,j

วิทยานิพนธ์

การศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

A STUDY ON THE EFFECTS OF PACLOBUTRAZOL AND CHITOSAN ON GROWTH AND DEVELOPMENT OF *PLATYCERIUM RIDLEYI* H. CHRIST. YOUNG SPOROPHYTES

นางสาวสุนิสา แสงวิโรจนพัฒน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2551

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

ปริญญา

พืชสวน	พืชสวน
สาขา	**ภาควิชา**

เรื่อง การศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

A Study on the Effects of Paclobutrazol and Chitosan on Growth and Development of *Platycerium ridleyi* H. Christ. Young Sporophytes

นามผู้วิจัย นางสาวสุนิสา แสงวิโรจนพัฒน์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์ หม่อมหลวง จารุพันธ์ ทองแถม, วท.ม.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัฒน ทวีโภค, Ph.D.)

กรรมการ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุมน มาสุธน, วท.ม.)

กรรมการ .....

(รองศาสตราจารย์พูนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์พูนพิภพ เกษมทรัพย์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

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

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

A Study on the Effects of Paclobutrazol and Chitosan on Growth and Development of *Platycerium ridleyi* H. Christ. Young Sporophytes

โดย

นางสาวสุนิสา แสงวิโรจนพัฒน์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)
พ.ศ. 2551

สุนิสา แสงวิโรจนพัฒน์ 2551: การศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เกษตรศาสตร์) สาขาพืชสวน ภาควิชาพืชสวน ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ หม่อมหลวง จารุพันธ์ ทองแถม, วท.ม. 64 หน้า

เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง เป็นเฟินอิงอาศัยที่ค่อนข้างหายากและใกล้จะสูญพันธุ์ในสภาพธรรมชาติปัจจุบัน ถึงแม้ขยายพันธุ์ได้ด้วยการเพาะสปอร์และวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่ปัญหาสำคัญของการขยายพันธุ์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง คือการย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์เนื่องจากที่สภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันต้นอ่อนจะตายเป็นจำนวนมาก จึงทำการศึกษาวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซาน ต่อการเพิ่มอัตราการรอดชีวิต และศึกษาผลทางสรีรวิทยาของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ผลการทดลองการใช้พาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้นต่าง ๆ เติมลงในวัสดุปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ พบว่า พาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 40 ppm มีผลทำให้อัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนเท่ากับร้อยละ 63.33 ซึ่งมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ย จำนวนใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งราก/ยอด เฉลี่ย และความหนาใบ มีค่าเท่ากับ 1.66 ซม 1.98 ซม 3.11 ใบ 2.00 และ 0.20 มม. ตามลำดับ ส่วนการศึกษาผลของ ไคโตซาน ความเข้มข้นต่าง ๆ ที่เติมลงในวัสดุปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ พบว่า ไคโตซาน ความเข้มข้น 90 ppm มีผลทำให้อัตราการรอดชีวิตเท่ากับร้อยละ 66.67 ซึ่งมีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ย จำนวนใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งราก/ยอด เฉลี่ย และความหนาใบ มีค่าเท่ากับ 1.4 ซม 1.98 ซม 4.56 ใบ 0.74 และ 0.18 มม. ตามลำดับ เมื่อทำการศึกษาผลกระทบของสารทั้งสองที่มีต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ และอัตราการคายน้ำ พบว่าเมื่อเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 40 ppm และ ไคโตซาน ความเข้มข้น 90 ppm มีค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ไม่แตกต่างจากชุดควบคุม และการตอบสนองต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ พบความแปรปรวนระหว่างใบ จึงไม่อาจสรุปแนวโน้มของอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานได้

/ /

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่อประธานกรรมการ

Sunisa Sangvirotjanapat 2008: A Study on the Effects of Paclobutrazol and Chitosan on Growth and Development of *Platycerium ridleyi* H. Christ. Young Sporophytes. Master of Science (Agriculture), Major Field: Horticulture, Department of Horticulture. Thesis Advisor: Associate Professor M.L. Charuphant Thongtham, M.Sc. 64 pages.

Platycerium ridleyi H.Christ. is one of the rare epiphytic ferns which are close to extinction in their natural habitat. At present, the propagation of *P. ridleyi* is done by sporing and *in vitro* culture, but during the transplanting of the young sporophytes. The sudden change from the closed environment of the culture causes high percentage of losses. In this investigation, we aimed to study the effects of paclobutrazol and chitosan on the survival rates of young sporophytes of *P. ridleyi* and the physiological performance of this particular fern. The experiments were divided into 3 parts.

In the first experiment, in order to study the effects of different concentrations of paclobutrazol on young sporophytes of *P. ridleyi*, the culture medium was drenched with paclobutrazol solutions. The result showed that paclobutrazol at 40 ppm resulted in a mortality rate of 63.33 percent, with the highest width, length, number of frond, root/shoot ratio and lamina thickness at 1.66 cm., 1.98 cm., 3.11 fronds, 2.00 and 0.20 mm., respectively. In the second experiment, the culture medium was drenched with different concentrations of chitosan. The result showed that chitosan at 90 ppm gave a mortality rate of 66.67 percent with the highest width, length, number of frond, root/shoot ratio and lamina thickness at 1.4cm, 1.98cm, 4.56fronds, 0.74 and 0.18mm., respectively. In the third experiment, it was found that paclobutrazol at 40 ppm and chitosan at 90 ppm showed photosynthesis rate, transpiration rate, photosynthesis rate/transpiration rate ratio with no different from treatment control and CO_2 respond curve of photosynthesis rate showed some fluctuation among its foliages, therefore the influences of paclobutrazol and chitosan to this fern species can not be concluded.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ม.ล. จารุพันธ์ ทองแถม ประธานกรรมการที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำแนะนำ ในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนกรุณาตรวจทานแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. พัฒน ทวีโภค รศ.ดร. พูนพิภพ เกษมทรัพย์ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ผศ. สุมน มาสุธน กรรมการที่ปรึกษาวิชารอง และ ดร. ประดิษฐ์ แสงทอง ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ผศ. ดร. อลิศรา มีนะกนิษฐ ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องวัดความเข้มแสงที่ใช้ในการทดลอง ผศ. ธัญญะ เตชะศีลพิทักษ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ปลูกเลี้ยงตัวอย่างพืชระหว่างการทดลอง และ ดร.ปิยเกษตร สุขสถาน ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ คุณสุภาภรณ์ รอดประดิษฐ์ คุณเบญจมาศ อ้อยอิสรานุกูล และคุณวิชุดา วงษ์ประเสริฐ พี่ ๆ เพื่อน ๆ ที่ให้การช่วยเหลือสนับสนุนที่เป็นกำลังใจที่สำคัญระหว่างทำวิทยานิพนธ์ตลอดมา และช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่น้อง ที่สร้างครอบครัวที่อบอุ่น มอบความรัก เป็นกำลังใจ และสนับสนุนในด้านการศึกษาเสมอมา

สุนิสา แสงวิโรจนพัฒน์

พฤษภาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
อุปกรณ์	11
วิธีการ	12
ผลและวิจารณ์	18
ผล	18
วิจารณ์	50
สรุปและข้อเสนอแนะ	53
สรุป	53
ข้อเสนอแนะ	54
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	55
ภาคผนวก	60

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงระยะเวลาการพัฒนาของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งจากสปอร์จนเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์ โดยเพาะในระบบปลอดเชื้อด้วยอาหารสูตร Murashige & Skoog ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 30	19
2	ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง	28
3	ผลของความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง	34
4	อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน	37
5	อัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน	37
6	อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) และอัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน	38
7	อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน	39
8	อัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน	40

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

9 อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) และอัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน 41

ตารางผนวกที่ **หน้า**

1 องค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige & Skoog (Mirashige และ Skoog, 1962) 61

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง (*Platycerium ridleyi* H. Christ.)	5
2	การวัดความกว้างและความยาวแต่ละใบ และการวัดความกว้างและความยาวของทรงพุ่ม ของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง	15
3	การนับหมายเลขใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง	15
4	ระยะการพัฒนาตั้งแต่สปอร์จนเกิดเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง	21
5	ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อความกว้างใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ตลอด 8 สัปดาห์	24
6	ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อความยาวใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ตลอด 8 สัปดาห์	25
7	ลักษณะของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งและหมายเลขใบของต้นที่รอดชีวิตหลังได้รับพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	26
8	ผลของความเข้มข้นของไคโตซานที่มีต่อความกว้างใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งตลอด 8 สัปดาห์	30
9	ผลของความเข้มข้นของไคโตซานที่มีต่อความยาวใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งตลอด 8 สัปดาห์	31
10	ลักษณะของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งและหมายเลขใบของต้นที่รอดชีวิตหลังได้รับไคโตซานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 8 สัปดาห์	32
11	การตอบสนองต่อแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง เมื่อกำหนดความเข้มข้นของ CO_2 เท่ากับ 360 ppm	35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

12 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) และ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm และได้รับ ไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm 45

13 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) 46

14 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) 47

15 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm 48

16 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm 49

ภาพผนวกที่

1 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (Portable Photosynthesis System รุ่น LI6400 ของบริษัท LI-COR) 62

2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550 63

3 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550 63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
4	ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550	64

การศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและพัฒนาการของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

A Study on the Effects of Paclobutrazol and Chitosan on Growth and Development of *Platycerium ridleyi* H. Christ. Young Sporophytes

คำนำ

เฟินชายผ้าสีดาเป็นเฟินอิงอาศัยที่หายากและใกล้สูญพันธ์ในธรรมชาติโดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศไทย เนื่องจากเฟินกลุ่มนี้มีความสวยงามและได้รับความนิยมนำมาประดับตกแต่งสวน เฟินชายผ้าสีดาสร้างใบได้ 2 ลักษณะที่แตกต่างกันทั้งรูปร่างและหน้าที่ ใบลักษณะที่หนึ่งคือใบกาบที่โอบเกาะหุ้มรากเข้ากับต้นไม้ใหญ่ทำให้มีลักษณะเป็นพืชอิงอาศัย และใบลักษณะที่สองคือใบสร้างสปอร์ที่แผ่นใบห้อยลงหรือตั้งขึ้นเพื่อกระจายสปอร์ ในสกุลเฟินชายผ้าสีดา พบว่า เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง (*Platycerium ridleyi* H. Christ.) เป็นที่ต้องการของผู้ปลูกเลี้ยงมาก เพราะมีลักษณะสวยงามและแตกต่างจากชนิดอื่นอย่างเด่นชัด คือ ใบกาบมีลวดลายเป็นสันนูนคล้ายก้นหอยเวียนจากโคนใบไปยังปลายใบ ซึ่งเกิดจากเส้นใบที่โป่งพองออก และใบสร้างสปอร์ที่แตกแขนงและตั้งขึ้นคล้ายเขาของกวาง

เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งขยายพันธุ์โดยวิธีเพาะสปอร์ ซึ่งสามารถเพาะได้ต้นอ่อนสปอโรไฟต์ภายในเวลา 6-8 เดือนหลังจากเพาะสปอร์ (เฟินสยาม, 2551) ซึ่งนับเป็นเวลาที่ไม่นานนักเมื่อเทียบกับเฟินชายผ้าสีดาชนิดอื่น ๆ หรือแม้แต่วิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อก็มีการผลิตเฟินชายผ้าสีดาหลายชนิดเป็นการค้าระดับประเทศ แต่ขั้นตอนที่เป็นปัญหาสำคัญในการผลิตคือ การปรับสภาพเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งจากสภาพปิด แล้วย้ายปลูกในสภาพโรงเรือนต่อไปนั่นเอง

การย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ของเฟินชายผ้าสีดาในโรงเรือน ซึ่งมีสภาพแวดล้อมแตกต่างจากสภาพปิดของการเพาะสปอร์ โดยในโรงเรือนมีความชื้นที่ลดลง อุณหภูมิสูงขึ้น ความเข้มแสงมากขึ้นและไม่สม่ำเสมอ ปัจจัยทั้งหมดนี้ทำให้ต้นอ่อนสูญเสียน้ำและตายไป (Wee *et al*., 1992) การวิจัยในครั้งนี้จึงได้ทดลองให้พาโคลบิวทราโซลและไคโตซานแก่ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้งเพื่อเพิ่มอัตราการรอดชีวิต นอกจากนี้ยังศึกษาถึงการเจริญเติบโต รวมถึงผลต่ออัตราสังเคราะห์แสง และอัตราการคายน้ำของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในระยะ สปอโรไฟต์อีกด้วย

วัตถุประสงค์

1. ศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานที่มีผลต่อการย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

2. ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานเพื่อลดการสูญเสียน้ำในการย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

การตรวจเอกสาร

1. เฟินสกุลชายผ้าสีดา (*Platycerium*)

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

เฟินชายผ้าสีดา จัดอยู่ในวงศ์ Polypodiaceae สกุล *Platycerium* มีชื่อสามัญคือ Staghorn Fern มีลักษณะทางพฤกษศาสตร์ดังนี้ **สภาพการเจริญเติบโต** จัดเป็นเฟินอิงอาศัยหรือเป็นเฟินเกาะหิน เจริญเป็นต้นเดี่ยวหรือเป็นกลุ่ม **ลำต้น** เกาะเลื้อย มีเกล็ดขึ้นปกคลุม เกล็ดมีรูปร่างหลายแบบ เช่น รูปพัด รูปหอก เฟินชายผ้าสีดาบางชนิด เช่น *P. alcicorne*, *P. andinum*, *P. elephantotis*, *P. ellisii*, *P. madagascariense*, *P. quadridichotomum*, *P. stemaria*, *P. bifurcatum* มีหน่อตาที่ปลายราก (adventitious buds) ซึ่งสามารถเจริญเป็นต้นใหม่ได้ (Hoshizaki and Price, 1990) **ใบ** มีภาวะทวิสัณฐาน **ใบกาบ** ไม่มีก้านใบหรือมีก้านใบสั้นมาก ไม่มีรอยต่อกับลำต้น มีขนรูปดาว ไม่สร้างสปอร์ ใบแก่ติดทนกับลำต้น การเรียงตัวของใบทำให้มีลักษณะคล้ายรังนก แผ่นใบตั้งขึ้น ส่วนบนแผ่ออก ส่วนล่างประกบกับวัสดุ ขอบเรียบหรือหยัก เส้นใบร่างแห **ใบสร้างสปอร์** มีก้านใบสั้น ๆ มีรอยต่อกับลำต้น เนื้อใบหนาคล้ายหนัง สร้างสปอร์แผ่นใบตั้งขึ้นหรือห้อยลง ขอบแผ่นใบเรียบหรือแยกสองแฉก (dichotomous branching) หลายครั้ง **อับสปอร์** เกิดที่ปลายใบหรือระหว่างรอยแฉกของใบ ก้านอับสปอร์ยาว แอนนูลัสเซลล์เรียงตามยาว หนึ่งอับสปอร์มีจำนวนสปอร์ 64 หรือ 8 สปอร์ สปอร์รูปไต มีช่องเปิดเดี่ยว ยาว ¼ ถึง ½ ของสปอร์ (Tryon and Tryon, 1982)

1.2 การกระจายพันธุ์ของเฟินสกุลชายผ้าสีดา

ทั่วโลกพบเฟินชายผ้าสีดาทั้งหมด 15 ชนิด (Hennipman and Roos, 1982) กระจายใน 3 พื้นที่ในทวีปต่าง ๆ (Kramer and Green, 1990) ดังนี้

1. ทวีปแอฟริกาและหมู่เกาะมาดากัสการ์ พบ 6 ชนิด คือ *Platycerium alcicorne*, *P. elephantotis*, *P. ellisii* , *P. madagascariense*, *P. quadridichotomum*, *P. stemaria*

2. ทวีปเอเชีย พบ 8 ชนิด คือ *Platycerium bifurcatum*, *P. coronarium*, *P. grande* , *P. holttumii*, *P. ridleyi*, *P. superbum*, *P. wallichii*, *P. wandae*

3. ทวีปอเมริกา พบ 1 ชนิด คือ *Platycerium andinum*

ในประเทศไทยพบเฟินชายผ้าสีดา 3 ชนิดในปี พ.ศ. 2532 (Takawa and Iwashuki, 1989) และสำรวจพบเพิ่มอีก 1 ชนิดคือ *P. ridleyi* เป็น 4 ชนิด (Boonkerd and Pollawatn, 2000 และส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้, 2544)

1. ตองห่อข้าวย่าบา (*P. waliichii* Hook.)
   แหล่งที่พบ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคกลาง ภาคตะวันออก ภาคใต้

2. ชายผ้าสีดา (*P. holttumii* (De Jonch. & Hennipman))
   แหล่งที่พบ ภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคตะวันออก ภาคใต้

3. ห่อข้าวสีดา (*P. coronarium* (König *ex* Müller) Desvaux.))
   แหล่งที่พบ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก ภาคใต้

4. เขากวาง (*P. ridleyi* H. Christ.)
   แหล่งที่พบ ภาคใต้

2. เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง (*Platycerium ridleyi* H. Christ.)

ในประเทศไทยพบเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง (ภาพที่ 1) ในพื้นที่จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช พัทลุง และตรัง โดยเจริญโอบเกาะอยู่กับกิ่งไม้ยาง (*Dipterocarpus* sp.) ในระดับสูง 30-40 เมตร (จารุพันธ์ และ ปิยเกษตร, 2550)

ภาพที่ 1 ลักษณะต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง (*Platycerium ridleyi* H. Christ.)

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ลำต้น เกาะเลื้อย เกล็ดเป็นรูปพัดและมีฐานตัด ขนาด กว้าง 0.4-0.9 เซนติเมตร ยาว 0.8-1.5 เซนติเมตร **ใบกาบ** กว้าง 20-40 เซนติเมตร ยาว 20-50 เซนติเมตร ขอบใบเรียบ เส้นใบนูนเด่นชัดเป็นสัน **ใบสร้างสปอร์** ยาวได้ถึง 60 เซนติเมตร แยกสองแฉกหลายครั้งมีลักษณะตั้งขึ้น สร้างสปอร์ที่แฉกแผ่นใบใกล้รอยแยกที่ฐาน และอยู่ในแนวระนาบ แฉกใบที่สร้างอับสปอร์ รูปรีหรือค่อนข้างกลม กว้าง 3-15 เซนติเมตร ยาว 5-17 เซนติเมตร อับสปอร์แทรกระหว่างขนรูปดาว (Hennipman and Roos, 1982)

2.2 การขยายพันธุ์

การขยายพันธุ์เฟินสกุลชายผ้าสีดาทำได้ 3 วิธี (Vail, 1984) คือ การเพาะสปอร์ การแยกหน่อ และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แต่เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งไม่มีหน่อตาที่ปลายราก จึงขยายพันธุ์ด้วยการเพาะสปอร์และการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเท่านั้น

1. การเพาะสปอร์ เป็นวิธีที่ผลิตพืชได้จำนวนมาก สปอร์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งสามารถพัฒนาและเกิดเป็นต้นสปอโรไฟต์ได้ภายในเวลา 4-6 เดือน แต่ต้องให้การดูแลอย่างใกล้ชิด ตลอดระยะเวลาการผลิต

2. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีการที่สามารถผลิตพืชได้จำนวนมาก และสามารถควบคุมแผนการผลิตที่แน่นอนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการผลิตพืช การศึกษาวิจัยเพาะเลี้ยงเฟินชายผ้าสีดา เขากวางใบตั้งและเฟินชายผ้าสีดาชนิดต่าง ๆ ในระบบปลอดเชื้อ ได้ให้ความสำคัญกับการศึกษาสูตรอาหาร และการพัฒนาเพื่อให้ได้ต้นอ่อนจำนวนมาก พบว่า สูตรอาหารสำหรับการเพาะสปอร์และเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง สามารถใช้สูตร Murashige & Skoog (Rodpradit, 2003) และ Miller & Miller (สมพร, 2537) การผันแปรของระดับความเข้มข้นของสูตรอาหาร มีผลต่อการเจริญเติบโต การขยายตัวของเซลล์ และการชักนำให้เกิดราก การเติมน้ำตาลลงในสูตรอาหารมีผลช่วยส่งเสริมการงอกของสปอร์ การพัฒนาของแกมีโตไฟต์ รวมถึงการเกิดเป็นต้นสปอโรไฟต์ด้วย ทั้งนี้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อใบ การเติมน้ำตาลร้อยละ 30 ชักนำให้เกิดตายอด และพัฒนาเป็นต้นอ่อนได้ ส่วนการเติมฮอร์โมน IAA ไม่มีผลชักนำให้เกิดราก และการเติมฮอร์โมน IBA ความเข้มข้น 40 μM มีผลยับยั้งการเกิดต้นอ่อนจากชิ้นส่วนใบ (Camloh and Gogala, 1991)

3. การปรับสภาพต้นสปอโรไฟต์จากสภาพปลอดเชื้อ

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์ที่อยู่ในสภาพปลอดเชื้อ เจริญอยู่ในสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตได้รับสารอาหาร แสง อุณหภูมิ และความชื้น ที่เหมาะสมตลอดการเจริญเติบโต พืชจึงยังไม่มีการปรับตัว เมื่อถึงระยะการย้ายปลูกต้นอ่อน ทำให้มีปัญหาในการปรับสภาพ พืชมีการสูญเสียน้ำจากต้นอย่างรวดเร็ว จนตายในที่สุด (Wee *et al*., 1992) การเพิ่มความแข็งแรงให้พืชเพื่อทำให้มีการปรับสภาพ โดยได้รับสภาวะเครียดในระยะสั้น ๆ จะชักนำให้พืชมีความสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้มากขึ้นเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า “Acclimation”

กระบวนการปรับสภาพนี้เป็นเปลี่ยนลักษณะทางกายภาพเท่านั้นไม่มีผลต่อพันธุกรรมของพืช (Taiz and Zeiger, 2002)

จากรายงานของ Wee *et al*. (1992) ทดลองปรับสภาพต้นอ่อนสปอโรไฟต์ *P. coronarium* และ *P. ridleyi* โดยการย้ายลงวัสดุปลูก และนำไปไว้ในห้องที่ได้รับแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ 8 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 วันก่อนย้ายปลูกในโรงเรือน ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดชีวิตสูงขึ้น หรือการใช้สารเคมีที่มีคุณสมบัติเพื่อลดการสูญเสียน้ำของพืช เช่น Paclobutrazol (Fernández *et al*., 2005) และ Chitosan (ศุภจิตรา, 2548)

4. พาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol : PBZ)

พาโคลบิวทราโซล (Paclobutrazol : [2RS, 3RS]-1-[4-chlorophenyl]-4,4-dimethyl-2-[1,2,4-triazol-1-yl]) เป็นสารในกลุ่ม Triazols พาโคลบิวทราโซลมีคุณสมบัติ 1.) ยังยั้งการทำงานของ gibberelin ในกระบวนการ microsomal oxidation ของ Kaurene, Kaurenol, Kaurenal ซึ่งเร่งปฏิกิริยาโดย Kaurene oxidase, cytochome P450 oxidase ซึ่งเป็นกระบวนการที่สารจะเปลี่ยนแปลงไปเป็น gibberellins ชนิดต่างๆ 2.) ยังยับยั้ง sterol biosynthesis ลด ABA, Ethylene และ IAA แต่เพิ่ม Cytokinin 3.) ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ chlorophyll แต่ในพืชที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล ไม่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง 4.) พืชจะมีความต้านทานในการขาดน้ำและผลของความเครียดจาก sulfer dioxide ผลของการต้านความเครียดเหล่านี้มาจากการเพิ่มขึ้นของ antioxidant (Arteca, 1996)

การศึกษาผลของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อการเจริญเติบโตและการใช้น้ำของพืชดังต่อไปนี้

ต้นอ่อนมะเขือเทศ เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ในระยะ 10 วันก่อนย้ายปลูก ทำให้ต้นอ่อนมีความทนทานต่อการสูญเสียน้ำและลดการตายเนื่องจากการย้ายปลูกได้ โดยผลผลิตไม่แตกต่างจากชุดควบคุมแต่มีผลด้านเวลาในการเก็บเกี่ยวสุกแก่เร็วกว่าชุดควบคุม 7-10 วัน (Souza-Machado *et al.*, 1999)

Dianthus caryophyllus สำหรับการผลิตเป็นไม้กระถาง ผลจากการใช้พาโคลบิวทราโซลด้วยการรดลงดินมีประสิทธิภาพดีกว่าการพ่นที่ใบ โดยใช้ความเข้มข้น 0.51 มิลลิกรัมต่อกระถางใน

ฤดูหนาว และใช้ความเข้มข้น 0.25 มิลลิกรัมต่อกระถาง ในฤดูใบไม้ผลิ มีผลทำให้มีคุณภาพต้นที่ดีขึ้น โดยทรงพุ่มกระทัดรัดขึ้น ใบมีสีเขียวเข้มขึ้น และสีดอกเข้มกว่ากลุ่มควบคุม (Bañón *et al.*, 2002)

Phillyrea angustifolia เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลร่วมกับการลดการให้น้ำในระยะย้ายปลูกในโรงเรือนเพื่อชักนำให้เกิดความทนทานในการปลูกในสภาพแปลง โดยใช้ความเข้มข้น 30 และ 40 มิลลิลิตรต่อลิตร โดยการรดลงดิน มีผลทำให้มีผลการเปลี่ยนแปลงทางสัณฐานวิทยา โดยเพิ่มอัตราส่วนระหว่างรากและยอด และความหนาแน่นของปากใบ ลดพื้นที่ใบ เพิ่มความทนทานต่อการขาดน้ำในระยะย้ายปลูก (Fernández *et al.*, 2005)

ส้ม (*Citrus* spp.) ในสภาพปลอดเชื้อ เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ในอาหารเพาะเลี้ยง มีผลทำให้ต้นอ่อนรอดชีวิตเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 97 แต่มีการเจริญของลำต้นและรากลดลง (Hazarika *et al*., 2002)

ถั่ว เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 8.5 หรือ 17.0 ไมโครโมล มีผลยับยั้งการยืดยาวของเซลล์ พื้นที่ใบลดลง ทำให้ความหนาแน่นของปากใบเพิ่มขึ้นทั้งด้านหลังใบและท้องใบ การสูญเสียน้ำน้อยลง (Tari, 2003/2004)

5. ไคโตซาน (Chitosan : CT)

สารไคติน เป็นสารประกอบในธรรมชาติที่มีปริมาณมาก สามารถพบได้ทั่วไป ในผนังเซลล์ของจุลชีพจำพวกเห็ดรา และ ยีสต์ นอกจากนี้ยังพบได้ในปริมาณสูงในเปลือกแข็งภายนอกที่หุ้มตัวของสัตว์ที่มีลักษณะเป็นข้อปล้อง (Arthopod) ทั้งหมด อันได้แก่ แมลง กุ้ง กั้ง ปู เป็นต้น

นอกจากนี้สัตว์จำพวกหอยและหมึกก็มีสารไคตินอยู่เช่นกันโดยพบมากในแกนของหมึก สำหรับไคโตซาน นั้นในธรรมชาติพบได้น้อย จะสามารถพบได้ในผนังเซลล์ของเห็ดราและยีสต์บางชนิดเท่านั้น ดังนั้นไคโตซานส่วนใหญ่ที่มีใช้กันอยู่นั้นได้มาจากการผลิตและแปรรูปมาจากสารไคติน สารไคติน-ไคโตซาน ในธรรมชาติเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาลกลูโคสที่เรียกว่าน้ำตาลเอ็น-อะซิทิล-ดี-กลูโคซานมีน (*N*-acetyl-D-glucosamine) มาสังเคราะห์เป็นสายยาวขนาดต่าง ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตพวกเห็ดรา กุ้ง ปู นำสารไคตินมาใช้ให้ความแข็งแรงกับเซลล์ สารไคตินมีโครงสร้างคล้าย

สารเซลลูโลสที่พบในเนื้อไม้ทั่วไป ในบางครั้งเราอาจพบน้ำตาลอีกชนิดหนึ่ง คือ น้ำตาลกลูโคซามีน (Glucosamine) ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของน้ำตาล เอ็น-อะซิทิล-ดี-กลูโคซามีน ผสมอยู่ด้วย น้ำตาลชนิดนี้ต่างจากน้ำตาล เอ็น-อะซิทิล-ดี-กลูโคซามีนที่ไม่มีหมู่อะซิทิลต่ออยู่ที่หมู่อะมิโน ไคตินและไคโตซาน ต่างกันที่อัตราส่วนของน้ำตาลสองชนิดนี้ การตรวจสอบทำได้โดยละลายในสารละลายกรดอินทรีย์อ่อน ๆ เช่น กรดน้ำส้มสายชู กรดมะนาว ที่ความเข้มข้นร้อยละ 1-2 หากเป็นไคโตซานจะสามารถละลายน้ำได้ และสารไคโตซาน จะไม่ละลายในสารละลายที่มี pH สูงกว่า 6 (รัฐ, 2548)

ไคโตซาน มีผลต่อพืชในหลายกระบวนการ เช่น การต้านทานโรคของพืช การต้านทานหนอนกินพืช การปิดเปิดปากใบของพืช การสร้างสีในพืช การเจริญเติบโตของพืช และการยืดอายุผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ดีการศึกษาส่วนมากในปัจจุบันเน้นในเรื่องการป้องกันตัวเองของพืช การประยุกต์ไคโตซานในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้น้ำ มีข้อควรระวังเกี่ยวกับปริมาณการใช้และชนิดของพืชเนื่องจากการปิด-เปิดปากใบจะส่งผลต่อการแลกเปลี่ยนก๊าซของพืชที่จะโยงไปถึงความสามารถในการสร้างอาหารและการเจริญเติบโต แต่มีงานวิจัยบางชิ้นที่รายงานว่าไคโตซาน มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตในพืช (ศุภจิตรา, 2548)

การศึกษาผลของไคโตซานที่มีต่อการเจริญเติบโตและการใช้น้ำของพืชดังต่อไปนี้

พริก เมื่อได้รับไคโตซานความเข้มข้น 1 กรัมต่อลิตร ด้วยการฉีดพ่นที่ใบ ทำให้ปากใบของพืชเปิดน้อยลง ทำให้การสูญเสียน้ำลดลงประมาณร้อยละ 26-43 โดยผลผลิตไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Bittelli *et al.*, 2001)

ต้นอ่อนมะเขือเทศที่มีใบคู่แรก เมื่อได้รับไคโตซานสามารถเพิ่มความทนทานต่อสภาพหนาวเย็นได้ โดยฉีดพ่นไคโตซานที่ช่วงความเข้มข้น 1/1500 – 1/100 (น้ำหนัก:ปริมาตร) ทำให้ต้นอ่อนสามารถอยู่ที่อุณหภูมิ 6 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 5 วัน และหลังจากนำออกปลูกในโรงเรือน ต้นที่ได้รับไคโตซานสามารถทนสภาพอากาศที่แห้งแล้งได้ดีขึ้น มีการสังเคราะห์แสงการตรึง CO_2 ที่ดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Sun *et al*., 2004)

ไม้ประดับกระถาง การเมื่อได้รับไคโตซานที่ผ่านการฉายรังสีแกมมาที่ 100kGy มีผลส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืชพบว่าความเข้มข้นที่เหมาะสมกับพืชแต่ละชนิดคือ *Chrysanthemum morifolium* 70-100 มิลลิกรัมต่อลิตร *Limonium latifolium* 30-100 มิลลิกรัมต่อลิตร *Eustoma*

grandiflorum 50-100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยที่ได้รับไคโตซาน มีผลทำให้น้ำหนักมวลชีวภาพ ความสูงต้น และความยาวรากเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ยังเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนที่ย้ายปลูกในโรงเรือนในระยะเวลา 10-30 วันอีกด้วย (Luan *et al*., 2005)

ผลของการให้สารละลายไคโตซาน ความเข้มข้นร้อยละ 1 และสารละลายปุ๋ยไนโตเจน ความเข้มข้นร้อยละ 1 แก่ต้นอ่อน *Eustoma grandiflorum* cv. Kairyou Wakamurasaki โดยการรดลงดิน ทำให้ต้นอ่อนมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเทียบกับการให้สารตัวใดตัวหนึ่งเพียงอย่างเดียว (Ohta *et al*., 2000a) และเมื่อมีการทดลองเพิ่มใน *Torenia fournieri* cv. Panda Rose, *Exacum affine* cv. Dwarf Midget, *Begonia hiemalis* cv. Bela Nova, *Sinningia speciosa* cv. Brocade Red, *Lobelia erinus* cv. Riviera Rose, *Mimulus hybridus* cv. Misty Cream Spot, *Calceolaria herbeohybrida* cv. Midas และ *Campanula fragilis* cv. June Bell ต้นที่ได้รับไคโตซานร่วมกับปุ๋ยไนโตรเจนมีระยะการออกดอกที่เร็วกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานและพืชน่าจะสามารถดูดซึมไคโตซาน ทางรากได้ (Ohta *et al*., 2000b)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ต้นเฟินชายผ้าสีดา

1.1 ต้นอ่อนเฟินชายผ้าสีดาที่ได้จากการเพาะสปอร์ในสภาพปลอดเชื้อ เพื่อใช้ในการทดลองที่ 1 และ 2

1.2 ต้นเฟินชายผ้าสีดาที่ได้จากสวนคุณประยุทธ พลอยรัตน์ จังหวัดจันทบุรี เพื่อใช้ในการทดลองที่ 3

2. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเพาะสปอร์และการย้ายปลูกในสภาพปลอดเชื้อ

2.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าแบบละเอียดและหยาบสำหรับชั่งสารเคมี เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ เตาแก๊ส

2.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับเตรียมอาหารสูตร MS น้ำตาลซูโครส วุ้น และน้ำกลั่น

2.3 ตู้ปลอดเชื้อ ตะเกียงแอลกอฮอล์ มีดผ่าตัด ปากคีบ จานแก้ว กระดาษกรอง ขวดน้ำกลั่น ขวดแอลกอฮอล์

2.4 สารเคมีฟอกฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ เช่น สารลดแรงตึงผิว แอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 70 สารละลาย Chlorox® (sodium hypochlorite) ความเข้มข้นร้อยละ 12

3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการย้ายปลูกต้นเฟินชายผ้าสีดาในโรงเรือน

3.1 สารเคมี

3.1.1 พาโคลบิวทราโซล มีชื่อทางการค้าว่า พรีดิคท์ 10%

3.1.2 ไคโตซาน มีชื่อทางการค้าว่า Fluka

3.1.3 ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำ มีชื่อทางการค้าว่า โพคอนสูตร 16-16-16

3.2 วัสดุปลูก ได้แก่ ดินพีท สแฟกนัมมอส กาบมะพร้าวสับ

4. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บผลการทดลอง

4.1 เครื่องเก็บข้อมูลสภาพอากาศ (HOBO series7)

4.2 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด (Portable Photosynthesis System รุ่น LI6400)

วิธีการ

1. การเพาะสปอร์และการเตรียมต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งเพื่อย้ายปลูกในโรงเรือน

1.1 การเพาะสปอร์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในสภาพปลอดเชื้อ

ฟอกฆ่าเชื้อสปอร์โดย Sodium Hypochlorite ความเข้มข้นร้อยละ 12 และเติมสารลดแรงตึงผิว 1-2 หยด นาน 12 นาที แยกสปอร์ออกจากสารละลายฟอกฆ่าเชื้อ โดยกระดาษกรอง Whatman® no.1 ในตู้เพาะเลี้ยง จากนั้นล้างสปอร์ด้วยน้ำกรองนึ่งฆ่าเชื้อ 100 มิลลิลิตร หยดสปอร์ที่แขวนลอยในน้ำลงในอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 30 โดยเพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความเข้มแสงประมาณ 55 $\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ ช่วงแสง 16 ชั่วโมง/วัน เปลี่ยนอาหารทุก 30 วัน ในการเปลี่ยนอาหารครั้งสุดท้ายเปลี่ยนสูตรอาหารเป็น สูตร half MS ที่เติมน้ำตาลให้มีความเข้มข้นร้อยละ 20

1.2 การเตรียมต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งเพื่อย้ายปลูกในโรงเรือน

เมื่อสปอร์พัฒนาจนเกิดเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์ในสภาพปลอดเชื้อ ย้ายต้นอ่อนสปอโรไฟต์ปลูกในกล่องพลาสติกใส โดยใช้พีทมอสเป็นวัสดุปลูก และเลี้ยงในห้องควบคุมอุณหภูมิเพื่อปรับสภาพเป็นเวลา 1 เดือน คัดเลือกต้นที่มีขนาดทรงพุ่ม 2 เซนติเมตร ย้ายปลูกในโรงเรือนที่มีสภาพเปิด เพื่อทำการทดลองที่ 1 และ 2 ต่อไป โดยปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ในกระถางขนาด 1 นิ้ว และใช้สแฟกนัมมอสเป็นวัสดุปลูก รดน้ำทุกวัน และให้ปุ๋ยเกล็ดละลายน้ำฉีดพ่นทางใบทุก 7 วัน เก็บข้อมูลสภาพอากาศ อุณหภูมิ (^{o}C) ความชื้นสัมพัทธ์ (%) และความเข้มแสง (lum/sqf) ด้วยเครื่อง HOBO series7

2. การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อน สปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

คัดเลือกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ขนาดทรงพุ่ม 2 เซนติเมตร ปลูกลงในสแฟกนัมมอส แต่ละต้นได้รับสารละลายพาโคลบิวทราโซลต้นละ 10 มิลลิลิตร โดยการรดลงวัสดุปลูก วางแผนการทดลองแบบ CRD ประกอบด้วย 6 สิ่งทดลอง คือ ความเข้มข้นของสารพาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ส่วนในล้าน (ppm) แต่ละสิ่งทดลองทำซ้ำ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT)

3. การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

คัดเลือกต้นและปลูกเหมือนการทดลองที่ 1 วางแผนการทดลอง แบบ CRD ประกอบด้วย 5 สิ่งทดลอง คือ ความเข้มข้นของไคโตซาน ความเข้มข้น 0 30 60 90 และ 120 ppm เตรียมสารละลายไคโตซานโดย ละลายไคโตซานในกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 แต่ละสิ่งทดลองทำซ้ำ 5 ซ้ำ ซ้ำละ 3 ต้น

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

บันทึกผลการทดลองทั้งการทดลองที่ 1 และ 2 เป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. บันทึกผลการเจริญเติบโตหลังย้ายปลูกจนถึง 8 สัปดาห์ ดังนี้

1.1 ความกว้างและความยาวใบเฉลี่ย (เซนติเมตร) (ภาพที่ 2)

1.2 จำนวนใบที่สร้าง (ใบ) (ภาพที่ 3)

2. บันทึกผลหลังปลูกในโรงเรือนนาน 8 สัปดาห์ ดังนี้

2.1 อัตราการรอดชีวิต โดยนับจำนวนต้นที่รอดชีวิตเทียบเป็นร้อยละกับจำนวนต้นที่เริ่มปลูกในโรงเรือน ดังนี้

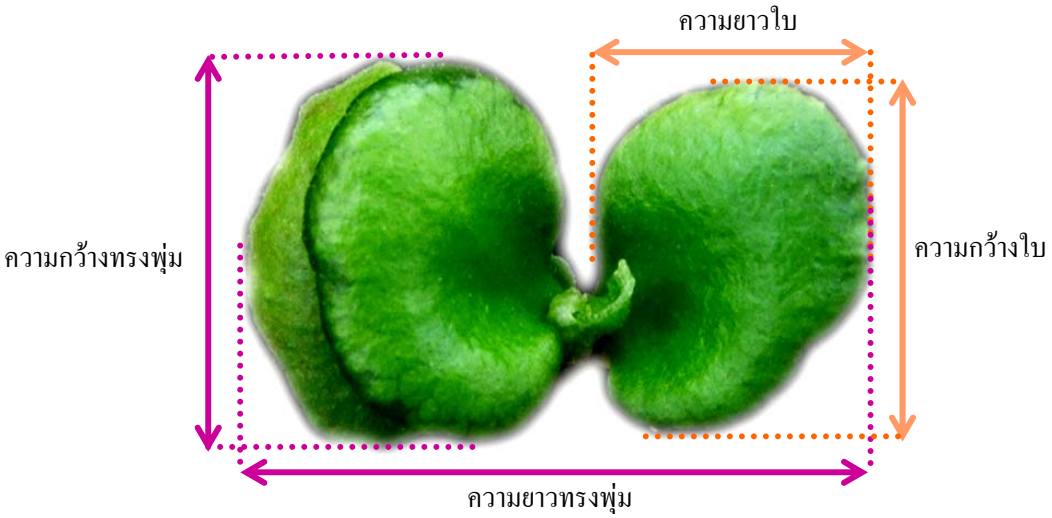
อัตราการรอดชีวิต = (จำนวนพืชที่รอดตาย/ จำนวนพืชที่เริ่มปลูกในโรงเรือน) X 100

2.2 ความกว้างทรงพุ่มและความยาวทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) โดยวัดจากขอบใบด้านความกว้างของคู่ใบที่อยู่ตรงข้ามกันเป็นความกว้างทรงพุ่ม และวัดจากส่วนที่กว้างที่สุดจากขอบใบที่อยู่ตรงข้ามกันเป็นความยาวทรงพุ่ม (ภาพที่ 2)

2.3 จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ)

2.4 อัตราส่วนน้ำหนักแห้งยอดต่อรากเฉลี่ย

2.5 ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร) วัดความหนาของใบที่ตำแหน่งกึ่งกลางใบที่มีความกว้างมากที่สุด โดยตัดตามขวางของใบและวัดความหนาของใบโดยใช้ ocular micrometer ทำการวัด 9 ครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ย



ภาพที่ 2 การวัดความกว้างและความยาวแต่ละใบ และการวัดความกว้างและความยาวของ ทรงพุ่ม ของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ภาพที่ 3 การนับหมายเลขใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

4. การทดลองที่ 3 ผลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำของต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

นำต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่มีทรงพุ่ม 20 เซนติเมตร ปลูกลงในกาบมะพร้าวสับ จำนวน 15 กระถาง แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 ชุดควบคุม กลุ่มที่ 2 รดพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm 50 มิลลิลิตร บนวัสดุปลูก และกลุ่มที่ 3 รดไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm 50 มิลลิลิตร บนวัสดุปลูก ในการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิแบ่งการทดลองเป็น 2 ส่วน ดังนี้

4.1 วัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$) และ อัตราการคายน้ำ ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$) ด้วยเครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงระบบเปิด โดยกำหนดความเข้มแสงที่ 500 $\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$ และปรับความเข้มข้นของ CO_2 เท่ากับ 360 ppm และตั้งอุณหภูมิใบและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศให้มีค่าคงที่อยู่ที่ประมาณ 28 ^{o}C และ 75% เครื่องจะบันทึกและคำนวณค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (ขณะที่เครื่องวัดอ่านแต่ละขณะจะกดสัญญาณให้บันทึกค่า โดยพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนรวมของการวัด (total CV) ให้มีระดับต่ำกว่า 1 ลงไปและพิจารณาประกอบว่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิที่คำนวณได้ในขณะนั้นมีระดับค่อนข้างนิ่ง)

4.2 ผลของการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิวัดโดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกับการวัดอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ แต่ปรับความเข้มข้นของ CO_2 ให้ผันแปรจากระดับปกติ แล้วลดลงเป็นขั้น ๆ ในช่วง 1,600 – 0 $\mu mol\ CO_2\ m^{-1}$ air กำหนดความเข้มแสงที่ใบได้รับให้มีค่าสูงสุดคงที่เท่ากับ 80 $\mu mol\ PPF\ m^{-2}s^{-1}$ ควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ให้คงที่อยู่ที่ประมาณ 28 ^{o}C และ 75%

ทำการทดลอง 2 ชุด โดยชุดที่ 1 ทำการทดลองในเดือนตุลาคม 2550 แต่ละสิ่งทดลองทำ 1 ซ้ำ ซ้ำละ 1 ต้น และชุดที่ 2 ทำการทดลองในเดือนมกราคม 2551 แต่ละสิ่งทดลองทำ 6 ซ้ำ ซ้ำ ละ 1 ต้น

นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และเปรียบเทียบความแตกต่างของต้นที่ไม่ได้รับสาร(ชุดควบคุม) และได้รับพาโคลบิวทราโซลหรือไคโตซาน โดยทดสอบค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ T-test

สถานที่และระยะเวลาทำการทดลอง

1. สถานที่ทำการทดลอง

มูลนิธิโครงการหลวงกรุงเทพฯ
ห้องปฏิบัติการภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ห้องปฏิบัติการภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ระยะเวลาทำการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง มีนาคม 2549 สิ้นสุดการทดลอง กุมภาพันธ์ 2551

ผลและวิจารณ์

ผล

1. การเพาะสปอร์และการเตรียมต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งเพื่อย้ายปลูกในโรงเรือน

เมื่อเพาะสปอร์บนอาหารสูตร Murashige & Skoog (MS) ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 30 ในสภาพได้รับแสง นาน 16 ชั่วโมงต่อวัน เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยายเลนส์วัตถุ 10 เท่า พบว่า สัปดาห์ที่ 2-4 พบสปอร์บางส่วนเริ่มงอก สัปดาห์ที่ 4-6 พบแกมีโตไฟต์ระยะเส้นสาย (protonema) และมีการสร้างไรซอยด์ สัปดาห์ที่ 6-10 พบการพัฒนาไปเป็นแผ่นแกมีโตไฟต์รูปหัวใจที่เรียกว่า โปรทัลลัส (prothallus) โดยระยะนี้แผ่นโปรทัลลัสจะมีการสร้างไรซอยด์เพิ่มมากขึ้น เมื่อแผ่นโปรทัลลัสโตเต็มที่ จะสร้างเซลล์สเปิร์มภายในอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (antheridium) และสร้างเซลล์ไข่ภายในอวัยวะสืบพันธุ์เมีย (archegonium) หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 6-8 สัปดาห์ และ 8-10 สัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อเซลล์ไข่ปฏิสนธิจะพัฒนาเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์หลังจากเพาะเลี้ยงนาน 12 สัปดาห์ (ภาพที่ 4)

แยกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ย้ายปลูกในอาหารสูตร MS ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 30 เป็นเวลา 60 วัน โดยย้ายอาหารทุก 30 วัน และเปลี่ยนย้ายปลูกในอาหารสูตร half MS ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 20 เป็นเวลา 30 วัน เพื่อให้ได้ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เพื่อใช้ในการทดลองที่ 1 และ 2

ตารางที่ 1 แสดงระยะเวลาการพัฒนาของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งจากสปอร์จนเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์ โดยเพาะในระบบปลอดเชื้อด้วยอาหารสูตร Murashige & Skoog ที่เติมน้ำตาลร้อยละ 30

ระยะการพัฒนา	สัปดาห์ที่ 0	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 10	สัปดาห์ที่12
สปอร์	→	→	→				
สปอร์เริ่มงอก		→	→				
ระยะการเจริญเป็นเส้นสาย			→	→			
ระยะการเจริญเป็นรูปหัวใจ				→	→	→	
ระยะการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้				→	→		
ระยะการสร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย					→	→	
ต้นอ่อนสปอโรไฟต์							→

ภาพที่ 4 ระยะการพัฒนาตั้งแต่สปอร์จนเกิดเป็นต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในสภาพปลอดเชื้อ

(ก) สปอร์ (กำลังขยาย 10 เท่า)

(ข) สปอร์เริ่มงอก (กำลังขยาย 10 เท่า)

(ค) ระยะการเจริญเป็นเส้นสาย (protonema) (กำลังขยาย 10 เท่า)

(ง) ระยะการเจริญเป็นรูปหัวใจ (prothallus) (กำลังขยาย 10 เท่า)

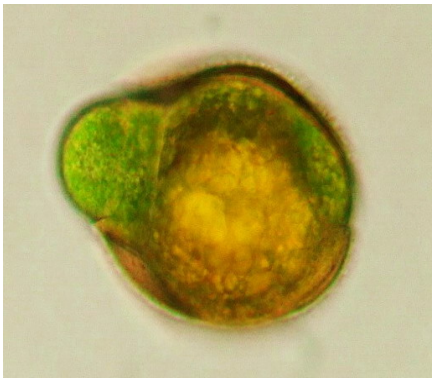
(จ) แผ่นแกมีโตไฟต์ที่สร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศผู้ (antheridium) (กำลังขยาย 10 เท่า)

(ฉ) แผ่นแกมีโตไฟต์ที่สร้างอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมีย (archegonium) (กำลังขยาย 10 เท่า)

(ช) ต้นอ่อนสปอโรไฟต์ (young sporophyte) ในขวดปลอดเชื้อ

(ซ) ต้นอ่อนสปอโรไฟต์อายุ 90 วันที่ย้ายปลูกลงในดินพีท

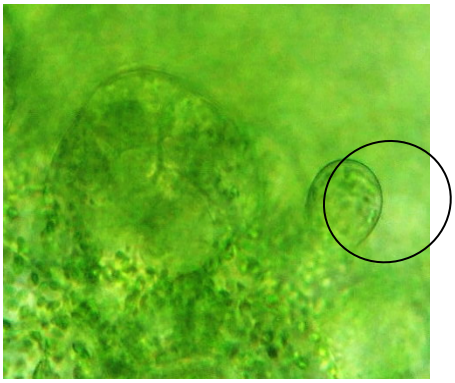
(ก)



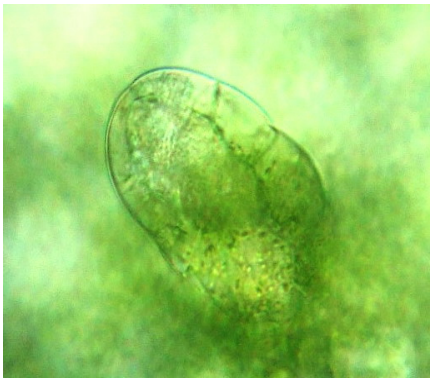
(ข)

(ค)

(ง)



(จ)



(ฉ)

(ช)

(ซ)

2. การทดลองที่ 1 ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

2.1 ผลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในสภาพโรงเรือน ตลอด 8 สัปดาห์ พบว่า เมื่อต้นต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับพาโคลบิวทราโซล ทำให้มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบ และการเพิ่มขนาดใบ (ภาพที่ 5 และ 6) ดังนี้

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในทุกทรีตเมนต์ มีการสร้างจำนวนใบหลังจากย้ายปลูกในโรงเรือน 2-3 ใบ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 8 โดยต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นมากกว่า 40 ppm มีผลทำให้ใบที่ 1 และ ใบที่ 2 เสื่อมสภาพช้าลง และต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งเมื่อได้รับความเข้มข้นตั้งแต่ 80 ppm มีผลทำให้ใบที่ 1 ถึง 3 เจริญเติบโตได้ถึงสัปดาห์ที่ 8 (ดังแสดงในภาพที่ 5 และ 6)

การเจริญเติบโตตลอด 8 สัปดาห์แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้งได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นแตกต่างกัน จะมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน 3 ลักษณะคือ

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้ไม่ได้รับพาโคลบิวทราโซล จะมีการเสื่อมสภาพของใบในช่วงแรก และสามารถปรับตัวเจริญเติบโตเป็นปกติในสัปดาห์ที่ 4 โดยแต่ละต้นจะมีใบประมาณ 2-3 ใบ

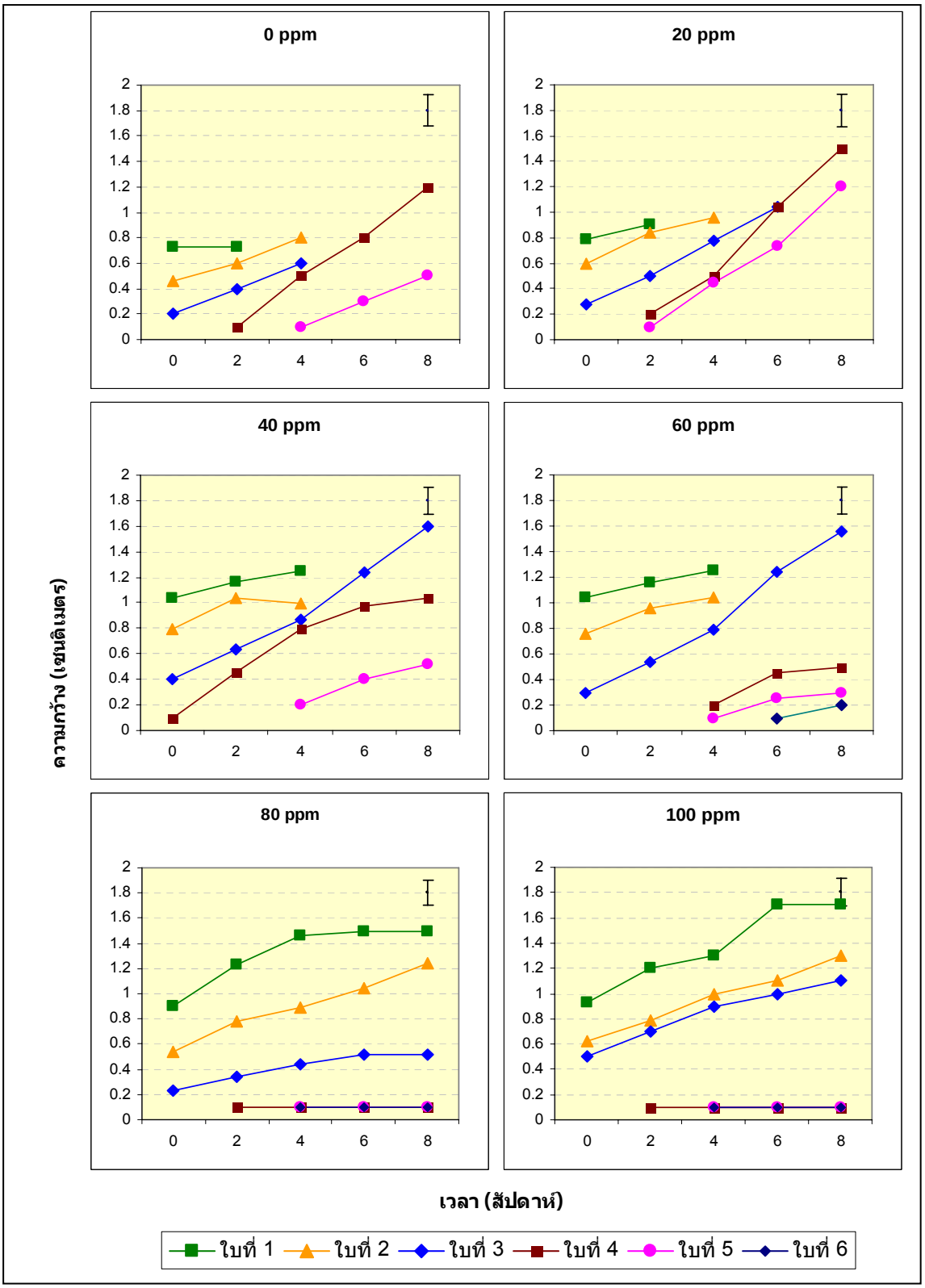
ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับความเข้มข้น 20 ppm และ 40 ppm ใบที่ 1 ใบที่ 2 และใบที่ 3 จะมีอายุใบถึงสัปดาห์ที่ 4 และใบที่ 4 และใบที่ 5 มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดีขึ้น

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 60 80 และ 100 ppm ขึ้นไป ใบที่ 1 ใบที่ 2 และใบที่ 3 จะเสื่อมสภาพช้า และมีอายุใบยาวนาน แต่ใบที่สร้างขึ้นใหม่คือใบที่ 4 ใบที่ 5 และใบที่ 6 ลดขนาดใบลงอย่างมาก ทำให้ต้นมีลักษณะแคระแกรน

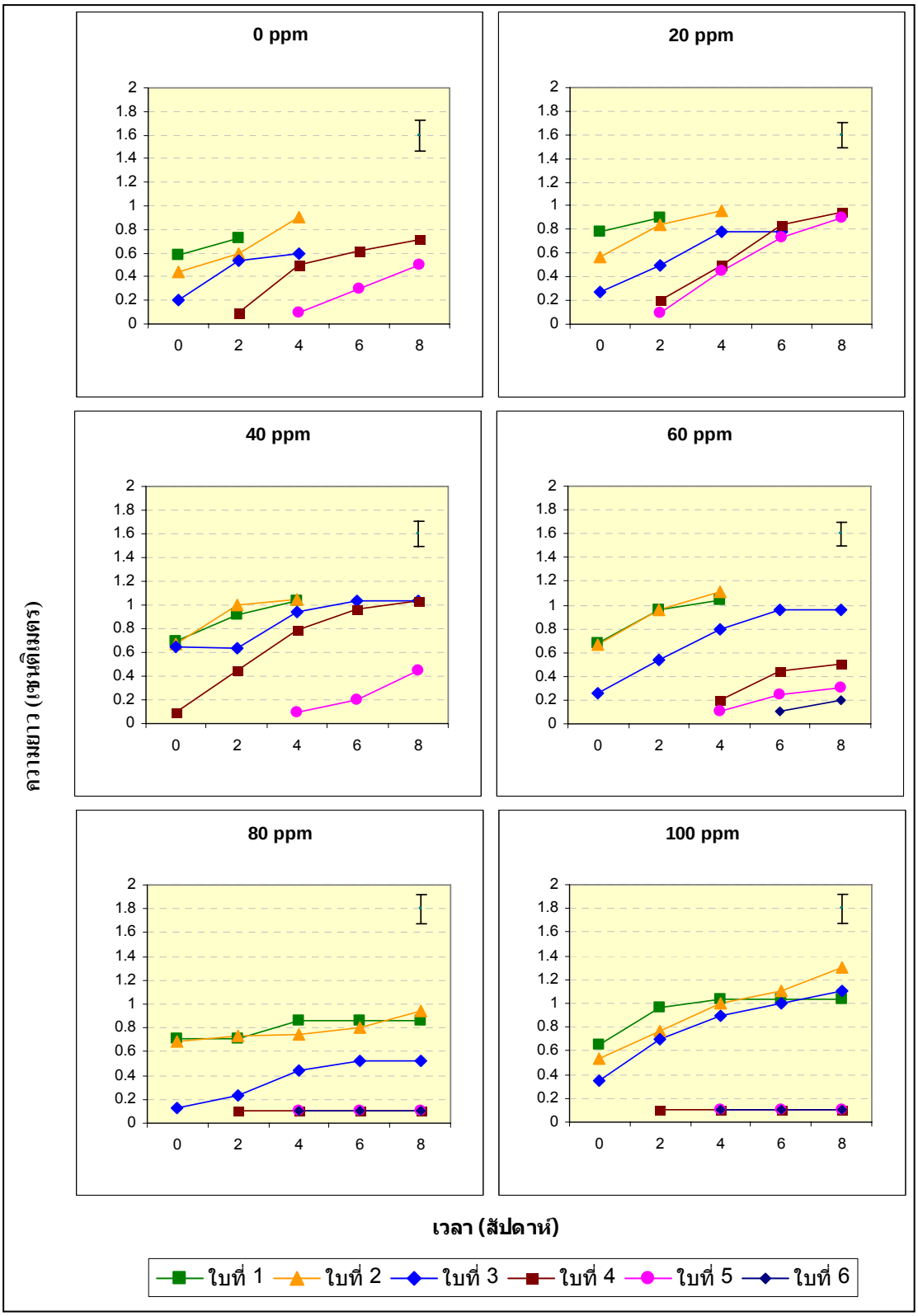
จากแนวโน้มการเจริญเติบโตนี้ ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 20 ppm และ 40 ppm มีแนวโน้มที่ดีกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ และเมื่อพิจารณาประกอบกับอัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มจากร้อยละ 53.33 เป็นร้อยละ 64.44 เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 20 ppm และ 40 ppm จึงเลือกทรีตเมนต์ที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm ในการทำการทดลองที่ 3 ต่อไป

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นมากขึ้น มีผลทำให้ความกว้าง และความยาวใบลดลง โดยแสดงผลในใบที่สร้างหลังจากย้ายปลูกในโรงเรือน ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลตั้งแต่ 80 ppm ขึ้นไป มีผลทำให้ ใบที่ 4 ใบที่ 5 และใบที่ 6 ลดขนาดลงเหลือความกว้างและความยาวเท่ากับ 1X1 มิลลิเมตร (ภาพที่ 5 6 และ 7)

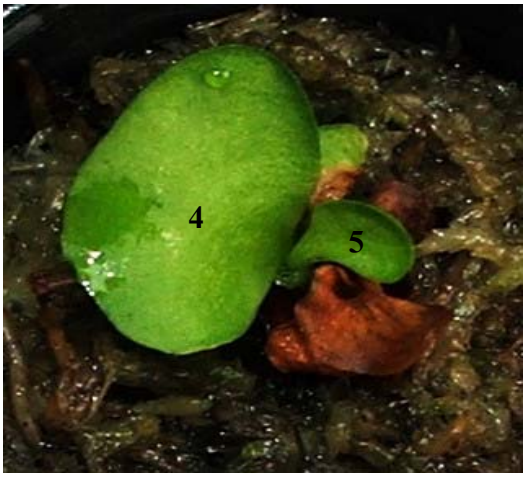
การปลูกเลี้ยงในสภาพโรงเรือนตลอด 8 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละทรีตเมนต์ ใบที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดซึ่งเป็นใบที่มีผลต่อความกว้างและความยาวทรงพุ่ม (ดังภาพที่ 5) มีลำดับหมายเลขใบที่แตกต่างกัน ดังเช่น ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ppm ใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในสัปดาห์ที่ 8 คือ ใบหมายเลข 4 4 3 3 2 และ 2 ตามลำดับ (ภาพที่ 7)



ภาพที่ 5 ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อความกว้างใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ตลอด 8 สัปดาห์ I : Standard Error of Mean



ภาพที่ 6 ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลที่มีต่อความยาวใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ตลอด 8 สัปดาห์ I : Standard Error of Mean



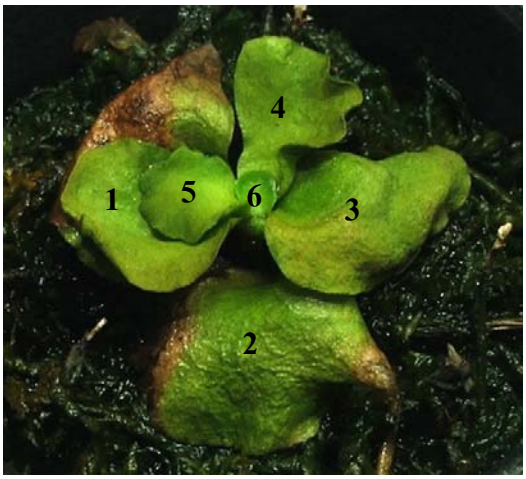
พาโคลบิวทราโซล O ppm

พาโคลบิวทราโซล 20 ppm

พาโคลบิวทราโซล 40 ppm

พาโคลบิวทราโซล 60 ppm

พาโคลบิวทราโซล 80 ppm



พาโคลบิวทราโซล 100 ppm

ภาพที่ 7 ลักษณะของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งและหมายเลขใบ ของต้นที่รอดชีวิตหลังได้รับพาโคลบิวทราโซลที่ความเข้มข้นต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

2.2 เมื่อต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับพาโคลบิวทราโซล ที่ระดับความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ppm นำไปปลูกในโรงเรือนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อนำไปศึกษาอัตราการรอดชีวิต ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวทรงพุ่ม จำนวนใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งยอดต่อรากเฉลี่ย ความหนาใบ พบว่า (ตารางที่ 2)

อัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนเพิ่มมากขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มมากขึ้น โดยระดับความเข้มข้นของ พาโคลบิวทราโซล ที่ 80 และ 100 ppm ทำให้ต้นอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตสูงสุดคือ ร้อยละ 86.66 ส่วนต้นอ่อนที่ไม่ได้รับสาร พาโคลบิวทราโซล มีอัตราการรอดชีวิต ร้อยละ 31.11

ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 1.7 เซนติเมตร

ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 40 ppm มีความยาวทรงพุ่มเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.98 เซนติเมตร

จำนวนใบเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 5.22 ใบ

อัตราส่วนน้ำหนักแห้งยอดต่อรากเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีน้ำหนักแห้งราก/ยอด เฉลี่ยสูงที่สุด คือ 9.39

ความหนาใบเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 100 ppm มีความหนาใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.30 มิลลิเมตร

ตารางที่ 2 ผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ความเข้มข้นพาโคลบิวทราโซล (ppm)	อัตราการรอดชีวิต [1]	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) [1]	ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) [1]	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ) [1]	น้ำหนักแห้งราก/ยอดเฉลี่ย[1]	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร) [1]
0	31.11±9.3d[2/]	1.19±0.23b[2/]	1.28±0.38b[2/]	1.89±0.78c[2/]	0.71±0.42b[2/]	0.16±0.01d[2/]
20	53.33±9.3c	1.58±0.27a	1.89±0.34a	3.33±0.87b	0.98±0.21b	0.18±0.01cd
40	64.44±4.97bc	1.66±0.26a	1.98±0.33a	3.11±0.78b	2.00±0.77b	0.20±0.02bc
60	73.33±6.09ba	1.56±0.36ab	1.87±0.34a	4.89±0.60a	6.95±3.20a	0.20±0.02bc
80	86.66±12.17a	1.50±0.23ab	1.70±0.16ab	5.00±0.87a	7.06±3.75a	0.21±0.02b
100	86.66±4.97a	1.70±0.35a	1.96±0.53a	5.22±0.67a	9.39±3.67a	0.30±0.05a
F-test	**	**	**	**	**	**

[1] : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation (SD))

[2/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

3. การทดลองที่ 2 ผลของความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

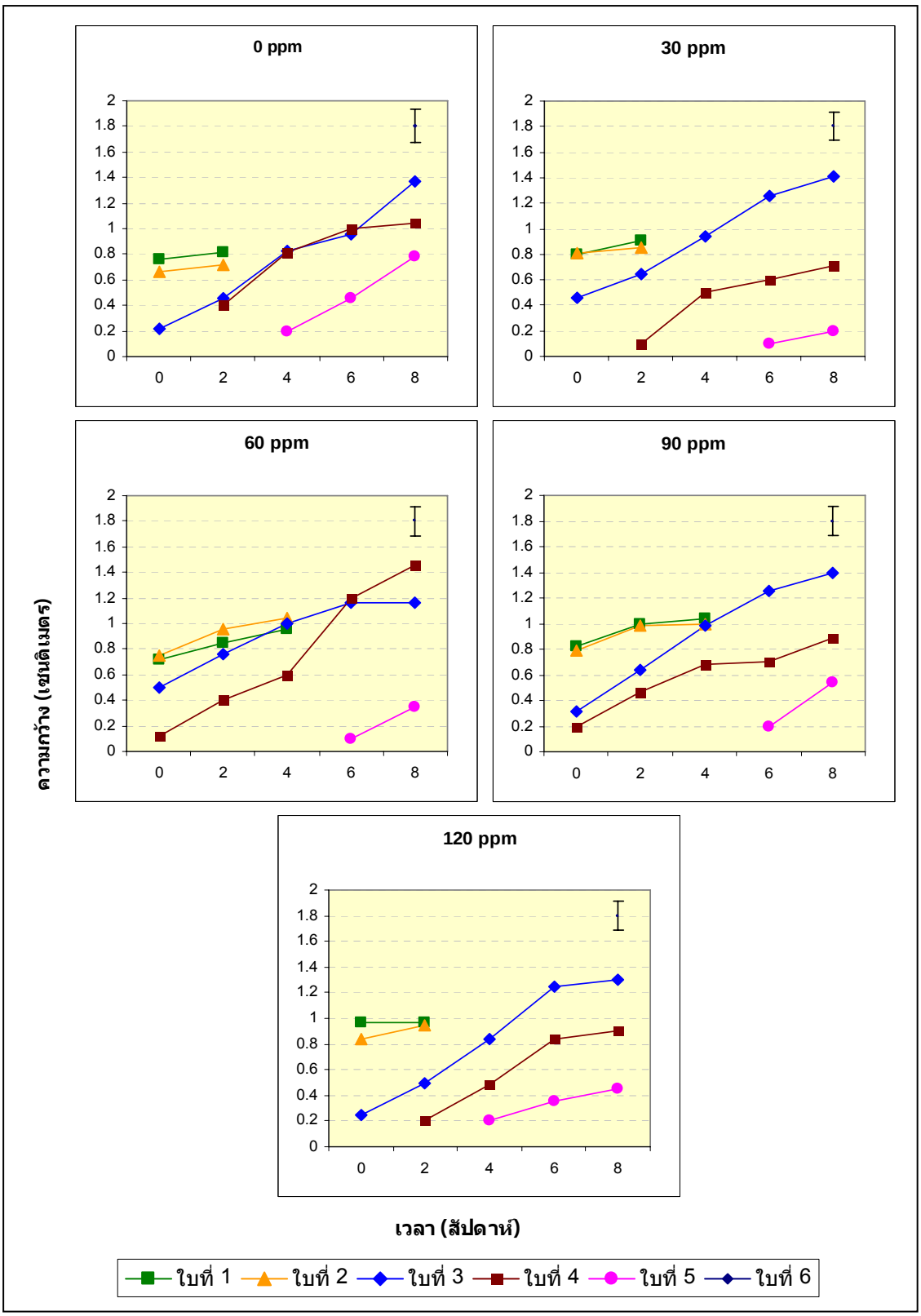
3.1 การเจริญเติบโตในสภาพโรงเรือนตลอด 8 สัปดาห์ พบว่า เมื่อต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับไคโตซาน ทำให้มีผลต่อการเพิ่มจำนวนใบ และการเพิ่มขนาดใบ (ดังแสดงในภาพที่ 8 และ 9) ดังนี้

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในทุกทรีตเมนต์ มีการสร้างใบหลังจากย้ายปลูกในโรงเรือน 2-3 ใบ ในช่วงสัปดาห์ที่ 2 ถึงสัปดาห์ที่ 8 โดยต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 0 30 และ 120 ppm ใบที่ 1 และใบที่ 2 เสื่อมสภาพในสัปดาห์ที่ 2 ส่วนต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 60 และ 90 ppm มีผลทำให้ใบที่ 1 และ ใบที่ 2 เสื่อมสภาพในสัปดาห์ที่ 4 (ภาพที่ 8 และ 9)

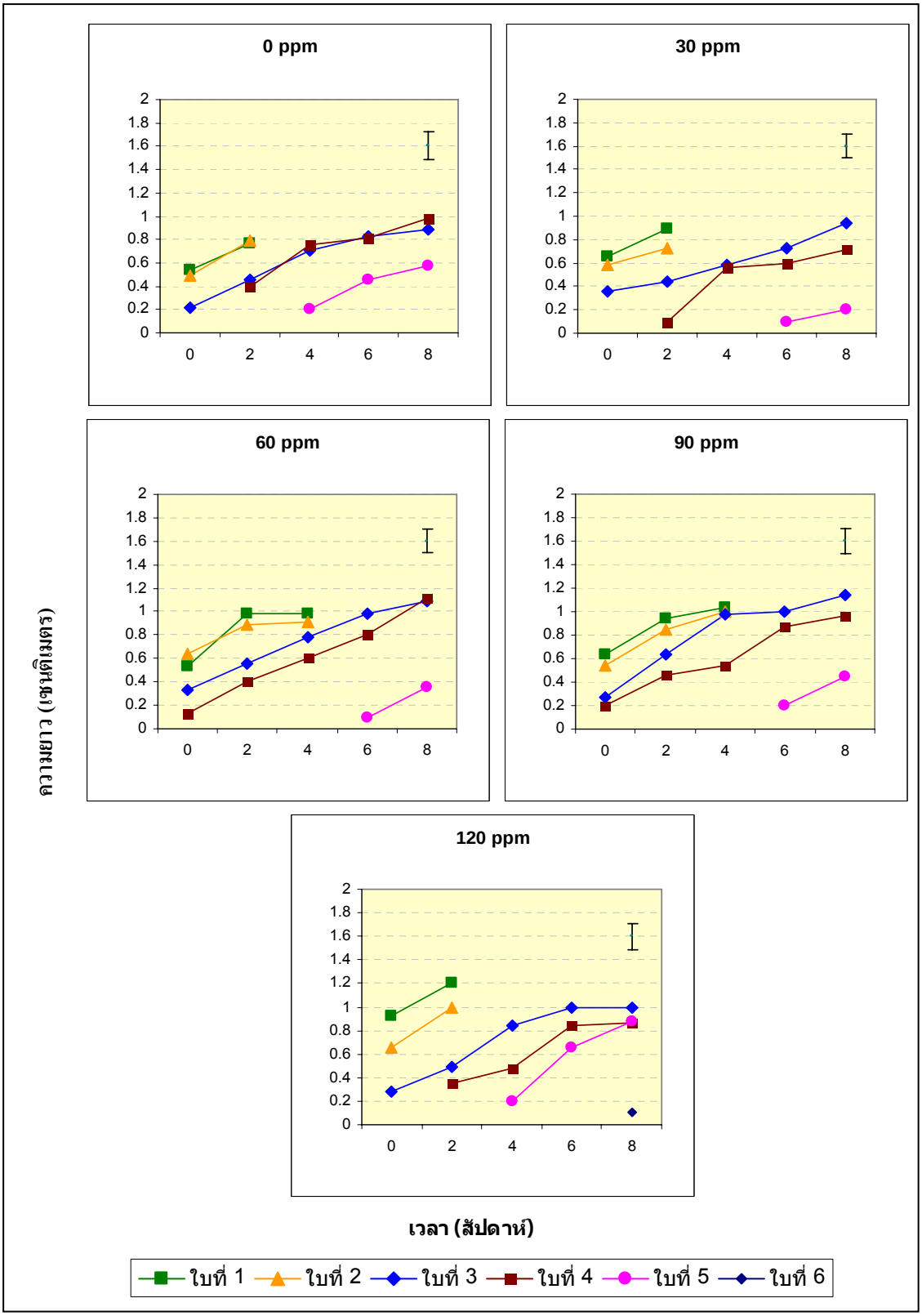
ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับไคโตซานไม่มีผลทำให้ความกว้างและความยาวใบลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 10)

การปลูกเลี้ยงในสภาพโรงเรือนตลอด 8 สัปดาห์ พบว่า ในแต่ละทรีตเมนต์ ใบที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุดซึ่งเป็นใบที่มีผลต่อความกว้างและความยาวทรงพุ่ม มีลำดับหมายเลขใบที่แตกต่างกัน โดยพบว่า ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับ ไคโตซานความเข้มข้น 0 30 60 90 และ 120 ppm ใบที่มีขนาดใหญ่ที่สุดในสัปดาห์ที่ 8 คือ ใบหมายเลข 3 3 4 3 และ 3 ตามลำดับ (ภาพที่ 10)

การเจริญเติบโตตลอด 8 สัปดาห์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้งได้รับไคโตซานความเข้มข้นแตกต่างกัน มีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้งที่ได้รับไคโตซาน 120 ppm มีจำนวนใบมากกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ และเมื่อพิจารณาอัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นจึงเลือกทรีตเมนต์ที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm ในการทำการทดลองที่ 3 ต่อไป



ภาพที่ 8 ผลของความเข้มข้นของไคโตซานที่มีต่อความกว้างใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟิน ชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งตลอด 8 สัปดาห์ I : Standard Error of Mean



ภาพที่ 9 ผลของความเข้มข้นของไคโตซานที่มีต่อความยาวใบของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟิน ชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งตลอด 8 สัปดาห์ I : Standard Error of Mean

ไคโตซาน O ppm

ไคโตซาน 30 ppm

ไคโตซาน 60 ppm

ไคโตซาน 90 ppm

ไคโตซาน 120 ppm

ภาพที่ 10 ลักษณะของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งและหมายเลขใบ ของต้นที่รอดชีวิตหลังได้รับไคโตซานที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

3.2 เมื่อต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0 30 60 90 และ 120 ppm นำไปปลูกในโรงเรือนเป็นเวลา 8 สัปดาห์ เพื่อนำไปศึกษาอัตราการรอดชีวิต ความกว้างทรงพุ่ม ความยาวทรงพุ่ม จำนวนใบ อัตราส่วนน้ำหนักแห้งยอดต่อรากเฉลี่ย ความหนาใบ พบว่า (ตารางที่ 3)

อัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนเพิ่มมากขึ้น โดยระดับความเข้มข้นที่ทำให้มีอัตราการรอดชีวิตมากที่สุด คือ 90 ppm มีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 66.67 และเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นเป็น 120 ppm ทำให้อัตราการรอดชีวิตลดลง คือ ร้อยละ 53.33 ส่วนต้นอ่อนที่ไม่ได้รับ ไคโตซาน มีอัตราการรอดชีวิตร้อยละ 26.67

ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ยระหว่าง 1.3-1.46 เซนติเมตร

ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่ม โดยระดับความเข้มข้นที่ 60 และ 90 ppm ใบมีความยาวเฉลี่ยมากที่สุด คือ 1.98 เซนติเมตร และเมื่อความเข้มข้นมากขึ้นเป็น 120 ppm ความยาวทรงพุ่มลดลงเป็น 1.67 เซนติเมตร

จำนวนใบเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 120 ppm มีจำนวนใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 4.78 ใบ

อัตราส่วนน้ำหนักแห้งยอดต่อรากเฉลี่ยของต้นอ่อนไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีน้ำหนักแห้งราก/ยอดเฉลี่ยระหว่าง 0.49-0.77

ความหนาใบเฉลี่ยของต้นอ่อนเพิ่มขึ้นตามระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยที่ระดับความเข้มข้น 120 ppm มีความหนาใบเฉลี่ยสูงที่สุด คือ 0.21 มิลลิเมตร

ตารางที่ 3 ผลของความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ความเข้มข้นไคโตซาน (ppm)	อัตราการรอดชีวิต [(1)]	ความกว้างทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) [(1)]	ความยาวทรงพุ่มเฉลี่ย (เซนติเมตร) [(1)]	จำนวนใบเฉลี่ย (ใบ) [(1)]	น้ำหนักแห้งราก/ยอดเฉลี่ย	ความหนาใบเฉลี่ย (มิลลิเมตร) [(1)]
0	26.66±6.09d [2/]	1.37±0.23a [2/]	1.76±0.24ab [2/]	3.56±0.75b [2/]	0.49±0.17a [2/]	0.16±0.01c [2/]
30	37.77±6.09c	1.41±0.23a	1.89±0.23ab	4.22±0.67ab	0.52±0.20a	0.18±0.02b
60	57.77±4.97ab	1.46±0.19a	1.98±0.28a	4.11±0.78ab	0.68±0.24a	0.18±0.01b
90	66.66±7.86a	1.40±0.22a	1.98±0.27a	4.56±0.53a	0.74±0.42a	0.18±0.02b
120	53.33±4.97b	1.3±0.35a	1.67±0.28b	4.78±0.44a	0.77±0.37a	0.21±0.02a
F-test	**	ns	*	**	ns	**

[(1)] : ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation (SD))

ns : ไม่แตกต่างทางสถิติ

* : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

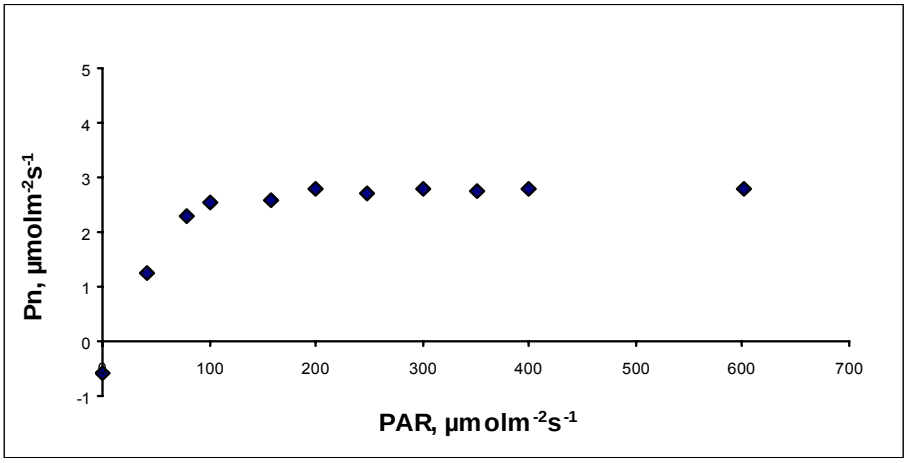
** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

[2/] : ตัวอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

4. การทดลองที่ 3 ผลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ผลการทดลองที่ 1 และ 2 เลือกระดับความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานที่ทำให้เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งมีอัตราการรอดชีวิตและเจริญเติบโตได้ดีที่สุด คือ พาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm และ ไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm เพื่อนำมาทำการทดลองที่ 3 ในการศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

ผลการศึกษาความเข้มแสงต่ออัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ พบว่าเส้นตอบสนองต่อแสง (light respond curve) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ที่ความเข้มข้นของ CO_2 เท่ากับ 360 ppm พบว่า ระดับความเข้มแสงที่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิอิ่มตัว (light saturation point) ประมาณ 200 µmol $m^{-2}s^{-1}$ (ภาพที่ 11) ซึ่งเป็นค่าความเข้มแสงที่ถึงแม้ว่าพืชจะได้รับความเข้มแสงมากขึ้นกว่านี้ก็ไม่ทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเพิ่มขึ้นอีก ในการทดลองนี้เลือกใช้ความเข้มแสง 500 µmol $m^{-2}s^{-1}$ เนื่องจากเป็นความเข้มแสงที่ใกล้เคียงกับความเข้มแสงสูงสุดในโรงเรือน



ภาพที่ 11 การตอบสนองต่อแสงของการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง เมื่อกำหนดความเข้มข้นของ CO_2 เท่ากับ 360 ppm

4.1 ศึกษาอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$) และ อัตราการคายน้ำ (mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$) และอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ($\mu mol\ m^{-2}s^{-1}$ / mmol $H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)

ชุดที่ 1 ทำการทดลองในเดือนตุลาคม 2550

ผลการศึกษาอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลต่อเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง พบว่า ต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ในวันที่ 7 และวันที่ 14 ไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 4 5 และ 6)

ผลการศึกษาอิทธิพลของไคโตซานต่อเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง พบว่า ต้นที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ในวันที่ 7 และวันที่ 14 ไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 7 8 และ 9)

ชุดที่ 2 ทำการทดลองในเดือนมกราคม 2551

ผลการศึกษาอิทธิพลของไคโตซานต่อเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง พบว่า ต้นที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm มีอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ในวันที่ 7 และวันที่ 28 ไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นที่ไม่ได้รับสาร (ตารางที่ 7 8 และ 9)

ตารางที่ 4 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน

ทรีตเมนต์	อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14
ไม่ได้รับสาร	4.85±0.52(1)	3.60±0.59	3.85±0.41
PBZ 40 ppm	5.01±0.79	3.42±0.72	3.73±0.52
P-value	0.43	0.70	0.66
T-test	ns	ns	ns

(1) : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5 อัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน

ทรีตเมนต์	อัตราการคายน้ำ (T) ($mmol\ H_2O\ m^{-2}s^{-1}$)		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14
ไม่ได้รับสาร	0.90±0.03(1)	1.09±0.12	0.73±0.12
PBZ 40 ppm	0.92±0.03	1.12±0.07	0.72±0.01
P-value	0.73	0.29	0.19
T-test	ns	ns	ns

(1) : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) และอัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm 0 7 และ 14 วัน

ทรีตเมนต์	อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ (P_n/T) (μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ / mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14
ไม่ได้รับสาร	5.44±0.70[(1)]	3.51±0.70	5.29±0.64
PBZ 40 ppm	5.52±0.98	3.08±0.68	5.19±0.72
P-value	0.53	0.95	0.83
T-test	ns	ns	ns

[(1)] : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 7 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน

ทรีตเมนต์	P_n (ชุดที่ 1) ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)			P_n (ชุดที่ 2) ($\mu mol\ CO_2\ m^{-2}s^{-1}$)		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 28
ไม่ได้รับสาร	4.85±0.52[(1)]	3.60±0.59	3.85±0.41	2.19±0.35	2.15±0.61	2.27±0.46
ไคโตซาน 90 ppm	5.18±0.36	4.12±0.36	4.13±0.19	2.47±0.45	1.83±0.39	3.27±0.76
P-value	0.52	0.35	0.17	0.64	0.41	0.35
T-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

(1) : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 8 อัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน

ทรีตเมนต์	T (ชุดที่ 1)			T (ชุดที่ 2)		
	(mmol H_2O m^{-2} s^{-1})			(mmol H_2O m^{-2} s^{-1})		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 28
ไม่ได้รับสาร	0.90±0.03[(1)]	1.09±0.12	0.73±0.02	1.45±0.06	1.33±0.05	1.76±0.06
ไคโตซาน 90 ppm	0.93±0.01	1.17±0.03	0.73±0.02	1.82±0.04	1.56±0.03	1.76±0.04
P-value	0.17	0.01	0.66	0.49	0.25	0.51
T-test	ns	**	ns	ns	ns	ns

(1) : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

** : แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99

ตารางที่ 9 อัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ (P_n) และอัตราการคายน้ำ (T) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 เปรียบเทียบระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 14 วัน และในการทดลองชุดที่ 2 ระหว่างกลุ่มที่ไม่ได้รับและได้รับไคโตซาน 90 ppm 0 7 และ 28 วัน

ทรีตเมนต์	P_n/T (ชุดที่ 1)			P_n/T (ชุดที่ 2)		
	(μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ /mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)			(μmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$ /mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)		
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 14	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 28
ไม่ได้รับสาร	5.44±0.70[(1)]	3.51±0.70	5.29±0.64	1.55±0.31	1.68±0.50	1.31±0.28
ไคโซาน 90 ppm	5.59±0.37	3.54±0.37	5.69±0.40	1.38±0.27	1.18±0.26	1.89±0.47
P-value	0.24	0.24	0.38	0.81	0.23	0.32
T-test	ns	ns	ns	ns	ns	ns

(1) : ค่าเฉลี่ย±Standart error of mean (SE)

ns : ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

4.2 การตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของพืช

การตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของใบเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ของต้นที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) ต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm และต้นที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm มีการตอบสนองไปในทิศทางเดียวกัน โดยเมื่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศต่ำมาก ๆ จะทำให้การตรึง CO_2 โดยกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเกิดได้น้อยเพราะขาดแคลนสารตั้งต้น เมื่อ CO_2 ในอากาศเพิ่มมากขึ้น ทำให้อัตราการตรึง CO_2 เพิ่มสูงขึ้นจนกระทั่งเท่ากับอัตราการปล่อย CO_2 โดยกระบวนการหายใจ เรียกจุดนี้ว่า CO_2 compensation point ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้อัตราการแลกเปลี่ยน CO_2 สุทธิของใบเป็นศูนย์ เมื่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศเพิ่มมากขึ้นมากกว่า CO_2 compensation point ทำให้อัตราการตรึง CO_2 จะสูงขึ้นจนกระทั่งในที่สุดจะเข้าสู่ระยะอิ่มตัวไปด้วย CO_2 (ภาพที่ 12)

ชุดที่ 1 ทำการทดลองในเดือนตุลาคม 2550

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งในอากาศและภายในช่องว่างใบ ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีแบบแผนชัดเจนของการตอบสนองต่อปริมาณ CO_2 ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ หลังจากได้รับสาร 3 7 และ 14 วัน (ภาพที่ 12)

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งในอากาศและภายในช่องว่างใบ ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm ไม่พบอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลหลังจากได้รับสาร 3 7 และ 14 วัน (ภาพที่ 12)

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ทั้งในอากาศและภายในช่องว่างใบ ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm พบว่า ไคโตซานอาจมีอิทธิพลทำให้อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิเพิ่มมากขึ้นในทุกความเข้มข้นของ CO_2 ที่ศึกษา หลังจากได้รับสาร 3 7 และ 14 วัน แต่เนื่องจากเป็นผลการศึกษาจากใบเพียงใบเดียว จึงไม่พอสรุปได้และควรศึกษาเพิ่มเติม (ภาพที่ 12)

ชุดที่ 2 ทำการทดลองในเดือนมกราคม 2551

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) พบความแปรปรวนของการตอบสนองต่อปริมาณ CO_2 ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิระหว่างใบเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ศึกษามาก โดยแต่ละความเข้มข้นของ CO_2 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิในบางใบมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ในบางใบมีค่าลดลงใน (ภาพที่ 13 และ 14)

เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบ ในวันที่ 7 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจำนวน 3 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 3 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 13 และ 14)

เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบ ในวันที่ 14 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจำนวน 4 ใบจาก 6 ใบ มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 13 และ 14)

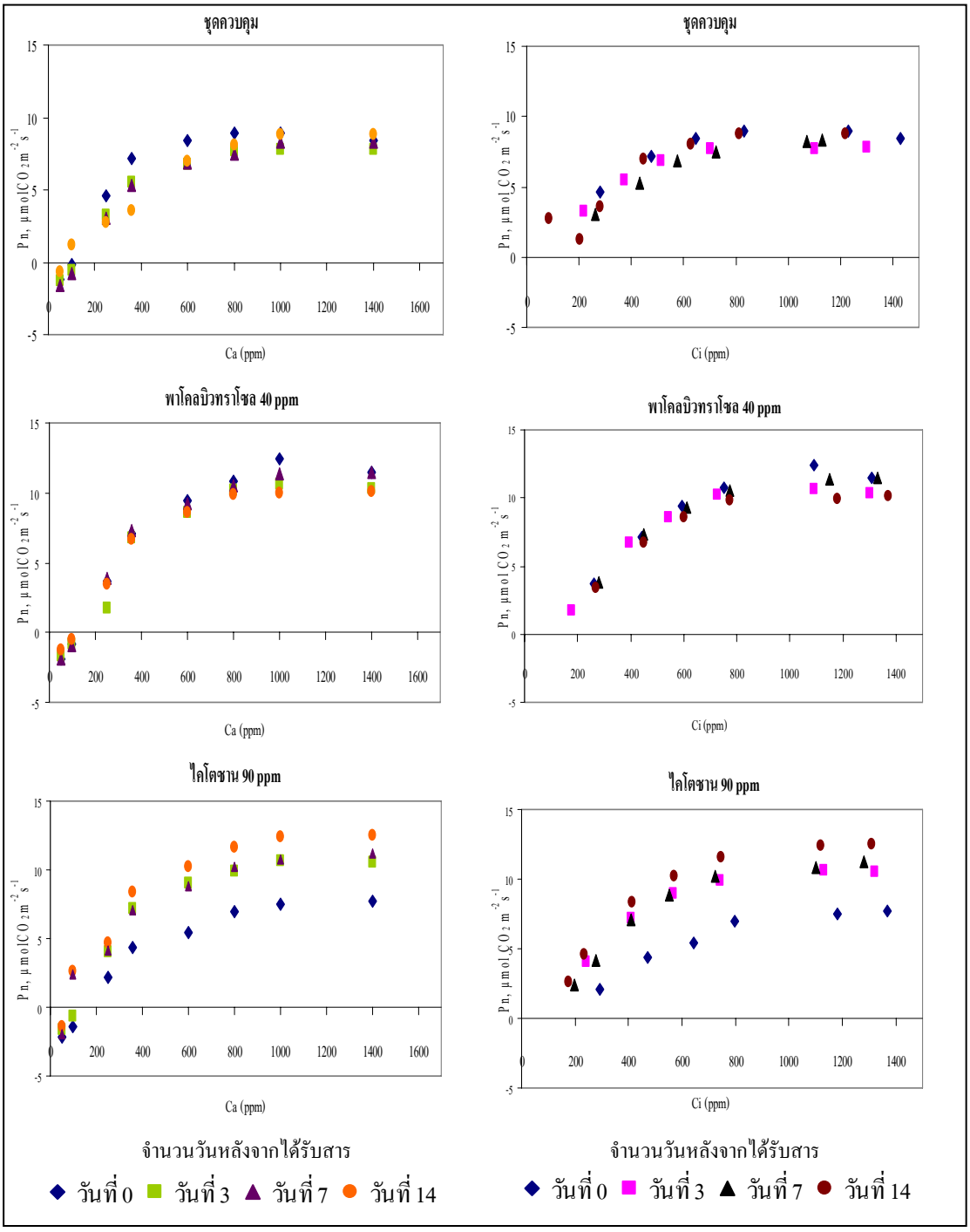
เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบ ในวันที่ 28 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 4 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 13 และ 14)

ผลการศึกษาการตอบสนองต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) ในอากาศของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิของต้นที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm พบว่า มีความแปรปรวนของการตอบสนองต่อปริมาณ CO_2 ของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิระหว่างใบเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ศึกษามาก โดยในแต่ละความเข้มข้นของ CO_2 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิในบางใบมีค่าเพิ่มขึ้นขณะที่ในบางใบมีค่าลดลง (ภาพที่ 15 และ 16)

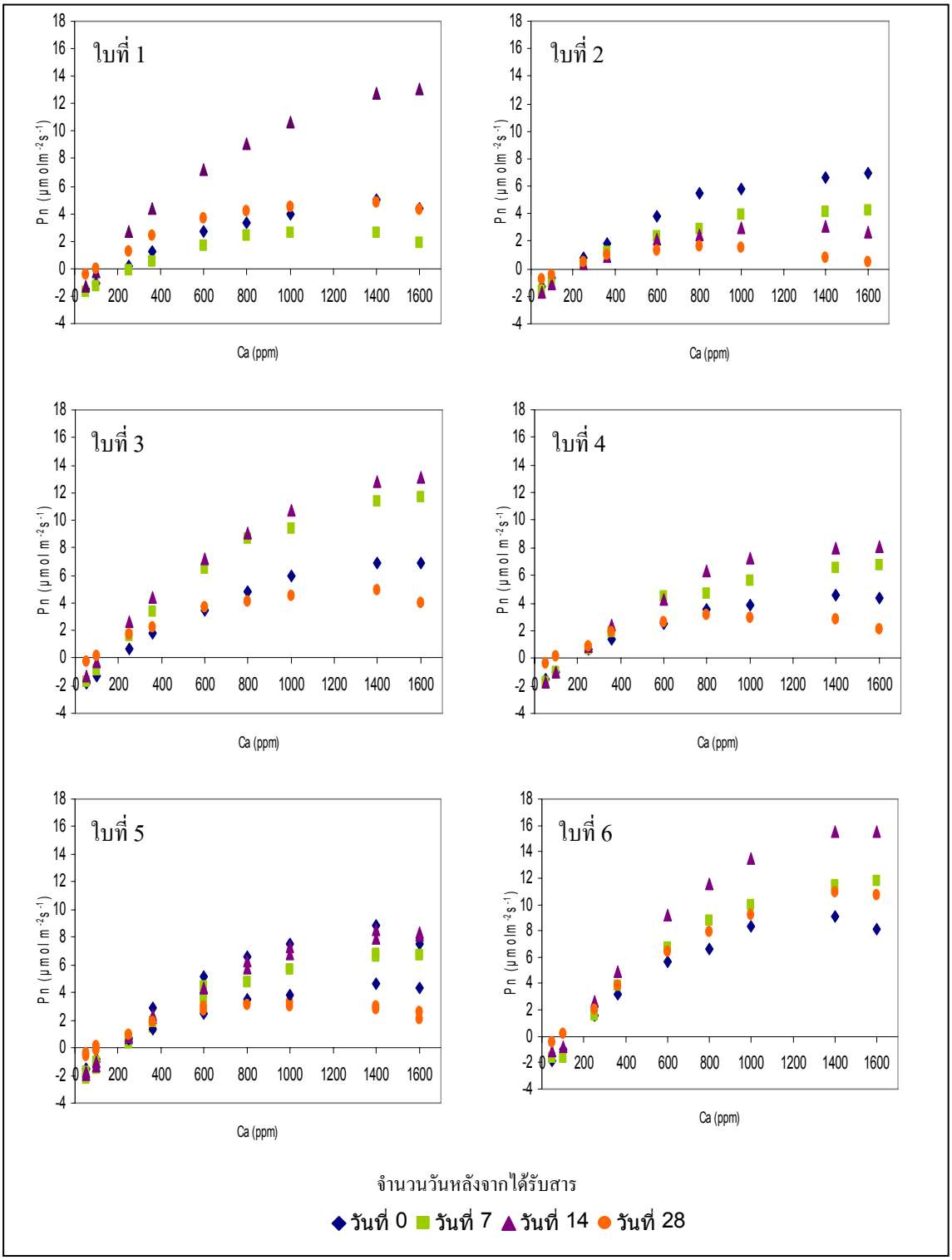
เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบ ในวันที่ 7 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน 2 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 4 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 15 และ 16)

เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบในวันที่ 14 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจำนวน 3 ใบจาก 6 ใบ มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน 2 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 15 และ 16)

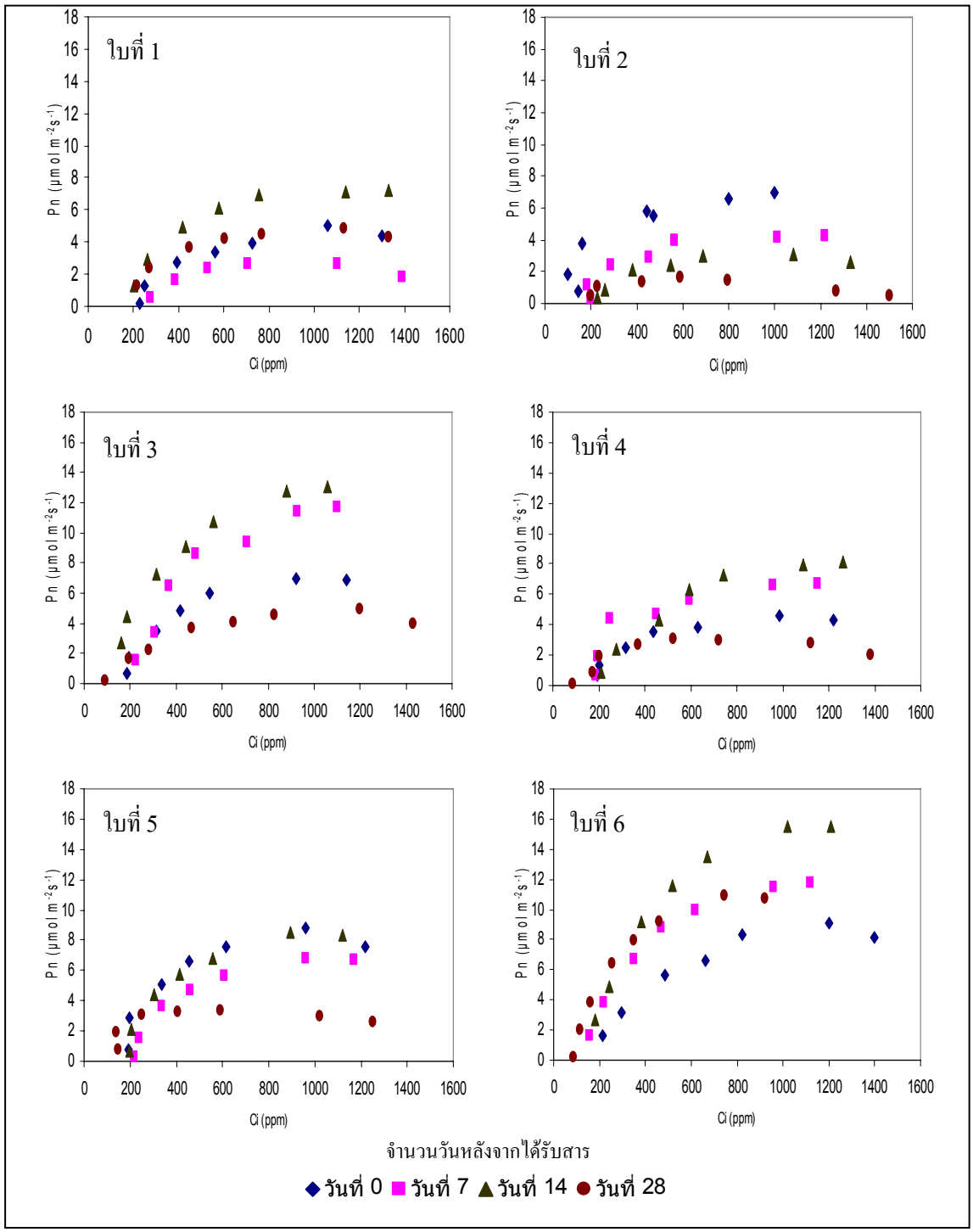
เมื่อเปรียบเทียบการตอบสนองของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในช่องว่างใบในวันที่ 28 กับวันเริ่มต้นการทดลอง พบว่า มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจำนวน 1 ใบจาก 6 ใบ มีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิไม่เปลี่ยนแปลงจำนวน 2 ใบจาก 6 ใบ และมีใบที่อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีแนวโน้มลดลงจำนวน 2 ใบจาก 6 ใบ (ภาพที่ 15 และ 16)



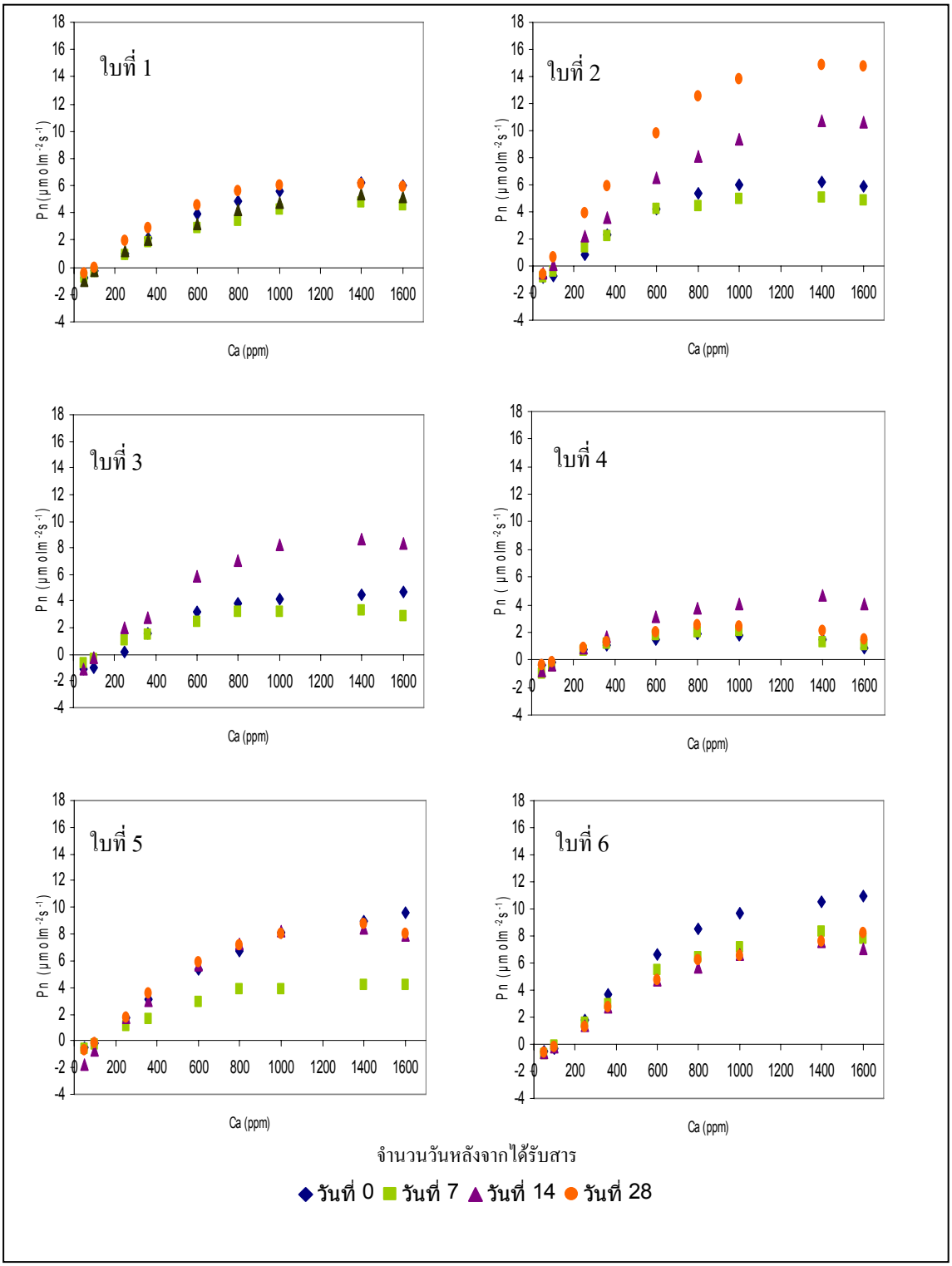
ภาพที่ 12 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) และ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ในการทดลองชุดที่ 1 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม) ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm และได้รับ ไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm



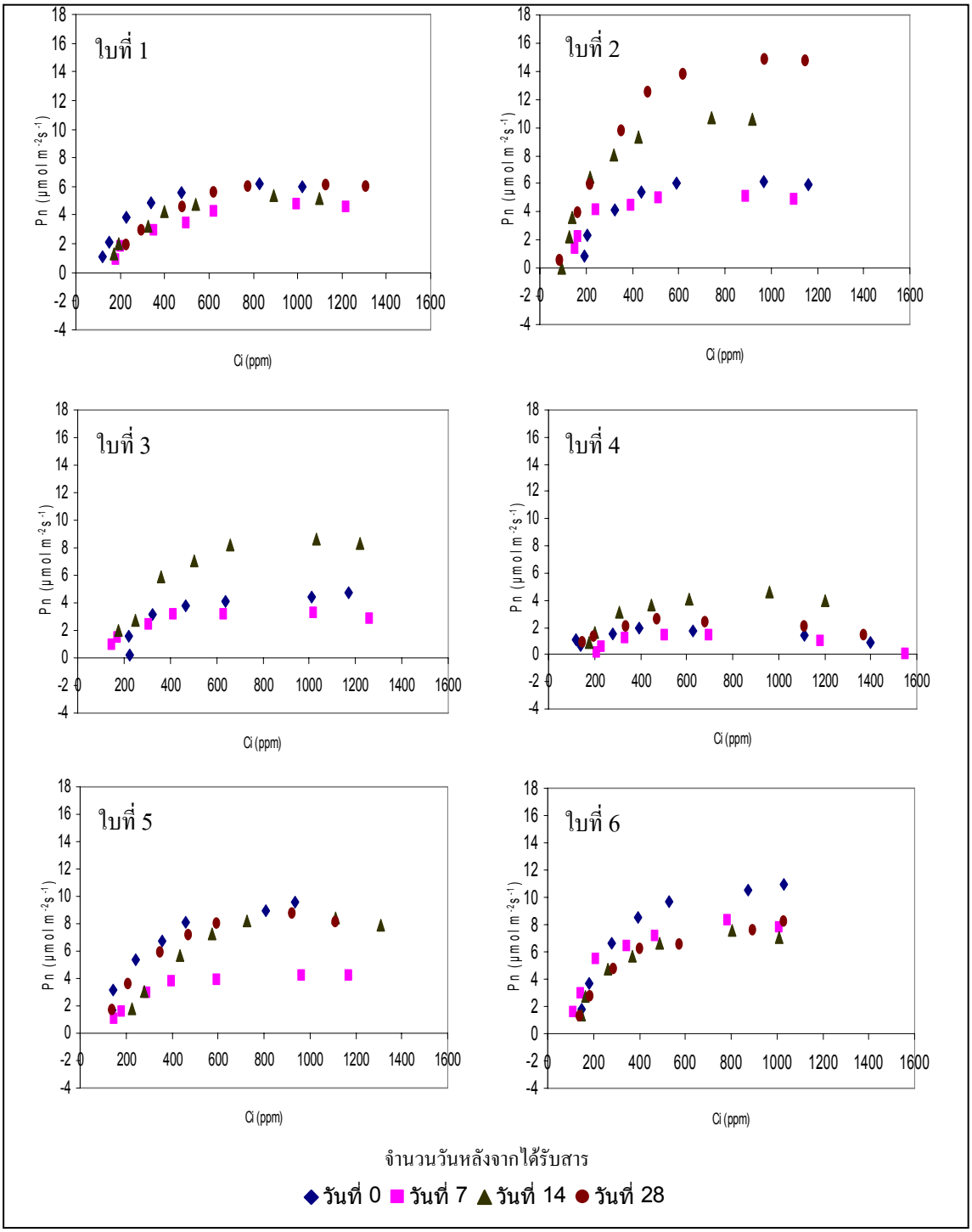
ภาพที่ 13 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม)



ภาพที่ 14 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ไม่ได้รับสาร (ชุดควบคุม)



ภาพที่ 15 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศ (Ca) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm



ภาพที่ 16 อัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ภายในช่องว่างใบ (Ci) ของเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งแต่ละใบ ในการทดลองชุดที่ 2 ของกลุ่มที่ได้รับไคโตซาน 90 ppm

วิจารณ์

การย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในโรงเรือน ปัจจัยหลักที่จะทำให้ต้นอ่อนสปอโรไฟต์รอดชีวิตและเจริญเติบโตต่อไปได้ คือการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป เนื่องจากในโรงเรือนมีอุณหภูมิและความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้น มีความชื้นในอากาศลดลง ทำให้ปัญหาที่พบในการย้ายปลูกต้นอ่อนสปอโรไฟต์ คือการสูญเสียน้ำจากต้นจนต้นอ่อนตายในที่สุด จากการศึกษาการให้พาโคลบิวทราโซลและไคโตซานระดับความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อทำให้ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งรอดชีวิตและเจริญเติบโตได้ดีในระยะย้ายปลูก พบว่า เมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานแล้ว ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง มีกลไกในการปรับตัวต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป ดังนี้

การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของความเข้มข้นของพาโคลบิวทราโซลต่อการเจริญเติบโตของ ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

การให้พาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 0 20 40 60 80 และ 100 ppm มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตและการเจริญเติบโตของต้นอ่อนเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ต้นอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น โดยเมื่อได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 80 และ 100 ppm ทำให้ต้นอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตสูงถึงร้อยละ 86.66 การรอดชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นสามารถอธิบายจากผลการเจริญเติบโตหลังจากได้รับพาโคลบิวทราโซล นาน 8 สัปดาห์ ดังนี้

พาโคลบิวทราโซลมีผลต่อน้ำหนักแห้งเฉลี่ยราก/ยอดอย่างชัดเจน เมื่อต้นอ่อนได้รับพาโคลบิวทราโซลจะมีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยราก/ยอดเพิ่มขึ้น ($p<0.01$) ในการทดลองนี้ ต้นที่ไม่ได้รับพาโคลบิวทราโซล มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยราก/ยอดเท่ากับ 0.71 ส่วนต้นที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 100 ppm มีน้ำหนักแห้งเฉลี่ยราก/ยอดเท่ากับ 9.39 (ตารางที่ 2) อัตราส่วนราก/ยอด ที่เพิ่มขึ้นนี้เป็นผลมาจาก การลดพื้นที่ใบ (ภาพที่ 5 และ 6) และการสร้างรากที่มากขึ้น สอดคล้องกับกลไกของพืชที่ปรับตัวเมื่ออยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม เช่น สภาพขาดน้ำ พืชจะลดพื้นที่ใบ ทิ้งใบ และสร้างรากแผ่ขยายไปยังดินที่ชุ่มชื้นและในชั้นดินที่อยู่ลึกลงไป (พูนพิภพ, 2549) จึงสามารถอธิบายได้ว่า พาโคลบิวทราโซลมีผลต่ออัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับรายงานของ N. Alejandra และคณะ (2007) ที่ทดลอง ในต้นอ่อน *Arbutus unedo* โดยหลังจากให้ พาโคลบิวทราโซล ความเข้มข้น 60 และ 100 มิลลิกรัมต่อต้น พบว่า น้ำหนักแห้งราก/ยอด

เฉลี่ย เท่ากับ 0.49 และ 0.46 ตามลำดับ โดยต้นที่ไม่ได้รับสารมีน้ำหนักแห้งราก/ยอดเฉลี่ยเท่ากับ 0.41

หลังจากต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง ได้รับพาโคลบิวทราโซลนาน 8 สัปดาห์ พบว่า ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 100 ppm มีขนาดทรงพุ่มกว้างและยาวที่สุด (ตารางที่ 2) เป็นผลมาจากการเสื่อมสภาพที่ช้าลง และมีอายุใบเพิ่มมากขึ้น (แสดงในภาพที่ 5 และ 6) โดยมีรายงานว่า พาโคลบิวทราโซล ส่งเสริมการสร้างไซโตไคนิน (Zhu. *et al*., 2004) ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเคลื่อนย้ายสารอาหาร ได้แก่ วิตามิน และแร่ธาตุ ทำให้ใบสามารถดึงอาหารมาจากส่วนอื่นๆได้ นอกจากนี้มีรายงานว่า พาโคลบิวทราโซล ยังมีผลเพิ่ม ascorbic acid ซึ่งเป็นสาร antioxidant สามารถจับกับ H_2O_2 ซึ่งเป็น super oxide สามารถสร้างความเสียหายให้ cell membrane ดังนั้นผลของ ascorbic acid ที่เพิ่มขึ้น ทำให้พืชทนสภาพเครียดจากสภาพแวดล้อมได้ดีขึ้น (Sanker *et al*., 2007)

การทดลองที่ 2 ผลของความเข้มข้นของไคโตซาน ต่อการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

การให้ไคโตซานความเข้มข้น 0 30 60 90 และ 120 ppm มีผลต่ออัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง พบว่า ต้นอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับไคโตซานตามความเข้มข้นระหว่าง 30-60 ppm และเมื่อได้รับไคโตซาน ความเข้มข้น 90 ppm มีอัราการรดอดชีวิตมากที่สุดเท่ากับร้อยละ 66.67 โดยเมื่อได้รับไคโตซานความเข้มข้น 120 ppm ทำให้ต้นอ่อนมีอัตราการรอดชีวิตลดลงเหลือเพียงร้อยละ 53.33 ทั้งนี้มีรายงาน การให้ไคโตซานแก่ต้นข้าว ก่อนได้รับสภาพที่แห้งแล้ง มีผลทำให้ต้นข้าวได้รับความเสียหายจากการขาดน้ำน้อยกว่าไม่ได้รับไคโตซานหรือได้รับหลังจากเผชิญสภาพแห้งแล้งแล้ว (Boonlertnirun *et al*., 2007)

ผลการเจริญเติบโตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง หลังได้รับไคโตซานนาน 8 สัปดาห์ พบว่า น้ำหนักแห้งราก/ยอดเฉลี่ย และความกว้างเฉลี่ยของทรงพุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) แต่มีผลต่อจำนวนใบเฉลี่ย และความหนาใบเฉลี่ย

อัตราการรอดชีวิตที่เพิ่มมากขึ้นเมื่อต้นอ่อนได้รับไคโตซานความเข้มข้นที่เหมาะสม อาจจะมีสาเหตุมาจากไคโตซานสามารถกระตุ้นการทำงานของยีนที่เกี่ยวข้องกับการกระตุ้นภูมิคุ้มกันโรคพืช ซึ่งเรียกโมเลกุลลักษณะนี้ว่า elicitor และสามารถกระตุ้นยีนที่สร้างเอนไซม์ PAL

(phenylanime ammonia-lyase) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับการสังเคราะห์สารประกอบ ฟีนอลิก เช่น ลิกนิน ซึ่งเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พืช นอกจากนี้ไคโตซานยังมีอิทธิพลกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับ jasmonic acid ซึ่งเป็นสารที่มีผลออกฤทธิ์ในพืชคล้ายกับ abscisic acid (ABA) โดยเป็นสารที่ควบคุมการปิด-เปิดปากใบ (Dorares *et al*., 1995)

การทดลองที่ 3 ผลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่ออัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำของต้นเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้ง

การศึกษาอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิ (μmol $m^{-2}s^{-1}$) และ อัตราการคายน้ำ (mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$) และอัตราส่วนระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงและอัตราการคายน้ำ (μmol $m^{-2}s^{-1}$/mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$)

จากการทดลองเฟินชายผ้าสีดาที่ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิไม่แตกต่างกับต้นที่ไม่ได้รับสาร ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Arteca (1996) และ Wendy *et.al.* (1985) ที่แสดงว่าพาโคลบิวทราโซลไม่มีผลต่อการสังเคราะห์แสง ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง น่าจะมาจากสภาพแวดล้อม หรือ อายุใบของพืช

การศึกษาการตอบสนองต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิของพืช

จากการศึกษาการตอบสนองต่อปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการสังเคราะห์แสงสุทธิของเฟินชายผ้าสีดา เมื่อพิจารณาแยกแต่ละใบ พบว่า เฟินชายผ้าสีดาที่ไม่ได้รับสาร ได้รับพาโคลบิวทราโซล 40 ppm และได้รับไคโตซาน 90 ppm มีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีทั้งแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลง โดยไม่มีรูปแบบที่แน่ชัด ดังนั้น ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงสุทธิมีทั้งแนวโน้มเพิ่มขึ้นและลดลง น่าจะมาจากสภาพแวดล้อม หรือ อายุใบของพืช

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับ พาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm 10 มิลลิลิตร สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในระยะย้ายปลูกจากร้อยละ 31.11 เพิ่นขึ้นเป็นร้อยละ 64.44 เมื่อย้ายปลูกในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 40 และความเข้มแสงเฉลี่ยประมาณ 800 lum/sqf ในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 และ โดยต้นอ่อนยังมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดี ไม่แคระแกรน

ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งได้รับ ไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm 10 มิลลิลิตร สามารถเพิ่มอัตราการรอดชีวิตของต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งในระยะย้ายปลูกจากร้อยละ 26.66 เพิ่มขึ้นเป็น 66.67 เมื่อย้ายปลูกในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ 37 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยประมาณร้อยละ 40 และความเข้มแสงเฉลี่ยประมาณ 800 lum/sqf ในช่วงเวลา 11.00 - 12.00 และ โดยต้นอ่อนยังมีแนวโน้มการเจริญเติบโตที่ดี ไม่แคระแกรน

เฟินชายผ้าสีดาที่ได้รับพาโคลบิวทราโซลความเข้มข้น 40 ppm และไคโตซานความเข้มข้น 90 ppm มีค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิ อัตราการคายน้ำ และอัตราส่วนระหว่างค่าอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิและอัตราการคายน้ำ ไม่แตกต่างจากเฟินชายผ้าสีดาเขากวางใบตั้งที่ไม่ได้รับสาร การตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ในอากาศและในช่องว่างใบของอัตราการสังเคราะห์ด้วยแสงสุทธิมีความแปรปรวนมาก ทั้งต้นที่ไม่ได้รับสาร ได้รับพาโคลบิวทราโซลและได้รับไคโตซาน จึงไม่อาจสรุปแนวโน้มของอิทธิพลของพาโคลบิวทราโซลและไคโตซานต่อการตอบสนองต่อความเข้มข้นของ CO_2 ของการสังเคราะห์ด้วยแสงได้

ข้อเสนอแนะ

การให้พาโคลบิวทราโซลแก่ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้ง ในระยะย้ายปลูก จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในโรงเรือน อายุต้นอ่อนสปอโรไฟต์ และวัสดุปลูก การใช้พาโคลบิวทราโซลความเข้มข้นต่ำ อาจจะให้ผลอัตราการรอดชีวิตที่น้อยกว่าความเข้มข้นสูง แต่จะไม่ทำให้เกิดปัญหาการเจริญเติบโตที่ผิดปกติ

การให้ไคโตซานแก่ต้นอ่อนสปอโรไฟต์เฟินชายผ้าสีดาเขากวางตั้ง ในระยะย้ายปลูก จำเป็นต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในโรงเรือน อายุต้นอ่อนสปอโรไฟต์ และวัสดุปลูก ชนิด คุณสมบัติ ของไคโตซาน และจำนวนครั้งในการให้ไคโตซานแก่พืช มีผลต่อการตอบสนองต่อพืช ทั้งนี้พืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อไคโตซานที่แตกต่างกัน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

จารุพันธ์ ทองแถม ม.ล. และ ปิยเกษตร สุขสถาน. 2550. **FERNS**. สารคดี, กรุงเทพฯ.

พูนพิภพ เกษมทรัพย์. 2549. **ชีววิทยา 2**. บริษัทด่านสุทธาการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

เฟินสยาม. 2551. การขยายพันธุ์. แหล่งที่มา: http://www.fernsiam.com 20 มกราคม 2551

รัฐ พิชญางกูร. 2548. **เทคนิคการเตรียมไคซานอย่างง่ายเพื่อใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื่อเยื่อพืช**. หลักสูตรการอบรมเรื่องการใช้ไคซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค)สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานเทคโนโลยีเฉพาะทาง ศูนย์วัสดุชีวภาพไคติน/ไคซาน สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ศุภจิตรา ชัชวาลย์. 2548. **ผลของไคซานในพืช**. หลักสูตรการอบรมเรื่องการใช้ไคซานในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ(เอ็มเทค)สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และหน่วยงานเทคโนโลยีเฉพาะทาง ศูนย์วัสดุชีวภาพไคติน/ไคซาน สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

สมพร จันทเดช. 2537. **การศึกษาการเพาะเลี้ยงสปอร์เฟินชายผ้าสีดาและเฟินข้าหลวงหลังลายในอาหารวุ้น**. รายงานวิจัยสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.

ส่วนพฤกษศาสตร์ป่าไม้, กรมป่าไม้. 2544. **ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย**. บริษัท ประชาชน จำกัด, กรุงเทพฯ.

Arteca, R.N. 1996. **Plant growth substances : principles and applications**. Chapman & Hall, New York.

Bañón, S., A. González, E.A. Cano, J.A. Franco and J.A. Fernández. 2002. Growth, development and colour response of potted *Dianthus caryophyllus* cv. Mondriaan to paclobutrazol treatment. **Scientia Horticulturae** 94: 371-377.

Bittelli, M., M. Flury, G.S. Campbell and E.J. Nichols. 2001. Reduction of transpiration through foliar application of chitosan. **Agriculture and froest Meteorology** 107: 167-175.

Boonkerd, T. and R. Pollawatn. 2000. **Pteridophytes in Thailand.** Thailand : Office of Environmental Policy and Planning, Bangkok.

Boonlertnirun, S., Ed, S., Sawit, M., Isara, S. 2007 Drought Recovery and Grain Yiled Potential of Rice after Chitosan Application. **Kasetsart J.(Nat Sci)** 41: 1-6

Camloh, M. and N. Gogala. 1991. *Platycerium bifurcatum*-adventitious bud and root formation without growth regulators in vitro. **Acta Hort.** 289: 89-90.

Daores, H., Syrovets, T.,Weiler, E. W., Ryan, C.A. 1995. Oligogalacturonides and chitosan activate plant defensive genes through the octadecanoid pathway. **Proceeding of the National Academy of Cultured Plant Cells** 92: 4095-4098.

Fernández, J.A., L. Balenzategui, S. Bañón and J.A. Franco. 2005. Induction tolerance by paclobutrazol and irrigation deficit in *Phillyrea angustifolia* during the nursery period. **Scicentia Horticulturae** Available online at www.sciencedirect.com

Hazarika, B.N., V.A. Parthasarathy and V. NagarajU. 2002. Action of paclobutrazol in acclimatizing micropropagated citrus plantlets. **Journal of Indian Agricultural Research** 36(1): 57-60.

Hennipman, E. and M.C. Roos. 1982. **A monograph of the fern genus *Platycerium* (Polypodiaceae)**. North-Holland Publishing Company, Amsterdam. Oxford. New York.

Holtum, J.A.M. and K. Winter. 1999. Degrees of crassulacean acid metabolism in tropical epiphytic and lithophytic ferns. **Australian Journal of Plant Physiology** 26: 749-757.

Hoshizaki, B.J. and M.G. Price. 1990. *Platycerium* Update. **American Fern Journal** 80(2): 53-69.

Kramer, K.U. and P.S. Green. 1990. **Pteridophytes and gymnosperms**. Springer-Verlag, Berlin.

Luan, L. Q., Ha, V. T. T., Nagasawa, N., Kume, T., Yoshii, F., Nakanishi, T. M. 2005. Biological Effect of irradiated chitosan on plants in vitro. **Biotechnol. Appl. Bioc.** 41: 49-57

Murashige, T. and F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures. **Physiol. Plant.** 15: 473-497.

Navarro, A., M. Jesus Sanchez-Blance., S. Banon. 2007. Influence of paclobutrazol on water consumpyion and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. **Scientia Horticulturae** 111: 133-139.

Ohta, K., T. Asao and T. Hosoki. 2001. Effects of chitosan soil mixture treatment in the seedling stage on the growth and flowering of several ornamental plants. **J. Hortic. Sci. Biotech.** 76: 612-614.

_____, H. Atarashi, Y. Shimatani, S. Matsumoto, T. Asao and T. Hosoki. 2000. Effects of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. cv. Kairyou Wakamurasaki. **Society for Horticultural Science** 69: 63-65.

Rodpradit, S., 2003. Cryoperservation of *Platycerium ridleyi* H.Christ. Sporophytes. thesis. Mahidol University. 71p.

Sánchez-Blanco, M.J., T. Ferrández, A. Navarro, S. Bañón and J.J. Alarcón. 2004. Effects of irrigation and air humidity preconditioning on water relations, growth and survival of *Rosmarinus officinalis* plants during and after transplanting. **Journal of Plant Physiology** 161: 1133-1142.

Sankar B., C. Abdul Jaleel, P. Manivannan, A. Kishorekumar, R. Somasundaram and R. Panneerselvam. 2007. Effect of paclobutrazol on water stress amelioration through antioxidants and free radical scavenging enzymes in *Arachis hypogaea* L. **Colloid Surfaces B** 60(2): 229-235.

Souza-Machado, V., R. Pitblado, A. Ali and P. May. 1999. Paclobutrazol in tomato (*Lycopersicon esculentum*) for improved tolerance to early transplanting and earlier harvest maturity. **Acta Hort.** 487:139-143.

Sun, Q.F., X.C. Yu, J.J. Gao and S.L. Chang. 2004. Effect of carboxymethyl chitosan on chilling tolerance in cucumber seedlings. **Scientia Agricultura Sinica** 37: 1660-1665.

Tagawa, M. and K. Iwatsuki. 1989. **Flora of Thailand 3(4)**. Chutima press, Bangkok.

Taiz, L., E. Zeiger. 2002. **Plant Physiology**. Sinauer Associaters, Inc., USA.

Tari, I. 2003/2004. Abaxial and adaxial stomatal density, stomatal conductances and water status of bean primary leaves as affected by paclobutrazol. **Biologia Plantarum** 47(2): 215-220.

Tryon, R.M. and A. Tryon. 1982. **Ferns and allied plants with special reference to tropical America**. Springer-Verlag, New York.

Vail, R. 1984. ***Platycerium*** **hobbyist's handbook**. Desert Biological Publications, New Mexico.

Wee, Y.C., S.H. Kwa and C.S. Loh. 1992. Production of sporophytes from *Platycerium coronarium* and *P. ridleyi* Frond Strips and Rhizome Pieces Cultured In Vitro. **American Fern Journal** 82(2): 75-79.

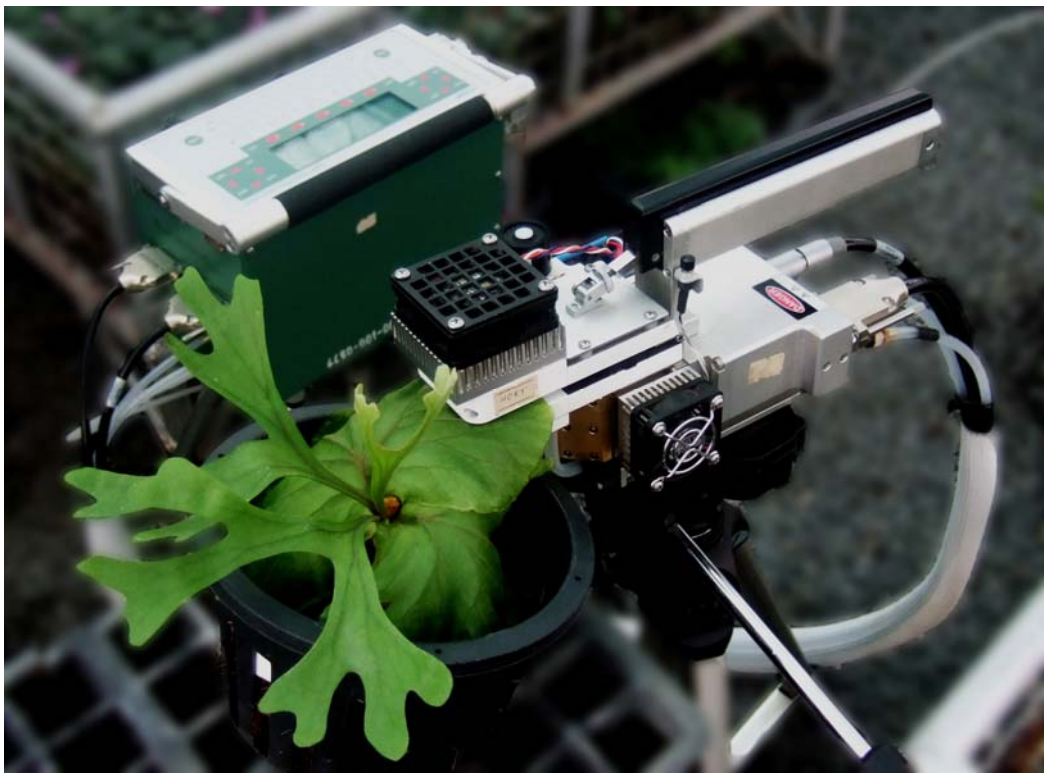
Wendy, F., W. Robert and L. Wample. 1985. Effects of paclobutrazol on growth, photosynthesis and carbohydrate content of 'dDlicious' apples. **Scientia Horticulturae** 26(2): 139-147.

Zhu, L., A. Peppel., X. Li. and M. Welander. 2004. Changes of leaf water potential and endogenous cytokinins in young apple trees treated with or without paclobutrazol under drought conditions. **Scientia Horticulturae** 99(2): 133-141.

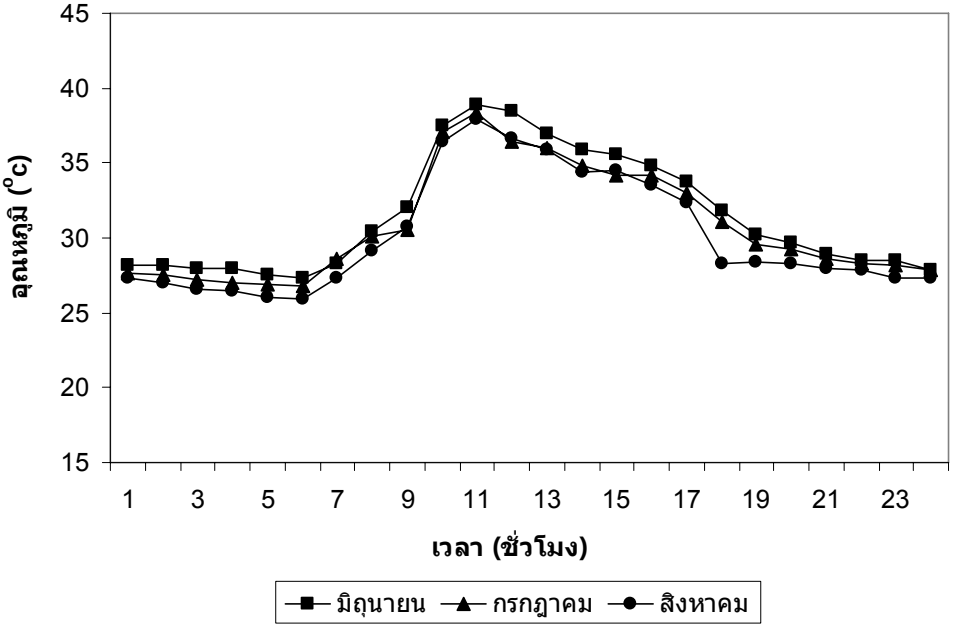
ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 องค์ประกอบของอาหารสังเคราะห์สูตร Murashige & Skoog (Mirashige และ Skoog, 1962)

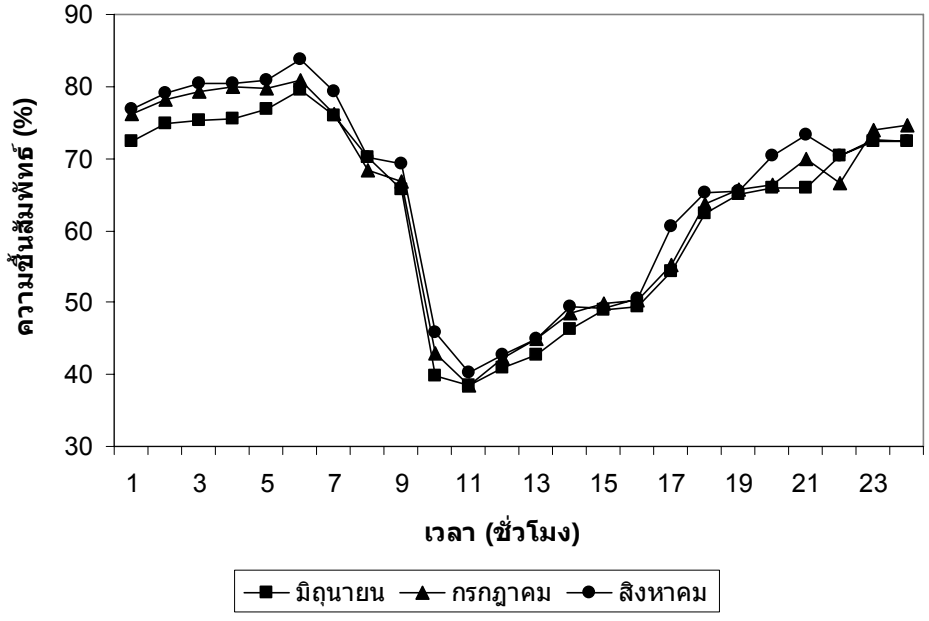
ชื่อสารเคมี	มิลลิกรัมต่อลิตร
Macroelements	
NH_4NO_3	1,650.00
KNO_3	1,900.00
$CaCl_2.2H_2O$	370.00
KH_2PO_4	170.00
Microelements	
H_3BO_3	6.20
$MnSO_4.H_2O$	6.90
$ZnSO_4.7H_2O$	6.14
KI	0.83
$Na_2MoO_4.2H_2O$	0.25
$CuSO_4.5H_2O$	0.025
$CoCl_2.6H_2O$	0.025
Na_2EDTA	37.25
$FeSO_4.7H_2O$	27.85
Organic Compounds	
Glycine	2.00
Myo-inosital	100.00
Nicotinic acid	0.50
Pyridoxine-HCl	0.50
Thiamine-HCl	0.10
Sucrose	30,000.00
Phytogel	8,500.00



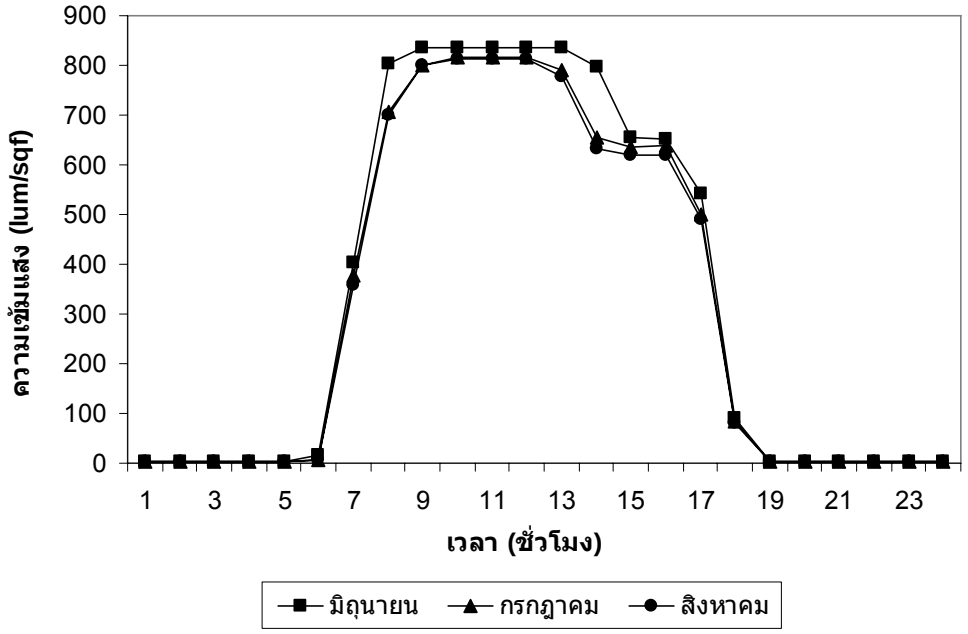
ภาพผนวกที่ 1 เครื่องวัดอัตราการสังเคราะห์แสงระบบเปิด
(Portable Photosynthesis System รุ่น LI6400 ของบริษัท LI-COR)



ภาพผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550



ภาพผนวกที่ 3 ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์ตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550



ภาพผนวกที่ 4 ค่าเฉลี่ยความเข้มแสงตลอดวันในเดือนมิถุนายน กรกฎาคม และสิงหาคม 2550