

ใบรับรองปัญหาพิเศษ

ภาควิชาพืชสวน

เรื่อง

ผลของ Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก

Effect of Paclobutrazol on growth of Epipremnum aureum

to growth in the pot upright on stakes

โดย

นางสาว นามนต์ จันทร์แดง

ได้รับพิจารณาโดย

.....

(อาจารย์ บุญลือ กล้าหาญ)

อาจารย์ที่ปรึกษาปัญหาพิเศษ

วันที่ 24 เดือน 12 พ.ศ. 2544

ภาควิชารับรองแล้ว

.....

(รศ. สมภพ จิตะวสันต์)

หัวหน้าภาควิชาพืชสวน

วันที่ 24 เดือน 12 พ.ศ. 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาพิเศษปริญญาตรี

เรื่อง

ผลของ Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก

Effect of Paclobutrazol on growth of Epipremnum aureum
to growth in the pot upright on stakes

โดย

นางสาว นามนต์ จันทร์แดง

ร/ท.
๔๕๒๓๗

เลขหน้.....๒๕๔๖

เลขทะเบียน.....๔๑๗๑๓

วัน, เดือน, ปี.....๒๗ ๑๐ ๒๕๔๕

เสนอ

.b.....
.i.....

ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (เกษตรศาสตร์)

พ.ศ. ๒๕๔๕

ชื่อเรื่อง : ผลของ Paclbutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถาง
ขึ้นหลัก
Effect of Paclbutrazol on growth of Epipremnum aureum to growth
in the pot upright on stakes

โดย : นางสาวนันทน์ จันทร์แดง

สาขาวิชา : พืชสวน

ภาควิชา : พืชสวน

คณะ : เทคโนโลยีการเกษตร

อาจารย์ที่ปรึกษา: อาจารย์บุญลือ กล้าหาญ

บทคัดย่อ

จากการศึกษาผลของ Paclbutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถาง
ขึ้นหลัก โดยการวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) 6 วิธีการ
(treatment) 4 ซ้ำ (replication) จำนวน 144 กระถาง ในระดับความเข้มข้น 200, 300, 400, 500 และ
600 ppm จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 10 ml. ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ ช่วงเดือน พฤศจิกายน 2543 ถึง
กุมภาพันธ์ 2544 ผลการทดลองพบว่า สาร Paclbutrazol มีผลให้ความยาวข้อปล้องของต้น
พลูด่างสั้นลง ตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ในภาพรวมพบว่าที่ระดับความเข้มข้น 300
ppm เหมาะสมมากที่สุด กล่าวคือ ได้ค่าเฉลี่ยความยาวข้อ ความสูง ความกว้างใบ และความยาว
ใบ เท่ากับ 1.04, 12.21, 4.14 และ 6.65 เซนติเมตร ตามลำดับ และจำนวนข้อต่อต้นเฉลี่ย เท่ากับ
4.32 ข้อ โดยจะทำให้พลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลักมีลักษณะ และรูปทรงต้นที่สวยงาม ซึ่งมีผล
ให้เกิดใบถี่ขึ้น ทำให้ลดช่องว่างระหว่างใบลง พุ่มต้นแน่นกะทัดรัดสวยงาม โดยไม่มีผลต่อ
ขนาดของใบ แต่กลับจะทำให้ใบหนา และสีเขียวคลายชัดเจนขึ้น

Title : Effect of Paclobutrazol on growth of Epipremnum aureum to growth in the pot upright on stakes

By : Miss Nammon Chandaeng

Major : Horticulture

Department : Horticulture

Faculty : Agricultural Technology

Advisor : Mrs. Boonlue Glahan

Abstract

The result of the effect of Paclobutrazol on growth of Epipremnum aureum to growth in the pot upright on stakes. The statistical model was Completely Randomized Design (CRD) 6 treatment, 4 replication, 144 pots .The concentration of Paclobutrazol was 0, 200, 300, 400, 500 and 600 ppm. All of drenching gave 3 times ,10 ml/time, take 1 time a week. During November, 2000 to February, 2001. The result show that the internode length decreased as the rate increasing of paclobutrazol. Concentration 300 ppm was the most suitable on growth of Epipremnum aureum to growth in the pot upright on stakes. With the mean of internode length , hight , leaf width and leaf length for 1.04, 12.21, 4.14, and 6.65 , respectively . And the number of internode was 4.32. This concentration gave the suitable characteristic and good proportion for Epipremnum aureum to growth in the pot upright on stakes, the space between the leaf is small and make the leaf close together, a size of bush is tight and look beautiful . This concentration isn't any effect for leaf size, but it make the leaf thicker, darker and can see more detail of the leaf.

คำนิยม

ปัญหาพิเศษฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีด้วยความช่วยเหลือของ อาจารย์บุญญลือ กล้าหาญ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำปรึกษา และให้แนวทางต่างๆ ในการดำเนินการทดลอง พร้อมทั้งการตรวจสอบแก้ไขปัญหา เฝ้ามองฉบับนี้ให้จนเสร็จสมบูรณ์ได้ ข้าพเจ้าจึงขอขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย ตลอดทั้งเจ้าหน้าที่ประจำอาคารปฏิบัติการไม้ดอกที่ให้ความช่วยเหลือในการปฏิบัติงานระหว่างการทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณพระคุณ แต่ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้องที่เป็นกำลังใจให้ ตลอดจนเพื่อนๆ ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งด้านแรงกายและแรงใจจนทำให้การทดลอง และปัญหาพิเศษฉบับนี้แล้วเสร็จสมบูรณ์

น้ามนต์ จันทร์แดง

มีนาคม 2544



สารบัญ

	หน้า
สารบัญตาราง	ก
สารบัญภาพ	ข
สารบัญตารางผนวก	ค
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	11
ผลการทดลอง	13
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	23
ปัญหาและข้อเสนอแนะ	24
เอกสารอ้างอิง	25
ภาคผนวก	27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวข้อ , ความสูงต้น , จำนวนข้อ , ความกว้างใบ และความยาวใบของต้นพลูด่าง หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	15
2. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวข้อของต้นพลูด่าง	16
3. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความสูงของต้นพลูด่าง	16
4. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติจำนวนข้อของต้นพลูด่าง	17
4. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความกว้างใบของต้นพลูด่าง	17
5. แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวใบของต้นพลูด่าง	18



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1. กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวข้อ , ความสูง , จำนวนข้อ, ความกว้างใบ และความยาวใบของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก โดยใช้สาร Paclobutrazol ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 300, 400, 500 และ 600 ppm แล้ว 8 สัปดาห์	19
2. สาร Paclobutrazol และอุปกรณ์ที่ใช้ในการเตรียมสาร	20
3. แสดงการเปรียบเทียบลักษณะพุ่มต้นพลูด่างในวิธีการต่างๆ หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	21
4. แสดงลักษณะการจัดวางกระถางปลูกต้นพลูด่าง ในการทดลอง หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว	22

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางผนวกที่	หน้า
1. แสดงความยาวข้อของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการหลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	28
2. แสดงความสูงของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการหลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	28
3. แสดงจำนวนข้อของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการหลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	29
4. แสดงความกว้างใบของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการหลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	29
5. แสดงความยาวใบของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการหลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์	30

คำนำ

ต้นไม้ นับว่ามีบทบาทต่อการดำรงชีวิต ของมนุษย์มา โดยตลอด เพราะเป็นสิ่งที่ช่วยสร้างความสุขทางด้านจิตใจได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจะเห็นได้ว่ามนุษย์เราจะอยู่ที่ไหนก็พยายามที่จะนำ ต้นไม้นั้นมาประดับตกแต่ง ซึ่งแม้แต่ภายในอาคารบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ก็นิยมนำต้นไม้มาประดับตกแต่งทั้งไม้ดอกและไม้ประดับชนิดต่างๆ ตามความเหมาะสมทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่

พืชมงคลซึ่งจัดว่าเป็นพืชที่นิยมกันมากชนิดหนึ่ง ในการใช้ประดับตกแต่งภายในอาคาร เพราะเป็นพืชที่มีลักษณะใบที่สวยงาม ดูแลรักษาง่าย และสามารถที่จะนำมาปลูกเลี้ยงประดับตกแต่งได้ในหลายรูปแบบเช่น นำมาปลูกเลี้ยงไว้ในน้ำ ปลูกในลักษณะเป็นไม้กระถางแขวน หรืออาจปลูกให้เลื้อยขึ้นหลัก ซึ่งในแต่ละรูปแบบนั้นก็ขึ้นอยู่กับความนิยม และความเหมาะสมของสถานที่นั้นๆ สำหรับการปลูกให้เลื้อยขึ้นหลักนี้ ก็นับว่าเป็นรูปแบบที่นิยมใช้ในการประดับตกแต่งกันมากเช่นเดียวกัน เพราะการปลูกแบบนี้ จะทำให้ได้ต้นพืชมงคลที่มีลักษณะรูปทรงที่สวยงาม สามารถมองเห็นใบของพืชมงคลได้อย่างชัดเจน ในการเคลื่อนย้ายเพื่อนำไปตกแต่งในจุดต่างๆก็สามารถทำได้สะดวก แต่ในการปลูกเลี้ยงพืชมงคลขึ้นหลักนี้ บางครั้งอาจมีปัญหาด้านรูปทรงของต้นพืชมงคลที่มีลักษณะโปร่งมีช่องโหว่มองแล้วไม่สวยงาม ซึ่งนั่นก็เพราะว่าพืชมงคลนั้นมีช่องข้อที่ยาวเกินไป จึงทำให้ช่องว่างระหว่างใบแต่ละใบนั้นห่างกันมาก ส่งผลให้ได้พืชมงคลที่มีรูปทรงที่ไม่สวยงาม ในลักษณะเดียวกันนี้กับพืชอื่นๆ ได้มีการนำเอาสารชะลอการเจริญเติบโต มาทดลองใช้เพื่อลดความยืดยาวของข้อปล้องพบว่าได้ผลดี โดยสารในกลุ่มนี้ Paclobutrazol เป็นอีกชนิดหนึ่ง แต่เดิมมักนิยมใช้กับไม้ผล และได้มีการนำมาทดลองใช้กับพืชพวก ไม้ดอก ไม้ประดับแล้ว ตามคุณสมบัติของสารคือ ช่วยลดความยืดยาวของข้อปล้อง ได้ผลดี และปัจจุบันหาซื้อได้ง่าย วิธีการไม่ยุ่งยาก ราคาไม่แพง

การทดลองครั้งนี้จึงได้นำสาร Paclobutrazol มาทดลองใช้กับต้นพืชมงคลที่ปลูกขึ้นหลักในกระถาง เพื่อช่วยลดความยาวข้อปล้อง ซึ่งจะมีผลให้เกิดใบถี่ขึ้น ดูพุ่มต้นแน่น มีลักษณะรูปทรง สดส่วนที่สวยงามยิ่งขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของ Paclitaxel ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก
2. เพื่อศึกษาระดับความเข้มข้นของ Paclitaxel ที่เหมาะสมกับต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก
3. เพื่อเปรียบเทียบลักษณะที่แตกต่างของต้นพลูด่างระหว่างกระถางที่ไม่ใช้สารและใช้สารที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
4. เป็นแนวทางในการศึกษากับพันธุ์ไม้อื่นๆต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจเอกสาร

พุด่าง

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Epipremnum aureum</i> (Lind.& Andre)
ชื่อสามัญ	Golden Pothos, Devil's Ivy, Hunter's Robe
ชื่อวงศ์	ARACEAE
ถิ่นกำเนิด	เกาะโซโลมอนในมหาสมุทรแปซิฟิก

ลักษณะทั่วไป

ลำต้น เป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อน อายุหลายปี เลื้อยเกาะด้วยรากพิเศษที่ออกตามข้อ ลำต้นอวบน้ำ สีเขียวอ่อน

ใบ ใบเดี่ยวออกสลับ รูปไข่แกมหัวใจขนาด 5-30 x 7-45 เซนติเมตร ปลายใบเรียวแหลม โคนใบเว้า แผ่นใบหนาอวบน้ำมีสีด่างเขียว-เหลือง สีเขียวอมเหลือง ('Lime') เรียก ราชนิสีทอง และด่างสีเขียว-ครีม ('Marble Queen') เรียกว่า ราชนิสีนอ่อน การขยายพันธุ์ โดยการตัดชำยอดและลำต้น

สภาพแวดล้อม (อุทธร, 2541)

- ชอบแสงแดดรำไร-ร่ม ถ้าปลูกในร่มใบจะมีสีเขียวสดมาก ข้อใบห่างกว่าเมื่อปลูกเลี้ยงในที่ที่มีแสงแดดรำไร
- สามารถปลูกในน้ำหรือลงดินการเจริญของต้นและใบที่ปลูกในน้ำมีขนาดเล็กกว่าต้นที่ปลูกลงดิน
- ปลูกได้ในดินทุกชนิด ทนดินแฉะ

ประโยชน์ (อุทธร, 2541)

- ปลูกประดับเป็นไม้กระถางให้เลื้อยเกาะหลัก หรือปลูกเป็นไม้กระถางแขวน ใช้เป็นไม้ประดับในอาคารได้ดี มีลักษณะและสีต้นของใบสวยงาม และคงทน
- ปลูกเป็นไม้คลุมดินได้ร่ม ไม้ หรือพรางสายตาสีที่ไม่งาม เช่น ฝาบ่อเกรอะ เป็นต้น
- ปลูกประดับในแจกันใส่น้ำ ต้องตัดยอดให้มีรากติดด้วย
- ปลูกบริเวณที่ไม่ค่อยมีการเหยียบย่ำ เช่น เนินไก่อ๊ะเบียงบ้าน สวนในห้องน้ำ
- ปลูกริมทะเล หรือปลูกริมถนนเพื่อให้ห้อยย้อยลง

สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช

นพดล (2537) กล่าวว่า สารชะลอการเจริญเติบโตจัดเป็น PGRC ที่พืชไม่สามารถสร้างขึ้นเองได้สารในกลุ่มนี้ทั้งหมด เป็นสารอินทรีย์ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น เพื่อประโยชน์ในการเกษตร คุณสมบัติหลักของสารในกลุ่มนี้คือ ชะลอการแบ่งเซลล์ และการยึดตัวในบริเวณใต้ปลายยอดของกิ่ง พืชจึงมีผลทำให้พืชที่ได้รับสารมีความสูงน้อยกว่าปกติ ซึ่งเป็นประโยชน์ในการควบคุมความสูงของไม้ดอกไม้ประดับให้มีขนาดกะทัดรัดเหมาะแก่การปลูกในกระถาง พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโต มักจะมีใบหนา เขียวเข้มกว่าปกติ ผลทางอ้อมจากการใช้สารกลุ่มนี้มีประโยชน์มากมายทางการเกษตร เช่น เพิ่มผลผลิตผักหลายชนิด เพิ่มคุณภาพผล เช่น การติดผล เร่งการติดดอก

สมเพียร (2526) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของสารชะลอการเจริญเติบโตไว้ 3 ประการคือ

1. ใช้ควบคุมการยึดตัวของลำต้นและกิ่งก้าน ทำให้เตี้ยลง มีขนาดกะทัดรัด มีสัดส่วนสวยงาม นิยมใช้กับไม้ดอกไม้ประดับเป็นส่วนใหญ่
2. ใช้ควบคุมความสูงของพุ่มไม้ให้อยู่ในขนาด และสัดส่วนเดิม ตามที่กำหนดไว้ในช่วงเวลาที่ใช้ในการตกแต่ง โดยเฉพาะ ไม้ใบ (foliage plant) ที่ตกแต่งอาคาร
3. ควบคุมความสูงของต้นกล้า ไม้ดอกไม้ประดับให้มีขนาดพอเหมาะ และอยู่ในสถานที่ใช้ประโยชน์ได้นานขึ้น ทั้งยังทำให้ต้นกล้าแข็งแรงยิ่งขึ้น เพื่อชะลอการย้ายกล้าให้นานออกไป เมื่อมีความจำเป็น เช่น สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม หรือเตรียมแปลงปลูกไม่ทัน

ชนิดของสารชะลอการเจริญเติบโตของพืช แบ่งได้ 6 ชนิด (สัมพันธ์, 2527)

1. Quaternary ammonium สารที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ Amo-1618 หรือ ACFC เป็นสารที่สามารถละลายน้ำได้ดี คงสภาพในดินนาน 10 ปี ลดความสูงได้ต่ำสุดถึงสูงสุดโดยใช้ความเข้มข้นต่างกันเล็กน้อย ใช้ได้ดีทั้งพ่นทางใบ (foliar spray) และรดลงดิน (Soil drench) ไม่ทำให้สีดอกเปลี่ยน แต่เนื่องจากให้ผลกับพืชน้อยชนิด และทำให้ขอบใบเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล จึงไม่ค่อยมีคนนิยมใช้ในการค้า
2. กลุ่ม Phosphonium สารที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ Phosphon-D หรือ CBBP สารนี้ละลายน้ำได้ดี มีความคงทนในดินมากกว่า 1 ปี วิธีการที่ใช้ได้ผลได้แก่ การรดสารละลายลงดิน พ่นทางใบจะทำให้ใบมีการผิดปกติ สีซีดจาง ถ้าพืชได้รับ Phosphon-D มากเกินไปจะทำให้เส้นใบมีสีใส ขอบใบมีสีน้ำตาล พืชที่ตอบสนองต่อสารนี้ได้แก่ ถั่ว และเบญจมาศ

3. Substituted chlolines เป็นสารพวก quaternary เหมือนกับ Amo-1618 และ Phosphon-D สารสำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ CCC สารนี้จะละลายน้ำได้ดี คงทนอยู่ในดินได้ 3-4 สัปดาห์ ลดความสูงต่ำสุดถึงสูงสุดโดยใช้ความเข้มข้นต่างกันมาก ไม่เป็นพิษต่อต้นพืช การให้สารทางใบมีประสิทธิภาพน้อยกว่าการลดลงดิน และทำให้ใบเหลืองและกลับเขียวในสัปดาห์ต่อมา มีผลทำให้ สีดอกซีคลงเล็กน้อย ตอบสนองต่อพืชหลายชนิด เช่น ขบา คริสมาศ อเซเลีย

4. Substituted pyrimidine สารตัวแทนคือ ancymidol หรือ A-rest หรือ BI-531 คุณสมบัติละลายน้ำได้ 650 ppm คงสภาพในดินได้นาน 1 ปี ลดความสูงได้ต่ำสุดถึงสูงสุด โดยให้สารทางใบ ทำให้ขอบใบมีสีแสดเล็กน้อย ใบอ่อนลู่ตกลง ข้อดีคือซึมซาบเข้าสู่พืชเร็วใช้เวลาเพียง 5 นาที ก็รดน้ำตามได้ เป็นสารที่ตอบสนองกับพืชมากกว่าทุกกลุ่ม ใช้ได้ทั้งไม้ดอก ไม้หัว ไม้ใบ

5. กลุ่ม Succinamic acid ใช้กันอย่างกว้างขวาง สารตัวแทนในกลุ่มนี้มีชื่อสามัญว่า daminozide ชื่อการค้าว่า B-995, B-nine, Alar, Kylar มีชื่อทางเคมีว่า succinic acide-2,2-dimethylhydrazide หรือ N, N-dimethyl amino succinamic acide มีชื่อย่อว่า SADH

ผลของสารชะลอการเจริญเติบโต (สัมพันธ์, 2527)

1. ยับยั้งการขยายตัวของลำต้น SADH, CCC, Phosphon-D, Amo-1618 สามารถยับยั้งการขยายตัวของลำต้น โดยการยับยั้งการแบ่งเซลล์ของส่วนที่เป็น subapical meristem โดยทั่วไปแล้ว Phosphon-D และ CCC จะยับยั้งความสูงของพืชได้อย่างกว้างขวางกว่า Amo-1618 ส่วน SADH จะช่วยลดความสูงได้หลายชนิด เช่น กุหลาบหิน คาวเรือง และโร โดเดนดรอน

2. เร่งการออกดอก สารชะลอการเจริญเติบโตของพืช สามารถเร่งการออกดอกของไม้เนื้อแข็งหลายชนิดให้เร็วขึ้น สำหรับในพืชล้มลุกหลายชนิด พบว่าทั้งดอกและผลมีจำนวนเพิ่มขึ้น โดย สัมพันธ์ (2527) ได้อ้างถึงการทดลองของ Stuart (1963) ที่ทดลองใช้ CCC, B995, Phosphon-D กับ *Rhododendron* พบว่าสามารถทำให้เกิดตาดอกได้เร็วกว่าปกติ

3. ทำให้ใบเขียวเข้มขึ้น พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตจะมีใบเขียวเข้มขึ้น ใบหนาขึ้น โดย สัมพันธ์ (2527) ได้อ้างถึงการทดลองของ Scherff (1952) พบว่าพืชที่ได้รับ Amo-1618 จะมีใบหนาขึ้นถึง 20% การที่ใบหนานี้มีสาเหตุจากการที่มีชั้นของ spongy parenchyma เพิ่มขึ้นอีก 1-3 ชั้น

4. ทนแล้ง พืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโตจะสามารถทนต่อความแห้งแล้งได้ดีกว่าพืชชนิดเดียวกันที่ไม่ได้รับสารนี้ สัมพันธ์ (2527) ได้อ้างถึงการทดลองของ Halevy และ Kessler (1963) โดยปลูกต้นถั่ว จนกระทั่งมีใบคู่ที่ 3 จึงฉีดถั่วด้วย CCC จะแสดงอาการเหี่ยว ภายในวันที่ 5 หลัง

การให้น้ำ ไบร่่วงวันที่ 9 และตายวันที่ 30 ส่วนพืชที่ได้รับ CCC จะมีชีวิตรอดอยู่ถึง 42 วัน สาเหตุที่พืชสามารถเจริญในสภาพแห้งแล้งได้ เมื่อได้รับ CCC นั้น เข้าใจว่าจะเกี่ยวข้องกับการที่ CCC ลดการคายน้ำลง 60-80%

5. ทนเค็ม ทนเปรี้ยว โดย สัมพันธ์ (2527) ได้อ้างถึงการทดลองของ Marth และ Frank (1961) ทดลองในถั่วเหลือง พบว่าพืชที่ได้รับสารชะลอการเจริญเติบโต จะทนเค็มได้ดี เพราะถั่วที่ได้รับ Amo-1681 จะสามารถเจริญเติบโต ให้ผลผลิตได้แม้ว่าจะดำก็ตาม นอกจากจะทนเค็มได้แล้วพืชยังสามารถทนทั้งเปรี้ยวและฝาด ได้อีกด้วย

6. เพิ่มผลผลิต มีรายงาน ว่า SADH ความเข้มข้นประมาณ 1000 ppm สามารถเพิ่มผลผลิตของพืชตระกูลถั่วได้ หลายชนิด SADH ทำให้ถั่วมีทรงพุ่มน้อยลง การแตกกิ่งก้าน การออกดอกและติดฝักมีมากขึ้น

7. การเก็บเกี่ยวไม่ผล่ง่ายขึ้น แอปเปิ้ลที่ได้รับการพ่นด้วย Ethephon จะทำให้ผลที่สุกถ่วงลงมาจากขั้วได้ง่าย

8. ทำให้พืชมีลำต้นแข็งแรง ปัญหาที่สำคัญของพืชใบเลี้ยงเดี่ยว โดยเฉพาะธัญพืช ได้แก่ การล้ม ซึ่งพืชที่ได้รับการพ่นด้วยสารชะลอการเจริญเติบโต จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้ ในสหรัฐอเมริกาและยุโรปมีการใช้ Ethephon และ CCC กับข้างสาทิและข้าวบาร์เลย์กันอย่างกว้างขวาง

9. เพิ่มคุณภาพของผลผลิต Nepiquat -chlortide นอกจากจะเพิ่มผลผลิตของฝ้ายแล้ว ยังทำให้คุณภาพด้านการปั่น และการทอของเส้นใยฝ้ายให้สูงขึ้น สีของปุยฝ้ายก็ขาวมากขึ้น Ethephon ทำให้ผิวของแอปเปิ้ลแดงสม่ำเสมอรับประทาน ในขณะที่ผลโดยทั่วไป ที่ไม่ได้รับสารนี้ จะมีสีไม่สม่ำเสมอ

คุณสมบัติและการใช้สารชะลอการเจริญเติบโต (พีเรเคซ, 2529)

1. chlomequat (2-chloroethyl)-trimethylammonium chloride) เป็นสารที่ใช้กันมากที่สุดในโลก โดยใช้ในการผลิตไม้ผล และป้องกันการหักล้มของต้นธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาทิ ในกรณีของไม้ดอกไม้ประดับจะช่วยลดความสูงของต้นได้ เช่น คาร์เนชั่น คริสต์มาส เจอราเนียม พิทูเนีย คมเรือง เวอร์บีน่า เพิ่มผลผลิตของโกโก้ และมันสำปะหลัง ช่วยในการติดผลขององุ่นหลายพันธุ์ ป้องกันการเกิดไหล (stolon) ของสตอเบอรี่ สารนี้ผลิตขึ้นมาเมื่อ 20 ปีที่แล้ว และยังใช้กันมากในปัจจุบัน โดยมีชื่อทางการค้าว่า Cycocel[®] แต่น่าเสียดายที่ไม่มีสารนี้เข้ามาจำหน่ายในประเทศไทย สาร chlomequat บริสุทธิ์มีลักษณะเป็นผลึก ไม่มีสี มีกลิ่นคล้ายควาปลา ละลายในน้ำได้ดีมาก เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลาง ควรใช้ด้วยความระมัดระวัง

การให้สาร chlomequat แก่พืชทำได้โดยการรดสารลงดินหรือพ่นทางใบพืชโดยตรง การให้สารทางใบอาจก่อให้เกิดอาการเหลืองซีดของใบในระยะแรก แต่สามารถกลับเป็นปกติได้ในภายหลัง

2. daminozide (butanedioic acide mono-(2,2-dimethylhydrazide) เป็นสารที่ผลิตขึ้นมาภายหลัง chlomequat และใช้กันอย่างกว้างขวางทั้งไม้ดอกไม้ประดับ ผัก และไม้ผล ใช้ลดความสูงของต้นเบญจมาศ ไฮเดรนเจีย อะซาร์เลีย คาร์เนชั่น คริสต์มาส ได้เป็นอย่างดี และใช้กันมากกับแอปเปิล และมะเขือเทศ เพื่อเพิ่มการติดผลและคุณภาพของผล เพิ่มผลผลิตผักได้หลายชนิด สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทยภายใต้ชื่อการค้า อาลาร์ 85 (Alar 85[®]) โดยอยู่ในรูปของผงละลายน้ำ ความเข้มข้น 85% สาร daminozide บริสุทธิ์เป็นผลึกสีขาวระเหยได้เล็กน้อย และมีกลิ่นเล็กน้อย สามารถละลายน้ำได้ดี เป็นสารที่จัดว่าเกือบไม่มีพิษต่อคน และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม

สารนี้ถึงแม้จะนำมาละลายน้ำก็ยังคงสภาพอยู่ได้นาน โดยไม่สลาย วิธีการให้สารนี้แก่พืชคือการพ่นทางใบ สารสามารถแทรกซึมเข้าทางใบและเคลื่อนย้ายไปได้ทั่วทั้งต้น ถ้าให้สารในขณะมีความชื้นในอากาศสูง และยังคงอยู่ทำให้สารสามารถดูดซึมเข้าไปได้มาก แต่จะต้องไม่มีฝนตกภายใน 12-24 ชั่วโมง ภายหลังการให้สาร เนื่องจากสารนี้ถูกชะล้างได้ง่าย การให้สารนี้โดยการรดลงดินอาจก่อให้เกิดพิษต่อรากพืชได้

3. ancymidol (α -cyclopropyl- α -(4-methoxyphenyl)-5-pyrimidine methanol) สารนี้มีประสิทธิภาพสูงมากในการลดความสูงของไม้ดอกไม้ประดับได้หลายชนิด โดยไม่มีผลเสียต่อคุณภาพดอก เป็นสารที่ใช้จำกัดเฉพาะไม้ดอกไม้ประดับเท่านั้น ไม่มีการนำมาใช้กับพืชผัก ไม้ผล หรือธัญพืชอื่นใด เป็นสารที่มีราคาสูงมาก โดยผลิตภายใต้ชื่อการค้าว่า A-Rest[®] และยังไม่มีการจำหน่ายในประเทศไทย การให้สารชนิดนี้กับพืชทำได้โดยการรดลงดินหรือพ่นทางใบ ซึ่งให้ประสิทธิภาพสูงพอๆ กัน โดยไม่มีผลต่อใบพืชหรือรากพืช สารนี้ดูดซึมเข้าทางรากและทางใบได้ดีถึงแม้จะมีฝนตกภายหลังการให้สารเพียง 5 นาที ก็ตาม

4. nepiquat chloride (1,1-dimethyl-piperidinium chloride) เป็นสารที่ใช้ลดความสูงของต้นและเพิ่มผลผลิตพืชไร่บางชนิด ใช้ได้ผลดีกับฝ้ายและถั่วต่างๆ และยังใช้ลดความสูงของต้นธัญพืช เพื่อป้องกันการหักล้ม สารนี้มีจำหน่ายในประเทศไทย โดยมีชื่อทางการค้าว่า พิกซ์ (Pix[®]) ซึ่งผลิตอยู่ในรูปของสารละลาย เป็นสารที่มีพิษสูงปานกลางต่อคนและสัตว์เลี้ยง สารนี้เหมาะในการพ่นทางใบ

5. paclobutrazol (2 RS,3 RS)-1-(4-chlorophenyl)-4,4-dimethyl-2-(1H-1,2,4-triazol-1-yl)pentan-3-ol) เป็นสารชนิดใหม่ล่าสุด ซึ่งนักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจอย่างมาก โดยเน้นการวิจัย

เพื่อประโยชน์ในการผลิตไม้ผลและพืชไร่ สารนี้มีประสิทธิภาพสูงมาก และมีแนวโน้มที่จะนำมาใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางในอนาคต ผลของสารนี้พอสรุปได้ว่า ช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับพืชเร่งการเกิดดอก ลดความยาวของปล้อง ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการตัดแต่งกิ่งไม้ผล สารนี้มีชื่อทางการค้าว่า Cultar[®] วิธีการให้สารแก่พืชคือ การรดลงดิน เนื่องจากรากพืชสามารถดูดซึมสารนี้ได้ดี และส่งสารทางท่อน้ำขึ้นไปยังส่วนอื่นๆ ของต้น หรืออาจจะให้สารโดยการฉีดที่ลำต้นโดยตรง (stem injection) แต่วิธีการยากกว่าการรดลงดิน ส่วนการให้สารทางใบ โดยการพ่นมักจะเกิดปัญหาว่า สารไม่ค่อยเคลื่อนย้ายไปยังส่วนอื่น จึงเป็นวิธีที่ไม่แนะนำให้ทำ

สำหรับสาร Paclobutrazol สามารถเคลื่อนที่ได้ดีในท่อน้ำของพืชแต่ไม่เคลื่อนที่ในท่ออาหาร ดังนั้น วิธีการให้สารที่เหมาะสมคือ การรดลงดินให้รากพืชดูดขึ้นไปพร้อมกับธาตุอาหารต่างๆ เพื่อไปสู่ส่วนบนของลำต้น(พิรเดช, 2529)

จากการรายงานผลการทดลองใช้สาร Paclobutrazol กับพืชหลายชนิดเช่น

Paclobutrazol ความเข้มข้น 200 ppm สามารถควบคุมความสูงของหญ้ามาเลเซียได้ และยังมีผลให้หญ้ามาเลเซียแตกพุ่มเร็วขึ้น เพิ่มจำนวนต้นได้มากขึ้น ความยาวใบสั้นลง แต่กว้างขึ้นและมีสีเขียวเข้มขึ้น เป็นการช่วยลดการตัดหญ้าลงได้ นอกจากนี้ยังพบว่าสาร Paclobutrazol ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ยังให้ผลในทำนองเดียวกันกับหญ้าฉนวนน้อย หญ้าญี่ปุ่น และหญ้ากำมะหยี่ อีกด้วย และยังพบอีกว่าในการใช้สาร Paclobutrazol กับมะเขือเทศพันธุ์สีดามก. ที่ปลูกนอกฤดูการ ในระดับความเข้มข้น 50-200 ppm ฉีดพ่นทางใบ 7 วัน ก่อนย้ายกล้า เมื่อก้ามะเขือเทศมีอายุ 26 วัน พบว่ามีผลให้น้ำหนักผลต่อต้นของมะเขือเทศเพิ่มขึ้น (นพดล , 2537)

ใช้สาร Paclobutrazol กับมะม่วงน้ำดอกไม้ทะวาย # 4 โดยการพ่นสารทางใบด้วยความเข้มข้น 125 และ 250 มก./ล. และการรดลงดิน โดยใช้เนื้อสาร 1 ถึง 4 กรัม ผสมน้ำ 100 มก. รดโคนต้นมะม่วงซึ่งมีอายุประมาณ 2 ปี ผลปรากฏว่าการใช้สารดังกล่าว ลดความยาวกิ่งที่เกิดขึ้นภายหลังการให้สารได้ การพ่นทางใบเพียง 1 ครั้ง มีผลต่อพืชน้อยกว่าการรดลงดิน และความยาวของกิ่งจะลดลงมากขึ้น เมื่อใช้ความเข้มข้นสูงขึ้น การใช้สาร 1 กรัมต่อต้น ทำให้ความยาวกิ่งลดลง 33 เปอร์เซ็นต์ และถ้าใช้ถึง 4 กรัมต่อต้น จะทำให้ลดลงได้ถึง 42 เปอร์เซ็นต์ (พิรเดช, 2529 อ่างถึง ชยะ และพิรเดช , 2528)

ใช้สาร Paclobutrazol กับควาเรือ่งพันธุ์ Sovereign ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200, 300, 400 และ 500 ppm อัตรา 10 cc. โดยให้สาร 3 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ มีผลทำให้

ความสูงของต้น ความยาวก้านดอก และความยาวคอดอก มีความยาวต่ำสุด เมื่อใช้สาร Paclobutrazol ในระดับความเข้มข้น 500 ppm (ชุติมา และ ถัยมา, 2535)

ใช้สาร Paclobutrazol กับเล็บครุฑก้านดำ ที่ระดับความเข้มข้น 0, 100, 200, 300, 400 และ 500 ppm อัตรา 10 ml. โดยทำการรดสาร 2 ครั้ง ห่างกันครั้งละ 1 สัปดาห์ พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 300 ppm มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของต้นเล็บครุฑก้านดำเพื่อปลูกเป็นไม้กระถางขนาดเล็กที่สุด (สุกถักขันธ์, 2541)

Tukey (1981) พบว่าสาร Paclobutrazol เป็นสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตทางด้าน Vegetative ของ Apple โดยตรง ส่งเสริมการพัฒนาของ Spor ของ Apple ใช้ในระดับความเข้มข้น 8,000 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสารนี้ไม่มีพิษตกค้าง

Bausher และ Yelenosky (1986) พบว่าสาร Paclobutrazol ที่ระดับความเข้มข้น 1000 ppm หรือ 20 มิลลิกรัม/ 2.5 ลิตร จะทำให้ ส้ม [*Citrus limon* (L.) Burm.F.] เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้าน Growth และ Development โดยจะลดความยาวของยอด ทำให้ปล้องสั้นลง ขนาดใบเล็กลง น้ำหนักของรากแก้วและรากแขนงลดลง การใช้สารนี้ทางดินจะมีการเปลี่ยนแปลงของราก ได้ดีกว่าส่วนบนของต้นพืช

Williamson และ Coston (1985) รายงานว่าสาร Paclobutrazol ปริมาณ 37 มิลลิกรัม/ต้น จะทำให้ท้อ (*Prunus percica* (L) Batsch "redhavlén") ที่ปลูกในภาชนะจะมีการเจริญเติบโตทางรากลดลง โดยวัดจากการแตกยอด ขนาดของใบ และน้ำหนักของยอด ทุกๆ สิ่งทดลองใช้สาร Paclobutrazol (พ่นทางใบหรือใช้ทางดิน) จะเพิ่มขนาดเนื้อเยื่อชั้น Cortex parenchyma cell การเปลี่ยนแปลง และรูปร่างของเซลล์นี้ จะเป็นการตอบสนองขั้นแรกของการเพิ่มขนาด ของเส้นผ่าศูนย์กลางของปลายราก

Wample และ Culver (1983) ได้ทดลองใช้สาร Paclobutrazol กับทานตะวันซึ่งช่วยลดความสูงของต้น พื้นที่ใบ น้ำหนักสด และน้ำหนักแห้ง และยังช่วยลดการ Evapotranspiration ซึ่งมีส่วนช่วยในการลด การใช้น้ำของต้น

Richard และ Wilkinson (1986) รายงานว่าการใช้สาร Paclobutrazol ฉีดพ่นทางใบ และรดสาร ทางดินให้กับ *Bouvardia humboldtii* ซึ่งปลูกเป็นไม้กระถางโดยรดสารลงดินประมาณ 2 มิลลิกรัม/ลิตร กระถางเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร และพ่นทางใบใช้ประมาณ 250 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งช่วยลดความสูงได้ประมาณ 30% และเพิ่มจำนวนดอกต่อกระถาง ได้ประมาณ 35% แต่การพ่นทางใบจะช่วยลดน้ำหนักแห้งของพืชได้น้อยกว่า การใช้สารทางดิน

Barrett และ Bartuska (1982) ได้รายงานการทดลองเกี่ยวกับการใช้สาร Paclobutrazol ว่า จะยับยั้งการยืดตัวของลำต้น ในถั่วและเบญจมาศ การใช้สารชนิดที่ใบแก่จะให้ผลน้อยที่สุดในการควบคุมการยืดตัวและมีความแตกต่างกันเล็กน้อย ปริมาณสารที่ให้ทางใบมีมากกว่าที่ให้ทางลำต้น ความแปรปรวนในระหว่างพันธุ์ หรือชนิดของพืชจะตอบสนองต่อการใช้สารต่างกัน การที่เป็นเช่นนี้ เพราะความแตกต่างกันในส่วนประกอบของ xylem และ phloem เนื่องจากสารนี้มีการเคลื่อนย้ายทาง xylem ได้ดีกว่า phloem

Ahmedullah (1986) ทดลองใช้ Paclobutrazol กับ *Vitis labruscana* Bailey “Concord” ซึ่งเป็นพวกไม้เลื้อย จะยับยั้งการเกิดตา ทำให้ยั้งการเกิดตาไป 3-5 วัน ทั้งนี้จะไม่มีผลต่อคุณภาพของผล และความทนทานต่อความหนาวเย็นของตาดอกตลอดช่วงฤดูหนาว

Menhenett (1984) ได้ทดลองใช้สาร Paclobutrazol กับเบญจมาศที่ปลูกในเรือนกระจก โดยการรดสารทางดินและพ่นทางใบ ซึ่งจะมีผลอย่างมากในการควบคุมความสูงของลำต้นเบญจมาศพันธุ์ Bright Golden Anne ซึ่งจะลดความสูงได้มากกว่าการใช้ Chlorphonium bromide นอกจากนี้ Paclobutrazol จะให้การออกดอกช้าลงเช่นเดียวกับการใช้ Ancymidol และ Daminozide ซึ่งช้ากว่าการใช้ Chlorphonium chloride และ Piproctanyl bromide 2-4 วัน Daminozide จะทำให้ใบไม่เกิด Pigment ของสีกลีบดอก

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ดินปลูกต่าง
2. วัสดุชำ (ทรายกับ ขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1)
3. วัสดุปลูก (ดิน : ทราย : กาบมะพร้าว : ปุ๋ยคอก : จี๋เถ้าแกลบ อัตราส่วน 2:1:1:1:1)
4. กระบะชำ ขนาด 6 x 12 นิ้ว และกระถางพลาสติกขนาด 8 นิ้ว จำนวน 144 ใบ
5. แท่งหลักกาบมะพร้าว, บัวรดน้ำ, แผ่นป้าย
6. ปุ๋ยสูตร 16-16-16 และปุ๋ยชีวภาพ
7. สาร Paclobutrazol
8. อุปกรณ์เตรียมสาร ได้แก่ เครื่องชั่ง, กระจกตวงขนาด 250 ml., บีกเกอร์ขนาด 400 ml., กระจกตวงขนาด 25 ml., แท่งแก้วคน และน้ำกลั่น
9. อุปกรณ์จดบันทึกข้อมูล ได้แก่ สมุดบันทึก, ไม้บรรทัด, สายวัด, คินสอ, กล้องถ่ายรูป, และสมุดเทียบสีพืชสวน

วิธีการทดลอง

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผนการทดลอง

ทำการวางแผนแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยทำการทดลองทั้งหมด 6 วิธีการ (Treatment) วิธีการละ 4 ซ้ำ (Replication) โดยทำซ้ำละ 5 กระถาง ดังนี้

Treatment 1 ไม่ใช้สาร Paclobutrazol

Treatment 2 ใช้สาร Paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 200 ppm

Treatment 3 ใช้สาร Paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 300 ppm

Treatment 4 ใช้สาร Paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 400 ppm

Treatment 5 ใช้สาร Paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 500 ppm

Treatment 6 ใช้สาร Paclobutrazol ระดับความเข้มข้น 600 ppm

ขั้นตอนที่ 2 การดำเนินการทดลอง

1. ทำการชำต้นพลูด่างในตะกร้าพลาสติก รดน้ำให้ชุ่มทุกวัน วันละครั้ง จนต้นพลูด่างที่ชำไว้ออกรากและแตกยอดเป็นต้น ใช้ระยะเวลาประมาณ 2 เดือน ย้ายลงปลูกในกระถางขนาด 8 นิ้ว ที่มีแท่งหลักตรงกลางกระถาง ปลูกต้นพลูด่างรอบกระถางๆ ละ 5 ต้น จัดวางกระถางภายใต้

การพรางแสงด้วย saran 60% จำนวน 144 กระถาง จากนั้นก็ปฏิบัติดูแลรดน้ำทุกวัน ใส่ปุ๋ยสูตร 16-16-16 15 วัน ครั้ง โดยสลับกับการให้ปุ๋ยชีวภาพ ตลอดการทดลอง

2. เตรียมสารละลาย Paclobutrazol ตามระดับความเข้มข้นที่กำหนดตั้งแต่ 200-600 ppm

3. ทำการรดสาร Paclobutrazol ให้รอบกระถาง กระถางละ 10 ml. (ยกเว้น Control) 3 ครั้ง แต่ละครั้งห่างกัน 1 สัปดาห์

การเก็บบันทึกข้อมูล

โดยทำการวัดและจดบันทึกความยาวข้อ ความสูง จำนวนข้อ ความกว้างใบ ความยาวใบ และสีเขียว

ระยะเวลาในการทดลอง

เริ่มทำการทดลอง 7 สิงหาคม 2543

สิ้นสุดการทดลอง 22 กุมภาพันธ์ 2544

รวมระยะเวลาในการทดลอง 6 เดือน

สถานที่ทำการทดลอง

แปลงทดลองบริเวณอาคารปฏิบัติการไม้ดอก ภาควิชาพืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้สาร Pacllobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก ในระดับความเข้มข้น 200, 300, 400, 500 และ 600 ppm จำนวน 3 ครั้งๆ ละ 10 ml. ทุกสัปดาห์ ผลปรากฏว่า

1. ความยาวข้อ

พบว่าวิธีการที่ใช้สารระดับความเข้มข้น 600 ppm ให้ค่าเฉลี่ยความยาวข้อต่ำสุดเท่ากับ 0.93 ซม. รองลงมาคือวิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 400, 500, 300, 200 ppm และวิธีการไม่ใช้สาร (Control) ให้ค่าเฉลี่ยความยาวข้อเท่ากับ 1.01, 1.04, 1.04, 1.24 และ 3.06 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกวิธีการที่ใช้สารจะไม่มี ความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากวิธีการไม่ใช้สารอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ 2)

2. ความสูงต้น

พบว่าวิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 300 ppm จะให้ค่าเฉลี่ยความสูงต่ำสุดเท่ากับ 12.21 ซม. รองลงมาคือวิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 600, 500, 400, 200 ppm และวิธีการไม่ใช้สาร (Control) ให้ค่าเฉลี่ยความสูงเท่ากับ 12.98, 13.71, 13.99, 15.95 และ 21.14 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่า ทุกวิธีการที่ใช้สารจะไม่มี ความแตกต่างกันในทางสถิติ แต่จะแตกต่างจากวิธีการไม่ใช้สารอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ 3)

3. จำนวนข้อ

พบว่าวิธีการไม่ใช้สาร (Control) ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อมากที่สุดเท่ากับ 5.84 ข้อ รองลงมาคือวิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 200, 400, 300, 600 และ 500 ppm ให้ค่าเฉลี่ยจำนวนข้อ เท่ากับ 5.06, 4.53, 4.32, 4.32, และ 4.12 ข้อ ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ 4)

4. ความกว้างใบ

พบว่าวิธีการไม่ใช้สาร (Control) จะให้ค่าเฉลี่ยความกว้างใบมากที่สุดเท่ากับ 4.44 ซม. รองลงมาคือ วิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 500, 200, 600, 300 และ 400 ppm ให้ค่าเฉลี่ยความกว้าง 4.30, 4.26, 4.25, 4.14 และ 4.12 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ 5)

5. ความยาวใบ

พบว่าวิธีการไม่ใช้สาร(Control)จะให้ค่าเฉลี่ยความยาวใบ มากที่สุดเท่ากับ 7.16 ซม. รองลงมาคือวิธีการใช้สารระดับความเข้มข้น 500, 300, 600, 400 และ 200 ppm ให้ค่าเฉลี่ยความยาวใบเท่ากับ 6.74 , 6.65, 6.57, 6.50 และ 6.50 ซม. ตามลำดับ (ตารางที่ 1, ภาพที่ 1) จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกวิธีการไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1 และ 6)

6. สีใบ

เมื่อเปรียบเทียบสีของใบพุดต่างกับสมุดเทียบสีพืชสวน หลังการทดลองแล้วพบว่าใบของพุดต่างให้สีที่ไม่แตกต่างกันมากนัก โดยอยู่ในโทนสีเขียวเข้มในระดับ Green Group 137A , 137B และ 137C



ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวข้อ , ความสูงต้น, จำนวนข้อ, ความกว้างใบ และความยาวใบของต้นพลูด่าง หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์

ความเข้มข้น สาร (ppm)	ความยาวข้อ ต้น (ซม.)	ความสูงต้น (ซม.)	จำนวนข้อต่อ ต้น	ความกว้างใบ (ซม.)	ความยาวใบ (ซม.)
Control	3.06 a	21.14 a	5.84 a	4.44 a	7.16 a
200 ppm	1.24 b	15.95 b	5.06 a	4.26 a	6.50 a
300 ppm	1.04 b	12.21 b	4.32 a	4.14 a	6.65 a
400 ppm	1.01 b	13.99 b	4.53 a	4.12 a	6.50 a
500 ppm	1.04 b	13.71 b	4.12 a	4.30 a	6.74 a
600 ppm	0.93 b	12.98 b	4.32 a	4.25 a	6.57 a

หมายเหตุ

ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่เหมือนกันแสดงว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันแสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
เปรียบเทียบแบบ LSD ในระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวข้อของต้นพลูด่าง

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	13.633	2.727	84.315**	2.77	4.25
Ex.Error	18	0.582	0.032			
Total	23	14.215	0.618			

CV. = 12.98%

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 3 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความสูงของต้นพลูด่าง

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	212.509	42.502	7.569**	2.77	4.25
Ex.Error	18	101.076	5.615			
Total	23	313.585	13.634			

CV. = 15.80%

** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 4 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติจำนวนข้อของคั้นพลูค่าง

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	8.375	1.671	1.958 ^{ns}	2.77	4.25
Ex.Error	18	15.368	0.854			
Total	23	23.725	1.032			

CV. = 19.67%

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 5 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความกว้างใบของคั้นพลูค่าง

ANOVA

Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	0.054	0.011	0.537 ^{ns}	2.77	4.25
Ex.Error	18	1.798	0.100			
Total	23	2.066	0.090			

CV. = 7.43%

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 6 แสดงการวิเคราะห์ผลทางสถิติความยาวใบของต้นพลูด่าง

ANOVA

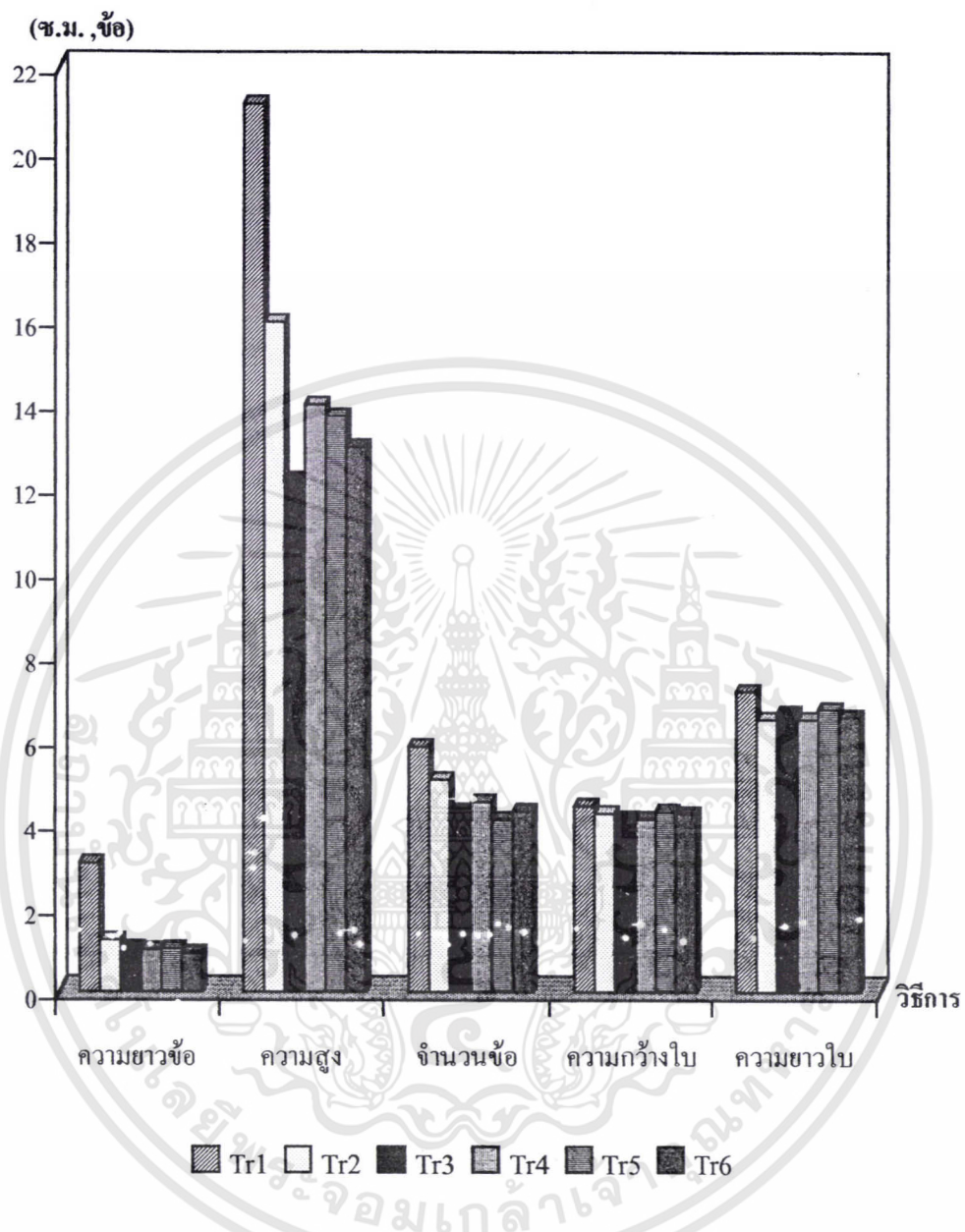
Source	df	SS	MS	F	F.05	F.01
Treatment	5	1.259	0.252	0.524 ^{ns}	2.77	4.25
Ex.Error	18	8.656	0.418			
Total	23	9.915	0.431			

CV. = 10.37%

ns = ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความยาวข้อ, ความสูง, จำนวนข้อ, ความกว้างใบ และความยาวใบของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก โดยใช้สาร Paclobutrazol ที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 300, 400, 500 และ 600 ppm แล้ว 8 สัปดาห์



ภาพที่ 2 สาร Paclobutrazol และอุปกรณ์ในการเตรียมสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3. แสดงการเปรียบเทียบลักษณะพุ่มต้นพลูด่างในวิธีการต่างๆ หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4. แสดงลักษณะการจั้วางกระถางปลูกลงปลูกต้นพลูด่างในการทดลอง หลังได้รับสาร Paclobutrazol แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองใช้สาร Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของต้นพลูด่างที่ปลูกในกระถางขึ้นหลัก ที่ระดับความเข้มข้น 200, 300, 400, 500 และ 600 ppm โดยการรดสาร 3 ครั้ง ห่างกัน ครั้งละ 1 สัปดาห์ ปริมาณสาร 10 ml. พบว่า การใช้สาร Paclobutrazol สามารถลดความยาวข้อปล้อง และควบคุมความสูงได้ตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้น ซึ่งในการทดลองนี้ ดูความเหมาะสมในภาพรวมแล้วพบว่า การใช้สารที่ระดับความเข้มข้น 300 ppm ให้ค่าเฉลี่ยของความยาวข้อปล้อง (1.04 ซม.) จำนวนข้อ (4.32 ซม.) และความสูงของพุ่มต้น (12.21 ซม.) อยู่ในลักษณะดี พุ่มต้นแน่น กะทัดรัดเหมาะสมกับกระถางปลูก รวมทั้งขนาดใบ จำนวนใบ และสีต้นเข้ม ควบคุมผลผลิต อยู่ในโทนี Green Group 137A (ตามสมุดทะเบียนสีพืชสวน) รองลงมาคือ การใช้สารที่ระดับความเข้มข้น 600, 500, 400, 200 ppm และ Control

จากการทดลองถึงแม้จะพบว่า สาร Paclobutrazol มีความสามารถในการลดความยาวข้อปล้อง และความสูงของต้นพลูด่าง ได้ตามระดับความเข้มข้นของสารที่เพิ่มขึ้นก็ตามแต่เมื่อพิจารณาในภาพรวม โดยลักษณะของพุ่มต้น ปริมาณ และขนาดของใบ ตลอดจนสีและผลผลิตที่เกิดขึ้น จึงหวั่นเกรงการเกิดใบ การจัดเรียงตัวของใบ การใช้สารที่ระดับความเข้มข้นสูง อาจไม่ใช่เป็นวิธีการที่ดีที่สุดก็ได้ และการใช้สารที่ความเข้มข้นสูง อาจทำให้สิ้นเปลืองทั้งปริมาณสาร และค่าใช้จ่ายอื่นๆ กอปรกับการใช้สารในปริมาณที่น้อย อาจเป็นไปได้ว่า การรดสารอาจไม่ทั่วถึง หรือปริมาณที่ได้รับแต่ละต้นต่อกระถาง (มี 5 ต้น/กระถาง) อาจไม่สม่ำเสมอทุกต้น อีกทั้งขนาดของต้นไม่สม่ำเสมอทุกต้นด้วย

ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้สารชะลอการเจริญเติบโตกับพืชแต่ละชนิดนั้น ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับ รายละเอียดข้อมูลต่างๆ ของสาร และพืชชนิดนั้นๆ ให้มีความเหมาะสมสอดคล้องกัน เพื่อให้การทดลองนั้นมีประสิทธิภาพมากที่สุด

สำหรับการทดลองครั้งนี้ที่มีการใช้สาร Paclobutrazol ซึ่งเป็นสารที่สามารถเคลื่อนที่ได้ดี ในท่อน้ำของพืช ดังนั้นจึงเหมาะแก่การรดลงดิน ก่อนรดสารนั้นควรมีการรดน้ำให้ชุ่ม เพื่อช่วยในการดูดซึมสารได้ดียิ่งขึ้น โดยสาร Paclobutrazol ก็มีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลา การดูดซึมของสารนั้นคือ ภายหลังการรดสารแล้ว ควรงดการให้น้ำ 24 ชม. เพื่อไม่ให้สารนั้นถูกชะล้างไปกับน้ำ ในส่วนของต้นพลูด่างที่ใช้ปลูกนั้น ควรเป็นต้นพลูด่างที่ได้จากการชำส่วนต้น เพราะจะให้พุ่มต้นที่สวยงามและมีจำนวนใบที่แน่นกว่า ซึ่งต่างจากการปลูกที่ได้จากการชำส่วนยอดจะทำให้โคนต้นนั้นโปร่งไม่สวยงาม สำหรับการให้ปุ๋ยแก่ต้นพลูด่างนั้น ควรให้แต่พอเหมาะไม่ควรให้มากเกินไป และไม่ควรให้ชิด โคนต้นนัก เพราะอาจทำให้เกิดอาการใบเหลือง และร่วงในที่สุด ในด้านปัญหาของโรคและแมลงนั้น สำหรับต้นพลูด่างแล้ว นับว่าเป็นพืชที่มีปัญหาด้านนี้น้อยมาก หรืออาจไม่มีเลย

เอกสารอ้างอิง

- ชุตินา พิมพ์ชื่น และ ถัยมา มาถึงวงษ์ .2535. ผลของ Paclobutrazol ต่อการเจริญเติบโตของ
ความเรียงพันธุ์ซอฟต์แวร์เรนเพื่อเป็นไม้ดอกกระถาง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชา
พืชสวน คณะเทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.
- นพดล จรัสสัมฤทธิ์.2537. ฮอร์โมนพืชและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช. สหมิตร
ออฟเซท. กรุงเทพฯ. 124 หน้า.
- พีรเดช ทองอำไพ .2529. ฮอร์โมนและสารสังเคราะห์แนวทางการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย.
ไดนามิกการพิมพ์ . กรุงเทพฯ. 196 หน้า.
- ศุภลักษณ์ แสนคำ .2541. ผลของ Paclobutrazol ต่อการพัฒนาการของเถาเครือทาก้านดำเพื่อใช้
ปลูกเป็นไม้กระถางขนาดเล็ก. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, ภาควิชาพืชสวน คณะ
เทคโนโลยีการเกษตร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
กรุงเทพฯ.
- สมเพียร เกษมทรัพย์ .2526. ไม้ดอกกระถาง. โรงพิมพ์อักษรวิทยา. กรุงเทพฯ. 241 หน้า
- สัมพันธ์ คัมภีรานนท์ .2527. ฮอร์โมนพืช. โรงพิมพ์สามเจริญพานิช. กรุงเทพฯ.
- อฤชร์ พงษ์ไสว .2541. ไม้เลื้อยประดับ. สำนักพิมพ์บ้านและสวน. กรุงเทพฯ. หน้า 72.
- Ahmedullah, M.1986. Effect of Paclobutrazol on the Vegetative growth, Yield, Quality
and Winterhardiness of buds "Concord" grape. Hort. Science. 21(2) :273-274.
- Barrett, J.E. and C.A. Bartuska .1982. Effect on the stem elongation dependent on site
of application. Hort. Science. 17 :737-738.
- Bausher, W.G. and G. Yelenosky .1986. Sensitivity of potted citrus plant to top sprays
and soil application of Paclobutrazol. Hort. Science. 21(1) : 141-143.
- Menhenett, R .1984. Comparison of a new triazole retardant Paclobutazol (PP 333)
with ancymidol, Chlorphonium Chloride, Daminozide and piproctanyl
bromide on stem extension and infloium Ramat. Scientia Horticulture.
24(314) : 349-358.
- Richard , D. and R.I. Wilkinson .1986. Effect of paclobutrazol on growth and flowering
of Bouvardia humboditii. Hort. Science. 22(3) :444-445.

- Tukey, L.D.1981. Hight retardation of poinsettia with ICI PP-333. Hort. Science. 16:443(abstr)
- Wample, R.L. and E.B. Culver .1983. The influenc of paclobutrazol, a new growth regulators, on sunflowers.J.Amer.Sci. Hort. Science. 108(1) :122-125.
- Williamson,J.G. and D.C. Coston .1985.Growth responses of Peach root and shoot to soil and foliar-applied paclobutrazol. Hort. Science. 21(4) :1001-1003.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 แสดงความยาวข้อของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการ หลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์(เซนติเมตร)

Treatment	Replication				Total	Average
	1	2	3	4		
1. Control	3.26	2.89	3.08	3.00	12.23	3.06
2. 200 ppm	1.11	1.24	1.46	1.14	4.95	1.24
3. 300 ppm	1.15	1.10	1.05	0.86	4.16	1.04
4. 400 ppm	0.78	1.06	0.76	1.43	4.03	1.01
5. 500 ppm	1.10	1.22	0.84	0.99	4.15	1.04
6. 600 ppm	0.85	0.94	0.92	1.01	3.72	0.93

ตารางผนวกที่ 2 แสดงความสูงของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการ หลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์(เซนติเมตร)

Treatment	Replication				Total	Average
	1	2	3	4		
1. Control	22.79	19.42	23.72	18.61	84.54	21.14
2. 200 ppm	13.28	15.04	19.29	16.19	63.80	15.95
3. 300 ppm	13.38	12.64	12.83	9.97	48.82	12.21
4. 400 ppm	12.64	16.50	10.94	15.86	55.94	13.99
5. 500 ppm	11.93	18.04	12.95	11.92	54.84	13.71
6. 600 ppm	13.58	13.88	14.14	10.32	51.92	12.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 3 แสดงจำนวนข้อของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการ หลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์ (ข้อ/ต้น)

Treatment	Replication				Total	Average
	1	2	3	4		
1. Control	6.11	5.09	6.44	5.73	23.37	5.84
2. 200 ppm	3.48	4.88	5.56	6.30	20.22	5.06
3. 300 ppm	3.84	3.90	4.54	5.00	17.28	4.32
4. 400 ppm	4.07	4.96	2.98	6.11	18.12	4.53
5. 500 ppm	3.58	5.51	3.55	3.84	16.48	4.12
6. 600 ppm	4.82	4.26	4.74	3.44	17.26	4.32

ตารางผนวกที่ 4 แสดงความกว้างใบของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการ หลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์ (เซนติเมตร)

Treatment	Replication				Total	Average
	1	2	3	4		
1. Control	4.32	4.62	4.64	4.18	17.76	4.44
2. 200 ppm	4.37	4.63	4.43	3.62	17.05	4.26
3. 300 ppm	4.62	4.25	4.12	3.57	16.56	4.14
4. 400 ppm	4.44	4.27	3.79	3.99	16.49	4.12
5. 500 ppm	4.13	4.43	4.30	4.34	17.20	4.30
6. 600 ppm	4.22	4.30	4.54	3.93	16.99	4.25

ตารางผนวกที่ 5 แสดงความยาวใบของต้นพลูด่างในแต่ละวิธีการ หลังการรดสาร Paclobutrazol แล้ว 8 สัปดาห์ (เซนติเมตร)

Treatment	Replication				Total	Average
	1	2	3	4		
1. Control	7.13	7.70	7.22	6.60	28.65	7.16
2. 200 ppm	6.98	7.09	7.00	4.93	26.00	6.50
3. 300 ppm	7.66	7.18	6.59	5.17	26.60	6.65
4. 400 ppm	7.15	6.61	6.23	6.01	26.00	6.50
5. 500 ppm	6.90	6.33	6.75	6.97	26.95	6.74
6. 600 ppm	6.33	6.54	6.99	6.40	26.26	6.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้