ที่ 36 ได้แก่ ไคโตซาน O70 ที่ความเข้มข้น 1 ppm ทำให้กล้วยไม้มีพื้นที่ใบสูงกว่าชุดการทดลองที่ได้รับ O70 ในความเข้มข้นที่สูงขึ้น รวมทั้ง O80 ก็ยังคงให้แนวโน้มผลของไคโตซานที่มีต่อพื้นที่ใบเช่นเดิม คือ เมื่อความเข้มข้นมากขึ้นก็มีผลทำให้พื้นที่ใบต่อต้นมากขึ้นเป็นลำดับ

ในสัปดาห์ที่ 24 หลังการฉีดพ่นไคโตซาน พบว่า กล้วยไม้ในแต่ละชุดทดลองมีน้ำหนักแห้งต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 8) โดยชุดการทดลองที่มีผลทำให้กล้วยไม้มีน้ำหนักสดต้นสูงสุด 3 ลำดับแรกคือ ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน P70 1 ppm P80 50 ppm และ O80 10 ppm ซึ่งทั้ง 3 ชุดการทดลองให้ค่าเฉลี่ยน้ำหนักแห้งต้นสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน อย่างไรก็ดี ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซานบาง treatment ก็มีผลทำให้ ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งต้นต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน เช่นชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน P90 50 ppm และ O90 100 ppm เป็นต้น ในช่วงการเก็บผลในสัปดาห์ที่ 36 (ตารางที่ 10) และ 48 (ตารางที่ 12) ไม่พบว่าน้ำหนักแห้งต้นในแต่ละชุดการทดลองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การให้ไคโตซานแสดงให้เห็นความแตกต่างของน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบ ในสัปดาห์ที่ 36 หลังจากการให้ไคโตซาน (ตารางที่ 10) โดยมีชุดการทดลองที่มีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบสูงสุด 3 ลำดับแรก คือ O70 1 ppm O90 10 ppm และ P90 1 ppm ซึ่งให้ค่าน้ำหนักสด และน้ำหนักแห้งใบสูงกว่า ชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน อย่างไรก็ดี ชุดการทดลองบางชุดที่ได้รับไคโตซานบางชนิด ก็มีผลทำให้มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบ ต่ำกว่าชุดควบคุม เช่น ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน O80 10 ppm และ O90 50 ppm เป็นต้น ส่วนในสัปดาห์ที่ 48 ไม่พบว่าการให้ไคโตซานมีผลทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 12)

3. ผลของไคโตซานที่มีต่อรงควัตถุที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์ด้วยแสง

เมื่อกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆกัน 6 ชนิด คือ P70, O70, P80, O80, P90, และ O90 ที่ระดับความเข้มข้น 1 10 50 และ 100ppm และวัดปริมาณรงควัตถุใบอ่อน และใบแก่ โดยใช้ใบอ่อนที่สุด และใบแก่ที่สุดของลำกล้วยไม้ที่อายุน้อยที่สุดที่มีการเจริญเติบโตเต็มที่ ในสัปดาห์ที่ 12 18 และ 24 หลังจากการฉีดพ่นไคโตซาน ผลการทดลองแสดงปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids แสดงดังตารางที่13-22 จากผลการทดลองในช่วง 48 สัปดาห์ ไคโตซานไม่ได้มีผลต่อปริมาณรงควัตถุชนิดต่างๆอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ดี สามารถสังเกตแนวโน้มบางประการได้ดังนี้

ผลของไคโตซานต่อปริมาณรงควัตถุในใบอ่อนพบว่า ในสัปดาห์ที่ 12 ที่ความเข้มข้นของไคโตซานแบบ P70 O80 และ O90 มีผลทำให้ใบอ่อนกล้วยไม้มี Chl *a* และ Chl *b* สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน แต่อย่างไรก็ดี ไม่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไคโตซานและปริมาณรงควัตถุ ส่วนผลของไคโตซานที่มีต่อปริมาณ carotenoids พบว่า ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน แบบ P70 O80 P90 และ O90 ที่ทุกความเข้มข้นมีผลทำให้มี carotenoids สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซานในขณะที่ O80 ความเข้มข้น 10 ppm มีผลทำให้ใบอ่อนของกล้วยไม้มีรงควัตถุทั้ง 3 ชนิดมีค่าสูงสุด (ตารางที่ 13)

ลักษณะผลการทดลองที่ตรวจวัดปริมาณรงควัตถุ ที่พบในสัปดาห์ที่12 ที่ไม่สามารถสังเกตได้ในสัปดาห์ที่ 18 คือ เฉพาะบางความเข้มข้นของไคโตซานในแต่ละแบบเท่านั้นที่มีผลทำให้มีปริมาณรงควัตถุมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโต-ซาน โดยมีชุดทดลองที่ทำให้ใบอ่อนกล้วยไม้มีค่าปริมาณรงควัตถุทั้ง 3 ชนิดมีค่ามากกว่ารงควัตถุในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับไคโตซาน คือ P80 50ppm O80 50ppm O80 100 ppm P90 1 ppm P90 100 ppm และ O90 50 ppm (ตารางที่ 15)

ในสัปดาห์ที่ 24 พบว่าเฉพาะบางความเข้มข้นของไคโตซานในแต่ละแบบเท่านั้นที่มีผลทำให้มีปริมาณรงควัตถุมากกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซาน โดยมีชุดทดลองที่ทำให้ใบอ่อนกล้วยไม้มีค่าปริมาณรงควัตถุทั้ง 3 ชนิดมีค่ามากกว่ารงค

วัตถุในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ไม่ได้รับไคโตซาน คือ P80 10ppm O80 1 ppm O80 100 ppm P90 1 ppm และ O90 1 ppm (ตารางที่ 17)

ในสัปดาห์ที่ 36 ผลของไคโตซานที่มีต่อปริมาณ Chl *a* และ Chl *b* ไม่ชัดเจนนัก ไม่แสดงแนวโน้มความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไคโตซานและปริมาณ Chl *a* และ Chl *b* โดยชุดทดลองที่ได้รับ ไคโตซาน O80 10 ppm ให้ค่า Chl *a* สูงสุด และ ชุดทดลองที่ได้รับไคโตซาน O80 ที่ความเข้มข้น 100 ppm ทำให้ใบอ่อนกล้วยไม้มีปริมาณ Chl *b* และ carotenoids สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ (ตารางที่ 19)

ในสัปดาห์ที่ 48 ที่ได้รับไคโตซาน พบว่าทุกชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซานมีปริมาณ Chl *b* และ carotenoids ต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน ส่วนสำหรับปริมาณ Chl *a* นั้นพบผลการทดลองในทำนองเดียวกัน ยกเว้น ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน P90 100 ppm และ O90 100 ppm ที่มีปริมาณ Chl *a* ในใบอ่อนสูงกว่า ในใบอ่อนของการทดลองชุดควบคุมเล็กน้อย (ตารางที่ 21)

ผลของไคโตซานที่มีต่อใบแก่ของกล้วยไม้ภายหลัง 12 สัปดาห์ของการให้ไคโตซาน พบว่า ทุกความเข้มข้นของไคโตซาน O80 P90 และ O90 ทำให้ใบแก่ของกล้วยไม้มีรงควัตถุทั้ง 3ชนิดสูงกว่าชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน นอกจากนี้ P70 และ O70 ที่ความเข้มข้นตั้งแต่ 10 ppm ขึ้นไปก็ให้ผลส่งเสริมปริมาณ รงควัตถุทั้ง 3 ชนิดเช่นกัน (ตารางที่ 14) ลักษณะดังกล่าวนี้ไม่ต่อเนื่องเมื่อตรวจวัดปริมาณรงควัตถุในสัปดาห์ที่ 18

ในสัปดาห์ที่ 18 นี้ การให้ไคโตซานบางชนิดและที่บางความเข้มข้นมีผลทำให้มีปริมาณ Chl *a* Chl *b* และ carotenoids ในใบแก่สูงกว่า ในชุดที่ไม่ได้รับไคโตซาน มากกว่า 10 % 23 % และ 9 % ตามลำดับ ได้แก่ O70 1 ppm P80 1 ppm P80 100 ppm O80 1 ppm O80 100 ppm และ O90 10 ppm

แนวโน้มที่พบในสัปดาห์ที่ 18 ยังคงพบในสัปดาห์ที่ 24 เมื่อตรวจวัดปริมาณ Chl *b* แต่ไม่พบใน Chl *a* ชุดการทดลองที่ยังคงทำให้ใบแก่มี Chl *a* สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน คือ ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน O70 1 ppm O80 1 ppm และ O80 100 ppm ส่วนชุดการทดลอง ที่มีค่า carotenoids ในใบแก่สูงกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน ได้แก่ชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน O70 1 ppm และ O80 100 ppm

ในสัปดาห์ที่ 36 ชุดการทดลองที่ทำให้ใบแก่มีรงควัตถุทั้ง 3 ชนิดมีค่าสูงกว่า การทดลองชุดควบคุม คือชุดทดลองที่ให้ไคโตซานที่ P80 1 ppm และ O80 100 ppm (ตารางที่ 20) และในสัปดาห์ที่ 48 มีเพียงชุดการทดลองที่ได้รับ O80 100 ppm เท่านั้นที่มีปริมาณรงควัตถุทั้ง 3 ชนิดสูงกว่าการทดลองชุดควบคุม (ตารางที่ 22)

สำหรับการศึกษาทางกายวิภาคของใบกล้วยไม้ คณะผู้วิจัยทำการศึกษากายวิภาคของใบอ่อนและใบแก่กล้วยไม้ โดยใช้ใบที่มีอายุน้อยที่สุดของลำล่าสุดที่เจริญเต็มที่ เป็นตัวแทนของใบอ่อน และใช้ใบที่แก่ที่สุดของลำเดียวกันเป็นตัวแทนของใบแก่ นำตัวอย่างใบพืชมาตัด x-section ของใบด้วยเครื่องmicrotome ให้มีความหนาประมาณ 70-80 ไมครอน แล้วศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ Olympus รุ่น BH-2 ทำการบันทึกภาพด้วยชุดอุปกรณ์บันทึกภาพ Olympus DP70 โดยใช้ DP controller software ซึ่งมีผลการศึกษาดังรูปที่ 1 - 8

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคของใบอ่อนและใบแก่กล้วยไม้ พบว่า ใบแก่มีแนวโน้มที่จะมีคลอโรพลาสต์เล็กกว่าใบอ่อน ส่วนลักษณะอื่นๆ เช่น ลักษณะของเซลล์ที่เป็นองค์ประกอบ ขนาดของ mesophyll cell และ epidermal cell มีความใกล้เคียงกัน

เมื่อเปรียบเทียบลักษณะทางกายวิภาคใบของใบที่มาจากต้นที่ได้รับไคโตซานประเภท และความเข้มข้นต่างๆ กับกายวิภาคของใบที่มาจากต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานพบว่า มีลักษณะทางกายวิภาคคล้ายคลึงกัน โดยที่คลอโรพลาสต์ในใบอ่อนของต้นที่ได้รับไคโตซานทุกแบบมีขนาดค่อนข้างใหญ่กว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน

เนื่องจากคณะผู้วิจัยสังเกตพบลักษณะคลอโรพลาสต์ขนาดใหญ่ชัดเจน ในชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน O-80 (รูปที่ 2 e-h และ รูปที่ 6 e-h) จึงได้ทำการศึกษาวัดขนาดคลอโรพลาสต์ในชุดการทดลองดังกล่าว เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของไคโตซานO-80 ที่มีต่อขนาดของคลอโรพลาสต์ และนำค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของคลอโรพลาสต์ไปวิเคราะห์ผลทางสถิติ คณะผู้วิจัยวัดขนาดคลอโรพลาสต์และหาค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของคลอโรพลาสต์ โดยแต่ละชุดการทดลองมี 4 replicate ในแต่ละ replicate ทำการวัดคลอโรพลาสต์จากเนื้อเยื่อใบพืชอย่างสุ่ม ไม่น้อยกว่า 5 บริเวณ โดยวัดขนาดของคลอโรพลาสต์ในแต่ละreplicate ไม่น้อยกว่า 30 คลอโรพลาสต์ ซึ่งได้ผลการทดลองดังรูปที่ 9

จากแผนภาพ และการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ไคโตซาน O-80 ที่ความเข้มข้น 10 และ 50 ppm มีผลต่อการเพิ่มขนาดของคลอโรพลาสต์ในใบอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ และที่ความเข้มข้น 50 ppm ยังมีผลต่อขนาดของคลอโรพลาสต์ในใบแก่อีกด้วย ซึ่งลักษณะการขยายขนาดของคลอโรพลาสต์ อาจส่งผลต่อการเจริญเติบโตได้ เนื่องจากคลอโรพลาสต์เป็นออร์กาเนลล์สำคัญในกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช

นอกจาก ไคโตซาน O-80 จะมีผลต่อขนาดของคลอโรพลาสต์แล้ว ยังมีผลต่อการสร้าง silica bodies ที่สะสมในใบอีกด้วย ดังรูปที่ 10

4. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในด้าน reproductive growth

ในการติดตามการเติบโตของกล้วยไม้ส่วนที่เป็น reproductive growth คณะผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับการเกิดช่อดอก โดยรวบรวมจำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวก้านช่อดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอกทุกสัปดาห์หลังจากการให้ไคโตซาน พบว่า การให้ไคโตซานในรูปแบบและความเข้มข้นต่างๆ มีผลทำให้เกิดช่อดอกเร็วกว่าการทดลองชุดควบคุม โดยชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซานมีการสร้างช่อดอกหลังการเริ่มทดลองเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แตกต่างจากชุดการทดลองที่ได้รับไคโตซาน มีการสร้างช่อดอกครั้งแรก 5-6 สัปดาห์หลังจากได้รับไคโตซาน (ตารางที่ 23)

สำหรับผลของไคโตซานในด้านอื่นๆนั้น ได้แก่ จำนวนช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก ความยาวก้านช่อดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก ตลอดระยะเวลา 48 สัปดาห์ยังไม่พบว่าการให้ไคโตซานในลักษณะใดที่มีผลต่อพารามิเตอร์ดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 24-29)

5. ผลของไคโตซานที่มีต่อความสามารถในการต้านทานโรคของกล้วยไม้

เมื่อทำการตรวจสอบผลของไคโตซานที่มีต่อการเกิดโรคใบจุดจากเชื้อรา ด้วยวิธี detached leaf assay ไม่พบว่ามีความแตกต่างระหว่าง disease severity ในแต่ละชุดการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญ (ตารางที่ 30)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 1 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น [ns]	จำนวนรากต่อต้น [ns]	พื้นที่ใบ (cm^2/plant) [ns]
1. P70 1 ppm	4.50 ± 1.73	5.75 ± 2.58	89.956 ± 10.08
2. P70 10 ppm	4.50 ± 0.58	7.91 ± 1.82	116.95 ± 25.19
3. P70 50 ppm	4.25 ± 0.50	8.26 ± 1.73	123.56 ± 29.06
4. P70 100 ppm	3.75 ± 1.71	6.77 ± 2.16	90.04 ± 60.10
5. O70 1 ppm	4.00 ± 0.82	6.92 ± 1.33	92.18 ± 6.68
6. O70 10 ppm	4.00 ± 0.00	7.56 ± 1.98	105.37 ± 9.19
7. O70 50 ppm	4.50 ± 0.58	6.06 ± 1.86	88.71 ± 28.12
8. O70 100 ppm	4.50 ± 0.58	7.03 ± 1.64	125.30 ± 51.08
9. P80 1 ppm	4.00 ± 0.00	6.94 ± 1.88	113.21 ± 40.86
10. P80 10 ppm	4.50 ± 0.58	7.41 ± 1.39	110.41 ± 46.03
11. P80 50 ppm	4.00 ± 1.41	7.44 ± 2.22	76.04 ± 44.08
12. P80 100 ppm	4.25 ± 0.96	8.28 ± 3.44	110.32 ± 32.67
13. O80 1 ppm	4.75 ± 0.96	7.06 ± 1.06	132.40 ± 24.23
14. O80 10 ppm	4.25 ± 0.96	8.45 ± 2.46	143.33 ± 46.46
15. O80 50 ppm	4.25 ± 0.96	6.96 ± 1.78	124.85 ± 31.32
16. O80 100 ppm	4.00 ± 1.41	7.60 ± 2.51	105.81 ± 18.85
17. P90 1 ppm	4.75 ± 0.96	7.03 ± 1.54	112.86 ± 30.66
18. P90 10 ppm	4.00 ± 0.00	6.19 ± 1.59	93.27 ± 36.43
19. P90 50 ppm	3.25 ± 0.50	7.94 ± 1.64	121.18 ± 40.44
20. P90 100 ppm	4.00 ± 0.00	7.31 ± 1.01	102.43 ± 21.15
21. O90 1 ppm	4.75 ± 1.50	6.98 ± 0.59	137.47 ± 35.17
22. O90 10 ppm	4.50 ± 1.29	7.40 ± 1.42	113.22 ± 30.73
23. O90 50 ppm	4.50 ± 0.58	7.78 ± 2.31	136.16 ± 15.03
24. O90 100 ppm	3.50 ± 0.58	9.69 ± 0.85	95.73 ± 55.64
25. no chitosan	4.75 ± 1.26	7.25 ± 2.29	87.53 ± 39.47

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 2 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักสดต้น (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)[ns]
1. P70 1 ppm	11.50 ± 1.57	14.52 ± 4.60	0.99 ± 0.17	2.33 ± 0.99
2. P70 10 ppm	15.50 ± 2.80	21.93 ± 5.00	1.28 ± 0.21	2.16 ± 1.09
3. P70 50 ppm	16.97 ± 4.20	21.57 ± 5.22	1.33 ± 0.17	3.10 ± 0.68
4. P70 100 ppm	11.59 ± 7.79	15.39 ± 2.68	1.05 ± 0.71	2.59 ± 0.50
5. O70 1 ppm	12.67 ± 1.69	19.34 ± 2.63	1.08 ± 0.11	2.63 ± 0.20
6. O70 10 ppm	13.20 ± 1.50	18.99 ± 2.25	1.11 ± 0.14	2.20 ± 1.44
7. O70 50 ppm	11.49 ± 3.83	19.20 ± 8.91	0.98 ± 0.36	2.09 ± 0.96
8. O70 100 ppm	16.56 ± 6.51	19.22 ± 6.72	1.44 ± 0.62	2.62 ± 1.95
9. P80 1 ppm	14.40 ± 4.43	19.88 ± 2.95	1.18 ± 0.39	2.76 ± 1.71
10. P80 10 ppm	14.62 ± 6.53	20.96 ± 9.55	1.24 ± 0.54	2.45 ± 0.84
11. P80 50 ppm	10.58 ± 6.27	18.78 ± 4.72	0.91 ± 0.49	2.95 ± 0.56
12. P80 100 ppm	14.49 ± 4.10	19.58 ± 6.33	1.24 ± 0.44	2.94 ± 1.21
13. O80 1 ppm	18.22 ± 2.33	21.27 ± 0.72	1.59 ± 0.28	3.22 ± 0.49
14. O80 10 ppm	19.16 ± 4.01	20.70 ± 1.27	1.72 ± 0.35	2.54 ± 0.90
15. O80 50 ppm	16.40 ± 4.07	19.37 ± 4.88	1.39 ± 0.31	2.44 ± 0.29
16. O80 100 ppm	14.72 ± 2.89	18.25 ± 6.14	1.29 ± 0.25	2.50 ± 1.20
17. P90 1 ppm	13.95 ± 2.83	18.27 ± 2.20	1.22 ± 0.28	2.79 ± 0.36
18. P90 10 ppm	12.43 ± 5.00	16.00 ± 5.44	1.05 ± 0.44	2.86 ± 0.44
19. P90 50 ppm	15.49 ± 5.70	18.30 ± 4.95	1.35 ± 0.50	2.95 ± 0.87
20. P90 100 ppm	13.11 ± 2.11	19.15 ± 5.43	1.14 ± 0.15	2.72 ± 0.16
21. O90 1 ppm	17.20 ± 4.10	20.18 ± 7.24	1.48 ± 0.35	3.12 ± 0.69
22. O90 10 ppm	15.27 ± 3.70	22.46 ± 7.23	1.33 ± 0.39	3.28 ± 0.83
23. O90 50 ppm	18.12 ± 2.80	19.75 ± 6.47	1.49 ± 0.37	2.63 ± 1.20
24. O90 100 ppm	13.87 ± 8.27	24.27 ± 8.71	1.13 ± 0.88	3.57 ± 0.81
25. no chitosan	11.16 ± 4.75	16.70 ± 7.23	1.34 ± 0.92	2.41 ± 1.30

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น [ns]	จำนวนรากต่อต้น [ns]	พื้นที่ใบ (cm^2/plant) [ns]
1. P70 1 ppm	4.50 ± 0.58	7.08 ± 1.05	117.82 ± 7.25
2. P70 10 ppm	4.75 ± 0.50	6.36 ± 0.82	130.23 ± 17.16
3. P70 50 ppm	4.75 ± 0.50	8.11 ± 1.46	121.35 ± 31.17
4. P70 100 ppm	4.50 ± 0.58	9.06 ± 1.27	161.97 ± 34.51
5. O70 1 ppm	4.75 ± 0.50	8.48 ± 2.16	105.14 ± 14.02
6. O70 10 ppm	6.00 ± 2.00	6.80 ± 1.88	115.96 ± 19.86
7. O70 50 ppm	4.25 ± 0.50	8.84 ± 1.51	150.44 ± 8.10
8. O70 100 ppm	4.75 ± 0.96	7.43 ± 0.70	121.59 ± 29.74
9. P80 1 ppm	4.25 ± 0.96	8.69 ± 1.69	112.54 ± 29.90
10. P80 10 ppm	5.25 ± 1.89	7.32 ± 1.13	132.83 ± 69.08
11. P80 50 ppm	4.25 ± 1.50	6.48 ± 0.72	114.94 ± 23.57
12. P80 100 ppm	5.00 ± 0.00	7.65 ± 1.01	127.44 ± 17.92
13. O80 1 ppm	4.25 ± 0.96	8.38 ± 2.15	142.28 ± 32.82
14. O80 10 ppm	5.25 ± 0.50	7.31 ± 0.90	131.28 ± 36.79
15. O80 50 ppm	4.75 ± 0.50	7.60 ± 1.14	107.24 ± 24.22
16. O80 100 ppm	4.25 ± 0.50	8.69 ± 2.13	148.67 ± 26.78
17. P90 1 ppm	4.75 ± 0.50	6.98 ± 1.20	121.82 ± 17.49
18. P90 10 ppm	4.00 ± 0.82	9.68 ± 2.57	135.87 ± 29.21
19. P90 50 ppm	5.00 ± 0.82	7.63 ± 0.82	99.79 ± 32.06
20. P90 100 ppm	4.75 ± 0.50	8.38 ± 0.84	146.55 ± 26.23
21. O90 1 ppm	4.25 ± 0.96	7.62 ± 2.44	141.27 ± 9.49
22. O90 10 ppm	4.50 ± 1.00	8.08 ± 0.77	133.21 ± 14.13
23. O90 50 ppm	4.75 ± 0.50	7.81 ± 2.50	165.35 ± 31.85
24. O90 100 ppm	5.25 ± 1.89	7.58 ± 1.55	111.91 ± 48.08
25. no chitosan	5.50 ± 1.00	7.60 ± 0.43	153.87 ± 40.44

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักสดต้น (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)[ns]
1. P70 1 ppm	13.69 ± 3.92	25.39 ± 20.10	1.26 ± 0.38	3.08 ± 0.54
2. P70 10 ppm	16.13 ± 2.83	28.54 ± 14.63	1.48 ± 0.29	3.43 ± 0.74
3. P70 50 ppm	15.95 ± 4.62	20.37 ± 5.23	1.45 ± 0.43	3.41 ± 0.72
4. P70 100 ppm	21.52 ± 4.62	27.41 ± 11.47	1.95 ± 0.51	4.55 ± 1.79
5. O70 1 ppm	14.58 ± 2.22	21.60 ± 2.97	1.31 ± 0.24	3.48 ± 0.11
6. O70 10 ppm	15.56 ± 2.26	22.03 ± 5.41	1.44 ± 0.23	3.94 ± 1.19
7. O70 50 ppm	19.25 ± 1.14	25.93 ± 3.57	1.82 ± 0.11	4.08 ± 0.56
8. O70 100 ppm	16.05 ± 3.82	27.01 ± 7.35	1.52 ± 0.35	4.15 ± 0.96
9. P80 1 ppm	14.77 ± 3.62	32.69 ± 21.79	1.29 ± 0.29	3.91 ± 0.74
10. P80 10 ppm	16.63 ± 6.84	22.48 ± 13.58	1.50 ± 0.67	3.87 ± 0.91
11. P80 50 ppm	14.69 ± 3.67	22.77 ± 3.21	1.33 ± 0.34	3.99 ± 0.96
12. P80 100 ppm	16.09 ± 1.11	21.62 ± 4.28	1.48 ± 0.14	3.77 ± 0.96
13. O80 1 ppm	18.68 ± 4.37	24.72 ± 4.11	1.72 ± 0.40	4.30 ± 1.12
14. O80 10 ppm	16.96 ± 4.23	23.99 ± 4.60	1.54 ± 0.34	3.52 ± 0.57
15. O80 50 ppm	14.30 ± 2.87	24.54 ± 3.24	1.32 ± 0.23	3.75 ± 0.23
16. O80 100 ppm	18.65 ± 2.64	23.91 ± 5.67	1.65 ± 0.18	3.58 ± 0.72
17. P90 1 ppm	16.09 ± 3.24	21.35 ± 4.79	1.48 ± 0.27	3.72 ± 0.45
18. P90 10 ppm	17.41 ± 3.87	22.01 ± 5.60	1.61 ± 0.29	3.54 ± 0.60
19. P90 50 ppm	13.37 ± 4.66	20.56 ± 4.09	1.21 ± 0.45	3.31 ± 0.73
20. P90 100 ppm	18.14 ± 3.92	22.78 ± 3.80	1.64 ± 0.29	4.03 ± 0.82
21. O90 1 ppm	18.03 ± 1.17	22.52 ± 4.58	1.61 ± 0.11	3.74 ± 1.35
22. O90 10 ppm	17.13 ± 1.95	21.52 ± 6.85	1.56 ± 0.16	3.19 ± 1.14
23. O90 50 ppm	21.45 ± 4.39	29.05 ± 6.91	1.94 ± 0.37	4.26 ± 0.85
24. O90 100 ppm	14.63 ± 6.36	22.89 ± 7.04	1.31 ± 0.58	3.53 ± 0.96
25. no chitosan	19.51 ± 4.93	25.68 ± 6.17	1.75 ± 0.45	3.06 ± 0.51

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 5 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น [ns]	จำนวนรากต่อต้น *	พื้นที่ใบ (cm^2/plant)[ns]
1. P70 1 ppm	5.25 ± 0.96	6.59 ± 1.45 [def]	137.47 ± 22.39
2. P70 10 ppm	5.25 ± 0.50	7.15 ± 1.25 [abcdef]	126.73 ± 25.01
3. P70 50 ppm	4.75 ± 0.96	8.58 ± 1.23 [abcd]	158.24 ± 30.54
4. P70 100 ppm	5.00 ± 0.00	8.40 ± 1.40 [abcd]	137.89 ± 28.75
5. O70 1 ppm	5.50 ± 2.08	6.72 ± 0.94 [cdef]	136.99 ± 21.99
6. O70 10 ppm	5.00 ± 0.00	5.90 ± 0.38 [ef]	132.43 ± 33.73
7. O70 50 ppm	5.50 ± 0.58	6.53 ± 1.22 [def]	137.26 ± 34.09
8. O70 100 ppm	4.50 ± 0.58	9.01 ± 1.85 [a]	135.62 ± 30.19
9. P80 1 ppm	5.50 ± 1.00	6.52 ± 1.32 [def]	124.60 ± 39.45
10. P80 10 ppm	6.75 ± 0.96	5.88 ± 1.69 [ef]	184.96 ± 37.34
11. P80 50 ppm	6.00 ± 1.41	6.55 ± 1.31 [def]	150.23 ± 29.26
12. P80 100 ppm	5.75 ± 0.96	5.98 ± 1.08 [ef]	119.46 ± 15.12
13. O80 1 ppm	5.00 ± 1.15	8.94 ± 1.53 [ab]	122.60 ± 29.42
14. O80 10 ppm	5.25 ± 0.50	7.12 ± 0.45 [abcdef]	138.06 ± 45.00
15. O80 50 ppm	5.25 ± 0.50	8.79 ± 1.35 [abc]	151.05 ± 45.70
16. O80 100 ppm	5.75 ± 1.71	7.07 ± 1.22 [abcdef]	179.56 ± 40.37
17. P90 1 ppm	6.00 ± 0.82	7.27 ± 0.51 [abcde]	160.82 ± 30.63
18. P90 10 ppm	5.75 ± 0.50	6.80 ± 0.94 [cdef]	139.54 ± 18.82
19. P90 50 ppm	4.75 ± 0.50	7.78 ± 1.16 [abcde]	106.60 ± 16.30
20. P90 100 ppm	8.50 ± 6.35	6.85 ± 2.80 [bcdef]	177.44 ± 69.21
21. O90 1 ppm	4.75 ± 0.50	8.19 ± 1.09 [abcd]	142.29 ± 31.69
22. O90 10 ppm	5.00 ± 0.82	7.51 ± 0.37 [abcde]	157.32 ± 19.43
23. O90 50 ppm	5.75 ± 0.50	6.52 ± 0.65 [def]	168.86 ± 41.89
24. O90 100 ppm	6.25 ± 1.26	5.05 ± 0.37 [f]	110.82 ± 40.80
25. no chitosan	6.00 ± 0.82	6.58 ± 0.59 [def]	148.16 ± 28.76

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 6 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ (g/plant)^{ns}	น้ำหนักสดต้น (g/plant)^{ns}	น้ำหนักแห้งใบ (g/plant)^{ns}	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)^{ns}
1. P70 1 ppm	17.03 ± 3.56	27.01 ± 3.48	1.60 ± 0.35	4.58 ± 0.81
2. P70 10 ppm	16.05 ± 2.20	27.57 ± 3.90	1.55 ± 0.26	4.45 ± 0.31
3. P70 50 ppm	20.78 ± 4.03	29.45 ± 6.64	1.97 ± 0.46	4.95 ± 1.91
4. P70 100 ppm	19.67 ± 4.75	32.08 ± 6.52	1.91 ± 0.48	4.71 ± 0.80
5. O70 1 ppm	16.92 ± 3.04	27.94 ± 5.47	1.65 ± 0.36	4.54 ± 1.18
6. O70 10 ppm	17.06 ± 4.39	23.02 ± 4.59	1.63 ± 0.43	3.98 ± 0.82
7. O70 50 ppm	18.22 ± 4.90	27.64 ± 6.08	1.74 ± 0.47	4.27 ± 1.56
8. O70 100 ppm	17.70 ± 4.81	29.75 ± 5.38	1.69 ± 0.48	4.93 ± 1.39
9. P80 1 ppm	15.86 ± 3.58	25.39 ± 1.95	1.55 ± 0.43	4.53 ± 0.81
10. P80 10 ppm	23.67 ± 3.36	32.16 ± 1.86	2.16 ± 0.20	4.42 ± 1.19
11. P80 50 ppm	20.03 ± 2.55	31.84 ± 4.72	1.94 ± 0.28	5.07 ± 0.60
12. P80 100 ppm	15.66 ± 1.68	29.29 ± 4.66	1.55 ± 0.11	4.07 ± 0.47
13. O80 1 ppm	16.10 ± 4.45	30.94 ± 7.72	1.60 ± 0.46	5.32 ± 1.16
14. O80 10 ppm	17.03 ± 4.13	29.38 ± 5.56	1.58 ± 0.36	4.02 ± 0.41
15. O80 50 ppm	19.50 ± 7.39	33.78 ± 8.89	1.88 ± 0.70	5.27 ± 0.87
16. O80 100 ppm	21.27 ± 5.07	32.58 ± 8.46	1.96 ± 0.44	4.02 ± 0.80
17. P90 1 ppm	21.36 ± 3.77	35.71 ± 5.46	1.99 ± 0.43	5.05 ± 1.59
18. P90 10 ppm	18.72 ± 3.12	26.50 ± 2.37	1.74 ± 0.27	3.92 ± 0.64
19. P90 50 ppm	15.04 ± 1.63	29.64 ± 7.03	1.43 ± 0.24	4.53 ± 1.17
20. P90 100 ppm	23.03 ± 8.26	35.96 ± 10.13	2.17 ± 0.74	5.41 ± 1.00
21. O90 1 ppm	19.40 ± 5.19	30.60 ± 6.29	1.87 ± 0.47	5.36 ± 0.68
22. O90 10 ppm	20.75 ± 2.87	32.38 ± 5.23	2.01 ± 0.32	4.94 ± 0.81
23. O90 50 ppm	21.98 ± 5.20	33.33 ± 6.02	2.06 ± 0.43	4.82 ± 1.49
24. O90 100 ppm	15.46 ± 3.84	27.40 ± 3.63	1.51 ± 0.39	4.14 ± 0.59
25. no chitosan	19.50 ± 3.13	32.63 ± 3.14	1.83 ± 0.28	5.04 ± 1.25

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 7 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น [ns]	จำนวนรากต่อต้น [ns]	พื้นที่ใบ (cm^2/plant) [ns]
1. P70 1 ppm	4.50 ± 0.58	9.70 ± 2.55	218.13 ± 49.66
2. P70 10 ppm	5.00 ± 0.82	6.28 ± 0.95	199.95 ± 25.25
3. P70 50 ppm	5.50 ± 0.58	7.18 ± 1.99	217.64 ± 43.91
4. P70 100 ppm	5.00 ± 0.00	7.70 ± 1.35	224.01 ± 40.99
5. O70 1 ppm	4.75 ± 0.96	7.65 ± 1.53	190.95 ± 47.05
6. O70 10 ppm	5.75 ± 0.96	5.96 ± 0.94	173.04 ± 54.55
7. O70 50 ppm	4.75 ± 0.96	7.56 ± 1.37	171.27 ± 34.44
8. O70 100 ppm	6.00 ± 2.71	6.76 ± 2.10	176.28 ± 47.16
9. P80 1 ppm	5.00 ± 0.00	7.00 ± 1.40	189.93 ± 69.12
10. P80 10 ppm	4.00 ± 0.82	8.83 ± 0.84	179.62 ± 63.84
11. P80 50 ppm	6.00 ± 0.00	7.25 ± 0.91	229.22 ± 53.08
12. P80 100 ppm	5.25 ± 1.50	7.22 ± 2.36	243.55 ± 74.48
13. O80 1 ppm	6.00 ± 1.41	7.70 ± 2.09	141.90 ± 32.69
14. O80 10 ppm	5.50 ± 0.58	7.44 ± 0.73	172.07 ± 51.27
15. O80 50 ppm	6.00 ± 2.71	8.41 ± 2.31	233.88 ± 33.60
16. O80 100 ppm	5.25 ± 1.71	7.82 ± 0.97	209.50 ± 35.15
17. P90 1 ppm	5.75 ± 0.50	8.01 ± 1.49	205.39 ± 58.92
18. P90 10 ppm	5.25 ± 0.96	7.78 ± 2.11	179.13 ± 17.51
19. P90 50 ppm	4.75 ± 0.96	7.34 ± 1.06	215.15 ± 66.33
20. P90 100 ppm	5.00 ± 1.41	8.28 ± 1.97	207.90 ± 35.46
21. O90 1 ppm	5.75 ± 0.50	7.19 ± 1.22	199.15 ± 47.85
22. O90 10 ppm	6.25 ± 1.89	7.57 ± 1.81	185.32 ± 41.30
23. O90 50 ppm	5.75 ± 0.50	7.63 ± 0.48	189.16 ± 28.13
24. O90 100 ppm	5.50 ± 1.00	5.86 ± 0.51	160.30 ± 37.65
25. no chitosan	5.00 ± 0.82	8.03 ± 1.26	218.42 ± 19.27

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 8 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ (g/plant)^{ns}	น้ำหนักสดต้น (g/plant)^{ns}	น้ำหนักแห้งใบ (g/plant)^{ns}	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)*
1. P70 1 ppm	28.67 ± 5.05	43.74 ± 9.31	2.56 ± 0.36	6.54 ± 0.92^{a}
2. P70 10 ppm	23.46 ± 2.67	35.00 ± 7.12	1.99 ± 0.27	3.76 ± 0.97^{de}
3. P70 50 ppm	28.72 ± 5.39	30.45 ± 21.00	2.53 ± 0.51	5.99 ± 1.98^{ab}
4. P70 100 ppm	27.09 ± 5.75	36.68 ± 5.86	2.31 ± 0.46	3.93 ± 0.85^{cde}
5. O70 1 ppm	18.62 ± 13.70	36.70 ± 7.54	1.98 ± 0.56	3.96 ± 1.17^{cde}
6. O70 10 ppm	21.14 ± 5.82	35.32 ± 11.72	1.82 ± 0.60	4.12 ± 1.38^{bcde}
7. O70 50 ppm	22.48 ± 3.00	35.93 ± 4.64	2.03 ± 0.38	4.91 ± 0.64^{abcde}
8. O70 100 ppm	23.81 ± 6.62	34.80 ± 6.56	2.02 ± 0.51	4.64 ± 1.33^{abcde}
9. P80 1 ppm	24.72 ± 5.93	35.56 ± 7.83	2.15 ± 0.47	4.99 ± 0.75^{abcde}
10. P80 10 ppm	23.85 ± 7.23	35.18 ± 8.34	2.06 ± 0.66	4.58 ± 0.71^{abcde}
11. P80 50 ppm	28.42 ± 6.17	50.17 ± 9.22	2.52 ± 0.63	6.47 ± 2.03^{a}
12. P80 100 ppm	28.07 ± 8.91	44.57 ± 12.35	2.42 ± 0.81	4.97 ± 1.85^{abcde}
13. O80 1 ppm	19.82 ± 3.33	34.97 ± 6.66	1.74 ± 0.32	5.15 ± 1.14^{abcde}
14. O80 10 ppm	22.73 ± 6.70	37.04 ± 7.59	2.06 ± 0.62	6.27 ± 1.68^{a}
15. O80 50 ppm	29.05 ± 3.78	42.22 ± 6.94	2.61 ± 0.35	5.09 ± 0.60^{abcde}
16. O80 100 ppm	26.17 ± 5.09	41.49 ± 3.11	2.39 ± 0.38	5.31 ± 1.09^{abcde}
17. P90 1 ppm	26.16 ± 6.72	38.43 ± 13.42	2.45 ± 0.63	5.28 ± 0.78^{abcde}
18. P90 10 ppm	23.51 ± 3.43	32.37 ± 4.38	2.06 ± 0.26	4.98 ± 0.89^{abcde}
19. P90 50 ppm	26.51 ± 5.93	35.76 ± 2.54	2.21 ± 0.40	3.68 ± 0.60^{e}
20. P90 100 ppm	26.36 ± 6.03	38.77 ± 13.39	2.34 ± 0.48	5.22 ± 1.12^{abcde}
21. O90 1 ppm	26.62 ± 7.57	37.11 ± 8.12	2.31 ± 0.67	4.82 ± 1.10^{abcde}
22. O90 10 ppm	24.53 ± 5.14	40.97 ± 11.19	2.22 ± 0.42	5.90 ± 0.28^{abc}
23. O90 50 ppm	24.26 ± 2.70	37.82 ± 2.98	2.09 ± 0.18	5.76 ± 1.17^{abcd}
24. O90 100 ppm	20.20 ± 3.88	28.26 ± 3.31	1.73 ± 0.34	3.81 ± 0.86^{de}
25. no chitosan	27.61 ± 2.46	41.07 ± 7.09	2.35 ± 0.29	5.18 ± 1.32^{abcde}

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 9 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น [ns]	จำนวนรากต่อต้น [ns]	พื้นที่ใบ (cm^2/plant)*
1. P70 1 ppm	6.50 ± 0.50	8.03 ± 1.21	267.77 ± 31.85 [bcd]
2. P70 10 ppm	6.00 ± 0.41	8.63 ± 0.66	290.41 ± 13.13 [abcd]
3. P70 50 ppm	6.50 ± 0.29	8.91 ± 0.49	316.04 ± 24.89 [abcd]
4. P70 100 ppm	6.75 ± 0.75	7.60 ± 0.99	327.60 ± 38.26 [abc]
5. O70 1 ppm	5.50 ± 0.29	9.14 ± 0.66	378.37 ± 40.17 [a]
6. O70 10 ppm	5.50 ± 0.29	8.88 ± 0.83	282.15 ± 14.39 [abcd]
7. O70 50 ppm	6.25 ± 0.25	7.60 ± 0.66	228.02 ± 9.77 [cd]
8. O70 100 ppm	6.00 ± 0.41	8.52 ± 0.68	269.71 ± 32.22 [bcd]
9. P80 1 ppm	5.75 ± 0.75	6.94 ± 1.04	295.79 ± 30.24 [abcd]
10. P80 10 ppm	6.00 ± 0.00	8.13 ± 0.69	279.44 ± 25.99 [abcd]
11. P80 50 ppm	5.75 ± 0.25	8.53 ± 0.84	241.00 ± 13.62 [cd]
12. P80 100 ppm	6.75 ± 0.48	7.93 ± 1.24	272.97 ± 41.21 [bcd]
13. O80 1 ppm	6.75 ± 0.85	7.40 ± 0.32	241.26 ± 15.14 [cd]
14. O80 10 ppm	5.00 ± 0.41	7.72 ± 0.53	244.03 ± 31.30 [bcd]
15. O80 50 ppm	6.00 ± 0.71	8.08 ± 0.50	270.81 ± 25.62 [bcd]
16. O80 100 ppm	7.25 ± 0.48	7.53 ± 0.29	321.76 ± 20.40 [abcd]
17. P90 1 ppm	6.25 ± 0.48	8.79 ± 0.56	322.79 ± 50.71 [abcd]
18. P90 10 ppm	6.50 ± 0.29	7.77 ± 0.93	292.82 ± 20.99 [abcd]
19. P90 50 ppm	6.00 ± 0.41	8.45 ± 0.44	268.57 ± 14.55 [bcd]
20. P90 100 ppm	5.25 ± 0.25	8.21 ± 0.31	236.89 ± 36.86 [cd]
21. O90 1 ppm	5.50 ± 0.29	8.61 ± 0.36	288.36 ± 13.06 [abcd]
22. O90 10 ppm	6.00 ± 0.82	8.48 ± 0.92	344.56 ± 45.99 [ab]
23. O90 50 ppm	6.00 ± 0.41	8.32 ± 0.11	225.43 ± 30.19 [d]
24. O90 100 ppm	6.00 ± 0.00	7.33 ± 0.90	279.07 ± 30.91 [abcd]
25. no chitosan	6.50 ± 0.29	8.28 ± 0.71	312.64 ± 26.90 [abcd]

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 10 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ* (g/plant)	น้ำหนักสดต้น (g/plant)^{ns}	น้ำหนักแห้งใบ** (g/plant)	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)^{ns}
1. P70 1 ppm	34.09 ± 3.74 ^{bc}	50.08 ± 5.64	2.92 ± 0.26 ^{bcd}	5.63 ± 0.66
2. P70 10 ppm	38.49 ± 1.79 ^{abc}	58.07 ± 5.15	3.32 ± 0.17 ^{abcd}	6.44 ± 0.52
3. P70 50 ppm	38.28 ± 0.84 ^{abc}	56.55 ± 2.40	3.40 ± 0.13 ^{abcd}	6.65 ± 0.35
4. P70 100 ppm	42.18 ± 3.37 ^{abc}	58.40 ± 3.56	3.69 ± 0.29 ^{abc}	7.29 ± 0.60
5. O70 1 ppm	48.51 ± 4.76 ^{a}	70.27 ± 6.40	4.01 ± 0.25 ^{a}	6.29 ± 0.60
6. O70 10 ppm	39.29 ± 1.65 ^{abc}	62.50 ± 2.56	3.47 ± 0.17 ^{abcd}	6.64 ± 0.33
7. O70 50 ppm	31.02 ± 1.60 ^{c}	52.82 ± 1.83	2.77 ± 0.17 ^{cd}	6.46 ± 0.52
8. O70 100 ppm	36.71 ± 4.04 ^{bc}	61.09 ± 9.08	3.16 ± 0.36 ^{abcd}	7.40 ± 1.05
9. P80 1 ppm	38.05 ± 3.01 ^{abc}	56.53 ± 4.06	3.20 ± 0.17 ^{abcd}	5.87 ± 0.73
10. P80 10 ppm	36.09 ± 2.36 ^{bc}	58.21 ± 3.39	3.12 ± 0.16 ^{abcd}	6.71 ± 0.93
11. P80 50 ppm	31.63 ± 1.81 ^{c}	51.79 ± 4.12	2.77 ± 0.23 ^{cd}	5.71 ± 0.59
12. P80 100 ppm	35.52 ± 3.69 ^{bc}	54.86 ± 8.58	3.11 ± 0.32 ^{abcd}	6.30 ± 0.41
13. O80 1 ppm	31.60 ± 1.45 ^{c}	52.28 ± 4.99	2.79 ± 0.17 ^{cd}	6.21 ± 0.25
14. O80 10 ppm	30.83 ± 2.40 ^{c}	46.01 ± 2.44	2.66 ± 0.21 ^{d}	5.36 ± 0.53
15. O80 50 ppm	37.09 ± 3.47 ^{bc}	57.92 ± 6.47	3.28 ± 0.32 ^{abcd}	6.77 ± 0.20
16. O80 100 ppm	41.64 ± 3.03 ^{abc}	65.79 ± 7.74	3.59 ± 0.31 ^{abcd}	6.88 ± 0.82
17. P90 1 ppm	42.54 ± 6.16 ^{abc}	63.24 ± 10.63	3.82 ± 0.61 ^{ab}	6.67 ± 1.09
18. P90 10 ppm	36.51 ± 3.77 ^{bc}	60.18 ± 3.43	3.26 ± 0.26 ^{abcd}	7.34 ± 0.85
19. P90 50 ppm	34.52 ± 1.47 ^{bc}	49.86 ± 2.83	3.01 ± 0.10 ^{bcd}	5.72 ± 0.22
20. P90 100 ppm	32.63 ± 6.04 ^{c}	51.26 ± 8.05	2.83 ± 0.39 ^{cd}	6.53 ± 0.76
21. O90 1 ppm	36.75 ± 3.12 ^{bc}	54.85 ± 8.34	3.31 ± 0.32 ^{abcd}	7.27 ± 0.54
22. O90 10 ppm	45.68 ± 4.97 ^{ab}	72.45 ± 5.70	4.07 ± 0.39 ^{a}	7.40 ± 0.73
23. O90 50 ppm	30.83 ± 3.26 ^{c}	56.83 ± 1.69	2.71 ± 0.28 ^{cd}	7.39 ± 0.88
24. O90 100 ppm	33.86 ± 2.95 ^{c}	53.11 ± 2.75	2.89 ± 0.18 ^{bcd}	5.25 ± 0.27
25. no chitosan	40.96 ± 3.41 ^{abc}	65.26 ± 2.83	3.49 ± 0.32 ^{abcd}	6.34 ± 0.22

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 11 จำนวนหน่อต่อต้น จำนวนรากต่อต้น และพื้นที่ใบต่อต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	จำนวนหน่อต่อต้น ns	จำนวนรากต่อต้น ns	พื้นที่ใบ (cm^2/plant) ns
1. P70 1 ppm	7.25 ± 1.32	8.70 ± 1.14	396.26 ± 57.53
2. P70 10 ppm	6.25 ± 0.48	8.50 ± 0.56	366.62 ± 66.69
3. P70 50 ppm	8.50 ± 1.44	7.56 ± 0.37	402.87 ± 19.89
4. P70 100 ppm	6.00 ± 0.71	8.28 ± 1.15	384.45 ± 62.63
5. O70 1 ppm	9.00 ± 1.15	7.31 ± 1.01	383.98 ± 42.28
6. O70 10 ppm	5.75 ± 0.48	8.78 ± 0.83	359.37 ± 40.94
7. O70 50 ppm	6.00 ± 0.58	10.64 ± 1.26	359.57 ± 35.15
8. O70 100 ppm	8.00 ± 2.00	7.57 ± 1.12	346.88 ± 24.19
9. P80 1 ppm	5.75 ± 0.48	8.50 ± 0.65	296.35 ± 36.09
10. P80 10 ppm	5.50 ± 0.29	8.58 ± 0.56	327.89 ± 28.21
11. P80 50 ppm	6.25 ± 0.63	7.95 ± 0.32	241.39 ± 25.55
12. P80 100 ppm	7.75 ± 3.12	8.92 ± 1.15	333.65 ± 79.34
13. O80 1 ppm	5.00 ± 0.41	8.91 ± 0.98	302.22 ± 22.47
14. O80 10 ppm	6.00 ± 0.41	7.41 ± 0.51	343.74 ± 34.20
15. O80 50 ppm	6.00 ± 0.41	8.48 ± 1.30	373.94 ± 45.70
16. O80 100 ppm	7.75 ± 2.10	8.77 ± 0.88	387.20 ± 78.20
17. P90 1 ppm	6.25 ± 0.25	9.12 ± 0.39	379.68 ± 41.11
18. P90 10 ppm	5.50 ± 0.65	9.37 ± 1.67	313.83 ± 44.68
19. P90 50 ppm	6.50 ± 0.87	8.55 ± 0.43	350.58 ± 64.67
20. P90 100 ppm	6.00 ± 0.41	8.57 ± 1.13	303.87 ± 37.93
21. O90 1 ppm	6.25 ± 0.25	8.03 ± 0.87	279.41 ± 18.46
22. O90 10 ppm	7.25 ± 0.95	8.45 ± 0.39	392.42 ± 44.38
23. O90 50 ppm	7.25 ± 1.25	7.11 ± 1.09	297.25 ± 83.55
24. O90 100 ppm	5.25 ± 0.25	9.58 ± 0.40	248.82 ± 20.42
25. no chitosan	7.25 ± 1.60	8.79 ± 0.59	375.32 ± 36.36

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 12 น้ำหนักสดใบ น้ำหนักสดต้น น้ำหนักแห้งใบ และน้ำหนักแห้งต้น(ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	น้ำหนักสดใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักสดต้น (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งใบ (g/plant)[ns]	น้ำหนักแห้งต้น (g/plant)[ns]
1. P70 1 ppm	54.26 ± 7.74	75.29 ± 8.38	4.70 ± 0.47	8.15 ± 0.25
2. P70 10 ppm	49.39 ± 8.26	73.61 ± 7.79	4.58 ± 0.85	9.00 ± 1.07
3. P70 50 ppm	55.07 ± 2.26	78.80 ± 3.40	4.87 ± 0.19	7.91 ± 0.51
4. P70 100 ppm	49.61 ± 7.27	79.96 ± 12.95	4.62 ± 0.56	8.80 ± 1.33
5. O70 1 ppm	49.95 ± 4.78	79.13 ± 2.42	4.41 ± 0.51	8.17 ± 1.26
6. O70 10 ppm	45.35 ± 5.51	72.52 ± 8.96	4.22 ± 0.42	8.06 ± 0.90
7. O70 50 ppm	49.56 ± 4.35	83.17 ± 9.49	4.55 ± 0.42	9.22 ± 1.10
8. O70 100 ppm	46.99 ± 2.81	68.11 ± 4.78	4.38 ± 0.22	9.38 ± 0.57
9. P80 1 ppm	44.36 ± 6.02	75.38 ± 10.52	4.08 ± 0.53	9.45 ± 0.96
10. P80 10 ppm	44.09 ± 3.61	62.35 ± 2.54	4.05 ± 0.33	7.99 ± 0.23
11. P80 50 ppm	37.03 ± 5.00	59.58 ± 2.77	3.39 ± 0.50	7.62 ± 0.78
12. P80 100 ppm	44.57 ± 9.28	63.93 ± 10.45	4.02 ± 0.88	7.91 ± 1.28
13. O80 1 ppm	41.23 ± 1.93	61.16 ± 8.58	3.96 ± 0.16	7.42 ± 0.72
14. O80 10 ppm	43.17 ± 2.18	61.79 ± 2.57	3.70 ± 0.24	8.13 ± 0.58
15. O80 50 ppm	50.58 ± 5.60	79.63 ± 9.46	4.43 ± 0.62	9.30 ± 0.61
16. O80 100 ppm	51.45 ± 9.04	77.68 ± 7.51	4.46 ± 1.12	9.36 ± 0.71
17. P90 1 ppm	51.56 ± 4.47	78.24 ± 5.99	4.57 ± 0.48	9.21 ± 0.72
18. P90 10 ppm	42.63 ± 5.71	61.50 ± 12.71	3.62 ± 0.46	7.65 ± 1.54
19. P90 50 ppm	46.65 ± 6.99	73.22 ± 7.66	4.19 ± 0.61	8.83 ± 1.07
20. P90 100 ppm	42.83 ± 5.13	70.47 ± 11.85	3.67 ± 0.50	8.72 ± 1.07
21. O90 1 ppm	39.10 ± 2.42	60.05 ± 6.90	3.56 ± 0.23	8.15 ± 0.75
22. O90 10 ppm	52.51 ± 5.68	76.30 ± 8.89	4.67 ± 0.44	9.27 ± 1.05
23. O90 50 ppm	41.10 ± 11.08	71.27 ± 16.17	3.70 ± 1.33	9.20 ± 1.29
24. O90 100 ppm	34.45 ± 2.39	61.88 ± 8.06	3.16 ± 0.31	7.92 ± 1.13
25. no chitosan	50.05 ± 4.25	72.74 ± 6.06	4.26 ± 0.30	8.64 ± 0.71

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 13 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	6.13 ± 1.32	2.18 ± 0.76	1.93 ± 0.34
2. P70 10 ppm	5.72 ± 0.73	1.90 ± 0.38	1.89 ± 0.27
3. P70 50 ppm	6.39 ± 0.84	2.16 ± 0.33	2.02 ± 0.19
4. P70 100 ppm	6.05 ± 0.86	1.91 ± 0.39	1.89 ± 0.23
5. O70 1 ppm	6.79 ± 0.67	2.21 ± 0.27	2.13 ± 0.20
6. O70 10 ppm	5.53 ± 0.21	1.76 ± 0.10	1.83 ± 0.08
7. O70 50 ppm	5.26 ± 0.73	1.66 ± 0.33	1.71 ± 0.22
8. O70 100 ppm	6.00 ± 0.79	1.91 ± 0.28	1.91 ± 0.24
9. P80 1 ppm	5.59 ± 1.01	1.94 ± 0.50	1.77 ± 0.25
10. P80 10 ppm	5.97 ± 0.29	2.06 ± 0.15	1.96 ± 0.08
11. P80 50 ppm	5.27 ± 1.21	1.75 ± 0.33	1.71 ± 0.34
12. P80 100 ppm	5.22 ± 0.93	1.66 ± 0.48	1.70 ± 0.21
13. O80 1 ppm	6.37 ± 1.13	2.27 ± 0.70	2.06 ± 0.40
14. O80 10 ppm	7.30 ± 0.76	2.60 ± 0.49	2.31 ± 0.27
15. O80 50 ppm	6.04 ± 1.28	1.93 ± 0.63	1.94 ± 0.48
16. O80 100 ppm	6.43 ± 0.22	2.17 ± 0.14	1.97 ± 0.11
17. P90 1 ppm	6.10 ± 1.00	2.13 ± 0.45	1.99 ± 0.24
18. P90 10 ppm	5.35 ± 0.65	1.66 ± 0.20	1.81 ± 0.15
19. P90 50 ppm	6.76 ± 0.78	2.19 ± 0.40	2.17 ± 0.26
20. P90 100 ppm	6.20 ± 1.21	2.09 ± 0.53	1.99 ± 0.34
21. O90 1 ppm	6.32 ± 0.15	2.23 ± 0.24	2.03 ± 0.15
22. O90 10 ppm	6.24 ± 0.64	2.17 ± 0.58	1.97 ± 0.12
23. O90 50 ppm	5.83 ± 0.63	1.97 ± 0.33	1.87 ± 0.13
24. O90 100 ppm	6.00 ± 0.65	2.06 ± 0.40	1.94 ± 0.20
25. no chitosan	5.42 ± 0.56	1.81 ± 0.06	1.78 ± 0.14

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 14 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 12 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	4.81 ± 0.17	1.94 ± 0.69	1.45 ± 0.16
2. P70 10 ppm	5.84 ± 1.10	2.15 ± 0.53	1.92 ± 0.32
3. P70 50 ppm	6.06 ± 1.72	2.22 ± 1.03	1.98 ± 0.54
4. P70 100 ppm	6.02 ± 0.38	2.07 ± 0.24	1.97 ± 0.18
5. O70 1 ppm	5.68 ± 1.70	2.47 ± 0.94	1.64 ± 0.64
6. O70 10 ppm	6.15 ± 1.80	2.27 ± 1.05	1.97 ± 0.56
7. O70 50 ppm	5.57 ± 0.74	1.96 ± 0.40	1.86 ± 0.26
8. O70 100 ppm	5.75 ± 1.79	2.03 ± 1.09	1.83 ± 0.53
9. P80 1 ppm	5.41 ± 0.64	1.89 ± 0.52	1.85 ± 0.23
10. P80 10 ppm	6.16 ± 0.62	2.30 ± 0.48	2.06 ± 0.23
11. P80 50 ppm	4.98 ± 0.25	1.57 ± 0.13	1.66 ± 0.14
12. P80 100 ppm	5.34 ± 0.91	1.84 ± 0.59	1.81 ± 0.22
13. O80 1 ppm	6.51 ± 0.99	2.21 ± 0.59	2.16 ± 0.34
14. O80 10 ppm	6.89 ± 1.71	2.76 ± 1.23	2.27 ± 0.57
15. O80 50 ppm	5.77 ± 1.24	1.84 ± 0.69	1.86 ± 0.44
16. O80 100 ppm	5.99 ± 1.36	2.24 ± 0.59	1.96 ± 0.37
17. P90 1 ppm	6.25 ± 0.68	2.03 ± 0.38	2.01 ± 0.11
18. P90 10 ppm	6.00 ± 0.51	2.04 ± 0.42	1.99 ± 0.14
19. P90 50 ppm	6.59 ± 1.66	2.44 ± 0.85	2.14 ± 0.46
20. P90 100 ppm	5.88 ± 1.48	2.24 ± 0.88	1.92 ± 0.49
21. O90 1 ppm	6.06 ± 0.78	2.32 ± 0.53	1.96 ± 0.22
22. O90 10 ppm	6.01 ± 1.01	2.33 ± 0.78	1.94 ± 0.18
23. O90 50 ppm	6.54 ± 1.62	2.60 ± 1.31	2.02 ± 0.41
24. O90 100 ppm	5.56 ± 0.73	1.87 ± 0.39	1.84 ± 0.26
25. no chitosan	5.11 ± 0.46	1.71 ± 0.31	1.72 ± 0.16

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	5.67 ± 1.39	1.82 ± 0.65	2.05 ± 0.51
2. P70 10 ppm	6.00 ± 0.15	1.81 ± 0.30	2.18 ± 0.12
3. P70 50 ppm	5.46 ± 0.76	1.67 ± 0.44	1.98 ± 0.27
4. P70 100 ppm	5.58 ± 0.83	1.72 ± 0.54	2.04 ± 0.36
5. O70 1 ppm	5.89 ± 0.21	1.95 ± 0.31	2.12 ± 0.12
6. O70 10 ppm	5.18 ± 0.43	1.42 ± 0.12	1.89 ± 0.14
7. O70 50 ppm	5.90 ± 0.40	1.97 ± 0.26	2.17 ± 0.15
8. O70 100 ppm	5.80 ± 0.55	1.88 ± 0.36	2.11 ± 0.21
9. P80 1 ppm	5.89 ± 1.64	1.95 ± 0.65	2.20 ± 0.61
10. P80 10 ppm	5.69 ± 0.27	2.07 ± 0.25	2.05 ± 0.16
11. P80 50 ppm	5.98 ± 0.58	2.02 ± 0.38	2.24 ± 0.24
12. P80 100 ppm	5.74 ± 0.80	2.00 ± 0.62	2.16 ± 0.36
13. O80 1 ppm	6.19 ± 0.72	1.95 ± 0.45	2.25 ± 0.28
14. O80 10 ppm	5.82 ± 0.69	1.73 ± 0.19	2.15 ± 0.21
15. O80 50 ppm	6.12 ± 0.79	2.19 ± 0.27	2.28 ± 0.23
16. O80 100 ppm	6.14 ± 1.34	2.09 ± 0.53	2.30 ± 0.44
17. P90 1 ppm	6.46 ± 1.09	2.24 ± 0.59	2.38 ± 0.37
18. P90 10 ppm	5.96 ± 0.40	1.82 ± 0.16	2.15 ± 0.14
19. P90 50 ppm	5.80 ± 0.95	1.91 ± 0.49	2.12 ± 0.39
20. P90 100 ppm	7.00 ± 2.10	2.50 ± 1.58	2.47 ± 0.74
21. O90 1 ppm	5.73 ± 1.12	1.89 ± 0.48	2.14 ± 0.37
22. O90 10 ppm	4.98 ± 0.77	1.56 ± 0.30	1.89 ± 0.27
23. O90 50 ppm	6.00 ± 0.69	2.03 ± 0.42	2.23 ± 0.24
24. O90 100 ppm	5.83 ± 1.28	1.94 ± 0.78	2.19 ± 0.52
25. no chitosan	5.83 ± 1.82	1.97 ± 1.01	2.15 ± 0.72

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 16 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 18 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	5.26 ± 1.20	1.62 ± 0.61	1.95 ± 0.41
2. P70 10 ppm	5.80 ± 0.67	1.99 ± 0.27	2.13 ± 0.25
3. P70 50 ppm	5.03 ± 1.29	1.86 ± 0.68	1.91 ± 0.48
4. P70 100 ppm	5.98 ± 1.20	2.13 ± 0.79	2.24 ± 0.49
5. O70 1 ppm	6.09 ± 0.22	2.46 ± 0.22	2.33 ± 0.11
6. O70 10 ppm	4.94 ± 0.35	1.70 ± 0.31	1.87 ± 0.13
7. O70 50 ppm	5.46 ± 0.87	2.04 ± 0.42	2.09 ± 0.33
8. O70 100 ppm	5.44 ± 0.75	2.20 ± 0.57	2.06 ± 0.36
9. P80 1 ppm	6.16 ± 1.51	2.21 ± 0.75	2.32 ± 0.60
10. P80 10 ppm	5.59 ± 0.92	2.01 ± 0.42	2.13 ± 0.30
11. P80 50 ppm	5.33 ± 0.87	2.07 ± 0.81	2.06 ± 0.35
12. P80 100 ppm	6.67 ± 3.12	2.73 ± 1.94	2.49 ± 1.03
13. O80 1 ppm	6.57 ± 1.87	2.48 ± 1.01	2.45 ± 0.68
14. O80 10 ppm	5.46 ± 0.90	1.93 ± 0.42	2.03 ± 0.29
15. O80 50 ppm	4.59 ± 0.46	1.54 ± 0.22	1.71 ± 0.14
16. O80 100 ppm	6.08 ± 0.54	2.18 ± 0.55	2.25 ± 0.26
17. P90 1 ppm	5.54 ± 0.62	1.76 ± 0.49	2.02 ± 0.30
18. P90 10 ppm	5.61 ± 0.64	2.06 ± 0.48	2.08 ± 0.26
19. P90 50 ppm	5.00 ± 1.12	1.68 ± 0.60	1.86 ± 0.43
20. P90 100 ppm	5.77 ± 0.12	1.84 ± 0.14	2.14 ± 0.12
21. O90 1 ppm	5.52 ± 1.09	1.80 ± 0.54	2.07 ± 0.39
22. O90 10 ppm	6.27 ± 1.31	2.39 ± 0.87	2.38 ± 0.50
23. O90 50 ppm	4.94 ± 1.05	1.60 ± 0.54	1.89 ± 0.33
24. O90 100 ppm	5.37 ± 0.59	1.70 ± 0.18	2.06 ± 0.11
25. no chitosan	5.49 ± 0.69	1.77 ± 0.39	2.12 ± 0.29

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 17 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	8.82 ± 2.21	3.12 ± 0.68	2.85 ± 0.42
2. P70 10 ppm	7.03 ± 0.68	2.51 ± 0.42	2.56 ± 0.29
3. P70 50 ppm	7.54 ± 0.97	2.82 ± 0.50	2.76 ± 0.35
4. P70 100 ppm	7.46 ± 1.68	3.12 ± 0.66	2.72 ± 0.59
5. O70 1 ppm	8.05 ± 1.84	2.90 ± 0.78	2.89 ± 0.71
6. O70 10 ppm	8.15 ± 1.03	3.15 ± 0.81	2.95 ± 0.38
7. O70 50 ppm	8.56 ± 1.85	3.83 ± 1.04	2.79 ± 0.29
8. O70 100 ppm	7.65 ± 1.32	3.03 ± 0.52	2.87 ± 0.47
9. P80 1 ppm	7.93 ± 0.78	3.16 ± 0.65	2.96 ± 0.22
10. P80 10 ppm	8.38 ± 0.52	3.53 ± 0.26	3.10 ± 0.19
11. P80 50 ppm	8.08 ± 0.50	2.90 ± 0.49	2.90 ± 0.19
12. P80 100 ppm	7.56 ± 1.39	2.95 ± 0.55	2.83 ± 0.47
13. O80 1 ppm	8.53 ± 1.73	3.38 ± 1.04	3.17 ± 0.67
14. O80 10 ppm	7.82 ± 1.15	2.92 ± 0.52	2.87 ± 0.37
15. O80 50 ppm	8.06 ± 0.47	3.13 ± 0.50	2.99 ± 0.12
16. O80 100 ppm	8.98 ± 0.61	3.71 ± 0.21	3.28 ± 0.17
17. P90 1 ppm	8.06 ± 1.25	3.25 ± 0.65	2.97 ± 0.45
18. P90 10 ppm	7.83 ± 0.99	3.13 ± 0.44	2.96 ± 0.43
19. P90 50 ppm	7.81 ± 1.27	3.31 ± 0.77	2.86 ± 0.48
20. P90 100 ppm	6.93 ± 1.61	2.52 ± 0.43	2.56 ± 0.55
21. O90 1 ppm	11.44 ± 7.20	4.44 ± 3.43	3.12 ± 1.40
22. O90 10 ppm	7.82 ± 0.44	2.89 ± 0.28	2.83 ± 0.18
23. O90 50 ppm	8.44 ± 2.09	3.54 ± 1.14	2.75 ± 0.22
24. O90 100 ppm	8.87 ± 1.77	3.78 ± 1.16	2.77 ± 0.54
25. no chitosan	7.88 ± 0.43	3.16 ± 0.17	2.86 ± 0.14

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 18 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 24 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	8.14 ± 1.36	1.62 ± 0.61	2.98 ± 0.48
2. P70 10 ppm	6.10 ± 1.12	1.99 ± 0.27	2.31 ± 0.41
3. P70 50 ppm	7.29 ± 0.84	1.86 ± 0.68	2.78 ± 0.27
4. P70 100 ppm	7.90 ± 0.62	2.13 ± 0.79	2.86 ± 0.30
5. O70 1 ppm	8.50 ± 0.67	2.46 ± 0.22	3.16 ± 0.19
6. O70 10 ppm	7.35 ± 0.95	1.70 ± 0.31	2.72 ± 0.33
7. O70 50 ppm	7.11 ± 0.68	2.04 ± 0.42	2.72 ± 0.24
8. O70 100 ppm	7.13 ± 1.36	2.20 ± 0.57	2.75 ± 0.57
9. P80 1 ppm	7.32 ± 1.11	2.21 ± 0.75	2.77 ± 0.40
10. P80 10 ppm	8.57 ± 0.73	2.01 ± 0.42	3.15 ± 0.20
11. P80 50 ppm	7.65 ± 0.37	2.07 ± 0.81	2.86 ± 0.18
12. P80 100 ppm	6.74 ± 0.97	2.73 ± 1.94	2.54 ± 0.35
13. O80 1 ppm	8.29 ± 2.50	2.48 ± 1.01	2.60 ± 0.56
14. O80 10 ppm	7.94 ± 1.01	1.93 ± 0.42	3.03 ± 0.38
15. O80 50 ppm	8.52 ± 1.44	1.54 ± 0.22	3.18 ± 0.47
16. O80 100 ppm	8.10 ± 0.78	2.18 ± 0.55	3.02 ± 0.26
17. P90 1 ppm	7.83 ± 1.31	1.76 ± 0.49	2.96 ± 0.51
18. P90 10 ppm	7.17 ± 1.04	2.06 ± 0.48	2.73 ± 0.41
19. P90 50 ppm	7.10 ± 1.06	1.68 ± 0.60	2.63 ± 0.37
20. P90 100 ppm	7.68 ± 2.05	1.84 ± 0.14	2.87 ± 0.77
21. O90 1 ppm	7.63 ± 1.55	1.80 ± 0.54	2.87 ± 0.59
22. O90 10 ppm	7.68 ± 1.03	2.39 ± 0.87	2.91 ± 0.40
23. O90 50 ppm	7.61 ± 1.61	1.60 ± 0.54	2.88 ± 0.63
24. O90 100 ppm	7.38 ± 1.04	1.70 ± 0.18	2.74 ± 0.39
25. no chitosan	7.90 ± 0.65	1.77 ± 0.39	2.90 ± 0.21

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 19 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	2.54 ± 0.15	0.88 ± 0.04	0.73 ± 0.04
2. P70 10 ppm	2.05 ± 0.09	0.67 ± 0.07	0.61 ± 0.02
3. P70 50 ppm	2.26 ± 0.15	0.85 ± 0.06	0.66 ± 0.05
4. P70 100 ppm	2.34 ± 0.10	0.96 ± 0.11	0.68 ± 0.03
5. O70 1 ppm	2.13 ± 0.09	0.86 ± 0.03	0.59 ± 0.02
6. O70 10 ppm	2.43 ± 0.12	0.83 ± 0.05	0.72 ± 0.05
7. O70 50 ppm	2.44 ± 0.10	0.97 ± 0.07	0.72 ± 0.03
8. O70 100 ppm	2.30 ± 0.19	0.93 ± 0.15	0.69 ± 0.07
9. P80 1 ppm	2.24 ± 0.18	0.83 ± 0.08	0.65 ± 0.05
10. P80 10 ppm	2.18 ± 0.15	0.81 ± 0.10	0.64 ± 0.05
11. P80 50 ppm	2.39 ± 0.10	0.89 ± 0.06	0.71 ± 0.03
12. P80 100 ppm	2.13 ± 0.20	0.86 ± 0.09	0.64 ± 0.06
13. O80 1 ppm	2.22 ± 0.18	0.80 ± 0.08	0.64 ± 0.06
14. O80 10 ppm	2.62 ± 0.19	0.93 ± 0.09	0.80 ± 0.06
15. O80 50 ppm	2.43 ± 0.10	0.87 ± 0.07	0.72 ± 0.03
16. O80 100 ppm	2.52 ± 0.16	1.04 ± 0.12	0.76 ± 0.04
17. P90 1 ppm	2.06 ± 0.10	0.75 ± 0.05	0.59 ± 0.03
18. P90 10 ppm	2.37 ± 0.11	0.87 ± 0.06	0.71 ± 0.03
19. P90 50 ppm	2.49 ± 0.12	0.92 ± 0.08	0.73 ± 0.03
20. P90 100 ppm	2.46 ± 0.08	0.96 ± 0.07	0.72 ± 0.03
21. O90 1 ppm	2.36 ± 0.22	0.87 ± 0.11	0.69 ± 0.06
22. O90 10 ppm	2.29 ± 0.09	0.74 ± 0.03	0.68 ± 0.04
23. O90 50 ppm	2.27 ± 0.06	0.90 ± 0.03	0.68 ± 0.01
24. O90 100 ppm	2.09 ± 0.05	0.92 ± 0.07	0.61 ± 0.01
25. no chitosan	2.25 ± 0.19	0.89 ± 0.12	0.65 ± 0.06

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 20 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 36 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	2.76 ± 0.19	1.06 ± 0.10	0.81 ± 0.05
2. P70 10 ppm	2.46 ± 0.26	0.98 ± 0.17	0.75 ± 0.08
3. P70 50 ppm	2.78 ± 0.17	1.28 ± 0.08	0.84 ± 0.05
4. P70 100 ppm	2.42 ± 0.48	1.02 ± 0.14	0.73 ± 0.15
5. O70 1 ppm	2.62 ± 0.30	1.12 ± 0.20	0.73 ± 0.07
6. O70 10 ppm	2.78 ± 0.13	1.21 ± 0.11	0.83 ± 0.04
7. O70 50 ppm	2.48 ± 0.08	1.01 ± 0.08	0.75 ± 0.03
8. O70 100 ppm	2.62 ± 0.13	1.09 ± 0.09	0.82 ± 0.03
9. P80 1 ppm	3.01 ± 0.07	1.28 ± 0.08	0.87 ± 0.02
10. P80 10 ppm	2.61 ± 0.08	1.10 ± 0.08	0.77 ± 0.02
11. P80 50 ppm	2.68 ± 0.30	1.20 ± 0.13	0.81 ± 0.09
12. P80 100 ppm	2.76 ± 0.09	1.21 ± 0.08	0.86 ± 0.02
13. O80 1 ppm	2.32 ± 0.11	0.86 ± 0.05	0.70 ± 0.04
14. O80 10 ppm	2.71 ± 0.23	1.11 ± 0.15	0.82 ± 0.08
15. O80 50 ppm	2.73 ± 0.18	1.18 ± 0.14	0.83 ± 0.06
16. O80 100 ppm	2.92 ± 0.11	1.28 ± 0.12	0.91 ± 0.04
17. P90 1 ppm	2.57 ± 0.20	1.00 ± 0.12	0.74 ± 0.06
18. P90 10 ppm	2.47 ± 0.09	0.92 ± 0.08	0.73 ± 0.03
19. P90 50 ppm	2.87 ± 0.15	1.22 ± 0.12	0.87 ± 0.04
20. P90 100 ppm	2.75 ± 0.17	1.08 ± 0.11	0.81 ± 0.06
21. O90 1 ppm	2.62 ± 0.18	1.12 ± 0.12	0.79 ± 0.06
22. O90 10 ppm	2.54 ± 0.15	0.99 ± 0.06	0.77 ± 0.04
23. O90 50 ppm	2.16 ± 0.19	0.96 ± 0.11	0.68 ± 0.06
24. O90 100 ppm	2.67 ± 0.09	1.22 ± 0.03	0.82 ± 0.04
25. no chitosan	2.89 ± 0.23	1.14 ± 0.06	0.85 ± 0.06

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 21 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบอ่อนของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

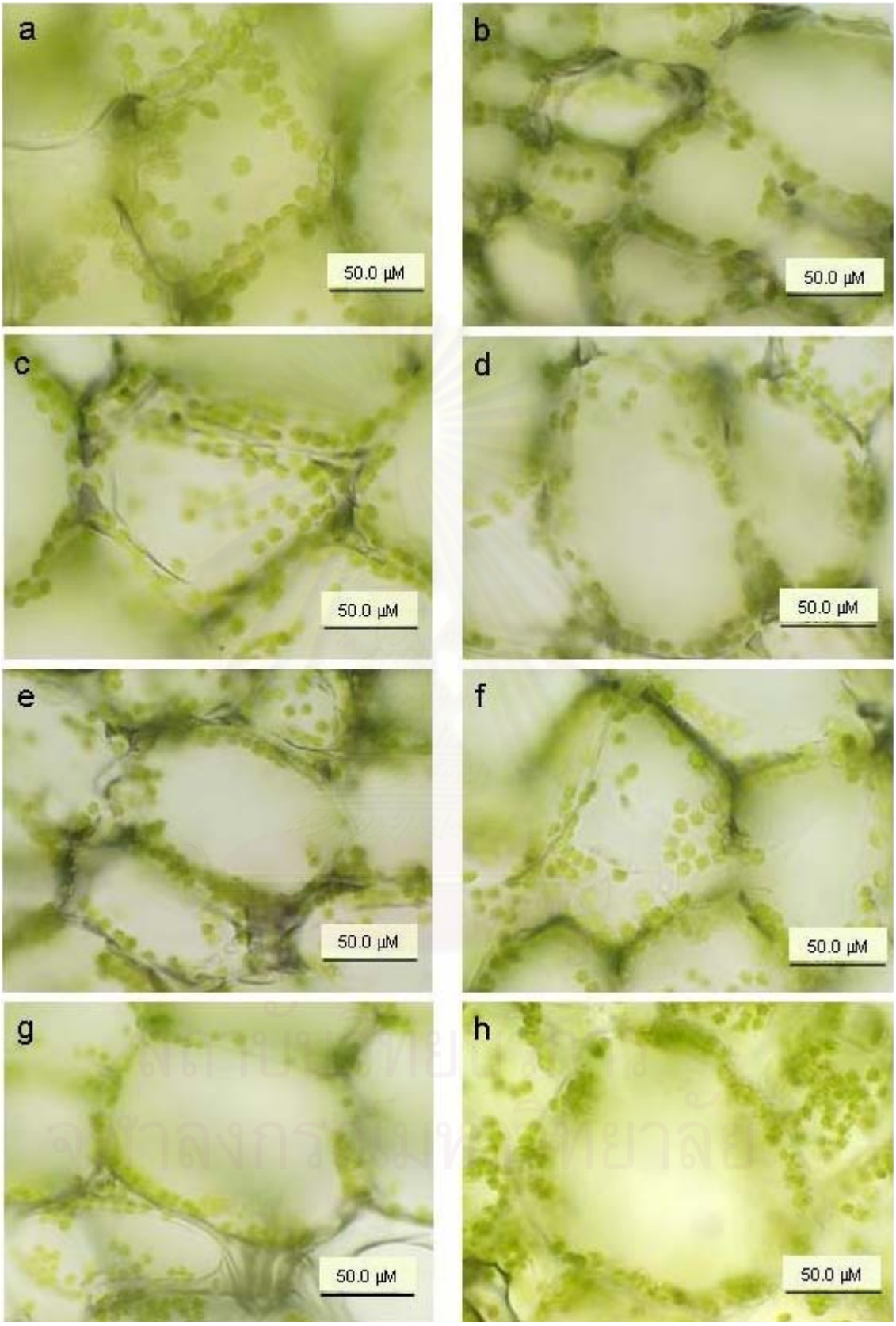
Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	1.86 ± 0.21	0.59 ± 0.08	0.68 ± 0.07
2. P70 10 ppm	1.70 ± 0.04	0.50 ± 0.04	0.62 ± 0.02
3. P70 50 ppm	1.87 ± 0.12	0.61 ± 0.04	0.68 ± 0.04
4. P70 100 ppm	1.94 ± 0.21	0.62 ± 0.06	0.73 ± 0.08
5. O70 1 ppm	1.87 ± 0.16	0.64 ± 0.10	0.67 ± 0.05
6. O70 10 ppm	1.82 ± 0.13	0.55 ± 0.03	0.67 ± 0.03
7. O70 50 ppm	1.74 ± 0.05	0.63 ± 0.07	0.67 ± 0.02
8. O70 100 ppm	1.79 ± 0.10	0.57 ± 0.05	0.69 ± 0.03
9. P80 1 ppm	1.83 ± 0.14	0.58 ± 0.08	0.67 ± 0.06
10. P80 10 ppm	1.96 ± 0.13	0.64 ± 0.08	0.72 ± 0.05
11. P80 50 ppm	1.64 ± 0.04	0.53 ± 0.04	0.63 ± 0.03
12. P80 100 ppm	1.74 ± 0.11	0.49 ± 0.04	0.65 ± 0.04
13. O80 1 ppm	1.52 ± 0.17	0.45 ± 0.05	0.58 ± 0.06
14. O80 10 ppm	1.56 ± 0.21	0.45 ± 0.08	0.57 ± 0.08
15. O80 50 ppm	1.89 ± 0.12	0.73 ± 0.09	0.71 ± 0.04
16. O80 100 ppm	1.83 ± 0.12	0.60 ± 0.07	0.68 ± 0.05
17. P90 1 ppm	1.93 ± 0.18	0.59 ± 0.08	0.70 ± 0.06
18. P90 10 ppm	1.92 ± 0.13	0.64 ± 0.07	0.72 ± 0.05
19. P90 50 ppm	1.82 ± 0.14	0.55 ± 0.08	0.68 ± 0.05
20. P90 100 ppm	2.09 ± 0.11	0.63 ± 0.02	0.76 ± 0.04
21. O90 1 ppm	1.76 ± 0.03	0.52 ± 0.05	0.66 ± 0.02
22. O90 10 ppm	1.81 ± 0.22	0.59 ± 0.10	0.68 ± 0.08
23. O90 50 ppm	1.85 ± 0.09	0.55 ± 0.01	0.67 ± 0.04
24. O90 100 ppm	2.06 ± 0.08	0.69 ± 0.02	0.76 ± 0.02
25. no chitosan	2.05 ± 0.11	0.75 ± 0.06	0.77 ± 0.04

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

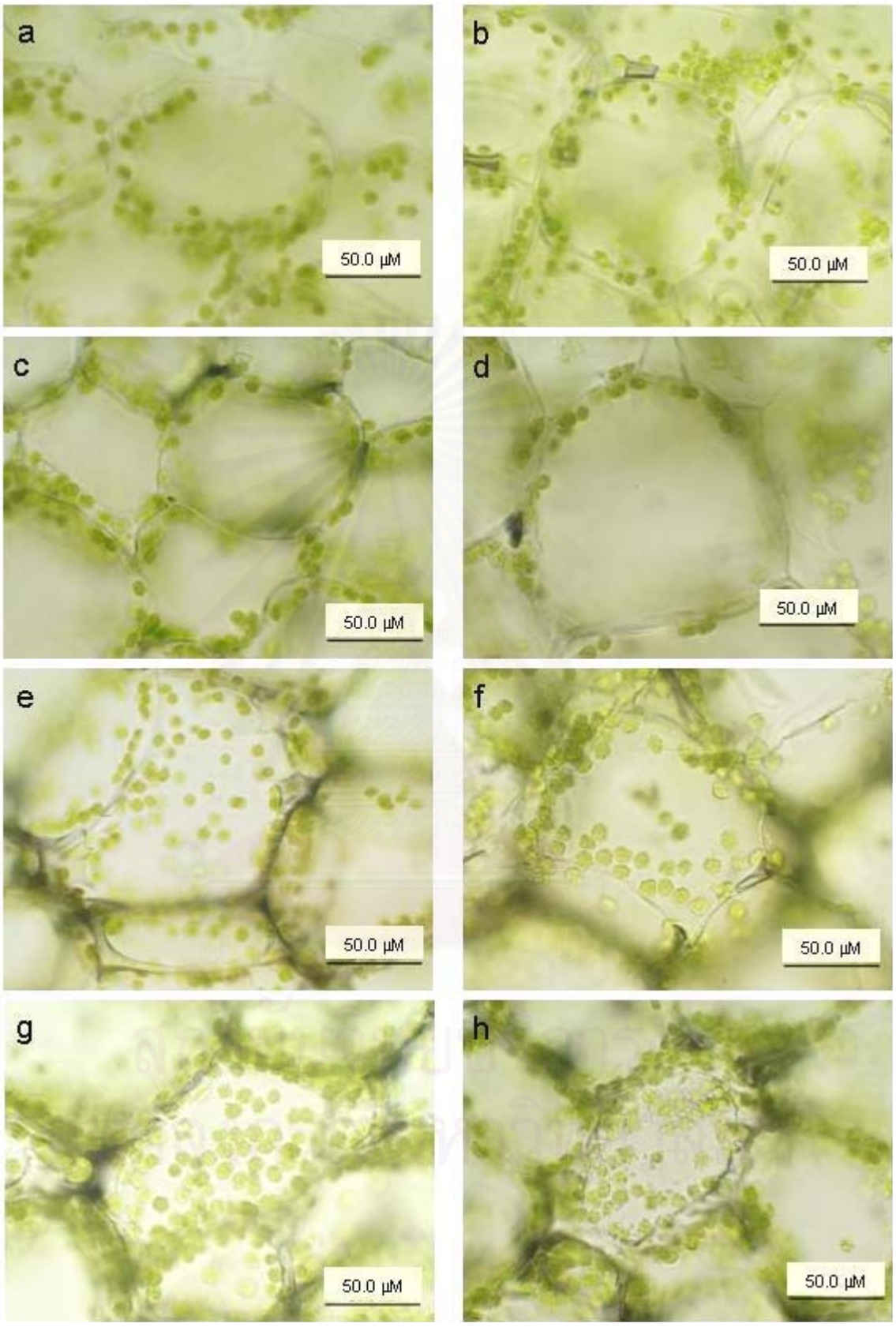
ตารางที่ 22 ปริมาณรงควัตถุ chlorophyll *a* chlorophyll *b* และ carotenoids (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในใบแก่ของกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกันเป็นเวลา 48 สัปดาห์ และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	Chlorophyll *a* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Chlorophyll *b* ^{ns} (mg g^{-1}DW)	Carotenoids ^{ns} (mg g^{-1}DW)
1. P70 1 ppm	2.12 ± 0.32	0.80 ± 0.21	0.80 ± 0.12
2. P70 10 ppm	1.90 ± 0.26	0.67 ± 0.10	0.72 ± 0.10
3. P70 50 ppm	2.00 ± 0.09	0.76 ± 0.08	0.75 ± 0.05
4. P70 100 ppm	1.81 ± 0.10	0.63 ± 0.03	0.70 ± 0.04
5. O70 1 ppm	1.84 ± 0.12	0.62 ± 0.04	0.67 ± 0.04
6. O70 10 ppm	1.84 ± 0.24	0.60 ± 0.15	0.67 ± 0.09
7. O70 50 ppm	2.07 ± 0.29	0.82 ± 0.21	0.79 ± 0.10
8. O70 100 ppm	1.96 ± 0.06	0.69 ± 0.09	0.74 ± 0.04
9. P80 1 ppm	2.01 ± 0.09	0.67 ± 0.06	0.77 ± 0.04
10. P80 10 ppm	1.89 ± 0.15	0.69 ± 0.08	0.72 ± 0.04
11. P80 50 ppm	1.85 ± 0.14	0.61 ± 0.04	0.72 ± 0.06
12. P80 100 ppm	2.24 ± 0.07	0.76 ± 0.07	0.85 ± 0.03
13. O80 1 ppm	1.63 ± 0.19	0.52 ± 0.08	0.62 ± 0.07
14. O80 10 ppm	2.29 ± 0.14	0.89 ± 0.12	0.86 ± 0.06
15. O80 50 ppm	1.95 ± 0.09	0.70 ± 0.04	0.72 ± 0.02
16. O80 100 ppm	2.15 ± 0.24	0.74 ± 0.14	0.81 ± 0.10
17. P90 1 ppm	1.90 ± 0.10	0.63 ± 0.05	0.70 ± 0.04
18. P90 10 ppm	2.21 ± 0.07	0.80 ± 0.05	0.84 ± 0.03
19. P90 50 ppm	2.15 ± 0.08	0.79 ± 0.05	0.82 ± 0.05
20. P90 100 ppm	2.28 ± 0.26	0.85 ± 0.15	0.85 ± 0.10
21. O90 1 ppm	2.08 ± 0.16	0.68 ± 0.05	0.78 ± 0.06
22. O90 10 ppm	2.08 ± 0.27	0.78 ± 0.16	0.77 ± 0.10
23. O90 50 ppm	1.82 ± 0.25	0.57 ± 0.13	0.68 ± 0.09
24. O90 100 ppm	2.22 ± 0.15	0.80 ± 0.16	0.82 ± 0.06
25. no chitosan	2.11 ± 0.09	0.70 ± 0.03	0.80 ± 0.03

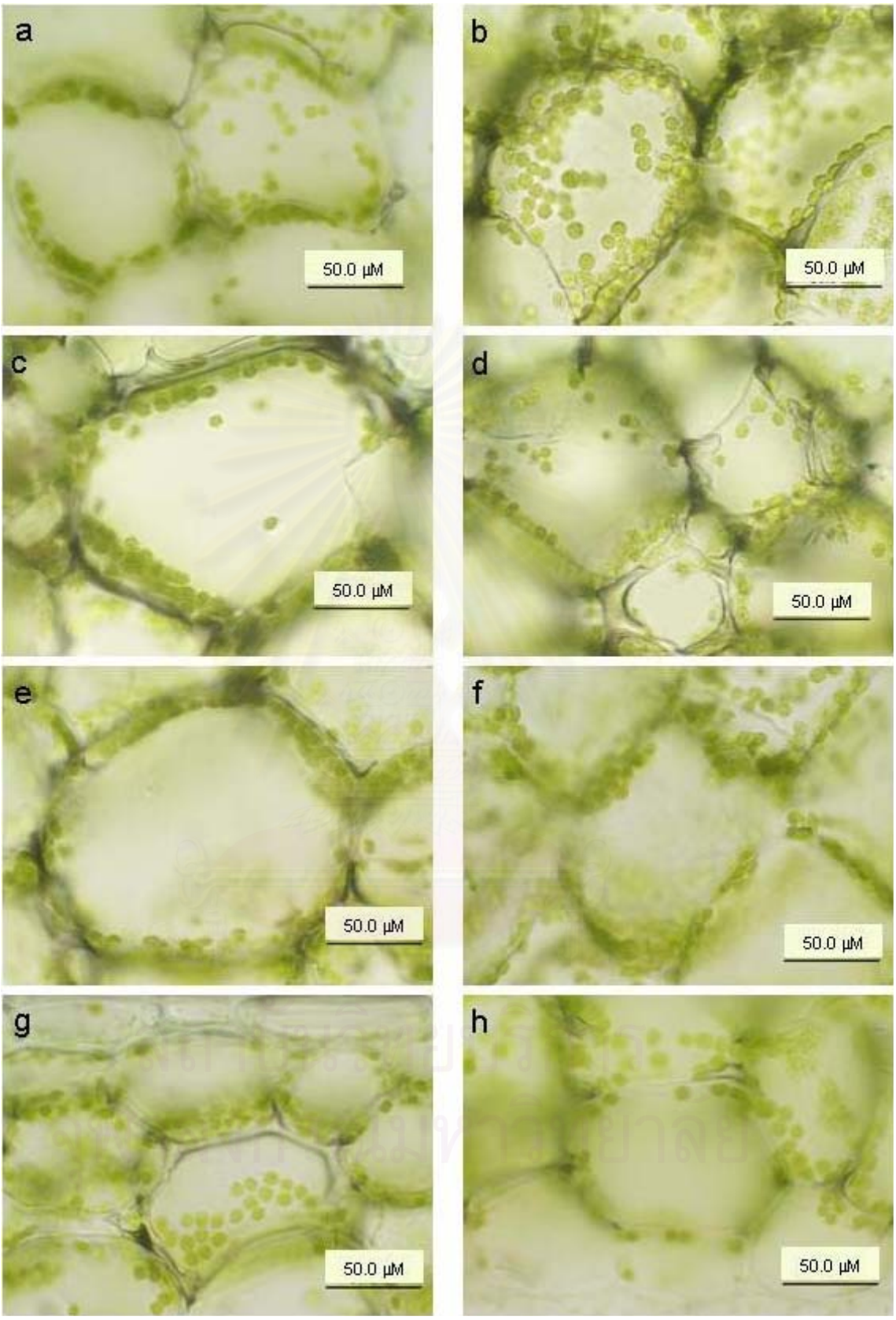
ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%



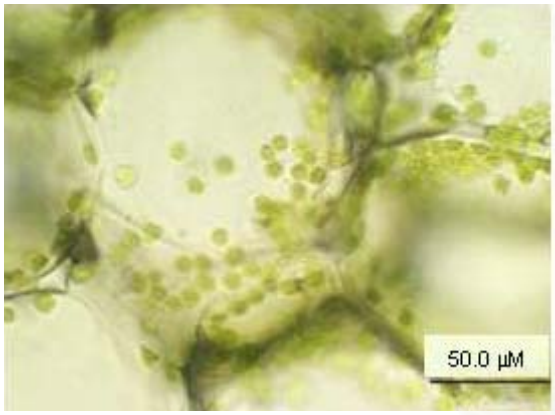
รูปที่ 1 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-70 (a-d) และ O-70 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm



รูปที่ 2 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-80 (a-d) และ O-80 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm

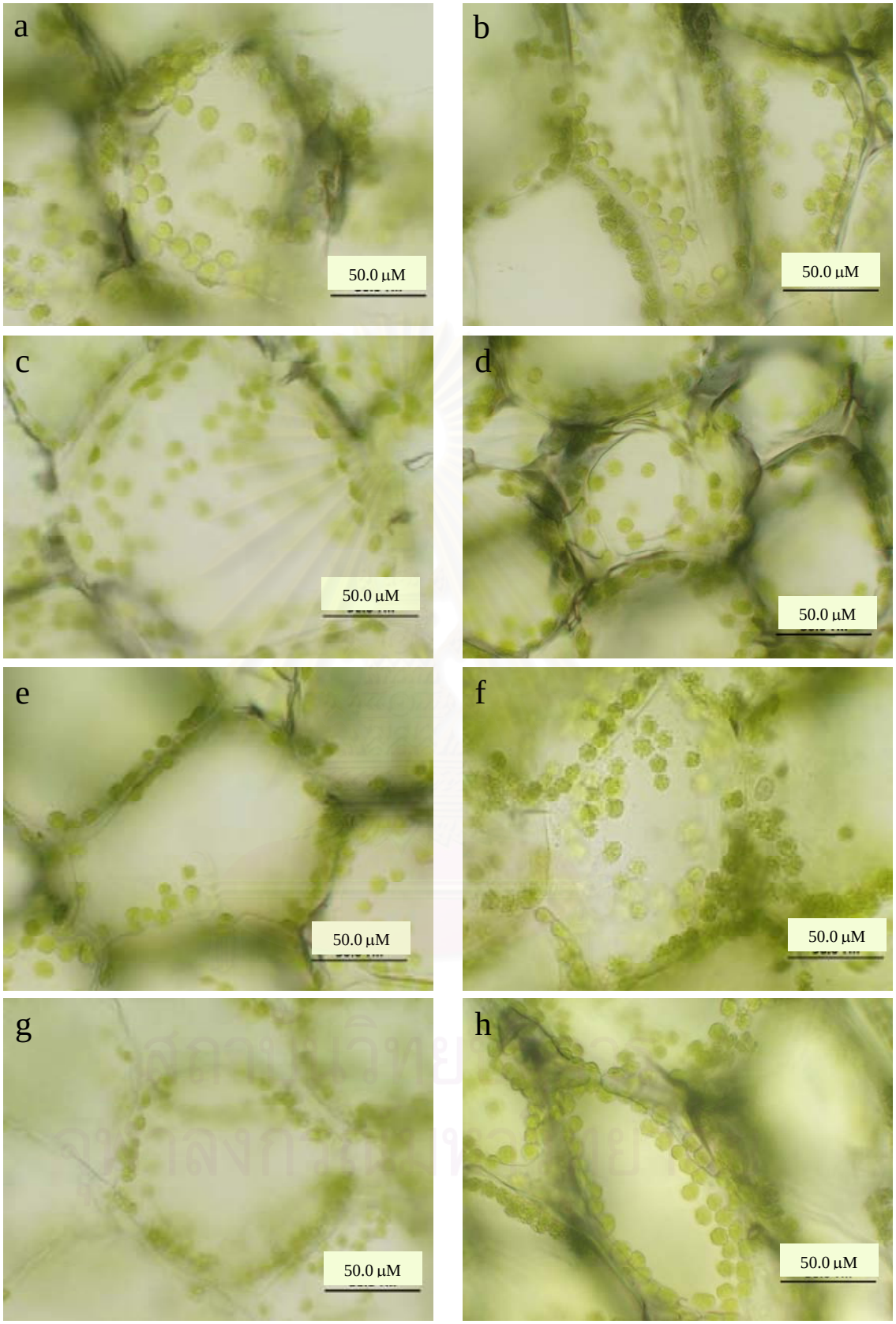


รูปที่ 3 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-90 (a-d) และ O-90 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm

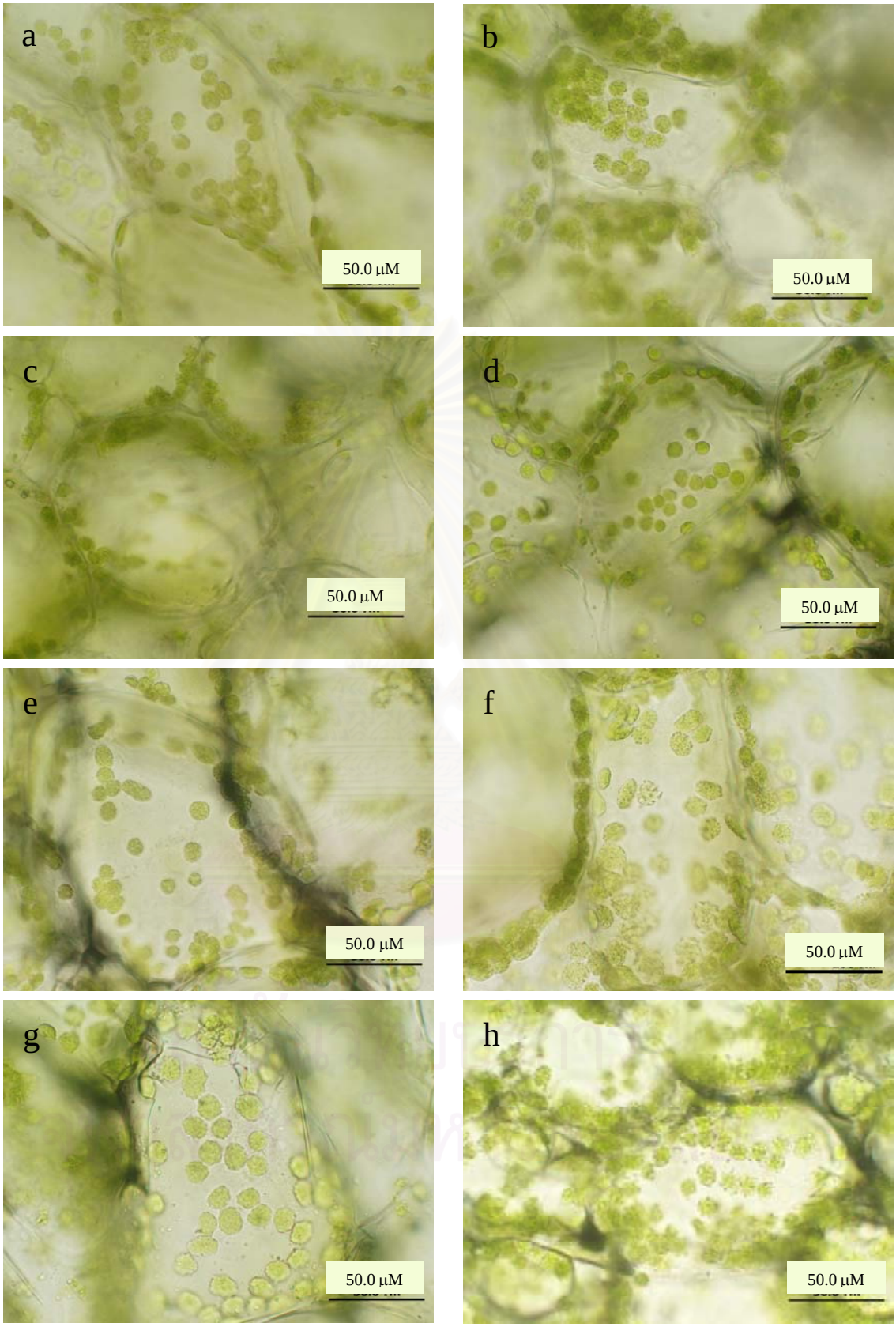


รูปที่ 4 กายวิภาคของใบแก่ของกล้วยไม้หวาย "เอียสกุล" เมื่อไม่ได้รับไคโตซาน

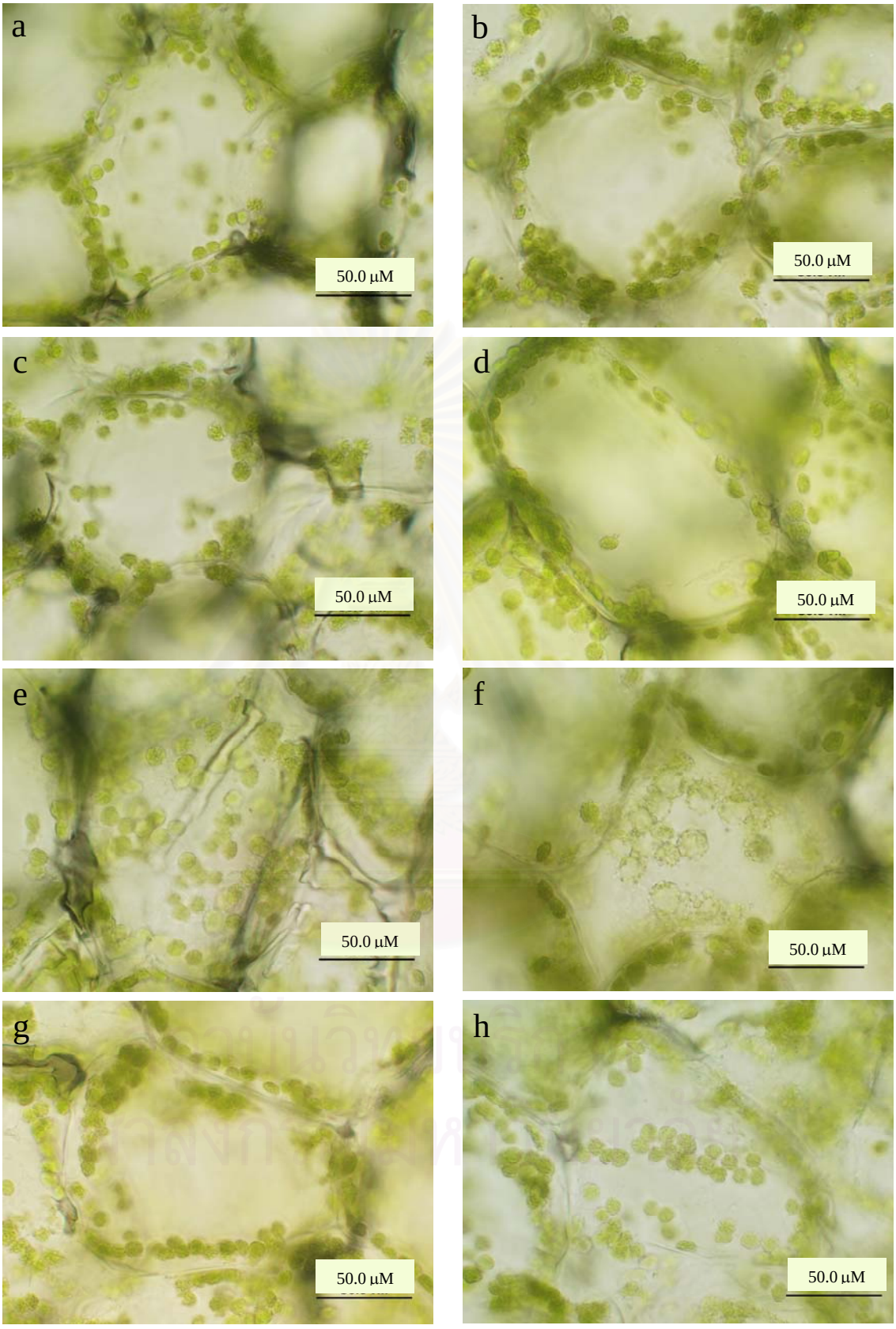
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



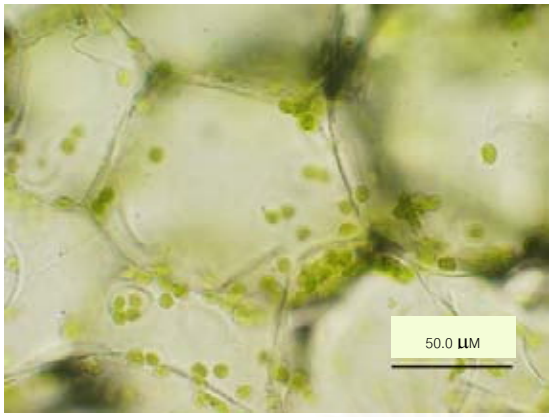
รูปที่ 5 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-70 (a-d) และ O-70 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm



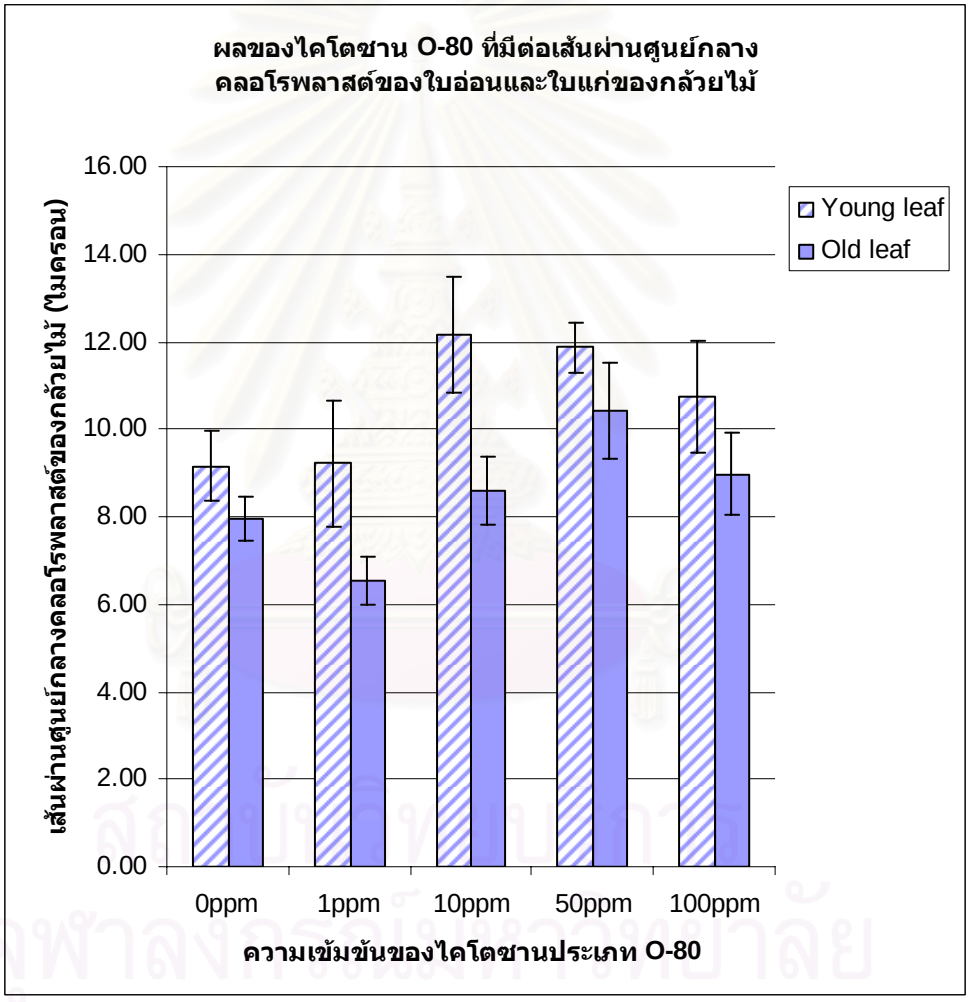
รูปที่ 6 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-80 (a-d) และ O-80 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm



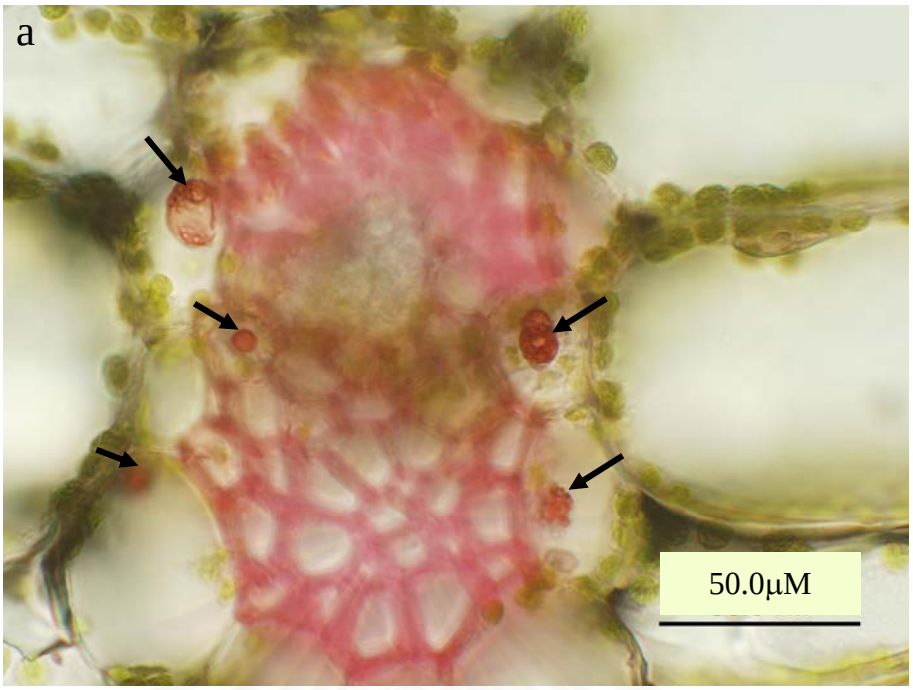
รูปที่ 7 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” เมื่อได้รับไคโตซานแบบ P-90 (a-d) และ O-90 (e-h) ที่ความเข้มข้น 1 (a, e) 10 (b, f) 50 (c, g) และ 100 (d, h) ppm

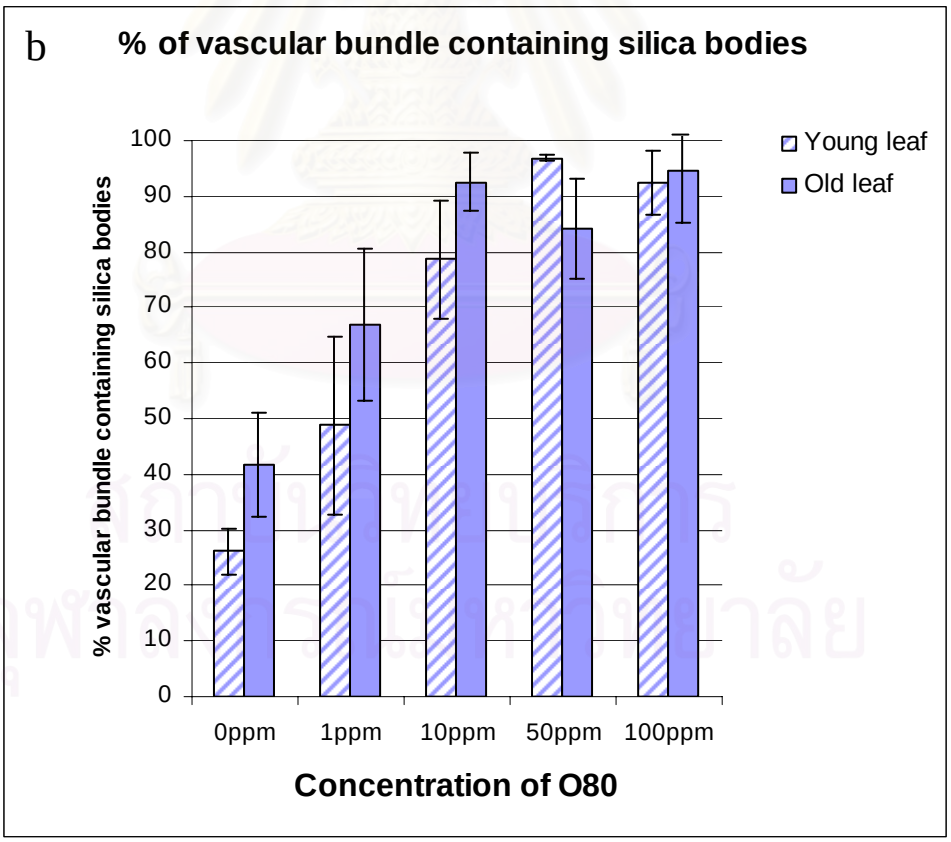


รูปที่ 8 กายวิภาคของใบอ่อนของกล้วยไม้หวาย "เอียสกุล" เมื่อไม่ได้รับไคโตซาน



รูปที่ 9 ผลของไคโตซานชนิด O-80 ที่มีต่อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคลอโรพลาสต์





รูปที่ 10 ผลของไคโตซาน O-80 ที่มีต่อการสะสม silica bodies (a- ศรชี้) โดยทำให้มีจำนวน vascular bundle ที่พบ silica bodies เพิ่มขึ้นได้ถึง 2.3 เท่า ในใบแก่ และ 3.7 เท่าในใบอ่อน (b)

ตารางที่ 23 สัปดาห์แรกที่มีการเกิดช่อดอก ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซาน

Treatment	สัปดาห์ที่เริ่มให้ช่อดอก			
	สัปดาห์ที่ 5	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 7	สัปดาห์ที่ 8
1. P70 1 ppm	✓	-	-	-
2. P70 10 ppm	✓	-	-	-
3. P70 50 ppm	-	✓	-	-
4. P70 100 ppm	✓		-	-
5. O70 1 ppm	-	✓	-	-
6. O70 10 ppm	✓	-	-	-
7. O70 50 ppm	✓	-	-	-
8. O70 100 ppm	✓	-	-	-
9. P80 1 ppm	✓	-	-	-
10. P80 10 ppm	-	✓	-	-
11. P80 50 ppm	✓		-	-
12. P80 100 ppm	-	✓	-	-
13. O80 1 ppm	✓	-	-	-
14. O80 10 ppm	✓	-	-	-
15. O80 50 ppm	-	✓	-	-
16. O80 100 ppm	-	✓	-	-
17. P90 1 ppm	✓	-	-	-
18. P90 10 ppm	-	✓	-	-
19. P90 50 ppm	✓	-	-	-
20. P90 100 ppm	-	✓	-	-
21. O90 1 ppm	✓	-	-	-
22. O90 10 ppm	-	✓	-	-
23. O90 50 ppm	✓	-	-	-
24. O90 100 ppm	-	✓	-	-
25. no chitosan	-	-	-	✓

ตารางที่ 24 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 6 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	1.50 ± 1.29	2.19 ± 0.88	8.44 ± 0.64	22.38 ± 2.08	3.34 ± 0.16
2. P70 10 ppm	1.25 ± 0.50	3.50 ± 1.29	8.70 ± 0.18	25.73 ± 3.56	3.54 ± 0.44
3. P70 50 ppm	0.50 ± 0.58	4.00 ± 0.00	8.50 ± 0.71	23.90 ± 2.12	3.56 ± 0.25
4. P70 100 ppm	1.25 ± 0.96	2.83 ± 1.44	8.65 ± 0.39	25.28 ± 1.15	3.60 ± 0.03
5. O70 1 ppm	0.75 ± 0.50	3.00 ± 1.00	8.33 ± 0.06	22.27 ± 3.03	3.44 ± 0.30
6. O70 10 ppm	1.00 ± 0.82	3.67 ± 0.58	8.50 ± 0.50	23.40 ± 3.65	3.37 ± 0.41
7. O70 50 ppm	1.00 ± 0.00	3.75 ± 1.89	8.65 ± 0.62	24.20 ± 6.72	3.59 ± 0.20
8. O70 100 ppm	2.25 ± 0.50	3.42 ± 0.99	8.44 ± 0.23	26.64 ± 3.37	3.50 ± 0.18
9. P80 1 ppm	0.75 ± 0.96	4.00 ± 0.00	9.10 ± 0.14	25.35 ± 2.19	3.39 ± 0.19
10. P80 10 ppm	0.75 ± 0.50	4.33 ± 0.58	8.43 ± 0.57	25.80 ± 2.42	3.66 ± 0.32
11. P80 50 ppm	0.50 ± 0.58	3.50 ± 0.71	8.35 ± 0.35	25.10 ± 1.98	3.54 ± 0.48
12. P80 100 ppm	1.75 ± 2.06	0.96 ± 0.41	8.10 ± 0.57	24.25 ± 7.28	3.31 ± 0.66
13. O80 1 ppm	0.75 ± 0.50	3.67 ± 0.58	8.60 ± 0.36	25.83 ± 0.93	3.57 ± 0.35
14. O80 10 ppm	0.75 ± 0.50	5.00 ± 0.00	8.37 ± 0.42	26.30 ± 1.41	3.64 ± 0.03
15. O80 50 ppm	0.75 ± 0.96	2.88 ± 1.59	8.18 ± 0.11	25.80 ± 3.82	3.68 ± 0.12
16. O80 100 ppm	1.00 ± 0.0	3.00 ± 0.0	9.20 ± 0.0	26.60 ± 0.0	3.51 ± 0.0
17. P90 1 ppm	1.00 ± 0.82	3.75 ± 1.39	8.40 ± 0.26	26.68 ± 3.54	3.64 ± 0.23
18. P90 10 ppm	0.75 ± 0.50	3.67 ± 0.58	8.37 ± 0.31	26.90 ± 1.93	3.47 ± 0.19
19. P90 50 ppm	1.25 ± 0.96	3.67 ± 1.53	8.32 ± 0.30	24.50 ± 2.05	3.30 ± 0.08
20. P90 100 ppm	0.75 ± 0.96	2.50 ± 0.71	8.78 ± 0.32	26.43 ± 0.60	3.70 ± 0.22
21. O90 1 ppm	1.00 ± 1.15	3.13 ± 1.24	8.23 ± 0.11	24.68 ± 0.11	3.50 ± 0.24
22. O90 10 ppm	1.00 ± 1.41	2.83 ± 1.65	8.78 ± 0.45	30.93 ± 1.08	3.89 ± 0.07
23. O90 50 ppm	1.25 ± 1.26	3.50 ± 0.87	8.62 ± 0.13	25.67 ± 3.30	3.60 ± 0.11
24. O90 100 ppm	1.00 ± 0.0	5.00 ± 0.0	8.80 ± 0.0	29.50 ± 0.0	3.82 ± 0.0
25. no chitosan	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00 ± 0.00

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 25 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 7-12 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	1.25 ± 1.26	4.56 ± 1.50	8.31 ± 0.25	25.70 ± 3.12	3.67 ± 0.69
2. P70 10 ppm	3.50 ± 1.00	3.17 ± 1.49	8.49 ± 0.45	24.81 ± 0.34	3.47 ± 0.10
3. P70 50 ppm	2.00 ± 0.82	3.60 ± 1.17	8.54 ± 0.29	27.91 ± 1.37	3.76 ± 0.18
4. P70 100 ppm	2.00 ± 0.82	4.29 ± 1.16	8.81 ± 0.29	26.22 ± 4.10	3.55 ± 0.16
5. O70 1 ppm	3.50 ± 0.58	3.06 ± 0.95	8.70 ± 0.32	26.04 ± 1.78	3.57 ± 0.05
6. O70 10 ppm	3.25 ± 1.26	2.78 ± 1.12	8.41 ± 0.21	23.97 ± 1.59	3.67 ± 0.41
7. O70 50 ppm	2.00 ± 0.00	4.25 ± 0.29	8.53 ± 0.43	25.83 ± 1.20	3.70 ± 0.12
8. O70 100 ppm	1.25 ± 0.50	4.63 ± 1.11	8.76 ± 0.24	27.68 ± 5.32	3.56 ± 0.39
9. P80 1 ppm	3.50 ± 1.00	3.37 ± 0.68	8.69 ± 0.24	28.59 ± 6.83	3.61 ± 0.12
10. P80 10 ppm	2.00 ± 1.41	3.22 ± 0.38	8.31 ± 0.67	26.41 ± 3.79	3.52 ± 0.20
11. P80 50 ppm	2.50 ± 1.91	3.42 ± 0.63	8.74 ± 0.02	25.75 ± 1.31	3.58 ± 0.12
12. P80 100 ppm	2.50 ± 1.00	3.31 ± 0.94	8.40 ± 0.30	25.21 ± 1.10	3.58 ± 0.19
13. O80 1 ppm	2.00 ± 1.41	3.53 ± 1.67	8.34 ± 0.06	25.65 ± 1.12	3.76 ± 0.15
14. O80 10 ppm	4.00 ± 3.56	3.05 ± 0.46	8.48 ± 0.08	25.24 ± 0.27	3.52 ± 0.11
15. O80 50 ppm	2.00 ± 1.41	3.28 ± 0.67	8.43 ± 0.57	24.93 ± 0.46	3.59 ± 0.06
16. O80 100 ppm	2.50 ± 1.73	3.62 ± 1.61	8.53 ± 0.16	27.60 ± 3.38	3.77 ± 0.22
17. P90 1 ppm	1.50 ± 0.58	4.38 ± 0.95	8.00 ± 1.07	28.45 ± 1.84	3.83 ± 0.26
18. P90 10 ppm	2.75 ± 0.96	3.74 ± 0.70	8.28 ± 0.36	26.31 ± 1.56	3.48 ± 0.13
19. P90 50 ppm	1.75 ± 1.26	4.53 ± 0.41	8.72 ± 0.20	26.11 ± 1.65	3.69 ± 0.36
20. P90 100 ppm	2.00 ± 0.82	3.83 ± 1.03	8.94 ± 0.32	26.56 ± 1.52	3.64 ± 0.26
21. O90 1 ppm	2.50 ± 0.58	4.21 ± 0.63	8.72 ± 0.28	26.90 ± 0.97	3.68 ± 0.03
22. O90 10 ppm	1.75 ± 1.26	2.78 ± 1.07	8.42 ± 0.18	25.56 ± 1.96	3.18 ± 0.47
23. O90 50 ppm	1.25 ± 0.50	4.25 ± 0.50	8.21 ± 0.17	26.74 ± 2.75	3.66 ± 0.10
24. O90 100 ppm	3.25 ± 0.96	3.36 ± 0.95	8.53 ± 0.19	25.10 ± 1.25	3.60 ± 0.19
25. no chitosan	1.25 ± 1.26	3.89 ± 1.17	8.76 ± 0.17	27.18 ± 2.47	3.61 ± 0.25

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 26 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 13-18 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	1.75 ± 0.48	4.08 ± 0.71	7.93 ± 0.26	26.49 ± 0.62	3.64 ± 0.04
2. P70 10 ppm	1.75 ± 0.48	4.50 ± 0.29	8.17 ± 0.11	26.46 ± 0.49	3.56 ± 0.05
3. P70 50 ppm	2.25 ± 0.63	4.59 ± 0.58	8.13 ± 0.18	25.48 ± 1.45	3.55 ± 0.10
4. P70 100 ppm	1.75 ± 0.85	3.92 ± 0.65	8.63 ± 0.30	25.50 ± 1.95	3.37 ± 0.22
5. O70 1 ppm	1.00 ± 0.00	4.67 ± 0.67	8.20 ± 0.25	25.93 ± 2.14	4.79 ± 1.36
6. O70 10 ppm	2.00 ± 1.00	3.33 ± 0.67	8.61 ± 0.29	21.99 ± 0.91	3.57 ± 0.08
7. O70 50 ppm	2.00 ± 0.58	3.31 ± 0.94	8.56 ± 0.08	27.20 ± 1.91	3.71 ± 0.17
8. O70 100 ppm	2.75 ± 0.63	3.99 ± 0.14	8.33 ± 0.08	25.64 ± 1.35	3.53 ± 0.07
9. P80 1 ppm	1.50 ± 0.29	4.88 ± 0.72	7.99 ± 0.54	27.78 ± 3.25	3.63 ± 0.30
10. P80 10 ppm	2.25 ± 0.75	3.01 ± 0.70	8.39 ± 0.15	22.38 ± 1.30	3.43 ± 0.11
11. P80 50 ppm	3.33 ± 0.88	1.97 ± 0.41	8.46 ± 0.09	26.78 ± 0.84	3.71 ± 0.09
12. P80 100 ppm	1.33 ± 0.33	4.67 ± 0.33	8.57 ± 0.19	26.90 ± 2.04	3.62 ± 0.14
13. O80 1 ppm	2.25 ± 0.48	4.08 ± 0.70	7.91 ± 0.13	26.04 ± 1.04	3.54 ± 0.11
14. O80 10 ppm	1.25 ± 0.25	4.00 ± 0.00	8.21 ± 0.36	24.21 ± 1.08	3.28 ± 0.08
15. O80 50 ppm	1.00 ± 0.00	3.00 ± 0.71	8.13 ± 0.22	23.38 ± 1.42	3.39 ± 0.28
16. O80 100 ppm	2.00 ± 0.58	3.72 ± 0.28	8.10 ± 0.17	25.64 ± 2.56	3.62 ± 0.18
17. P90 1 ppm	2.25 ± 0.25	3.40 ± 0.35	8.53 ± 0.09	25.91 ± 1.65	3.61 ± 0.08
18. P90 10 ppm	1.50 ± 0.29	3.31 ± 0.61	8.39 ± 0.13	24.45 ± 1.44	3.67 ± 0.08
19. P90 50 ppm	1.75 ± 0.25	3.13 ± 0.55	8.45 ± 0.07	24.86 ± 1.30	3.42 ± 0.18
20. P90 100 ppm	2.50 ± 0.29	3.33 ± 0.30	8.08 ± 0.29	27.92 ± 2.80	3.56 ± 0.22
21. O90 1 ppm	1.00 ± 0.00	4.75 ± 0.25	8.43 ± 0.13	25.40 ± 1.42	3.32 ± 0.21
22. O90 10 ppm	1.33 ± 0.33	3.17 ± 0.73	8.65 ± 0.26	24.90 ± 2.34	3.43 ± 0.12
23. O90 50 ppm	2.67 ± 0.88	2.99 ± 1.21	7.81 ± 0.23	26.33 ± 2.42	3.59 ± 0.04
24. O90 100 ppm	1.75 ± 0.75	3.47 ± 0.31	8.12 ± 0.15	22.83 ± 1.87	3.35 ± 0.10
25. no chitosan	2.00 ± 0.58	3.28 ± 0.98	7.97 ± 0.29	24.18 ± 0.64	3.56 ± 0.09

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 27 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 19-24 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	1.00 ± 0	7.00 ± 0	8.90 ± 0	32.00 ± 0	4.16 ± 0
2. P70 10 ppm	2.00 ± 0	2.75 ± 0	8.65 ± 0	25.49 ± 2.31	3.83 ± 0
3. P70 50 ppm	2.50 ± 0.5	4.19 ± 0.80	8.34 ± 0.20	25.34 ± 1.86	3.77 ± 0.13
4. P70 100 ppm	1.00 ± 0	5.33 ± 0.33	8.80 ± 0.40	28.37 ± 1.09	3.92 ± 0.35
5. O70 1 ppm	2.00 ± 0	5.00 ± 0	8.50 ± 0	28.75 ± 0	3.66 ± 0
6. O70 10 ppm	1.00 ± 0	4.67 ± 0.88	8.67 ± 0.17	24.50 ± 3.75	3.67 ± 0.48
7. O70 50 ppm	1.67 ± 0.33	3.92 ± 0.85	8.62 ± 0.29	26.68 ± 0.96	4.12 ± 0.30
8. O70 100 ppm	1.67 ± 0.33	5.50 ± 0.29	8.28 ± 0.13	28.30 ± 0.66	3.75 ± 0.10
9. P80 1 ppm	1.33 ± 0.33	4.83 ± 0.17	8.42 ± 0.26	25.22 ± 0.86	3.40 ± 0.20
10. P80 10 ppm	1.33 ± 0.33	3.83 ± 0.93	8.95 ± 0.33	25.23 ± 1.48	4.12 ± 0.26
11. P80 50 ppm	1.33 ± 0.33	5.33 ± 0.88	8.25 ± 0.24	25.57 ± 1.95	3.79 ± 0.18
12. P80 100 ppm	0.50 ± 0.50	3.00 ± 0	9.00 ± 0	17.50 ± 0	3.27 ± 0
13. O80 1 ppm	1.33 ± 0.33	5.17 ± 0.93	8.55 ± 0.39	29.82 ± 1.33	4.12 ± 0.15
14. O80 10 ppm	2.00 ± 0.58	4.46 ± 0.60	8.39 ± 0.04	25.98 ± 2.62	3.54 ± 0.21
15. O80 50 ppm	2.50 ± 1.50	3.42 ± 1.58	8.23 ± 0.07	20.78 ± 0.28	3.38 ± 0.23
16. O80 100 ppm	2.00 ± 1.00	3.89 ± 1.12	8.86 ± 0.32	25.06 ± 4.15	3.84 ± 0.27
17. P90 1 ppm	1.50 ± 0.50	4.00 ± 1.00	7.85 ± 0.35	26.58 ± 2.78	3.66 ± 0.03
18. P90 10 ppm	1.33 ± 0.33	5.50 ± 0.50	7.93 ± 0.35	27.72 ± 1.49	3.83 ± 0.14
19. P90 50 ppm	2.00 ± 0	4.00 ± 0	8.15 ± 0	25.65 ± 0	3.39 ± 0
20. P90 100 ppm	2.50 ± 1.50	6.50 ± 1.50	8.40 ± 0.30	31.28 ± 5.93	4.28 ± 0.26
21. O90 1 ppm	1.50 ± 0.50	5.00 ± 0.00	8.68 ± 0.33	26.93 ± 1.78	4.00 ± 0.26
22. O90 10 ppm	1.50 ± 0.50	4.38 ± 0.63	8.15 ± 1.15	27.00 ± 2.90	3.72 ± 0.04
23. O90 50 ppm	1.33 ± 0.33	4.17 ± 1.59	8.82 ± 0.37	28.48 ± 1.98	4.06 ± 0.14
24. O90 100 ppm	1.00 ± 0.00	5.33 ± 0.33	7.65 ± 0.15	28.43 ± 2.29	3.57 ± 0.18
25. no chitosan	1.50 ± 0.50	5.25 ± 0.75	8.33 ± 0.43	26.15 ± 1.15	3.58 ± 0.21

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 28 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 25-36 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[*]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	2.33 ± 0.33	5.11 ± 0.93[a]	7.91 ± 1.04	31.37 ± 2.43	4.24 ± 0.34
2. P70 10 ppm	1.50 ± 0.50	5.25 ± 0.25[a]	9.10 ± 0.40	32.45 ± 2.45	4.32 ± 0.03
3. P70 50 ppm	2.00 ± 0	5.00[a] ± 0	8.85 ± 0	33.15 ± 0	4.13 ± 0
4. P70 100 ppm	2.00 ± 0.71	4.79 ± 0.36[a]	8.14 ± 0.58	26.74 ± 1.79	3.70 ± 0.14
5. O70 1 ppm	1.50 ± 0.50	5.50 ± 0.50[a]	8.98 ± 0.38	31.63 ± 1.23	4.78 ± 0.44
6. O70 10 ppm	1.50 ± 0.50	5.25 ± 0.75[a]	9.30 ± 0.50	30.38 ± 1.13	4.73 ± 0.03
7. O70 50 ppm	2.67 ± 0.67	5.00 ± 0.29[a]	8.75 ± 0.16	31.90 ± 1.13	4.07 ± 0.09
8. O70 100 ppm	1.50 ± 0.50	5.50 ± 0.50[a]	8.85 ± 0.05	32.43 ± 2.13	3.77 ± 0.22
9. P80 1 ppm	1.33 ± 0.33	5.33 ± 0.33[a]	8.98 ± 0.25	33.15 ± 0.94	3.91 ± 0.28
10. P80 10 ppm	1.67 ± 0.67	3.83 ± 0.44[a]	8.59 ± 0.15	29.11 ± 0.81	4.09 ± 0.14
11. P80 50 ppm	1.33 ± 0.33	4.67 ± 0.33[a]	10.80 ± 2.75	24.63 ± 2.15	4.00 ± 0.35
12. P80 100 ppm	1.75 ± 0.25	5.13 ± 0.13[a]	8.73 ± 0.14	29.94 ± 1.54	4.05 ± 0.24
13. O80 1 ppm	2.67 ± 0.88	5.06 ± 0.24[a]	8.60 ± 0.21	27.80 ± 1.66	3.91 ± 0.24
14. O80 10 ppm	2.00 ± 1.00	5.00 ± 0.00[a]	9.18 ± 0.32	29.03 ± 3.08	3.99 ± 0.06
15. O80 50 ppm	3.67 ± 1.76	4.32 ± 0.45[a]	8.00 ± 0.80	27.96 ± 2.64	4.21 ± 0.13
16. O80 100 ppm	1.00 ± 0.00	5.67 ± 0.67[a]	8.97 ± 0.24	34.13 ± 1.63	4.29 ± 0.11
17. P90 1 ppm	2.33 ± 0.88	5.14 ± 0.74[a]	7.96 ± 1.15	32.63 ± 2.16	4.26 ± 0.12
18. P90 10 ppm	2.00 ± 0.58	10.33 ± 2.73[b]	14.97 ± 3.04	33.43 ± 2.43	3.91 ± 0.24
19. P90 50 ppm	2.25 ± 0.95	5.00 ± 1.14[a]	8.99 ± 1.85	28.13 ± 1.15	3.99 ± 0.25
20. P90 100 ppm	1.67 ± 0.33	5.00 ± 0.29[a]	8.33 ± 0.57	31.05 ± 0.49	3.96 ± 0.10
21. O90 1 ppm	2.50 ± 0.65	5.75 ± 0.92[a]	10.39 ± 1.29	31.02 ± 2.22	4.12 ± 0.04
22. O90 10 ppm	2.00 ± 0.71	5.38 ± 0.55[a]	8.94 ± 0.25	32.97 ± 2.85	4.40 ± 0.17
23. O90 50 ppm	2.50 ± 1.50	5.21 ± 0.46[a]	8.61 ± 0.25	29.83 ± 1.18	3.82 ± 0.27
24. O90 100 ppm	1.33 ± 0.33	5.17 ± 0.17[a]	7.97 ± 0.48	28.13 ± 2.82	4.09 ± 0.09
25. no chitosan	2.00 ± 1.00	4.83 ± 0.17[a]	9.05 ± 0.15	31.50 ± 1.00	4.00 ± 0.16

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

* อักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึงค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัยทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 29 จำนวนช่อดอก ความยาวช่อดอก จำนวนดอกต่อช่อ เส้นผ่านศูนย์กลางดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก (ค่าเฉลี่ย ± standard deviation) ในกล้วยไม้ที่ได้รับไคโตซานชนิดต่างๆ ในปริมาณต่างๆกัน และการทดลองชุดควบคุมซึ่งไม่ได้รับไคโตซานหลังจากได้รับไคโตซานเป็นเวลา 37-48 สัปดาห์

Treatment	จำนวนช่อดอก[ns]	จำนวนดอกต่อช่อ[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางดอก[ns] (เซนติเมตร)	ความยาวก้านช่อดอก[ns]	เส้นผ่านศูนย์กลางก้านช่อดอก[ns]
1. P70 1 ppm	3.00 ± 0.71	7.10 ± 0.84	9.64 ± 1.09	35.65 ± 3.80	4.79 ± 0.17
2. P70 10 ppm	3.00 ± 0.58	7.31 ± 0.47	8.38 ± 0.67	36.18 ± 1.31	4.40 ± 0.17
3. P70 50 ppm	2.50 ± 0.65	6.00 ± 0.54	8.93 ± 0.19	30.50 ± 1.30	4.39 ± 0.35
4. P70 100 ppm	3.25 ± 0.25	6.71 ± 0.42	9.67 ± 0.86	37.48 ± 3.12	4.52 ± 0.05
5. O70 1 ppm	3.00 ± 0.41	7.02 ± 0.24	8.40 ± 0.57	34.25 ± 0.68	4.46 ± 0.09
6. O70 10 ppm	3.75 ± 0.25	6.94 ± 0.24	8.83 ± 0.04	34.48 ± 0.73	4.57 ± 0.19
7. O70 50 ppm	2.75 ± 0.48	6.85 ± 0.62	9.05 ± 0.08	38.06 ± 3.45	4.81 ± 0.24
8. O70 100 ppm	3.75 ± 1.11	7.04 ± 0.82	7.60 ± 0.66	37.95 ± 1.93	4.67 ± 0.08
9. P80 1 ppm	4.75 ± 0.48	6.03 ± 0.48	8.86 ± 0.10	33.64 ± 1.03	4.32 ± 0.17
10. P80 10 ppm	3.75 ± 0.48	6.43 ± 0.61	8.80 ± 0.15	34.25 ± 1.78	4.64 ± 0.24
11. P80 50 ppm	4.50 ± 0.65	6.76 ± 0.48	7.53 ± 0.31	34.27 ± 1.07	4.52 ± 0.06
12. P80 100 ppm	4.25 ± 0.48	7.39 ± 0.27	9.37 ± 0.50	35.29 ± 0.70	4.43 ± 0.10
13. O80 1 ppm	4.00 ± 0.41	6.83 ± 0.65	8.60 ± 0.14	33.79 ± 2.28	4.25 ± 0.12
14. O80 10 ppm	3.75 ± 0.48	6.75 ± 0.24	8.72 ± 0.17	35.02 ± 1.12	4.40 ± 0.06
15. O80 50 ppm	3.50 ± 0.87	5.85 ± 0.30	8.31 ± 0.62	32.67 ± 3.36	4.39 ± 0.34
16. O80 100 ppm	2.75 ± 0.48	6.75 ± 0.59	8.71 ± 0.06	36.43 ± 1.45	4.43 ± 0.17
17. P90 1 ppm	5.00 ± 0.41	7.07 ± 0.74	10.47 ± 1.09	33.90 ± 1.77	4.24 ± 0.14
18. P90 10 ppm	4.00 ± 0.41	6.94 ± 0.25	8.28 ± 0.56	35.68 ± 1.06	4.36 ± 0.14
19. P90 50 ppm	3.75 ± 1.11	6.39 ± 0.23	8.74 ± 0.03	35.67 ± 0.36	4.41 ± 0.06
20. P90 100 ppm	4.50 ± 1.04	6.84 ± 0.56	8.54 ± 0.21	33.53 ± 0.94	4.63 ± 0.15
21. O90 1 ppm	3.75 ± 0.48	6.93 ± 0.38	8.15 ± 0.54	36.61 ± 0.35	4.53 ± 0.20
22. O90 10 ppm	3.00 ± 0.71	8.00 ± 0.75	9.62 ± 1.53	37.70 ± 3.72	4.59 ± 0.32
23. O90 50 ppm	3.50 ± 0.65	7.19 ± 0.45	7.53 ± 1.10	36.50 ± 2.30	4.35 ± 0.11
24. O90 100 ppm	2.75 ± 0.25	6.85 ± 0.36	9.13 ± 0.19	35.00 ± 1.36	4.32 ± 0.16
25. no chitosan	5.00 ± 0.41	6.78 ± 0.37	8.46 ± 0.38	35.42 ± 0.99	4.44 ± 0.07

ns = ผลการทดลองที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 30 ผลของไคโตซานที่มีต่อการเกิดโรคใบจุดจากเชื้อรา เมื่อทำการตรวจสอบด้วยวิธี detached leaf assay ภายหลังจากลงเชื้อเป็นเวลา 10 วัน

ชุดการทดลอง	Disease severity*
1. P70 1 ppm	2.0±0.817
2. P70 10 ppm	3.0±1.155
3. P70 50 ppm	3.5±0.577
4. P70 100 ppm	2.25±0.500
5. O70 1 ppm	2.5±0.577
6. O70 10 ppm	1.25±0.500
7. O70 50 ppm	2.0±1.414
8. O70 100 ppm	2.25±1.500
9. P80 1 ppm	2.75±0.500
10. P80 10 ppm	2.25±1.258
11. P80 50 ppm	3.0±1.826
12. P80 100 ppm	3.75±0.500
13. O80 1 ppm	2.5±1.915
14. O80 10 ppm	2.25±1.258
15. O80 50 ppm	2.5±1.290
16. O80 100 ppm	3.5±1.290
17. P90 1 ppm	2.75±0.957
18. P90 10 ppm	2.5±1.732
19. P90 50 ppm	3.0±1.155
20. P90 100 ppm	1.5±0.577
21. O90 1 ppm	2.25±1.256
22. O90 10 ppm	2.0±1.414
23. O90 50 ppm	2.25±1.258
24. O90 100 ppm	1.25±0.500
25. no chitosan	1.75±1.500

* ค่าเฉลี่ย disease severity ± standard deviation (4 ซ้ำ) เมื่อเปรียบเทียบค่าที่ได้ระหว่างชุดการทดลองทุกชุดด้วย Kruskal-Wallis test ไม่พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ในด้าน vegetative growth และ reproductive growth

จากการทดลองตลอด 48 สัปดาห์จะเห็นได้ว่า การให้ไคโตซานที่มีลักษณะโมเลกุลแบบต่างๆต่อกล้วยไม้สกุลหวาย “เอียสกุล” มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ แตกต่างกัน โดยจะเห็นชัดเจนในเรื่องของการเร่งการออกดอกของกล้วยไม้ชนิดนี้ โดยที่ไคโตซานในทุกรูปแบบมีผลทำให้กล้วยไม้หวาย “เอียสกุล” ออกดอกครั้งแรกหลังการออกจากการเพาะเลี้ยงในขวดได้เร็วขึ้น ซึ่งการออกดอกเร็วขึ้นนี้ไม่ได้มีผลต่อขนาดของดอก ความยาวของช่อดอก และเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านช่อดอกในระยะยาวแต่อย่างใด ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับรายงานผลที่มีมาก่อนใน Lisanthus (*Eustoma gradiforum*) (Ohta et al.., 1999) ที่พบว่าหากให้ไคโตซานที่ความเข้มข้น 1% ลงในดินที่ใช้ในการปลูกจะมีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโต และเร่งการออกดอกให้เร็วขึ้น และรายงานของ Limpanavech และคณะ (2003) ที่พบว่าไคโตซานสามารถเร่งการออกดอกของกล้วยไม้สกุลหวายได้

สำหรับผลของไคโตซานที่มีต่อการเติบโตทางราก ลำต้น และ ใบ รวมทั้งผลที่มีปริมาณรงควัตถุชนิดต่างๆ พบว่าผลของไคโตซานยังไม่สามารถสรุปได้ชัดเจนนัก เนื่องจากการเติบโตของกล้วยไม้ในภาวะเรือนทดลองมีความแปรปรวนค่อนข้างสูง อันเป็นผลจากปัจจัยภายนอกทั้งทางชีวภาพและกายภาพที่ไม่สามารถควบคุมได้ อย่างไรก็ดี พบว่าในบางช่วงเวลาสามารถพบไคโตซานบางชนิดที่ระดับความเข้มข้นที่เหมาะสม สามารถให้ผลในทางส่งเสริมการเติบโตทางใบ เช่น O70 และ O90 ส่งเสริมการเติบโตทางต้น เช่น P70 และ O80 ส่งเสริมการเกิดราก เช่น O70 และ O80 เป็นต้น จะเห็นว่าไคโตซานที่มีลักษณะโมเลกุล แบบ Oligomer ซึ่งมีขนาดโมเลกุลเล็กว่าแบบ polymer ให้ผลส่งเสริมการเติบโตของกล้วยไม้ได้ดีกว่า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยในข้าวที่มีการให้ไคโตซานที่ได้รับการฉายรังสี ซึ่งมีผลทำให้สายพอลิเมอร์ของไคโตซานมีขนาดสั้นลงแล้วมีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของกล้าข้าว (Tham et al.., 2001) นอกจากนี้ การวิจัยในพืชหลายชนิดได้รายงานถึงผลของไคโตซานที่ส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช เช่น การให้ไคโตซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสม *Paphiopedilum bellatulum* x Paph. Angthong มีการรายงานว่า การให้ไคโตซานทำให้ได้ผลการเจริญเติบโตที่ดีกว่าชุดควบคุม และมีความสามารถในการทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี (ชมัยพร เกลี้ยงแก้ว และคณะ, 2546) การให้ไคโตซานในการปลูกพืชผักสวนครัว ได้แก่ พริก คะน้า คื่นช่าย และมะระ มีผลให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อต้นสูงขึ้น (สุวลี จันทร์กระจ่างและคณะ, 2546)

อย่างไรก็ดีในบางภาวะ จะพบว่าการให้ไคโตซานในบางรูปแบบที่บางระดับความเข้มข้นมีผลทำให้มีการเติบโตต่ำกว่าชุดการทดลองที่ไม่ได้รับไคโตซาน ทั้งๆที่ไคโตซานในรูปแบบดังกล่าวที่ระดับความเข้มข้นอื่นให้ผลในการส่งเสริมการเติบโต การที่เป็นเช่นนี้ แสดงให้เห็นว่าการให้ไคโตซานแก่พืช ต้องมีการให้ในระดับที่เหมาะสมจึงจะเกิดผลดี มิฉะนั้นอาจเกิดผลเสียหายได้

2. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของกล้วยไม้

รายงานนี้เป็นการรายงานครั้งแรกเกี่ยวกับผลของไคโตซานที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของพืช แม้ว่าจะมีรายงานเกี่ยวกับผลของไคโตซานที่มีต่อการปิดของปากใบ (Bittelli et al., 2001) แต่ยังไม่พบการรายงานถึงผลที่มีต่อขนาดของคลอโรพลาสต์ และการสะสม silica bodies

การตรวจพบการเพิ่มขนาดของคลอโรพลาสต์เมื่อได้รับไคโตซาน สอดคล้องกับงานวิจัยที่ศึกษาถึงผลของไคโตซานที่มีต่อการแสดงออกของยีน เนื่องจากพบว่า ภายหลังจากการให้ ไคโตซานที่ความเข้มข้น 10 ppm เป็นเวลา 48 ชั่วโมงมีผลต่อการแสดงออกของยีน *Ycf2* ในคลอโรพลาสต์ (สุภาลัย ไชยสุต, 2548) ซึ่งยีนดังกล่าวเป็น conserved gene ใน chloroplast genome ของพืชดอก (Drescher et al., 2000)

การสะสม silica bodies เป็นลักษณะหนึ่งทางกายวิภาคของใบกล้วยไม้ในบาง subfamily โดยจะพบการสะสมในเซลล์ข้างเคียง vascular bundle ซึ่งเป็น bundle sheath sclerenchyma (Prychid et al., 2003) สำหรับกล้วยไม้สกุลหวาย ซึ่งอยู่ใน subfamily Epidendroideae นั้น พบว่า กล้วยไม้ใน subfamily นี้ส่วนใหญ่ไม่พบ silica bodies ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การสะสม silica bodies ของกล้วยไม้สกุลหวาย “เอียสกุล” นั้นจะมีการสะสมมากขึ้นเมื่อใบมีอายุมากขึ้น แต่เมื่อได้รับไคโตซาน พบว่า ในใบอ่อนก็พบการสะสมสูงมากกว่าในใบแก่ของต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน ดังนั้นจึงเป็นไปได้ว่า ไคโตซานมีผลต่อการดูดซับ silica จากแหล่งธาตุอาหารภายนอก หรืออาจไปมีผลต่อเมตาบอลิซึมที่เกี่ยวข้องกับการสร้าง silica bodies การสะสม silica อาจส่งผลต่อความสามารถในการทนทานต่อสภาวะแวดล้อมทางกายภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น ความร้อน ลม และความเค็ม นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันพิษของอลูมิเนียมหากมีระดับของอลูมิเนียมสูงเกินไป อีกด้วย (Hodson and Sangster, 2002)

3. ผลของไคโตซานที่มีต่อความสามารถในการต้านทานโรคของกล้วยไม้

เบื้องต้นได้วางแผนการศึกษาโดยใช้การฉีดพ่น spore suspension ลงบนต้นกล้วยไม้โดยตรง แต่ประสบปัญหาในการผลิต spore suspension ได้ในปริมาตรที่น้อยมาก ไม่เพียงพอต่อการทดลองที่มีชุดการทดลองถึง 25 ชุด อีกทั้งการควบคุมปริมาณของ spore ที่กล้วยไม้แต่ละต้นจะได้รับอย่างสม่ำเสมอทำได้ยาก ประกอบกับสภาวะแวดล้อมบริเวณที่ทำการทดลองค่อนข้างแห้ง ซึ่งอาจไม่เหมาะต่อการงอกของสปอร์ จึงต้องเปลี่ยนมาใช้วิธี detached leaf assay แทน ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันทั่วไปในการตรวจสอบ virulence ของเชื้อโรคพืช หรือ ความต้านทานโรคของพืชต่อเชื้อโรค ซึ่งมีข้อดีคือสามารถควบคุมสภาวะแวดล้อมให้มีความสม่ำเสมอทุกชุดการทดลอง และใช้ spore suspension ในปริมาณน้อย (Jia et al., 2003; Browne et al., 2005)

ในการศึกษานี้ใช้เชื้อราที่แยกจากใบกล้วยไม้สกุลหวายโดยตรง เนื่องจากเมื่อทำการทดลองเบื้องต้นซึ่งใช้เชื้อรา *Collettotrichum gloeosporioides* ในการศึกษา ซึ่งโดยทั่วไปมีรายงานว่าเชื้อราในสกุลนี้สามารถก่อโรคแอนแทรคโนสในพืชหลายชนิดรวมทั้งกล้วยไม้สกุลหวาย (พัฒนา สนธิรัตน และคณะ, 2542) แต่จากผลการทดลองไม่พบว่าเชื้อราดังกล่าวก่อให้เกิดโรคใน *Dendrobium* ‘Eiskul’ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ *C. gloeosporioides* ที่ใช้เป็นสายพันธุ์ที่คัดแยกจากพริก จึงอาจไม่สามารถก่อโรคในกล้วยไม้ได้เนื่องจากขาดความจำเพาะ (host specificity)

จากผลการศึกษาไม่พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่าง disease severity ของแต่ละชุดการทดลอง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการฉีดพ่นไคโตซานในช่วงความเข้มข้นที่ใช้ ไม่มีผลเพียงพอที่จะกระตุ้นให้กล้วยไม้สกุลหวายมีความต้านทานต่อเชื้อราดังกล่าวในระดับที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยวิธี detached leaf assay การนำเทคนิคระดับโมเลกุลเข้ามาช่วยในการตรวจสอบการแสดงออกของยีนที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานโรคอย่างจำเพาะอาจทำให้สรุปผลได้ชัดเจนขึ้น เนื่องจากมีรายงานบางฉบับที่แสดงให้เห็นว่าไคโตซานสามารถชักนำให้พืชบางชนิดมีความต้านทานต่อโรคที่เกิดจากเชื้อราได้ดีขึ้น (Bell, et al., 1998; Bautista-Bauos et al., 2003; Eikemo, et al., 2003; Sharathchandra et al., 2004)

นอกจากนี้เชื้อราที่คัดแยกได้อาจมี virulence ในการก่อโรคใบจุดค่อนข้างต่ำ เนื่องจากพบ necrotic tissue ในใบกล้วยไม้เพียงบางใบในบางชุดการทดลอง และไม่พบในชุดควบคุมเลย การเลือกใช้เชื้อราที่มีความจำเพาะและ virulence ต่อกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* ‘Eiskul’ สูงกว่านี้ อาจทำให้เห็นผลที่สามารถสรุปได้ชัดเจนกว่านี้

สรุปผลการวิจัย

การให้ไคโตซานมีผลชักนำให้กล้วยไม้มีการออกดอกเร็วขึ้นกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รับไคโตซาน 2-3 สัปดาห์ขึ้นกับชนิดและความเข้มข้นของไคโตซาน แต่ไคโตซานยังไม่แสดงผลต่อการเจริญเติบโตทางด้านต้นและราก (vegetative growth) อย่างชัดเจน การให้ไคโตซานบางลักษณะ และที่บางความเข้มข้น มีผลต่อจำนวนรากต่อต้น น้ำหนักแห้งต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งใบ ในบางช่วงเวลาที่เก็บผลการทดลอง โดยส่งเสริมการเติบโตทางใบ เช่น O70 และ O90 ส่งเสริมการเติบโตทางต้น เช่น P70 และ O80 ส่งเสริมการเกิดราก เช่น O70 และ O80 เป็นต้น ไคโตซานยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายวิภาคของใบกล้วยไม้ โดยทำให้คลอโรพลาสต์มีขนาดใหญ่ขึ้น และเพิ่มการสะสม silica bodies ซึ่งมีรายงานว่า การสะสม silica bodies นี้อาจมีผลต่อความสามารถในการทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมทางกายภาพ ส่วนผลของไคโตซานที่กระตุ้นความสามารถในการต้านทานโรคในกล้วยไม้เห็นผลได้ไม่ชัดเจน เนื่องจากกล้วยไม้สกุลหวาย *Dendrobium* ‘Eiskul’ อาจมีความต้านทานสูงต่อ strain ที่นำมาทดลองในครั้งนี้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากกล้วยไม้ที่ปลูกเลี้ยงในธรรมชาติมีความแปรปรวนทางด้านการเติบโตสูง หากทำการศึกษาการเติบโตในเชิงปริมาณจึงควรเพิ่มจำนวน replication ให้มากขึ้น นอกจากนี้ การเก็บผลการทดลองโดยใช้น้ำหนักแห้งซึ่งต้องมีการกำจัดต้นแล้วเก็บผลการทดลองโดยใช้พืชต้นใหม่นั้น อาจยิ่งเพิ่มความแปรปรวนของผลการทดลอง เนื่องจากความแปรปรวนของพืชทดลองตามธรรมชาติ จึงเสนอแนะให้เก็บข้อมูลการเติบโตเชิงปริมาณโดยใช้การติดตามการเติบโตจากพืชทดลองต้นเดิม เช่น จำนวนใบ จำนวนหน่อ เป็นต้น อาจทำให้เห็นผลการทดลองชัดเจนยิ่งขึ้น

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

การเผยแพร่ผลงานในการประชุมวิชาการระดับชาติ (ภาคผนวก)

1. พัชรา ลิมปนะเวช รัฐ พิชญางกูร ชุมพล คุณวาสี ศุภจิตรา ชัชวาลย์ พงศ์ธาริน โล่ห์ตระกูล เรืองวิทย์ บรรจงรัตน์ และฐปนา อัครเอกปัญญา. 2547. ผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญทางต้น และใบของกล้วยไม้ Dendrobium 'เอียสกุล'. เอกสารประกอบการสัมมนาการใช้ไคโตซานในไม้ดอก. 29-30 เมษายน 2547. ณ อาคารสถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

การเผยแพร่ผลงานในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ (ภาคผนวก)

1. Limpanavech P., Jayasuta, S., Pichyangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P., Bunjongrat, R., Chaidee, A., and Akaraeakpanya, T. 2005. Early flowering Response of *Dendrobium* Sonia 'Eiskul' and expression of some cDNA Induced by chitosan. XVII Internatiional Botanical Congress. Vienna Austria, Europe. Austria Center Vienna. 17-23 July 2005. p.557.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

ชมัยพร เกลี้ยงแก้ว สุวลี จันทร์กระจ่าง พัลภา เศวตศิลา. 2546. การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการย้ายปลูกและการเจริญเติบโตของกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีลูกผสม *Paphiopedilum bellatulum* x PAPH. Angthong ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. เอกสารประกอบการประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 17-18 กรกฎาคม 2546. หน้า 65-68

สุวลี จันทร์กระจ่าง เพ็ญใจ สมพงษ์ชัยกุล สมชาย ต่วนต่าย. 2546. ผลของการใช้ไคโตซานในการปลูกพืชผักสวนครัวแบบผสมผสาน. เอกสารประกอบการประชุมไคติน-ไคโตซานแห่งประเทศไทย. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 17-18 กรกฎาคม 2546. หน้า 158-160.

Bautista-Bauos, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E., and Wilson, C.L. 2003. Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. Crop Protection. 22:1087-1092.

Bell, A.A., Hubbard, J.C., Liu, L. Davis, R.M., and Subbarao, K.V. 1998. Effects of chitin and chitosan on the incidence and severity of Fusarium yellows in celery. Plant Disease. 82:322-328.

Bhaskara Reddy, M. V., Arul, J., Angers, P., Couture, L. 1999. Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. J. Agric. Food. Chem. 47: 1208-1216.

Bittelli, M., M. Flury, G.S. Campbell, and Nichols E.J. 2001. Reduction of transpiration through foliar application of Chitosan, *Agric. For. Meteorol.*, 107, 167-175.

Browne, R.A., Murphy, J.P., Cooke, B.M., et al. 2005. Evaluation of components of Fusarium head blight resistance in soft red winter wheat germ plasm using a detached leaf assay. Plant Disease. 89:404-411.

Doares,S.H., Syrovets, T., Weiler, E. W., Ryan, C. A. 1995. Oligogalacturonides and chitosan activate plant defensive genes through the octadecanoid pathway. Proc. Natl. Acad. Sci. 92: 4095-4098.

Drescher A., Ruf , S., Calsa, T. Jr, Carrer, H., Bock, R. 2000. The two largest chloroplast genome-encoded open reading frames of higher plants are essential genes. Plant Journal. 22 :97-104.

Eikemo, H., Stensvond, A., and Tronsmo, A.M. 2003. Induced resistance as a possible means to control disease of strawberry caused by *Phytophthora* spp. Plant Disease. 87:345-350.

Goosen, M. (Editor) 1997. Applications of Chitin and Chitosan. TECHNOMIC publication, USA

Hodson, M.J., Sangster, A. J. 2002. Silicon and abiotic stress. The Proceedings in the second silicon in agriculture conference. Tsuruoka in Japan. Aug. 2002. [http://www.hodsons.org/MartinHodson/silabiostress.htm]

Jia, Y., Valent, B., and Lee, F.N. 2003. Determination of host responses to Magnaporthe grisea on detached leaves using a spot inoculation method. Plant Disease. 87:129-133.

La, H. 1999. Host-parasite interaction: elicitation of defense responses in plants with chitosan. EXS 87: 185-200.

La, H., Ogawa, T., Kuyama, H. 1994. Chitosan polymer sizes effective in inducing phytoalexin accumulation and fungal suppression are verified with synthesized oligomers. Mol Plant Microbe Interact 7: 531-533.

Lee, S., Choi, H., Suh, S., Doo, I-S., Oh, K-Y, Choi, E.J., Schroeder Taylor, A. T., Low, P.S., 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.

Limpanavech, P.,Pichyangkura, R., Khunwasi, C., Chadchawan, S., Lotrakul, P. Bunjongrat, R. Chaidee, A., and Akaraeakpanya, T. 2003. The effects of polymer sizes, concentration and %DD of chitosan on growth and floral production of *Dendrobium* 'Eiskul'. The National Chitin-Chitosan Conference. Bangkok. Thailand. July 17-18, 2003. P. 60-64.

Mason, M.E., Davis, J.M. 1997. Defense response in slash pine: Chitosan treatment alter the abundance of specific mRNA. Mol Plant Microbe Interact 10: 135-137.

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

Prychid, C. J., Rudall, P. J., Gregory, M. 2003. Systematics and biology of silica bodies in Monocotyledons. The Botanical Review. 69: 377-440.

Sharathchandra, R.G., Niranjan Raj, S., Shetty, K.N., Amruthesh, K.N., and Shekar Shetty, H. 2004. A chitosan formulation Elexa^{tm} induces downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. Crop Protection. 23:881-888.

Tham, L.X., Nagasawa, N., Matsuhashi, S., Ishioka, N.S., Ito, T., Kume, T. 2001. Effect of radiation-degraded chitosan on plants stressed with vanadium. Radiation Physics and Chemistry. 61: 171-175.

Zhang, J. and Kirkham, M. B. 1996. Enzymatic responses of the ascorbate glutathione cycle to drought in sorghum and sunflower plants. Plant Science. 113:139-147.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย